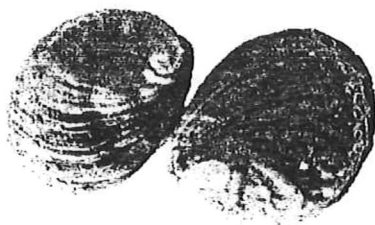


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS



**"ALTERNATIVAS PARA SUSTITUIR LA HARINA DE
MACROCYSTIS DE LAS DIETAS BALANCEADAS PARA
ABULÓN AZUL (*Haliotis fulgens*)."**



TESIS
QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO
DE OCEANÓLOGA PRESENTA:

ROSALBA NAVA GUERRERO

Ensenada, Baja California. Abril del 2002.

RESUMEN

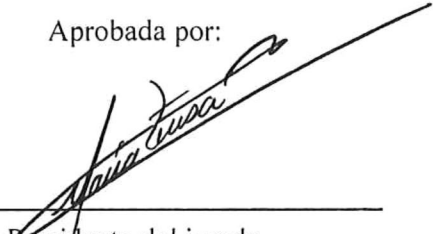
Como alternativas para sustituir la harina de *Macrocystis sp.* del alimento balanceado para el abulón azul *Haliotis fulgens*, por el alto costo de la misma se utilizaron la harina de mosto de uva y la harina de alfalfa las cuales son subproducto y producto regional respectivamente con un costo mínimo o menor a la de harina de *Macrocystis sp.*. Se realizaron cinco tratamientos para cada experimento además de un control con 100 por ciento de harina de *Macrocystis sp.*, aumentando el porcentaje de sustitución de la harina de *Macrocystis sp.* partiendo de un 33% de la dieta total, con el objetivo de medir un posible efecto en el crecimiento del abulón por la inclusión de la harina de mosto de uva o de alfalfa. En el experimento con harina de mosto de uva se detectaron diferencias en el incremento en peso ($P=0.04$), donde los tres primeros tratamientos fueron mayores e iguales entre si que los dos últimos. Se encontró que se puede sustituir la harina de *Macrocystis sp.* por harina de mosto de uva en un 16% de la dieta total sin tener un efecto negativo en el crecimiento de los organismos. En el experimento de harina de alfalfa no se logró concluir en forma definitiva, ya que la alta mortalidad registrada a partir del segundo mes de experimentación no lo permitió, sin embargo no se detecto un efecto negativo en el crecimiento del abulón por la inclusión de la harina de alfalfa a los 60 días de experimentación.



"ALTERNATIVAS PARA SUSTITUIR LA HARINA DE *MACROCYSITS* DE
LAS DIETAS BALANCEADAS PARA ABULÓN AZUL (*Haliotis fulgens*)."

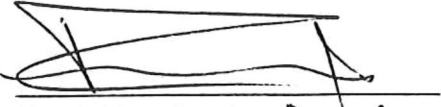
T E S I S
QUE PRESENTA:
ROSALBA NAVA GUERRERO

Aprobada por:




Presidente del jurado

Dra. Ma. Teresa Viana Castrillón



Sinodal Propietario
Mc. Roberto Escobar Fernández.



Sinodal Propietario
Dra. Lys M. López Acuña.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ma. Teresa Viana por ser además de una excelente directora, una extraordinaria persona, de la cual aprendí mucho por su gran ejemplo y apoyo incondicional.

A los sinodales Mc. Roberto Escobar y Dra. Lus López, por sus sugerencias e infinita colaboración en la realización del presente trabajo.

A Jessy y July por que siempre estuvieron dispuestas a ayudarme cuando lo necesite.

A todo el equipo de Feed Haliotis por brindarme su amistad y apoyo durante la realización de este trabajo.

A la Facultad de Ciencias Marinas e Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por ayudar a mi formación profesional por medio de su excelente personal e instalaciones.



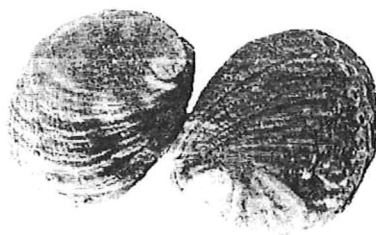
Gracias Dios por haberme ayudado a dar este paso tan importante en mi vida.

Dedico esta tesis con mucho cariño a Israel e Israelito por ser la causa de mis esfuerzos, agradeciéndoles todo el amor y paciencia que me brindaron en estos años de estudio.

A Ivan por apoyarme durante todo este tiempo con Israelito, ya que estuviste ahí en el momento en que te necesite.

A todos mis amigos por su apoyo y haber hecho que este tiempo fuera muy agradable.

A mis papas y hermanos por depositar tanta confianza en mi la cual me ayudo a seguir adelante con mis estudios.



INDICE

	Página
Indice	V
Lista de Tabla	VI
Lista de Figuras	VII
Introducción	
Generalidades	1
Antecedentes	5
Justificación	10
Objetivos	11
Materiales y Métodos	12
Experimento I	20
Experimento II	21
Resultados	25
Experimento I	26
Experimento II	37
Discusiones	46
Conclusiones	53
Literatura Citada	54

Lista de Tablas

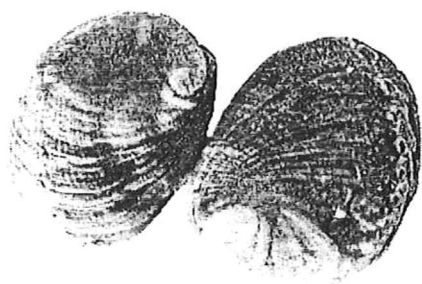
	Página
Tabla I .- Porcentaje de los ingredientes de las dietas con harina de alfalfa y mosto de uva.	.....13
Tabla II .- Análisis Proximales de las tres diferentes harinas utilizadas en la elaboración de los tratamientos.	.....26
Tabla III .- Análisis proximales de los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en el experimento I con harina de mosto de uva.	.....27
Tabla IV .- Porcentaje de estabilidad para los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón azul en el experimento I con harina de mosto de uva.	.....28
Tabla V .- Crecimiento general en el abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en el experimento I con harina de mosto de uva.	.....30
Tabla VI .- Pendientes de las curvas de crecimiento (g) y talla (mm) de los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en el experimento I con harina de mosto de uva.	.....32

Tabla VII .- Ingestión diaria (g/100g) en los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en el experimento I con harina de mosto de uva.	.....35
Tabla VIII .- Eficiencia de conversión alimenticia en el experimento I con harina de mosto de uva.	.....36
Tabla IX.- Análisis proximales de los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en el experimento II con harina de alfalfa.	.....38
Tabla X.- Porcentaje de estabilidad para los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en el experimento I con harina de alfalfa.	.....38
Tabla XI.- Crecimiento general en abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) experimento II con harina de alfalfa	.....40
Tabla XII.- Ingestión diaria (g/100g) en los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en el experimento I con harina de mosto de alfalfa.	.....44
Tabla XIII.- Eficiencia de conversión alimenticia en el en el experimento I con harina de mosto de alfalfa.	.....45

Lista de Figuras

	Página
Fig.1 Crecimiento del abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en el ensayo preliminar con harina de mosto de uva.	.....9
Fig.2 Malla utilizadas para medir estabilidad.	.....14
Fig.3 Sistema de recirculación de agua y cámara de crecimiento.	.....22
Fig.4 Balanza y vernier digital utilizados para la evaluación del crecimiento.	.....23
Fig.5 Harinas utilizadas en la elaboración de los tratamientos en el experimento con harina de mosto de uva.	.....25
Fig.6 Muestras de los diferentes tratamientos en el experimento II con harina de mosto de uva.	.....27
Fig.7 Crecimiento total en peso (g) con harina de mosto de uva.	.....31
Fig.8 Crecimiento total en talla (mm) con harina de mosto de uva.	.....31
Fig.9 Incremento total en peso (g) con harina de mosto de uva.	.....32
Fig.10 Incremento total en talla (mm) con harina de mosto de uva.	.....33
Fig.11 Porcentaje del incremento en peso con harina de mosto de uva con relación a su peso corporal.	.....33
Fig.12 Porcentaje del incremento en talla con harina de mosto de uva Con relación a su talla.	.....34
Fig.13 Ingestión diaria (g/100g) con harina de mosto de uva.	.....35
Fig.14 Eficiencia de conversión alimenticia con harina de mosto de uva.	.....36
Fig.15 Muestras de los diferentes tratamientos en el experimento I con harina de alfalfa.	.....37
Fig.16 Crecimiento total en peso (g) con harina de alfalfa.	.....41
Fig.17 Crecimiento total en talla (mm) con harina de alfalfa.	.....41
Fig.18 Incremento total en peso (g) con harina de alfalfa.	.....42
Fig.19 Incremento total en talla (mm) con harina de alfalfa.	.....42
Fig.20 Porcentaje del incremento en peso con harina alfalfa con relación a su peso corporal.	.....43

Fig.21 Porcentaje del incremento en talla con harina alfalfa con relación a su talla.	.....43
Fig.22 Ingestión diaria (g/100g) con harina de alfalfa.	.....44
Fig.23 Eficiencia de conversión alimenticia con harina de alfalfa.	.....45



INTRODUCCIÓN

I.1.- GENERALIDADES

I.1.1.- BIOLOGÍA

El abulón es un gasterópodo perteneciente a la familia Haliotidae y al género *Haliotis*. Existen cerca de 200 especies descritas que abarcan casi todas las regiones del mundo (Geiger, 2000). El género reúne las principales características de la familia, la concha es univalva de forma uniforme y oval-circular. Dorsalmente muy convexa y notablemente aplanada, con una hilera antero-lateral de poros respiratorios adyacentes a la cavidad branquial y extremadamente abierta. Las estructuras sensoriales epipoidales están generalmente bien desarrolladas, el cuerpo notablemente aplanado y la masa visceral confinada hacia la última espira (Cox, 1962).

Los abulones se localizan en zonas rocosas, prefiriendo costas expuestas al oleaje, donde diversas especies de algas café y rojas forman comunidades. Dependiendo del estadio de su ciclo de vida ocupan diferentes hábitats en los arrecifes donde viven. La naturaleza física del fondo marino donde habitan, juega un papel importante en la sobrevivencia. Un substrato rocoso con tamaño apropiado y configuración provee la protección necesaria para evitar una fácil depredación (Secretaría de pesca, 1994).

En la etapa larval las reservas vitelinas son suficientes para cubrir los requerimientos energéticos durante esta fase (McShane, 1992). Las postlarvas y juveniles temprano (menores de 5mm) se alimentan de algas rojas incrustantes y diatomeas. Conforme crecen van dependiendo principalmente de macroalgas como

diatomeas. Conforme crecen van dependiendo principalmente de macroalgas como alimento. Generalmente los abulones adquieren gradualmente la capacidad de alimentarse de macroalgas alrededor de los 10mm de talla (Cox, 1962).

I.1.2.- IMPORTANCIA ECONÓMICA Y CULTIVO

El abulón (*Haliotis spp.*) es un molusco de origen marino que posee una gran demanda en el mercado internacional, cotizándose a un alto valor comercial, por lo que en la mayoría de los países donde existe esta pesquería han sufrido la disminución de las capturas del abulón silvestre, lo cual los ha llevado a generar infraestructura y tecnología para su cultivo (Gordon *et al.*, 2001).

La captura de abulón en México se lleva a cabo en los litorales de la costa del Pacífico de la Península de Baja California, la cual ha mostrado un decremento continuo y pronunciado, desde el inicio de su comercialización (Secretaría de Pesca, 1994). Como una medida de control, desde 1986 se otorgaron concesiones para el aprovechamiento del abulón a las Cooperativas pesqueras, donde las medidas de cultivo y repoblación se convirtieron automáticamente en obligatorias. Estas medidas no han resultado efectivas ya que las poblaciones naturales han seguido disminuyendo. De igual manera desde hace 4 o 5 años las cooperativas dejaron de cumplir con la obligación de repoblación del abulón, ya que mostraron ante la Secretaría de Pesca que dicha medida no estaba dando resultado, mientras que una mejor medida en el control de pesca podría dar mejores resultados a un costo menor. De cualquier manera, se considera que el cultivo del abulón representa una alternativa real para incrementar los volúmenes de producción de este recurso, debido a que la pesquería requiere de

acciones de fomento y el mercado exige un mayor abasto de este producto así como nuevas presentaciones (Secretaría de Pesca, 1994). Actualmente en México existen 21 Cooperativas pesqueras que explotan 400 toneladas de abulón, así como dos empresas B.C. Abalone S.A. de C.V., y Abulones Cultivados S.A. de C.V. que se dedican al cultivo comercial (Mario Ramade, comunicación personal)¹.

De acuerdo con Ebert (1991), las especies de abulón que se cultivan y comercializan en California, USA, son el abulón rojo, abulón amarillo y el abulón azul, constituyendo el abulón rojo el 95% de la producción obtenida. En México son también estas las especies que presentan interés comercial para su cultivo, predominando el abulón rojo y azul casi en partes iguales, habiendo un primer intento en el cultivo del amarillo (B.C. Abalone, comunicación personal)².

El cultivo de abulón se enfrenta a varios retos que superar, entre los que están: genética, salud, nutrición, reproducción, entre otros. ya que a pesar de que la producción lleve varios años, es posible observar que no hay una continuidad en la producción por falta de organismos maduros, mortalidades inexplicables, diferencias en tallas de crecimiento entre lotes, entre otros (B.C. Abalone, comunicación personal)².

Estudios de preferencia alimenticia de abulón en laboratorio indican que 4 especies de Norteamérica (*H. rufescens*, *H. corrugata*, *H. fulgens* y *H. kamtschatkana*) prefieren las algas laminariales, que son las más abundantes, mientras que especies de Australia (*H. roei*, *H. laevigata* y *H. rubra*) prefieren algas rojas. Estudios de campo y de laboratorio en algunas de las especies de *Haliotis* han mostrado una gran variabilidad

¹ Mario Ramade. Sociedad de Cooperativas. Ensenada. B.C.

² B.C. Abalone S.A. de C.V.. Eréndira B.C. México.

en las tasas de crecimiento, que además de no contar con organismos de calidad constante, el alimento natural es también variable en cuanto a los nutrientes disponibles así como su disponibilidad a consecuencia del efecto de las estaciones, resultando en que las zonas y los años estén relacionados con las variaciones de crecimiento (Day y Fleming, 1992).

En México se han realizado algunos intentos para desarrollar un plan conjunto para el desarrollo de la Investigación con el abulón. De esta manera en 1994 se formó el Programa Nacional de Abulón organizado por la Secretaría de Pesca y con apoyo de diversas Instituciones del País (IPN, CIBNOR, UABC, CICESE, Federación de Cooperativas, INP, entre otros). Dicho plan no prosperó, sin embargo, sirvió para que las diversas Instituciones fueran definiendo sus líneas de Investigación. (Secretaría de Pesca 1994).

Como se mencionó con anterioridad, uno de los problemas principales en el cultivo del abulón es la alimentación. Ya que la alimentación balanceada proporciona mejores tasas de crecimiento que un alimento natural (macroalga) (Viana *et al.*, 1993), el presente trabajo se enfocará en esto, con el fin de contribuir al desarrollo de un alimento balanceado con excelente calidad.

Es así que en México sean varias las instituciones que realizan investigaciones referentes a Nutrición y Alimentación como el CIBNOR dirigidas por la Dra. Elisa Serviere (macroalgas, alimento natural de los abulones), en el CICESE la Dra. Pilar Sánchez (nutrición de postlarvas de abulón), y en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas dirigido por la Dra. Ma.Teresa Viana (alimentos balanceados y fisiología

energética y digestiva del abulón). Este último, con el objeto de conocer los requerimientos nutricionales y energéticos para poder desarrollar un alimento balanceado confiable, es decir, de buena calidad, disponible durante todo el año, con ingredientes locales, para que el alimento sea barato y resulte en mejores tasas de crecimiento.

I.2.- ANTECEDENTES

La nutrición implica procesos químicos y fisiológicos que proveen nutrientes al animal para sus funciones normales, de mantenimiento y crecimiento. Por consiguiente, involucra ingestión, digestión, absorción, transporte de nutrientes y remoción de desechos. En muchas especies donde se conoce poco acerca de su fisiología, la industria de alimentos realiza formulaciones basadas ampliamente en la intuición y en los "factores de crecimiento desconocidos", más que en la ciencia nutricional. Un alimento formulado tiene un uso limitado si no se entienden los principios nutricionales necesarios para formularlo (Akiyama, 1993). De esta manera se puede observar una mínima variación entre diferentes formulaciones para los diversos organismos acuáticos que se cultivan, de esta manera encontramos que un alimento para bagre es muy similar al de camarón, y que un alimento para camarón carnívoro esta casi igualmente formulado a la de un camarón herbívoro. Estas diferencias resultan en un aumento de los desperdicios en el agua, que no solamente reditúan en un incremento en el costo de producción sino también en el deterioro del medio ambiente y por consiguiente en la disminución de la producción (De Silva y Anderson. 1995).

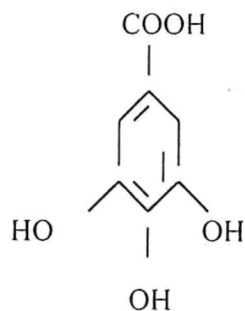
Se requiere un mejor entendimiento de la disponibilidad de nutrientes y así conocer los requerimientos esenciales en ellos (aminoácidos, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas y minerales) metabólicos (digestibilidad, contenido calórico o energía metabolizable). Y así saber que ingredientes pueden ser substituidos por otros, y ajustarse a la disponibilidad y costo de los ingredientes del mercado. Es generalmente aceptado que los animales acuáticos son más sensibles a la calidad del alimento que los animales terrestres. La producción constante de alimentos de buena calidad depende de la calidad de los ingredientes, del proceso y de la composición nutricional, en la cual se basa la formulación. La producción de alimentos de buena calidad es la mayor preocupación de la industria de alimentos, siendo los de acuicultura una actividad nueva. Actualmente se producen buenos alimentos pero con poco conocimiento sobre la tecnología de proceso y la "causa y efecto" de varias condiciones de su elaboración con relación a su respuesta en el crecimiento. De tal manera que los costos de producción son ALTOS por la limitación de conocimiento y por el bajo rendimiento del alimento (Akiyama, 1993).

Para los acuicultores es de gran importancia poder controlar el mayor número de variables como la calidad del agua, de los organismos y del alimento. La buena calidad de los alimentos incrementará los rendimientos de la producción por unidad de área con un mínimo de desperdicio. China cuenta con una larga historia de su eficiente sistema de policultivo y es el líder mundial en la producción por acuicultura. Sin embargo, ellos reconocieron que la carencia de alimentos de buena calidad es la mayor limitante para la futura expansión de la acuicultura en China (Akiyama, 1993). El uso de alimentos de buena calidad da la posibilidad de cultivar especies acuáticas con valor comercial y obtener mayores beneficios (Akiyama, 1993).

La contribución del alimento natural siempre es tomada en cuenta por el nutricionista, ya que utilizando estos alimentos naturales, podrían desarrollarse alimentos balanceados más efectivos y de costo más bajo (Akiyama, 1993). El alimento natural del abulón como se había mencionado anteriormente son las macroalgas, y principalmente *Macrocystis pyrifera*, la cual es utilizada actualmente en la elaboración de alimento balanceado. Sin embargo, la utilización de esta alga presenta varios problemas, en primer lugar, su disponibilidad no es confiable ya que en Ensenada B.C. su explotación está concesionada a una sola persona, la cual decide el precio de la misma. Además, hoy en día la demanda de macroalga para la elaboración de harina ha crecido lo que ha incrementado el precio (830 US dólares/ton de harina) y por consiguiente el producto se encarece para los productores de abulón.

Por lo anterior en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, la Dra. Ma. Teresa Viana consideró la posibilidad de utilizar productos y subproductos regionales, en la elaboración de dietas para abulón, para bajar los costos del alimento y así ofrecer a las empresas una opción viable. Uno de los subproductos que se eligieron fue el uso del mosto de uva que es desechado en la elaboración de vinos, porque actualmente sólo se utiliza como fertilizante y con lleva un precio bajo la obtención de la harina. El mosto de uva es la cáscara de la uva después del proceso de fermentación en la obtención de vinos, el cual está seco y molido en forma de harina. La uva contiene considerables cantidades de taninos que son los responsables de las propiedades de astringencia, color, sabor y vida de anaquel de los vinos. El término "tanino" se refiere a un grupo de compuestos fenólicos que tienen la capacidad de precipitar proteínas. Su peso molecular varía normalmente entre 500 y 3 000 daltones, y tiene una estructura química

que no se conoce completamente. Los taninos se han dividido en hidrolizables y no hidrolizables, de acuerdo con su estructura y reactividad con agentes hidrolíticos, particularmente con ácidos. Los taninos de la uva son hidrolizables, cuya molécula básica en su estructura es el ácido gálico. De hecho, una forma de expresar el contenido de taninos en vinos es por su equivalente de ácido gálico: el vino tinto de mesa contiene 750 mg de equivalentes de ácido gálico/litro, mientras el tipo jerez y rosado 150 y 110 equivalentes/litro, respectivamente (Badui, 1986).



Ácido gálico

Inicialmente, en la UABC, se realizó una prueba en la que se sustituyó totalmente la harina de *Macrocystis* 15% del total por la harina del mosto de uva; observándose crecimiento y coloración morada en la concha donde se marcaba el crecimiento del mismo (Fig.1). A partir de los resultados de este ensayo se tomó la decisión de realizar una tesis utilizando la harina de mosto de uva en sustitución de la harina de *Macrocystis* a diferentes niveles.

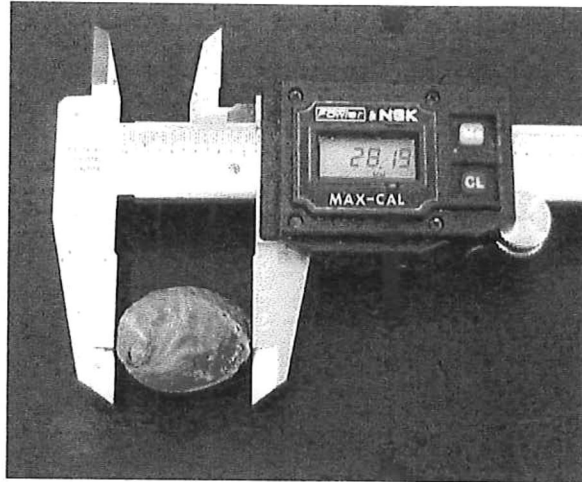


Fig.1 Se observan las bandas de crecimiento de los abulones en el ensayo preliminar con harina de mosto de uva.

Otra opción para economizar el alimento, es la sustitución de la harina de *Macrocystis* por harina de alfalfa, ya que el precio de la harina de *Macrocystis*, como se indicó con anterioridad, es de \$830 dls. la tonelada, mientras que la harina de alfalfa es de \$1,900 pesos. Y aunque la harina de *Macrocystis* sea el alimento natural de los abulones, quizás esta pueda ser sustituida por la harina de alfalfa ya que su contenido nutricional supera al de la harina de *Macrocystis*. La alfalfa es conocida como un producto de calidad nutricional para la elaboración de dietas balanceadas. La alfalfa constituye una de las materias vegetales más conocidas que es explotada comercialmente y es considerada como el principal ingrediente en la elaboración de alimentos. No se conoce que la harina de alfalfa contenga factores anti-nutricionales que limiten su uso en la composición de los alimentos. Se sabe que la harina de alfalfa es segura para incorporarse en dietas de peces (Pillay, 1983). De hecho, la alfalfa es utilizada ampliamente en la elaboración de alimentos balanceados, y para animales terrestres es utilizada como alimento estándar en análisis de nutrición (Tejada, 1992).

I.3 JUSTIFICACIÓN

Debido a la demanda insatisfecha, al creciente interés por cultivar abulón, su alto valor comercial aunado a la disminución de su captura, es necesario incrementar su producción (Gordon, 2001). Uno de los aspectos importantes para su producción es el contar con un alimento balanceado confiable de buena calidad y bajo costo. Lo anterior puede lograrse al buscar nuevas alternativas de sustitución de los ingredientes costosos como la harina de *Macrocystis*, por productos o subproductos regionales como la harina de alfalfa y harina de mosto de uva; que aparte de bajar los costos en la elaboración del alimento, ayuda a que México como país en vía de desarrollo sepa utilizar sus propios recursos sin la necesidad de importar ingredientes. Lo anterior, debido a que la industria de alimentos balanceados en México depende de la importación para suplir más de la mitad y en algunos casos 70-80% de sus ingredientes (Buenrostro, 1993).

II.- OBJETIVOS

II.1 Objetivo general:

- El objetivo general es buscar nuevas alternativas de sustitución de la harina de *Macrocystis* en dietas balanceadas para el abulón *H. fulgens*, como la harina de alfalfa y la harina de mosto de uva.

II.2 Objetivos particulares:

- Desarrollar dietas con productos y subproductos locales como la harina de alfalfa y harina de uva, respectivamente.
- Estudiar el efecto de las dietas a partir de harina de alfalfa y harina de uva en el crecimiento de talla y peso de juveniles de abulón *H. fulgens*.

MATERIALES Y MÉTODOS

III.1 Preparación de las dietas:

La preparación de ambas dietas fue de la misma forma. La cantidad de los ingredientes y la composición utilizada para cada dieta se describen en la Tabla I, realizándolas de acuerdo a lo recomendado por Viana *et al.* (1993, 1996) además de agregar mayor cantidad de materia vegetal para suplir hasta un total del 33% en la dieta con el fin de incrementar el grado de respuesta de los resultados. La mezcla de los ingredientes se realizó en una mezcladora eléctrica añadiendo primeramente los ingredientes en seco, menos almidón y gelatina los cuales se hidrataron con 150 y 100 ml de agua, respectivamente. Una vez hidratados se agregaron a la mezcla seca y se homogeneizaron una vez más hasta obtener la consistencia deseada. Esta mezcla se colocó en una formadora de pasta (Rosito bisanti ®) obteniendo el alimento en tiras, que posteriormente se cortó en pedazos de 1 y 0.5 cm de largo y ancho, respectivamente. Las dietas con harina de mosto de uva se secaron en horno a 60°C, se embolsaron y congelaron en criocongelador a -33°C hasta la hora de alimentar al organismo. En cambio, las dietas con harina de alfalfa después de cortarse se embolsaron húmedas y se congelaron. Una parte del alimento cortado se pesó para medir consumo y otra parte para los análisis de estabilidad y proximales.

Tabla I.- Porcentaje de los ingredientes de las dietas con harina de alfalfa y mosto de uva.

	CONTROL	DIETA I	DIETA II	DIETA III	DIETA IV
	%	%	%	%	%
INGREDIENTES					
Ensilaje de pescado	5	5	5	5	5
Harina de pescado	30	30	30	30	30
Harina mosto de uva ó Harina de alfalfa	0	8.25	16.5	24.75	33
Harina de macroalgas	33	24.75	16.5	8.25	0
Almidón de maíz	20.06	20.06	20.06	20.06	20.06
Mezcla de vitaminas	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Mezcla de minerales	4	4	4	4	4
Stay C	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Benzonato de Sodio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cloruro de colina	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
BTH	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Gelatina	6	6	6	6	6
Total	100	100	100	100	100

- **Estabilidad del alimento**

Definida como la cantidad remanente (en porcentaje) de materia seca después de estar sumergida durante 12 horas en el agua de mar bajo las condiciones experimentales. Con este fin, se tomaron 600mg de cada alimento por duplicado y se colocaron en bolsas de malla previamente pesadas (peso constante.). Las mallas fueron colocadas al mismo tiempo que el alimento fue ofrecido a los abulones pero en cubetas sin organismos.

ESTABILIDAD DEL ALIMENTO

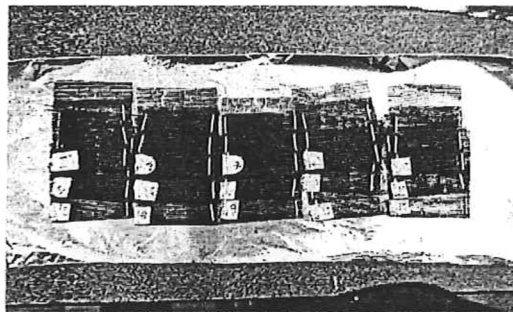
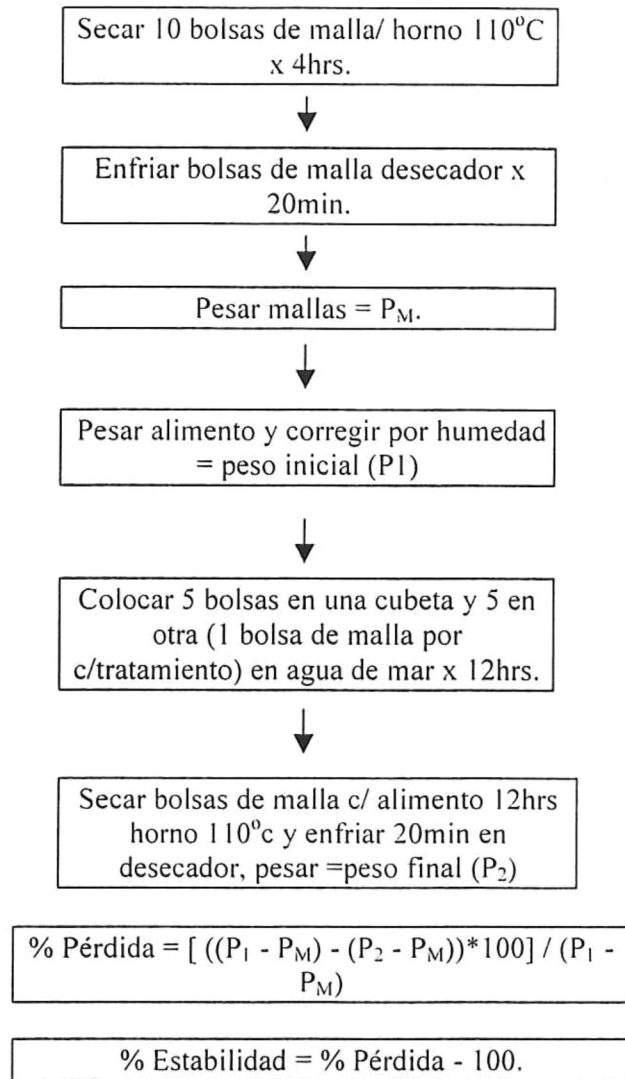


Fig.2 Mallas utilizadas para medir estabilidad.

- **Análisis Proximal**

Se realizaron análisis proximales a cada alimento terminado, así como a la harina de *Macrocystis*, harina de mosto de uva y harina de alfalfa. Los análisis se realizaron de acuerdo al AOAC (1990) de la siguiente manera:

- a) **Humedad:** este método determina el contenido de agua en una muestra para la cual se pesaron 500mg por triplicado de cada tratamiento y fueron sometidas a peso constante a 110°C. El porcentaje de humedad se calculó por diferencia de peso.

Pesar 3 navecillas por
tratamiento.

Pesar 3 navecillas = P₁
c/alimento fresco c/u*

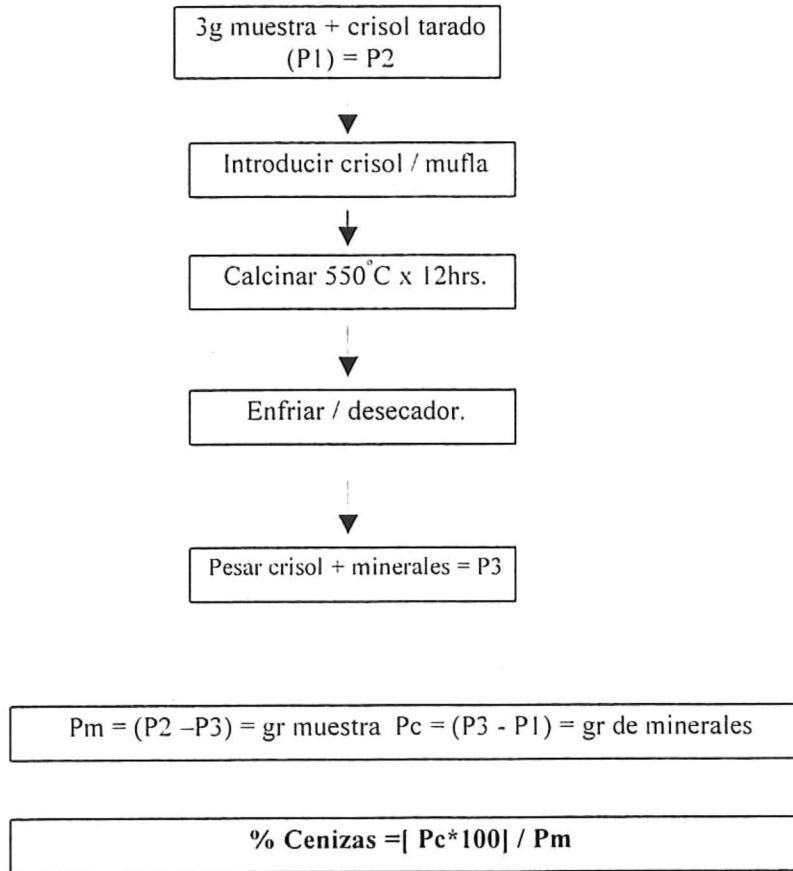
Secar horno 110°C x
12 hrs.

Enfriar desecador
x 20min.

Pesar navecillas c/
alimento seco = P₂

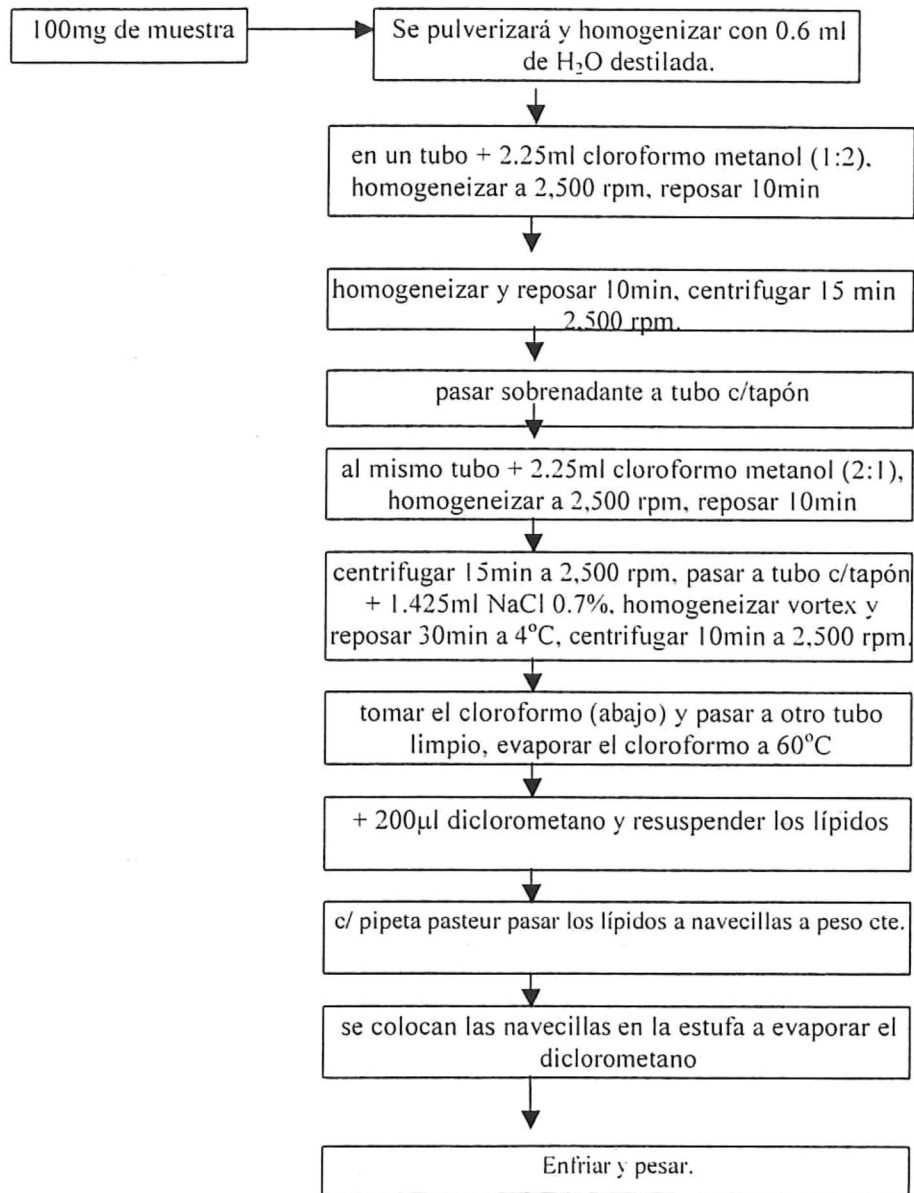
$$\% \text{ Humedad} = [(P_2) * (100)] / P_1 \text{ (restar peso de navecilla)}$$

b) Cenizas: con el fin de cuantificar la materia mineral total de una muestra por diferencia de peso. Se utilizaron 3g por tratamiento (por triplicado). las muestras fueron calcinadas en una mufla a 550°C durante 12h (AOAC, 1990).



c) **Lípidos:** la determinación de lípidos totales se realizó por triplicado (100mg por cada tratamiento) utilizándose una mezcla de metanol-cloroformo/agua como solvente (Bligh y Dyer, 1959).

DETERMINACIÓN GRAVIMÉTRICA DE LÍPIDOS
(Bligh & Dyer)



$$\% \text{ Lípidos} = \text{Peso} \times (25/20) \times 100 / \text{gr muestra}$$

d) **Proteína:** este método determina el nitrógeno total en forma de amonio. sin diferenciar la fuente de proteína. Se determinó con el método de Micro-Kjeldahl según AOAC (1990).

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA
(MÉTODO MICRO- KJELDAHL)

a) Digestión:

Introducir al matraz Kjeldahl de
30ml 50mg muestra

+ 500mg K_2SO_4 + 20mg
 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ + 3ml H_2SO_4

correr blanco sin muestra

Calentar –verde/azul claro

enfriar

b) Destilación:

Aforar a 25ml con H_2O
destilada

Cámara de destilación 5ml
muestra + 10 NaOH 40%

Destilar 50ml

Captarlos en 15ml ac.bórico 3% + 5gotas
de indicador Shiro Tashhiro (1%rojo de
metilo/1% azul de metileno).

c) Titulación:

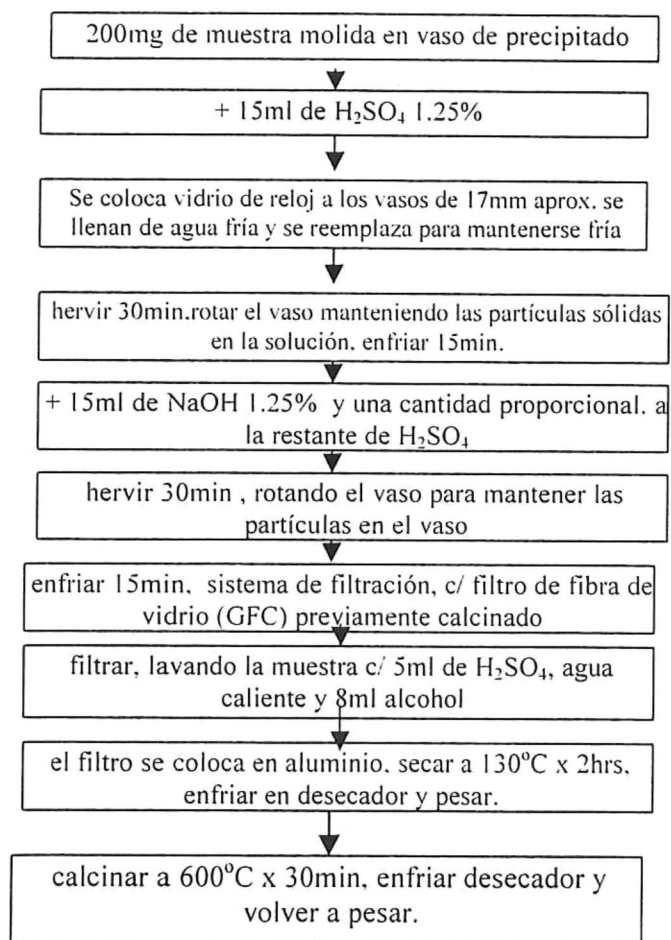
+ HCl 0.02N hasta que vire de
verde a violeta.

$$\%N = [(ml\ HCl\ muestra - ml\ HCl\ blanco) * N(HCl) * 1.4007]/gr\ de\ muestra$$

$$\% Proteína = (\%N) * 6.25$$

e) **Fibra cruda:** método por el cual se determina la fibra común como la pérdida por calcinación del residuo de las digestiones ácida y alcalina de la muestra, para la cual se utilizaron 200mg de muestra por tratamiento.

DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA
(MÉTODO DE KENNEDY)



% Fibra Cruda en muestra seca y desengrasada = C

$C = ((\text{Peso crisol con residuos seco} - \text{peso después de calcinación}) * 100) / \text{peso de la muestra}$

%FC = % fibra cruda en muestra original

$\%FC = C(100 - \% \text{ humedad} - \% \text{grasa cruda}) / 100$

f) **Extracto libre de Nitrógeno (ELN):** la determinación del % de ELN, se obtuvo por diferencia de porcentajes de los otros constituyentes, con respecto al 100%.

$$\% \text{ ELN} = 100 - (\% \text{Lipidos} + \% \text{Cenizas} + \% \text{Proteína} + \% \text{FC})$$

EXPERIMENTO I

- **Condiciones experimentales**

Se utilizaron 375 abulones (*H. fulgens*) donados por la empresa "B.C. Abalone. S.A. de C.V." situada en el Ejido Eréndira en Ensenada, B.C., con una talla promedio de 15 ± 0.3 mm los cuales fueron distribuidos en 15 cubetas de plástico de 8 litros de capacidad con 25 abulones cada una y cada dieta experimental fue probada por triplicado.

Para adaptar a los abulones a las nuevas condiciones se consideraron dos meses en los cuales se les aumentó gradualmente la temperatura hasta los 20°C, la cual permaneció constante. Los organismos fueron mantenidos a flujo de agua de mar (300ml/min) y aire constantes. El pH, oxígeno y contenido de amonio fueron medidos al inicio del experimento y para verificar que los parámetros no variaban se realizó la medición mensualmente. Como los abulones aún eran alimentados con *Macrocystis sp.* se les proporcionó *Macrocystis sp.* y el alimento balanceado por tres semanas, a partir de la cuarta semana las algas se retiraron gradualmente.

Una vez adaptados a las nuevas condiciones: se alimentaron diariamente por la noche 20:00 hrs con el respectivo tratamiento. La limpieza se realizaba en las mañanas 12 horas después, (8:00) la cual consistía en renovarles el agua retirando las heces y el alimento sobrante. Se monitoreo diariamente que la temperatura se mantuviera a 20 ± 0.5 °C, que el aire y agua se mantuvieran a flujo constante, así como limpieza y alimentación.

EXPERIMENTO II

- **Condiciones experimentales**

Se seleccionaron 225 abulones (*Haliotis fulgens*) del laboratorio del IIO con una talla promedio de 28 ± 1 mm. Los cuales fueron distribuidos en 15 cubetas de plástico de 8 litros de capacidad con 15 abulones cada una y cada dieta experimental se probó por triplicado.

Cada cubeta constaba con un sistema de recirculación de agua, y una cámara de crecimiento (Fig. 2). Con la finalidad de que el sistema de recirculación permitiera que el agua del fondo de la cubeta fuera la que se desechara, mientras que el flujo de agua de entrada (300ml/min) cayera dentro de la cámara de crecimiento. Esto permitió que los organismos no estuvieran en contacto con sus heces y un mejor control para recolectar el alimento para medir consumo.

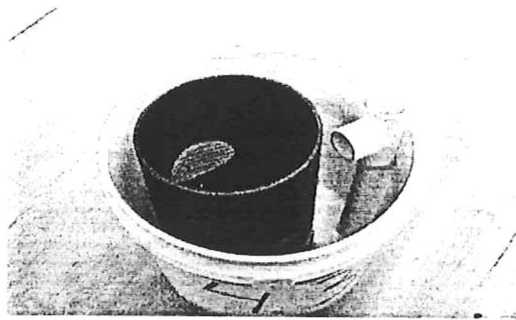


Fig.3 Sistema de recirculación de agua y cámara de crecimiento.

Los abulones se alimentaron diariamente con las dietas experimentales durante la noche (20:00 horas) y la limpieza se realizaba en las mañanas (12 horas después) la cual consistía en cambiarles el agua sucia retirando las heces y el alimento sobrante. Se registró diariamente que la temperatura se mantuviera a 20 ± 0.5 °C, el pH, oxígeno y contenido de amonio fueron medidos al inicio del experimento hasta verificar que los parámetros no variaran y posteriormente se midieron mensualmente.

- **Evaluación de crecimiento**

Con la finalidad de evaluar el efecto del alimento, se registró la talla y peso inicial evaluando el crecimiento individual en talla y peso corporal cada 4 semanas. Se utilizó un vernier (± 0.03 mm) y balanza (± 0.001 g) electrónica digital, para medir talla y peso, respectivamente.

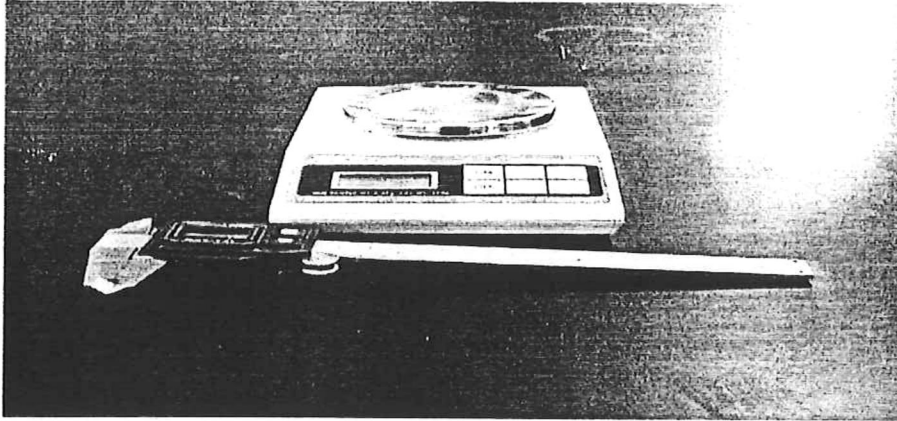


Fig.4 Balanza y vernier digital, utilizados para la evaluación de crecimiento.

- **Ingestión**

La ingestión diaria se estimó como la diferencia del peso seco constante, entre el alimento ofrecido y el colectado menos la pérdida por estabilidad, después de permanecer 12 h en las cubetas experimentales. Reportándolo con relación al peso corporal diario del organismo.

La cantidad de alimento ingerido I (g) se calculó por la siguiente ecuación:

$$I = (AE / 100) - R \quad (1)$$

donde:

A = Alimento suministrado (en gramos)

E = Porcentaje del alimento recuperado (obtenido de los controles sin abulones)

R = Alimento remanente (en gramos) después de que los abulones se alimentaron.

Todo calculado en peso seco, basado en lo recomendado por Uki y Watanabe (1992).

- **Eficiencia de conversión alimenticia (ECA)**

Se calculó con la ecuación:

$$ECA = I/C, \quad (2)$$

donde:

I = incremento total en peso(g).

C = alimento consumido(g).

Análisis Estadístico

A los datos de: estabilidad, ingestión, eficiencia de conversión alimenticia, análisis proximales, crecimiento (g y mm), incremento total (g y mm), tasa de crecimiento diario (mg y μm), porcentaje de incremento en peso y talla de ambos experimentos se les realizó una prueba de normalidad, aquellos datos que presentaron normalidad, se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía con un poder de significancia (P) de 0.05, aquellos datos que presentaron diferencias, se les realizó un análisis de comparación múltiple (Tukey) con $P < 0.05$, en el caso contrario, donde los datos no fueron normales, se le aplicó un análisis de rangos de Kruskal-Wallis de una vía con una $P = 0.05$. Aquellos datos donde se observaron diferencias se les aplicó un análisis de comparación múltiple (Dunnett's). Todo lo anterior se realizó por medio de el programa Sigma Stat 2.0.

RESULTADOS

Los resultados de los análisis proximales de las harinas utilizadas (harina de mosto de uva HMU, harina de alfalfa HA y harina de *Macrocystis sp.* HM) para la elaboración de los diferentes tratamientos Tabla II, muestran que en el porcentaje de proteína existen diferencias significativas ($P < 0.001$) entre la HA - HM y HA - HMU pero no entre HM-HMU, en cuanto al porcentaje de lípidos existen diferencias ($P = 0.009$) entre HA-HM y HA-HMU pero no entre HM-HMU. Respecto al porcentaje de ELN sólo existen diferencias entre la HMU y HM ($P = 0.017$). En el porcentaje de fibra cruda y cenizas existen diferencias ($P < 0.001$ y $P = 0.004$, respectivamente) entre todos los tratamientos. El porcentaje de humedad muestra diferencias ($P < 0.001$) entre HM-HMU y HM-HA, pero no entre HA-HMU.

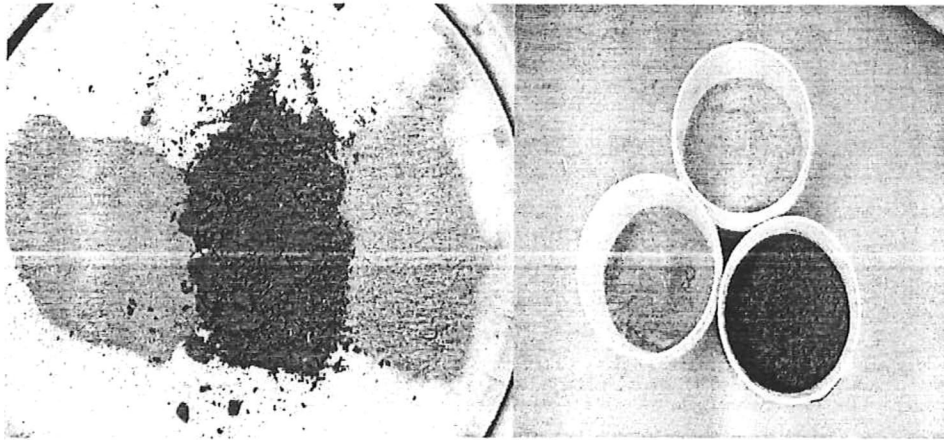


Fig.5 Harinas utilizadas en la elaboración de los tratamientos (*Macrocystis*, mosto de uva y alfalfa).

Tabla II.- Análisis proximal de las tres diferentes harinas utilizadas en la elaboración de los tratamientos. Los subíndices indican que hay diferencias significativas entre las diferentes harinas.

Harina	PROTEÍNA	LÍPIDOS	ELN	CENIZAS	FIBRA CRUDA	HUMEDAD
	%	%	%	%	%	%
Mosto de uva (HMU)	10.22 ±1.01 a	1.30 ±0.24 a	48.79 ±2.31 a	7.34 ±0.05 a	32.32 ±2.54 a	4.01 ±0.22 a
Alfalfa (HA)	19.78 ±1.1 b	2.48 ±0.44 b	42.19 ±3.41 ab	13.05 ±0.06 b	21.23 ±1.93 b	5.38 ±1.04 a
Macrocystis (HM)	10.32 ±0.57 b	1.02 ±0.27 b	38.31 ±0.75 b	37.05 ±0.46 c	8.70 ±0.34 c	9.07 ±0.54 b

IV.1.- EXPERIMENTO I

Análisis Proximal

La composición proximal de los diferentes tratamientos con HMU (Tabla III) muestra que no existe diferencias significativas en el porcentaje de proteína ($P=0.926$) al igual que en el porcentaje de lípidos ($P=0.147$) y extracto libre de nitrógeno (ELN) ($P=0.09$). El porcentaje de cenizas muestra diferencias significativas entre todos los tratamientos ($P<0.001$), observándose un descenso en la concentración de cenizas conforme aumenta la inclusión de HMU. En el porcentaje de fibra cruda se presentaron diferencias significativas entre TU100 y el resto de los tratamientos, además de TU75 y TU0 ($P<0.001$), observándose un ascenso en el porcentaje de fibra cruda conforme aumenta la inclusión de HMU. El porcentaje de humedad fue similar entre los tratamientos ($P=0.371$).

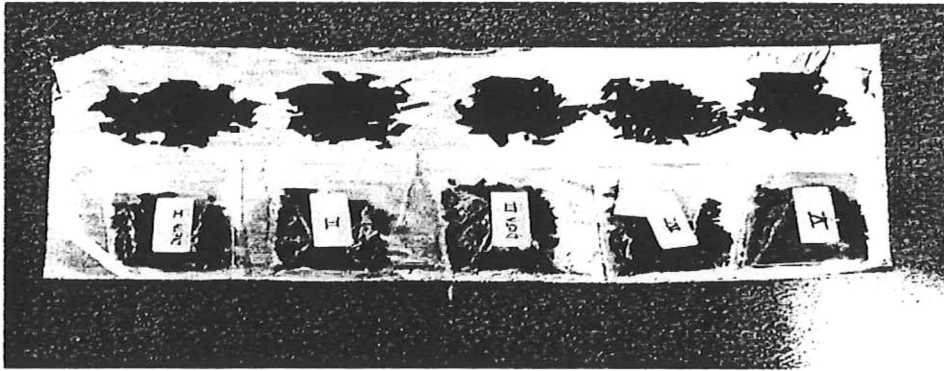


Fig.6 Muestras de los diferentes tratamientos en el experimento con harina de mosto de uva.

Tabla III.- Análisis proximal de los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón *Haliotis fulgens*, en el experimento I (harina de mosto de uva). Los subíndices indican que hay diferencias significativamente para cada nutriente entre los tratamientos.

	PROTEÍNA	LÍPIDOS	ELN	CENIZAS	FIBRA CRUDA	HUMEDAD
Tratamiento	%	%	%	%	%	%
TU0	34.90 ±0.08	2.77 ±0.54	33.51 ±0.19	21.26 ±0.13	7.62 ±0.59	5.51 ±0.24
				a	a	
TU25	34.93 ±0.06	2.94 ±0.77	33.79 ±1.08	18.76 ±0.05	9.34 ±0.09	5.08 ±0.09
				b	a	
TU50	34.89 ±0.04	3.63 ±0.52	36.26 ±0.04	16.05 ±0.05	9.42 ±0.26	4.88 ±0.74
				c	a	
TU75	34.89 ±0.08	4.27 ±0.95	35.91 ±1.94	13.62 ±0.06	10.55 ±0.55	4.90 ±1.46
				d	b	
TU100	34.89 ±0.07	5.15 ±0.76	37.72 ±1.66	10.83 ±0.14	12.32 ±0.76	4.86 ±0.09
				e	c	

- **Estabilidad**

La estabilidad obtenida de los diferentes tratamientos en el experimento con harina de mosto de uva muestra diferencias significativas ($P < 0.001$), como se muestran en la Tabla IV mediante subíndices, con una tendencia a incrementar la estabilidad conforme aumenta la inclusión de HMU.

Tabla IV.- Porcentajes de estabilidad para los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón *Haliotis fulgens*, en el experimento I con harina de mosto de uva. Los subíndices indican que hay diferencias significas entre los tratamientos.

	TU0	TU25	TU50	TU75	TU100
Estabilidad	84.1 ±3.37	86.9±2.15	89.5 ±3.62	90.91 ±3.34	92.84 ±2.79
%	a	ab	bc	bc	c

- **Condiciones experimentales**

La calidad del agua indicó que la salinidad (37-38 ppm), oxígeno (6.5-7.2 mg/l), pH (7.8-8.1) y amonio (0.0327-0.0412 mg/l) se encontraba en los límites aceptables (Hahn, 1989) durante todo el experimento. La temperatura fue controlada a $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$.

- **Evaluación de crecimiento**

Después de evaluar el crecimiento en peso (g) y talla (mm) de los abulones a los 60 días, se observó (Tabla V, Fig.2 y 3) que existe una tendencia de disminución de TU0 a TU100, sin encontrar diferencias significativas ($P=0.05$). En el incremento en peso se observa la misma tendencia a disminuir de TU0 a TU100, sin embargo, los tres

primeros tratamiento son iguales y mayores a los dos últimos ($P=0.043$). En el incremento en talla, porcentaje del incremento en peso y talla no se observan diferencias ($P=0.59$, $P=0.137$ y $P=0.65$, respectivamente) (Tabla V, Fig. 4,5,6 y 7). En cuanto al crecimiento diario en peso (mg) se observaron diferencias significativas ($P=0.048$), encontrando que el TU100 es menor a TU0 y que TU25, así como también el TU75 es menor a TU0. En el crecimiento diario en talla (μm) no se observaron diferencia entre los tratamientos ($P=0.125$).

Tabla V.- Crecimiento general en el abulón azul (*Haliotis fulgens*) para el experimento I, con harina de mosto de uva. Los subíndices indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos.

	TU0	TU25	TU50	TU75	TU100
Peso inicial (g)	0.4648 ±0.026	0.4290 ±0.026	0.4289 ±0.026	0.4189 ±0.026	0.4233 ±0.026
Peso final (g)	0.644 ±0.028	0.6008 ±0.028	0.6022 ±0.030	0.5067 ±0.029	0.5200 ±0.031
Talla inicial (mm)	15.403 ±0.28	15.143 ±0.28	15.021 ±0.28	14.935 ±0.28	14.908 ±0.28
Talla final (mm)	0.644 ±0.028	0.6008 ±0.028	0.6022 ±0.030	0.5067 ±0.029	0.5200 ±0.031
Incremento total (g)	0.194 ±0.049 a	0.169 ±0.036 a	0.137 ±0.016 a	0.099 ±0.025 b	0.087 ±0.060 b
Incremento total (mm)	1.893 ±0.259	1.703 ±0.537	1.957 ±0.405	1.593 ±0.200	1.463 ±0.549
Crecimiento diario (mg)	6.12 ±1.55 a	5.72 ±1.08 ab	4.59 ±0.57 abc	3.29 ±0.79 bc	2.9 ±2.02 c
Crecimiento diario (µm)	44.15 ±9.8	38.57 ±10.2	40.41 ±9.38	34.14 ±2.63	24.92 ±3.02
Porcentaje talla	47.71 ±1.17	44.15 ±7.57	33.37 ±0.59	27.63 ±9.05	25.64 ±2.19
Porcentaje en peso	12.29 ±1.67	11.32 ±3.90	13.00 ±2.73	10.65 ±3.56	9.78 ±1.09

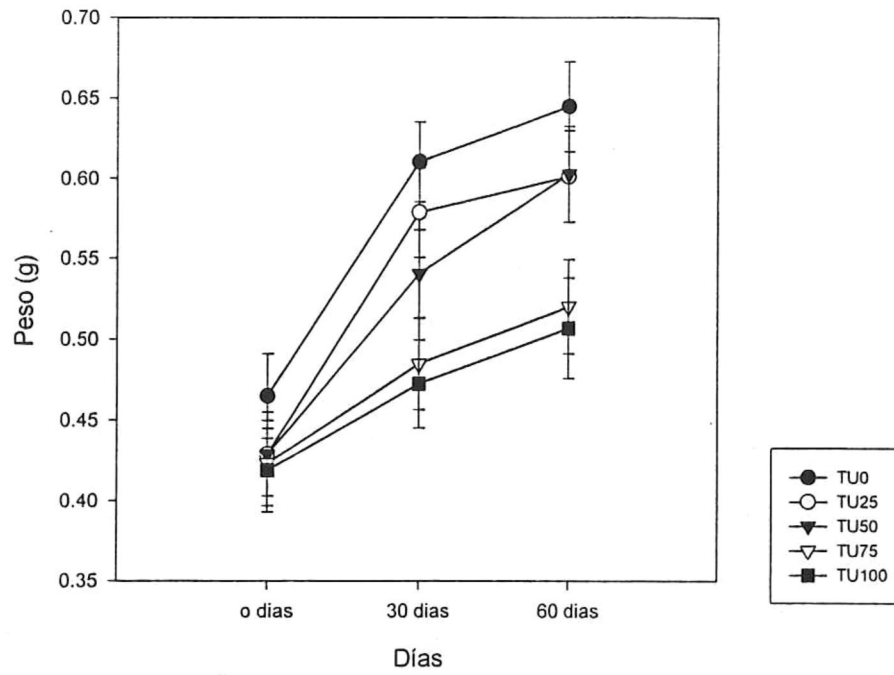


Fig.7 Crecimiento total en peso(g) con harina de mosto de uva.

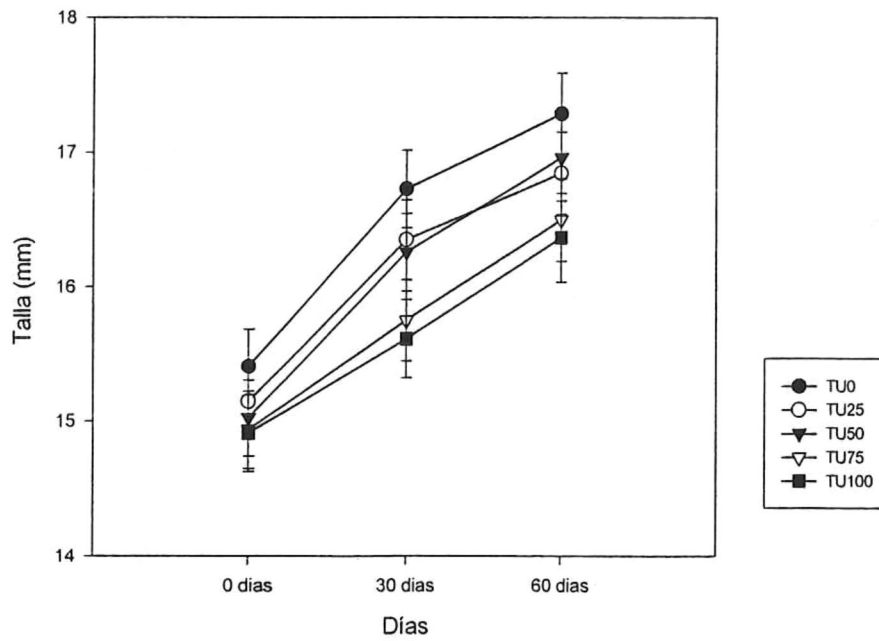


Fig.8 Crecimiento total en talla (mm) con harina de mosto de uva.

Tabla VI.- Pendientes de las curvas de crecimiento en peso (g) y talla (mm) en el experimento I con harina de mosto de uva.

Tratamiento	Peso	Talla
TU0	0.474 \pm 0.04	15.53 \pm 0.23
TU25	0.463 \pm 0.03	15.24 \pm 0.41
TU50	0.439 \pm 0.03	15.13 \pm 0.12
TU75	0.418 \pm 0.03	14.58 \pm 0.57
TU100	0.448 \pm 0.04	14.92 \pm 0.35

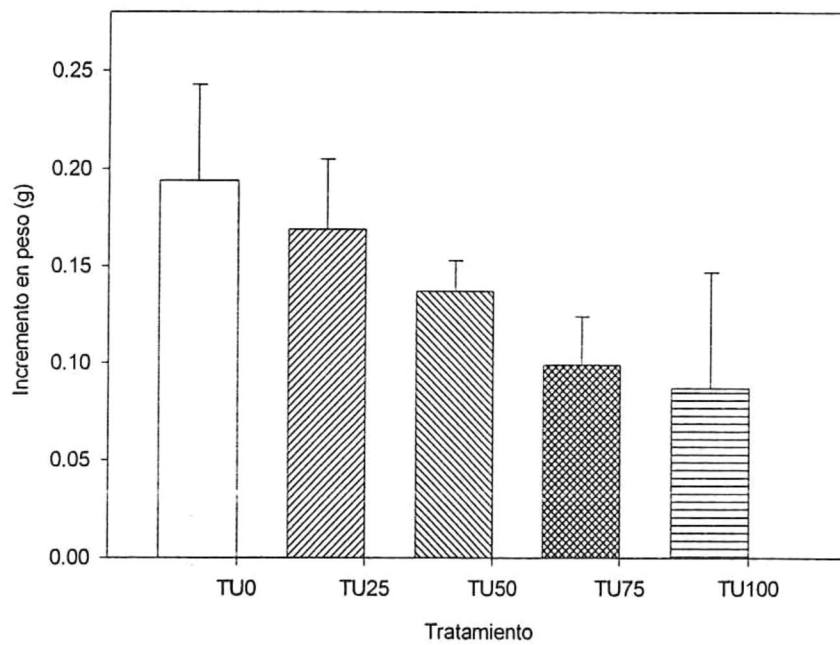


Fig.9 Incremento total en peso (g) con harina de mosto de uva.

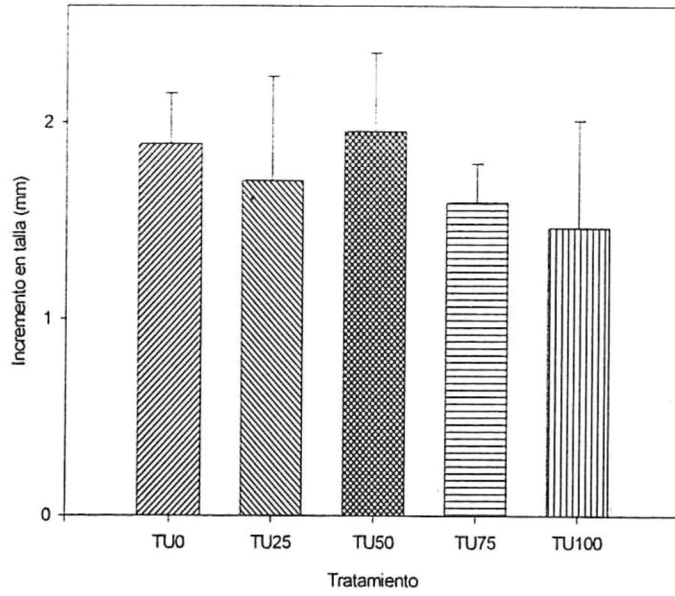


Fig.10 Incremento total en talla (mm) con harina de mosto de uva.

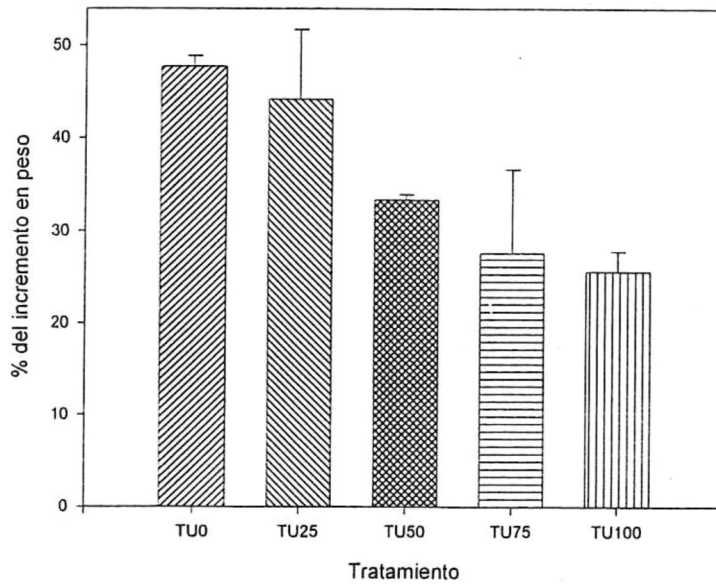


Fig. 11 Porcentaje del incremento en peso con harina de mosto de uva con relación a su peso corporal.

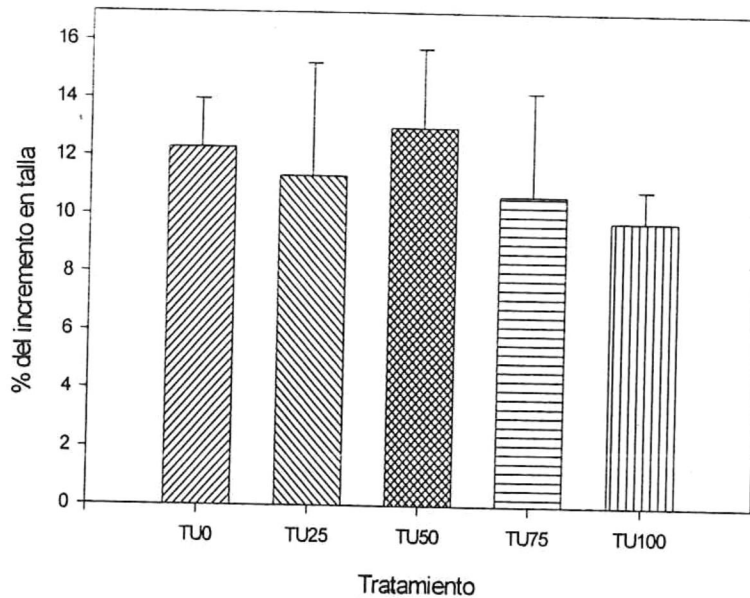


Fig.12 Porcentaje del incremento en talla con harina de mosto de uva con relación a su peso corporal.

- **Ingestión**

En el experimento I con harina de mosto de uva, la ingestión diaria presenta una tendencia a disminuir conforme la inclusión de HMU fue aumentando (Tabla VII y Fig.8) donde el consumo máximo fue en el TU0 de 1.13 g/100g y el mínimo de 0.56g/100g. Sin embargo el TU0 presenta diferencias significativas solo con los TU50, 75 y 100 ($P=0.002$), sin embargo, entre TU0 y TU25 no existen diferencias ($P=<0.05$).

Tabla VII.- Ingestión diaria (g/100g) en los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón *Haliotis fulgens*, en el experimento I con harina de mosto de uva. Los subíndices indican que hay diferencias significas entre los tratamientos.

Tratamiento	Ingestión diaria (g/100g)
TU0	1.14 ± 0.08 a
TU25	1.02 ± 0.11 a
TU50	0.81 ± 0.30 b
TU75	0.61 ± 0.22 b
TU100	0.58 ± 0.05 b

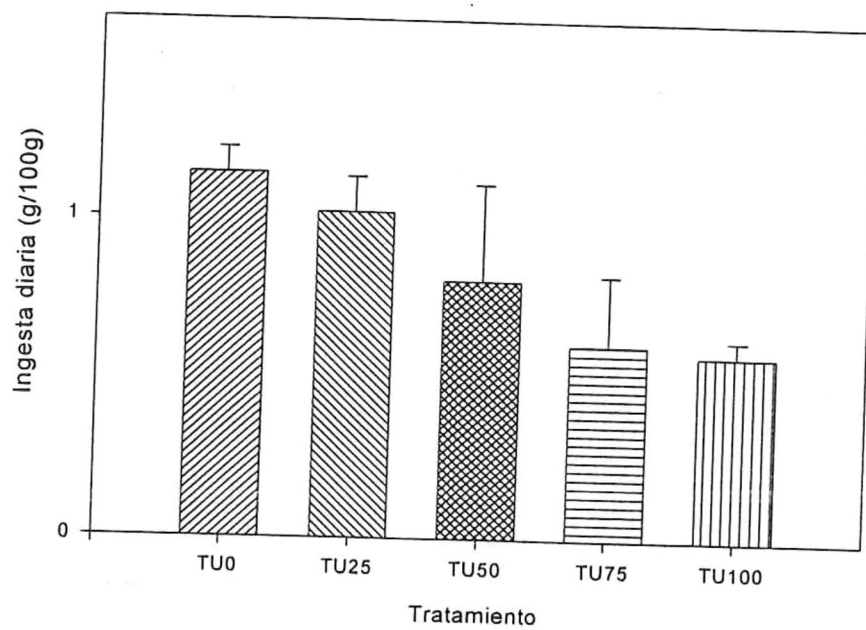


Fig.13 Ingestión diaria (g/100g) con harina de mosto de uva.

- **Eficiencia de Conversión alimenticia (ECA)**

En la eficiencia de conversión alimenticia (ECA) no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0.146$) (Tabla VIII y Fig.9). Si embargo se observó que el TU50 y TU75 presentaron una ECA más alta.

Tabla VIII.- Eficiencia de Conversión alimenticia (ECA) en los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón *Haliotis fulgens*, en el experimento I uva.

Tratamiento	ECA
TU0	0.70 ± 0.22
TU25	0.75 ± 0.07
TU50	1.09 ± 0.39
TU75	1.26 ± 0.41
TU100	0.75 ± 0.15

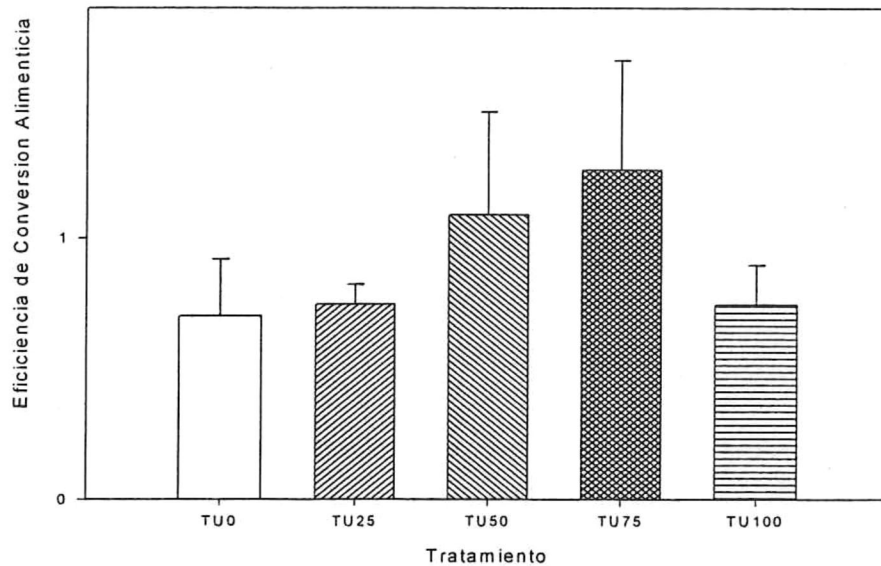


Fig.14 Eficiencia de conversión alimenticia con harina de mosto de uva.

IV.2.- EXPERIMENTO II

- **Análisis Proximal**

La composición proximal de los diferentes tratamientos (Tabla XII) muestra que existe una tendencia a incrementar el porcentaje de proteína conforme aumenta la inclusión de HA de 33.98 a 36.23%, sin embargo no se observaron diferencias significativas ($P=0.704$). El porcentaje de lípidos va aumentando conforme aumenta el porcentaje de inclusión de HA en un 3.17 a un 4.14% de lípidos por ello se observaron diferencias significativas ($P<0.001$). El porcentaje de ELN tiende a incrementar de 31.44 a 34.26% conforme el porcentaje de inclusión de HA aumenta, pero sin presentar diferencias ($P=0.156$). El porcentaje de cenizas disminuye conforme aumenta la inclusión de HA de 23.36 a 14.16 % observándose diferencias ($P<0.001$). La fibra cruda no presentó diferencias ($P=0.311$), al igual que el porcentaje de humedad ($P=0.078$).

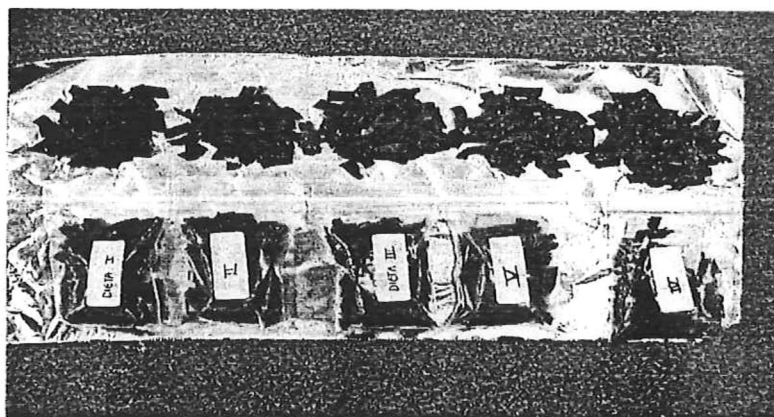


Fig.15 Muestras de los diferentes tratamientos en experimento II con harina de alfalfa.

Tabla IX.- Análisis proximal de los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón *Haliotis fulgens*, en el experimento II con harina de alfalfa. Los subíndices indican que hay diferencias significativamente para cada nutriente entre los tratamientos.

Tratamiento	PROTEÍNA %	LIPIDOS %	ELN %	CENIZAS %	FIBRA CRUDA %	HUMEDAD %
TA0	34.34 ±2.16	3.19 ±0.02	30.24 ±3.24	23.36 ±0.07	6.08 ±0.93	15.80 ±0.51
		a		a		
TA25	34.61 ±1.62	3.28 ±0.01	34.09 ±3.12	21.44 ±0.05	7.22 ±2.98	16.98 ±1.78
		b		b		
TA50	35.74 ±1.22	3.46 ±0.01	34.38 ±2.48	19.05 ±0.14	7.64 ±0.25	17.09 ±0.98
		c		c		
TA75	36.58 ±0.79	3.75 ±0.02	35.22 ±0.36	16.67 ±0.14	7.80 ±1.48	13.67 ±2.22
		d		d		
TA100	37.31 ±1.63	4.14 ±0.02	37.59 ±0.42	14.17 ±0.02	9.21 ±1.03	16.06 ±0.63
		e		e		

- **Estabilidad**

La estabilidad obtenida de los diferentes tratamientos (Tabla X) muestra que son iguales significativamente (P=0.33).

Tabla X.- Porcentajes de estabilidad para los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón *Haliotis fulgens*, en el experimento II con harina de alfalfa.

	TA0	TA25	TA50	TA75	TA100
% de Estabilidad	71.43 ±3.59	70.17 ±1.06	76.98 ±3.67	72.49 ±0.54	74.11 ±3.28

Condiciones experimentales

La calidad del agua indicó que la salinidad (37-38 ppm), oxígeno (6.5-7.2 mg/l), pH (7.8-8.1) y amonio (0.0327-0.0412 mg/l) se encontraba en los límites aceptables (Hahn, 1989) durante todo el experimento. La temperatura fue controlada a $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

- **Evaluación de crecimiento**

Después de evaluar el crecimiento a los abulones en peso (g) y talla (mm) a los 60 días, se observó (Tabla XI, Fig.10-11) que no existen diferencias ($P=0.053$) entre los diferentes tratamientos. En cuanto al incremento en peso (Fig.12) no existen diferencias ($P=0.053$), sin embargo en el porcentaje del incremento en peso si existen diferencias ($P=0.013$) siendo mayor el porcentaje del incremento en peso del TA50 al TA100 y mayor el TA0 del TA100. El incremento en talla y el porcentaje del incremento en talla (Fig.14 y 15) no mostró diferencias entre los tratamientos ($P=0.417$ y $P=0.375$, respectivamente). En el crecimiento diario en peso (mg) y talla (μm) no se observa diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0.160$ y $P=0.417$ respectivamente).

Tabla XI.- Crecimiento general en el abulón azul (*Haliotis fulgens*) en el experimento I. con harina de alfalfa. Los subíndices indican que hay diferencias significas entre los tratamientos.

	TAO	TA25	TA50	TA75	TA100
Peso inicial (g)	2.49 ±0.12	2.24 ±0.16	2.08 ±0.26	2.55 ±0.27	2.91 ±0.17
Peso final (g)	3.00 ±0.16	2.47 ±0.22	2.36 ±0.58	2.91 ±0.26	3.10 ±0.89
Talla inicial (mm)	28.55 ±0.97	27.78 ±1.03	26.94 ±1.08	28.91 ±1.09	29.33 ±1.08
Talla final (mm)	30.54 ±1.01	29.097±1.09	28.92 ±2.19	29.97 ±0.76	30.90 ±0.60
Incremento total (g)	0.51 ±0.06	0.23 ±0.07	0.46 ±0.15	0.36 ±0.08	0.19 ±0.20
Incremento total (mm)	1.98 ±0.16	1.32 ±0.08	1.98 ±1.19	1.06 ±0.69	1.56 ±0.60
Crecimiento diario (mg)	8.49 ±1.03	3.89 ±1.21	5.74 ±3.82	6.08 ±1.30	2.65 ±2.65
Crecimiento diario (µm)	33 ±2.64	21.92 ±1.39	33.02 ±19.9	17.63 ±11.57	26.06 ±10.06
Porcentaje talla	20.42 ±1.89 a	10.31 ±2.72 ab	20.97 ±4.05 a	14.48 ±3.53 ab	8.32 ±5.97 b
Porcentaje en peso	6.94 ±0.58	4.73 ±0.20	7.26 ±4.20	3.71 ±2.47	5.33 ±2.05

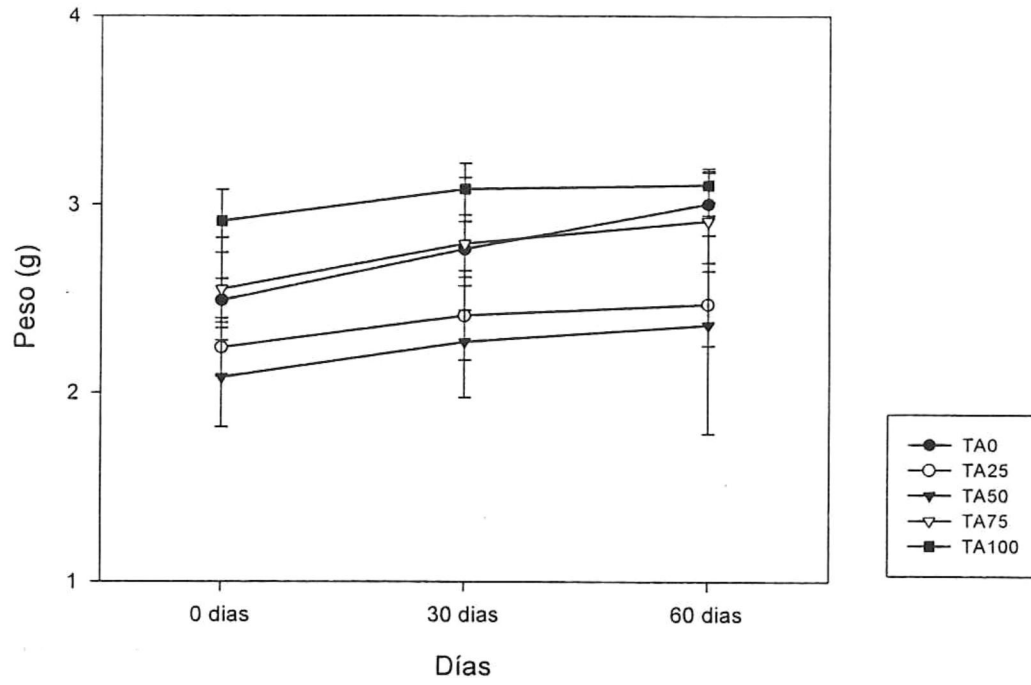


Fig.16 Crecimiento total en peso (g) con harina de alfalfa.

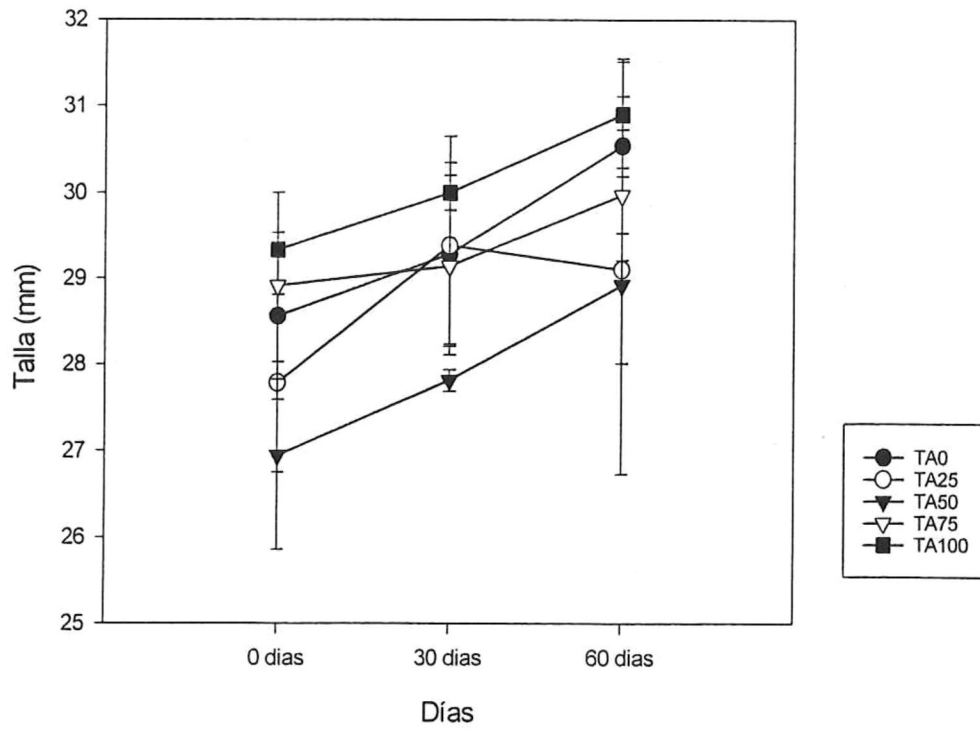


Fig.17 Crecimiento total en talla (mm) con harina de alfalfa.

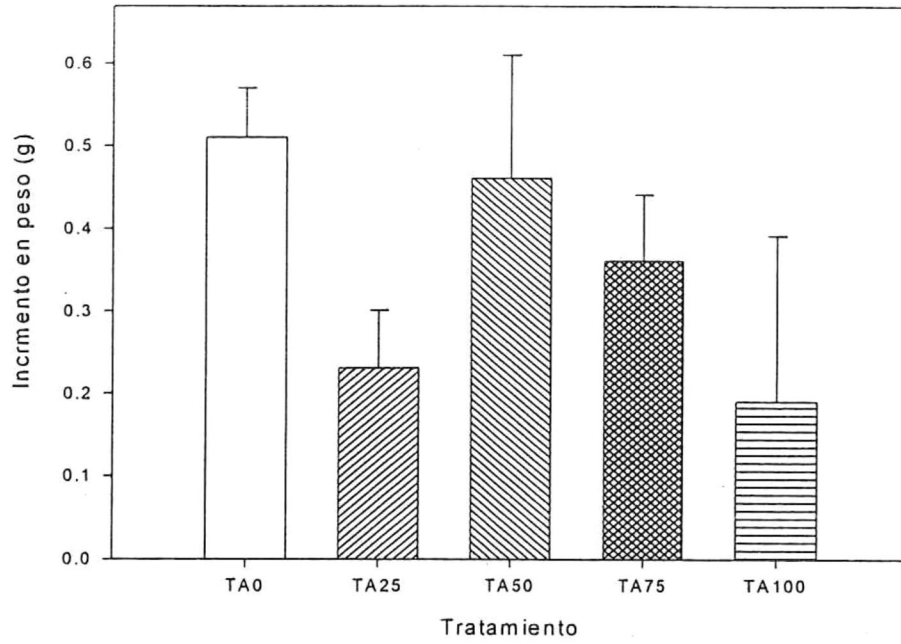


Fig. 18 Incremento total en peso (g) con harina de alfalfa.

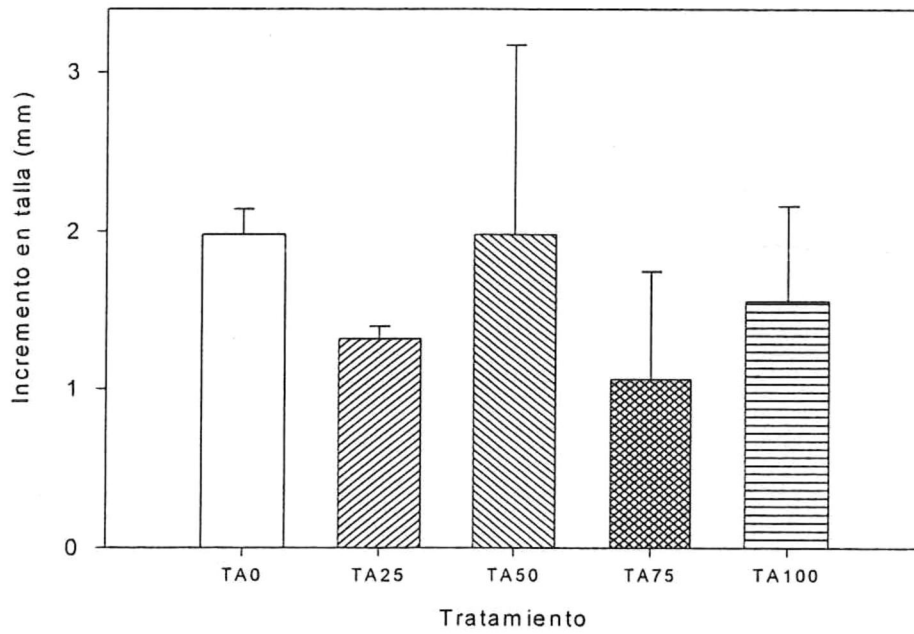


Fig.19 Incremento total en talla (mm) con harina de alfalfa.

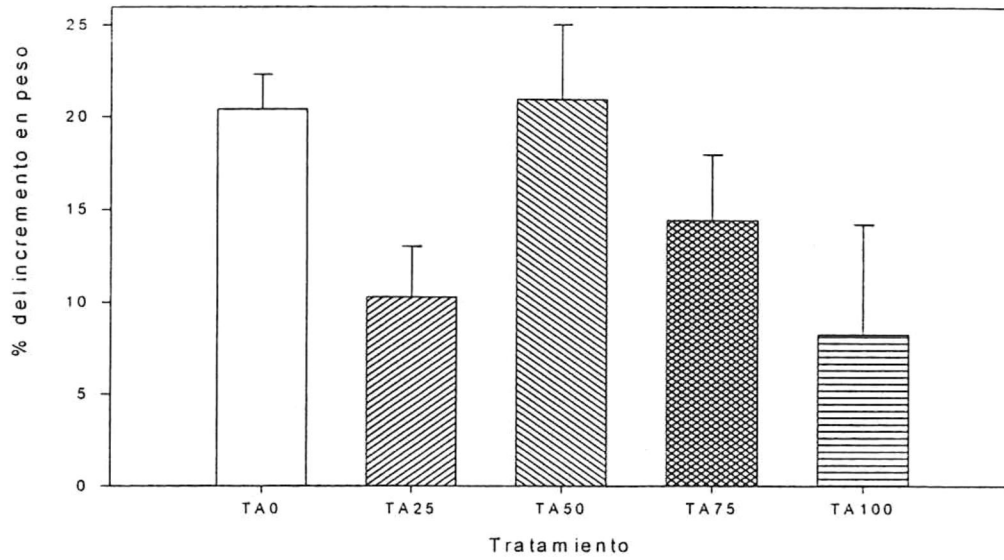


Fig.20 Porcentaje del incremento en peso con harina de alfalfa con relación a su peso corporal.

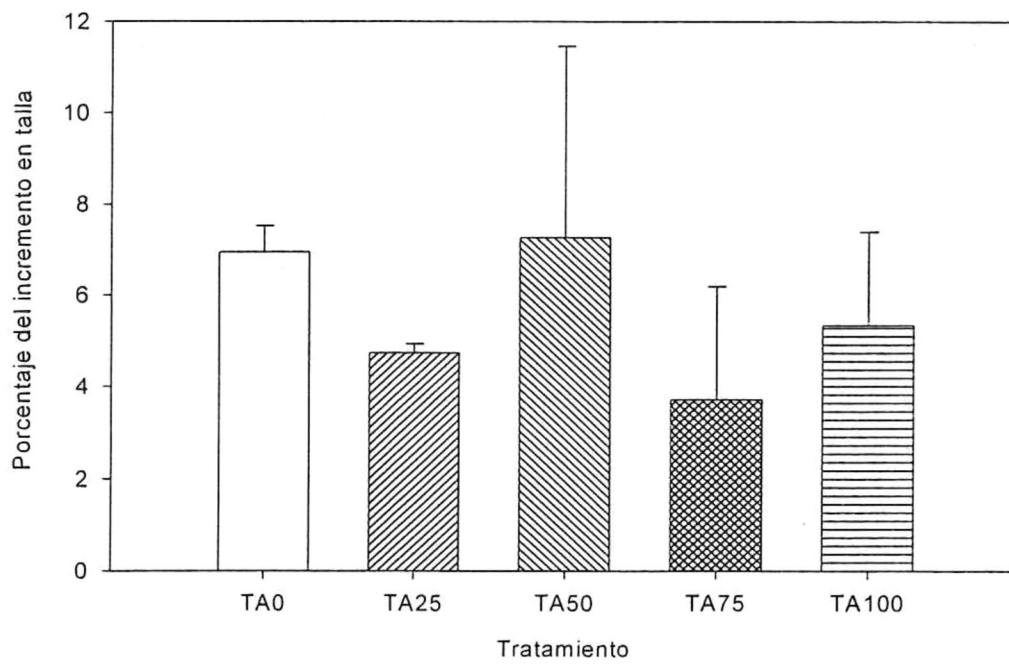


Fig.21 Porcentaje del incremento en talla con harina de alfalfa con relación a su peso.

- **Ingestión**

En el experimento II con harina de alfalfa, la ingestión diaria no presentó diferencias entre los tratamientos ($P=0.41$) (Tabla XII y Fig.16).

Tabla XII.- Ingestión diaria (g/100g) en los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón *Haliotis fulgens*, en el experimento II con harina de alfalfa.

Tratamiento	Ingestión diaria (g/100g)
TA0	0.060 \pm 0.03
TA25	0.074 \pm 0.03
TA50	0.085 \pm 0.01
TA75	0.063 \pm 0.02
TA100	0.047 \pm 0.02

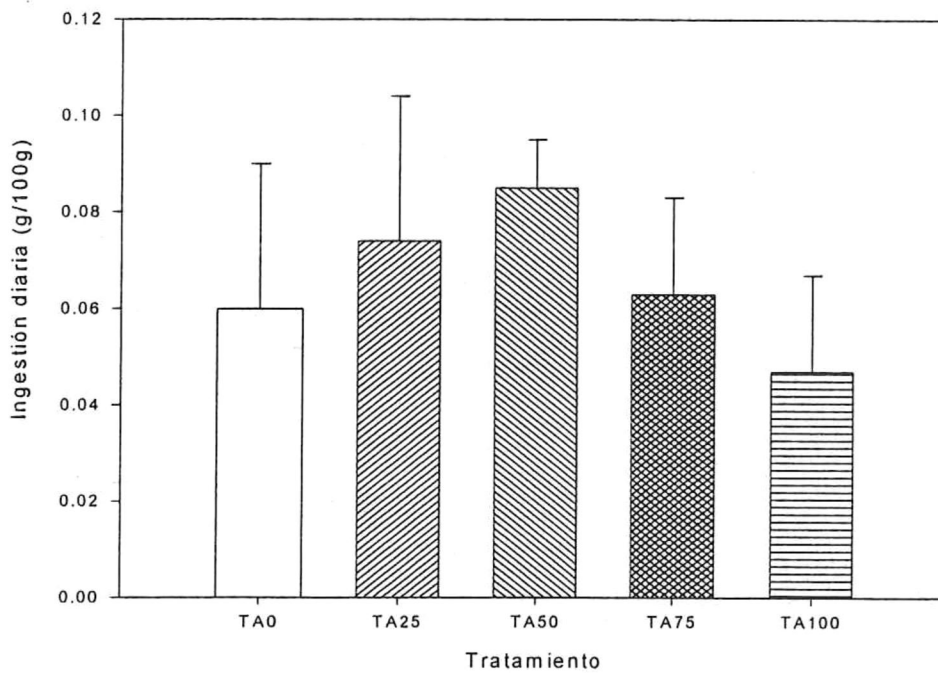


Fig. 22 Ingestión diaria (g/100g) con harina de alfalfa.

- **Eficiencia de Conversión alimenticia (ECA)**

La mayor eficiencia de conversión alimenticia (ECA) fue para TU0 y la de menor ECA fue la dieta TA50 con 50% de inclusión de harina alfalfa. (Tabla XII y Fig.17).

Tabla XIII.- Eficiencia de Conversión alimenticia (ECA) en los diferentes tratamientos ofrecidos a juveniles de abulón *Haliotis fulgens*, en el experimento II alfalfa.

Tratamiento	ECA
TA0	0.75 ±0.17
TA25	0.54 ±0.15
TA50	0.46 ±0.08
TA75	0.72 ±0.38
TA100	0.60 ±0.06

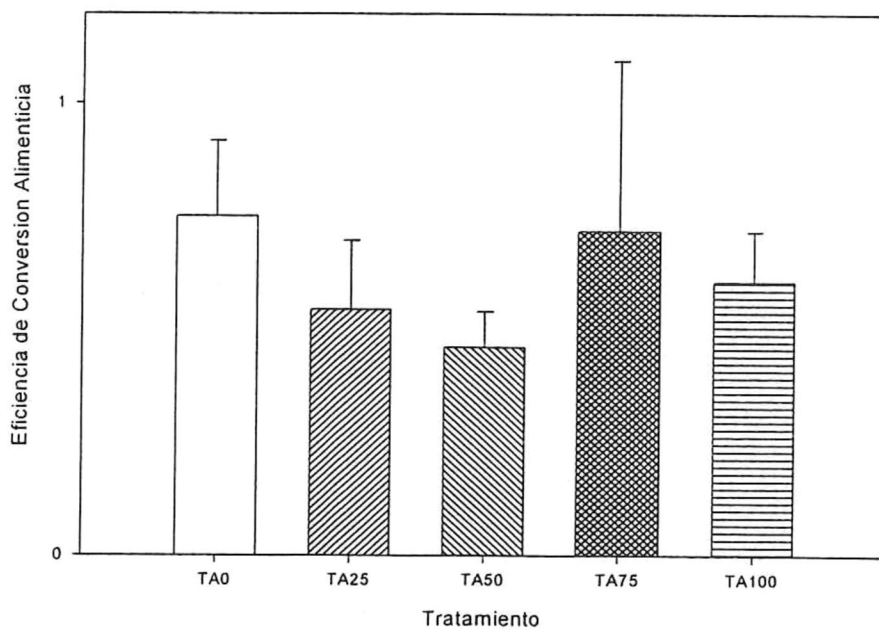


Fig.23 Eficiencia de conversión alimenticia con harina de alfalfa.

DISCUSION

Generalidades:

En el presente trabajo se presentaron dos experimentos con el propósito de estudiar la posible sustitución de la harina de *Macrocystis* por otros dos productos vegetales de la región. Primero, un subproducto que no es utilizado como el mosto de uva y un segundo de bajo costo, la harina de alfalfa. Si bien la segunda materia vegetal no es considerada un subproducto, y de hecho es una de las materias vegetales más ricas en aminoácidos (Pillay, 1983) y no es un producto barato, se encuentra mucho más disponible y a un costo menor que la harina de *Macrocystis*. Así mismo, puede mencionarse que en ambos casos, los análisis proximales resultaron ser un reflejo de la composición proximal como se indicó en la Tabla I de los ingredientes. Es importante cuando se hace un experimento con dietas balanceadas, el realizar los análisis proximales antes de iniciar la experimentación. Ya que cambios pequeños en el homogeneizado y adición de los ingredientes, pueden llevar a cambios significativos en la composición que de ocurrir resultarán en el fracaso de un experimento. De la misma manera se puede inferir sobre la estabilidad del alimento, ya que a partir del alimento ofrecido se calcula la ingestión y de ahí se realizan los cálculos para determinar la tasa de eficiencia alimenticia y conversión. Por esto, es recomendable que cuando se trabaja con alimentos que van a ser sumergidos en agua, se compense la pérdida por estabilidad. Sin embargo, cuando se trata con un alimento con un alto porcentaje de pérdida, esto repercute en los cálculos de ingestión, ya que los abulones consumen con una relación del 1.5 a 1.7% de su peso al día (López y Viana, 1995). Entonces si un alimento presenta un porcentaje mayor a un 10% de pérdida, se está hablando de un margen amplio de error, que de ser mayor a éste, el error va tornándose cada vez más

amplio. En el presente trabajo se cometió dicho error (no mejorar la estabilidad antes de iniciar los experimentos). De esta manera tenemos que la estabilidad del experimento I (harina de mosto de uva) resultó entre 84.1 a 92.84, donde tres de ellas estuvieron en el límite menor del 80% lo cual debería de considerarse no apto. Sin embargo, aquí se ve que la harina de mosto de uva influyó en la estabilidad ya que se observó una correlación positiva al incluir la sustitución de la misma. Esto es un fenómeno conocido donde los ingredientes influyen más sobre la estabilidad que los aglutinantes utilizados, cuando se trata de dietas para abulón que tienen que permanecer hasta 12 horas en el agua (Durazo y Viana, 2000). Por otro lado, en el experimento II, las estabilidades variaron de 71 a 76%, todas por debajo de lo esperado, y sin ninguna tendencia sobre la sustitución. Probablemente estas estabilidades fueron las causantes de que el consumo haya resultado tan bajo, de 0.04 a 0.085% del peso a diferencia del experimento I donde el consumo se registró de 1.14 1.02 y 0.81% de su peso en aquellos donde el crecimiento fue mayor, porcentajes que podrían ser considerados un poco más bajos de esperado (López y Viana, 1995).

Si bien el crecimiento obtenido en ambos experimentos, (los cuales se detallarán por separado a continuación), tuvo algunos problemas debido a una "enfermedad", o simplemente, estado general de salud pobre, si se observaron crecimientos que nos indican la bondad o efecto negativo en su inclusión.

Ambos experimentos fueron diseñados de tal manera que con 5 diferentes niveles de inclusión fuera posible observarse su aportación al crecimiento (Sokal y Rohlf, 1981). De tal manera que si no existe un efecto negativo indicando su completa sustitución sería demostrado con la similitud estadística entre los tratamientos, y en caso

contrario, las diferencias significativas nos podrían indicar la tendencia de su utilización y explicarnos el efecto de su inclusión.

Ambos experimentos se realizaron con organismos de la empresa de B.C. Abalone, S.A. de C.V. de la especie *Haliotis fulgens* considerado como la especie más apta de ser cultivada en la región, por lo que los resultados aquí obtenidos podrán ser aplicados directamente para implementar las dietas que se producen actualmente para dicha granja. Parte de los problemas que pudieron observarse con los organismos, durante la experimentación, como es el caso de la alta mortalidad al finalizar el experimento, se debió quizás a un mal generalizado sobre estos organismos. Todos, no solo los de estos experimentos aquí presentados (incluyendo los controles), sino también de otras Instituciones (CICESE, Dra Pilar Sánchez, com. personal³) e incluso en diversas granjas, apuntaban que los abulones perdían su capacidad de adherirse al substrato presentando el pié musculoso hinchado. Que después de varios días de dejar de comer, morían. El abulón es una organismo relativamente nuevo en su explotación en granja, por lo que aún no se le conoce bien. Por otro lado, no se ha llevado a cabo un programa de manejo genético que fomente la variabilidad dentro de las especies cultivadas. Al igual que en condiciones naturales, cuando los desoves se realizan con pocos individuos sin permitir la entrada de flujos genéticos, los organismos empiezan a perder la variabilidad genética, y por lo tanto se vuelven vulnerables a enfermedades (Dobzhansky et al., 1977).

³ Investigadora del Cicese, Ensedad B.C.

Experimento I

El crecimiento con los diferentes niveles de harina de mosto de uva mostró diferencias significativas al comparar el incremento individual de crecimiento en peso, tanto en incremento total como en tasa de crecimiento diario en mg. Las diferencias observadas muestran que los tres primeros tratamientos fueron mayores e iguales entre sí comparados con los dos últimos. Esto implica que no se observó un efecto negativo en la inclusión del mosto de uva hasta en un 50% de substitución, pero si al aumentarse de un 75 a un 100%. Sin embargo, al comparar el crecimiento total, no se observaron diferencias significativas. Esto quizás por la variación en la talla y peso existentes al inicio del experimento, enmascarando la posible diferencia entre los grupos. Por esto, se procedió a utilizar únicamente los datos de incremento en peso con relación a su peso, lo cual es aconsejable cuando existe más de un 10% de variación en talla y/o peso (Akiyama, 1993).

Anterior a este trabajo (referido en los antecedentes) se efectuó una prueba preliminar donde la harina de *Macrocystis* se substituyó por la harina de mosto de uva en un solo nivel de inclusión indicando resultados de crecimiento similar entre ambas. En esa ocasión el nivel de inclusión fue del 15% del total de la fuente de carbohidratos (Escobar, com. personal⁴), que si es comparable con los niveles del presente trabajo, el cual corresponde al TU50 con un 16.5% del total de la fuente de carbohidratos, y al resultar en un crecimiento igual al observado sin inclusión (TU0), explica el porque en aquel trabajo no se hayan observado diferencias en el crecimiento. Por lo anterior, puede sugerirse que una substitución mayor al 16.5 % de HMU en la dieta total tiene un descenso en el incremento en peso (P=0.05).

⁴ Roberto Escobar rescobar@faro.ens.abc.mx

La razón por la que los dos tratamientos con niveles más altos de sustitución de harina de mosto de uva no hayan funcionado, puede deberse a la poca gustocidad del alimento y no a un efecto antinutricional. Se sabe que la gustocidad es un factor importante para la ingestión, ya que el alimento es manipulado antes de ser ingerido, produciéndose una prueba gustatoria final. Además del sabor, la ingestión está influenciada por la dureza, abrasividad (aspereza), y la facilidad de engullir, que en conjunto, determinarán si el organismo ingiere o expulsa el alimento (Cuenca, 1987). De hecho, las dietas para animales domésticos, hoy en día, se balancean con respecto a factores de ingestión más que con los valores absolutos de los requerimientos del organismo. Por esto, existe información que muestra cuales ingredientes no son recomendados por tener efecto negativo sobre la tasa de ingestión, y que cuando son utilizados como tal, constituyen el origen de muchos fracasos en la aceptación del alimento. La harina de mosto de uva es un ejemplo, donde la presencia de taninos, le confiere un sabor astringente que hace que el alimento que los contenga no sea fácilmente aceptado (Badui, 1986). Esto puede ser apoyado por los datos obtenidos de la ingestión, donde se observa en el presente trabajo, que ésta disminuyó conforme aumentó su inclusión, coincidiendo con la disminución del crecimiento. Por esto, no pudo deberse a factores antinutricionales ya que los resultados indican que no hubo diferencias en la eficiencia de conversión alimenticia (ECA). La ECA obtenida en el presente trabajo presenta cifras aceptables y similares a las reportadas por otros autores (López y Viana, 1995) con un valor máximo de 1.261 y un mínimo de 0.702.

Experimento II

Este experimento fue realizado bajo el mismo esquema del anterior, solo que la harina de alfalfa fue el ingrediente que sustituyó a la harina de *Macrocystis*.

Como se mencionó anteriormente, las tasas de crecimiento de este experimento fueron bajas ya que los valores más altos que se registraron fueron de 8.49 mg y 33 μm , por día, comparados con los resultados obtenidos en otros trabajos (Viana et al., 1993) con tasas de crecimiento de 147 mg y 101 μm .

Lo que se esperaba de los resultados en el experimento con harina de alfalfa, era no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, ya que la harina de alfalfa, es una de las harinas más utilizadas en la elaboración de alimentos balanceados por su calidad nutricional y no contener elementos antinutricionales (Pillay, 1983), por lo que la sustitución de la harina de *Macrocystis* por harina de alfalfa, no tendría porque afectar el crecimiento del abulón azul (*H. fulgens*), sino al contrario podría favorecer el crecimiento ya que la harina de alfalfa contiene valores más altos de proteína, lípidos y carbohidratos que la harina de *Macrocystis* (Pillay, 1983).

De hecho fue así, a pesar de haberse registrado un crecimiento bajo entre los organismos, no se encontró ningún efecto negativo en el crecimiento de los mismos ($P=0.05$) a los 60 días, tanto en el crecimiento total como en las tasas de crecimiento. Aunque estos resultados están dentro de lo que se esperaba (no haber diferencias significativas) no se puede concluir en forma definitiva, ya que al no obtener diferencias significativas entre los tratamientos, el experimento debió de haberse prolongado hasta que los organismos crecieran al menos un 85% de su peso inicial (Akiyama, 1993), pero

las altas mortandades registradas al final del segundo mes de la experimentación no lo permitieron. Por lo anterior, se recomienda retomar este experimento, hasta obtener el porcentaje de crecimiento recomendado por D'Abramo (1997).

CONCLUSIONES

Experimento I

La harina de mosto de uva puede reemplazar hasta en un 16% a la harina de *Macrocystis* en la elaboración de alimento balanceado para el abulón azul (*Haliotis fulgens*) sin afectar el crecimiento de los mismos.

Experimento II

No se puede concluir nada en forma definitiva acerca de la sustitución de harina de *Macrocystis* por harina de alfalfa en alimento balanceado para el abulón (*Haliotis fulgens*), debido a la interrupción del experimento al segundo mes y las mortandades registradas. Sin embargo no se encontró un efecto negativo en el crecimiento de los organismos a los 60 días de experimentación, suponiendo que si el experimento se hubiera continuado, se seguiría sin encontrar estas diferencias. Por lo que se recomienda retomar este experimento, para conocer si la inclusión de harina de alfalfa tiene un efecto negativo en el crecimiento del abulón azul (*Haliotis fulgens*).

LITERATURA CITADA

Akiyama Dean M., 1993. Futuras Consideraciones para la Industria Alimentaria Acuicola. American Soybean Association. Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. L. Elizabeth Cruz Suárez. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 25-34.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC.), 1999. Official Methods of Analysis. Association of Analytical Chemist. 15th Ed. Washisgton, DC. USA., pp. 2290.

Badui Dergal S., 1986. Química de los Alimentos. Universidad Autónoma de México. Departamento de Alimentos. División Estudios de Posgrado. Facultad de Química. Editorial Alhambra Mexicana S.A. de C.V. pp. 283-284.

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.

Buenrostro José, 1993. Importación -Exportación de Ingredientes para Aliemntos Balanceados. American Soybean Association. Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. L. Elizabeth Cruz Suárez. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 35.

Cox, K.W.,1962. California Abalones, Family Haliotidae. Calif. Dept. Fish and Game. *Fish Bulletino*. 118.(1), pp. 130.

Cuenca, 1987. Nutrición en Acuacultrua. J. espinosa de los Moteros y V. Labarta (Editores). Industiras Gráficas España. S.L. Madrid. Vol. I 1-46.

D'Abramo Louis. 1997. Crustacean Nutrition. World Aquaculture Society. USA. 6: 3-20.

Day, R.W. and A.E. Fleming, 1992. The determinants and measurement of abalone growth. 141-168., IN: ABALONE OF THE WORLD. BIOLOGY, FISHERIES AND CULTURE, SHERPHERD, S.A. TEGNER, M.J & GUZMAN DEL PROÓ, S.A. (Feds). Proceeding of the 1st. International Symposium on abulone. Fishing. News Books, London ETC. I-XIV, 1-608.

De la Higuera M. 1987. Nutrición en Acuicultura. Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. L. Elizabeth Cruz Suárez. Universidad Autónoma de Nuevo León. 53. pp.

De Silva Sena S. y Trevor A. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Anderson Chapman y Hall. Londeres. pp. 1-13.

Dobzhansky Theodosius, Ayala Francisco J. y Valentine James Valentine W. 1977. Evolution. Universidad de California. H. Freeman and Company. pp. 3-9.

Durazo Beltrán E. y Viana Ma. Teresa. 2000. Efecto de la concentración de agar, alginato y carragenano en la estabilidad, dureza y lavado de nutrientes en alimentos balanceados para abuln. *Ciencias Marinas*. 27(1): 1-19.

Ebert, E.E. 1991. Growth and Status of Abalone Aquaculture in California; 44. Annu. Meet. Pacif Coast Oyster Growers Association. National Shellfisheries Association (Pacif Coast Section); Portland, OR (USA); 27-29 Sep 1990. *J. Shell fish Res*; 10, (1): pp. 235-236.

Geiger, Ph. D. Daniel. 2000. Distribution and Biogeography of Haliotidae (Gastropoda: Vetigastropoda) world wide. *Bollettino Malacologico* 35:57-120.

Gordon H. Roy and Cook A. Peter. 2001. World Abalone Supply, Markets and Pricing: Historical, Current and Future. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 20, No.2, 267-570.

Hahn K. 1989. Nutrition and Growth of abalone. In. K. Hahn (ed.), *Handbook of Culture of Abalone and other Marine Gastropods*, CRC Press, Boca Rato, FL., pp.135-180.

López M. Lus y Viana Ma. Teresa. 1995. Determinación de la Calidad del Alimento Elaborado con Ensilajes de Pescado crudo y cocido para Abulones Juveniles de *Haliotis fulgens*. 21(3): 331-342.

McShane, P.E.,1992. Early Life History of Abalone: a review. In: ABALONE OF THE WORLD: BIOLOGY, FISHERY AND CULTURE. (Ed. By Shepherd, S.A., M.J.Tergnar, S.A. Guzmán del Proó). Blackwells Press, Oxford London.Ch.,11,120-138.

Pillay T.V.R. 1983. Fish Feed and Feeding in Developing Countries. Food and Agriculture Organization of United Nations Rome. ADCP/REP/83/18.

Secretaría de Pesca,1994. Desarrollo Científico y Tecnológico del Cultivo del Abulón. Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesquero. Convenio SEPRESCA-CIBNOR, pp.84.

Sokal Robert R. y Rohlf James F. 1981. Biometry. The principles and Practice of Statistics in Biological Research. Segunda Edición. W.H. Freeman and Company. New York. Pp.8-19.

Tacón, A.G. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO ed., Roma, Italia, pp. 288-300.

Tejada de Hdez. Irma. 1992. Control de Calidad y Análisis de Alimentos para Animales. Secretaría de Educación Pública. México. pp. 395.

Uki, N. And Watanaba, T. (1992). Review of the nutritional requirements of abalone (*Haliotis spp.*) and development of more efficient artificial diets In: S.A. Shepherd, M.J. Tegner and S.A. Guzmán del Proó (eds.), Abalone of The World. Biology, Fisheries and Culture. Fishing News Books, Oxford, pp 504-517.

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

Viana, M.T., López, L.M., García-esquivel, Z. and Méndez, E. (1996). The use of silage made from fish and abalone viscera as an ingredient in abalone feed. Aquaculture, 140: 87-98.