

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

EL ALGINATO DE SODIO COMO NUTRIMENTO O
AGLUTINANTE
EN DIETAS PARA JUVENILES DE ABULÓN
Haliotis fulgens (Phillips, 1845)

Tesis.
Que como requisito
para obtener el título de **Oceanólogo** presenta:

Hugo Monje Ariza.

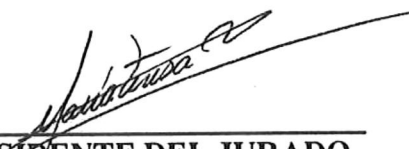
Ensenada, Baja California. Noviembre de 1994.

**EL ALGINATO DE SODIO COMO NUTRIMENTO O AGLUTINANTE
EN PARA JUVENILES DE ABULON *Haliotis fulgens* (Phillips, 1845).**

**TESIS
QUE PRESENTA:**

HUGO MONJE ARIZA

APROBADA POR:



PRESIDENTE DEL JURADO
Dra. Maria Teresa Viana Castrillón



SINODAL PROPIETARIO
MC. Juan Antonio Fernández Apango



SINODAL PROPIETARIO
Oc. Carlos Granados Machuca

RESUMEN

En el presente trabajo se demostró que es posible la sustitución del alginato de sodio por celulosa sin repercutir en la tasa de crecimiento del abulón *Haliotis fulgens*. Dos dietas artificiales con 1 y 20 % de alginato de sodio dieron resultados similares tanto en estabilidad en el agua como en crecimiento en longitud, aunque en peso resultaron ser diferentes significativamente ($P = 0.028$) al final del bioensayo. La tasa de crecimiento promedio en peso fue mayor para aquellos organismos que consumieron menor cantidad de alginato de sodio (10.5 mg/día vs. 9.7mg/día). Se discute la posibilidad de que el abulón sea capaz de degradar la celulosa de una manera eficiente, lo cual se afirma al cuantificar una elevada concentración de celulasas en los estómagos de los abulones que se alimentaron con sustitución de celulosa (2.86U vs. 1.66U). La eficiencia en la conversión alimenticia promedio fue menor en la dieta con 1% de alginato de sodio (1:0.75 vs. 1:1.12). Dicho resultado puede estar enmascarado porque se obtuvo una estabilidad similar al alimento con mayor cantidad de alginato de sodio y por ende, un consumo sobrestimado. De esta manera es posible sustituir el alginato de sodio por celulosa, en las dietas artificiales para abulón, y disminuir el costo de la ración en un 31%.

A DIOS

Que cada día que pasa me permite entenderlo más y, a la vez, me permite comprenderme a mí mismo.

A MIS PADRES

Hoy en día entiendo todo lo que me enseñaron con su comportamiento, y valoro cada detalle e instante que compartimos, alguna vez, juntos. PADRE que todavía estas con nosotros quiero decirte que te quiero. MADRE si algún día vuelvo a tener la bendición de estar junto a Tí... gracias.

A MIS HERMANOS

Daniel, Nadía, Ismael, Enrique, Rocio, Omar, Claudía, Toño, Marina y Ana.

Todos ustedes forman parte de mi corazón por siempre. A ustedes los amo y estoy orgulloso de formar parte de nuestra familia.

A MAMI

La que ha curado todas las heridas que el destino dejó, gracias. Gracias también por sacrificarte hasta ahora por todos nosotros.

Incomparables Sobrinos, Primos y Tías que han compartido conmigo su cariño y me han demostrado el valor que tiene permanecer unido con la familia.

Son todos ustedes amigos del barrio, del Carnero, que me hicieron más sencilla y agradable la vida. Aprendí de ustedes que hay que ser sincero y sencillo.

Son también mis compañeros de generación parte de lo que he llegado a ser.

A TODOS GRACIAS Y ESTOY ETERNAMENTE AGRADECIDO.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California, a la Facultad de Ciencias Marinas y al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por haber facilitado las instalaciones, el material y el personal académico para la realización de este trabajo.

A mi directora de tesis: Dra. **María Teresa Viana Castrillón**, por toda su dedicación e iniciativa en la elaboración de éste trabajo. Gracias, de usted aprendí bastante.

A mis sinodal: MC. **Juan Antonio Fernández Apango**, por la paciencia y dedicación en la revisión del escrito, además, por toda tu amistad sincera que me ofreciste desde que te conocí. Eres una gran amigo.

A Oc. **Carlos Granados Machuca**, por la dedicación en la revisión del escrito.

A mis colegas de laboratorio: **Lucy, Elda, Marco, Ruth, Angélica, Fernando, Mary, Soledad, Alejandra, Roberto, Zaúl, Pepe**, a todo el personal académico y administrativo del IIO, y al personal del almacén de la FCM, **Arturo, Nacho, Martha y Cuquis**.

A mis compañeros, que nos tratamos desde el inicio de la carrera, **Alberto, Erika (mi coma), Eduardo (el oso), Carlos (mi paisano), Miguel, Fernando, Yadira, Maurico, Miriam, Nacho, "Covas", "Mota"** y a todos los **TOTOPLOID'S**, además a **Miguel, Alejandro, Angélica y Valentina**.

A todas las personas que con su compañía, amistad y ejemplo me han motivado a seguir adelante para alcanzar mis metas.

CONTENIDO

I INTRODUCCIÓN.	1
II NTECEDENTES.	4
III OBJETIVOS.	6
IV MATERIALES Y MÉTODOS.	7
IV.1 ELABORACIÓN DE PELETS.	7
IV.2 ANÁLISIS PROXIMALES.	7
IV.3 PRUEBA DE PÉRDIDA EN PORCENTAJE DE MATERIA SECA.	9
IV.4 BIOENSAYO.	10
IV.5 CONSUMO.	11
IV.6 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ECA).	11
IV.7 TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO.	12
IV.8 ANÁLISIS ENZIMÁTICO.	12
IV.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	13
V RESULTADOS.	14
VI DISCUSIÓN.	32
VII CONCLUSIONES.	42
VIII LITERATURA CITADA.	43

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1.- Crecimiento en longitud promedio de abulones alimentados con dos dietas artificiales, TI y TII.	17
Figura 2.- Crecimiento en peso promedio de abulones alimentados con dos dietas artificiales, TI y TII.	18
Figura 3.- Tasas de crecimiento ($\mu\text{m}/\text{día}$) obtenidas después de alimentar durante 15 semanas a juveniles de abulón (<i>Haliotis fulgens</i>) con dos dietas artificiales, TI y TII.	20
Figura 4.- Tasas de crecimiento ($\text{mg}/\text{día}$) obtenidas después de alimentar durante 15 semanas a juveniles de abulón (<i>Haliotis fulgens</i>) con dos dietas artificiales, TI y TII.	21
Figura 5.- Tasa de crecimiento específico ($\%/ \text{día}$) de abulones alimentados con dos dietas artificiales, TI y TII, durante 15 semanas.	22
Figura 6.- Consumo promedio ($\text{mg}/\text{día}$) de abulones alimentados con dos dietas artificiales, TI y TII, durante 9 semanas.	26
Figura 7.- Eficiencia de conversión alimenticia (ECA) de abulones (<i>Haliotis fulgens</i>) alimentados con dos dietas artificiales, TI y TII, durante 9 semanas.	28

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1.- Ingredientes utilizados para la elaboración de los pellets. Las cantidades se expresan en porcentaje.	8
Tabla II.- Contenido proximal de las dietas sometidas a bioensayo, I y 20% de alginato de sodio, TI y TII repectivamente. Cantidades dadas en porcentaje.	15
Tabla III.- Promedio de la pérdida de materia seca de los diferentes tratamientos. Se expresa en porcentaje. El error estándar se indica entre paréntesis ().	15
Tabla IV.- Tasa de crecimiento de juveniles de abulón (<i>H. fulgens</i>) alimentados durante quince semanas con las dietas TI y TII. El error estándar se indica entre paréntesis ().	19
Tabla V.- Consumo promedio (mg/día) de las dietas, TI y TII. El error estándar se indica entre paréntesis ().	25
Tabla. VI.- Eficiencia de conversión alimenticia (ECA) obtenida con las dietas TI y TII. El error estándar se indica entre paréntesis ().	27
Tabla VII.- Actividad enzimática, de celulasas y alginasas, en abulones alimentados con TI y TII. La actividad está dada en Unidades (U).	29
Tabla VIII.- Porcentaje de sobrevivencia de organismos alimentados con TI y TII, durante 15 semanas.	31

I. INTRODUCCIÓN

En Baja California el cultivo de abulón es hoy en día una actividad que se empieza a desarrollar con éxito prometedor. Sin embargo, dado que el cultivo de este molusco necesita del apoyo científico para mejorar los rendimientos y optimizar los recursos canalizados, se ha trabajado con alimentación artificial para promover más su desarrollo. El alimento artificial debe poseer todas las características que satisfagan las necesidades del organismo, las cuales darán lugar a que un alimento se considere de buena calidad, como son: 1).- que contenga los nutrimentos necesarios para el organismo; 2).- que sea atractable y palatable con forma, tamaño y textura adecuada a los hábitos alimenticios (Farmanfarmain et al., 1982); 3).- que no se desintegre en el agua en un tiempo razonable, para que los nutrimentos esenciales lleguen al organismo.

Sabemos que el abulón es un organismo con hábitos alimenticios muy lentos (Hahn, 1989), razón por la cual su alimento artificial debe tener una estabilidad mínima en el agua de 12 h. De esta manera se asegura que los nutrimentos y micronutrimentos sean aprovechados por el abulón (Gorfine y King, 1991). El alginato de sodio es un aglutinante ampliamente utilizado en la elaboración de alimento para animales acuáticos (Heinen, 1981., Spotte et al., 1985) y diversos trabajos han demostrado que su uso ofrece resultados satisfactorios como agente aglutinante (Dominy, 1991). Su importancia radica en el lograr que el alimento artificial se mantenga estable en el agua con las características nutricionales que los organismos requieren para su desarrollo. Su inclusión varía en cantidad e importancia

dependiendo de los hábitos alimenticios del organismo al que va a ser ofrecido. En dietas para peces como las de salmón y trucha no es de tanta importancia ya que se trata de organismos muy voraces (Coll-Morales, 1982). Para el camarón se espera que el alimento permanezca estable en el agua durante 3 horas. En el abulón, con hábitos alimenticios lentos, la estabilidad es de suma importancia, ya que se espera que el alimento se mantenga estable durante 12 horas o más.

Un alto porcentaje de alginato de sodio es empleado en algunas de las dietas reportadas para abulón. Su inclusión varía desde un 20 hasta un 45 % de la ración según Bardach (1983), lo cual, constituye un aporte casi similar a la harina de pescado o su equivalente, lo que nos hace pensar que se emplea también como ingrediente, porque el alginato de sodio posee características de aglutinante en dietas artificiales para organismos acuáticos (Heinen, 1981., Spotte, 1985). Esto, apoyado por el hecho de que los abulones poseen enzimas tipo alginasas en el estómago (Oshima, 1931., Uki y Watanabe, 1992), mismas que desdoblan el alginato de sodio utilizándolo posiblemente como una fuente de energía. Los abulones se alimentan en forma natural de macroalgas marinas (Fallu, 1991), las cuales contienen gran cantidad de ácido algínico. Es por esto, que el alginato de sodio, que es un polisacárido, forma parte como nutrimento de gasterópodos en dietas artificiales (Uki y Watanabe, 1992), además de constituir un ingrediente necesario para la aglutinación y así obtener la estabilidad apropiada del alimento artificial en el agua.

El alginato es un copolímero lineal compuesto por dos ácidos urónicos, el ácido β -D manurónico y el ácido L-gulurónico. Ambos monómeros están enlazados

formando cadenas entre un 14 a 40% como polisacáridos constituyentes de la pared celular en la matriz de las algas cafés (Percival *et al.*, 1967).

El alginato de sodio es un ingrediente caro (N\$ 8/kg) y aporta uno de los costos más altos en las raciones alimenticias (Grant, 1981., Dominy, 1991), por lo que generalmente se busca que sea empleado en la cantidad mínima posible. De esta manera valdría la pena probar si es posible hacer pellets con una buena estabilidad en el agua aprovechando al máximo sus propiedades como ligante, y probar si su disminución afecta el crecimiento y/o actividad enzimática en el estómago de los organismos sometidos a dos concentraciones de alginato de sodio. El disminuir su utilización en dietas artificiales, obviamente, abaratará los costos de producción de alimento y estimulará el desarrollo del cultivo del abulón en el país.

II. ANTECEDENTES

En Baja California, el cultivo de abulón se realiza actualmente con el uso de macroalgas debido al alto costo del alimento artificial, además de ser poco accesible. Sólo en países como Japón, Nueva Zelanda, Australia, Taiwan, China, Corea y Sudáfrica se ha logrado el cultivo de abulón con alimento artificial y los logros han sido satisfactorios. Es por esto que se considera necesario el desarrollo de un alimento artificial local, a un bajo costo, para que resulte accesible para cultivadores mexicanos.

Viana, et al. (1993) y López-Acuña, (1994) reportan el desarrollo de dietas artificiales para abulón utilizando diferentes fuentes de proteína. En todos los casos obteniendo tasas de crecimiento mayor (hasta 2.6 veces) a la obtenida con alimento natural (*Macrocystis pyrifera*). Dichas dietas fueron realizadas con ingredientes locales, que incluyen subproductos pesqueros, para así lograr un alimento barato.

En especial el alginato de sodio, como ligante, en las dietas artificiales para abulón varía hasta un 45 %, lo cual constituye un aporte en cantidad, casi similar a la harina de pescado (Bardach, 1983). Tal concentración de ligante en las dietas artificiales parece ser excesiva, si tomamos en cuenta las bondades que presenta como aglutinante al aplicarlo en forma correcta. Al parecer no es la cantidad de aglutinante la que determina la buena estabilidad del pellets, sino la forma de aplicarlo e incluirlo en las dietas. Es importante tomar en cuenta la naturaleza del aglutinante, la composición de la materia prima que se utiliza y la forma mecánica de mezclarlos para

lograr los máximos rendimientos de éste (Hernández-Garibay, Comunicación personal).¹

Varios trabajos se han realizado con aglutinantes, ya sea alginato de sodio a diferentes concentraciones u otro tipo de aglutinantes como gomas, gelatinas, agar y almidón en dietas artificiales para organismos marinos (Heinen, 1981., Storebakken, 1985., Dominy, 1991., Morales-González, 1994). Al comparar resultados de otros ligantes, así como el efecto de utilizar bajas concentraciones de alginato de sodio nos condujo a probar si la disminución del aglutinante utilizado es satisfactoria tanto físicamente, en el pellets, como nutricionalmente en los abulones.

Este trabajo forma parte de una línea de investigación en alimentación artificial, para moluscos en específico para abulón; dentro del proyecto Aprovechamiento de Subproductos Pesqueros para ser Aprovechados en Acuicultura, del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO - UABC).

¹ Oc.Hernández-Garibay, Enrique. (1994). Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) Ensenada, BC.

III. OBJETIVO GENERAL

Determinar si el **alginato de sodio**, al funcionar como nutrimento o aglutinante en las dietas artificiales para abulón, puede ser sustituido para reducir el costo de alimentación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Establecer si puede elaborarse pellet con buena estabilidad reduciendo la concentración de **alginato de sodio**.
- 2.- Establecer si la dieta con una menor cantidad de **alginato de sodio** no repercute en el crecimiento de los organismos.
- 3.- Determinar el efecto que tiene la concentración de **alginato de sodio** en la actividad enzimática de los organismos, mediante el análisis enzimático del contenido estomacal.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1 Elaboración de pellets.

Para la elaboración de los pellets se utilizaron los mismos ingredientes recomendados por Viana, et al. (en prensa) (Tabla I), donde sólo se varió la concentración del alginato de sodio (0, 1, 3, 5 y 20%) reemplazándolo por celulosa (alphacel) para mantener la proporción del 100% en las dietas.

Los ingredientes se mezclaron en una batidora (Kitchen Aid Inc.) con un porcentaje menor de humedad al 60 %. Se utilizó un rodillo, una plancha de acrílico y un molde metálico para estandarizar el grosor y el diámetro (2.5 cm de diámetro por 2 mm) de la masa. Los pellets se mantuvieron a -25°C hasta su utilización.

IV.2 Análisis proximales.

La composición proximal de las dietas experimentales, 1 y 20 % de alginato de sodio identificadas como TI y TII respectivamente, sometidas a bioensayo fue determinada como sigue: las muestras analizadas fueron trabajadas por triplicado (4 a 6 g de pellets).

Para determinar humedad, muestras por triplicado fueron sometidas a peso seco constante a 104°C. El porcentaje de materia seca se calculó a partir del peso residual.

Tabla I.- Ingredientes utilizados para la elaboración de los pellets. Las cantidades se expresan en porcentaje.

Ingredientes	*TI	TII	THI	TIV	TV	TVI	TVII	TVIII
Soya	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
EAN**	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
H. Maíz	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Almidón	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
H. Alga	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
Vitaminas	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Minerales	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Cloruro de Colina	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Metionina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Alginato de Sodio	1.0	20.0	3.0	5.0	1.0	3.0	5.0	0.0
Gelatina	6.0	6.0	6.0	6.0	0.0	0.0	0.0	6.0
Celulosa	19.0	0.0	17.0	15.0	25.0	23.0	21.0	20.0

**EAN.- Ensilaje de abulón neutralizado.

*T.- Tratamientos.

Nitrógeno total se determino mediante análisis, por triplicado, con el método de Kjeldahl (AOAC, 1990). La proteína cruda fue calculada con el factor de %N x 6.25.

La determinación de lípidos totales fue hecha por triplicado (19 g cada una) en base al procedimiento de secado en columna, donde se utiliza una mezcla de metanol-cloroformo/agua como solvente de elución (Bligh y Dyer, 1959).

Para la estimación de cenizas muestras por triplicado (3 g cada una) se redujeron en una mufla a 600°C durante 18 h (AOAC, 1990).

IV.3 Prueba de pérdida en porcentaje de materia seca (Estabilidad).

Para determinar la pérdida de materia seca en el agua, se trabajó con pellets húmedos a valores de peso seco constante. A los pellets se les determinó el porcentaje de humedad por cada lote. Cuatro pellets fueron puestos a un horno a 104°C durante 24 h (Clausen, 1988). La diferencia de peso sirvió para calcular el porcentaje de humedad del lote.

La estabilidad fue calculada con base a la pérdida de materia seca a peso seco constante con respecto al tiempo de exposición en el agua (6 y 12 h). Para estandarizar la experimentación se utilizó turbulencia controlada constante mediante el empleo de un agitador Multi-Mixer (Mistral) de Lab-Line Instruments, Inc. Para esto, cada muestra constituida por un pellet húmedo, seleccionado al azar, fue puesto en

vasos de precipitados con 100 ml de agua de mar. Después del tiempo de incubación (6 y 12 h), los pellets fueron cuidadosamente recogidos con una espátula y puestos en navcillas de aluminio para obtener la pérdida de peso en porcentaje.

IV.4 Bioensayo y condiciones de laboratorio.

Doscientos veintidos juveniles de abulón (*H. fulgens*) se mantuvieron en el laboratorio con flujo de aire, y agua de mar constante a razón de 300 ml/min. Los organismos fueron distribuidos en 6 grupos, de 37 cada uno, en 6 cubetas de plástico de color oscuro, de 20 l de capacidad. Antes del inicio del experimento los organismos fueron alimentados con una dieta artificial estándar bajo las mismas condiciones, con el fin de estandarizar el procedimiento de experimentación. El efecto de las dietas, con diferente concentración de alginato de sodio 1 y 20 % (llamadas TI y TII respectivamente), fue probado durante 15 semanas de experimentación, en 2 etapas experimentales. La primera con una duración de 9 semanas donde las dietas se suministraron durante la noche (12 h), *ad libitum*, y el alimento remanente fue colectado cada día. En la segunda etapa, con una duración de 6 semanas, el alimento permaneció en las cubetas 24 h, mismo que se descartó, del cuál, no se registró el consumo. El peso corporal fue medido con una balanza electrónica (0.001 error) y la longitud de la concha con un vernier electrónico digital ($\pm 0.01 \mu\text{m}$) cada tres semanas. La temperatura registrada en las cubetas estuvo en el intervalo de 19-23°C durante el bioensayo (temperatura ambiente).

IV.5 Consumo.

El consumo se estimó como la diferencia del peso seco constante, entre el alimento ofrecido y el colectado, tras permanecer 12 h en las cubetas experimentales.

La cantidad de alimento consumido F (g) se calculó con la ecuación 1 (Uki y Watanabe, 1992):

$$F = (GS / 100) - R, \quad (1)$$

Donde: G = Alimento o dieta suministrado (en gramos), R = Alimento o dieta remanente (en gramos) después de que los abulones se alimentaron, S = Porcentaje de pérdida del alimento suministrado (obtenida de los controles sin abulones); todo calculado en peso seco.

IV.6 Eficiencia de conversión alimenticia (ECA).

Se calculó con la ecuación 2 (Uki y Watanabe, 1992):

$$ECA = W/F \quad (2)$$

Donde: W = Gramo de peso corporal ganado, F = Gramos de alimento o dieta consumida en peso seco.

IV.7 Tasa de crecimiento específico.

Para evaluar la tasa de crecimiento específico, la cual corresponde al crecimiento en peso diario con respecto al peso del organismo, se utilizó la ecuación 3 (Espe, 1993):

$$\text{TCE} = |(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial} / \text{días})| \quad (3)$$

IV.8 Análisis enzimáticos.

Para evaluar el efecto que tuvo la cantidad de alginato de sodio, sobre la presencia de alginasas y celulasas de los abulones, se llevaron a cabo análisis enzimáticos del contenido estomacal de 12 organismos, por tratamiento, escogidos aleatoriamente al terminar la segunda fase experimental de crecimiento.

La actividad de alginasas se determinó con el método descrito por Mody y Chauhan (1993) modificado. Consiste en incubar una solución de alginato de sodio, como sustrato, cloruro de potasio y enzimas. Después de 8 min la reacción se detiene con calentamiento y el producto se tiñe con fenol y ácido sulfúrico para leer a 485 nm. Una unidad (U) está definida como la cantidad equivalente a μg de glucosa producido, en 8 min de incubación, por gramo de víscera.

La actividad de celulasas se determinó por el método descrito por Worthington (1989) modificado. Consiste en incubar, a 37°C durante dos horas, una solución de

celulosa y enzimas. El producto (glucosa) se tiñe con reactivo de antrona y se lee a 625 nm. Una unidad (U) está definida como la cantidad equivalente a mg de glucosa producida, en 2 h de incubación a 37°C, por gramo de víscera.

IV.9 Análisis estadístico.

A los datos obtenidos, en las pruebas de estabilidad, se les determinó si su comportamiento se apegaba a una distribución normal y un análisis de varianza (ANOVA), con el fin de observar las diferencias entre los tratamientos. Para crecimiento se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para cada tiempo, con el fin de comparar posibles diferencias entre los promedios de la tasa de crecimiento, crecimiento relativo de longitud y peso total de los abulones a lo largo del experimento. Para dichos análisis se utilizó el paquete de computadora Sigma-Stat.

V. RESULTADOS

Análisis proximales:

Los resultados de los análisis proximales no presentó diferencias significativas ($P = 0.058$), (Tabla II). Con excepción de las proteínas los valores de ceniza humedad y lípidos fueron mayores en la dieta II. El contenido proteico en ambas dietas fue de 24.7 para el alimento TI y 23.1 % para el alimento TII.

Pérdida de materia seca:

La estabilidad de los pellets (Tabla III), de los tratamientos TI a TVIII, tomó valores cuya distribución de frecuencias se ajusta a una distribución normal, por lo cual se les aplicó un análisis de varianza paramétrico con el que se determinó no haber diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.204$). A pesar de que no se observaron diferencias significativas a las 12 h, se escogieron los tratamientos TI y TII para el bioensayo. Esto, por presentar mayor estabilidad así como errores estándar menores.

Crecimiento:

Los resultados de la prueba ANOVA muestran que los organismos alimentados, con las dietas TI y TII, no presentaron diferencias significativas en el

Tabla II.- Contenido proximal de las dietas sometidas a bioensayo, 1 y 20 % de alginato de sodio , TI y TII respectivamente. C cantidades dadas en porcentaje.

Composición	TI	TII
Humedad	47.0	52.1
Cenizas*	15.1	17.1
Proteínas*	24.7	23.1
Lípidos *	1.1	1.3

* dados en base seca

Tabla III. Promedio de la pérdida de materia seca de los diferentes tratamientos. Se expresa en porcentaje. El error estándar se indica dentro del paréntesis.

Tratamiento	6h	12h
in vitro		
TI	23.74	35.54 (5.73)
TII	35.74	42.92 (4.12)
TIII	43.61	50.94 (6.43)
TIV	44.16	52.09 (7.12)
TV	57.13	59.56 (7.38)
TVI	56.58	58.55 (7.58)
TVII	55.12	57.38 (8.30)
TVIII	53.10	51.51 (7.42)
in situ		
TI		24.89
TII		34.61

crecimiento relativo de longitud en el bioensayo ($P < 0.005$), (Figura 1). El crecimiento en peso de los abulones alimentados con las dietas TI y TII no presentó diferencias significativas ($P > 0.005$), durante la primera fase experimental de crecimiento (Figura 2). Diferencia que sólo se observó en la segunda fase, a las quince semanas, ($P < 0.005$).

La tasa de crecimiento en longitud diaria, durante el primer registro a las tres semanas, fue de hasta 80 $\mu\text{m}/\text{día}$, la cuál, disminuyó en las siguientes semanas hasta valores de 30 $\mu\text{m}/\text{día}$ (Tabla IV y Figura 3). En la segunda etapa experimental, después de la semana 9, cuando el manipuleo de los organismos disminuyó, la tasa de crecimiento mejoró al final del bioensayo, hasta valores similares al primer registro (Tabla IV).

La tasa de crecimiento en peso diario (Tabla IV y Figura 4) fue de 8 a 10 $\text{mg}/\text{día}$, para ambos tratamientos, al inicio del bioensayo. De 21 $\text{mg}/\text{día}$ para la dieta TI y de 14 $\text{mg}/\text{día}$ para la dieta TII, al finalizar a las quince semanas. De igual forma, la tasa de crecimiento específico (TCE) promedio fue significativamente mejor para TI ($P < 0.005$), con un valor de 1.20 comparado con 0.80 para TII al final del bioensayo (Tabla IV, Figura 5). Este valor indica la proporción que crece el organismo diario en porcentaje, con respecto a su peso.

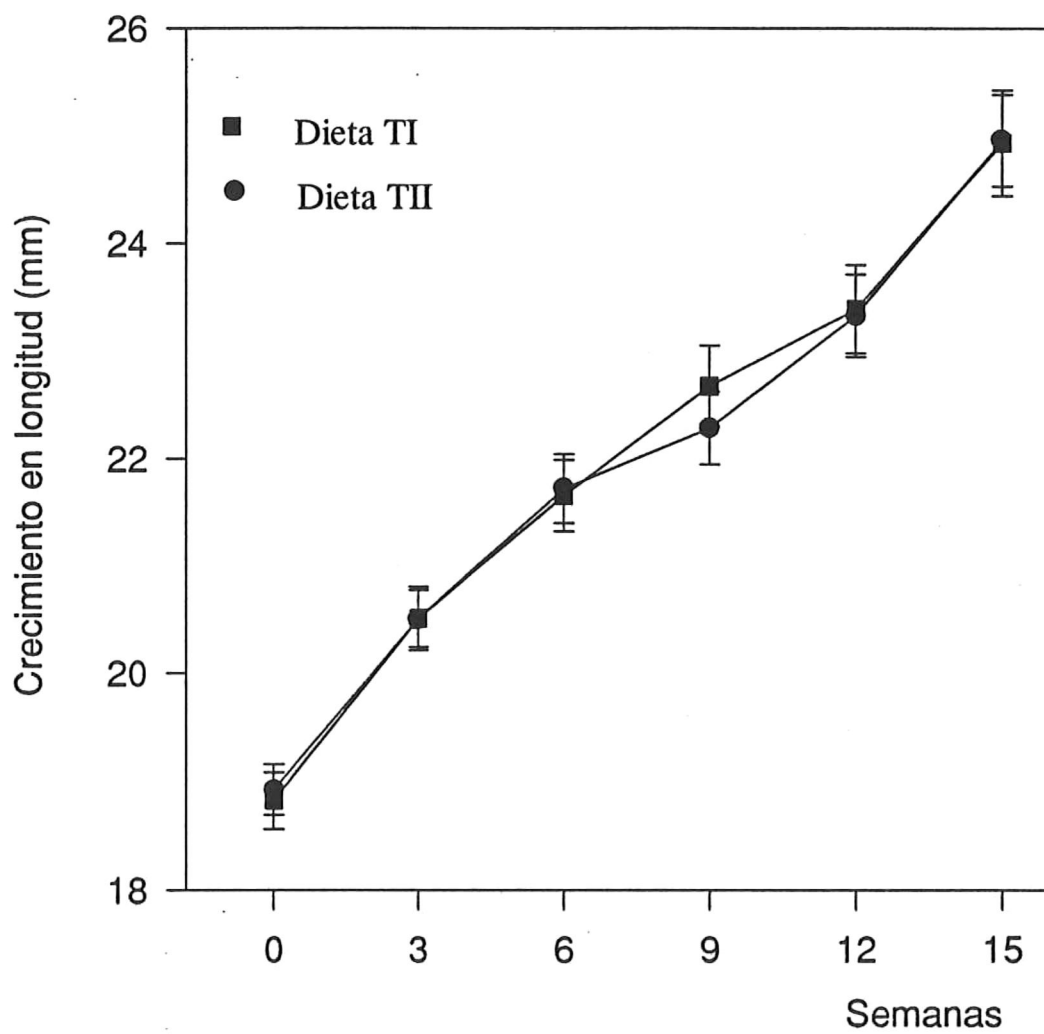


Figura 1. Crecimiento en longitud promedio de abulones alimentados con dos dietas artificiales TI y TII.

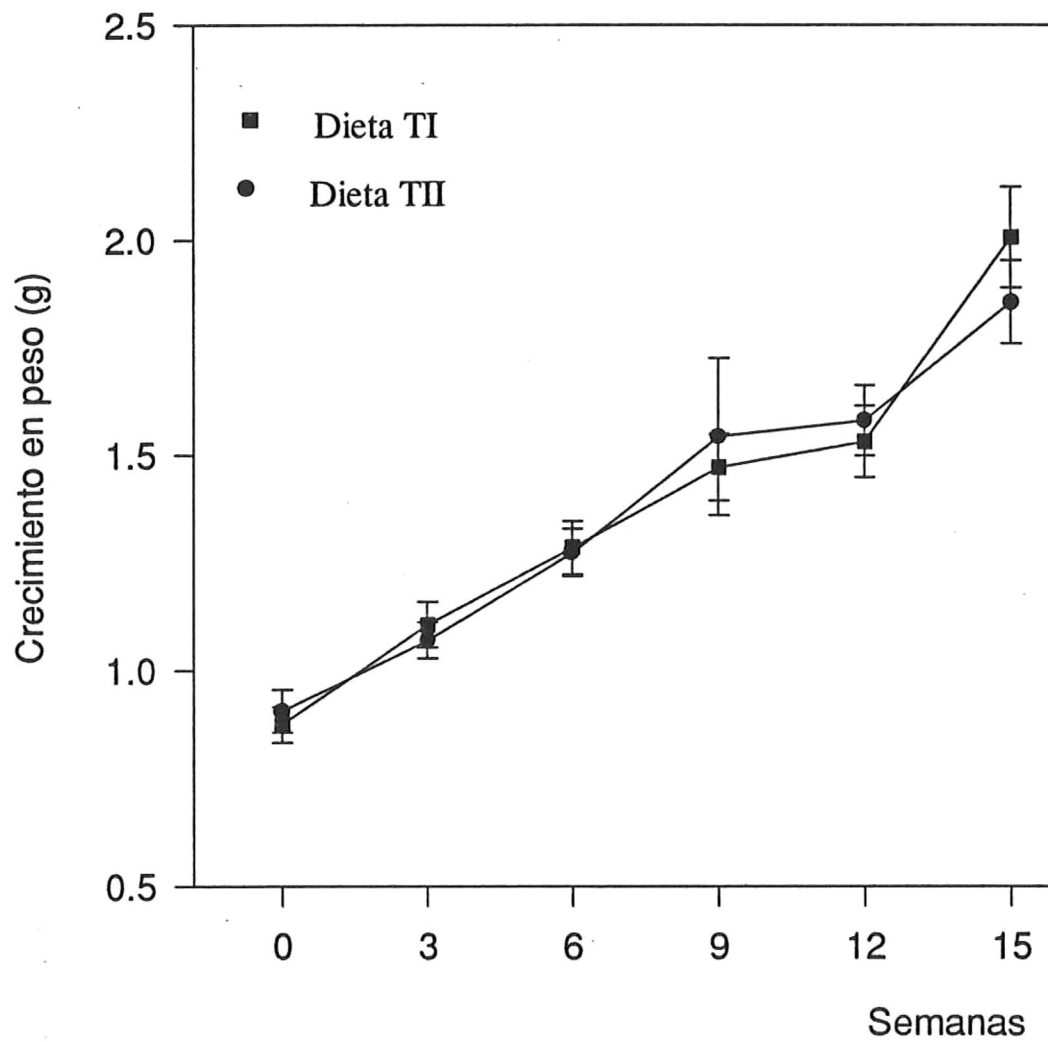


Figura 2. Crecimiento en peso promedio de abulones alimentados con dos dietas artificiales, TI y TII.

Tabla IV.- Tasa de crecimiento de juveniles de abulón (*H. fulgens*) alimentados durante quince semanas con las dietas, TI y TII. El error estándar está descrito dentro de los paréntesis ().

Dieta	No. Semanas	TASA DE CRECIMIENTO		
		$\mu\text{m}/\text{día}$	$\text{mg}/\text{día}$	$\%/ \text{día}^*$
TI	3	73.9	10.1	1.01(0.05)
	6	55.4	8.9	0.74(0.02)
	9	45.5	7.0	0.50(0.15)
	12	42.8	5.4	0.37(0.10)
	15	75.3	21.1	1.20(0.09)
TII	3	77.1	9.0	0.97(0.09)
	6	60.3	9.1	0.78(0.06)
	9	33.5	12.6	0.62(0.15)
	12	44.2	4.8	0.34(0.15)
	15	61.8	13.2	0.80(0.05)

$\%/ \text{día}$ corresponde a la tasa de crecimiento específico (TCE)

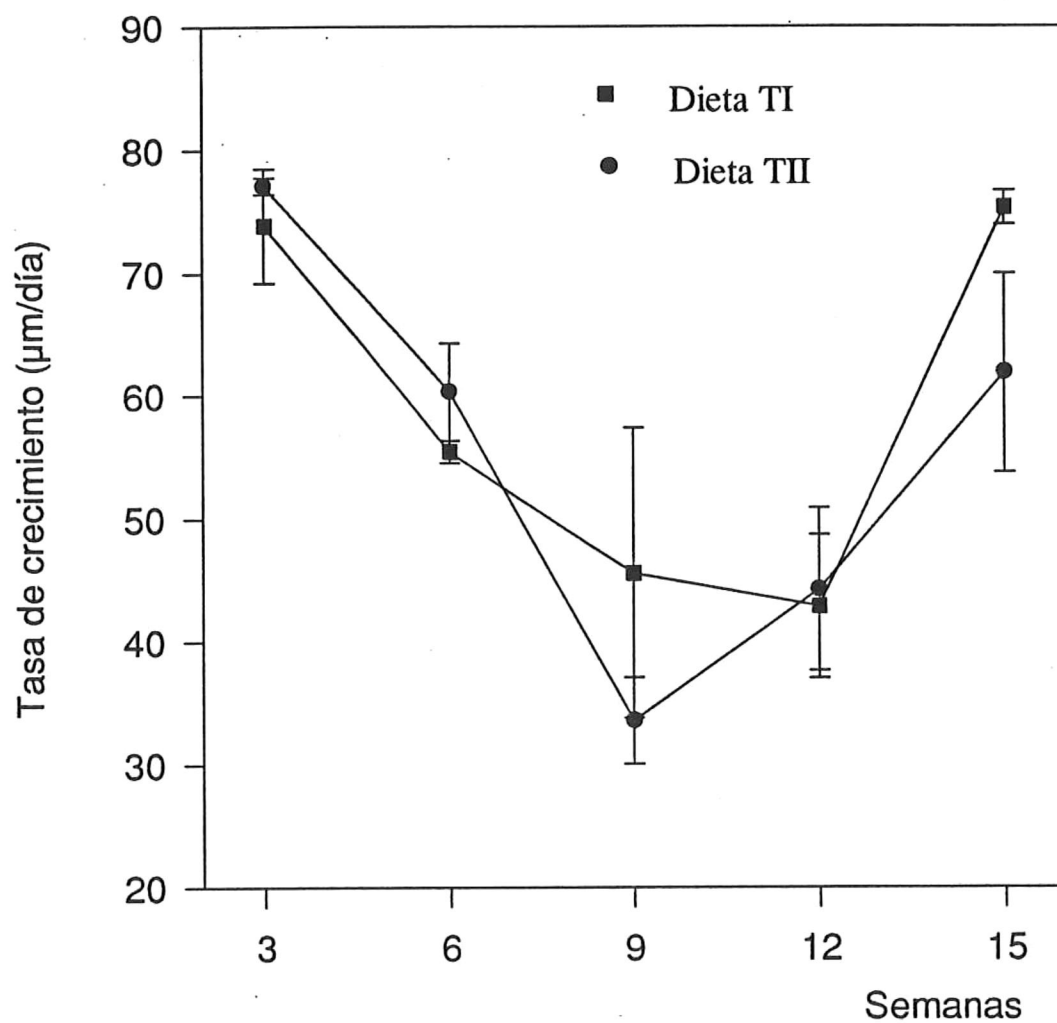


Figura 3. Tasas de crecimiento ($\mu\text{m}/\text{día}$) obtenidas después de alimentar durante 15 semanas a juveniles de abulón (*Haliotis fulgens*) con dos dietas artificiales, TI y TII.

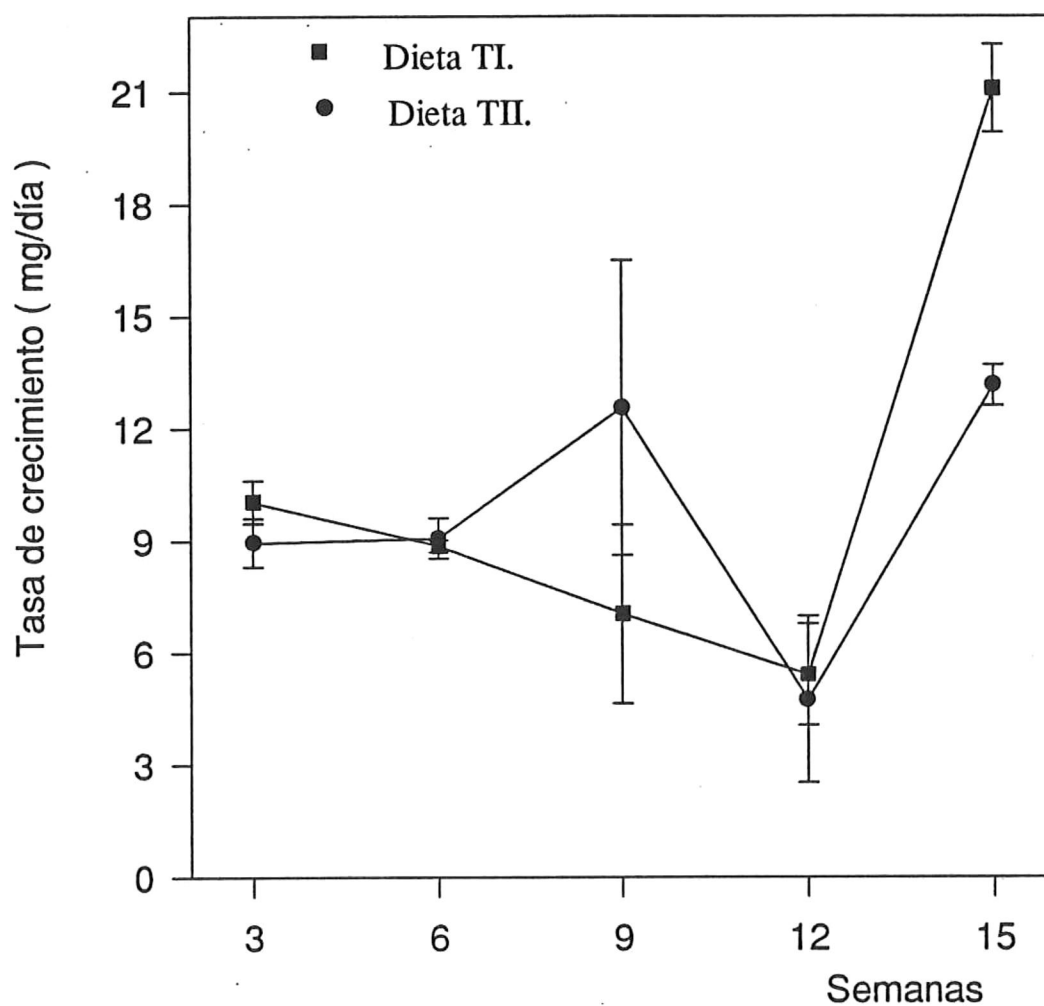


Figura 4. Tasas de crecimiento (mg/día) obtenidas después de alimentar durante 15 semanas a juveniles de abulón (*Haliotis fulgens*) con dos dietas artificiales, TI y TII.

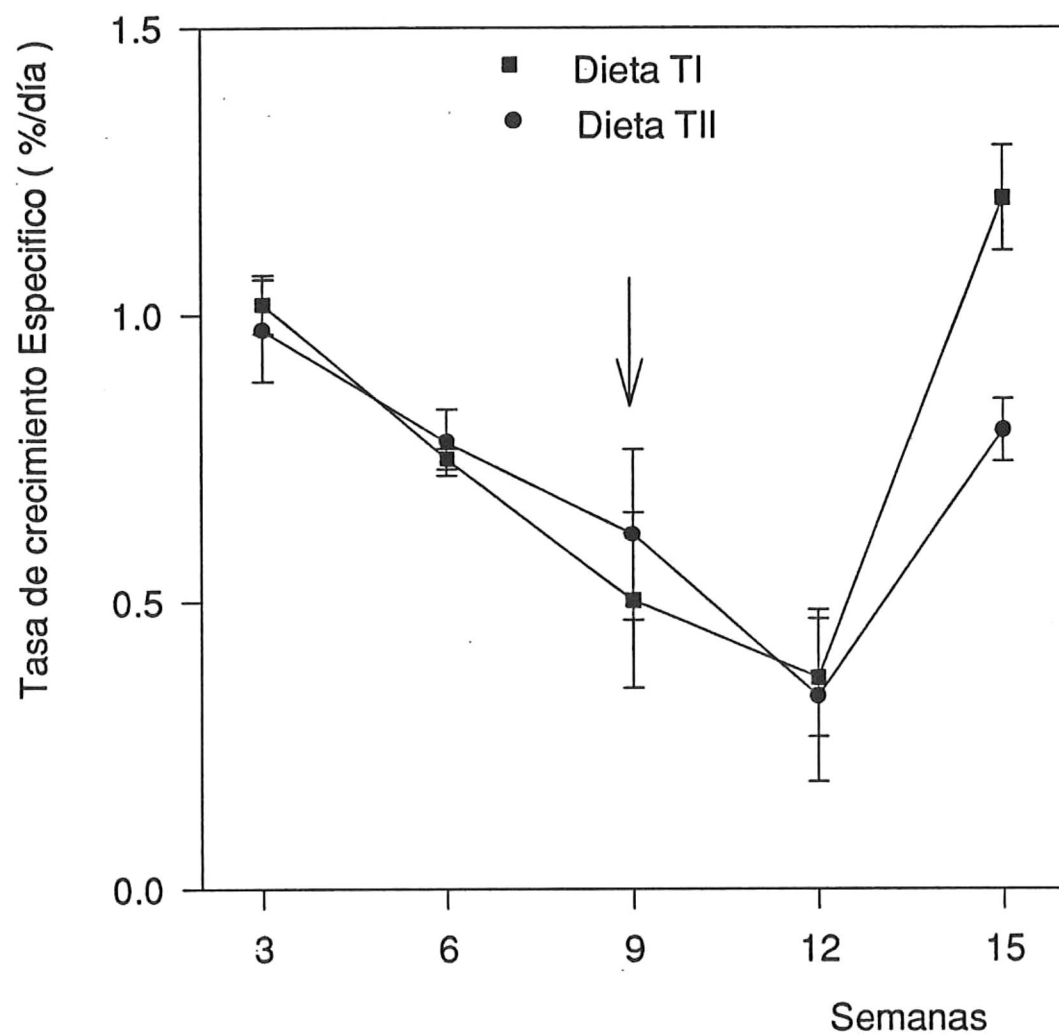


Figura 5. Tasa de crecimiento específico (%/día) de abulones alimentados con dos dietas artificiales, TI y TII, durante 15 semanas.

Consumo:

El consumo de las dos dietas suministrados en el bioensayo, presentó diferencias significativas ($P < 0.005$) con valores promedios máximos de hasta 14.5 mg/día y de 9.6 mg/día, para TI y TII respectivamente. El consumo disminuye paulatinamente hasta valores promedios mínimos de 8.7 mg/día para TI y de 6.1 mg/día para la dieta TII (Tabla V y Figura 6).

Eficiencia de conversión alimenticia (ECA):

La eficiencia de conversión alimenticia (ECA) no presentó diferencia significativa ($P = 0.199$), (Tabla VI y Figura 7). El promedio máximo (por grupo cada 3 semanas) de ECA obtenido con el alimento con TII fue de 1:1.3 en la semana 6 y el mínimo de 1:0.92 en la semana 3. Se entiende que por cada gramo de alimento consumido, en peso seco, aumentaron X g en peso húmedo. El promedio máximo de ECA obtenido con el alimento con TI fue de 1:0.86 en la semana 9, mientras que el mínimo fue de 1:0.6 en la semana 3 (Tabla VI y Figura 7).

Actividad enzimática:

Se determinó la presencia de actividad enzimática de celulasas y alginasas (Tabla VII) en el estómago de abulones. Para actividad de celulasas hubo diferencias significativas entre ambos tratamientos, TI y TII ($P = 0.05$). A mayor concentración

de celulosa mayor fue la actividad enzimática en organismos alimentados con la dieta
TI.

Tabla V.- Consumo promedio (mg/día) de las dietas, TI y TII. El error estándar se indica dentro del paréntesis ().

Semanas	TI			TII		
	3	6	9	3	6	9
Consumo mg/día	14.54 (0.64)	11.26 (0.16)	8.77 (1.52)	9.61 (0.84)	6.10 (0.58)	6.92 (0.64)
Promedio	11.52			7.54		

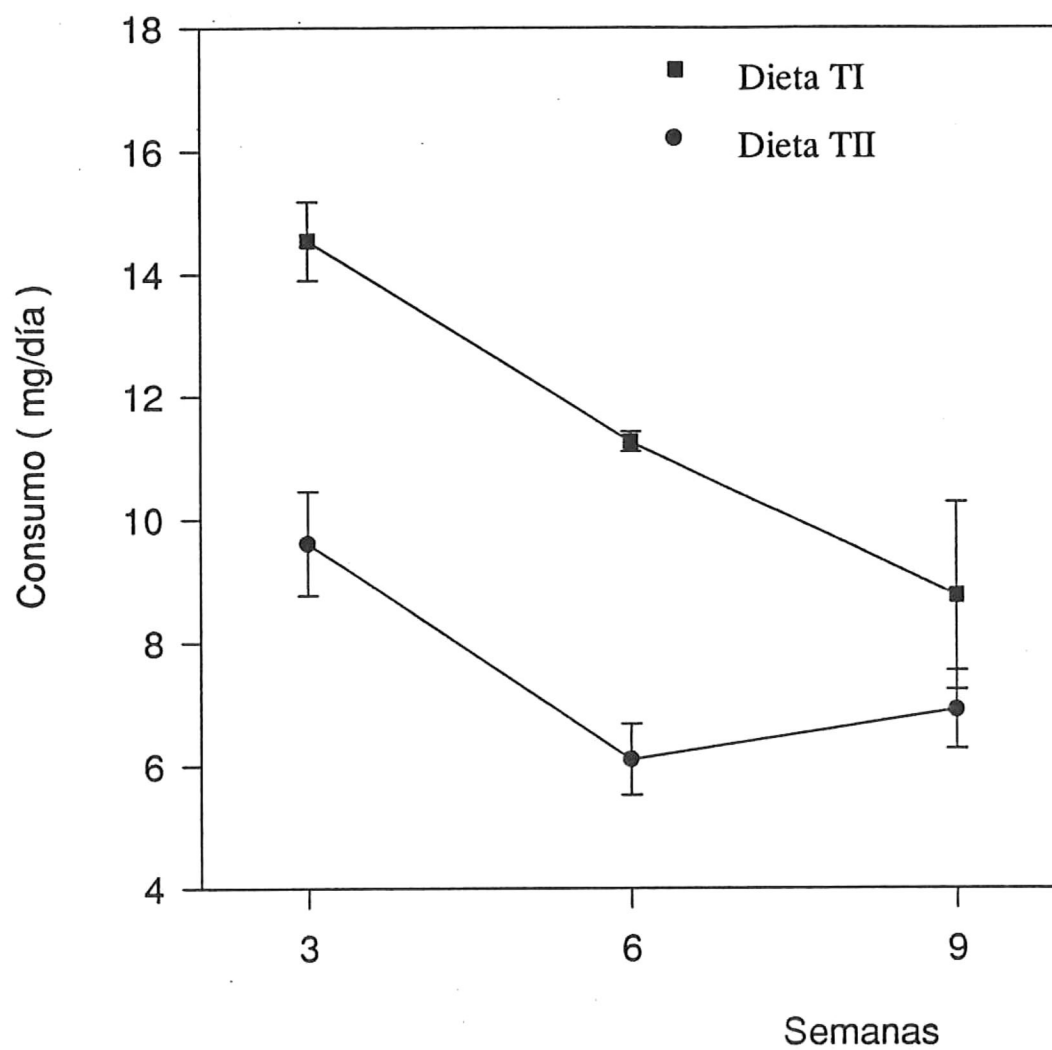


Figura 6. Consumo promedio (mg/día) de abulones alimentados con dos dietas atificiales, TI y TII, durante 9 semanas.

Tabla. VI.- Eficiencia de conversión alimenticia (ECA) obtenida con las dietas TI y TII. El error estándar se indica dentro del paréntesis ().

TI				TII		
Semanas	3	6	9	3	6	9
ECA	0.60 (0.11)	0.79 (0.02)	0.86 (0.29)	0.92 (0.02)	1.30 (0.05)	1.13 (0.35)
Promedio	0.75			1.12		

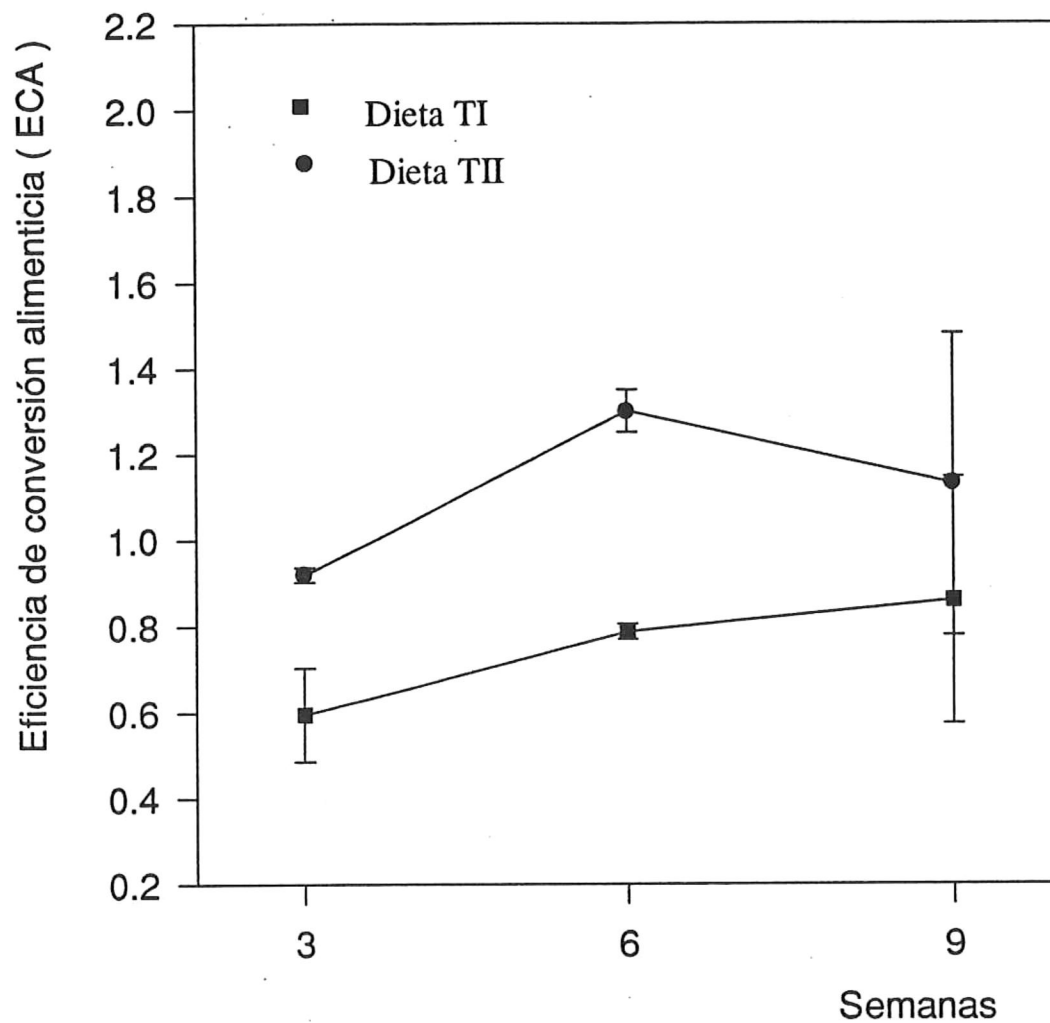


Figura 7. Eficiencia de conversión alimenticia (ECA) de abulones (*Haliotis fulgens*) alimentados con dos dietas artificiales, TI y TII, durante 9 semanas.

Tabla VII.- Actividad enzimática, de celulasas y alginasas, en abulones alimentados con TI y TII. La actividad está dada en Unidades (U).

ALGINASAS*		CELULASAS**	
TI (U)	TII (U)	TI (U)	TII (U)
0.25	0.03	2.59	1.65
0.21	0.04	3.10	1.55
0.36	0.11	0.17	2.23
0.24	0.02	4.16	1.52
0.17	0.02	2.27	2.39
0.26	0.02	4.51	1.89
0.23	0.04	3.30	0.37
0.34		2.74	
0.31			
Prom. 0.26	0.04	2.86	1.66

*.- 1U = 1 μ g glucosa producido en 8 min incubación / g víscera.

**.- 1U = 1 mg glucosa producido en 2 h incubación / g víscera.

Un comportamiento inverso resultó la actividad enzimática de alginasas, mientras mayor fue la concentración de alginato menor fue la actividad. Que también presentó diferencias significativa ($P < 0.001$). Los valores se presentan en unidades (U). Para celulasas, $1U = 1 \text{ mg glucosa producido en } 2 \text{ h de incubación/g víscera}$. Para alginasas $1U = 1\mu\text{g glucosa producido en } 8 \text{ min de incubación/ g víscera}$.

Sobrevivencia:

El índice de sobrevivencia promedio final fue de 86.5 y 93.7 para TI y TII respectivamente. La sobrevivencia del lote cinco fue de 78.4% (Tabla VIII), correspondiendo al tratamiento TI. Esta cifra, aparentemente baja con respecto a los otros lotes, se debió a una falla técnica (el lote 5 se quedó sin agua durante una noche); así como también lo afectó una descarga de hidrocarburos que contaminó todas las instalaciones de nuestro Instituto.

Tabla VIII.- Porcentaje de sobrevivencia de organismos alimentados con TI y TII, durante 15 semanas.

TI				TII		
Lote	4	5	6	1	2	3
Sobrevivencia	94.6	78.4	86.5	94.6	91.9	94.6
Promedio	86.5			93.7		

* Lote con 37 Organismos cada uno.

VI. DISCUSION

Análisis proximales:

El contenido proteico proximal del alimento fue significativamente similar para ambos tratamientos (Tabla II). Contenido que se encuentra entre el límite que se reporta como óptimo de proteína, en dietas artificiales para abulón que es del 20 al 30% (Uki y Watanabe, 1992).

Los lípidos contenidos en ambos tratamientos (1.1 y 1.3 %) son aparentemente bajos (Tabla II) si se toma en cuenta el porcentaje de grasa cruda contenida en víscera de abulón, al incluir ensilaje de abulón en un 30% (Tabla I). Según Bernal-Castro (1993) el contenido de grasa cruda en vísceras de abulón varía entre el 8 y 19%. La causa aparente de que este resultado sea bajo quizá se deba a que el ensilaje de abulón, que se utilizó en la formulación de las dietas, no haya sido homogeneizado correctamente al elaborar el alimento, o bien que haya habido una hidrólisis lipídica. Cuando las vísceras son ensiladas, se da un desprendimiento de la fase lipídica hacia la superficie, misma que recomiendan sea separada cuando el porcentaje de grasa es más alto de lo que se busca (Raa y Gildberg, 1982). En el presente trabajo el contenido de lípidos fue bajo en ambos tratamientos, por lo que no sabemos si ésto pudo haber afectado la tasa de crecimiento, sin embargo, se sabe que un porcentaje de lípidos mayor al 10% tiene un efecto antinutricional, mismo que se refleja en el crecimiento en peso en abulones (Uki y Watanabe 1992).

Estabilidad:

En el presente trabajo las estabilidades obtenidas no fueron altas. Tanto en las pruebas preliminares (Tabla III) como en los controles experimentales, el porcentaje de pérdida de materia seca rebasó una cifra estimada del 10 % para considerar un alimento con buena estabilidad.

La similitud de los valores de pérdida de materia seca entre tratamientos TI al TVIII de la prueba preliminar (Tabla III), se debió a una gran variación entre muestras, lo cual puede observarse en los errores estándar altos. Este estudio preliminar tuvo como objetivo el establecer si era posible hacer pellets con menor concentración de alginato de sodio sin reducción en la estabilidad, y de esta manera poder escoger dos tratamientos con y sin alginato de sodio. A pesar de no obtener diferencias significativas, fue posible escoger a los dos mejores tratamientos (TI y TII). Ambos presentaron un promedio de pérdida y variación menores. El tratamiento VIII sin alginato, observó una gran variabilidad con un límite máximo de 85 % de pérdida, por lo cual no era confiable su utilización. A diferencia el tratamiento I, con 1% de alginato sodio, presentó menor variación y fue escogido por contener el límite menor de alginato. Por lo tanto 1 y 20% fueron seleccionados.

Durante el bioensayo, los tratamientos con 1 y 20 % de alginato de sodio dieron un porcentaje promedio de pérdida de 24.9 y 34.6 % respectivamente. La estabilidad fue aparentemente mayor para el tratamiento con 1 % de alginato de sodio, resultado que no era esperado. Se sabe, que para aglutinar el alginato de sodio se

necesita que esté en forma soluble antes de combinarse con ciertos iones que le dan rigidez. Dicha solubilidad es obtenida cuando éste se mezcla hasta un 2% en soluciones acuosas (Hernández, Comunicación personal)², de ahí que a concentraciones mayores a ésta, el alginato de sodio, al no estar en forma soluble no presente un mayor efecto de gel. Por lo tanto, podemos decir que arriba de un 2% el alginato posiblemente ofrezca una función como ingrediente y no como aglutinante. En el tratamiento II el alginato al estar al 20 %, y por lo tanto muy difícil de solubilizarse, fue agregado en forma sólida, y esto explica su comportamiento en la estabilidad.

El alginato de sodio gelifica rápidamente en presencia de iones polivalentes (Tacon, 1989., Percival y McDowell, 1967), por lo cual, su manejo y aplicación debe ser a bajas concentraciones y libre de iones que provoquen la gelificación prematura. De esta manera se aprovecha todas las bondades de aglutinante que éste tiene y la estabilidad de los pellets es la adecuada para utilizarse en los cultivos de abulón.

El alginato de sodio se ha utilizado como ligante en experimentos anteriores con concentraciones por arriba del 10% (Uki y Watanabe, 1992., Viana, *et al.*, en prensa). Desde el punto de vista de la estabilidad en el presente trabajo se comprobó que no es necesario utilizar el alginato de sodio arriba de 1%. No obstante, la pérdida de materia seca en el agua en las dietas fueron altas, por lo que pudiera pensarse que la estabilidad esta en función de la solubilidad propia de los ingredientes utilizados.

² Oc. Hernández - Garibay, Enrique., (1994). Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) Ensenada, BC.

El grado de estabilidad que deben tener los alimentos artificiales para abulón no está determinado, pero puede decirse que una pérdida de materia seca mayor al 10% repercutirá en su nutrición y en el costo del alimento. No sólo hay que lograr la retención de los macronutrientes, sino también el retener el lavado de los micronutrientes, como proteína soluble, aminoácidos libres, vitaminas y minerales. Se ha visto que la proteína soluble es lavada de los pellets en forma independiente y a mayor velocidad que la pérdida de materia seca (López-Acuña, 1994). En el presente trabajo sólo se estimó la pérdida de la materia seca, pero se recomienda que en trabajos posteriores estén contemplados ambos aspectos para lograr una mejor calidad de las dietas artificiales, y así lograr que tanto macro como micronutrientes lleguen al organismo para mejorar su aprovechamiento.

Crecimiento:

Se reporta que el alginato de sodio se utiliza en el Japón hasta en un 45% en las dietas artificiales (Bardach, 1983). Esta alta concentración nos da idea de que es utilizado como nutriente, ya que el abulón posee enzimas tipo alginasa en el tracto digestivo (Oshima, 1931., Nakada y Sweeny, 1967). Uki y Watanabe (1992) establecen que la inclusión del alginato de sodio en un 20, 30, 40 y 50% con reemplazo de dextrina, no presenta ningún efecto positivo en el crecimiento, de tal manera que no es necesaria una inclusión mayor al 20%. En el presente trabajo se probó que entre la inclusión del 1 y 20% de alginato de sodio en la dieta, no se registró diferencia significativa en el crecimiento ($P = 0.258$).

Las tasas de crecimiento promedio aquí obtenidas fueron de 58.6 y 55.4 $\mu\text{m}/\text{día}$ para TI y TII respectivamente (Tabla IV, Figura 2). El bioensayo de crecimiento se dividió en dos etapas, la primera de crecimiento o experimental, y la segunda de recuperación. Ambas dietas mostraron tasas de crecimiento mayor al inicio del bioensayo, que disminuyeron durante la primera fase experimental (Figuras 2 y 4), y en la segunda fase alcanzaron tasas significativamente mayores de peso, 21.1 y 13.2 mg/día para TI y TII respectivamente ($P = 0.028$), al final del bioensayo. Esta última fase se llevó a cabo para medir un posible crecimiento de recuperación, después de haber estado sometidos a un estrés. Según experiencias obtenidas con anterioridad en nuestro laboratorio (Viana, *et al.*, en prensa) los abulones que han estado sometidos a un estrés por manejo presentan un descenso en su tasa de crecimiento, misma que puede ser recuperada cuando el estrés es disminuido y que es evidente aún un mes después de la reducción de dicho estrés. La tasa de crecimiento durante esta etapa de recuperación no necesariamente refleja la tasa de crecimiento real, ya que ésta será el resultado del grado de estrés. Es precisamente por esto que se recomienda que los ensayos experimentales de crecimiento para abulón tengan una duración mínima de tres meses (Taller de alimentación artificial para abulón, Tasmania Australia, 1994). Sin embargo, aún cuando en el presente trabajo la fase de recuperación no fue muy larga (6 semanas), sí podría decirse que es un tiempo considerable para lograr que se estabilise la tasa de crecimiento, además de hacer patente que las tasas de crecimiento más bajas fueron producto del estrés más no de la calidad del alimento.

Cuando se habla de la calidad del alimento pueden estar involucradas dos aspectos: mala formulación o lavado de nutrimentos. En ambos casos se desarrolla

una deficiencia nutricional (Coll-Morales, 1982) que no hubiera dado lugar a una recuperación al disminuir el estrés (Viana, *et al.*, en prensa). Las tasas de crecimiento promedio obtenidas en el presente trabajo, aún contando la posible etapa de estrés, puede decirse que son satisfactorias. De esta manera se lograría en un año, un crecimiento de 2.1 cm con TI y TII. El crecimiento promedio de abulones en el medio natural es de 2.5 cm (Hahn, 1989). Cabe añadir que este trabajo es producto de una evaluación experimental a nivel laboratorio, donde el estrés se manifiesta significativamente en el crecimiento. Por ésto, es necesario hacer pruebas a nivel comercial para poder dar cifras más reales en cuanto al crecimiento.

Se tuvo como objetivo el conocer si el alginato de sodio puede ser reemplazado por otro ingrediente. De esta manera puede decirse que la inclusión de celulosa es posible, sin afectar las tasas de crecimiento. Cabe agregar que en la última etapa de crecimiento o de recuperación el tratamiento TI dio por resultado un crecimiento en peso (mg/día) significativamente mayor, así como la tasa de crecimiento específico (%/día), (Figura 5). Desde el punto de vista económico, la sustitución del ácido algínico por celulosa repercute considerablemente en el precio, ya que de N\$ 8/kg del ácido algínico, baja a N\$ 0.32/kg de la celulosa.

El costo de las dietas aquí probadas fue de N\$ 4.70 /kg para TII y de N\$ 3.20 /kg para TI, con un ahorro del 31% al sustituir el alginato de sodio por celulosa. Estos precios se obtuvieron con costos por tonelada de los ingredientes de los tratamientos (Tabla I) y no incluyen mano de obra ni infraestructura. Si dichos costos representaran cerca del 100 % del costo de los ingredientes, estaríamos aún a un costo

menor que al del alimento más barato que existe en el mercado, que es de 3 US dólares/kg (Sea Plant Products, Sudáfrica).

Si bien el alginato de sodio constituye una fuente de energía para el abulón, en este trabajo se observó que dicho ingrediente puede ser sustituido por celulosa sin disminuir la tasa de crecimiento, resultado que se comprobó con los análisis enzimáticos, existiendo mayor actividad de celulasas en el grupo de organismos alimentados con TI reemplazado con celulosa (Tabla VI).

La sobrevivencia, en este trabajo fue un parámetro que estuvo más relacionado con fallas técnicas que directamente con el alimento (Tabla VIII). El porcentaje promedio de sobrevivencia fue de 86.5 y 93.7%, porcentaje que correspondió a 5 y 2 muertos para TI y TII respectivamente, durante el bioensayo. Dichas muertes ocurrieron en dos ocasiones, la primera, al día 6 (11 octubre 1993) de experimentación, por una descarga de hidrocarburos en el mar que afectó el sistema de abastecimiento de agua, y el segundo por un descuido en el suministro de agua, en el día 68 (12 diciembre 1993). Aunque dichas muertes no son atribuidas al tipo de alimentación, este tipo de problemas se tienen que evitar en su mayoría en cultivos de organismos, donde se lleven a cabo los bioensayos, para disminuir el estrés y minimizar la mortalidad, así se garantiza la calidad de los trabajos.

Consumo:

Los resultados de consumo promedio registrados, en los dos tratamientos (TI y TII) mostraron diferencias significativas. La dieta que dio por resultado el crecimiento más alto (TI) fue aquella que presentó un mayor consumo promedio (Tabla V y Figura 6) aunque menor eficiencia de conversión alimenticia (Tabla VI y Figura 7). El hecho de que un organismo crezca con una eficiencia menor está directamente relacionado con la ingestión del alimento, reflejado probablemente por una mayor gustocidad y no precisamente con la calidad.

El consumo de alimento artificial en abulón con respecto a su peso se reporta con un intervalo entre el 2 y 10 %, consumo que depende de la temperatura del agua y de la edad del organismo (Hahn, 1989). En este trabajo se obtuvo que el consumo de ambos tratamientos correspondió del 1.35% al 1.62% del peso. Ambos consumos son inferiores a los reportados como normales. De esta manera no podemos asegurar que el consumo real esté correctamente evaluado, y si estuviera subestimado, entonces obtendríamos valores inferiores de eficiencia alimenticia.

Eficiencia de conversión alimenticia (ECA):

Los valores de ECA promedio obtenidos fueron de 0.75 y 1.12 para TI y TII respectivamente, que pueden considerarse como aceptables, sin embargo, al ser el reflejo de la estimación del consumo, dependen de la confiabilidad de este en relación a la estabilidad obtenida en los pellets.

Actividad enzimática:

Con la presencia de alginasas se confirma que el alginato de sodio es utilizado por los abulones como fuente de energía. En ambos grupos se observó la presencia de alginasas, siendo significativamente más alta en aquel grupo donde se alimentó con menor alginato de sodio. Una respuesta contraria se observó con la actividad de celulasas siendo significativamente mayor al aumentar la concentración de celulosa (Tabla VII). Este efecto nos indica una respuesta positiva hacia el ingrediente, fenómeno que es esperado cuando un alimento es aceptado. Los moluscos presentan en su sistema digestivo bacterias y protozoos simbioses que contribuyen a la digestión de la celulosa (Livingstone y Zwaan, 1983). La diferencia entre ambas respuestas no puede ser del todo explicada, sin embargo, pudiera pensarse que se tratara de una enzima que fuera sensible a la degradación de ambos substratos, o que las bacterias productoras de enzimas que degradan el ácido algínico presentan además otras funciones fundamentales en el organismo aparte de producir las alginasas. Con los resultados obtenidos hasta aquí resulta difícil asegurar cual de estos dos ingredientes es mejor nutrimento.

Si bien con esto se concluye que tanto el ácido algínico como la celulosa son fuentes nutricionales para el abulón, las cuales son encontradas en el alimento natural, no hay que olvidar que cuando estos ingredientes son ofrecidos en una dieta artificial, siempre resulta en un crecimiento mejor que con el alimento natural (Hahn, 1989). Esto, posiblemente debido no solo a la alta concentración y calidad de la proteína sino también a la alta concentración de ingredientes por gramo, al contenido de las

macroalgas que presentan una elevada cantidad de agua, disminuyendo en ellas la concentración de ingredientes por gramo. Aparte, se sabe que los abulones aceptan fácilmente proteína animal (aquí se utilizó ensilaje de víscera de abulón como parte de la ración alimenticia, Tabla I). Por ésto, pudiera pensarse que el abulón responde como un organismo omnívoro más que herbívoro ya que su organismo está adaptado para degradar carbohidratos estructurales y proteína animal en altas concentraciones. También hay que resaltar la importancia de estudiar más a fondo los requerimientos nutricionales específicos del abulón, para aumentar sus tasas de crecimiento a un costo menor a las actuales.

Recomendamos reducir el uso del alginato de sodio para aprovechar sus cualidades como aglutinante, y emplear fuentes de carbohidratos estructurales más baratas, como en este caso, la celulosa.

VII. CONCLUSIONES:

El alginato de sodio es un nutrimento para el abulón que puede ser sustituido por celulosa sin afectar la tasa de crecimiento.

Como aglutinante, se encontró que el alginato de sodio, puede reducirse a un 1% sin disminuir la pérdida de materia seca, cuando se expone 12 horas en el agua.

La concentración de 1% de alginato de sodio (reemplazado con celulosa) presentó repuesta positiva enzimática de celulasas, demostrando que es también degradado como el alginato de sodio.

Se puede disminuir la cantidad de alginato de sodio, hasta un 1%, para economizar (en un 31% en la elaboración de alimento artificial).

VIII. LITERATURA CITADA:

Association of Official Analytical Chemist (AOAC.), (1990). **Official Methods of Analysis**. Association of Analytical Chemist. 15th Ed. Washington, DC, USA., 2290 pp.

Bardach, R. M., (1983). Cultivo de Gastrópodos Marinos, en Especial Abulón. En: A. G. T. (Eds). **Acuicultura. Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce**, John Wiley. México, D. F. pp. 644-650.

Bernal-Castro, R. M., (1993). Variación de la composición química proximal de la víscera de abulón durante la época de su captura en Baja California. Tesis de licenciatura **Universidad Autónoma de Baja California**, Tijuana, B.C., México, 42 pp.

Bligh, E.G. y Dyer, W.J., (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, 37 (8): 911 - 917.

Clausen, E., (1988). Kurshefte i Biokjemi for Fiskerifagstudenter. Norges Fiskerihøyskole. Tromsø, Norge. 45 pp.

Coll-Morales, J., (1982). **Acuicultura Marina Animal**. Mundi - Prensa (Ed). Madrid, España, pp 103 - 310.

Dominy, W., (1991). Performance of binders in pelleted shrimp diets. En: D M. Akiyama y R. Tan (Eds). **Proccedings of Aquaculture Feet Processing and Nutrition Workshop**. Soybeans American Soybean Association. Republic of Singapore. pp. 13-21.

Espe, M., (1993). Studies on the utilization of pre-digested fish proteins in Atlantic salmon (Salmo salar). **Tesis para obtener el grado de Doctor Scientiarum** en la Universidad de Bergen y el Institute of Nutrition Directorate of Fisheries, Bergen, Noruega.

Fallu, R., (1991). Abalon farming. Fishing New Books. England. pp. 1-17.

Farmanfarmaian, A., Lauterio, T. y Ibe, M., (1982). Improvement of the stability of commercial feed pellets for the giant shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*). **Aquaculture**. 27 (1): 27 - 41.

Gorfine, H. y King, R., (1991). New food for abalon. **Austacia Aquaculture**, 5 (11): 40.

Grant, J. F., (1981). Abalone culture in Japan: Development and current comercial practice. **Tasmania Fish. Pesq. Lab**. 23: 2 -17.

Hahn, O. K., (1989). Nutrition and growth of abalone. **En: K. Hahn (Ed). Handbook of culture of abalone and other marine gastropods** CRC Press, Boca Raton, FL, USA. pp. 135- 180.

Heinen, J. M., (1981). Evaluation of some binding agents for crustacean diets. **Prog. Fish. Cult.** 43 (3): 142 - 150.

Hernández, E., (1994) Comunicación personal. Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP). AP. 453. CP. 22860 Ensenada, BC.

Knauer, J., Britz, P.T. y Hecht, T., (1993). The effect of seven binding agents on 24 hour water stability of an artificial weaning diet for the South African abalone, *Haliotis midae* (Haliotidae, Gastropoda). **Aquaculture.** 115: 327-334

López-Acuña, L. M., (1994). Desarrollo de Dietas Artificiales para Abulones Juveniles de *Haliotis fulgens* (Phillips, 1845), Utilizando Diferentes Fuentes de Proteína. Tesis de maestria, **Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C., México, x pp.

Livingstone, D.R. y Zwaan, A.D., (1983). Carbohydrate Metabolism of Gastropods. **En: K.M. Wilbur, P.W. Hochahka.(Eds). Metabolic Biochemistry and Molecular Biomechanics.** Academic Press, Inc. London. Vol. 1. pp 177-230.

Mody, K. y Chauhan, V. D., (1993). Alginase from marine bacterium. **Botanica Marina**, 36(6): 477 - 480.

Morales-González, S., (1994). Estabilidad de Pellets con Dos Tipos de Aglutinantes en Dietas para Abulones. Tesis de licenciatura **Universidad Autónoma de Baja California**, Ensenada, B.C., México. 35pp.

Nakada I. H. y Sweeny, P.C., (1967). Alginic Acid Degradation by Eliminases from Abalone Hepatopancreas. **The Journal of Biological Chemistry**. 212 (5): 845 - 851.

Oshima, K., (1931). Digestive enzymes appeared in abalone viscera. **J. Agric. Chem.** 7,328 - 31.

Percival, E. J. y McDowell, R.H., (1967). Alginic Acid. **En: Chemistry and Enzymology of the Marine Algal Polisaccharides**. Academic Press, Ed. London. pp 99 - 124.

Raa, J. y Gildberg, A., (1982). Fish Silage: A review **En: CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 116: 343 - 419.

Spotte, S. Stake, P.E., Bubucis, P.M. y Buck, J.D., (1985). Alginate and gelatin bound foods for exhibit fishes. **Zoo. Biology**. 4: 33-48.

Storebakken, T., (1985). Binders in fish feeds. II. Effect of different alginates on the digestibility of macronutrients in rainbow trout. **Aquaculture**, 60: 121 - 131.

Tacon, A. G. J., (1989). Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones Cultivados. Manual de Capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO - ITALIA). Brasilia, Brasil.

Uki, N. y Watanabe, T., (1992). Review of the nutritional requirements of abalone (*Haliotis spp*) and development of more efficient artificial diets. **En: Abalone of the world**. S. A. Shepherd., M. J. Tegner, y S.A.Guzmán del Proó. (eds.) Biology, Fisheries and Culture. Fishing New Book, Oxford, pp. 504 - 517.

Viana, M. T., López, L. M. y Salas, A., (1993). Diet development for juvenile abalone *Haliotis fulgens*: Evaluacion of two artificial diets and macroalgae. **Aquaculture**. 117: 149 - 156.

Viana, M.T., López, L.M., García-Esquivel, Z., y Mendez, E. (199). The use of silage made from fish and abalone viscera as an ingredient in abalone feed. **Aquaculture**, (en prensa).

Worthington. (1979). Enzymes and related biochemical. Millipore Corporation, Bedford, Mass. pp. 35 - 36.