



**ESCUELA SUPERIOR
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA Y CIENCIAS DEL MAR

**“DETERMINACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MACROALGA
MARINA *Gracilaria sp* EN CONDICIONES DE LABORATORIO,
UTILIZANDO COMO NUTRIENTES MEDIO GUILLARD F/2 Y
FERTILIZANTES COMERCIALES”.**



TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de

ACUICULTOR

Presentada por:

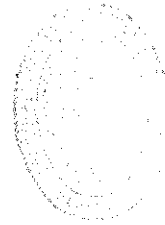
PATRICIA CEDEÑO YÁNEZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

1997

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

DEDICATORIA



BIBLIOTECA
FAC. DE
MEDICINA

A mis padres

Por el apoyo, la dedicación y el sacrificio que hicieron para darme la posibilidad de realizar esta meta.

AGRADECIMIENTO



INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
INP
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

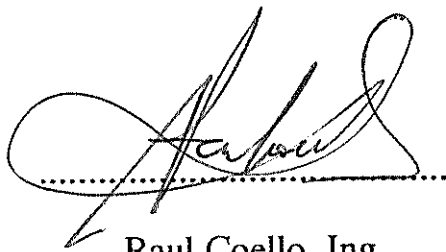
Al M.Sc. Victor Osorio

Director de Tesis

y

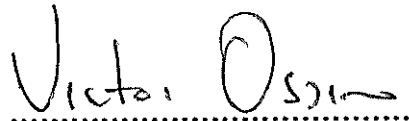
al Ing Pesq. Guillermo Morán

Jefe del Programa de Observadores Pesqueros INP.



Raul Coello, Ing.

Presidente del Tribunal



Victor Osorio C., M.Sc.

Director de Tesis

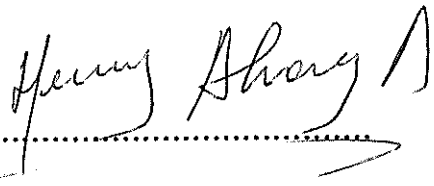


TRIBUNAL
ACADÉMICO
MANIZALES



Jorge Calderón, Ph.D.

Miembro Principal



Henry Alvarez, Ac.

Miembro Principal

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).



RECTORÍA
ESPOL
LITORAL

.....*Patricia Cedeño Yáñez*.....

Patricia Cedeño Yáñez

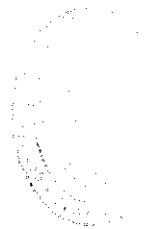
RESUMEN

El presente estudio tiene la finalidad de determinar y comparar el crecimiento de la Macroalga *Gracilaria sp* cuando es fertilizada con Guillard f/2 y con fertilizantes comerciales - úrea (U) y la combinación de úrea y superfosfato triple (USFT) - , partiendo de cepas colectadas de poblaciones naturales localizadas en la provincia de Manabí y transportadas al laboratorio según el método descrito por Woelkerling, 1983.

Se realizaron dos pruebas para cada sistema de cultivo, con tres ensayos cada una los nutrientes anteriormente mencionados (G, U y USFT), teniendo cada ensayo seis tratamientos para fiolas, acuarios interiores y exteriores, y dos tratamientos para los tanques.

Se trabajó en fiolas de 1 lt y acuarios de 80 lt en condiciones de luz y temperatura controladas en el laboratorio; y en acuarios de 80 lt y tanques exteriores de 800 lt en el área adyacente a éste bajo condiciones ambientales de luz y temperatura; durante el período comprendido entre Noviembre de 1994 y Noviembre de 1995 en el Laboratorio de Investigaciones Marinas del Programa de Observadores Pesqueros del Instituto Nacional de Pesca.

Los mejores promedios de crecimientos en % de incremento diario en peso húmedo -expresados en gramos- fueron alcanzados en las segundas pruebas en todos los sistemas de cultivo, siendo éstos para cada uno de los nutrientes (G, U y USFT) en este orden, los



BIBLIOTECA
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
MANABÍ

siguientes: 3.16, 1.91 y 1.55 para fiolas; 4.33, 2.85 y 2.22 para acuarios interiores; 6.05, 4.02 y 3.26 para acuarios exteriores; 6.2, 4.99 y 3.08 para tanques exteriores. Los ciclos de cultivo para cada tratamiento tuvieron una duración de 50 días.

El resultado del Análisis de varianza de una vía (ANOVA), con un nivel de confianza del 95 %, aplicada a cada prueba determinó la existencia de diferencias significativas entre los pesos finales obtenidos con los nutrientes G, U y USFT.

El test de rangos múltiples de Duncan determinó para las pruebas 1 y 2 en fiolas que los tratamientos con G, U y USFT eran significativamente diferentes entre sí. Para acuarios interiores (prueba 1 y 2) determinó que U y USFT no eran significativamente diferentes entre sí, y estos a su vez eran significativamente diferentes de G. Para acuarios exteriores considerando tan sólo los resultados de la prueba 2 (debido a que los resultados de la prueba 1 se descartaron por haberse presentado una severa contaminación) determinó que los tratamientos con G, U y USFT son significativamente diferentes entre sí. Para las dos pruebas en tanques se determinó que los tratamientos con G y U no son significativamente diferentes entre sí y estos a su vez son significativamente diferentes de USFT.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE FOTOS.....	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
I. MACROALGAS RODOFÍCEAS MARINAS.....	6
1.1. Biología.....	6
1.1.1. Características citológicas.....	6
a. Estructura citológica.....	6
b. Pigmentos.....	7
c. Estructura de la pared celular.....	7
d. Movilidad.....	8
e. Reservas alimenticias.....	8
1.1.2. Morfología.....	9
1.1.3. Distribución y ecología.....	9
1.1.4. Taxonomía de las Rhodophyceas.....	10
a. Taxonomía de las Gracilarias.....	10
1.1.5. Ciclo de vida.....	12
1.2. Reproducción.....	14

1.3. Crecimiento.....	16
1.4. Usos.....	18
1.4.1. Agar.....	20
1.5. Revisión bibliográfica de los métodos de cultivo.....	21
II. METODOLOGÍA DEL CULTIVO.....	24
2.1. Colecta y transporte de cepas.....	24
2.2. Materiales y métodos.....	27
2.2.1. Equipos y materiales.....	29
2.2.2. Preparación del material algal.....	31
2.2.3. Nutrientes.....	32
2.3. Condiciones físico-químicas y biológicas.....	33
2.4. Rutina de cultivo.....	38
2.4.1. Cultivo en fiolas de 1000 ml.....	38
a- Guillard F/2.....	38
b- Úrea + Superfosfato triple.....	39
c- Úrea.....	39
2.4.2. Cultivo en acuarios interiores de 80 lts.....	40
a- Guillard F/2.....	42
b- Úrea + Superfosfato triple.....	43
c- Úrea.....	43
2.4.3. Cultivo en acuarios exteriores de 80 lts.....	43
a- Guillard F/2.....	44
b- Úrea + Superfosfato triple.....	45



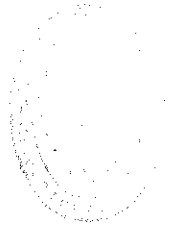
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
VIA. 100.
LIMA

c- Úrea.....	45
2.4.4. Cultivo en tanques de 800 lts.....	46
a- Guillard F/2.....	47
b- Úrea + Superfosfato triple.....	48
c- Úrea.....	48
2.5. Diseño experimental	49
III. RESULTADOS.....	51
3.1. Determinación del crecimiento de los diferentes sistemas de cultivo.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
TABLAS.....	67
FIGURAS.....	101
FOTOS.....	113
ANEXOS.....	118
BIBLIOGRAFÍA.....	145

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla I: Características químicas de las macroalgas - contenido seco.....	68
Tabla II: Productos y aplicaciones de las macroalgas.....	69
Tabla III: (a) Datos oceanográficos y (b) de nutrientes inorgánicos de las poblaciones de colecta en Manabí (San Mateo y la Gorda).....	70
Tabla IV: Composición del medio Guillard F/2	71
Tabla V: Resumen de los tratamientos.....	72
Tabla VI: Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en fiolas (Bioensayo 1).....	73
Tabla VII: Crecimientos del tratamiento con Úrea + Superfosfato triple en fiolas (Bioensayo 2).....	74
Tabla VIII: Crecimientos del tratamiento con Úrea en fiolas (Bioensayo 3).....	75
Tabla IX: Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en fiolas (Bioensayo 4).....	76
Tabla X: Crecimientos del tratamiento con Úrea + Super fosfato triple en fiolas (Bioensayo 5).....	77
Tabla XI: Crecimientos del tratamiento con Úrea en fiolas (Bioensayo 6).....	78
Tabla XII: Crecimientos del tratamiento con Guillard f/2 en	

acuarios interiores (Bioensayo 1).....	79
Tabla XIII: Crecimientos del tratamiento con Úrea + Superfosfato triple en acuarios interiores (Bioensayo 2).....	80
Tabla XIV: Crecimientos del tratamiento con Úrea en acuarios interiores (Bioensayo 3).....	81
Tabla XV: Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en acuarios interiores (Bioensayo 4).....	82
Tabla XVI: Crecimientos del tratamiento con Úrea + Superfosfato triple en acuarios interiores (Bioensayo 5).....	83
Tabla XVII: Crecimientos del tratamiento con Úrea en acuarios interiores (Bioensayo 6).....	84
Tabla XVIII: Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en acuarios exteriores (Bioensayo 1).....	85
Tabla XIX: Crecimientos del tratamiento con Úrea + Superfosfato triple en acuarios exteriores (Bioensayo 2).....	86
Tabla XX: Crecimientos del tratamiento con Úrea en acuarios exteriores (Bioensayo 3).....	87
Tabla XXI: Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en acuarios exteriores (Bioensayo 4).....	88
Tabla XXII: Crecimientos del tratamiento con Úrea + Superfosfato triple en acuarios exteriores (Bioensayo 5).....	89



BIBLIOTECA
FAC. CIEN.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Tabla XXIII: Crecimientos del tratamiento con Úrea en acuarios exteriores (Bioensayo 6).....	90
Tabla XXIV: Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en tanques (Bioensayo 1).....	91
Tabla XXV: Crecimientos del tratamiento con Úrea + Superfosfatotriple en tanques (Bioensayo 2).....	92
Tabla XXVI: Crecimientos del tratamiento con Úrea en tanques (Bioensayo 3).....	93
Tabla XXVII: Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en tanques (Bioensayo 4).....	94
Tabla XXVIII: Crecimientos del tratamiento con Úrea + Superfosfato triple en tanques (Bioensayo 5).....	95
Tabla XXIX: Crecimientos del tratamiento con Úrea en tanques (Bioensayo 6).....	96
Tabla XXX: Peso final de la biomasa húmeda de algas cultivadas en los diferentes sistemas de cultivo.....	97
Tabla XXXI: Tasa específica (u) en % de incremento diario en peso húmedo en fiolas, acuarios interiores, acuarios exteriores y tanques.....	98
Tabla XXXII: Rangos máximos y mínimos de temperatura, Oxígeno, pH y salinidad registrados en los cultivos....	99

Tabla XXXIII: Comparación del costo de fertilización de los tres
tratamientos en los diferentes sistemas de cultivo.....100

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: <i>Cladoma multiaxial</i>	12
Figura 2: Ciclo de vida de <i>Gracilaria</i>	14
Figura 3: Reproducción asexual.....	15
Figura 4: Reproducción sexuada.....	16
Figura 5: Estructuras de crecimiento.....	17
Figura 6: Sistemas reproductivos en algas.....	18
Figura 7: Estaciones de colecta.....	25
Figura 8: <i>Gracilaria sp.</i>	27
Figura 9: Diagrama de la distribución de fiolas.....	38
Figura 10: Diagrama de la distribución de acuarios interiores.....	41
Figura 11: Esquema de los acuarios de cultivo y suministro de aire.	42
Figura 12: Tanques de cultivo de 800 lts.....	47
Figura 13: Fluctuaciones de temperatura, Oxígeno y salinidad en fiolas.....	102
Figura 14: Curvas de crecimiento de los tratamientos en fiolas.....	103
Figura 15: Fluctuaciones de temperatura, Oxígeno y salinidad en acuarios interiores.....	104
Figura 16: Curvas de crecimiento de los tratamientos en	

acuarios interiores.....	105
Figura 17: Fluctuaciones de temperatura, Oxígeno y salinidad en acuarios exteriores.....	106
Figura 18: Curvas de crecimiento de los tratamientos en acuarios exteriores.....	107
Figura 19: Fluctuaciones de temperatura, Oxígeno y salinidad en tanques.....	108
Figura 20: Curvas de crecimiento en tanques.....	109
Figura 21: Promedios del incremento semanal de la biomasa en fiolas, acuarios interiores, acuarios exteriores y tanques.....	110
Figura 22: Tasas de crecimiento diario en fiolas, acuarios y tanques	111
Figura 23: Comparación de la biomasa final de los tratamientos en las dos pruebas en fiolas, acuarios y tanques.....	112



BIOTECNICA
I+D+i
MARTINZA

ÍNDICE DE FOTOS



BIBLIOTECA
NACIONAL
DEL ECUADOR

	Pág.
Foto # 1: Lugares de colecta de algas (Manabí).....	114
Foto # 2: Colecta de las algas.....	114
Foto # 3: Acondicionamiento de algas.....	115
Foto # 4: Cultivo en fiolas de 1000 ml.....	115
Foto # 5: Cultivos en acuarios.....	116
Foto # 6: Tanques de cultivo.....	116
Foto # 7: Control de crecimiento.....	117
Foto # 8: Epifitismo en las algas cultivadas.....	117

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A: Consumo actual de productos de las macroalgas.....	119
Anexo B: Exportaciones de alga Gracilaria y agar en Chile.....	120
Anexo C: ANOVA y Test de Duncan a los tratamientos de la primera prueba en fiolas.....	121
Anexo D: ANOVA y Test de Duncan a los tratamientos de la segunda prueba en fiolas.....	124
Anexo E: ANOVA y Test de Duncan a los tratamientos de la primera prueba en acuarios interiores.....	127
Anexo F: ANOVA y Test de Duncan a los tratamientos de la segunda prueba en acuarios interiores.....	130
Anexo G: ANOVA y Test de Duncan a los tratamientos de la primera prueba en acuarios exteriores.....	133
Anexo H: ANOVA y Test de Duncan a los tratamientos de la segunda prueba en acuarios exteriores.....	136
Anexo I: ANOVA y Test de Duncan a los tratamientos de la primera prueba en tanques exteriores.....	139
Anexo J: ANOVA y Test de Duncan a los tratamientos de la segunda prueba en tanques exteriores.....	142

INTRODUCCIÓN

Las algas marinas tienen gran importancia en la cadena alimenticia, debido a su acción biológica como productores primarios por vía de la fotosíntesis, y por lo tanto, como productoras de sustancias orgánicas y oxígeno en los mares y océanos (E. de Oliveira, 1993). Se han utilizado para remover nutrientes inorgánicos de aguas servidas de sistemas de cultivo mixto (De Boer & Ryther, 1978). Siendo además fuente de numerosos productos de gran aplicación en el mundo moderno entre éstos se destaca el agar, un hidrocoloide termorreversible para el cual no hay sustitutos en algunos de sus aplicaciones. Actualmente la mayor parte de agar utilizado en las industrias alimenticias proviene de algunas especies de algas rojas del género *Gracilaria*. Como la demanda de agar sigue un ritmo creciente y las reservas naturales son limitadas la única alternativa para una producción sustentada de agar es el cultivo de las especies que producen este ficocoloide.

Otro de los usos alternativos, dada la alta productividad de las algas rojas es el potencial para reciclar el bióxido de carbono atmosférico, mediante la producción en volumen de combustible, a partir de la fermentación anaeróbica de la biomasa de algas producidas.

Hoy en día, las macroalgas constituyen uno de los recursos de más creciente auge en muchos países en desarrollo. En México, el



BIBLIOTECA
DEL INEGI
ESTADÍSTICA

Gelidium robustum es una importante fuente para la industria local que procesa alrededor de 1.000 ton secas al año.

Chile es el único país en la región donde el cultivo de algas agarófitas es una actividad plenamente desarrollada, tanto así que en poco tiempo ha pasado de ser un país exportador de algas a ser un país exportador de agar (Rev. Acuicultura del Ecuador). En 1994, procesó el 70 % de su producción de *Gracilaria* y exportó 829 ton de agar y 6130 ton de colagar (procesamiento preliminar para obtención de agar). En 1995, este recurso representó un ingreso aproximado de 68 millones de dólares por rubro de exportación de alga y agar para este país. En Filipinas esta importante industria el mismo año tuvo un despunte alcanzando los 72 millones de dólares en producción de algas y de agar (comunicación personal Clinton Dawes, Universidad de San Francisco USA, 1996).

Los precios de exportación de *Gracilaria* seca en la actualidad fluctúan entre US \$ 670/ton a US \$ 1.550/ton; y los del agar de US \$ 17.000 a US \$ 23.000/ton (comunicación personal Pablo Herrera, Confederación Nacional de Pescadores Chilenos , 1996).

Para 1993, ésta industria generó aproximadamente 1.43 millones de toneladas de desembarque mundial (un 85 % proveniente de cultivos). En el contexto internacional, los mayores exportadores de algas son: Chile, Filipinas y Sudáfrica. Los mayores



importadores son Japón, Estados Unidos y Francia.

Por lo que calculando, el valor global de la industria de las algas y todos sus subproductos ha llegado a un billón de dólares y la demanda industrial se ha incrementado un 10 % anual en los últimos 10 años, situación que ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos algales (Pizarro, 1995).

Sin duda alguna esto nos dá una visión general del actual mercado de las algas marinas, teniendo buenas perspectivas para su cultivo y posterior extracción de agar, que es el producto que esta generando grandes industrias en diferentes países del mundo.

Los intentos de lograr producción de algas en estanques se han realizado en varios países del mundo, pero con diferentes especies a las nuestras, aunque la técnica pareciera fácil existe sin embargo un significativo número de factores que son necesarios controlar para lograr el éxito deseado. El control y manejo de los cultivos implica un costo adicional al sistema, el cual en una dimensión de producción masiva, hace de esta técnica una actividad cara.

En Ecuador, se ha estudiado muy poco sobre la biología de las especies algales nativas, se han dado los primeros pasos de cultivo de algas en ambientes controlados aplicando varias técnicas experimentadas en diferentes países, pero con resultados poco

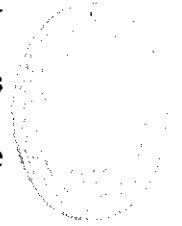
alentadores; por lo cual es necesario realizar estudios con mayor profundidad sobre uno de los puntos elementales para las algas como es la fertilización de estas en ambientes artificiales, siendo ésta la primera fase para iniciar cultivos en laboratorio donde se debe definir la mejor fertilización para el óptimo crecimiento; por tal razón esta tesis tiene como objetivos determinar la factibilidad del uso de Guillard f/2 y fertilizantes agrícolas comerciales (úrea y combinación de úrea y superfosfato triple) para incentivar el crecimiento de macroalgas en diferentes sistemas de cultivo a pequeña escala para que posteriormente sean aplicados a mayores escalas.

Además, se realizó un análisis de los cultivos para comparar los costos de fertilización resultantes de emplear diferentes nutrientes en el crecimiento del alga.

Cualquier adelanto en este campo es completamente nuevo para nosotros no dejando de ser importante para incrementar nuestros conocimientos en esta posible alternativa para diversificar la acuicultura en el país. Para mediados de 1997 se realizará el proyecto: "Cultivo de algas marinas en el Pacífico Ecuatorial", bajo la dirección del Instituto Nacional de Pesca, la administración de la Universidad de George Washington y la coordinación de la NOAA (United States Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration); con la finalidad de obtener

combustibles (metano) y productos químico-farmacéuticos. Lo que representa la potencialidad de este recurso con que se cuenta y que aún no ha sido profundamente estudiado.

Para la elaboración de ésta tesis se tomó parte de la información obtenida en el proyecto: " Cultivo experimental de *Gracilaria sp* en laboratorio, piscinas camaroneras y áreas marino-costeras" ejecutado por el INP mediante el Programa de Observadores Pesqueros, iniciado a fines de 1994 como aporte a la investigación que demanda el país.



ESTADÍSTICA
C. S. P. S.
M. P. S.

CAPÍTULO I

MACROALGAS RODOFÍCEAS MARINAS

1.1. BIOLOGÍA

1.1.1 Características citológicas

a. Estructura citológica

Aunque tienen una estructura celular estrictamente eucariótica, las algas rojas son únicas debido a que carecen de flagelos.

Los cloroplastos poseen tilacoides que aparecen individualmente, es decir, no en bandas como en el caso de otras algas. Un tilacoide circundante o limítrofe se encuentra rodeando al plasto en las algas rojas más avanzadas. Los pirenoides son comunes en los cloroplastos de las algas rojas más simples, pero no están asociados al producto común de almacenamiento, el almidón.

Los núcleos, mitocondrias y dictiosomas son típicos de las células eucarióticas. Un

complejo que comprende el aparato de Golgi, las mitocondrias y los gránulos de almidón se ha reportado en estas siendo los que participan en el crecimiento activo y en la síntesis de la pared celular (Adhajian, 1979).

b. Pigmentos

Los pigmentos comprenden clorofila a y quizá clorofila d; α y β caroteno; luteína; zeaxantina y las ficobiliproteínas ficocianina-r y ficoeritrina-r. Las biliproteínas aparecen sobre estructuras llamadas ficobilisomas, tienen 35 m m de diámetro y se encuentran sobre la superficie de los tilacoides. La ficoeritrina suele ser el pigmento dominante y le da la coloración roja a este grupo de algas.

c. Estructura de la pared celular.

En general, la pared celular contiene una pequeña cantidad de componente estructural celulosa. Las microfibrillas de celulosa no están organizadas en lamelas y están distribuídas al azar. Gran parte de la pared celular es gelatinosa o

amorfa y contiene varios polímeros de galactana sulfatados, algunos de los cuales son económicamente importantes (carragenano, porfirano, agar y furcellarina).

d. Movilidad.

Debido a que las algas rojas carecen de flagelos o de alguna indicación de su presencia, algunos investigadores piensan que éstas algas evolucionaron directamente de un alga verde-azul ancestral o de un ancestro ocariótico no flagelado.

Así mismo todas las esporas son inmóviles.

e. Reservas alimenticias.

El principal nutriente de reserva es el almidón floridiano, un glucano insoluble y refringente. Este compuesto se asemeja al almidón de las cianofitas y al glucógeno de los animales. Los gránulos de almidón floridiano se encuentran fuera del cloroplasto, libres en el citoplasma.

1.1.2 Morfología

Los grupos principales de algas rojas difieren relativamente desde el punto de vista morfológico.

Existen formas simples, que van desde unicelulares hasta filamentos y hojas simples y con una o dos células de espesor. Las formas filamentosas y foliosas de este grupo más primitivo poseen algún tipo de base rizoidal y la mayoría de ellas muestran un tipo difuso de división celular (la mitosis ocurre en todas las partes de la planta). La mayoría de las algas rojas, sin embargo presentan una estructura parenquimatosa altamente desarrollada, de base rizoidal con vesículas u hojas.

Anatómicamente, las algas rojas más complejas tienen una epidermis, corteza y una médula central.

1.1.3 Distribución y ecología

Las algas rojas se encuentran en todos los océanos del mundo, pero son más comunes en regiones tropicales en el hemisferio sur; pudiendo encontrarse tanto intermareal como submarealmente.

Las especies marinas casi siempre son fijas a rocas u otro substrato inorgánico, y frecuentemente epífitas en otras algas rojas o pardas.

Algunas especies se encuentran en la zona litoral, otras sumergidas hasta los 200 m. Estas algas se encuentran a mayores profundidades que cualquier otro organismo fotosintético.

El género más amplio de este grupo es *Gracilaria* con más de 100 especies que habitan desde aguas frías hasta tropicales.

1.1.4 Taxonomía de las Rhodophyceas

Se reconocen dos grupos de la clase Rhodophyceae:

- **Bangiophyceae:** En esta subclase los cloroplastos son simples, escasos. Los pirenoides son comunes. La morfología es simple.
- **Florideophyceae:** Los miembros de esta subclase tienen numerosos plastos discoides. Los pirenoides son raros. Los ciclos de vida trifásicos son por lo general la regla. Las *Gracilarias* pertenecen a este grupo.

a. Taxonomía de las Gracilarias

Clase: Rhodophyceae



Subclase: Florideophyceae
 Orden: Gigartinales
 Familia: Gracilariaceae
 Género: Gracilaria



La familia Gracilariaceae se caracteriza por presentar una estructura multiaxial y una anatomía parenquimatosa. Los tetrasporangios están divididos en cruz y están distribuidos sobre la superficie del talo. Hay gametofitos masculinos y femeninos; en un grupo subgenérico las ramas espermatangiales nacen en orificios. El cistocarpo maduro sobresale del talo y posee un ostíolo prominente. El género más amplio es Gracilaria, con más de 100 especies que habitan desde aguas frías hasta tropicales. Es bastante polimórfico y poseen especies que van desde formas de terete hilos alargados) bastante ramificadas hasta hojas comprimidas o aplanadas.

Esta familia presenta Cladoma como patrón organizativo, característico de algas constituidas por filamentos rastreros o

protonema del cual se levantan filamentos o talos erguidos constituidos por pleuridios o ramificaciones. Presenta varios ejes principales formando un Cladoma multiaxial. (Fig.1)

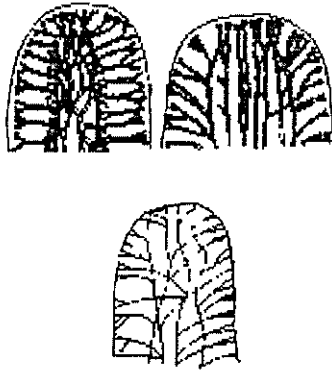


Fig. 1. Cladoma multiaxial

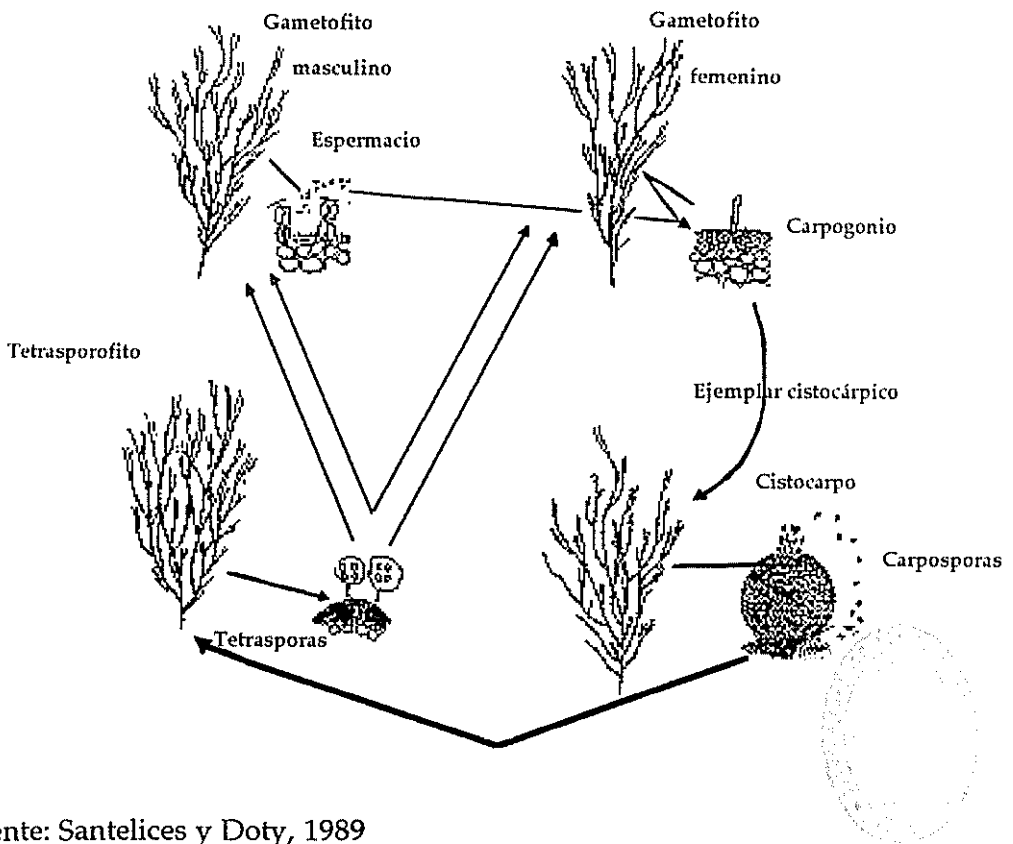
1.1.5 Ciclo de vida de la familia Gracilareacea

Presentan un ciclo de vida trifásico, conocido como Polysiphonia, donde se encuentra alternancia de gametofitos haploides (n) y carposporofitos diploides ($2n$), con adición de una fase diploide extra (tetrasporofito). Las fases n y $2n$ son morfológicamente indistinguibles y solo pueden ser reconocidas cuando portan estructuras reproductoras, usando un microscopio.

La fase n es formada por plantas masculinas y femeninas, independientes y que solo pueden ser reconocidas cuando estan fértiles.

Los gametofitos masculinos desarrolla en soros espermatangiales los gametos (espermacios) que son desprovistos de flagelos y por lo tanto inmóviles, los que son liberados en gran cantidad cuando estan maduros y se fusionan por acción de las corrientes de agua con la célula femenina llamada carpogonio en la alga madre. El cigoto formado por la fecundación (carposporofito) origina la fase diploide generando cistocarpos. Esta fase aparece como una pequeña verruga y puede ser vista macroscópicamente en las plantas hembras fecundadas.

Los cistocarpos producen carposporas ($2n$) que se fijan en el substrato, germinan y originan una planta ($2n$) llamada tetrasporofito, en el cual ocurre la meiosis en el esporangio, formando cuatro esporas haploides, de las cuales dos originan a plantas masculinas y dos a plantas femeninas (Fig.2).



Fuente: Santelices y Doty, 1989

Fig.2. Ciclo de vida de la Gracilaria

BIBLIOTECA
IAC, S.C.
MADRID

1.2. REPRODUCCIÓN

La reproducción puede ser sexuada (gametos) o asexuada (esporas). Puede tener propagación vegetativa mediante propágulos o trozos de algas que al caer en ambientes apropiados desarrollan posteriormente el alga completa.

Reproducción asexual: Procesos basados en la producción de esporas generadas en esporangios y en número variable sin medios de propulsión. Estas pueden ser monosporas, bisporas, tetrasporas o polisporas, según se formen 1, 2, 4 o muchas

esporas en el órgano esporangial (Fig.3).

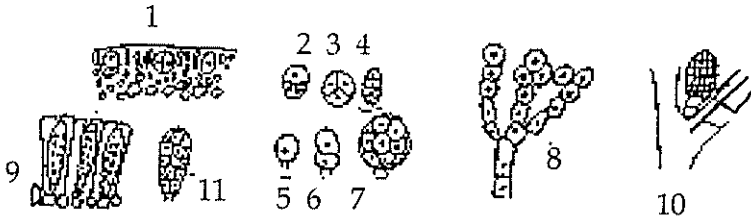


Fig. 3 Reproducción asexual:

1. Soro tetrasporangial
- 2-3-4: Tetrasporas cruciadas, tetraédricas y zonadas.
- 5: Monosporangio
- 6: Bispora
- 7: Polisporangio
- 8: Seirosporangio
- 9: Esporangio de laminariales
- 10: Pluriesporangio

Reproducción sexuada: basada en la fecundación de gametos masculinos y femeninos los cuales son inmóviles.

Existen muchas variantes en los procesos sexuados, siendo para el caso de las rodofíceas el gametofito masculino macroscópico, y el femenino microscópico (Fig.4).

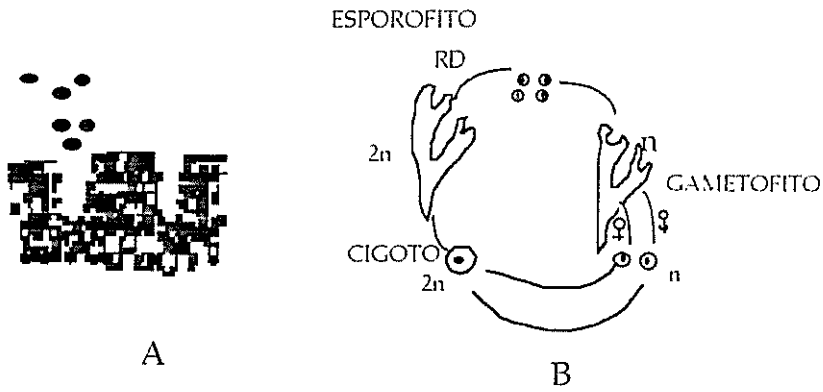


Fig. 4 Reproducción sexuada

A: Espermacios en Gracilaria
 B: Meiosis espórica en Gracilaria

1.3. CRECIMIENTO

La respuesta de las algas a la acción de factores ambientales (luz, temperatura) determinará fluctuaciones de talla, peso y biomasa a lo largo del año, pero también hay respuestas diferenciales según condiciones referidas a profundidades, corrientes, transparencia del agua, salinidad, nutrientes, etc.

Las áreas activa de crecimiento de las algas se ubican en partes bien precisas y son conocidas como meristemas de crecimiento, entre los cuales los apicales generalmente son los primeros en entrar en funcionamiento.

La mayoría de las algas inician su crecimiento por la parte apical o terminal de la planta. La existencia de una célula apical o de varias células apicales determinará la existencia de un tejido terminal o solamente la existencia de una célula apical de crecimiento (Fig.5).

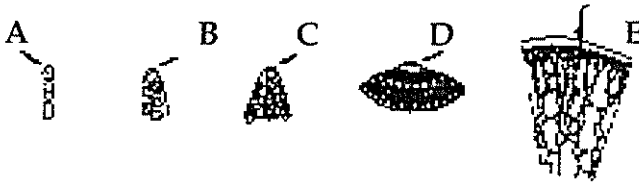


Fig. 5: Estructuras de crecimiento:

A-D Células apicales

E Meristema de crecimiento apical

Gracilaria inicia su crecimiento más temprano mediante una célula apical definida, célula que posteriormente no se muestra tan clara y definida cambiando más bien a un tejido o meristema de crecimiento apical.

Cada elemento constituyente de las algas en su parte microscópica está estructurado sobre la base de filamentos celulares, en los cuales sus componentes apicales tienen la capacidad de dividirse permitiendo el incremento en longitud, en ancho, en grosor o robusteciendo sistemas especiales de la

planta, incluyendo en ello procesos y mecanismos de reproducción. Procesos por los cuales se generan nuevas plantas y que se refieren fundamentalmente al nacimiento o crecimiento de las algas a partir de trozos vegetativos o estructuras especiales llamadas propágulos o hormogonios (Fig.6).

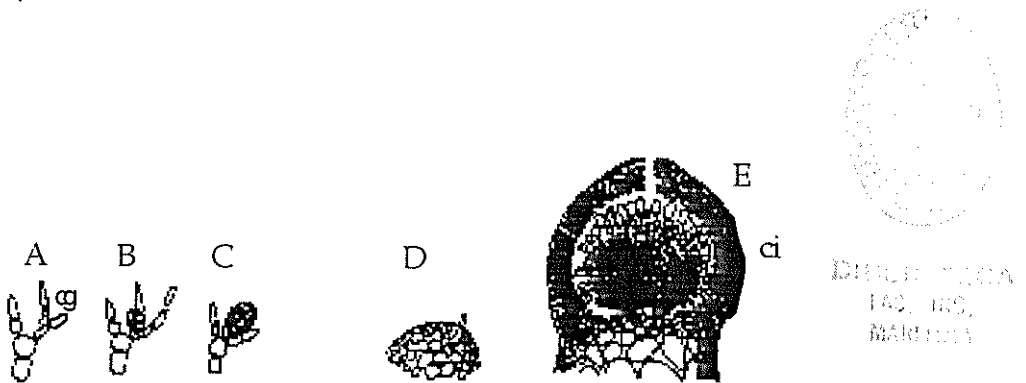


Fig. 6: Sistemas reproductivos en algas

A,B,C: Desarrollo de cistocarpo (ci) a partir de carpogonio (cg) y rama carpogonial
D,E: Desarrollo de cistocarpo de *Gracilaria* (aumentado)

1.4. USOS

En la mayoría de los casos, los productos elaborados por las algas son los que otorgan valor comercial a estos organismos. Generalmente son glúcidos o hidratos de carbono, almidones, laminarina, amilopectina o alcoholes como el manitol.

La importancia económica de éstas algas se basa fundamentalmente por su uso en la alimentación humana en forma indirecta o por el uso de productos extraídos de ellas, especialmente agar y carragenano.

Sin embargo, son las paredes celulares de las algas constituídas por fases fibrilares y amorfas, los lugares donde se depositan o existen sustancias importantes como ácido algínico, agar, carragenano, furcellarina, iridoficina y porfirano. Todos productos de múltiples usos en industrias, alimentación, farmacología, cosmética y medicina.

La composición química de las especies ha sido punto de partida para establecer su uso y en ello destacan los contenidos de las sustancias anteriormente mencionadas, la tabla I presenta las características químicas de las macroalgas.

Son además fuente importante de sustancias antibióticas, aminoácidos y sales minerales. En la tabla II se detallan los productos y aplicaciones que pueden ser obtenidos de las macroalgas.

En el anexo A se exponen datos del consumo actual de productos de las macroalgas.



1.4.1. Agar

Es un compuesto producido por algunas especies de algas rojas y de uso múltiple. En su composición química intervienen la agarosa como componente principal (con altas propiedades gelificantes) y la agarpectina.

La agarosa esta formada por varias unidades de disacáridos agarobiosa y la agarpectina de composición mas completa integrado por galactosa, ácido glucorónico y compuestos sulfatados. Las calidades y características del agar dependerán en gran medida de los compuestos de la agarpectina.

La característica principal de este compuesto es que forma gelatinas, las cuales se disuelven en agua caliente sobre los 80°C y gelifican a temperaturas de 30-40°C a bajas concentraciones de 2 %.

El uso inicial fue como alimento en los países orientales, de los cuales fue llevado a Europa. El médico investigador Robert Koch lo utilizó como medio de cultivo de bacterias con excelentes resultados.

El uso de este producto es amplio y va desde engomador para telas, clarificador de mostos, cervezas, integrante o

reemplazante de harinas o féculas de pan, protector de carnes o conservas envasadas, recubridor de medicamentos que deben absorberse en el intestino, en la preparación de tortas, pasteles, dulces, gelatinas, salsas y mermeladas; con fuerte uso en farmacología, industrias varias, en cosmetología, obtención de impresiones dentales y preparación de medios de cultivo bacteriológico (M. Edding, 1993).

De acuerdo a la calidad se consideran tres tipos: agar bacteriológico (el de mejor calidad), el agar reactivo al azúcar y el agar de grado alimenticio (Richards - Rajadurai, 1990).

1.5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS MÉTODOS DE CULTIVO

Para la transportación y el mantenimiento de las algas durante la misma se tomó como referencia el artículo basado en el Estudio y selección de una Rhodophyta corallinaceae y otras algas en un medio de cultivo definido, de W.J.Woelkerling, 1983.

Eurico C. de Oliveira en su proyecto "Cultivo de Macroalgas Marinas en Laboratorio, con énfasis en el género agarífico Gracilaria" 1993, describe las principales condiciones

de iluminación, temperatura y salinidad para algas del género *Gracilaria*. Recomienda una intensidad de 2000-4000 lux por períodos de 14 h/día, temperatura fluctuando entre los 25 °C y el rango de salinidad entre los 25-35 g de sal/kg de agua.

En la publicación "Cultivo de *Gracilaria* en estanques: Efectos de aireación no-contínua en el crecimiento y productividad" Luis Tapia y Jorge Tominic K., 1990 se hace referencia a lo coincidido por Shackloc et al., 1975 acerca de que la aireación contínua en los sistemas de cultivo proporciona una productividad significativamente mayor que las obtenidas en condiciones de no-aireacion a partir de lo cual Tapia/Tominick incorporaron a los sistemas de cultivo aire a través de un tubo perforado ubicado en el fondo , de manera que el agua circula manteniendo el alga en suspensión y mejorando la distribución de los nutrientes en el medio. La dosificación empleada para este ensayo fué de 50 mg/l Nitrato de Potasio. La densidad de siembra fué de 5 kg/m³ para estanques de fibra de vidrio de 400 l de capacidad.

Otro factor que fue estudiado por Juan E. Machiavello, en *Culture of Gracilaria sp: productivity and agar production*, 1989; para incrementar la productividad de *Gracilaria* en tanques fue el enriquecimiento con Nitrato de Potasio 15mM en dosis no especificada cada dos días. Mientras que

KELEMENSI N. 1985, agregó en cada recambio 500 mg/l de úrea comercial y 50 mg/l de superfosfato triple comercial como nutrientes, valores considerados adecuados en estudios realizados en "Growth patterns of kappaphycus a different levels of temperature, irradiance, salinity and nitrogen source".

Chiang, 1981; Santelices y Dotty, 1989; reportaron que para estanques, el fertilizante puede ser adicionado en tasa de 3 kg/ha de úrea (1g/l) o 120-180 kg/ha de estiércol de pollo o cerdo, aplicando densidades de siembra de 0.6 kg/m².

En experimentos con bajas condiciones de flujo de agua, la productividad no solo puede verse influenciada por la limitación de nutrientes sino también por el déficit de carbono, lo que puede ser mejorado por adición de gas dióxido de carbono a los tanques mediante bombas de aire (Lapointe and Ryther, 1979; De Busk and Ryther, 1984).

Se realizaron modificaciones a las metodologías de los autores anteriormente mencionados de acuerdo a las características de nuestra especie y condiciones físicas-ambientales aquí presentadas, que fueron determinadas en estudios previos que forman parte del proyecto global al que pertenece esta tesis.

balanza analítica 0.0001 g de sensibilidad para los cultivos en fiolas y una balanza gramera de sensibilidad de 0.01 g para los cultivos en acuarios y tanques.



BIBLIOTECA
DEL INIA
PANAMA

2.4. RUTINA DE CULTIVO

2.4.1 Cultivo en fiolas de 1000 ml

Se sembraron 10 g de ápices de *Gracilaria* seleccionados en fiolas de 1.000 ml con agua de mar filtrada y esterilizada, a densidad de 10 g/l. Se les suministró fuerte aireación conectando la línea de aire a varillas de vidrio de 25 cm de longitud durante las 24 h, se utilizaron 2 lámparas fluorescentes de 40 watts cada una manteniéndolas a 30 cm de distancia de las fiolas, proporcionando una intensidad luminosa de 2.000-4.000 lux en períodos de 12 h/día, siguiendo el procedimiento descrito por E. de Oliveira, 1993.

El peso húmedo fué controlado semanalmente utilizando una balanza analítica de 0.0001 g de sensibilidad.

Se monitoreaba diariamente temperatura, Oxígeno disuelto, pH y salinidad. Recambios totales de agua fueron realizados cada tres días, durante los cuales se enjuagaba a las algas con agua de mar esterilizada y periodicamente se realizaba la observación al microscopio de éstas para detectar

la presencia de epífitos y otros contaminantes.

Los ensayos se desarrollaron en 2 pruebas, la primera del 18 de Noviembre de 1994 al 3 Mayo de 1995, con los nutrientes Guillard f/2 (G), combinación de úrea y superfosfato triple (USFT) y úrea (U). La segunda prueba se realizó del 5 Mayo al 25 de Octubre de 1995 con los mismos nutrientes y condiciones físicas que la primera.

En la figura 9 se indica la disposición de las fiolas y las lámparas para el cultivo.

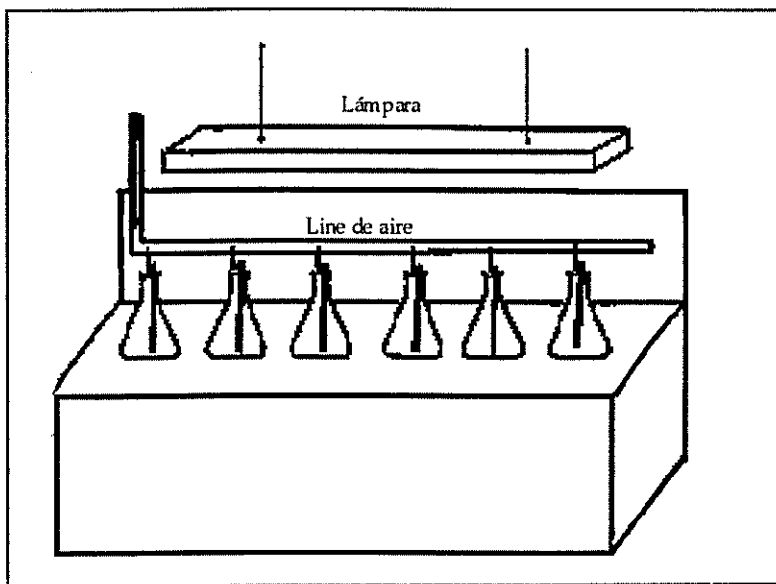


Fig. 9. Distribución de fiolas

a) **Guillard f/2**

Se realizaron 2 ensayos; uno del 18 de Noviembre de 1994 al 7 Enero de 1995 y otro

del 5 de mayo al 24 de junio de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 ml/l de la solución de nitrato/fosfato, 1ml/l de la solución de metales trazas y 0.5 ml/l de la solución de vitaminas.

b) Úrea más Superfosfato triple

Se realizaron dos ensayos; uno del 16 de Enero al 6 Marzo de 1995 y otro del 3 Julio - 22 de Agosto de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 g/l de úrea y 0.1 g/l de superfosfato triple.

c) Úrea

Se realizaron dos ensayos; uno del 14 Marzo al 3 Mayo de 1995 y otro del 5 Septiembre al 25 de Octubre de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 g/l de úrea.

2.4.2 Cultivo en acuarios interiores de 80 l.

Se sembraron 40 g de ápices de *Gracilaria* de 4 cm de longitud en 80 l de agua de mar solo filtrada. La densidad fué de 0.5 g/l. Se les suministró fuerte aireación durante las 24 h mediante tubos de 15 mm de diámetro interior y 78 cm de longitud perforados en los lados laterales con orificios de 4 mm de diámetro cada 10 cm, los que fueron colocados en el fondo de los acuarios.

El sistema de iluminación fue similar al empleado en fiolas utilizando un total de 6 lámparas fluorescentes de 40 watts cada una, por períodos de 12 h/día.

El peso húmedo fue controlado semanalmente utilizando una balanza gramera de 0.01 g de sensibilidad.

Se monitoreaba diariamente temperatura, Oxígeno disuelto, pH y salinidad. Recambios totales de agua fueron realizados cada tres días, durante los cuales se enjuagaba a las algas con agua de mar esterilizada y periódicamente se realizaba la observación al microscopio de éstas para detectar la presencia de epífitos y otros contaminantes.

Los ensayos fueron realizados en dos períodos; el primero (prueba 1) del 18 de Noviembre de 1994 al 3 Mayo de 1995, y el segundo (prueba 2) del 5 de Mayo al 25 de Octubre de 1995.

En la figura 10 se aprecia la ubicación de los acuarios en el laboratorio y en la 11 se presenta un esquema de los acuarios de cultivo y como fué el suministro de aire.

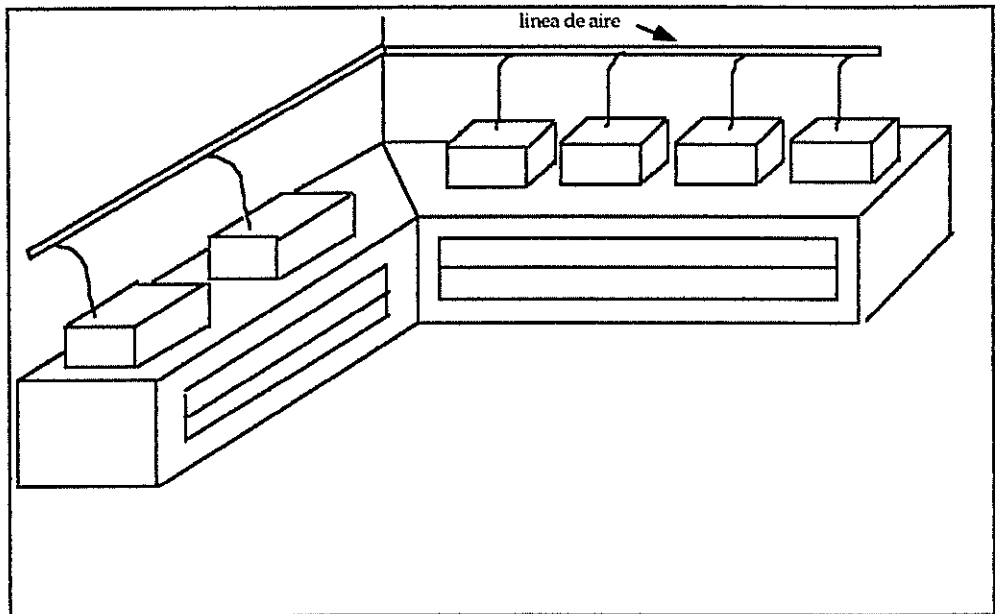


Fig.10. Distribución de acuarios interiores

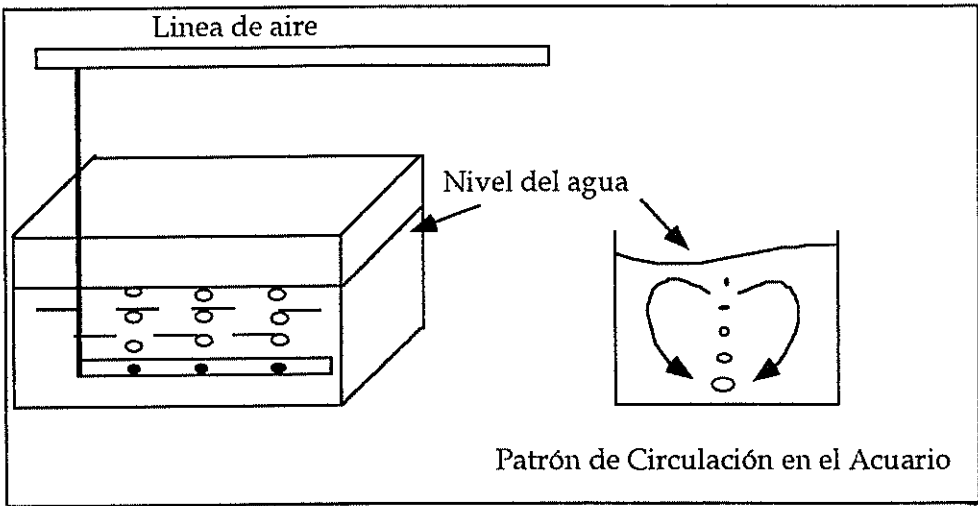


Fig. 11 Esquema de acuarios de cultivo y suministro de aire

a) Guillard F/2

Se realizaron dos ensayos para este nutriente; uno del 18 de Noviembre de 1994 al 7 Enero de 1995 y otro del 5 Mayo al 24 Junio de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 ml/l de la solución de nitrato/fosfato, 1 ml/l de la solución de metales traza y 0.5 ml/l de la solución de vitaminas.

b) Úrea más Superfosfato triple

Se realizaron dos ensayos; uno del 16 Enero al 6 Marzo de 1995 y otro del 3 Julio al 22 de Agosto de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 g/l de úrea y 0.1 g/l de superfosfato triple.

c) Úrea

Se realizaron dos ensayos; uno del 14 Marzo al 3 Mayo de 1995 y otro del 5 Septiembre al 25 de Octubre de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 g/l de úrea.

**2.4.3 Cultivo en acuarios exteriores de 80 lts.**

Estos ensayos se realizaron en el área adyacente al laboratorio, se les dió similares condiciones al cultivo que en los acuarios interiores.

Se sembraron 40 g de ápices de *Gracilaria* de 4 cm de longitud en 80 l de agua de mar solo filtrada. La densidad de siembra fue de 0.5 g/l. Se les suministró fuerte aireación durante las 24 h mediante tubos de 1.9 cm de diámetro y 78 cm de longitud perforados en los lados laterales, los que fueron colocados en el fondo de los acuarios.

Se aprovechó la iluminación solar por lo que no fue necesario utilizar lámparas fluorescentes. El peso húmedo fue controlado semanalmente utilizando una balanza gramera de 0.01 g de sensibilidad.

Se monitoreaba diariamente temperatura, Oxígeno disuelto, pH y salinidad. Recambios totales de agua fueron realizados cada tres días, durante los cuales se enjuagaba a las algas con agua de mar esterilizada y periódicamente se realizaba la observación al microscopio de éstas para detectar la presencia de epífitos y otros contaminantes.

Los ensayos fueron realizados en dos pruebas; la primera del 18 de Noviembre de 1994 al 3 Mayo de 1995, y la segunda del 5 de Mayo al 25 de Octubre de 1995.

a) Guillard F/2

Se realizaron dos ensayos; uno del 18 de

Noviembre de 1994 al 7 Enero de 1995 y otro del 5 Mayo al 24 Junio de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 ml/l de la solución de nitrato/fosfato, 1 ml/l de la solución de metales traza y 0.5 ml/l de la solución de vitaminas.

b) Úrea más superfosfato triple

Se realizaron dos ensayos; uno del 16 enero al 6 Marzo de 1995 y otro del 3 Julio al 22 de Agosto de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 g/l de úrea y 0.1 mg/l de superfosfato triple.

c) Úrea

Se realizaron dos ensayos; uno del 14 Marzo al 3 Mayo de 1995 y otro del 5 Septiembre al 25 de Octubre de 1995. Se trabajó con 6 tratamientos para cada ensayo en

períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 g/l de úrea.

2.4.4 Cultivo en tanques de 800 lts

Al igual que el cultivo anterior estos ensayos fueron realizados en el área adyacente al laboratorio, debido a que estos cultivos eran comprobatorios de los sistemas anteriores y al alto costo que implica fertilizar grandes volúmenes sólo se utilizaron dos tanques plásticos de polietileno blancos con fondo cónico (tolvas) de 800 lts cada una por ensayo. La densidad de siembra fue de 1 g/l.

Se les proporcionó fuerte aireación mediante tuberías de PVC de 15 mm de diámetro interior colocadas en el fondo y centro del tanque, ver figura 12. Se monitoreaba diariamente temperatura, Oxígeno disuelto, pH y salinidad.

Los recambios totales de agua fueron realizados cada tres días, durante los cuales se les hacía un tratamiento profiláctico a las algas, el cual consistía en hacerles un lavado con agua de mar esterilizada y mantenerlas en esta por media hora, así se controlaba epífitos marinos.

El peso húmedo fué controlado semanalmente,

utilizando una balanza gramera de 0.01 g de sensibilidad.

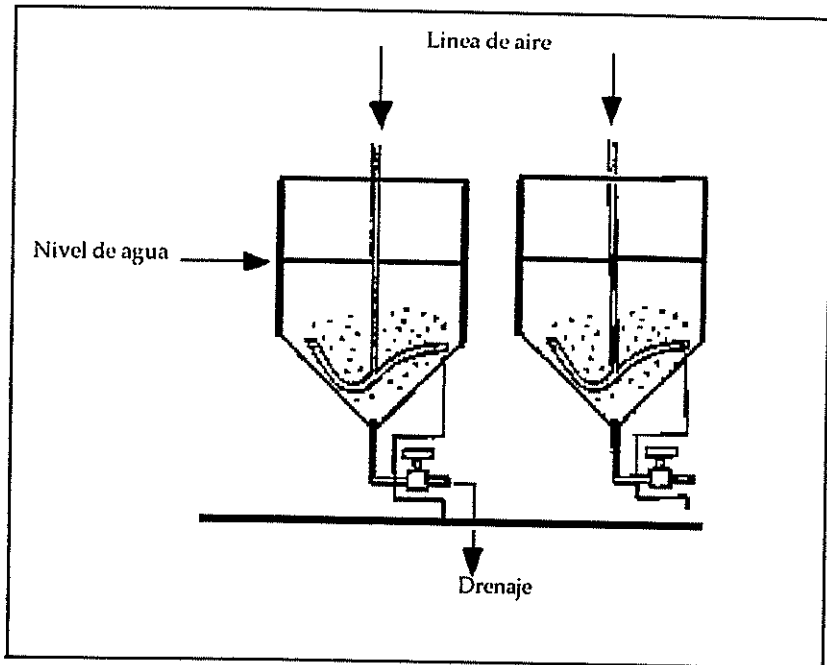


Fig. 12 Tanques de cultivo de 800 litros

Los bioensayos fueron realizados en dos pruebas, la primera del 21 de Diciembre de 1994 al 30 de Mayo de 1995 y la segunda del 6 de Junio de 1995 al 16 de Noviembre de 1995.

a) Guillard F/2

Se realizaron dos ensayos; uno del 21 de Diciembre de 1994 al 9 Febrero de 1995 y otro del 6 junio al 26 Julio de 1995. Se trabajó con 2 tratamientos para cada ensayo en períodos de

50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 ml/l de la solución de nitrato/fosfato, 1 ml/l de la solución de metales traza y 0.5 ml/l de la solución de vitaminas.

b) Úrea más superfosfato triple

Se realizaron dos ensayos; uno del 14 Febrero al 4 abril y otro del 1 Agosto al 20 de Septiembre de 1995. Se trabajó con 2 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 g/l de úrea y 0.1 g/l de superfosfato triple.

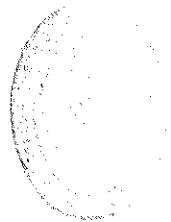
c) Úrea

Se realizaron dos ensayos; uno del 10 Abril al 30 Mayo y otro del 27 Septiembre al 16 de Noviembre de 1995. Se trabajó con 2 tratamientos para cada ensayo en períodos de 50 días cada uno.

Se fertilizó en dosis de 1 g/l de úrea.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DE CULTIVO



BRUNN
1981
EJEMPLAR

2.1. COLECTA Y TRANSPORTE DE CEPAS

Las algas utilizadas como cepas fueron colectadas directamente de poblaciones naturales, localizadas en la Provincia de Manabí (La Gorda, Latitud $0^{\circ}38'10''$ Sur y Longitud $80^{\circ}28'04''$ Oeste; y San Mateo, Latitud $0^{\circ}57'22''$ Sur y Longitud $80^{\circ}49'60''$ Oeste), previa a una selección de los frondes en base a su desarrollo, coloración, grosor, consistencia y que estén exentas al menos macroscópicamente de organismos epífitos. Siendo prioritario realizar una observación con lupa de 20 X para ver las plantas que estuvieran de preferencia tetraspóricas o en estado vegetativo y poder seleccionar los ápices de estas.

En la figura 7 se indican los lugares de colecta y en la tabla III se presentan los datos oceanográficos y de nutrientes inorgánicos de estas estaciones.

La colecta se realizó durante la marea baja antes de que las

algas queden expuestas al desecamiento. Los ejemplares fueron removidos completamente del sustrato, incluyendo la parte basal, para lo cual aplicamos el método de corte utilizando un cuchillo pequeño para la colecta (E.Oliveira, 1993).

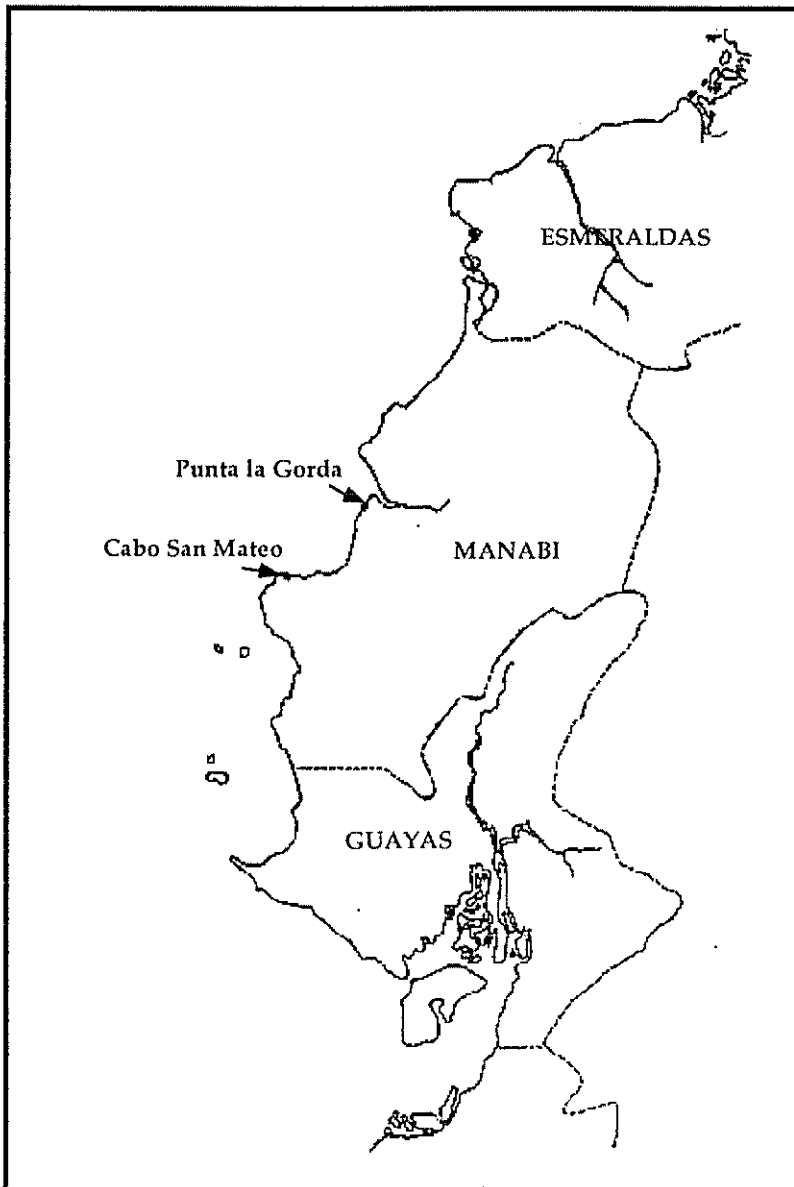


Fig.7. Estaciones de colecta

Seleccionados los especímenes se eliminó la mayor cantidad de impurezas sean estas otras especies de algas o animales pequeños, luego de lo cual es necesario lavarlas con agua limpia de la zona para remover partículas de fango, arena y materia orgánica. Luego se procedió al corte de porciones apicales de 8-10 cm de longitud.

Para la transportación se utilizaron fundas plásticas zipper de 36 x 40 cm, con la mitad de su volumen con agua de mar, las que posteriormente fueron colocadas en hieleras utilizando pilas térmicas con solución de glicol, lo que permite mantenerlas a una temperatura de 10 °C por un período de 4-6 h, según el método descrito por Woelkerling (1983); Todas las fundas fueron cuidadosamente etiquetadas, donde se incluyó información sobre la especie y datos del lugar de colecta.

Las algas de donde se seleccionaron los ápices fueron preservadas en una solución de formalina al 5 % en agua de mar (Davies, 1987).

La figura 8 muestra la variedad de alga (*Gracilaria sp*) con que se realizaron los cultivos.

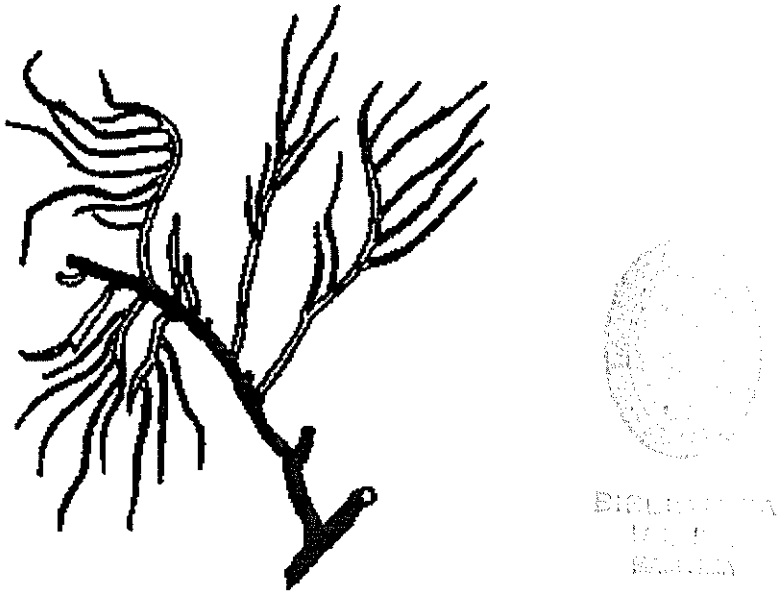


Fig. 8. *Gracilaria sp*

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los cultivos se realizaron entre Noviembre de 1994 y Noviembre de 1995 en los laboratorios del Programa de Observadores Pesqueros del Instituto Nacional de Pesca, disponiendo de un local 9m² con iluminación natural difusa, y buen abastecimiento de agua de mar filtrada proveniente de playas (General Villamil).

A nivel de fiolas, acuarios interiores y exteriores se realizaron dos pruebas de cultivo, en cada una de las cuales se realizó un bioensayo con cada nutriente (G, USFT y U), teniendo seis cultivos para cada caso.

Para tanques exteriores también se realizaron dos pruebas en cada una de las cuales se realizó un bioensayo que contaba con dos cultivos para cada nutriente (G, USFT y U).

Semanalmente se pesó la biomasa húmeda total de algas, y se calculó las tasas específicas de crecimiento en % de incremento diario para fiolas, acuarios interiores - exteriores y tanques.

La calidad del agua de los sistemas de cultivo fue monitoreada por lecturas diarias de Oxígeno disuelto y temperatura del agua (mañana y tarde) y de salinidad y pH en la tarde.

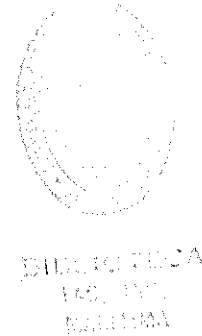
Se realizó un Análisis de varianza de una vía (ANOVA) a los resultados de los pesos húmedos finales de los tratamientos con los tres nutrientes para cada prueba y en caso de existir diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($\alpha = 0.05$) se aplicó el test de Rango múltiple de DUNCAN para la comparación de las medias y determinar de esta manera que tratamiento era diferente a los otros y cuales eran iguales entre sí.

2.2.1 Equipos y Materiales

Entre los equipos y materiales utilizados para los cultivos, citamos:

- Microscopio: marca Único, wf10x-18 mm 9417985
- Horno Esterilizador: marca DESPATCH
- Autoclave: marca B & T
- Balanzas analítica: marca Mettler AJ150L de 0.0001 g de sensibilidad
- Balanza gramera: marca Sartorius GMBH GOTTINGEN de 0.01 g de sensibilidad
- Oxigenómetro: YSI-51B
- pH-metro: marca Hanna compensado
- Refractómetro: CHD modelo 37217.
- Compresor de aire: 1/2 Hp, marca Fuji Electric
- Aire acondicionado: marca Frigidaire, 18 000 BTU
- Nevera: marca Gold Star GR 131 HGS
- Bomba de succión, marca CALPEDA-VICENZA de 1/2 Hp
- Regulador de voltaje: 600 watts.
- Termómetros de mercurio

- Pipetas serológicas de 0.1, 1, 2, 5 y 10 ml
- Beakers schott Duran de 100 ml
- Fiolas simax de 125, 500, 1000 y 5000 ml
- Probetas pyrex de 100 y 1000 ml
- Botellas ambar fisher 1 l
- Acuarios de 80 l
- Tubos de ensayo 30 ml
- Cajas Petri de vidrio de 20 ml
- Porta-Cubreobjetos
- Micropipetas Pasteur
- Mechero de alcohol
- Varillas de vidrio
- Lámparas fluorescentes: 20 y 40 watts
- Lupa Lugmany de 20 X
- Tanques plásticos de 1500 l.
- Filtros de papel de membrana microporosa 0.45 μ ,
25mm, Gelman
- Sodio Lauril Sulfato
- Solución de Formaldehido 37 %
- Cloro



- Alcohol
- Úrea
- Superfosfato triple
- Nutrientes para medio Guillard F/2
- Acido acético glacial al 100 %
- Agua destilada
- Rejilla plástica 20 tubos
- Tubos PVC: 1.9 cm. de diámetro exterior
- Pizetas 1 l
- Mangueras
- Espátulas pequeñas
- Equipo de disección
- Tapones de caucho para fiolas
- Cámara fotográfica: Kodak, modelo 735
- Malla plástica de 1/16" (0,16cm)
- Materiales varios: bandejas, lavabotellas, chалos, baldes, etc.

2.2.2 Preparación del material algal

Previo a iniciar la rutina de cultivo fué estrictamente necesario la eliminación manual de los epífitos y otros

organismos acompañantes de las muestras colectadas, luego de lo cual conviene hacer un chequeo de los frondes al estereomicroscopio con aumento de 10 X y se procedió a remover organismos contaminantes que no eran visibles a simple vista, descartando con un bisturí las porciones muy contaminadas con epífitos.

La observación microscópica para ver el desarrollo de los frondes se realizó con aumentos de 10 y 40 X.

Inmediatamente los frondes fueron lavados con agua de mar estéril varias veces antes de empezar la rutina de cultivo.

Para cultivos por propagación vegetativa se seleccionaron ápices de 4cm de longitud con buenas características externas los cuales son colocados en los recipientes de cultivo.

2.2.3 Nutrientes

Para proporcionar a los cultivos un medio adecuado para su óptimo crecimiento se adicionó al agua de mar según el tratamiento nutrientes como **Guillard f/2 (G)** - Strickland y Parsons- con las dosis indicadas en su



formulación, **úrea (U)** en dosis de 1 g/l - Chiang, 1981 - y la combinación de **úrea y superfosfato triple (USFT)** en dosis de 1/1 para úrea y 0.1 g/l para superfosfato triple - Ortiz, 1989).

La úrea contiene el 46 % de Nitrógeno y el Superfosfato Triple el 46 % de Fósforo.

Para obtener éxito en el cultivo de algas marinas un factor importante a considerar es el agua de mar, ésta debe ser limpia y libre de contaminantes químicos, el agua utilizada era tomada y filtrada en el laboratorio INTERCORP, ubicado en el km 5 1/2 vía Data (Playas), y transportada al Instituto de Pesca, donde se guardaba en tanques plásticos en un lugar fresco, siendo conveniente volverla a filtrar antes de cualquier uso, para lo que se utilizó filtros de papel de membrana microporosa de 0.45μ para retener cualquier agente extraño que pueda incidir en el cultivo.

La composición del medio Guillard F/2 se muestra en la tabla IV.

2.3. CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS

a. Iluminación:

La intensidad luminosa es uno de los puntos elementales en los cultivos de algas, ésta debe fluctuar entre los 2000-4000 lux; para los bioensayos en el laboratorio se utilizaron 2 lámparas fluorescentes de luz fría de 40 watts, mantenidas a 30cm sobre la superficie del agua, lo que les proporcionó la intensidad luminosa requerida (E. de Oliveira, 1993).

b. Fotoperíodo:

Se reguló el fotoperíodo del laboratorio al del medio natural esto es de 12 h de luz durante el día.

c. Temperatura:

Se experimentó a temperaturas promedio de 21°C en fiolas y acuarios en el laboratorio y 27°C en acuarios y tanques en la parte exterior del laboratorio.

d. Salinidad:

Los rangos de salinidad pueden fluctuar entre 30-33 ppt.

e. Aireación:

Ayuda al crecimiento de las algas; al lograr una uniforme distribución de los nutrientes, equilibrar el pH al incorporar CO₂ al medio y exponerlas constantemente a la luz.

Para este fin se usó un compresor de aire de 1/2 Hp y mediante una red de tuberías de PVC de 15 mm de diámetro interior, se distribuía el aire finalmente a los recipientes de cultivo.

f. pH:

Los valores de pH se mantuvieron en el rango de 6.5 y 8.2 en el transcurso de los cultivos.

g. Recipientes:

Para los cultivo en fiolas se usaron fiolas de vidrio marca simax de 1000 ml, para los cultivo en acuarios interiores y exteriores se usaron acuarios de vidrio de 120 lts de capacidad y para los cultivos en tanques exteriores se utilizaron tolvas plásticas de polietileno blancas de fondo cónico de 1200 lts.

h. Contaminantes:

Debido a la fertilización y a la luz es normal que proliferen en el cultivo otras algas como diatomeas, algas rojas filamentosas, Cianofíceas y Enteromorphas; por tal razón se debe realizar el chequeo de los frondes y del medio al microscopio periodicamente para controlarlas oportunamente. Hasta cierta medida se puede controlar estas epífitas con recambios o por remoción manual.

De no ser así es necesario agregar químicos como el dióxido de Germanio el cual no es nocivo para las Rhodofíceas, pero sí para las Diatomeas en dosis de 2 ml/l (Lewin, 1966).

Otro tipo de contaminantes fueron los insectos y protozoarios para los que se tomó medidas como la doble filtración del agua, cubrir con malla plástica de 0.16 cm los acuarios y tanques durante el invierno y aplicación de cafeína en dosis 0.03 M (Bowne, 1964), usando cápsulas de cafergot.

i. Frecuencia de recambios:

La disponibilidad de luz, nutrientes y el potencial genético de la especie en cultivo determina la tasa de crecimiento (E. de Oliveira, 1993). Siendo lo más recomendable recambiar cada 3 días el medio para proporcionarles las condiciones óptimas de nutrientes para su crecimiento. Para todos los tratamientos se realizaban recambios totales de agua.

j. Control del crecimiento:

El crecimiento puede ser medido por la variación en la longitud, área o peso, siendo este último el mas adecuado para *Gracilaria* debido a su crecimiento meristemático ramificado y morfología variable. Este paso debe de hacerse el menor número de veces posible y rapidamente para minimizar los daños debido al desecamiento de las algas. Utilizando una

La tabla V muestra un resumen de los tratamientos realizados durante la rutina de cultivo.

2.5 Diseño experimental

Para la evaluación de los datos obtenidos (pesos finales de las algas cultivadas con los tratamientos Guillard $f/2$, Urea y Urea más Superfosfato triple) se aplicó el siguiente diseño experimental:

DISEÑO EXPERIMENTAL

MODELO: Completamente aleatorio

OBJETIVOS:

- 1) Determinar si existen diferencias entre los efectos de los tratamientos con Guillard $f/2$, Urea y la combinación de Urea y Superfosfato triple; de ser así se plantea un segundo objetivo:
- 2) Determinar cual tratamiento difiere de los otros y cuales son iguales entre sí.

OBSERVACIONES: peso final de las algas cultivadas.

En fiolas, acuarios interiores y exteriores: 6

En tanques exteriores: 2

MODELO MATEMATICO:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{kj}$$

RESOLUCION:

ANOVA Y TEST DE DUNCAN

PRUEBAS DE HIPOTESIS:

HIPOTESIS:

$$H_0: u_1 = u_2 = \dots = u_n$$

$$H_1: \exists u_i \neq u_j$$

ESTADISTICO DE PRUEBA:

F de Fisher

NIVEL DE SIGNIFICANCIA:

$$\alpha = 0.05$$

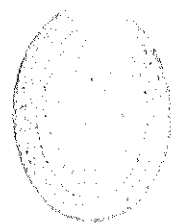
REGION CRITICA DE RECHAZO:

$$F(\text{computado}) \geq F(\text{tabla})$$

REGLA DE DECISION:

Rechazar $H_0 \implies$ si hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Fallar de rechazar $H_0 \implies$ no hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.



ESTADÍSTICA
UNIVERSIDAD
NACIONAL

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1. Determinación del crecimiento en los diferentes sistemas de cultivo.

FIOLAS

Prueba 1:

Los crecimientos para esta prueba se presentan en las tablas VI, VII y VIII.

Los ensayos con Guillard f/2, Urea más Superfosfato triple y Urea presentaron una tasa de incremento diario en % de peso húmedo (g) de 2.57, 1.22 y 1.65 respectivamente.

El análisis de varianza de una vía demostró la existencia de diferencias significativas entre los pesos finales de los tratamientos con G, USFT y U; con un $\alpha=0.05$.

El test de DUNCAN de rangos múltiples determinó que G es significativamente diferente de USFT y U; a su vez U es significativamente diferente de USFT.

G: A
U: B
USFT: C

Los cálculos del análisis de varianza y del Test de Rango múltiple de DUNCAN se muestran en el Anexo C.

Durante esta prueba los parámetros físicos presentaron los siguientes promedios:

temperatura $21.57 \pm 0.31^{\circ}\text{C}$, salinidad $32.81 \pm 0.73\text{‰}$, Oxígeno disuelto $5.28 \pm 0.57\text{mg/l}$ y pH 7.8 ± 0.4 .

Prueba 2:

Los crecimientos para esta prueba de cultivo se muestran en las tablas IX, X y XI.

Los ensayos con Guillard f/2, Urea más Superfosfato triple y Urea presentaron una tasa de incremento diario en % de peso húmedo (g) de 3.16, 1.55 y 1.91 respectivamente.

El análisis de varianza de una vía demostró la existencia de diferencias significativas entre los tres tratamientos con un $\alpha = 0.05$.

El test de DUNCAN de rangos múltiples determinó

que G es significativamente diferente de USFT y U; a su vez U es significativamente diferente de USFT.

G: A

U: B

USFT: C

Los cálculos del análisis de varianza y del Test de Rango múltiple de DUNCAN se muestran en el Anexo D.

Los rangos de parámetros físicos registrados durante la segunda prueba fueron: temperatura $21.37 \pm 0.36^{\circ}\text{C}$, salinidad $33.72 \pm 0.57\text{‰}$, pH 7.45 ± 0.95 y Oxígeno disuelto $4.83 \pm 0.31\text{mg/l}$.

Las fluctuaciones de estos parámetros durante las dos pruebas de cultivo en fiolas se muestran en la figura 13.

La figura 14 muestra las curvas de crecimiento de los diferentes ensayos.

ACUARIOS INTERIORES

Prueba 1:

Los crecimientos alcanzados en esta prueba se muestran en las tablas XII, XIII y XIV.

Los ensayos con Guillard f/2, Urea más Superfosfato triple y Urea presentaron una tasa de incremento diario en % de peso húmedo (g) de 3.78, 2.02 y 2.29 respectivamente.

El análisis de varianza de una vía (ANOVA) demostró la existencia de diferencias significativas los pesos finales de los tres tratamientos, con un $\alpha=0.05$.

El test de DUNCAN de rangos múltiples determinó que G fue significativamente diferente de U y USFT, y la no existencia de diferencias significativas entre estos dos últimos.

G: A

U: B

USFT: B

Los cálculos del análisis de varianza y del Test de Rango múltiple de DUNCAN se muestran en el Anexo E.

Los parámetros físicos se mantuvieron dentro de los siguientes rangos: temperatura $21.48 \pm 0.33^{\circ}\text{C}$;

salinidad 33.8 +/- 0.7‰; Oxígeno disuelto 5.44 +/- 0.64mg/l y pH 7.6 +/- 0.7.

Prueba 2:

Los crecimientos de la segunda prueba, se muestran en las tablas XV, XVI y XVII.

Los ensayos con Guillard f/2, Urea más Superfosfato triple y Urea presentaron una tasa de incremento diario en % de peso húmedo (g) de 4.33, 2.22 y 2.85 respectivamente.

El análisis de varianza de una vía (ANOVA) demostró la existencia de diferencias significativas los pesos finales de los tres tratamientos, con un $\alpha=0.05$.

El test de DUNCAN de rangos múltiples determinó que G fue significativamente diferente de U y USFT, y la no existencia de diferencias significativas entre estos dos últimos.

G: A

U: B

USFT: B

Los cálculos del análisis de varianza y del Test de Rango múltiple de DUNCAN se muestran en el Anexo F.

Durante la segunda prueba, se registraron los siguientes parámetros físicos: temperatura 21.4 +/- 0.35°C; salinidad 33.23‰; Oxígeno disuelto 6.18 +/- 1.37mg/l y pH 7.75 +/- 0.35.

La variación de estos parámetros en las dos pruebas se presentan en la figura 15.

Las curvas de crecimiento de éste sistema de cultivo se presentan en la figura 16.

ACUARIOS EXTERIORES

Prueba 1:

Los crecimientos de la primera prueba en acuarios exteriores se muestran en las tablas XVIII, XIX y XX.

Los ensayos con Guillard f/2, Urea más Superfosfato triple y Urea presentaron una tasa de incremento diario en % de peso húmedo (g) de 1.4, 0.97 y 2.72 respectivamente.

El análisis de varianza de una vía (ANOVA) determinó la existencia de diferencias significativas entre los crecimientos obtenidos con G, USFT y U, con

un $\alpha=0.05$.

El test de DUNCAN de rangos múltiples, determinó que existe diferencias significativas entre U y G; y que USFT no es significativamente diferente de G.

U: A

G: B

USFT: B

Es importante puntualizar que los resultados de esta prueba se vieron alterados debido a la contaminación producida por presencia de insectos, protozoarios y microalgas.

Los cálculos del análisis de varianza y del Test de Rango múltiple de DUNCAN se muestran en el Anexo G.

Prueba 2:

Los resultados de crecimiento para la segunda prueba se muestran en las tablas XXI, XXII y XXIII.

Los ensayos con Guillard f/2, Urea más Superfosfato triple y Urea presentaron una tasa de incremento diario en % de peso húmedo (g) de 6.05, 3.26 y 4.02

respectivamente.

El análisis de varianza de una vía (ANOVA), determinó la existencia de diferencias significativas entre los tres tratamientos con un $\alpha=0.05$.

El test de DUNCAN de rangos múltiples determinó que G es significativamente diferente de USFT y U; a su vez U es significativamente diferente de USFT.

G:	A
U:	B
USFT:	C



Los cálculos del análisis de varianza y del Test de Rango múltiple de DUNCAN se muestran en el Anexo H.

Los parámetros físicos promedios registrados fueron los siguientes:

En la primera prueba: temperatura $27.51 \pm 0.84^{\circ}\text{C}$; salinidad $33.33 \pm 0.93 \text{‰}$; pH 7.85 ± 0.55 y Oxígeno disuelto $4.91 \pm 0.23 \text{ mg/l}$.

En la segunda prueba: temperatura $27.05 \pm 0.76^{\circ}\text{C}$; salinidad $33.6 \pm 0.53 \text{‰}$; pH 7.85 ± 0.45 y Oxígeno disuelto $5.24 \pm 0.48 \text{ mg/l}$.

Las variaciones de éstos parámetros se muestran en la figura 17.

La figura 18 muestra las curvas de crecimiento para este sistema de cultivo.

TANQUES

Prueba 1:

Los crecimientos de la primera prueba de cultivo, se muestran en las tablas XXIV, XXV y XXVI.

Los ensayos con Guillard f/2, Urea más Superfosfato triple y Urea presentaron una tasa de incremento diario en % de peso húmedo (g) de 4.12, 2.37 y 3.55 respectivamente.

El análisis de varianza de una vía (ANOVA), determinó la existencia de diferencias significativas entre los tres tratamientos; con un $\alpha=0.05$.

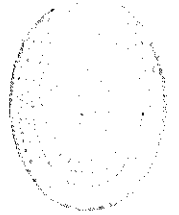
El test de DUNCAN de rangos múltiples, determinó que G y U no son significativamente diferentes entre sí, mientras que USFT es significativamente diferente de G y U.

G: A

U: A

USFT: B

Los cálculos del análisis de varianza y del Test de Rango múltiple de DUNCAN se muestran en el Anexo I.



BIBLIOTECA
NACIONAL
DE MEXICO

Prueba 2:

Los crecimientos para esta prueba se muestran en las tablas XXVII, XXVIII y XXIX.

Los ensayos con Guillard f/2, Urea más Superfosfato triple y Urea presentaron una tasa de incremento diario en % de peso húmedo (g) de 6.2, 3.08 y 4.99 respectivamente.

El análisis de varianza de una vía (ANOVA), determinó la existencia de diferencias significativas entre los tres tratamientos; con un $\alpha=0.05$.

El test de DUNCAN de rangos múltiples, determinó que G y U nos son significativamente diferentes entre sí, mientras que USFT es significativamente diferente de G y U.

G: A
U: A
USFT: B

Los cálculos del análisis de varianza y del Test de Rango múltiple de DUNCAN se muestran en el Anexo J.

Los parámetros físicos promedios registrados fueron los siguientes:

En la primera prueba: temperatura $27.56 \pm 0.63^{\circ}\text{C}$; salinidad $33.84 \pm 0.59\text{‰}$; Oxígeno disuelto $5.08 \pm 0.78\text{mg/l}$ y pH 7.75 ± 0.45 .

En la segunda prueba: temperatura $27.31 \pm 0.68^{\circ}\text{C}$; salinidad $33.56 \pm 0.42\text{‰}$; Oxígeno disuelto $5.65 \pm 0.73\text{mg/l}$ y pH 7.55 ± 0.45 .

La figura 19 presenta la variación de éstos parámetros durante todo el ciclo de cultivo.

Las curvas de crecimiento de éstas pruebas se muestran en la figura 20.

En la tabla XXX se presentan los pesos finales de la biomasa húmeda de las algas cultivadas y en la tabla XXXI las tasas específicas de crecimiento en % de incremento diario para fiolas, acuarios interiores - exteriores y tanques.

DUNCAN DE LAS PRUEBAS DE CULTIVO

	Prueba 1	Prueba 2
Fiolas	G: A U: B USFT: C	G: A U: B USFT: C
Acuarios Interiores	G: A U: B USFT: B	G: A U: B USFT: B
Acuarios Exteriores	G: B U: A USFT: B	G: A U: B USFT: C
Tanques Exteriores	G: A U: A USFT: B	G: A U: A USFT: B

La Figura 21 muestra los promedios del incremento semanal de la biomasa en fiolas, acuarios interiores, acuarios exteriores y tanques.

La tabla XXXII presenta los rangos máximos y mínimos registrados en los cultivos.

Los incrementos diarios (tasas específicas) se presentan en la figura 22.

El tratamiento más económico resultó ser el de úrea (S/. 0.84/lt) seguido por la combinación de úrea y superfosfato triple (S/. 0.92/lt), siendo el más caro Guillard (S/. 116.42/lt), ver tabla XXXIII.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.-Existieron diferencias en el peso, coloración, consistencia y la resistencia al epifitismo entre las algas cultivadas con los diversos nutrientes.

2.- Las tasas de crecimiento para los cultivos de *Gracilaria* tienden a decrecer durante el invierno, notándose claramente que los crecimientos fueron mayores en la segunda prueba que en la primera (ver fig. 23), probablemente esto se debió a que en la época de verano las temperaturas experimentaron un ligero descenso y hay menor incidencia de contaminantes, como insectos, en los cultivos.

3.- Los resultados demuestran, que en todos los sistemas de cultivo (fiolas, acuarios y tanques) los mejores crecimientos fueron reportados utilizando como nutrientes Guillard F/2, seguido por el tratamiento con úrea y por último la combinación de úrea y superfosfato triple.

4.- Se presume, por los resultados obtenidos, que la utilización de químicos puros (Guillard f/2) permite una rápida y mejor asimilación de los nutrientes por parte de las algas y dado que la formulación de Guillard es muy completa proporcionó a las algas los principales componentes N,P; los oligoelementos y el complejo vitamínico esenciales para el óptimo crecimiento de éstas.

5.- Los resultados obtenidos sugieren que en las macroalgas marinas al igual que en las microalgas el elemento limitante es el Nitrógeno, siendo el Fósforo un elemento secundario que puede ser suplido por el agua de mar del medio por lo que no haría falta adicionar SFT al sistema.

6.- Las mayores tasas de crecimiento en % de incremento diario en peso húmedo (g) de 6.2 y 6.05 fueron reportadas en tanques y acuarios exteriores respectivamente, lo que demuestra la factibilidad de realizar estos cultivos en ambientes naturales.

7.- El movimiento del agua es importante ya que al exponer homogéneamente las algas a la luz se evita el fenómeno conocido como fotoinhibición indicado por Guerin y Bird (1987), previniendo además la acumulación de detritus y diatomeas.

8.- Al analizar los resultados desde el punto de vista de producción es conveniente fertilizar con Guillard f/2, pero si analizamos la parte económica de aplicar estos fertilizantes resultaría interesante realizar un cultivo a mayor escala empleando sólo Urea.

9.- Los resultados obtenidos son muy halagadores y demuestran la posibilidad real de cultivar Gracilaria utilizando fertilizantes de uso común. Esto se deduce de comparar los crecimientos obtenidos en este experimento con aquellos obtenidos por Ortiz et al. en 1989 en *Chondrus conaliculatus* y los indicados por Mc Piklanner y Rubbith (1984) para Gracilaria que fluctúan entre el 5 - 7 %/d con densidades de siembra menores a 200 g/m².

Al término del presente trabajo me permito hacer las siguientes sugerencias para investigaciones futuras que traten de ahondar en el desarrollo de esta rama de la Acuicultura.

1.- Realizar estudios fertilizando con úrea pero a mayores densidades de siembra con la finalidad de aumentar la productividad.

2.- Investigar la posibilidad de reducir los períodos de aireación con nuestra especie, sin que esto repercuta en la productividad para de esta manera disminuir los costos de operación a mayores escalas.

3.- Confirmar experimentalmente los períodos más adecuado para realizar los recambios de agua, ya que creo en la posibilidad de realizarlos una vez por semana.

4.- Investigar la posterior aplicación de esta tesis a un sistema de cultivo comercial para establecer la rentabilidad del mismo.

TABLAS

I.- Características químicas de las macroalgas.

CONTENIDO SECO

50% Ceniza

50% Materia orgánica

3-10% como Nitrógeno (proteínas o aminoácidos)

25-85% poliazúcares

1-10% compuestos y ácidos grasos

? celulosa

B-1.4 glucanos (celulosa I y II)

B-1.4 xylanos

B-1.4 carotenos

galactanos

1-10% químicos secundarios

fenólicos

vitaminas

esteroides y terpenoides

aminoácidos no conocidos, péptidos, ácidos aminosulfónicos

polisulfidos y polisulfatos

Tabla II.- Productos y aplicaciones de las macroalgas.

Agar bacteriológico
Agar biotecnológico - reactivo al azúcar
Agar alimenticio
Alga seca
Alginatos
Carragenanos
Ácidos grasos
B caroteno
Proteínas
Fertilizantes y acondicionadores de suelo
Pigmentos para plantas y suelo
Lecitinas
Metano y metanol
Alimentos artificiales para peces
Limpiadores de CO2 para lavaderos
Indicadoras de aguas contaminadas
Biodegradantes de sustancias tóxicas
Recicladoras de nutrientes
Absorventes de metal pesado
Suplementos para alimentación
Polisacarinas de algas y fuentes de fibra de algas
Farmacéuticos:
 Terpene para cáncer antiovárico
 Sulfolípidos antivirales
 Proteínas antivirales
Aplicaciones para Bioremedio



Tabla III.- a) Datos oceanográficos y b) Datos de nutrientes inorgánicos de las estaciones de colecta en Manabí (La Gorda y San Mateo)

a)

PARAMETROS OCEANOGRÁFICOS							
Fecha	Estación	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)	Oxígeno (ml/l)	pH	Turbidez (cm)
14 Nov/94	La Gorda	2.2	28	33	5.6	6.8	33
15 Nov/94	San Mateo	1.5	26.4	35	4.8	7.7	37

b)

NUTRIENTES INORGÁNICOS						
Fecha	Estación	Nitrito (ug-at/l)	Nitrato (ug-at/l)	Amonio (ug-at/l)	Fosfato (ug-at/l)	Silicato (ug-at/l)
14 Nov/94	La Gorda	0.213	2.957	1.628	2.04	29.046
15 Nov/94	San Mateo	0.252	2.288	2.664	2.346	24.211

Tabla IV.- Composición del medio Guillard F/2.

NUTRIENTES

	mg/l
Na NO ₃	75
Na H ₂ PO ₄ H ₂ O	5
Na Si O ₃ 9H ₂ O	30

METALES TRAZA

Cu SO ₄ 5H ₂ O	0.01
Zn SO ₄ 7H ₂ O	0.022
Co Cl ₂ 6H ₂ O	0.01
Mn Cl ₂ 4H ₂ O	0.18
Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	0.006
EDTA Na ₂	4.36
Fe ₂ Cl ₃ 6H ₂ O	3.15

VITAMINAS

Boitina	0.5
Tiamina	0.1
Cianocobalamina	0.5

* Para fertilizar 1 lt de agua de mar.

Fuente: Guías técnicas en el cultivo de larvas de camarón
Edgar Arellano M.

Tabla V.- Resumen de tratamientos.

ACUARIOS INTERIORES			
BIOENSAYO	1-4	2-5	3-6
TRATAMIENTO	Guillard	Urea+Superf	Urea
DOSIS	1 ml/l N/P 1 ml/l Met. 0.5 ml/l Vit.	1 g/l U 0.1 g/l SFT	1 g/l U
VOLUMEN DE CULTIVO	80 l	80 l	80 l
DENSIDAD DE SIEMBRA	0.5 g/l	0.5 g/l	0.5 g/l
FOTOPERIODO	12 h	12 h	12 h
AREA DE ACUARIO	0.32 m ²	0.32 m ²	0.32 m ²
NIVEL DE AGUA	25 cm	25 cm	25 cm

ACUARIOS EXTERIORES			
BIOENSAYO	1-4	2-5	3-6
TRATAMIENTO	Guillard	Urea+Superf	Urea
DOSIS	1 ml/l N/P 1 ml/l Met. 0.5 ml/l Vit.	1 g/l U 0.1 g/l SFT	1 g/l U
VOLUMEN DE CULTIVO	800 l	800 l	800 l
DENSIDAD DE SIEMBRA	1 g/l	1 g/l	1 g/l
FOTOPERIODO	12 h	12 h	12 h
AREA SUPERIOR DEL TANQUE	1.54 m ²	1.54 m ²	1.54 m ²
NIVEL DE AGUA	55 cm	55 cm	55 cm

ACUARIOS INTERIORES			
BIOENSAYO	1-4	2-5	3-6
TRATAMIENTO	Guillard	Urea+Superf	Urea
DOSIS	1 ml/l N/P 1 ml/l Met. 0.5 ml/l Vit.	1 g/l U 0.1 g/l SFT	1 g/l U
VOLUMEN DE CULTIVO	80 l	80 l	80 l
DENSIDAD DE SIEMBRA	0.5 g/l	0.5 g/l	0.5 g/l
FOTOPERIODO	12 h	12 h	12 h
AREA DE ACUARIO	0.32 m ²	0.32 m ²	0.32 m ²
NIVEL DE AGUA	25 cm	25 cm	25 cm

TANQUES EXTERIORES			
BIOENSAYO	1-4	2-5	3-6
TRATAMIENTO	Guillard	Urea+Superf	Urea
DOSIS	1 ml/l N/P 1 ml/l Met. 0.5 ml/l Vit.	1 g/l U 0.1 g/l SFT	1 g/l U
VOLUMEN DE CULTIVO	800 l	800 l	800 l
DENSIDAD DE SIEMBRA	1 g/l	1 g/l	1 g/l
FOTOPERIODO	12 h	12 h	12 h
AREA SUPERIOR DEL TANQUE	1.54 m ²	1.54 m ²	1.54 m ²
NIVEL DE AGUA	55 cm	55 cm	55 cm



Tabla VI.- Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en fiolas (bioensayo 1)

FIOLA No	18 Nov/94	25 Nov/94	2 Dic/94	9 Dic/94	16 Dic/94	23 Dic/94	30 Dic/94	7 Ene/95
1	10	10.22	10.61	11.17	12.42	14.97	17.83	24.31
2	10	10.18	10.63	11.45	12.93	14.89	19.67	25.49
3	10	10.14	10.56	11.09	11.45	13.11	16.68	18.84
4	10	10.24	10.66	11.32	12.86	14.44	18.15	24.56
5	10	10.19	10.59	11.04	12.08	13.61	16.63	22.35
6	10	10.17	10.43	11.28	12.41	13.94	16.96	21.59

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla VII.- Crecimientos del tratamiento con úrea más superfosfato triple en fiolas (bioensayo 2)

FIOLA No	16 Ene/95	23 Ene/95	30 Ene/95	6 Feb/95	13 Feb/95	20 Feb/95	27 Feb/95	6 Mar/95
1	10	10.22	10.57	11.12	11.64	12.47	14.08	16.11
2	10	10.15	10.26	10.56	11.09	11.86	13.07	16.48
3	10	10.18	10.34	10.65	11.23	12.05	13.56	15.53
4	10	10.37	10.68	11.26	12.04	13.22	14.87	17.84
5	10	9.35	9.51	9.69	10.56	11.42	12.98	14.05
6	10	10.26	10.53	11.05	11.48	12.97	14.52	16.45

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla VIII.- Crecimientos del tratamiento con úrea en fiolas (bioensayo 3)

FIOLA No	14 Mar/95	21 Mar/95	28 Mar/95	4 Abr/95	11 Abr/95	18 Abr/95	25 Abr/95	3 May/95
1	10	10.18	10.57	11.14	11.86	13.42	16.42	19.63
2	10	10.17	10.55	11.07	11.79	13.25	15.16	17.98
3	10	10.20	10.28	10.92	11.65	12.82	14.73	17.59
4	10	10.22	10.48	10.95	11.31	12.76	14.69	17.82
5	10	10.08	10.26	10.89	11.88	13.49	15.77	19.23
6	10	10.14	10.49	10.82	11.57	12.34	14.16	17.12

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla IX . - Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en fiolas (Bioensayo 4)

FIOLA No	5 May/95	12 May/95	19 May/95	26 May/95	2 Jun/95	9 Jun/95	16 Jun/95	24 Jun/95
1	10	10.31	10.96	12.04	14.02	16.88	20.51	26.63
2	10	10.26	10.84	11.99	13.68	16.67	20.38	25.85
3	10	10.29	10.85	12.00	13.87	16.81	20.44	24.58
4	10	10.34	11.10	12.15	14.16	17.13	20.84	27.84
5	10	10.35	11.17	12.28	13.91	16.46	18.98	23.91
6	10	10.35	11.06	11.93	13.59	15.24	20.92	25.99

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla X.- Crecimientos del tratamiento con úrea más superfosfato triple en fiolas (Bioensayo 5)

FIOLA No	3 Jul/95	10 Jul/95	17 Jul/95	24 Jul/95	31 Jul/95	7 Ago/95	14 Ago/95	22 Ago/95
1	10	10.18	10.55	11.14	12.07	13.16	14.80	17.33
2	10	9.54	9.82	10.13	10.91	12.01	13.92	16.83
3	10	10.33	10.61	11.26	12.21	13.59	15.28	17.95
4	10	10.04	10.39	11.02	12.14	13.27	14.83	17.51
5	10	10.38	10.77	11.34	12.36	13.88	15.63	18.85
6	10	10.36	10.68	11.34	12.27	13.69	15.37	18.11

* Los datos estan expresados en gramos.

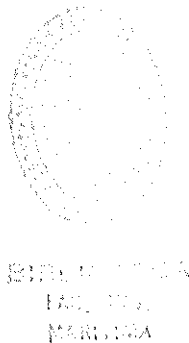


Tabla XI.- Crecimientos del tratamiento con úrea en fiolas (Bicoensayo 6)

FIOLA No	5 Sep/95	12 Sep/95	19 Sep/95	26 Sep/95	2 Oct/95	10 Oct/95	16 Oct/95	25 Oct/95
1	10	10.30	10.85	11.51	12.96	14.53	16.91	20.47
2	10	10.34	10.79	11.46	12.31	13.98	16.29	20.03
3	10	10.23	10.71	11.39	12.27	13.72	16.04	19.72
4	10	10.32	10.74	11.45	12.38	13.99	16.35	19.44
5	10	10.02	10.37	11.06	11.85	12.54	14.76	18.27
6	10	10.29	10.76	11.44	12.21	13.62	15.93	19.38

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XII.- Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en acuarios interiores (Bioensayo 1)

ACUARIO No	18 Nov/94	25 Nov/94	2 Dic/94	9 Dic/94	16 Dic/94	23 Dic/94	30 Dic/94	7 Ene/95
1	40	42.12	45.53	50.84	57.26	71.12	95.72	124.65
2	40	42.06	44.92	49.71	56.23	68.02	84.93	118.23
3	40	39.23	41.48	44.85	52.69	64.54	79.57	111.12
4	40	41.00	43.76	46.28	52.82	63.93	76.28	106.15
5	40	42.54	45.82	50.92	57.93	71.66	97.63	127.20
6	40	41.60	44.61	48.82	55.37	65.89	84.06	105.88

* Los datos estan expresados en gramos.



Tabla XIII.- Crecimientos del tratamiento con úrea más superfosfato triple en acuarios interiores (Bioensayo 2).

ACUARIO No	16 Ene/95	23 Ene/95	30 Ene/95	6 Ene/95	6 Feb/95	13 Feb/95	20 Feb/95	27 Feb/95	6 Mar/95
1	40	40.12	41.56	43.28	49.31	57.49	67.71	86.36	
2	40	39.74	39.20	39.91	42.07	45.32	47.20	45.67	
3	40	41.69	43.91	47.35	52.60	59.96	73.39	89.27	
4	40	42.34	45.26	49.57	55.19	67.24	83.81	101.54	
5	40	41.59	43.70	46.92	51.54	59.36	71.23	90.82	
6	40	38.90	39.14	41.68	45.75	50.53	58.39	69.57	

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XIV.- Crecimientos del tratamiento con úrea en acuarios interiores (Bioensayo 3).

ACUARIO No	14 Mar/95	21 Mar/95	28 Mar/95	4 Abr/95	11 Abr/95	18 Abr/95	25 Abr/95	3 May/95
1	40	41.03	43.59	46.26	50.90	57.85	68.41	84.64
2	40	40.62	41.96	43.29	48.05	53.00	67.07	87.92
3	40	40.36	41.87	44.87	50.28	56.81	67.64	88.52
4	40	41.48	43.44	46.17	51.47	59.39	69.46	89.94
5	40	40.93	42.62	45.93	50.38	57.56	67.70	79.46
6	40	40.94	42.39	46.51	51.73	60.84	72.83	93.87

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XV.- Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en acuarios interiores (Bioensayo 4)

ACUARIO No	5 May/95	12 May/95	19 May/95	26 May/95	2 Jun/95	9 Jun/95	16 Jun/95	24 Jun/95
1	40	42.56	46.27	52.42	61.68	76.85	98.01	139.50
2	40	39.82	44.08	48.69	55.65	67.84	88.62	118.71
3	40	42.66	46.63	52.36	61.42	76.18	97.37	128.24
4	40	39.41	40.97	43.64	51.36	62.23	86.42	117.59
5	40	43.20	47.16	54.81	63.47	77.83	97.46	130.82
6	40	42.61	46.59	52.22	59.84	72.46	92.61	125.04

* Los datos estan expresados en gramos.



Tabla XVI.- Crecimientos del tratamiento con úrea más superfosfato triple en acuarios interiores (Bioensayo 5).

ACUARIO No	3 Jul/95	10 Jul/95	17 Jul/95	24 Jul/95	31 Jul/95	7 Ago/95	14 Ago/95	22 Ago/95
1	40	40.70	42.37	44.52	47.98	54.81	63.34	82.15
2	40	41.58	43.52	46.28	51.64	58.48	71.72	89.29
3	40	41.15	42.89	46.06	50.93	57.85	70.37	87.56
4	40	41.36	42.49	43.57	45.59	52.92	61.91	80.40
5	40	38.94	40.03	41.70	44.35	52.26	61.18	76.97
6	40	40.70	42.08	44.41	49.44	56.75	71.06	89.84

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XVII.- Crecimientos del tratamiento con úrea en acuarios interiores (Bicensayo 6).

ACUARIO No	5 Sep/95	12 Sep/95	19 Sep/95	26 Sep/95	2 Oct/95	10 Oct/95	16 Oct/95	25 Oct/95
1	40	41.31	42.86	47.74	54.69	63.32	79.47	102.63
2	40	39.24	39.98	42.35	45.87	51.64	61.48	73.29
3	40	42.09	45.37	49.24	56.18	67.91	83.87	106.46
4	40	42.66	46.03	51.17	61.34	73.48	91.22	118.73
5	40	40.10	41.69	43.42	47.89	53.67	64.35	76.84
6	40	41.01	43.16	47.18	55.37	66.94	82.61	104.47

* Los datos estan expresados en gramos.



Tabla XVIII.- Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en acuarios exteriores (Bioensayo 1).

ACUARIO No	18 Nov/94	25 Nov/95	2 Dic/94	9 Dic/94	16 Dic/94	23 Dic/94	30 Dic/94	7 Ene/95
1	40	40.40	41.52	43.14	46.28	51.47	63.81	80.64
2	40	36.92	36.86	35.44	27.15	0.00	0.00	0.00
3	40	41.05	42.19	43.39	45.98	49.35	61.54	76.43
4	40	40.96	41.24	42.51	44.82	48.51	59.70	73.92
5	40	38.63	39.26	39.97	41.14	43.82	49.68	61.56
6	40	35.49	34.13	34.48	34.93	35.54	38.73	47.37

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XIX.- Crecimientos del tratamiento con úrea más superfosfato triple en acuarios exteriores (Bioensayo 2).

ACUARIO No	16 Ene/95	23 Ene/95	30 Ene/95	6 Feb/95	13 Feb/95	20 Feb/95	27 Feb/95	6 Mar/95
1	40	40.81	41.64	42.92	44.65	48.76	54.38	66.14
2	40	37.56	36.88	37.43	39.21	42.48	48.63	54.78
3	40	39.37	39.72	39.48	38.90	36.20	31.80	31.77
4	40	40.61	40.47	41.85	43.96	47.84	52.71	64.46
5	40	41.24	42.85	44.73	47.80	51.26	60.82	71.24
6	40	38.40	38.39	39.26	41.64	45.78	52.93	67.58

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XX.- Crecimientos del tratamiento con úrea en acuarios exteriores (bioensayo 3).

ACUARIO No	14 Mar/95	21 Mar/95	28 Mar/95	4 Abr/95	11 Abr/95	18 Abr/95	25 Abr/95	3 May/95
1	40	41.46	43.23	47.64	52.31	60.73	68.96	82.54
2	40	41.22	43.07	47.19	56.45	68.28	82.64	104.10
3	40	42.13	44.49	50.26	58.72	70.95	89.37	113.79
4	40	39.20	40.31	42.73	48.36	54.13	65.49	87.92
5	40	42.26	44.87	49.84	57.31	69.59	88.63	109.28
6	40	38.32	38.96	39.50	42.33	46.27	53.28	68.91

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XXI.- Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en acuarios exteriores (Bioensayo 4).

ACUARIO No	5 May/95	12 May/95	19 May/95	26 May/95	2 Jun/95	9 Jun/95	16 Jun/95	24 Jun/95
1	40	42.45	47.13	53.17	65.30	83.94	109.58	157.46
2	40	43.61	47.40	54.53	67.68	88.83	123.61	171.28
3	40	43.82	45.46	51.91	62.34	79.46	100.54	146.21
4	40	42.07	53.28	66.29	78.85	102.24	144.71	182.48
5	40	41.26	46.41	52.94	65.82	84.22	112.64	161.76
6	40	41.89	45.37	50.62	62.51	80.54	101.80	146.78

* Los datos estan expresados en gramos.



Tabla XXII.- Crecimientos del tratamiento con úrea más superfosfato triple en acuarios exteriores (Bioensayo 5).

ACUARIO No	3 Jul/95	10 Jul/95	17 Jul/95	24 Jul/95	31 Jul/95	7 Ago/95	14 Ago/95	22 Ago/95
1	40	41.26	43.11	48.69	55.15	64.42	77.86	99.63
2	40	41.64	45.46	50.72	57.38	69.28	85.93	108.41
3	40	40.11	43.00	47.48	56.56	65.83	77.97	100.08
4	40	41.47	43.37	48.06	55.92	66.39	77.42	99.64
5	40	42.12	45.49	50.31	59.32	71.97	89.76	113.47
6	40	41.73	44.54	49.53	58.64	70.84	87.31	110.63

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XXIII.- Crecimientos del tratamiento con úrea en acuarios exteriores (Bioensayo 6).

ACUARIO No	5 Sep/95	12 Sep/95	19 Sep/95	26 Sep/95	2 Oct/95	10 Oct/95	16 Oct/95	25 Oct/95
1	40	41.65	44.47	50.81	59.67	71.45	90.92	116.34
2	40	42.11	46.62	52.11	63.84	82.47	103.69	141.87
3	40	40.54	44.69	50.70	59.42	73.81	91.25	110.46
4	40	41.28	44.07	50.38	58.49	72.95	91.06	109.82
5	40	42.87	46.44	52.67	62.81	75.53	93.91	121.74
6	40	42.52	46.28	52.49	63.75	76.62	94.87	122.36

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XXIV.- Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en tanques (Bicoensayo 1).

TOLVA No	21 Dic/94	28 Dic/94	4 Ene/95	11 Ene/95	18 Ene/95	25 Ene/95	1 Feb/95	9 Feb/95
1	800	835.13	876.94	951.36	1137.29	1460.52	1935.27	2531.91
2	800	851.27	914.68	1023.95	1195.63	1559.79	1870.72	2363.58

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XXV.- Crecimientos del tratamiento con úrea más superfosfato triple en tanques (Bioensayo 20).

TOLVA No	14 Feb/95	21 Feb/95	28 Feb/95	7 Mar/95	14 Mar/95	21 Mar/95	28 Mar/95	4 Abr/95
1	800	804.28	830.51	884.50	952.19	1097.26	1325.37	1662.84
2	800	807.46	847.84	903.63	989.58	1149.31	1458.94	1832.27

* Los datos estan expresados en gramos.



Tabla XXVI.- Crecimientos con área en tanques (Bioensayo 3).

TOLVA No	10 Abr/95	17 Abr/95	24 Abr/95	2 May/95	8 May/95	15 May/95	22 May/95	30 May/95
1	800	827.84	872.93	938.19	1183.36	1315.18	1663.72	2134.57
2	800	842.16	896.40	983.27	1027.14	1404.49	1788.53	2302.81

* Los datos estan expresados en gramos.



Tabla XXVII.- Crecimientos del tratamiento con Guillard F/2 en tanques (Bioensayo 4).

TOLVA No	6 Jun/95	13 Jun/95	20 Jun/95	27 Jun/95	4 Jul/95	11 Jul/95	18 Jul/95	26 Jul/95
1	800	888.40	1083.20	1371.84	1659.59	1972.58	2688.76	3454.75
2	800	846.21	947.42	1104.36	1486.76	1767.41	2445.90	3104.48

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XXVIII.- Crecimientos del tratamiento con úrea más superfosfato triple en tanques (Bioensayo 5).

TOLVA No	1 Ago/95	8 Ago/95	15 Ago/95	22 Ago/95	29 Ago/95	5 Sep/95	12 Sep/95	20 Sep/95
1	800	812.84	835.15	911.73	1021.60	1217.64	1528.19	1940.87
2	800	829.20	865.46	937.19	1059.33	1292.38	1629.26	2123.54

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XXIX.- Crecimientos con úrea en tanques (Bioensayo 6).

TOLVA No	27 Sep/95	4 Oct/95	11 Oct/95	18 Oct/95	25 Oct/95	2 Nov/95	8 Nov/95	16 nov/95
1	800	828.16	880.40	1060.46	1310.54	1810.31	2280.20	2917.92
2	800	819.53	874.26	978.80	1272.80	1522.40	2015.20	2681.90

* Los datos estan expresados en gramos.

Tabla XXX.- Peso final de la biomasa húmeda de algas cultivadas en los diferentes sistemas de cultivo.

ENSAYOS EN FIOLAS					
Prueba # 1			Prueba # 2		
Bioensayo 1	Bioensayo 2	Bioensayo 3	Bioensayo 4	Bioensayo 5	Bioensayo 6
24.31	16.1	19.63	26.63	17.33	20.47
25.49	16.48	17.98	25.85	16.83	20.03
18.84	15.53	17.59	24.58	17.95	19.72
24.56	17.84	17.82	27.84	17.51	19.44
22.35	14.05	19.23	23.91	18.85	18.27
21.59	16.45	17.12	25.89	18.11	19.38
ENSAYOS EN ACUARIOS INTERIORES					
Prueba # 1			Prueba # 2		
Bioensayo 1	Bioensayo 2	Bioensayo 3	Bioensayo 4	Bioensayo 5	Bioensayo 6
124.65	86.36	84.64	139.5	82.15	102.63
118.23	45.67	87.92	118.71	89.29	73.29
111.12	89.27	88.52	128.24	87.56	106.46
106.15	101.54	89.94	117.59	80.4	118.73
127.2	90.82	79.46	130.82	76.97	76.84
105.88	69.57	93.87	125.04	89.84	104.47
ENSAYOS EN ACUARIOS EXTERIORES					
Prueba # 1			Prueba # 2		
Bioensayo 1	Bioensayo 2	Bioensayo 3	Bioensayo 4	Bioensayo 5	Bioensayo 6
80.64	66.14	82.54	157.46	99.63	116.34
76.43	54.78	104.1	171.28	108.41	141.87
73.92	31.77	113.79	146.21	100.08	110.46
61.56	64.46	87.92	182.48	99.64	109.82
47.37	71.24	109.28	161.76	113.47	121.74
	67.58	68.91	146.78	110.63	122.74
ENSAYOS EN TANQUES EXTERIORES					
Prueba # 1			Prueba # 2		
Bioensayo 1	Bioensayo 2	Bioensayo 3	Bioensayo 4	Bioensayo 5	Bioensayo 6
2531.91	1662.84	2134.57	3454.75	1940.87	2917.92
2363.58	1832.27	2302.81	3104.48	2123.54	2681.9

* Los datos estan expresados en gramos.

la XXXI.- Tasas específicas (u) en % de incremento diario en peso húmedo en fiolas, acuarios interiores, acuarios exteriores y tanques exteriores.

VALORES PROMEDIOS DE u ALCANZADOS EN LOS CULTIVOS

AS	u %	x	ACUA.INT	u %	x	ACUA.EXT	u %	x	TANQ.EXT	u %	x	
No 1	GUILLARD F/2		Ensayo 1		GUILLARD F/2		Ensayo 1		GUILLARD F/2		Ensayo 1	
	2.86	2.57	Ac 1	4.23	3.78	Ac 1	2.03	1.4	Tq 1	4.33	4.12	
	3.1		Ac 2	3.91		Ac 2	1.82		Tq 2	3.91		
	1.77		Ac 3	3.56		Ac 3	1.7					
	2.9		Ac 4	3.31		Ac 4	1.08		Ensayo 2	UREA + SFT		
	2.47		Ac 5	4.36		Ac 5	0.37		Tq 1	2.16	2.37	
	2.32		Ac 6	3.29		Ac 6			Tq 2	2.58		
No 2	UREA + SFT		Ensayo 2		UREA + SFT		Ensayo 2		Ensayo 3		UREA	
	1.22	1.22	Ac 1	2.32	2.02	Ac 1	1.31	0.97	Tq 1	3.34	3.55	
	1.3		Ac 2	0.28		Ac 2	0.74		Tq 2	3.76		
	1.11		Ac 3	2.46		Ac 3	-0.41					
	1.57		Ac 4	3.08		Ac 4	1.22		Ensayo 4	GUILLARD F/2		
	0.81		Ac 5	2.54		Ac 5	1.56		Tq 1	6.64	6.2	
	1.29		Ac 6	1.48		Ac 6	1.38		Tq 2	5.76		
No 3	UREA		Ensayo 3		UREA		Ensayo 3		Ensayo 5		UREA + SFT	
	1.93	1.65	Ac 1	2.23	2.29	Ac 1	2.13	2.72	Tq 1	2.85	3.08	
	1.6		Ac 2	2.4		Ac 2	3.21		Tq 2	3.31		
	1.52		Ac 3	2.43		Ac 3	3.69					
	1.56		Ac 4	2.5		Ac 4	2.4		Ensayo 6	UREA		
	1.85		Ac 5	1.47		Ac 5	3.46		Tq 1	5.29	4.99	
	1.42		Ac 6	2.69		Ac 6	1.45		Tq 2	4.7		
No 4	GUILLARD F/2		Ensayo 4		GUILLARD F/2		Ensayo 4		GUILLARD F/2			
	3.33	3.16	Ac 1	4.98	4.33	Ac 1	5.87	6.05				
	3.17		Ac 2	3.94		Ac 2	6.56					
	2.92		Ac 3	4.41		Ac 3	5.31					
	3.56		Ac 4	3.88		Ac 4	7.12					
	2.78		Ac 5	4.54		Ac 5	6.09					
	3.2		Ac 6	4.25		Ac 6	5.34					
No 5	UREA + SFT		Ensayo 5		UREA + SFT		Ensayo 5		UREA + SFT			
	1.47	1.55	Ac 1	2.1	2.22	Ac 1	2.98	3.26				
	1.37		Ac 2	2.46		Ac 2	3.42					
	1.59		Ac 3	2.38		Ac 3	3					
	1.5		Ac 4	2.02		Ac 4	2.98					
	1.77		Ac 5	1.85		Ac 5	3.67					
	1.62		Ac 6	2.49		Ac 6	3.53					
No 6	UREA		Ensayo 6		UREA		Ensayo 6		UREA			
	2.09	1.91	Ac 1	3.13	2.85	Ac 1	3.81	4.02				
	2		Ac 2	1.66		Ac 2	5.09					
	1.94		Ac 3	3.32		Ac 3	3.52					
	1.89		Ac 4	3.94		Ac 4	3.49					
	1.65		Ac 5	1.84		Ac 5	4.09					
	1.88		Ac 6	3.22		Ac 6	4.12					

Tabla XXXII.- Rangos máximos y mínimos de temperatura, Oxígeno, pH y salinidad registrados en los cultivos.

Sistemas	Prueba	Fecha	T(°C)		S (‰)		pH		O.D (mg/l)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Fiolas	1	Nov/94-Ab/95	21.26	21.88	32.08	33.54	7.4	8.2	4.71	5.84
Fiolas	2	May-Oct/95	21.01	21.73	33.15	34.28	6.5	8.4	4.52	5.13
Acua. Int	1	Nov/94-Ab/95	21.15	21.81	33.1	34.5	6.9	8.3	4.8	6.07
Acua. Int	2	May-Oct/95	21.05	21.75	33.02	33.43	7.4	8.1	4.81	7.54
Acua. Ext	1	Nov/94-Ab/95	26.67	28.34	32.4	34.25	7.3	8.4	4.65	5.16
Acua. Ext	2	May-Oct/95	26.29	27.8	33.07	34.13	7.4	8.3	4.76	5.72
Tanques	1	Dic/94-May/95	26.93	28.19	33.25	34.43	7.3	8.2	4.3	5.86
Tanques	2	Jun-Nov/95	26.64	27.99	33.14	33.98	7.1	8	4.92	6.37

Tabla XXXIII.- Comparación del costo de fertilización en los tres tratamientos en los diferentes sistemas de cultivo.

	Guillard (S/.)	Urea + SFT (S/.)	Urea (S/.)
Fiolas	1.979,1	15,7	14,2
Acuarios Int.	158.331,2	1.256,6	1.142,4
Acuarios Ext.	158.331,2	1.256,6	1.142,4
Tanques	1.583.312,0	12.566,4	11.424,0

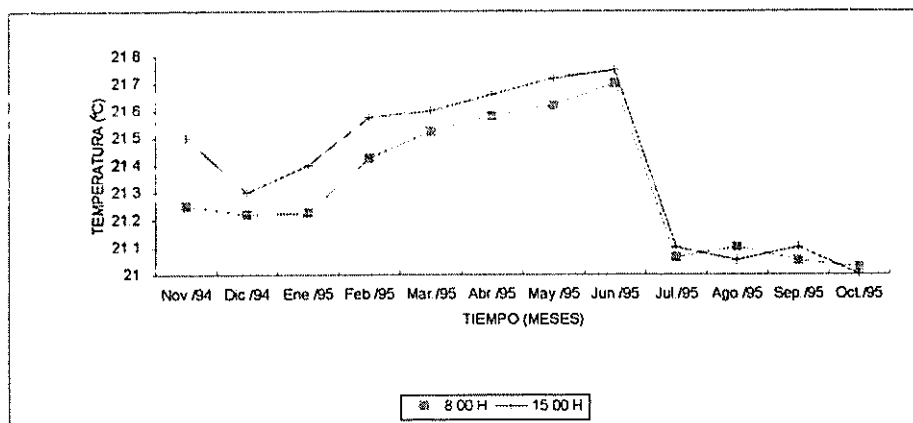


INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y
CENSOS

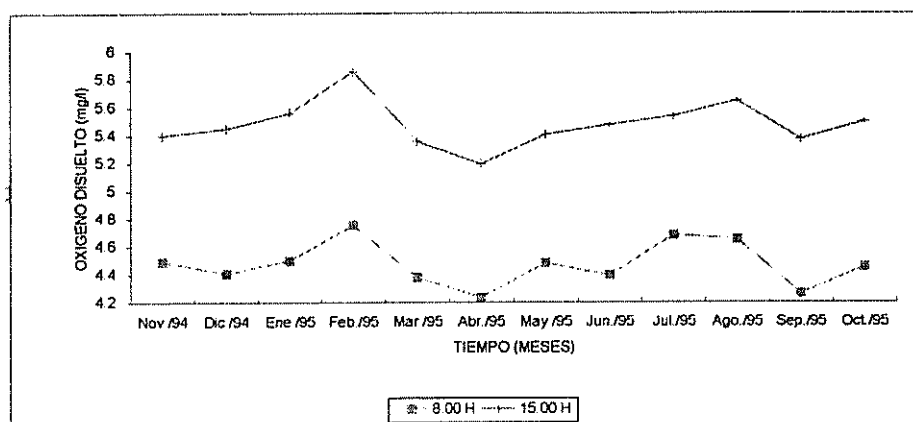
FIGURAS

13.- Fluctuaciones de A) temperatura; B) Oxígeno y C) salinidad en fiolas.

A



B



C

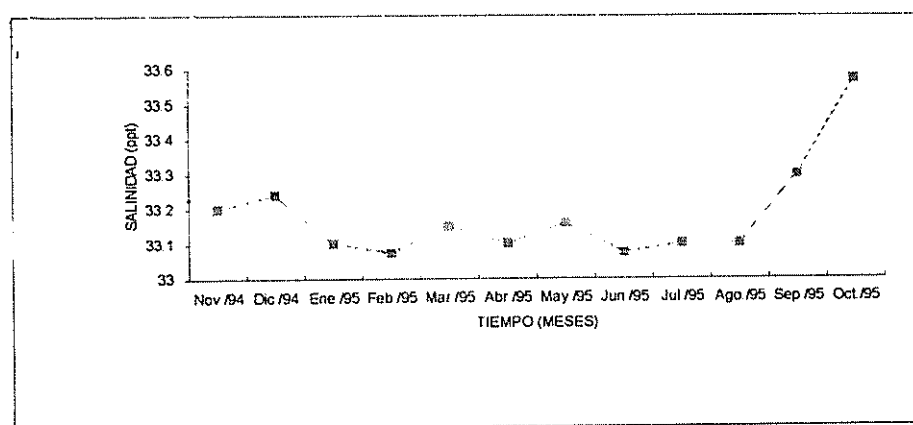


Fig. 14.- Curvas de crecimiento de los tratamientos en fiolas

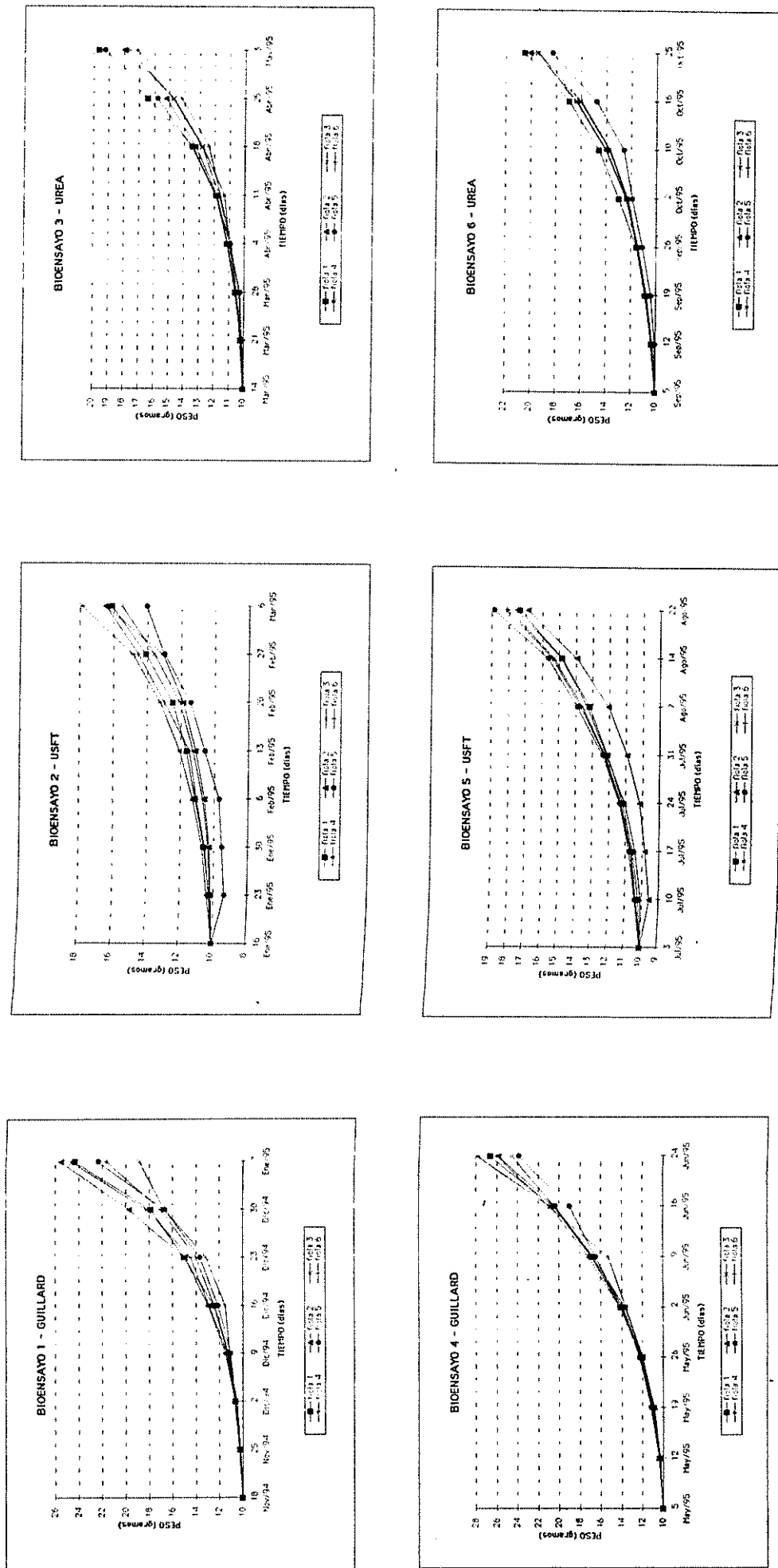
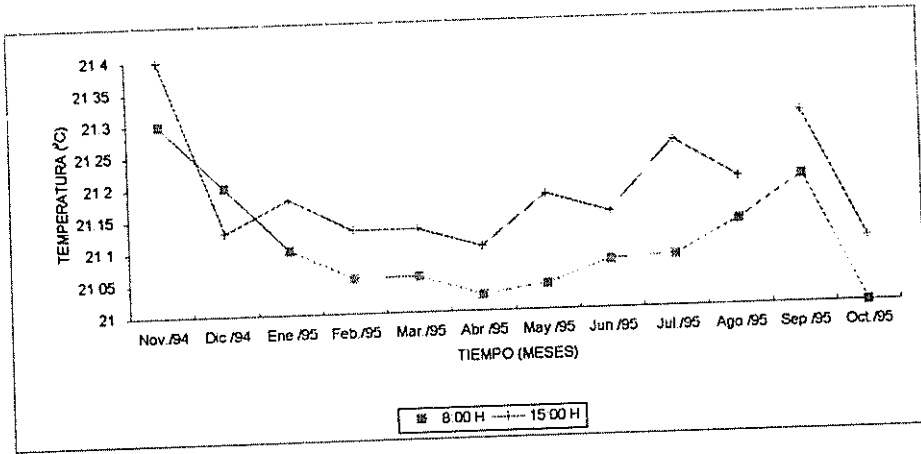
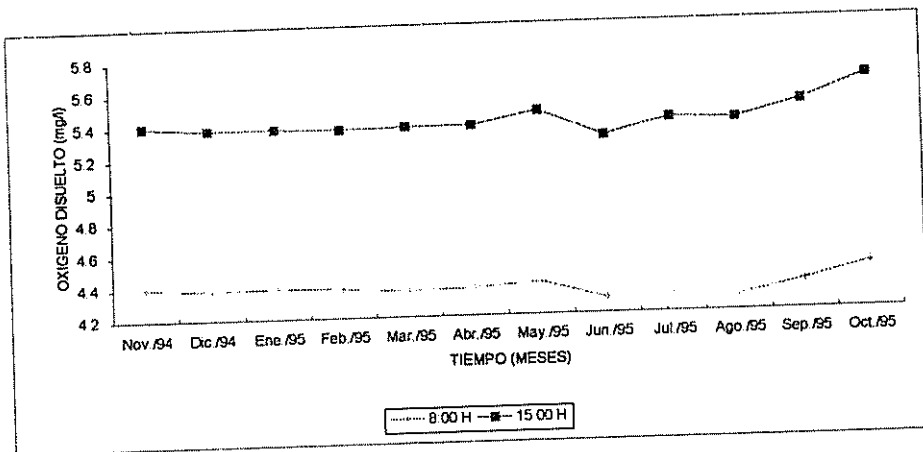


Fig.15.- Fluctuaciones de A) temperatura; B) Oxígeno y C) salinidad en acuarios interiores

A



B



C

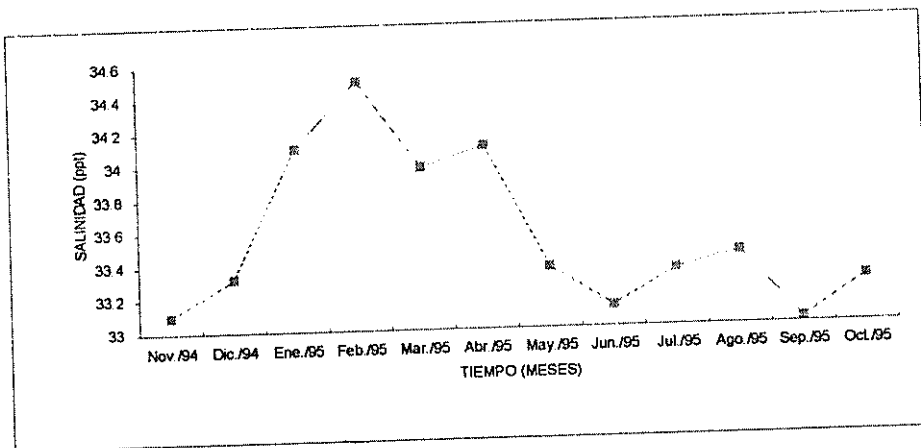


Fig. 16.- Curvas de crecimiento de los tratamientos en acuarios interiores

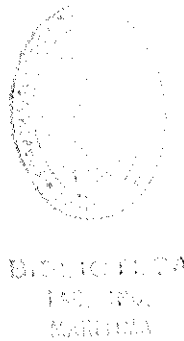
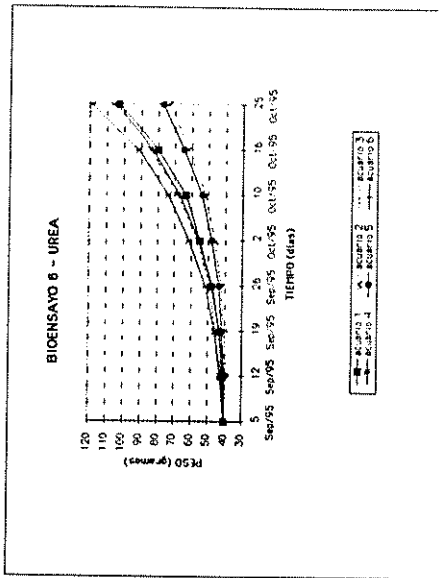
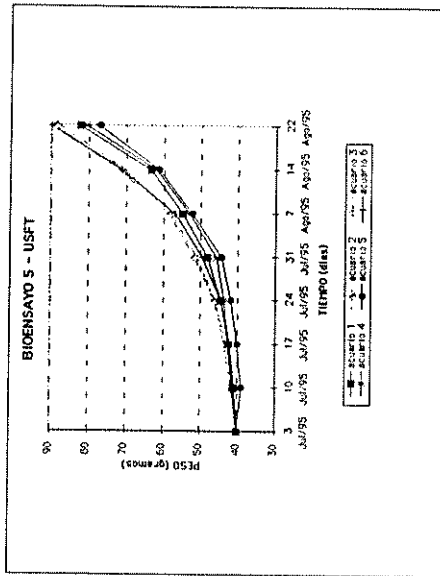
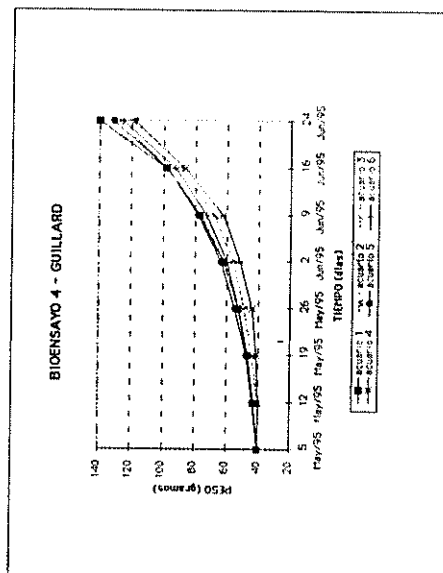
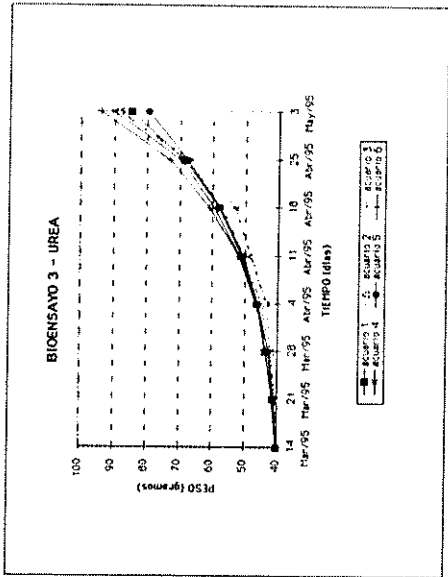
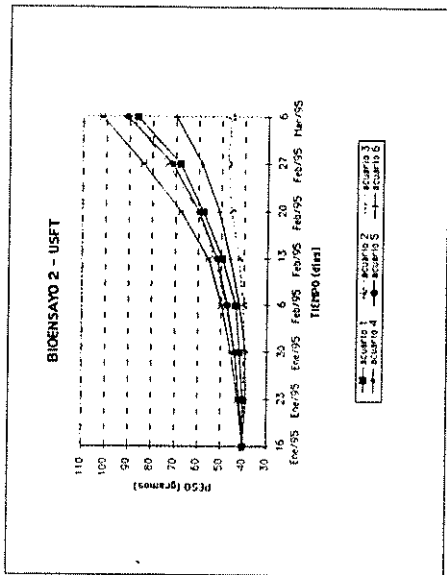
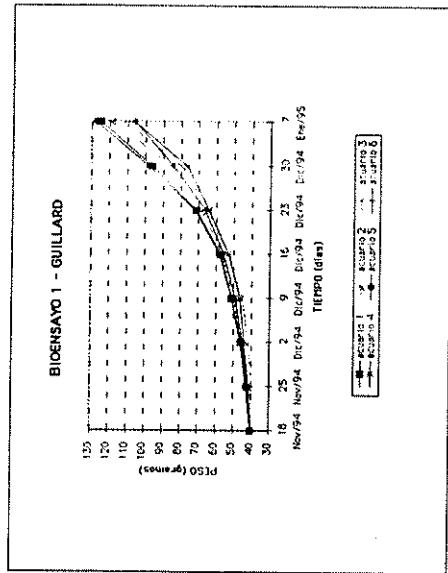
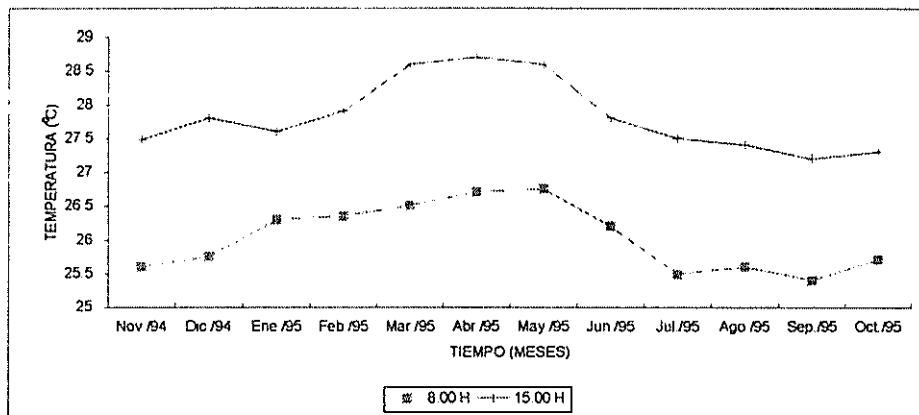
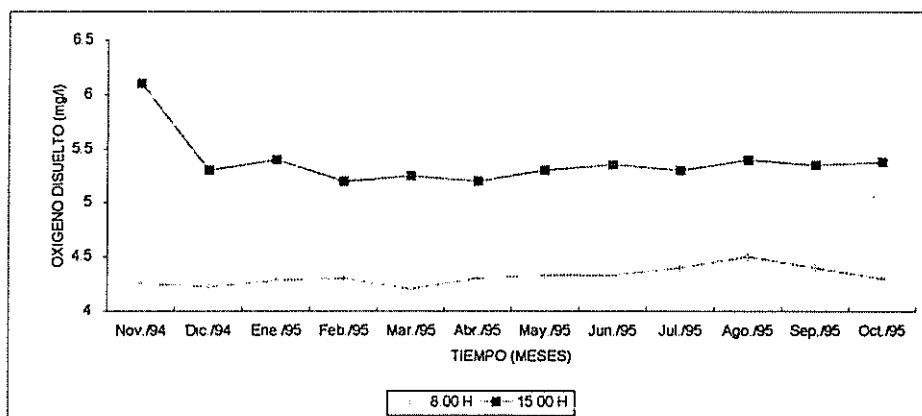


Fig.17.- Fluctuaciones de A) temperatura; B) Oxígeno y C) salinidad en acuarios exteriores

A



B



C

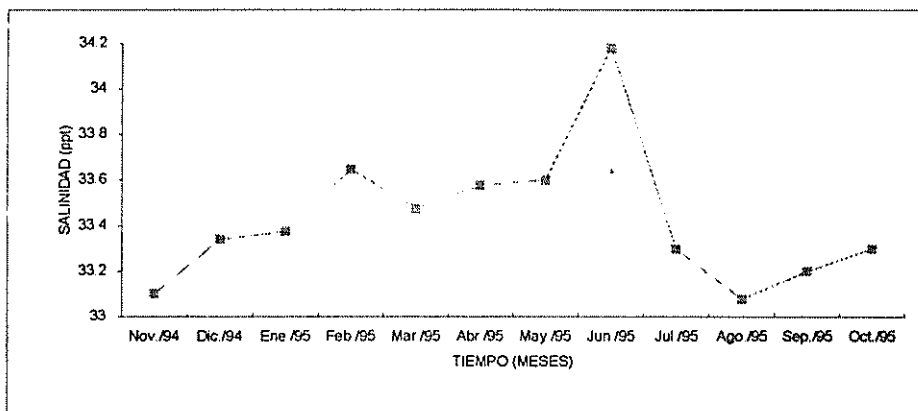


Fig. 18.- Curvas de crecimiento de los tratamientos en acuarios exteriores

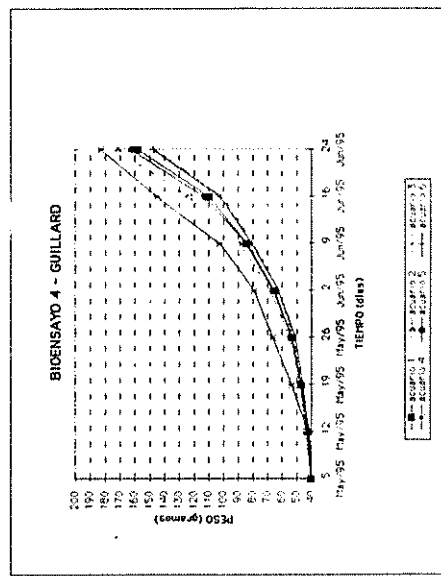
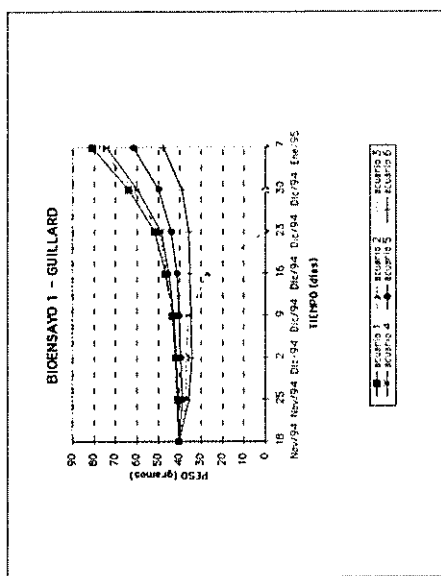
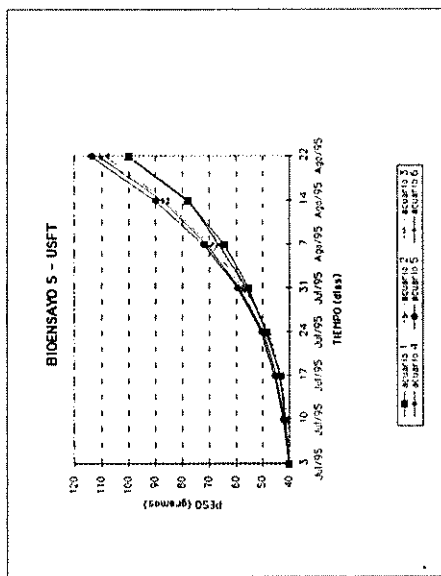
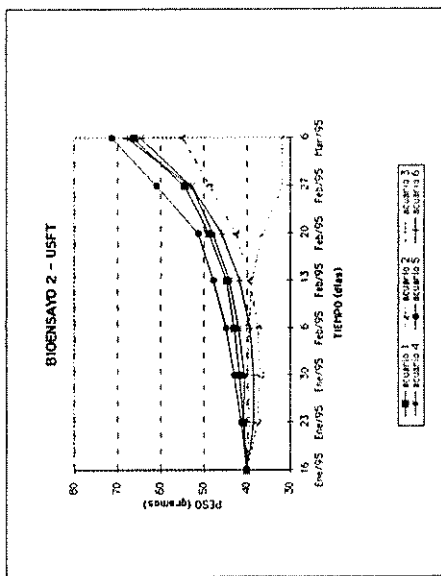
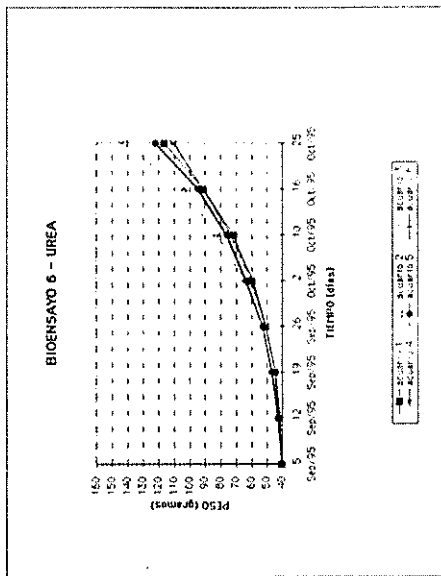
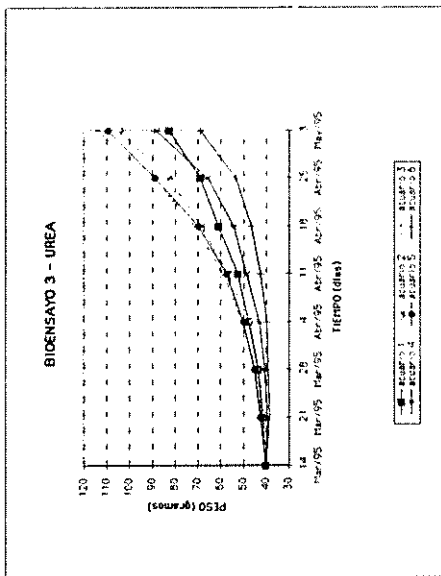
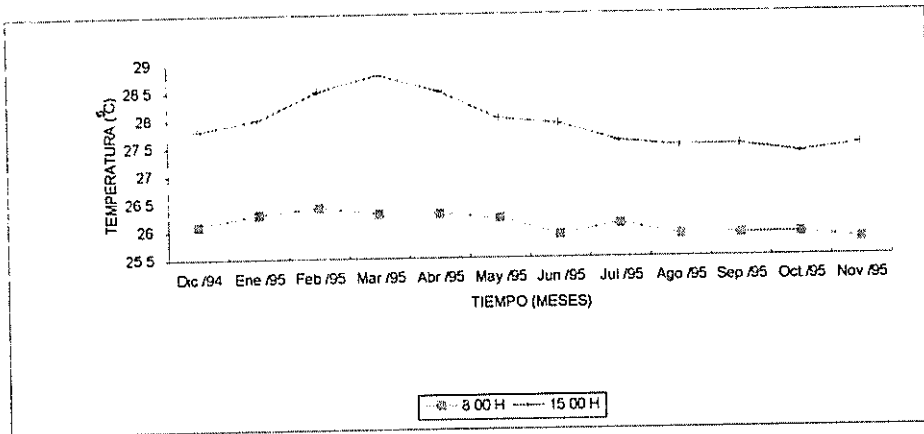
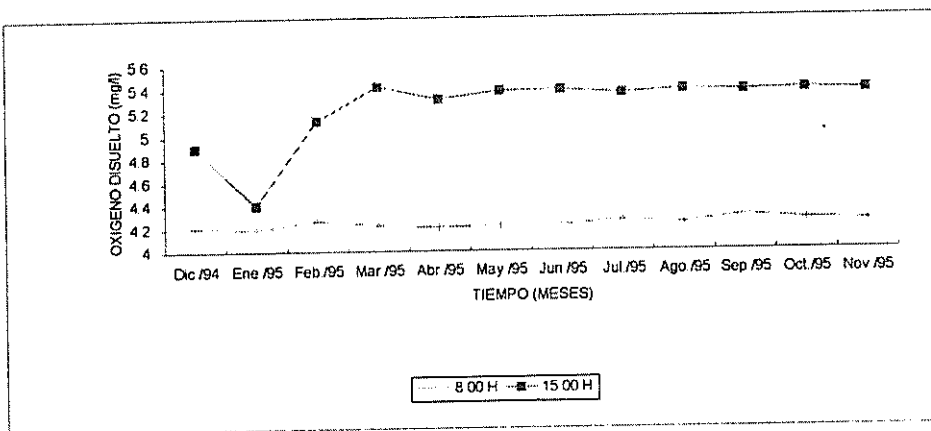


Fig.19.- Fluctuaciones de A) temperatura; B) Oxígeno y C) salinidad en tanques

A



B



C

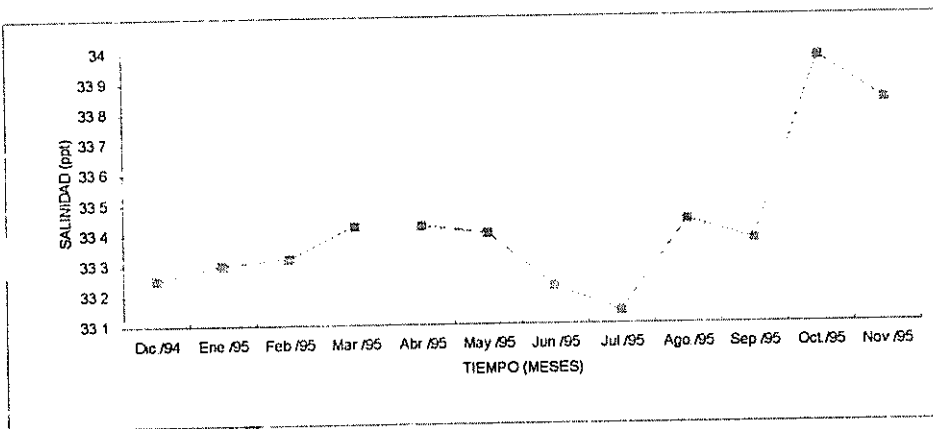


Fig. 20.- Curvas de crecimiento de los tratamientos en tanques

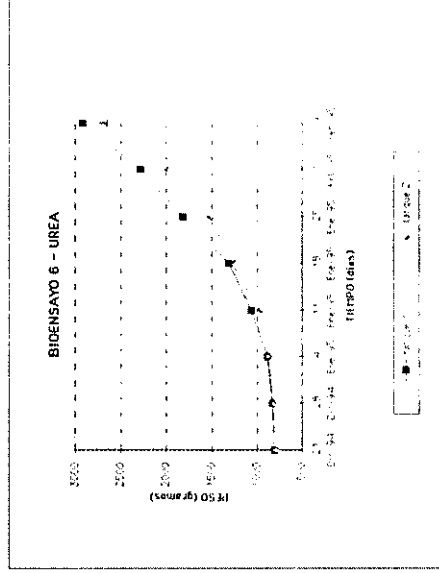
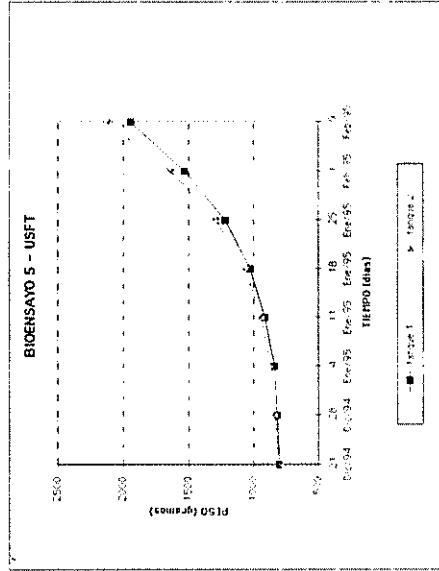
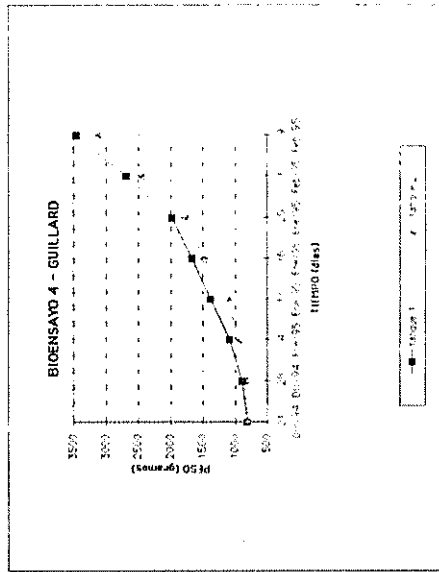
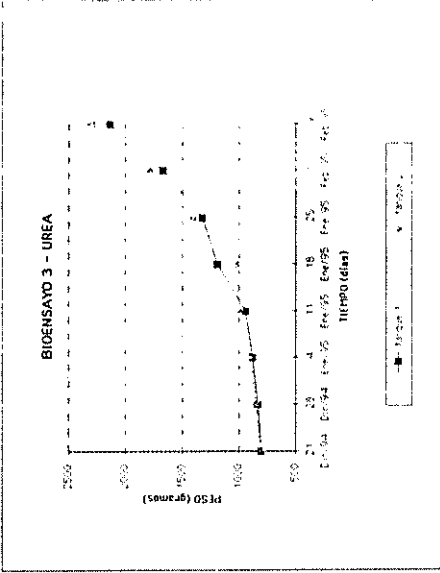
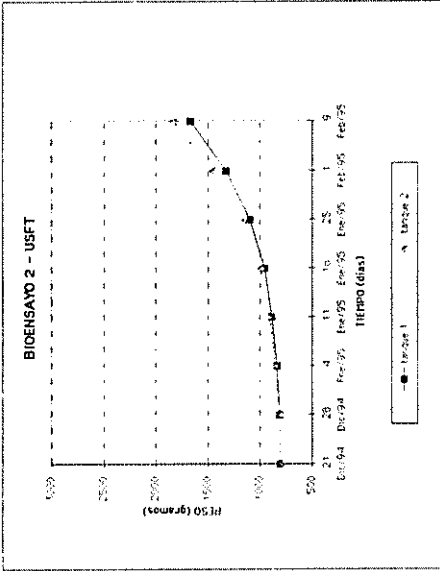
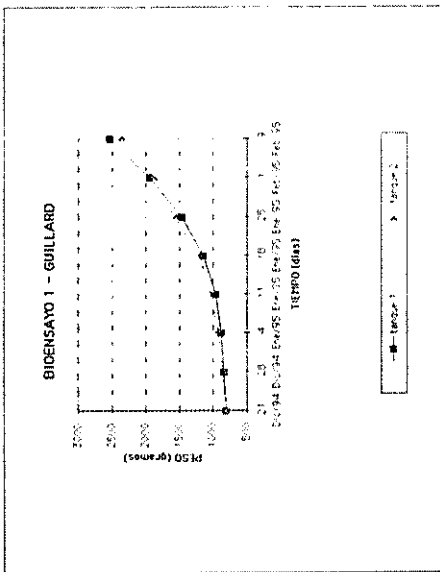


Fig.21.- Promedios del incremento semanal de la biomasa en fiolas, acuarios interiores y tanques

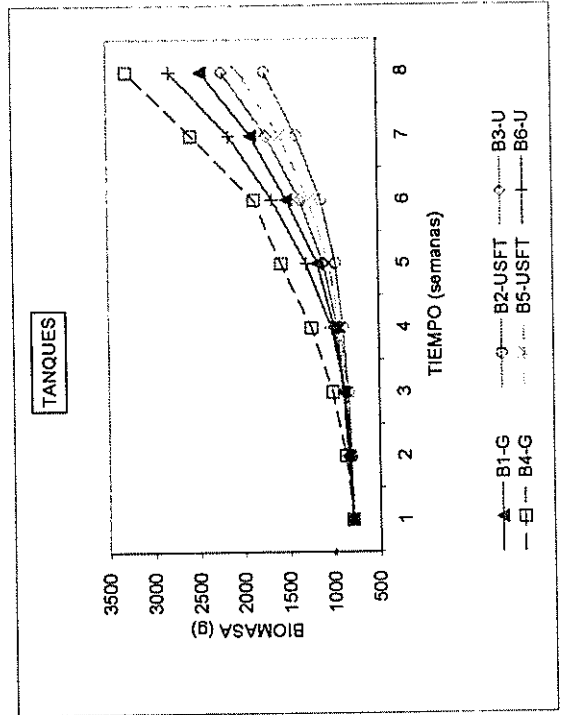
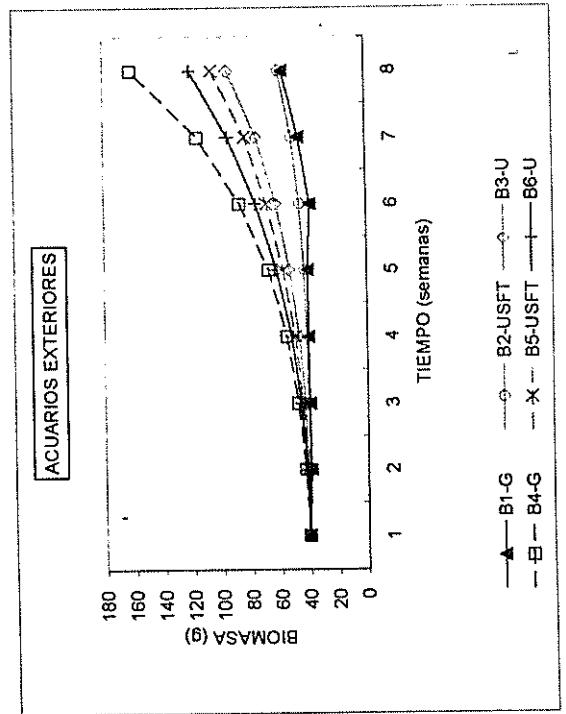
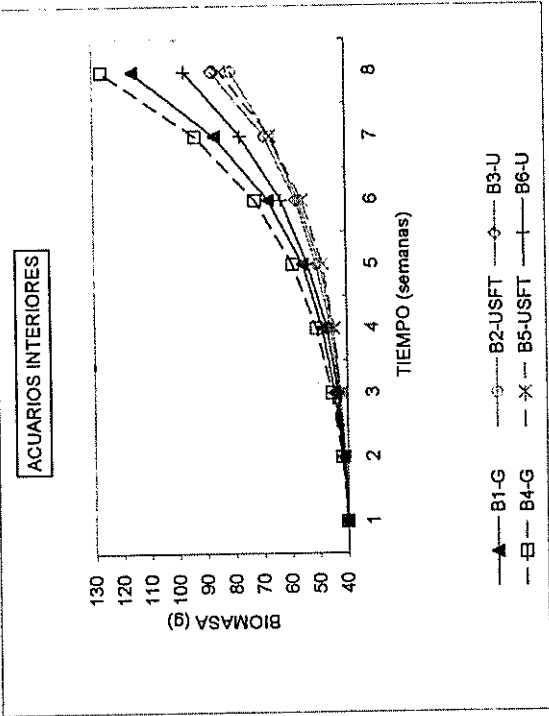
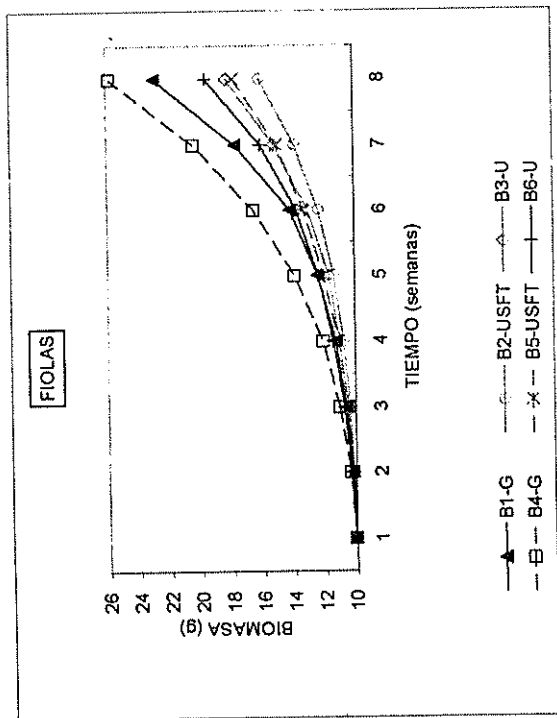


Fig.22.- Tasas de crecimiento diario en fiolas, acuarios y tanques

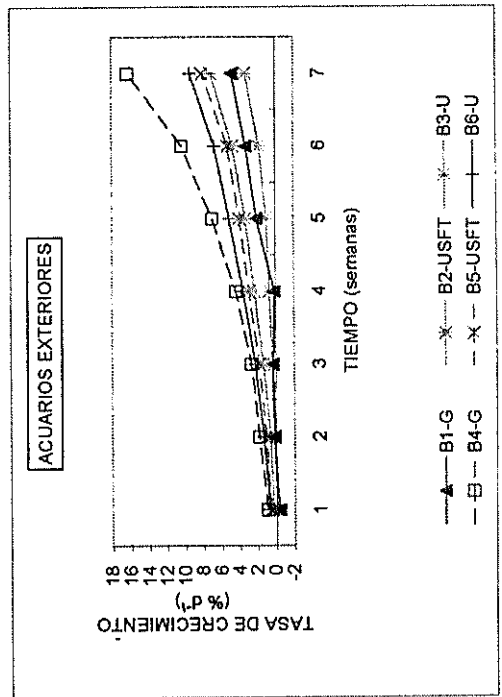
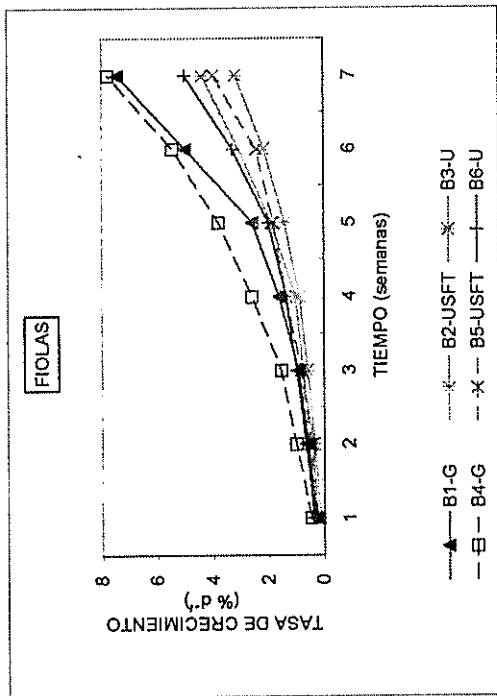
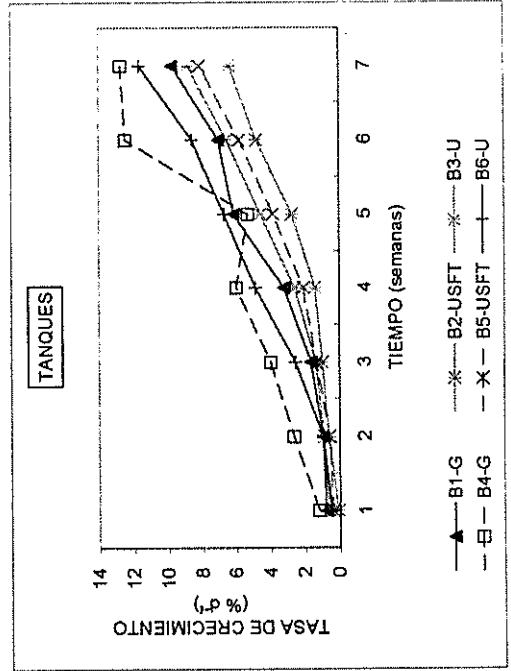
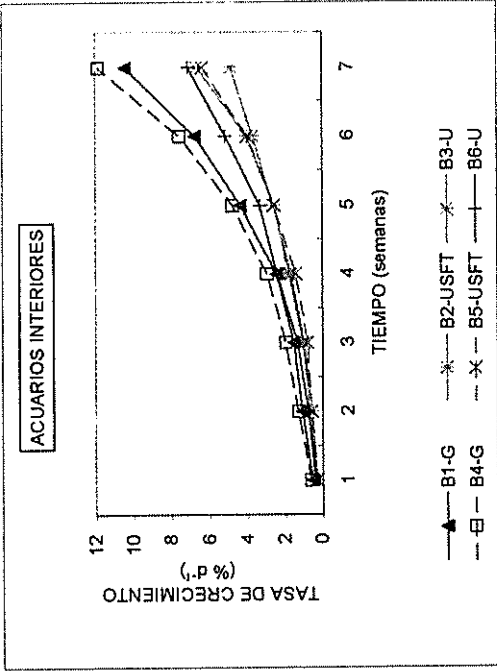
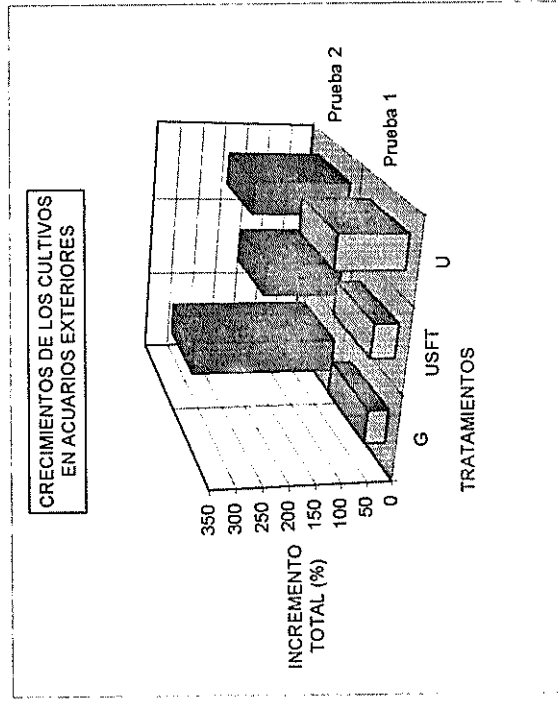
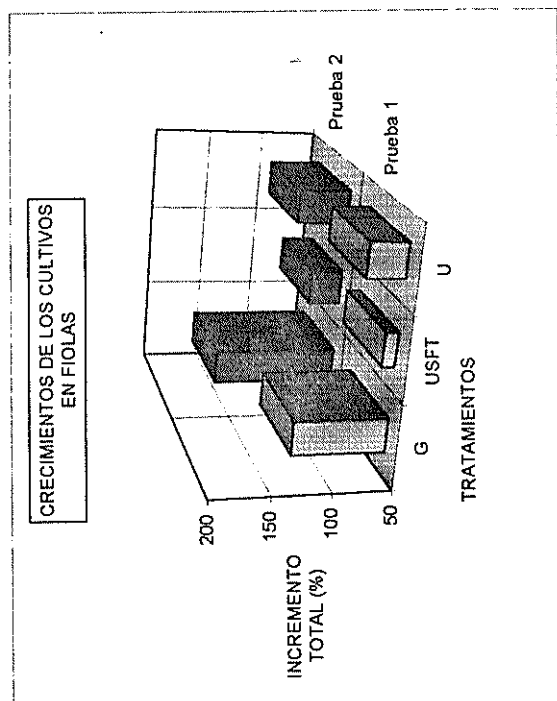
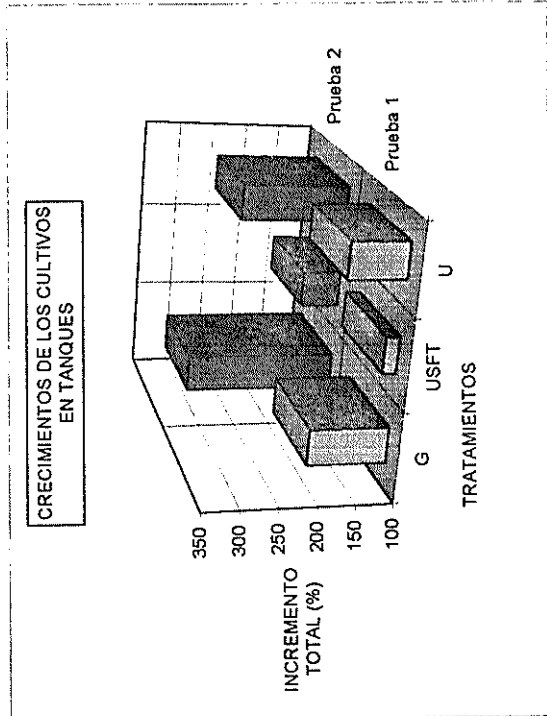
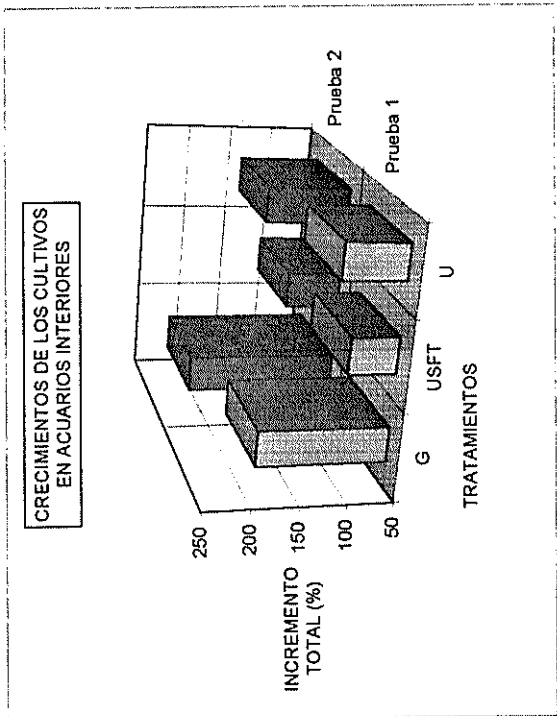


Fig. 23.- Comparación del crecimiento de las dos pruebas en fiolas, acuarios y tanques con los diferentes tratamientos.



FOTOS



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

Foto # 1: Lugares de colecta de algas (Manabí)



Foto # 2: Colecta de algas



BIBLIOTECA
I. C. I. N. S.
MAR DEL PLATA

Foto # 3: Acondicionamiento de las algas.

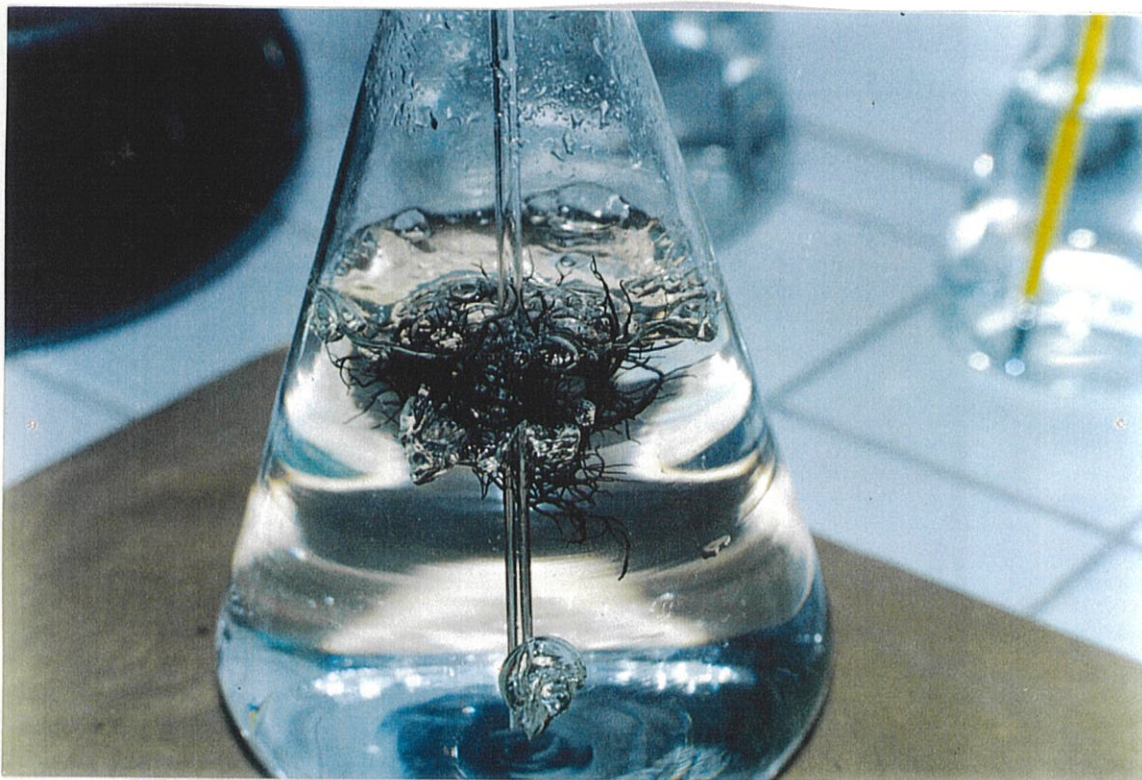


Foto # 4: Cultivo en fiolas de 1000 ml.



Foto # 5: Cultivo en acuarios.



Foto # 6: Tanques de cultivo.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA



Foto # 7: Control de crecimiento.

BIBLIOTECA
F. G. ING.
MARITIMA



Foto # 8: Epifitismo en las algas cultivadas.

ANEXOS



UNIVERSITY
OF
MICHIGAN

ANEXO A

CONSUMO ACTUAL DE PRODUCTOS DE MACROALGAS

	valor (US.\$/.)	Productos ton.seca/año	Materia prima ton.seca/año
ALIMENTOS			
Nori (Porphyra)	< 1/8 billon.	40.000	400.000
Wakame (Undaria)	600 millon.	20.000	300.000
Kombu (Laminaria)	> 600 millon.	300.000	1'300.000
INDUSTRIAS			
Alginato (coloide)	230 millon.	27.000	500.000
Agar	160 millon.	11.000	180.000
Algas	100 millon.	15.500	250.000
Alimento de algas	5 millon.	10.000	50.000
Fertilizantes	5 millon.	1.000	10.000
Aditivo de suelos	100 millon.	510.000	550.000

ANEXO B

EXPORTACIONES DE ALGA GRACILARIA Y AGAR EN CHILE

	Cantidad (ton.)			Valor promedio (US\$/Kg)		
	1991	1992	1995	1991	1992	1995
Agar	1.263	1.233	2.500	22,2	19	18
Gracilaria	1.006	1.503	35.000	1,7	1,5	0.67



ANEXO C

ANOVA Y TEST DE DUNCAN A LOS TRATAMIENTOS DE LA PRIMERA PRUEBA EN FIOLAS.

SAS 16:29 Wednesday, October 16, 1996

OBS	TRATAM	PESOF
1	guillard	24.31
2	guillard	25.49
3	guillard	18.84
4	guillard	24.56
5	guillard	22.35
6	guillard	21.59
7	usft	16.11
8	usft	16.48
9	usft	15.53
10	usft	17.84
11	usft	14.05
12	usft	16.45
13	urea	19.63
14	urea	17.98
15	urea	17.59
16	urea	17.82
17	urea	19.23
18	urea	17.12

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRATAM	3	guillard urea usft

Number of observations in data set = 18

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	144.0390778	72.0195389	25.36	0.0001
Error	15	42.5937500	2.8395833		
Corrected Total	17	186.6328278			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PESOF Mean	
	0.771778	8.843897	1.685106	19.0538889	

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRATAM	2	144.0390778	72.0195389	25.36	0.0001

Analysis of Variance Procedure

Waller-Duncan K-ratio T test for variable: PESOF

NOTE: This test minimizes the Bayes risk under additive loss and certain other assumptions.

Kratio= 100 df= 15 MSE= 2.839583 F= 25.36271

Critical Value of T= 1.98546

Minimum Significant Difference= 1.9316

Means with the same letter are not significantly different.

Waller Grouping	Mean	N	TRATAM
A	22.857	6	guillard
B	18.228	6	urea
C	16.077	6	usft

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PESOF

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 2.839583

Number of Means	2	3
Critical Range	2.070	2.171

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRATAM
A	22.857	6	guillard
B	18.228	6	urea
C	16.077	6	usft

ANEXO D

ANOVA Y TEST DE DUNCAN A LOS TRATAMIENTOS DE LA SEGUNDA PRUEBA EN FIOLAS.

SAS 18:05 Wednesday, October 16, 1996

OBS	TRATAM	PESOF
1	guillard	26.63
2	guillard	25.85
3	guillard	24.58
4	guillard	27.84
5	guillard	23.91
6	guillard	25.99
7	usft	17.33
8	usft	16.83
9	usft	17.95
10	usft	17.51
11	usft	18.85
12	usft	18.11
13	urea	20.47
14	urea	20.03
15	urea	19.72
16	urea	19.44
17	urea	18.27
18	urea	19.38

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRATAM	3	guillard urea usft

Number of observations in data set = 18

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	213.6556333	106.8278167	105.47	0.0001
Error	15	15.1936167	1.0129078		
Corrected Total	17	228.8492500			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PESOF Mean	
	0.933609	4.783807	1.006433	21.0383333	



UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES
LOS BAÑOS
FACULTY OF AGRICULTURE
DEPARTMENT OF STATISTICS

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRATAM	2	213.6556333	106.8278167	105.47	0.0001

Analysis of Variance Procedure

Waller-Duncan K-ratio T test for variable: PESOF

NOTE: This test minimizes the Bayes risk under additive loss and certain other assumptions.

Kratio= 100 df= 15 MSE= 1.012908 F= 105.4665

Critical Value of T= 1.94355

Minimum Significant Difference= 1.1293

Means with the same letter are not significantly different.

Waller Grouping	Mean	N	TRATAM
A	25.800	6	guillard
B	19.552	6	urea
C	17.763	6	usft

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PESOF

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 1.012908

Number of Means	2	3
Critical Range	1.236	1.297

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRATAM
A	25.800	6	guillard
B	19.552	6	urea
C	17.763	6	usft

ANEXO E

ANOVA Y TEST DE DUNCAN A LOS TRATAMIENTOS DE LA PRIMERA PRUEBA EN ACUARIOS INTERIORES

SAS 14:45 Friday, November 8, 1996

OBS	TRATAM	PESOF
1	guillard	124.65
2	guillard	118.23
3	guillard	111.12
4	guillard	106.15
5	guillard	127.20
6	guillard	105.88
7	usft	86.36
8	usft	45.67
9	usft	89.27
10	usft	101.54
11	usft	90.82
12	usft	69.57
13	urea	84.64
14	urea	87.92
15	urea	88.52
16	urea	89.94
17	urea	79.46
18	urea	93.87

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRATAM	3	guillard urea usft

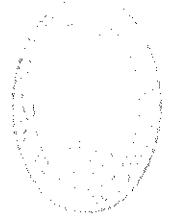
Number of observations in data set = 18

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	4128.406044	2064.203022	12.19	0.0007
Error	15	2540.727450	169.381830		
Corrected Total	17	6669.133494			

R-Square	C.V.	Root MSE	PESOF Mean
0.619032	13.77368	13.01468	94.4894444



BRITISH COLUMBIA
 INC. REG.
 VANCOUVER

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRATAM	2	4128.406044	2064.203022	12.19	0.0007

Analysis of Variance Procedure

Waller-Duncan K-ratio T test for variable: PESOF

NOTE: This test minimizes the Bayes risk under additive loss and certain other assumptions.

Kratio= 100 df= 15 MSE= 169.3818 F= 12.18669

Critical Value of T= 2.04820

Minimum Significant Difference= 15.39

Means with the same letter are not significantly different.

Waller Grouping	Mean	N	TRATAM
A	115.538	6	guillard
B	87.392	6	urea
B	80.538	6	usft

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PESOF

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 169.3818

Number of Means	2	3
Critical Range	15.99	16.77

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRATAM
A	115.538	6	guillard
B	87.392	6	urea
B	80.538	6	usft

□

ANEXO F

ANOVA Y TEST DE DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS DE LA
SEGUNDA PRUEBA EN ACUARIOS INTERIORES.

SAS 15:05 Friday, November 8, 1996

OBS	TRATAM	PESOF
1	guillard	139.50
2	guillard	118.71
3	guillard	128.24
4	guillard	117.59
5	guillard	130.82
6	guillard	125.04
7	usft	82.15
8	usft	89.29
9	usft	87.56
10	usft	80.40
11	usft	76.97
12	usft	89.84
13	urea	102.63
14	urea	73.29
15	urea	106.46
16	urea	118.73
17	urea	76.84
18	urea	104.47

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRATAM	3	guillard urea usft

Number of observations in data set = 18

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	5648.096144	2824.048072	20.27	0.0001
Error	15	2090.254083	139.350272		
Corrected Total	17	7738.350228			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PESOF Mean	
	0.729884	11.49476	11.80467	102.696111	

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRATAM	2	5648.096144	2824.048072	20.27	0.0001

Analysis of Variance Procedure

Waller-Duncan K-ratio T test for variable: PESOF

NOTE: This test minimizes the Bayes risk under additive loss and certain other assumptions.

Kratio= 100 df= 15 MSE= 139.3503 F= 20.26582

Critical Value of T= 1.99987

Minimum Significant Difference= 13.63

Means with the same letter are not significantly different.

Waller Grouping	Mean	N	TRATAM
A	126.650	6	guillard
B	97.070	6	urea
B	84.368	6	usft

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PESOF

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 139.3503

Number of Means	2	3
Critical Range	14.50	15.21

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRATAM
A	126.650	6	guillard
B	97.070	6	urea
B	84.368	6	usft

□

ANEXO G

ANOVA Y TEST DE DUNCAN A LOS TRATAMIENTOS DE LA PRIMERA PRUEBA EN ACUARIOS EXTERIORES.

SAS 16:29 Friday, November 8, 1996

OBS	TRATAM	PESOF
1	guillard	80.64
2	guillard	76.43
3	guillard	73.92
4	guillard	61.56
5	guillard	47.37
6	usft	66.14
7	usft	54.78
8	usft	31.77
9	usft	64.46
10	usft	71.24
11	usft	67.58
12	urea	82.54
13	urea	104.10
14	urea	113.79
15	urea	87.92
16	urea	109.28
17	urea	68.91

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRATAM	3	guillard urea usft

Number of observations in data set = 17

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	3974.028957	1987.014479	8.38	0.0040
Error	14	3319.673137	237.119510		
Corrected Total	16	7293.702094			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PESOF Mean	
	0.544858	20.73601	15.39869	74.2605882	



Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRATAM	2	3974.028957	1987.014479	8.38	0.0040

Analysis of Variance Procedure

Waller-Duncan K-ratio T test for variable: PESOF

NOTE: This test minimizes the Bayes risk under additive loss and certain other assumptions.

Kratio= 100 df= 14 MSE= 237.1195 F= 8.379802

Critical Value of T= 2.10171

Minimum Significant Difference= 19.298

WARNING: Cell sizes are not equal.

Harmonic Mean of cell sizes= 5.625

Means with the same letter are not significantly different.

Waller Grouping	Mean	N	TRATAM
A	94.423	6	urea
B	67.984	5	guillard
B	59.328	6	usft

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PESOF

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 14 MSE= 237.1195
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 5.625

Number of Means	2	3
Critical Range	19.66	20.61

Means with the same letter are not significantly different.

Analysis of Variance Procedure

Duncan Grouping	Mean	N	TRATAM
A	94.423	6	urea
B	67.984	5	guillard
B	59.328	6	usft

□

ANEXO H

ANOVA Y TEST DE DUNCAN A LOS TRATAMIENTOS DE LA
SEGUNDA PRUEBA EN ACUARIOS EXTERIORES

SAS 17:03 Friday, November 8, 1996

OBS	TRATAM	PESOF
1	guillard	157.46
2	guillard	171.28
3	guillard	146.21
4	guillard	182.48
5	guillard	161.76
6	guillard	146.78
7	usft	99.63
8	usft	108.41
9	usft	100.08
10	usft	99.64
11	usft	113.47
12	usft	110.63
13	urea	116.34
14	urea	141.87
15	urea	110.46
16	urea	109.82
17	urea	121.74
18	urea	122.36

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRATAM	3	guillard urea usft

Number of observations in data set = 18

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	9949.736078	4974.868039	39.46	0.0001
Error	15	1891.208233	126.080549		
Corrected Total	17	11840.944311			

R-Square	C.V.	Root MSE	PESOF Mean
0.840282	8.710237	11.22856	128.912222



UNIVERSITY OF THE PHILIPPINES
DILIMAN
QUEZON CITY

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRATAM	2	9949.736078	4974.868039	39.46	0.0001

Analysis of Variance Procedure

Waller-Duncan K-ratio T test for variable: PESOF

NOTE: This test minimizes the Bayes risk under additive loss and certain other assumptions.

Kratio= 100 df= 15 MSE= 126.0805 F= 39.45786

Critical Value of T= 1.96526

Minimum Significant Difference= 12.74

Means with the same letter are not significantly different.

Waller Grouping	Mean	N	TRATAM
A	160.995	6	guillard
B	120.432	6	urea
C	105.310	6	usft

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PESOF

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 126.0805

Number of Means	2	3
Critical Range	13.79	14.47

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRATAM
A	160.995	6	guillard
B	120.432	6	urea
C	105.310	6	usft

□

ANEXO I

ANOVA Y TEST DE DUNCAN A LOS TRATAMIENTOS DE LA PRIMERA PRUEBA EN TANQUES EXTERIORES.

SAS 10:13 Saturday, November 9, 1996

OBS	TRATAM	PESOF
1	guillard	2531.91
2	guillard	2363.58
3	usft	1662.84
4	usft	1832.27
5	urea	2134.57
6	urea	2302.81

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRATAM	3	guillard urea usft

Number of observations in data set = 6

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	509800.2782	254900.1391	17.92	0.0215
Error	3	42673.1057	14224.3686		
Corrected Total	5	552473.3839			

R-Square	C.V.	Root MSE	PESOF Mean
0.922760	5.578398	119.2660	2137.99667

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRATAM	2	509800.2782	254900.1391	17.92	0.0215

Analysis of Variance Procedure

Waller-Duncan K-ratio T test for variable: PESOF

NOTE: This test minimizes the Bayes risk under additive loss and certain other assumptions.

Kratio= 100 df= 3 MSE= 14224.37 F= 17.91996

Critical Value of T= 2.84605

Minimum Significant Difference= 339.44

Means with the same letter are not significantly different.

Waller Grouping	Mean	N	TRATAM
A	2447.7	2	guillard
A	2218.7	2	urea
B	1747.6	2	usft

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PESOF

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 14224.37

Number of Means 2 3
 Critical Range 379.1 380.5

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRATAM
A	2447.7	2	guillard
A	2218.7	2	urea
B	1747.6	2	usft



□

ANEXO J

ANOVA Y TEST DE DUNCAN A LOS TRATAMIENTOS DE LA SEGUNDA PRUEBA EN TANQUES.

SAS 11:02 Saturday, November 9, 1996

OBS	TRATAM	PESOF
1	guillard	3454.75
2	guillard	3104.48
3	usft	1940.87
4	usft	2123.54
5	guillardd	2917.92
6	urea	2681.90

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRATAM	3	guillard urea usft

Number of observations in data set = 6

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1583679.708	791839.854	22.44	0.0157
Error	3	105881.421	35293.807		
Corrected Total	5	1689561.129			

R-Square	C.V.	Root MSE	PESOF Mean
0.937332	6.947955	187.8665	2703.91000

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: PESOF

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratam	2	1583679.708	791839.854	22.44	0.0157

Analysis of Variance Procedure

Waller-Duncan K-ratio T test for variable: PESOF

NOTE: This test minimizes the Bayes risk under additive loss and certain other assumptions.

Kratio= 100 df= 3 MSE= 35293.81 F= 22.43566

Critical Value of T= 2.84605

Minimum Significant Difference= 534.68

Means with the same letter are not significantly different.

Waller Grouping	Mean	N	TRATAM
A	3279.6	2	guillard
A	2799.9	2	urea
B	2032.2	2	usft

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: PESOF

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 35293.81

Number of Means	2	3
Critical Range	597.1	599.4

Means with the same letter are not significantly different.

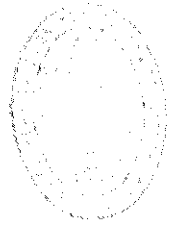
Duncan Grouping	Mean	N	TRATAM
A	3279.6	2	guillard
A	2799.9	2	urea
B	2032.2	2	usft

□

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVEAL, K. Algas marinas Primer Seminario Latinoamericano de Capacitación Pesquera, Chile, 1993, pp 19 - 26.
2. BIRD, HANISAK & RYTHER. Chemical quality and production of agar extracted from *Gracilaria Tikvahiae* grown in different Nitrogen enrichment conditions, Estados Unidos, 1981.
3. BORASO, A. Explotación de algas marinas en Argentina- Perspectivas en la utilización de ficocoloides de Rodophytas Argentinas, Instituto de Investigaciones Marina, Argentina, 1989, pp: 1 - 12.
4. BULA-MEYER G. Altas temperaturas estacionales del agua como condición disturbadora de las macroalgas del parque Nacional Tairona, Caribe Colombiano: una hipótesis, Colombia, 1990, pp: 9 - 19.
5. CHAPMAN V.J and D.J. Chapman. Seaweeds and their uses. Third edition, Chapman and Hall Ltd., London, 1980, pp: 148 -194.
6. CHARTERS. and NEUSHUL, M. Cultivo de macroalgas marinas, Universidad de California. Estados Unidos, 1977, pp: 1-24.
7. CHIANG, 1981 en : CRITCHLEY, A. Gracilaria (Rhodophytas, Garcilariales): An Economically Important Agarophyte, Estados Unidos, 1993.

8. DANIEL & TERREL. Bussines Statistics, Houghton Mifflin Company, USA, 1983, pp: 93 -116.
9. DAWES, C. Botánica marina. Limusa, México, 1986, pp: 191-253.
10. DAWSON, ACLETO and FOLDVIK. The seaweed of Perú, 1964, pp: 111 - 226.
11. DEBUSK & RYTHER. Effects of seawater exchange, pH and carbon supply on the growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in large - scale cultures, La salle Fundación de Ciencias Naturales, Ecología Marina, Venezuela, Editorial Dossat S.A., 1984, pp: 357-362.
12. DE OLIVEIRA, E. The cultivation of seaweeds for the production of agar and agaroides in Brasil. Actual state and future perspectives, Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Brasil, 1984, pp: 431- 435.
13. DE OLIVEIRA y BERCHEZ. Ensayos sobre el cultivo de alga roja *Hypnea musciformis* (Rodophyta: Gigartinales) en Sao Paulo, Univ. de Sao Paulo, Brasil, 1984, pp: 1 -9.
14. DE OLIVEIRA, E. Cultivo de macroalgas marinas en laboratorio, con énfasis en el género agarífico Gracilaria, Universidad de Sao Paulo, Brasil, 1993.
15. DE OLIVEIRA, E. El cultivo comercial de Gracilaria (Rhodophyta) una alga marina productora de agar, Universidad de Sao Paulo Brasil, 1993.



BIBLIOTECA
 LIMNOL.
 MARINA

16. DÍAZ - PIFERRER. Ecología Marina, Editorial Dossat La salle Venezuela, 1972, pp: 273 - 307.
17. EDDING, M. Factibilidad Técnica del cultivo mixto de macroalgas y moluscos. Universidad Católica del Norte, Chile, 1994, pp: 1 - 7.
18. EDDING, M. Cultivo de Gracilaria en estanques. Un proceso de domesticación, Chile, 1988, pp: 83 - 87.
19. GUERIN Y BIRD, 1987. en : TAPIA - TOMINICK, Effects of aeration period on the productivity and agar quality of Gracilaria sp. Aquaculture 64 (2): 105 - 110.
20. HERRERA, P. Informe técnico sobre Producción Chilena de Gracilaria, Confederación Nacional de Pescadores Chilenos, Chile, 1996.
21. KELEMENSI, N. Growth patterns of Kappaphycus a different levels of temperature , irradiance, salinity, and nitrogen source, Marine Ecology, W.P. Anderson Academic Press, London, 1985, pp: 251- 269.
22. LAPOINTE - MATZIE, Effects of stormwater Nutrient Discharges on Eutrophication Processes in Nearshore Waters of the Florida keys, Estados Unidos, 1996, pp: 422 - 435.
23. LAPOINTE - TOMASKO and MATZIE, W. Eutrophication and trophic state classification of seagrass communities in the Florida keys, Bulletin of Marine Science Vol. 54, No 3, Estados Unidos, 1994, pp: 696 - 714.

24. LEWIN, R. Physiology and Biochemistry of algae, Academic press, London, 1962, pp: 25 - 40.
25. LEWIN, 1966, en : DE OLIVEIRA E, cultivo de macroalgas marinas en laboratorio, con énfasis en el género agarífico *Gracilaria*, Brasil, 1993, pp: 17.
26. MACCHIAVELLO. Culture of *Gracilaria* sp: productivity and agar production, Brasil, 1989, pp: 59 - 62.
27. MARCILLO, F. Taller estadístico aplicado a la acuicultura, Ecuador, 1996.
28. MC HUGH and LANIER, B. World seaweed Industry and trade joint. ABD/FAO (SCSP infofish) Market studies Vol. 6, Filipinas, 1983, pp: 1 - 8.
29. MC PIKLANNER Y RUBBITH, 1984. en : *Gracilaria* production and utilization of products. Commission of European Communities, Belgica, 1989, pp: 194 - 197.
30. MUNTA, C. Desarrollo de cultivos mixtos: Cuando conviven Salmónidos y Algas. Revista Aquanoticias Internacional, Chile, 1993, pp: 62-68.
31. MURRAY, R. - Spiegel, Estadística 2da edición, Mc Graw- Hill/ Interamericana de España S.A., España, 1991, pp: 223 - 280.
32. ORTIZ, R. Commercial cultivation of *Gracilaria* sp used for food in Taiwan, Seaweed Symposium, Taiwan, 1989.
33. RICHARDS - RAJADURAI, 1990 en : CRITCHLEY, A. Seaweed

- Resources, Estados Unidos, 1993.
34. Revista Acuicultura del Ecuador No 1 y No 2, Cámara Nacional de Acuicultura, 1994, pp: 36 - 37.
35. SANTELICES, B. Métodos alternativos para propagación y cultivo de *Gelidium* en Chile central. Latin American Seminar on Aquaculture, Perú, 1986, pp: 1 -19.
36. SANTELICES, B and M DOTTY, 1989. en : A review of *Gracilaria* farming, Aquaculture, Estados Unidos, 1993, pp: 98 - 133.
37. SCHEFLER, Bioestadística, Fondo Educativo Interamericano, Estados Unidos America, 1981, pp: 135 - 162.
38. SCHNETTER y BULA, G. Rodophyceas nuevas para la costa Atlántica de Colombia, Colombia, 1979, pp: 71 - 85.
39. TAPIA y Tominic, J. Culture of *Gracilaria* in tanks: effect of non-continuous aeration on the growth and the productivity, Universidad de Antofagasta, Chile, 1990, pp: 1 - 5.
40. TSOKOS, M. Estadística para Biología y Ciencias de la Salud, Interamericana Mc Graw- Hill EMALSA, España, 1987. pp: 255 - 286, 351 - 382.
41. UTHING, S. Influence of Nitrogen availability on the Biochemical composition of three unicellular marine algae of commercial importance. Aquacultural engineering, 1985, pp: 175 - 190.
42. WOELKERLING, W. Ensayos sobre el estudio y selección de una



Rodophyta corallinacea y otras algas en un medio de cultivo
definido, Estados Unidos, 1983.



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA