

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA



EVALUACION DE DIETAS CON DIFERENTES NIVELES
DE INCLUSION DE HARINAS DE CAMARON EN
PRESENCIA DE HARINA DE TRIGO O SORGO,
EN EL CAMARON *Penaeus stylirostris*

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO

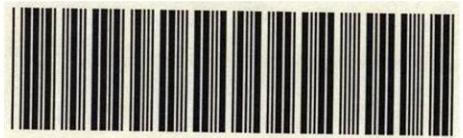
PRESENTA

SERVANDO QUIROZ BUSTOS

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. MAYO DE 1999

SERVANDO QUERROZ BUISTOS

TL
SH380
.62
.M6
Q5
c.1



1080092534

ENCUADERNACIONES MODERNAS AMERICANAS
JESUS M. CARZA # 1217 OTE.
COL. TERMINAL
MONTERREY, N. L. MEXICO
TEL. 374-02-59

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA



EVALUACION DE DIETAS CON DIFERENTES NIVELES
DE INCLUSION DE HARINAS DE CAMARON EN
PRESENCIA DE HARINA DE TRIGO O SORGO,
EN EL CAMARON *Penaeus stylirostris*

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO

PRESENTA
SERVANDO QUIROZ BUSTOS

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. MAYO DE 1999

TL

SH380

- 62

- M6

Q5

1999



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA



EVALUACIÓN DE DIETAS CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINAS DE CAMARÓN EN PRESENCIA DE HARINA DE TRIGO O SORGO, EN EL CAMARÓN *Penaeus stylirostris*.

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA

SERVANDO QUIROZ BUSTOS

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.

MAYO DE 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA



EVALUACIÓN DE DIETAS CON DIFERENTES NIVELES DE
INCLUSIÓN DE HARINAS DE CAMARÓN EN PRESENCIA DE
HARINA DE TRIGO O SORGO, EN EL CAMARÓN *Penaeus stylirostris*.

TESIS

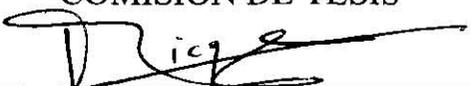
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA

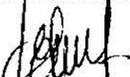
SERVANDO QUIROZ BUSTOS

COMISIÓN DE TESIS



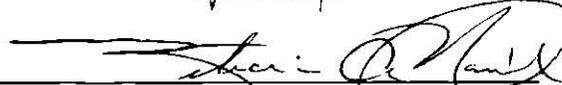
Dr. Denis Ricque Marie

Presidente



Dra. Lucia Elizabeth Cruz Suárez

Secretario



Dra. Leticia A. Háuad Marroquín

Vocal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA



EVALUACIÓN DE DIETAS CON DIFERENTES NIVELES DE
INCLUSIÓN DE HARINAS DE CAMARÓN EN PRESENCIA DE
HARINA DE TRIGO O SORGO, EN EL CAMARÓN *Penaeus stylirostris*.

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

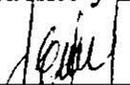
BIÓLOGO

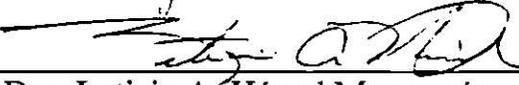
PRESENTA

SERVANDO QUIROZ BUSTOS

COMISIÓN DE TESIS


Dr. Denis Ricque Marie
Presidente y Director


Dra. Lucia/Elizabeth Cruz Suárez
Secretario y Co-director


Dra. Leticia A. Háuad Marroquín
Vocal - Asesor

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres:

Filiberto Quiroz Proa y Leonor Bustos de Quiroz

A mis hermanos:

Hugo Carlos, † María del Carmen y Filiberto

A mi tía:

Elvia Bustos Mendoza

A mi primo:

Paulo A. Bustos Bustos

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Denis Ricque Marie y la Dra. Lucia Elizabeth Cruz Suárez por su confianza y apoyo brindado durante la realización de mi tesis.

A la Dra. Leticia A. Háuad Marroquín por la revisión de mi tesis y por su amistad.

Al Ing. Sergio Escutia Zúñiga por facilitarme las instalaciones de la empresa AquaStrat para la realizar el bioensayo de campo.

A todos los empleados de la granja AquaStrat, en especial al M.C. David Villarreal Cavazos y al Ing. Enrique Soto Fabela por su apoyo en el bioensayo de campo y por su amistad.

Al M.C. Martín Camarena Conchas por todo su apoyo brindado para la realización de este trabajo, por sus conocimientos compartidos y por su amistad.

Al Biól. Mario Gabriel Novales Terreros por su ayuda durante la realización de este trabajo y por su amistad.

Al Q.B.P. Claudio Guajardo Barbosa por su asesoría en la realización de los análisis bromatológicos de las dietas y por su amistad.

A la Biól. Sandra Edith de la Cruz Hernández por brindarme su amistad.

A la Lic. Verónica Cerda Ramírez por su motivación y amistad.

A mis compañeros de generación J. Lucio Benitez Rivera, Ulrico J. López Chukén, Rodolfo Esquivel Escobedo, Abraham Herrera Moreno, Elizabeth Ramírez Mosqueda, Guadalupe Sarmiento Victoria, Verónica Luna, Kenia Valdez Delgado, Lorena Velázquez Raigosa, Cristina Muñoz Vázquez, Norma María Llamas, Antonio Barrón Rodríguez, Oscar Román González Nuñez, , Jorge Castañeda Bustos, Pablo Chávez Zamarripa, Jorge Luis Sánchez Sinfuentes, Armando E. Elizondo Quiroga, Edmundo García Vázquez y Salvador Montes Ramírez por todos los momentos que compartimos como estudiantes.

A mis compañeros del Programa Maricultura Mireya Tapia Salazar, Ulrike Scholz, Alejandra Rocha Estrada, Martha G. Nieto López, Sandra Chávez, Oscar Loaiza Jiménez, José Luis Sánchez, Adriana García Flores, Luis Omar Peña Ortega, Susana Vela, Laura Treviño Carrillo, Daniel Iruegas García, José S. Antimo Pérez y Norma E. Luna Mendoza por sus experiencias compartidas durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO AL CONACyT

El presente trabajo de tesis fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) dentro del marco del proyecto de investigación con clave 1532P-B9507 “Desarrollo de coextruidos de pasta de soya y subproductos acuícolas para nutrición de bagre y camarón”, bajo la dirección del Dr. Denis Ricque Marie.

AGRADECIMIENTO AL PAICyT

Así como también agradeciendo el financiamiento al Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica (PAICyT), a través del proyecto con clave CNO22-98 “Desarrollo de coextruidos con subproductos acuícolas para nutrición de camarón” bajo la dirección del Dr. Denis Ricque Marie.

INDICE

	Página
RESUMEN	III
ABSTRACT	III
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO GENERAL	3
2.1 Objetivos particulares	3
3. HIPÓTESIS DE TRABAJO	3
4. ANTECEDENTES	4
4.1 Uso de harinas de camarón	4
4.2 Uso de fuentes de carbohidratos	5
5. MATERIAL Y METODOS	7
5.1 Materias primas	7
5.1.1. Cabeza de camarón	7
5.1.2. Harina de cabeza de camarón	7
5.1.3. Harina de camarón pelágico Tepual	7
5.1.4. Harina de pescado	7
5.1.5. Pasta de soya	8
5.1.6. Granos de trigo y sorgo	8
5.2 Análisis químico de los ingredientes	8
5.3 Diseño experimental	8
5.4 Formulación y elaboración de las dietas	9
5.4.1 Criterio utilizado en la formulación de las dietas	9
5.4.2. Técnica de elaboración de las dietas	9
5.5 Análisis de las dietas	10
5.6. Evaluación del crecimiento del camarón	10
5.6.1. Bioensayo en laboratorio	11
5.6.1.1. Descripción de la sala de bioensayos	11
5.6.1.2. Desarrollo del bioensayo	11
5.6.2. Parámetros de evaluación biológica	12
5.7. Análisis estadísticos	13
5.8. Análisis de costos	13
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	14
6.1. Análisis de ingredientes y dietas	14
6.1.1. Composición proximal de materias primas	14
6.1.2. Solubilidad de proteína	14
6.1.3. Contenido de taninos	15
6.1.4. Nitrógeno volátil total	16

6.1.5. Granulometría de las harinas de cabeza de camarón y de camarón pelágico Tepual.	16
6.1.6. Composición proximal de las dietas	17
6.1.7. Lixiviación de las dietas	18
6.1.7.1. Evaluación estadística de la lixiviación de las dietas experimentales	18
6.1.7.2. Análisis bifactorial cereal – dosis	19
6.1.7.3. Análisis bifactorial origen – dosis	20
6.2. Evaluación biológica en el laboratorio	21
6.2.1. Calidad del agua	21
6.2.2. Resultados a los 14 y 28 días	22
6.2.3. Efecto de los diferentes factores estimados sobre los parámetros de la evaluación biológica	26
6.2.3.1. Tasa de crecimiento	26
6.2.3.1.1. Bifactorial cereal – dosis	26
6.2.3.1.2. Bifactorial origen – dosis	27
6.2.3.2. Consumo	29
6.2.3.2.1. Bifactorial cereal – dosis	29
6.2.3.2.2. Bifactorial origen – dosis	30
6.2.3.3. Tasa de conversión alimenticia	31
6.2.3.3.1. Bifactorial cereal – dosis	31
6.2.3.3.2. Bifactorial origen – dosis	33
6.2.3.4. Supervivencia	34
6.2.3.4.1. Bifactorial cereal – dosis	34
6.2.3.4.2. Bifactorial origen – dosis	35
6.3. Costo específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón producido.	37
7. CONCLUSIONES	38
8. LITERATURA CITADA	39
9. APÉNDICES	35

RESUMEN

La harina de camarón es una excelente fuente de minerales, quitina, colesterol, fosfolípidos y ácidos grasos, sirve además como un attractante en los alimentos para camarón. Por otra parte, los carbohidratos representan una fuente económica de energía y su inclusión en alimentos ahorra parte del alto costo de proteína para el crecimiento. Con el objeto de evaluar el uso de harinas de trigo o sorgo, junto con la harina de cabeza de camarón en dietas para el camarón *Penaeus stylirostris* con un peso promedio inicial de 0.41g, se realizó una evaluación biológica en un sistema cerrado de recirculación de agua marina sintética durante 28 días, utilizando 3 acuarios por tratamiento y 9 camarones por acuario. Se calculó el costo específico de las dietas y el costo del alimento por tonelada de camarón producido. Se evaluaron el efecto de los factores cereal (trigo y sorgo), dosis (0, 4 y 8%) y origen (harina de cabeza de camarón y harina de camarón pelágico Tepual), utilizando 8 dietas isoproteicas (36.3-37.4%), isolipídicas (6.5-8.3%) e isocalóricas (4.2-4.5 Kcal/g). La tasa de crecimiento fue mayor para el sorgo que para el trigo, también cuando se utilizó la harina de camarón pelágico Tepual que con los resultados obtenidos con la harina de cabeza de camarón; por otra parte no se encontró diferencia al utilizar los diferentes niveles de inclusión de harina de camarón. El consumo fue mayor cuando se incorporo sorgo y cuando se utilizaron los niveles de inclusión de 4 y 8% de harinas de camarón, no encontrando diferencia en cuanto al origen. No se encontró diferencia en la TCA y sobrevivencia, siendo esta ultima superior al 85%. El costo del alimento por tonelada de camarón producido fue menor para la dieta de sorgo con 8% de harina de cabeza de camarón, seguida por las dietas de trigo con 8 y 4% de harina de camarón pelágico Tepual respectivamente.

ABSTRACT

Shrimp meal is an excellent source of minerals, chitin, cholesterol, phospholipids and fatty acids. In addition it is a very good attractant for shrimp feeds. On the other hand, carbohydrates are a cheap source of energy and their utilisation in foods save part of the high cost of energy for the growth. To evaluate the use of wheat or sorghum flour with shrimp head meal in diets for the shrimp *Penaeus stylirostris*, a growth trial was carried out in a recirculating synthetic seawater system for 28 days. 3 assay tanks per treatment and 9 shrimps with an average initial weight of 0.41g per assay tank were used. The specific costs of the diets and the cost of feed per ton of produced shrimp were obtained. The factors cereal (wheat or sorghum), dose (0, 4 or 8% of shrimp meal) and origin (shrimp head meal or pelagic shrimp meal Tepual) were evaluated using 8 isoproteic (36.3-37.4%), isolipidic (6.5-8.3%) and isocaloric (5.2-5.3 Kcal/g) diets. Weight gain was higher with sorghum than wheat and the utilisation of pelagic shrimp meal Tepual gave a better weight gain too than the use of shrimp head meal. There were no differences to the different doses of shrimp meal. Feed consumption was higher when sorghum was used. There were no differences in FCR and survival was higher than 85% for all diets. Cost of food by ton of shrimp produced was lower using the sorghum diet with 8% shrimp head meal, followed by the diets containing wheat with 8 and 4% of pelagic shrimp meal Tepual respectively.

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de alimentos destinada a la acuicultura se está expandiendo rápidamente; solo en Asia, este sector de la industria alimenticia creció de 980,000 ton. a 2500,000 ton. de 1986 a 1989 (Akiyama, 1993).

El uso de alimentos balanceados puede mejorar la producción de camarón e incrementar las utilidades. Sin embargo, los alimentos son caros y pueden constituir desde 50 al 70 % de los gastos de producción (Akiyama y Chwang, 1993). En México, un estudio reciente en varias granjas de Sinaloa de cultivo semi-intensivo de camarón demostró que el alimento contribuye en un 42% de los costos variables de producción y en un 30% del costo total de producción (Reyes-Quintero, 1998).

La mayoría de las industrias productoras de alimento para camarón han incluido sustancias quimioattractantes en los alimentos tales como la harina de pescado, aceite de pescado, solubles de pescado, harina de cabeza de camarón, harina de calamar y aceite de calamar. Esta práctica ha sido diseñada para asegurar la ingestión rápida de los alimentos (Deshimaru & Shigeno 1972; Sick 1975; Murai et al. 1981; Holland & Bofski 1993; Costero & Meyers 1994; todos en Lee y Meyers, (1996).

La harina de pescado se ha usado tradicionalmente como la fuente principal de proteína; sin embargo, su alto costo y el incremento en la demanda de la creciente acuicultura, así como en la alimentación de organismos terrestres cultivados, han hecho que se dediquen esfuerzos encaminados hacia la búsqueda de fuentes alternativas de proteína (Martinez-Palacios et al., 1996).

La harina de camarón es una excelente fuente de minerales, quitina, colesterol, fosfolípidos y de ácidos grasos, sirviendo además como un attractante (Akiyama et al., 1993). La harina de camarón puede ser usada en niveles moderadamente altos y generalmente ayuda a mantener un buen porcentaje de crecimiento, siendo ésta una excelente fuente de proteína (Cuzon et al., 1994), además, el calcio, la quitina y la astaxantina en la harina de camarón pueden mejorar también la dureza de la concha (quitina) y color de los camarones cultivados (Pan, 1989). Siendo ello una cualidad muy deseable.

Los carbohidratos representan una fuente económica alternativa de energía y su inclusión en alimentos puede ahorrar parte del alto costo de proteína para el crecimiento; la presencia de algunos carbohidratos puede también mejorar propiedades organolépticas tales como: la textura y palatabilidad de los alimentos formulados (Goddard, 1996). Por otra parte la harina de trigo es comúnmente el material aglutinante más usado en dietas para camarón debido a su accesible precio. La capacidad aglutinante de la harina de trigo se encuentra relacionada con su contenido de gluten (Akiyama et al., 1993).

El camarón tiene la capacidad enzimática de degradar polímeros, tales como el almidón de los granos, el glucógeno de origen animal, y la quitina del exoesqueleto, su capacidad de utilización es muy reducida comparada con las proteínas (hay menos amilasas que proteasas). Sin embargo, su uso es muy aconsejado (30 a 40% de la materia seca del alimento) a fin de disminuir los requerimientos de proteínas como fuente alterna de energía (Cruz-Suárez, 1998).

Tomando en cuenta el valor nutrimental de la cabeza de camarón y la aportación de energía económica de los carbohidratos presentes en los cereales, se planeó este trabajo donde se evaluó, en el camarón *Penaeus stylirostris*, el efecto nutrimental de la harina de cabeza de camarón adicionada con harina de trigo o sorgo.

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la harina de camarón en presencia de harina de trigo o sorgo como ingredientes en dietas para el camarón *Penaeus stylirostris* bajo condiciones de laboratorio y en estanquería.

2.1. OBJETIVOS PARTICULARES

Evaluar el efecto de la harina de camarón en dos niveles de inclusión (4 y 8%) en dietas cuya principal fuente de carbohidratos fuesen trigo o sorgo, sobre el crecimiento del camarón *Penaeus stylirostris* bajo condiciones de laboratorio y en estanquería.

Evaluar económicamente el uso potencial de la harina de camarón con harinas de trigo o sorgo como ingredientes en dietas para camarón.

Comparar la harina de cabeza de camarón cultivado con una harina formulada a base de camarones procedentes de Chile (harina de camarón pelágico Tepual).

Estimar el costo de las dietas experimentales formuladas y evaluar su impacto económico en el costo de producción del camarón.

3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

A mayor porcentaje de inclusión de harinas de camarón se mejora el crecimiento del camarón *Penaeus stylirostris*.

El uso de la harina de trigo permite un crecimiento mayor en el camarón *Penaeus stylirostris* que una dieta elaborada con harina de sorgo.

4. ANTECEDENTES

4.1. Uso de harinas de camarón

En un estudio previo, Cruz-Suárez et al. (1993) emplearon harinas de subproductos de camarón del Golfo de México (cabeza y cáscara) y del Pacífico (cabeza), con niveles de inclusión del 3, 6 y 18% en dietas para camarón *Penaeus vannamei* de 0.20 g de peso, encontrando una mejor tasa de crecimiento y una menor tasa de conversión alimenticia en las dietas que contenían un 18 % de harina de camarón.

Por su parte, Sudaryono et al. (1995) utilizaron harina de cabeza de camarón en un nivel de inclusión de 7.9%, mezclada con subproductos de concha, sardina, harina de lupino y langosta, en dietas isoprotéicas (40%) e isolípídicas (4-5%) para juveniles de camarón *Penaeus monodon* de 4.8g durante 42 días, encontrando mejor crecimiento con harina de cabeza de camarón y desecho de concha.

Fox et al. (1994) evaluaron dietas que contenían 31% de harina de cabeza de camarón obtenida por métodos diferentes secado en: 1) un simulador solar por 24 hrs; 2) un horno a 80°C por 14 hrs; separando la cáscara de la carne, pasando ésta a su vez por un molino y 3) en un secador de tambor; la pasta fue sometida a secado nuevamente durante 14 hrs a 40°C utilizando un horno de aire, designada como harina de carne de cabeza de camarón) y encontraron resultados significativamente ($P<0.05$) mejores en términos de peso individual final, tasa de conversión alimenticia y producción con respecto a una dieta control que contenía 54% de harina de pescado. La dieta que contenía harina de carne de cabeza de camarón fue la que dio mejores resultados. También encontraron que la incorporación de harina de cabeza de camarón reduce la estabilidad en el agua pero incrementa la palatabilidad de la dieta cuando es comparada con la dieta control que contenía harina de pescado.

Hwang and Jeng, (1985 en Pan 1989) utilizaron desechos de camarón para hacer harina de camarón o solubles de camarón, los cuales fueron empleados para sustituir 5% de la fuente de proteína en camarones cultivados. Los resultados mostraron que el peso ganado de los camarones alimentados con dietas substituidas parcialmente fue de 1.2 a 1.4 veces que los alimentados con la dieta control.

Civera-Cerecedo et al. (1995) evaluaron la harina de langostilla *Pleuoncodes planipes*, con niveles de inclusión de 0, 5, 10 y 15% en dietas para camarón *Penaeus vannamei* de 250 mg de peso, encontrando una mejor tasa de crecimiento ($P<0.05$) y una mejor tasa de conversión alimenticia, así como también una mejor digestibilidad aparente de proteínas ($P<0.05$) en las dietas que contenían harina de langostilla, en tanto que la digestibilidad aparente de lípidos fue significativamente mejor ($P<0.05$) en la dieta que contenía 15% de harina de langostilla que en la dieta control.

López et al. (1998) evaluaron el efecto de la harina de krill (*Euphausia* sp.) sobre el crecimiento del camarón *Penaeus vannamei*, utilizaron para esto 2 dietas, una que contenía 10% de harina de pescado y la segunda 8% de harina de pescado y 2% de harina de krill, y encontraron un efecto positivo en el crecimiento con el reemplazo de 2% de harina de pescado con harina de krill.

Bordner et al. (1986) evaluaron dietas purificadas y no refinadas en langosta (*Homarus americanus*) y encontraron que los “pellets” de las dietas que contenían harina de pescado y harina de camarón se desintegraron después de 2 a 4 horas de inmersión mientras los pellets de las dietas purificadas conservaron su integridad en el agua por más de 16 horas y tuvieron menos de 5% de pérdida de su peso seco inicial por este tiempo. Los porcentajes de lixiviación fueron relacionados a la presencia de harina de camarón y de pescado, sin embargo la suplementación de harina de camarón dio como resultado un incremento en la ganancia en peso.

4.2. Uso de fuentes de carbohidratos

Los carbohidratos son considerados como la forma más accesible y económica de energía dietética para animales, pero su utilización y metabolismo por el camarón es limitada y el proceso necesita estudios más amplios (Akiyama, 1993).

En la formulación de dietas, los carbohidratos juegan un papel muy importante, ya que pueden reducir la cantidad de proteína dentro de estas, actuando también como adherentes, reduciendo por lo tanto la lixiviación y ayudando a conservar estable la calidad en el agua de los alimentos peletizados (Fox et al. 1991).

La harina de camarón y la harina de krill contienen proteínas de alta calidad. Por otra parte el gluten de trigo, el gluten de maíz, el frijol de soya desgrasado y otras fuentes de proteínas vegetales son relativamente buenas fuentes alternativas de proteína que han sido ampliamente utilizados, aunque carecen de algunos aminoácidos esenciales (Kanazawa, 1994).

Cruz-Suárez et al. (1994) sobre dietas para camarón *Penaeus vannamei* de 0.7 g de peso, utilizaron harinas de trigo, maíz, sorgo, mijo perla, arroz, harina de pasta y subproducto de galleta como ingredientes, encontrando un mejor crecimiento en las dietas que contenían harina de trigo blando y subproductos de galleta (hechas de harina de trigo blando), seguidas por las dietas con harina de sorgo.

Briggs (1991) experimentó con un 40% de inclusión de niveles de carbohidratos usando dietas semi-purificadas isoproteicas e isolipídicas, encontrando un mayor porcentaje de crecimiento en la dieta que contenía harina de trigo, seguida por la de polisacáridos puros de dextrina y almidón α en 94% y los disacáridos de sucrosa en 90% del crecimiento sobre la harina de trigo. La α celulosa promovió 84%, mientras los

monosacáridos de la glucosa del azúcar produjeron solamente 76% y la quitina solo 73% del porcentaje del crecimiento óptimo.

Shiau et al. (1992 en Shiau 1997) investigaron la utilización de diferentes fuentes de carbohidratos y la posible sustitución de proteína en la dieta por carbohidratos en *Penaeus monodon*, encontrando que los camarones alimentados con almidón y dextrina tuvieron un mayor crecimiento y sobrevivencia que los alimentados con glucosa.

Alava y Pascual (1987 en Chen 1993) alimentaron juveniles *Penaeus monodon* con dietas semipurificadas isoproteicas e isolipídicas conteniendo 10, 20 y 30% de trealosa, sucrosa y glucosa. Los camarones alimentados con las dietas que contenían sucrosa y trealosa exhibieron mejor peso ganado y sobrevivencia que los que fueron alimentados con la dieta basada en glucosa. Por otra parte, Liao and Chen (1993) mencionan que la ineficiente utilización de azúcares simples es aparentemente atribuida a la rápida absorción de la glándula digestiva a la hemolinfa.

5. MATERIAL Y METODOS

5.1. Materias primas

5.1.1. Cabeza de camarón

El subproducto fresco de cabeza de camarón se obtuvo de la Planta Procesadora Impulsora de Pescado y Mariscos de Tampico, Tamaulipas, este subproducto procedió del camarón blanco *Penaeus vannamei* cultivado en la granja ACUATAM, S.A. de C.V. de Altamira, Tamaulipas. Posteriormente se transportó en cajas de unicel con hielo a una temperatura de 4 - 8 °C al laboratorio de Maricultura de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U.A.N.L., donde se mantuvo en congelación a -20 °C en un congelador hasta que fue procesado en harina.

5.1.2. Harina de cabeza de camarón

Una muestra de cabeza de camarón se descongeló y se secó en una estufa a 70 °C durante 14 horas de acuerdo al proceso usado por Fox *et al.*(1994), posteriormente se molió utilizando un molino para café Moulinex y se almacenó en bolsas de plástico a 4 °C para ser usado al día siguiente en la elaboración de las dietas.

5.1.3. Harina de camarón pelágico Tepual

Se utilizó como testigo la harina de camarón de procedencia Chilena, deshidratada por secado directo y elaborada a partir de cabeza y cáscara de camarones silvestres pelágicos: camarón nilon *Heterocarpus reedi* langostino amarillo *Cervimunida johni* y/o langostino colorado *Pleuroncodes monodon*, comercializado por la compañía Inual-Tepual S.A. ubicada en Santiago de Chile, Chile. La harina de camarón pelágico Tepual se utilizó en los niveles de inclusión de 4 y 8% en las formulaciones con harina de trigo. En lo sucesivo a esta harina se le va a llamar harina de camarón pelágico Tepual o Harina Tepual.

5.1.4. Harina de pescado

Se utilizó una harina de pescado (jurel) chilena Tepual ® tratada con antioxidante, la cual fue procesada en una planta procesadora con buen control de calidad (Galleguillos com. Per., julio, de 1998) y seleccionada por Fundación Chile. El lote de harina fue recibido por el programa Maricultura de la F.C.B./U.A.N.L. en marzo de 1997. Este lote fue utilizado en pruebas de evaluación nutrimental en el camarón azul *P. stylirostris* (super camarón), por Luis Peña Ortega y Mario Novales Terreros (Tesis en proceso).

5.1.5. Pasta de soya

La pasta de soya utilizada en las dietas presentó el 46% de proteína, fue obtenida de un establecimiento comercial de la ciudad de Monterrey, N.L. y se almacenó a temperatura ambiente en el laboratorio hasta su uso.

5.1.6. Grano de trigo y sorgo

Se adquirió el grano de trigo duro Anáhuac y sorgo variedad Lerma en una forrajera de la Cd. de Monterrey, N.L. y se almacenaron en un enfriador a 4°C hasta que fueron procesados en harina.

5.2. Análisis químico de los ingredientes

Los ingredientes se analizaron mediante los siguientes métodos: proteína (Tecator, 1987), humedad (AOAC, 1990, No. 929.36), ceniza (AOAC, 1990, No. 942.05), lípidos (Tecator, 1983), fibra cruda (AOAC, 1990, No. 962.09) y extracto libre de nitrógeno (diferencia).

A la harina de sorgo se le determinó el contenido de taninos (Price *et al.*, 1978).

A la cabeza fresca de camarón se le determinó el Nitrógeno Volátil Total (Tecator, 1987, ASN 3140). A la cabeza fresca y a la harina de camarón se le midió la solubilidad de proteína por el método de hidróxido de potasio al 0.2% desarrollado por Keith Rinehart (citado en Dale, 1992).

5.3. Diseño experimental.

De acuerdo con los objetivos planteados se aplicó el siguiente diseño experimental (tabla 1):

Se diseñaron 6 dietas con 0, 4 u 8% de harina de cabeza de camarón usando como fuente de carbohidratos harina de trigo o sorgo. Estas dietas permiten evaluar los efectos del nivel de inclusión de la harina de camarón y del reemplazo del trigo por el sorgo en un plan bifactorial (D1, D2, D3, D4, D6 y D7).

Otras 2 dietas formuladas con 4 y 8% de harina de camarón pelágico Tepual (D5 y D8) permitieron comparar el producto comercial con la harina de camarón experimental en dos niveles, en un plan bifactorial que incluye las dietas D3, D5, D6 y D8.

Tabla 1. Diseño experimental.

Nivel de inclusión de harina de camarón	Harina experimental de cabeza de camarón		Harina de camarón pelágico Tepual (control)
	+ Trigo	+ Sorgo	+ Trigo
0%	D1	D2	
4%	D3	D4	D5
8%	D6	D7	D8

5.4. Formulación y elaboración de las dietas

5.4.1. Criterio utilizado en la formulación de las dietas

Se formularon las dietas experimentales (tabla 2), por medio del software computacional mixit-2, en función de la composición bromatológica de cada ingrediente, para obtener dietas isoproteicas (36%), e isolipídicas (8%), cumpliendo con los requerimientos nutricionales para camarón publicados por Akiyama et al. (1993).

Para la elaboración de las dietas se utilizó el siguiente criterio:

La inclusión de las harinas de camarón (experimental y Tepual) en niveles de 4 y 8% en forma de harina, se realizó en sustitución de la harina de pescado.

Varios ingredientes se incluyen en todas las dietas a un nivel constante, de los cuales destacan el gluten de trigo (aglutinante) incluido al 6% y la lecitina de soya (fosfolípidos) al 5%, como otros ingredientes constantes (ver tabla 2).

Los niveles de harinas de trigo o sorgo y de pasta de soya se balancearon para que sumando sus aportes de proteína a los del camarón, pescado y gluten, se logre un nivel total del 36% en proteína.

Se moduló el nivel de aceite de pescado para completar el aporte total de lípidos aproximadamente a un valor de 8%.

5.4.2. Técnica de elaboración de las dietas

Los ingredientes mayores pesados de acuerdo a su nivel de inclusión en la formulación, se mezclaron durante 8 minutos en una mezcladora marca Kitchen-Aid, y

durante el mezclado se agregaron para cada dieta un volumen de 400 ml de agua, posteriormente se agregaron los ingredientes menores, el aceite de pescado y la lecitina de soya dejándose mezclar por otros 8 minutos. Posteriormente las dietas se peletizaron en un molino para carne TOR-REY equipado con un dado con orificios de 2 mm de diámetro. Las dietas se secaron al sol y se almacenaron en bolsas de plástico a 4 °C.

Tabla 2. Composición de las dietas.

Ingredientes	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Trigo	39.81	0	38.08	0	37.03	36.49	0	34.51
Sorgo	0	38.03	0	36.22	0	0	34.71	0
Harina de cabeza de camarón	0	0	4	4	0	8	8	0
Harina de camarón pelágico Tepual	0	0	0	0	4	0	0	8
Metionina	0.23	0.24	0.28	0.28	0.27	0.32	0.344	0.31
Aceite de pescado	1.07	0.619	0.949	0.51	0.94	0.81	0.393	0.79
Pasta de soya	26.91	29.33	28.92	31.18	29.97	30.59	32.77	32.61
Harina de pescado (jurel)	19.7	19.7	15.5	15.5	15.5	11.5	11.5	11.5
Ingredientes constantes	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28

Ingredientes constantes: Gluten de trigo 6%, antioxidante 0.02%, antifúngico (checkmold ®) 0.05%, minerales 0.25%, vitaminas 0.25%, atractante (F.P.) 0.5%, lecitina de soya 5% y colesterol 0.2%.

Mezcla de vitaminas: Vit. A 1,000,000 IU/kg., Vit. B₁ 6,000 ppm, B₂ 2,500 ppm, Ca Pant. 1,500 ppm, Vit. B₆ 1,500 ppm, Vit. B₁₂ 20 ppm, Vit. C 10,000 ppm, CP y P 10,000 ppm, Vit. K₃ 4,000 ppm, Vit. D₃ 800,000 IU/kg., Vit. E 15,000 ppm, Vit. K 100 ppm, Niacina 2,500 ppm, Ac. fólico 1,000 ppm.

Mezcla de minerales: Co 500 ppm, Mg 0.0001 %, Mn 4,000 ppm, Zn 10,000 ppm, Ca 5,000 ppm, Fe 0.25 ppm, I 500 ppm y Se 25 ppm.

5.5 Análisis de las dietas

Se hicieron análisis proximales y del contenido de taninos en las dietas con los métodos descritos anteriormente.

Se realizaron pruebas de lixiviación de las dietas utilizando el método descrito por Aquacop (1978), para lo cual se utilizó agua marina sintética entre 24 y 27 °C y con salinidad de 37‰. Para estas pruebas se manejaron las mismas cantidades de pH, amonio, nitritos y oxígeno disuelto que las reportadas durante el bioensayo (ver tabla 9).

5.6. Evaluación del crecimiento del camarón

La evaluación del crecimiento del camarón se realizó a través de 2 bioensayos: 1) En sistema cerrado de recirculación de agua marina sintética del Programa Maricultura de la F.C.B. en Monterrey N.L. y 2) en jaulas en un estanque de la granja AquaStrat ubicada en Escuinapa, Sinaloa; pero solamente el primero se realizó con éxito y un nuevo intento del segundo nos permitió establecer de manera óptima una metodología de trabajo con las jaulas en los estanques. El bioensayo en jaulas se describe en el apéndice 1.

5.6.1. Bioensayo en laboratorio

Se evaluaron durante 28 días 8 dietas cada una con 3 repeticiones (acuarios).

5.6.1.1. Descripción de la sala de bioensayos

La sala cuenta con 48 acuarios de fibra de vidrio de 60 x 30 x 35 cm, con una capacidad de 60 litros cada uno; cada acuario tiene un doble fondo cubierto con tela de gasa, y está abastecido por aire y agua marina sintética, la cual es renovada automáticamente 9 veces al día. También se cuenta con 3 estanques de aclimatación y/o preengorda de 1.4 x 1.5 x 0.4 m., éstos con una capacidad de 500 litros. Además existen 5 tanques de 1500 litros, 3 son colectores y 2 son de almacenamiento que por medio de gravedad abastecen de agua a los acuarios. Estos 2 últimos cuentan con un sistema intercambiador de calor dentro de cada uno de ellos, siendo este una manguera dispuesta en forma de serpentín, por la cual fluye agua con una temperatura máxima de 30-32 °C que proviene de un calentador. Cada tanque de almacenamiento está equipado con un depurador biológico rotatorio y espumadores implementados en el laboratorio, esto con la finalidad de oxidar el amonio y materia orgánica soluble presente en el sistema. La sala está equipada además con 4 filtros de cartucho de 50 micras y 2 de carbón activado, un ozonificador y un sistema de luz U.V.

5.6.1.2. Desarrollo del bioensayo

Las biometrías (pesadas) se realizaron al inicio (día 0), consideramos día 0, 14 días y 28 días del experimento, utilizando una balanza analítica Ohaus con precisión de 0.001 g. Los camarones se pesaron de manera individual.

Para el experimento se utilizaron juveniles de camarón azul *Penaeus stylirostris* (super shrimp) de un peso promedio de 415 mg, los cuales procedían de la granja AquaStrat ubicada en Escuinapa de Hidalgo, Sinaloa.

Los juveniles de camarón a su llegada a la sala se aclimataron en 2 de los tanques colectores durante 3 días, donde se les proporcionó la dieta comercial Rangen ® 35% de proteína. Se realizó un muestreo preliminar el cual permitió elegir los rangos de tallas del camarón para ser usados en el bioensayo. Las tallas utilizadas por acuario fueron: 2

camarones de 0.325 g – 0.375 g, 3 camarones de 0.375 g – 0.425 g y 4 camarones de 0.475 g – 0.525 g.

Al día siguiente (día 0) se realizó la distribución y la biometría inicial de los camarones, las dietas (tratamientos) se distribuyeron al azar en las unidades experimentales (acuarios), y al siguiente día (día 1), se inició la alimentación. Se alimentaron una vez por día durante los primeros cinco días, posteriormente se alimentaron dos veces por día, iniciando con el 10% de la biomasa, y con ajustes periódicos de acuerdo al consumo observado.

Durante los primeros tres días se reemplazaron los camarones muertos, por otros de pesos similares.

Se registraron diariamente por la mañana los restos de alimento y mortalidad, y posteriormente se sifonearon los acuarios.

Durante el bioensayo se mantuvo un fotoperíodo de 12 horas luz.

Diariamente se registró la temperatura y la salinidad del agua. Cada semana se midió el contenido de amoníaco, pH, nitritos y oxígeno disuelto, se utilizó para esto los métodos (kits) colorimétricos marca LaMOTTE.

5.6.2. Parámetros de evaluación biológica

Se registraron durante el bioensayo los pesos individuales, número de individuos y el consumo de alimento, lo cual nos permitió determinar en cada unidad experimental (acuario) la tasa de crecimiento (TC), consumo individual, tasa de conversión alimenticia (TCA) y tasa de sobrevivencia (TS) para lo cual se utilizaron las siguientes formulas:

$$TC = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$TS = \frac{\text{Número final de organismos}}{\text{Número inicial de organismos}} \times 100$$

$$TCA = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Peso ganado}}$$

$$\text{Alimento consumido} = \sum_{i=1}^{28} \left[\frac{\text{alimento distribuido en el tanque el día } i - \text{alimento no consumido}}{\text{número de camarones en el tanque el día } i} \right]$$

5.7. Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS, versión 5.0.

Con el objetivo de determinar diferencias significativas entre tratamientos se realizó un análisis de varianza de una vía y una prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel de significancia de 0.05.

Se llevaron a cabo análisis de varianza bifactoriales para evaluar el efecto de los factores del diseño experimental:

a) Análisis bifactorial para las dietas 1, 2, 3, 4, 6 y 7.

Factores	1.- Inclusión de camarón (0, 4 y 8%).
	2.- Cereales (trigo y sorgo)

b) Análisis bifactorial para las dietas 3, 5, 6 y 8.

Factores	1.- Inclusión (4 y 8%)
	2.- Origen (Subproducto de camarón y Harina Tepual)

5.8. Análisis de costos

Se realizó un estudio del costo específico de las dietas por tonelada considerando el costo de los ingredientes de acuerdo a su nivel de inclusión, considerando 400.00 pesos actuales por el proceso de peletizado.

Se calculó el costo del alimento por tonelada de camarón producido considerando el costo de las dietas por tonelada y la tasa de conversión alimenticia.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Análisis de ingredientes y dietas

6.1.1. Composición proximal de los ingredientes experimentales

En la tabla 3 se muestra la composición proximal de las harinas experimentales. Se observa que el contenido de proteína en la harina de trigo es mayor que en la de sorgo. Lo mismo se encontró en la harina de cabeza de camarón peneido que contenía más proteína que la harina de camarón pelágico Tepual. El nivel de fibra de la harina de camarón pelágico Tepual es mayor que el de la harina de cabeza de camarón posiblemente por el grosor de la cutícula de las especies pelágicas. Por su parte Civera-Cerecedo (1998) reporta para la harina de langostilla (especie pelágica) *Pleuroncodes planipes* de 10.24 y 7.83% de fibra en las etapas de Julio-Agosto y Noviembre-Diciembre respectivamente durante 1996, dichos porcentajes son similares a los encontrados en este trabajo para la harina de camarón.

Tabla 3. Composición proximal de las harinas experimentales.

Harina	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Ceniza %	ELN %
Trigo	10.9 ± 0.4	12.3 ± 0.2	1.8 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.0 ± 0.1	70.5
Sorgo	11.0 ± 0.1	9.9 ± 0.7	3.0 ± 0.1	2.1 ± 0.0	1.6 ± 0.0	72.4
H. C. Camarón	6.6 ± 0.1	49.5 ± 0.4	11.8 ± 0.5	10.4 ± 0.0	19.5 ± 0.4	2.2
H. C. Tepual	8.2 ± 0.1	40.5 ± 0.3	12.3 ± 0.2	17.6 ± 0.0	21.4 ± 0.3	0.0

H.C. camarón = Harina de cabeza de camarón y H. C. Tepual = Harina de camarón Tepual

6.1.2. Solubilidad de proteína

La solubilidad de proteína de la harina de cabeza de camarón fue de 54.33% mientras que con la cabeza fresca de camarón fue de 76.43% (tabla 4). En el caso de la harina de camarón pelágico Tepual, la solubilidad de proteína fue de 23.74%.

El valor de proteína soluble para la harina de cabeza de camarón es inferior al reportado por Melo (1996) para una harina elaborada a base de subproductos de camarón.

En la actualidad no se tienen reportes sobre los rangos aceptables de solubilidad de proteína para la harina de cabeza de camarón, harina de trigo o harina de sorgo. Solo se conoce como referencia el rango para la soya reportado por Akiyama (1992), el cual considera como óptimo un índice de 60 a 80% (solubilidad en solución alcalina con KOH 0.036 N) para asegurar un crecimiento adecuado de las especies acuícolas.

Tabla 4. Solubilidad de proteína de la cabeza fresca de camarón y de las harinas experimentales.

Ingredientes	Proteína soluble
Cabeza fresca de camarón	76.3 ± 0.5
Harina de cabeza de camarón	54.3 ± 0.3
Harina de camarón pelágico Tepual	23.8 ± 0.7
Trigo	87.2 ± 0.3
Sorgo	37.9 ± 0.6

6.1.3. Contenido de taninos

El contenido de taninos de la harina de sorgo y de las dietas elaboradas con sorgo se determinó por el método descrito por Price et al. (1979), el cual expresa los taninos como equivalentes de catequina (E.C.) (tabla 5). La harina de sorgo presentó el más alto contenido de taninos. Los taninos son compuestos fenólicos que tienen la capacidad de precipitar proteínas; los complejos que se forman entre proteínas y taninos no son metabolizados por los animales, lo que hace que el valor nutritivo del alimento se reduzca, (Badui-Dergal, 1986).

Meyer y Gorbet (1984) mencionan que los sorgos bajos en taninos contienen menos del 0.1% mientras que los sorgos altos en taninos pueden contener más del 3.4%, de acuerdo a esta clasificación el sorgo utilizado en este experimento corresponde a un sorgo bajo en taninos. Torres (1990) reportó el contenido de taninos de 10 variedades de sorgo procedentes del estado de Tamaulipas, los cuales presentaron de 0.24 a 1.016 mg/100 mg equivalentes de catequina, concentraciones que son superiores a las reportadas en este trabajo.

En el caso de las dietas 2, 4 y 7 elaboradas con harina de sorgo y harina de camarón el contenido de taninos se incrementó a medida que se aumentó la inclusión de la harina de camarón. El incremento del contenido de taninos en las dietas se debe a la mayor inclusión de cabeza de camarón, lo cual demuestra que los pigmentos de la cabeza de camarón interfirieron en la lectura de la muestra, provocando una sobreestimación en el contenido de taninos en las muestras de dietas.

Tabla 5. Contenido de taninos en harina y dietas con sorgo.

Ingrediente/Dieta	mg/100 mg eq. de catequina mv -HCl
Sorgo	0.1210
Dieta 2	0.0710
Dieta 4	0.0974
Dieta 7	0.1035

6.1.4. Nitrógeno volátil total

La cantidad de nitrógeno volátil total de la cabeza de camarón recién descongelada fue de 17.76 mg/100 g de cabeza fresca.

La determinación de nitrógeno volátil total (NVT) en peces y en productos de pescado fresco es usada como un indicador de frescura y es una medida (mg NVT/100g) usada en el comercio (Storey et al., 1984), esta determinación cuantifica las bases nitrogenadas, trimetilamina, dimetilamina y amoniaco producidos durante el proceso de deterioro del pescado (Galleguillos, 1996).

El valor de NVT de la cabeza fresca de camarón (17.76 mg/100 g) corresponde al valor obtenido en anchovetas (14 mg N/100 g) mantenidas a 20-28 °C durante 12 horas antes de procesarse como harina. La cabeza de camarón se mantuvo 21 horas en hielo, desde la cosecha del camarón (camarón cultivado), hasta su traslado a la ciudad de Monterrey, N.L. donde fue congelado a -20 °C.

En el caso de la harina de anchoveta, se conoce que con un NVT mayor a 30 mg N/100 g en el pescado crudo, el deterioro de la materia provoca una disminución significativa en el consumo y crecimiento de los camarones (Pike y Hardy, 1997 y Ricque et al., 1998).

La cantidad aceptable de NVT para la cabeza de camarón no ha sido establecida con precisión hasta la fecha de hoy.

6.1.5. Granulometría de las harinas de cabeza de camarón y de camarón pelágico Tepual

En la harina de cabeza de camarón se presentó un mayor tamaño de partícula, mayor porcentaje de harina retenida en las mallas y menor cantidad de finos que en la harina de camarón comercial Tepual (tabla 6).

Tabla 6. Granulometría de las harinas de cabeza de camarón y de camarón pelágico Tepual.

No. Malla	Micras	Harina de cabeza de camarón %	Harina Tepual %
18	1000	2.15	---
35	500	14.1	6.42
60	250	31.77	20.32
70	212	8.48	7.79
Paso la malla 70	Menos de 212	43.51	65.47

El tamaño de partícula y el porcentaje de la harina de cabeza de camarón incluida en la dieta, están directamente relacionados con la mayor lixiviación de las dietas que

contenían ésta harina con respecto a las dietas hechas con harina Tepual (tabla 8); es posible que el mayor tamaño de partícula en la harina de cabeza de camarón también intervenga en la digestibilidad, ya que las partículas finas son más fáciles de digerir que las partículas más grandes, debido a que a menor tamaño de partícula hay mayor superficie de contacto.

Dos mecanismos explican la importancia del tamaño de partículas sobre la digestión. Primero, el ataque enzimático es mayor sobre partículas finas que logran pasar a la glándula del intestino medio o hepatopáncreas, y segundo, las partículas más gruesas son retenidas por un filtro a la entrada de la glándula e inmediatamente orientadas hacia el intestino sin ser digeridas, dando lugar a las heces fecales (Cruz-Suárez, 1998).

6.1.6. Composición proximal de las dietas

En la tabla 7 se muestra el análisis proximal de las dietas.

Tabla 7. Composición proximal de las dietas experimentales.

DIETA	HUMEDAD %	PROTEINA %	GRASA %	FIBRA %	CENIZA %	ELN %
1 (Harina de trigo)	7.3±0.1	37.0±0.1	8.3±0.3	2.0±0.1	5.9±0.0	39.5
2 (Harina de sorgo)	7.5±0.0	37.2±0.4	8.1±0.2	2.1±0.2	6.0±0.0	39.1
3 (T.H.C. 4%)	8.4±0.1	36.8±0.8	8.3±0.1	2.4±0.1	6.1±0.0	38
4 (S.H.C. 4%)	7.8±0.3	36.7±0.2	8.3±0.0	2.8±0.1	6.1±0.0	38.3
5 (H. Tepual 4%)	7.3±0.8	36.7±0.0	7.3±0.3	2.6±0.0	6.5±0.1	39.6
6 (T.H.C. 8%)	7.8±0.3	37.2±0.6	7.6±0.2	2.9±0.1	6.3±0.1	38.2
7 (T.H.C. 8%)	8.8±0.2	37.4±0.2	6.5±0.0	2.5±0.1	6.3±0.0	38.5
8 (H. Tepual 8%)	7.6±0.1	36.3±1.4	7.5±0.0	3.2±0.0	7.0±0.0	38.4

T.H.C. 4%= Trigo y harina de camarón 4%, S.H.C. 4%= Sorgo y harina de camarón 4%, H. Tepual 4%= Harina Tepual 4%, T.H.C. 8%= Trigo y harina de camarón 8%, S.H.C. 8%= Sorgo y harina de camarón 8%, H. Tepual 8%= Harina Tepual 8%.

Los análisis proximales de las dietas nos dieron resultados de proteína (36.3-37.4%) y lípidos (6.5-8.3%) en rangos suficientemente estrechos, lo cual nos llevó a considerar las dietas como isoproteicas, isolipídicas e isocalóricas (4.2-4.5 kcal/g de energía bruta). Para el cálculo de la energía (kcal/g) en las dietas, los porcentajes de proteína, lípidos y carbohidratos se multiplicaron por los factores 5.6, 9.5 y 4.1 respectivamente, según Tacon (1989).

6.1.7. Lixiviación de las dietas

La lixiviación de las dietas se mantuvo entre 15.1 y 27.3% excepto para las dietas 6 y 7 elaboradas con el 8% de harina de cabeza de camarón las cuales presentaron 47.9 y 63.8% respectivamente (tabla 8). A continuación se discuten los resultados.

Tabla 8. Lixiviación de las dietas.

DIETA	PROMEDIO %	C V %
1 (Harina de trigo)	15.95±0.74	4.66
2 (Harina de sorgo)	17.61±0.73	4.17
3 (T.H.C. 4%)	21.21±1.88	8.86
4 (S.H.C. 4%)	27.43±0.76	2.76
5 (H. Tepual 4%)	14.74±1.28	8.68
6 (T.H.C. 8%)	30.17±16.83	55.78
7 (S.H.C. 8%)	63.25±0.92	1.45
8 (H. Tepual 8%)	15.89±1.06	6.70

T.H.C. 4%= Trigo y harina de camarón 4%, S.H.C. 4%= Sorgo y harina de camarón 4%, H. Tepual 4%= Harina Tepual 4%, T.H.C. 8%= Trigo y harina de camarón 8%, S.H.C. 8%= Sorgo y harina de camarón 8%, H. Tepual 8%= Harina Tepual 8%.

6.1.7.1. Evaluación estadística de la lixiviación de las dietas experimentales

Se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en la lixiviación (fig. 1), los valores mas altos se encontraron en las dietas 6 y 7 las cuales contenían un 8% de harina de cabeza de camarón, siendo estas dos también diferentes entre si mismas encontrándose una mayor lixiviación en la dieta que contenía sorgo; entre las dietas 1, 2, 3, 5 y 8 no se encontró diferencia. Por otra parte la dieta 4 que contenía sorgo con 4% de harina de cabeza de camarón no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) con respecto a las dietas 2, 3 y 6, pero si con respecto a las dietas 1, 5, 8 y 7 ($P < 0.05$).

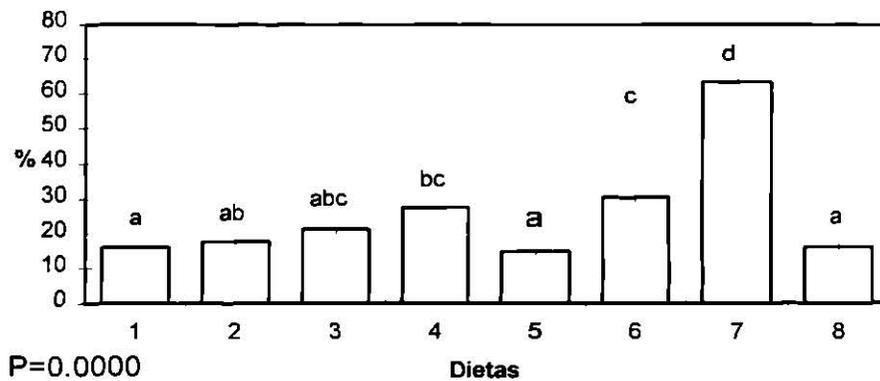


Fig. 1. Lixiviación de las dietas experimentales.

ANOVA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$)

6.1.7.2. Análisis bifactorial cereal - dosis

Efecto del cereal

Las dietas elaboradas con sorgo presentaron una mayor lixiviación ($P=0.001$) que las elaboradas con trigo (fig. 2), esto es debido a que las glutelinas del trigo presentan mayor capacidad ligante que las del sorgo. Esto se encuentra relacionado con el grado de gelatinización de los almidones; Davis y Arnold (1995) encontraron que el grado de la gelatinización del almidón es mayor para el trigo que para el sorgo, al evaluar el efecto de dos procesos de extrusión (seco y húmedo) en las harinas de trigo, sorgo, maíz y arroz.

Efecto de la dosis

Se observó que al aumentar la cantidad de harina de cabeza de camarón en las dietas se incrementó la lixiviación (fig. 2), siendo mayor en las dietas que contenían 8% de harina de cabeza de camarón ($P<0.001$). Esto concuerda con lo reportado por Melo (1997), quien obtuvo una mayor lixiviación de las dietas cuando incrementaba el porcentaje de harina de camarón seca. Por otra parte Bordner et al. (1986) encontraron que dietas compuestas con 30% de inclusión de harina de camarón y 8% de harina de pescado presentaron mayor lixiviación que las dietas que contenían 25% de harina de camarón, relacionando las variaciones de lixiviación a la presencia de harina de camarón principalmente. En tanto que Fox et al. (1994) encontraron que cuando se usó un 32% de harina de camarón en las dietas se obtuvo mayor lixiviación que cuando se incluyó un 54% de harina de pescado.

Lim y Dominy (1990) reportan resultados similares al encontrar mayor lixiviación de las dietas cuando se incluyó mayor porcentaje de la mezcla de harina de pescado, harina de cabeza de camarón y harina de calamar.

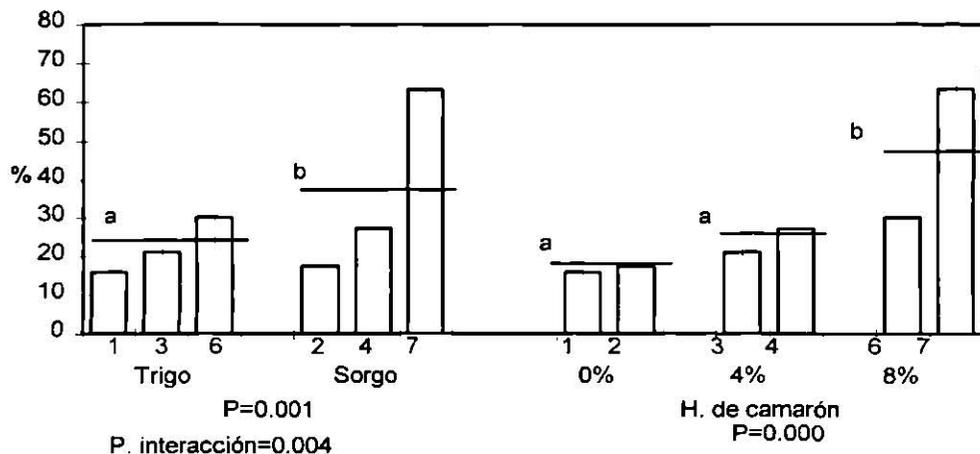


Fig. 2. Lixiviación de las dietas experimentales para el bifactorial cereal - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

Se encontró una interacción altamente significativa entre los factores ($P < 0.005$), lo que significa que el aumento de lixiviación debido al uso de harina de cabeza de camarón y al uso de sorgo se potencializa cuando se usan los dos juntos.

6.1.7.3. Análisis bifactorial origen - dosis

Efecto del origen

Se encontró diferencia significativa ($P = 0.068$) en cuanto al origen (fig. 3), siendo mayor en las dietas con harina de cabeza de camarón que en las que contenían harina de camarón pelágico Tepual.

La diferencia entre la lixiviación de las dietas elaboradas con harina de cabeza de camarón y las elaboradas con harina de camarón pelágico Tepual está relacionada con un mayor contenido de proteína soluble (54.3% para la cabeza de camarón), así como al tamaño de partícula de las harinas (tabla 6).

Efecto de la dosis

En cambio no se encontró diferencia significativa ($P = 0.333$) cuando se manejaron los dos diferentes niveles de inclusión (Fig. 3).

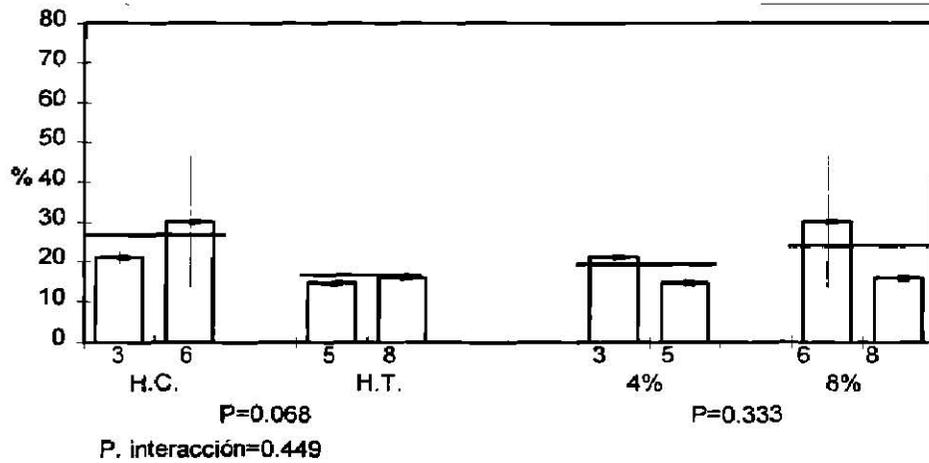


Fig. 3. Lixiviación de las dietas experimentales para el bifactorial origen - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

No se encontró diferencia significativa en la interacción de los factores ($P > 0.05$).

6.2. Evaluación biológica en el laboratorio

6.2.1. Calidad del agua

La temperatura y salinidad del agua en los acuarios se mantuvieron entre 28 y 31°C y 30 a 37‰ respectivamente, dichas variaciones se encuentran dentro de rangos aceptables (fig. 4).

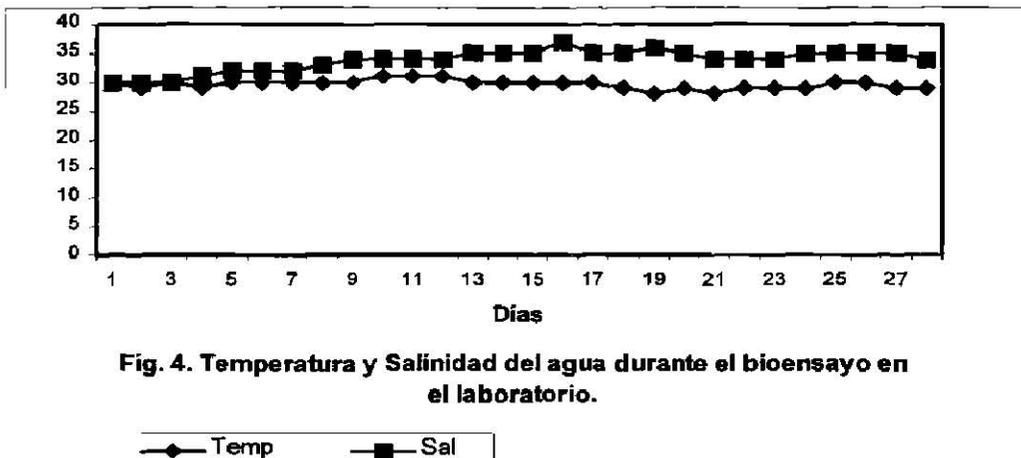


Fig. 4. Temperatura y Salinidad del agua durante el bioensayo en el laboratorio.

Temp Sal

El pH y el oxígeno disuelto fluctuaron entre 8.0 a 8.1 y 4.0 a 4.2 mg/L respectivamente (tabla 9). Por otra parte el amoníaco total tuvo una variación de 0.24 a 0.42 mg/L y el nitrito de 0.33 a 0.66 mg/L.

Tabla 9. Calidad del agua en la sala de bioensayos durante los 28 días.

Determinación	pH	Amonio total mg/L	NO ₂ mg/L	Oxígeno disuelto mg/L
Inicio	8.1	0.42	0.33	4.4
Intermedio	8.3	0.42	0.49	4.0
Final	8.0	0.24	0.66	4.2

La temperatura y salinidad del agua no afectaron la sobrevivencia y crecimiento del camarón, ya que se mantuvieron dentro del rango óptimo para su cultivo como lo señalan Wyban y Sweeney (1991). Por otra parte el pH y el oxígeno disuelto (tabla 9) se mantuvieron en rangos aceptables para el cultivo del camarón como lo describen Wyban y Sweeney (op. cit), Yang (1990) y Villalon (1991). En cuanto a la concentración del amonio total, este se encontró en concentraciones tolerables para el camarón señalado por Chien (1992).

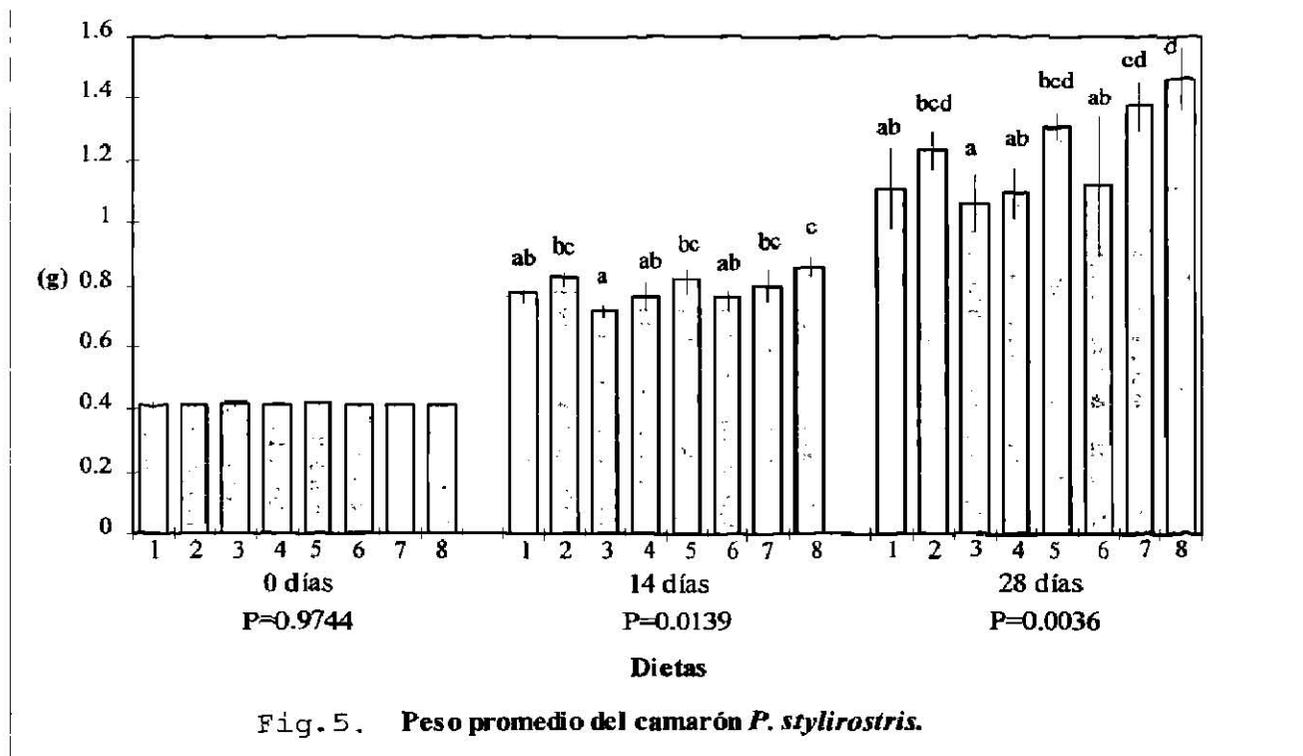
6.2.2. Resultados a los 14 y 28 días

En la tabla 10 se muestran los resultados de la evaluación biológica a los 14 y 28 días y en la figura 5 se muestran los pesos promedios de los camarones utilizados en el bioensayo, estos pesos promedios no se discutirán, ya que los resultados estadísticos son similares a los de la tasa de crecimiento, por tal motivo solo se discutirá esta última más adelante.

Tabla 10. Resultados de las dietas experimentales con el camarón *P. stylirostris*.

	Día	Dieta 1 Trigo 0% H.C.	Dieta 2 Sorgo 0% H.C.	Dieta 3 Trigo 4% H.C.	Dieta 4 Sorgo 4% H.C.	Dieta 5 Trigo 4% H.T.	Dieta 6 Trigo 8% H.C.	Dieta 7 Sorgo 8% H.C.	Dieta 8 Trigo 8% H.T.	F Prob.
Peso Promedio (g)	0	0.418 ±0.009	0.417 ±0.006	0.419 ±0.009	0.416 ±0.004	0.419 ±0.007	0.415 ±0.004	0.418 ±0.005	0.415 ±0.003	0.9744
	14	0.773 ab ±0.033	0.821 bc ±0.023	0.724 a ±0.022	0.764 ab ±0.047	0.816 bc ±0.044	0.761 ab ±0.041	0.799 bc ±0.052	0.860 c ±0.034	0.0139
	28	1.110 ab ±0.131	1.234 abc ±0.060	1.065 a ±0.091	1.096 ab ±0.084	1.308 bcd ±0.044	1.121 ab ±0.220	1.372 cd ±0.081	1.463 d ±0.100	0.0036
Tasa de crecimiento (%)	14	84.73 ab ±4.61	96.91 bc ±6.26	72.63 a ±4.50	83.71 ab ±12.99	94.83 bc ±10.28	83.48 ab ±10.59	90.95 bc ±12.33	107.18 c ±7.37	0.0109
	28	165.47 ab ±30.96	195.98 abc ±14.65	154.01 a ±23.21	163.34 ab ±19.57	212.18 bcd ±6.79	170.31 ab ±55.05	227.95 cd ±19.32	252.29 d ±21.32	0.0036
Consumo (g)	14	0.92 ±0.04	0.94 ±0.02	0.97 ±0.03	0.97 ±0.01	0.91 ±0.05	0.93 ±0.06	0.97 ±0.01	0.96 ±0.01	0.2637
	28	1.99 a ±0.16	2.22 b ±0.07	2.25 bc ±0.07	2.31 bc ±0.06	2.18 b ±0.11	2.27 bc ±0.10	2.37 c ±0.07	2.42 c ±0.11	0.0034
TCA	14	2.61 ab ±0.07	2.34 ab ±0.15	3.19 c ±0.16	2.82 c ±0.41	2.32 ab ±0.31	2.69 b ±0.31	2.59 ab ±0.36	2.17 a ±0.16	0.0068
	28	2.09 ±0.44	2.16 ±0.72	2.62 ±0.97	2.58 ±0.85	1.94 ±0.54	2.32 ±0.17	1.96 ±0.34	1.88 ±0.41	0.6983
Sobrevivencia (%)	14	100	96.3 ±6.4	100	92.6 ±6.4	100	92.6 ±6.4	100	100	0.0863
	28	100	92.6 ±6.4	92.6 ±12.8	85.2 ±6.41	100	88.9 ±11.1	96.3 ±6.4	92.6 ±6.4	0.2707

Nota: letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, $\alpha = 0.05$).



ANOVA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$)

Se encontraron diferencias significativas para la tasa de crecimiento (fig. 6) a los 14 (P=0.011) y 28 días (P=0.004), teniendo la tasa de crecimiento más alta la dieta 8 que contenía trigo con 8% de harina Tepual y la menor tasa de crecimiento la presentó la dieta 3 que contenía trigo con inclusión del 4% de harina de cabeza de camarón.

No se presentaron diferencias significativas (P=0.264) en consumo a los 14 días (fig. 7). Por otra parte, si se encontraron diferencias significativas a los 28 días (P=0.003), teniendo el menor consumo la dieta 1, que contenía trigo sin harina de camarón, y el mayor consumo se presentó con las dietas 7 y 8 que contenían sorgo con 8% de harina de cabeza de camarón y trigo con 8% de harina Tepual respectivamente.

Se encontraron diferencias altamente significativas (P=0.007) para la TCA a los 14 días (fig. 8), la menor TCA la presentó la dieta 8 que contenía trigo con 8% de harina Tepual y las mayores TCA las presentaron las dietas 4 y 5 que contenían trigo y sorgo respectivamente con 4% de harina de cabeza de camarón. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas para la TCA a los 28 días (P=0.698).

No se encontraron diferencias significativas (P=0.05) para la sobrevivencia a los 14 (P=0.086) y 28 (P=0.271) días respectivamente (fig. 9).

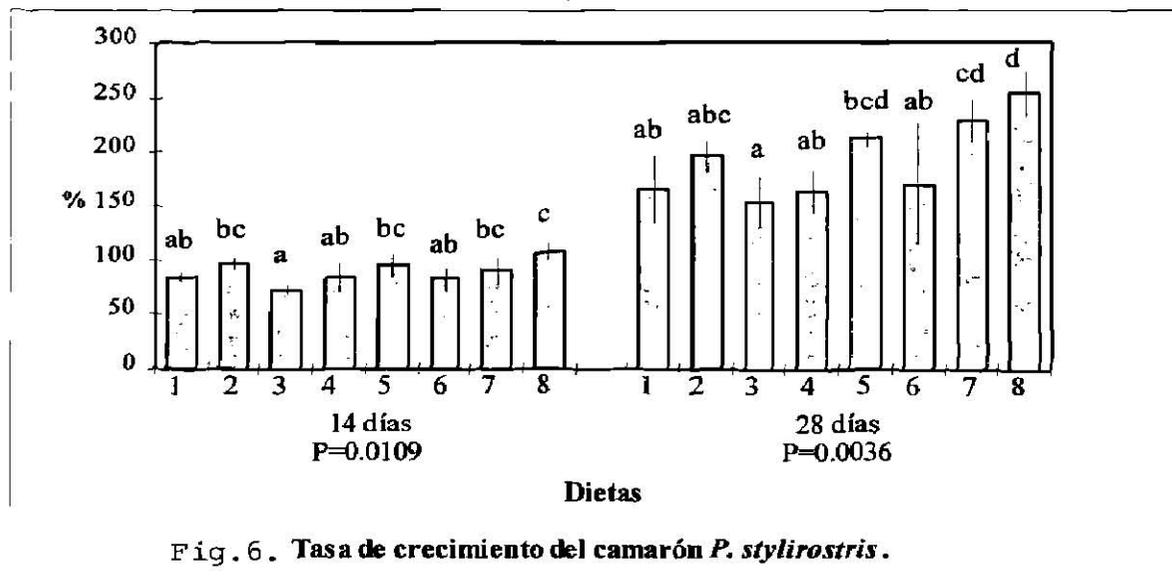


Fig. 6. Tasa de crecimiento del camarón *P. stylirostris*.

ANOVA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$)

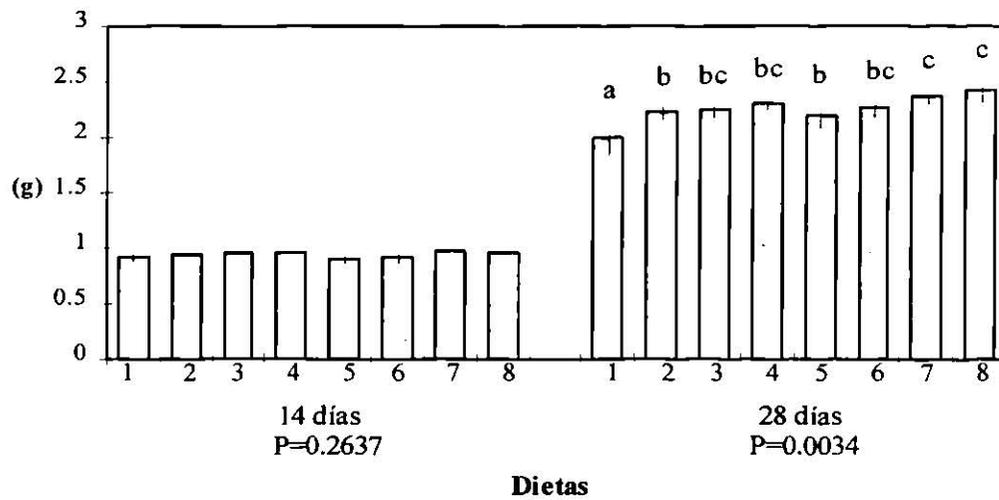


Fig. 7. Consumo del camarón *P. stylirostris*.

ANOVA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$)

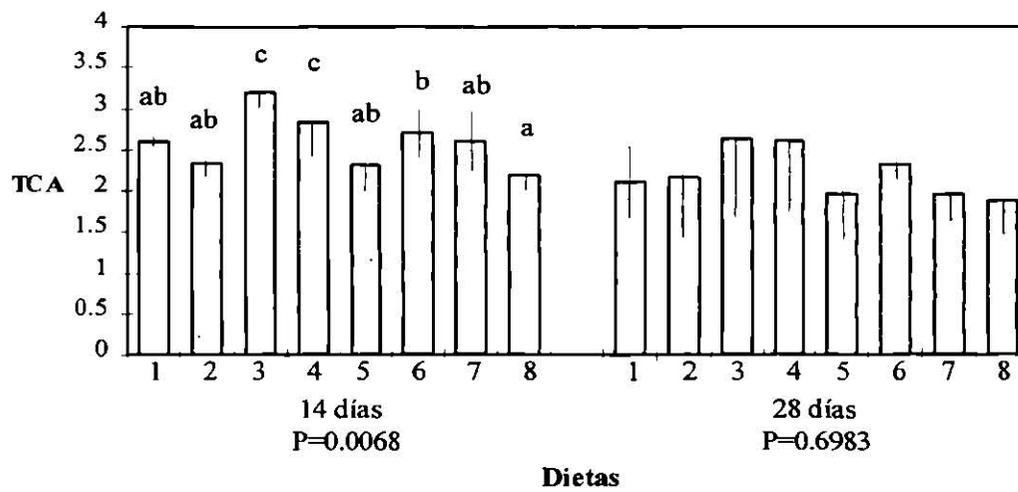


Fig. 8. TCA de *P. stylirostris*.

ANOVA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$)

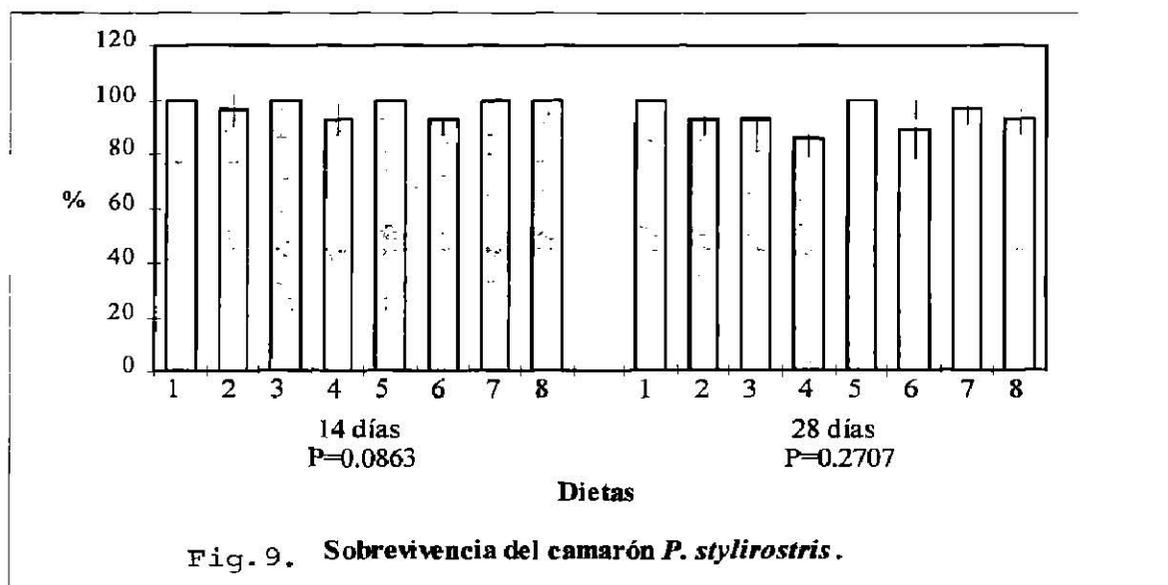


Fig. 9. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris*.

ANOVA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$)

6.2.3. Efecto de los diferentes factores estimados sobre los parámetros de la evaluación biológica.

A continuación se discuten principalmente los análisis valorados hasta los resultados a los 28 días, ya que en general, las tendencias de los resultados a los 14 días son las mismas, pero menos acentuadas.

6.2.3.1. Tasa de crecimiento

6.2.3.1.1. Bifactorial cereal – dosis

Efecto del cereal

Se encontraron diferencias significativas ($P=0.042$) en la tasa de crecimiento (fig. 10) al utilizar los cereales trigo o sorgo en las dietas, siendo mayor para las dietas que contenían sorgo.

Estos resultados son diferentes a los reportados por Cruz-Suárez et al. (1994) quienes encontraron igual TC del camarón al comparar la harina de sorgo contra la harina de pasta (elaborada con trigo duro). También encontraron mayor tasa de crecimiento al utilizar la harina de trigo blando que cuando usaron harina de sorgo. La diferencia entre ambos resultados se encuentra relacionada con la variedad del trigo utilizado, ya que en el caso del presente trabajo se utilizó trigo duro variedad Anáhuac. Estos resultados parecen confirmar el valor alimenticio bajo del trigo duro con respecto al trigo blando en el camarón.

Efecto de la dosis

No se presentaron diferencias significativas ($P=0.109$) en la tasa de crecimiento (fig. 10) cuando se utilizaron diferentes niveles de inclusión, pero se observa una tendencia a disminuir la TC con 4% de inclusión de harina de cabeza de camarón. Posteriormente se obtuvo un ligero aumento al utilizar un nivel de inclusión de 8% de harina de cabeza de camarón.

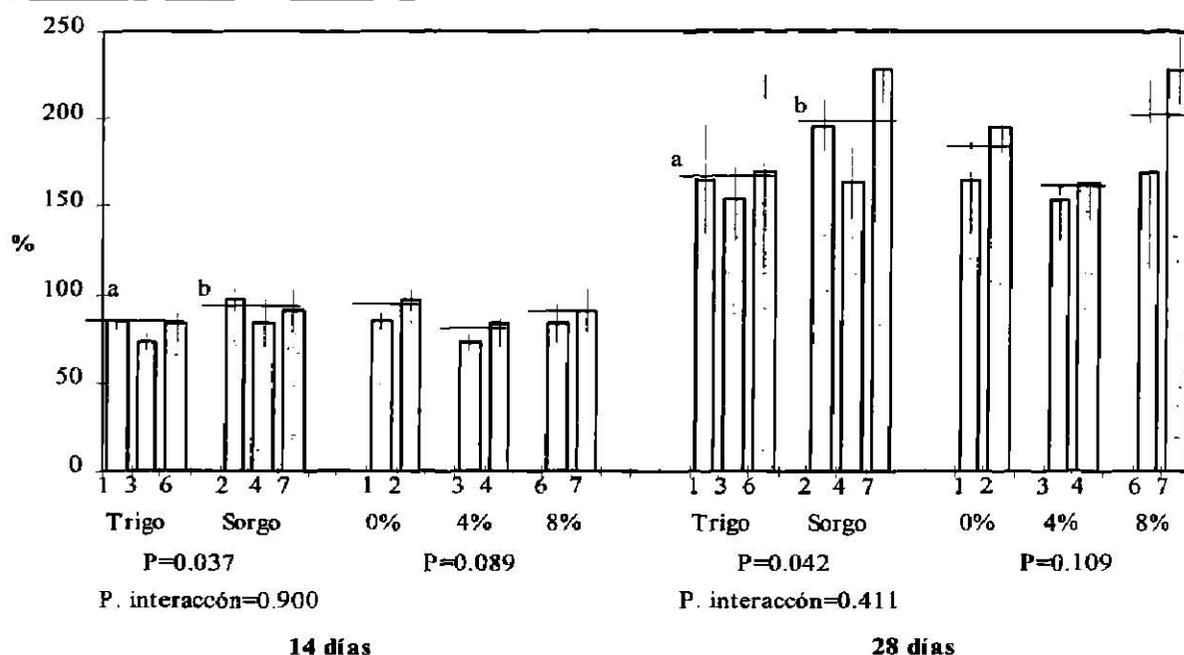


Fig. 10. Tasa de crecimiento de *P. stylirostris* para el bifactorial cereal - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

6.2.3.1.2. Bifactorial origen - dosis

Efecto del origen

Se presentó una diferencia altamente significativa ($P=0.005$) en la tasa de crecimiento (fig. 11) cuando se compararon la harina Tepual y la harina de cabeza de camarón, siendo mayor para la harina Tepual.

El mayor incremento en la tasa de crecimiento al utilizar dietas que contenían harina de camarón pelágico Tepual que las que contenían harina de cabeza de camarón, se le atribuye en su mayor parte a que hubo una menor pérdida de nutrientes en los pelets, debido a su lixiviación (ver la fig. 3, efecto del origen sobre la lixiviación).

A pesar de que la harina de camarón comercial Tepual procedía de un producto fresco y procesada bajo las mejores condiciones, también la cabeza de camarón fue de excelente frescura (17.76 mg/100 g de TVN). Por otra parte su proceso de secado no fue adecuado (secándose a 80°C por 14 horas de acuerdo al proceso usado por Fox, 1994), ya

que la harina adquirió un color café, no se realizó un control de humedad durante el secado por lo que es posible que las partículas ya secas hayan sufrido un fuerte y prolongado incremento de temperatura al final del proceso de secado, este sobrecalentamiento pudo haber afectado la calidad de la proteína y haber provocado una oxidación de los lípidos. Tepual (Pablo Hinrichsen, 1999, comunicación personal) menciona que el producto se saca del secador de alta temperatura cuando todavía tiene alrededor de 14% de humedad para evitar cualquier riesgo de sobrecalentamiento de las partículas (porque a esta humedad, todavía hay suficiente agua vaporizándose para mantener las partículas frescas).

Por último, la mayor tasa de crecimiento en las dietas que contenían harina de camarón pelágico Tepual se le atribuye en menor parte al posible efecto del origen, debido a que proviene de organismos silvestres; al provenir de un medio natural se tiene la ventaja de tener una mayor diversidad de alimento, el cual puede enriquecer el contenido nutrimental de esta harina, esto probablemente no se presentó con la harina de cabeza de camarón por provenir de camarones cultivados.

Efecto de la dosis

No se encontraron diferencias significativas ($P=0.164$) para la tasa de crecimiento (fig. 11) cuando se analizaron los dos diferentes niveles de inclusión de 4 y 8% de harina Tepual y harina de cabeza de camarón. Estos resultados ya fueron discutidos en el bifactorial cereal - dosis.

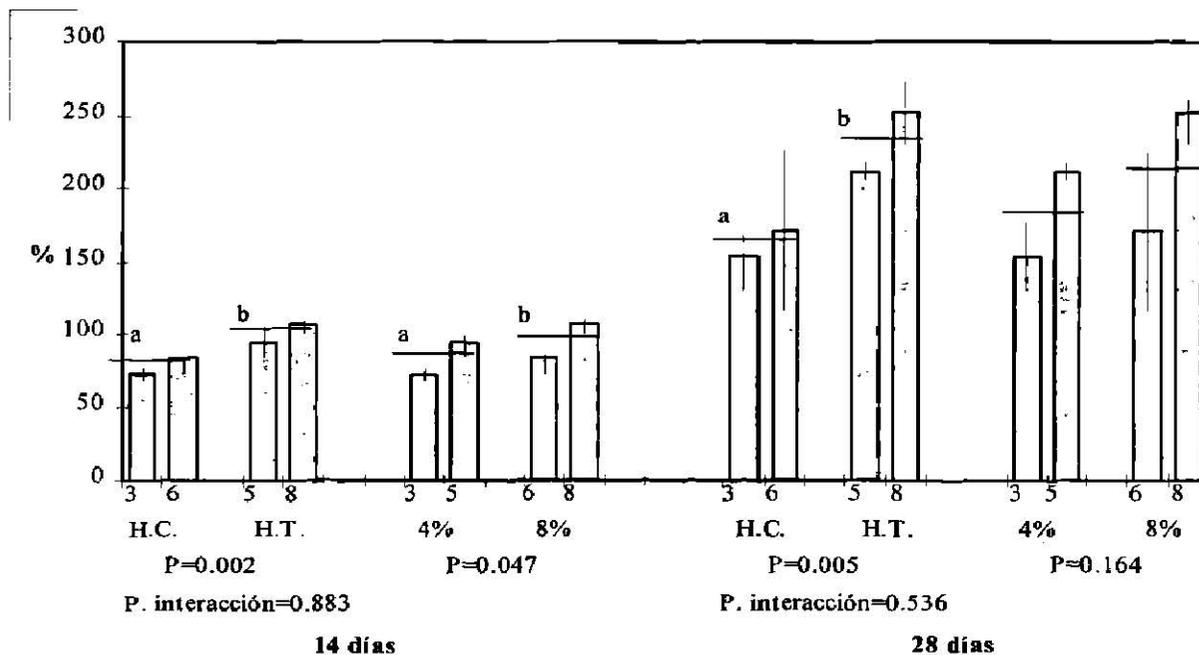


Fig. 1 Tasa de crecimiento de *P. stylirostris* para el bifactorial origen - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

6.2.3.2. Consumo

6.2.3.2.1. Bifactorial cereal – dosis

Efecto de la cereal

Se encontró una diferencia significativa ($P=0.014$) en el factor cereal (fig. 12), presentando mayor consumo individual las dietas que contenían sorgo que las que contenían trigo. Estos datos resultaron contrarios a los que reportaron Cruz et al. (1994) quienes encontraron mayor consumo cuando se utilizaron dietas que contenían trigo duro procedente de pasta o con trigo blando, que cuando se alimento con dietas que contenían harina de sorgo.

Efecto de la dosis

Se presentó una diferencia altamente significativa ($P=0.006$) al utilizar diferentes niveles de inclusión de harina de camarón (fig. 12), encontrando un menor consumo individual cuando no se incluyó harina de cabeza de camarón en la dieta (0%) que cuando se utilizó al 4 y 8%. Este incremento en el consumo se le atribuye a la propiedad atractante de la harina de cabeza de camarón.

Lo anterior concuerda con lo reportado por Melo (1997) quien encontró un mayor consumo a medida que incrementaba el nivel de inclusión de harina de cabeza de camarón en las dietas, este mayor consumo lo atribuyó a la capacidad atractante de la cabeza de camarón; por otra parte Cruz-Suárez et al. (1993) encontraron un efecto similar en el consumo del camarón cuando se incluyó en 3, 6 y 18% de harina de cabeza de camarón en las dietas.

Existen probabilidades de que el efecto atractante de la cabeza de camarón haya sido encubierto en parte por el atractante Flavor Pack utilizado en las dietas, dicho atractante fue incluido para evitar diferencias importantes en el consumo, y así obtener una mejor interpretación de las diferencias en el crecimiento de los ingredientes a probar.

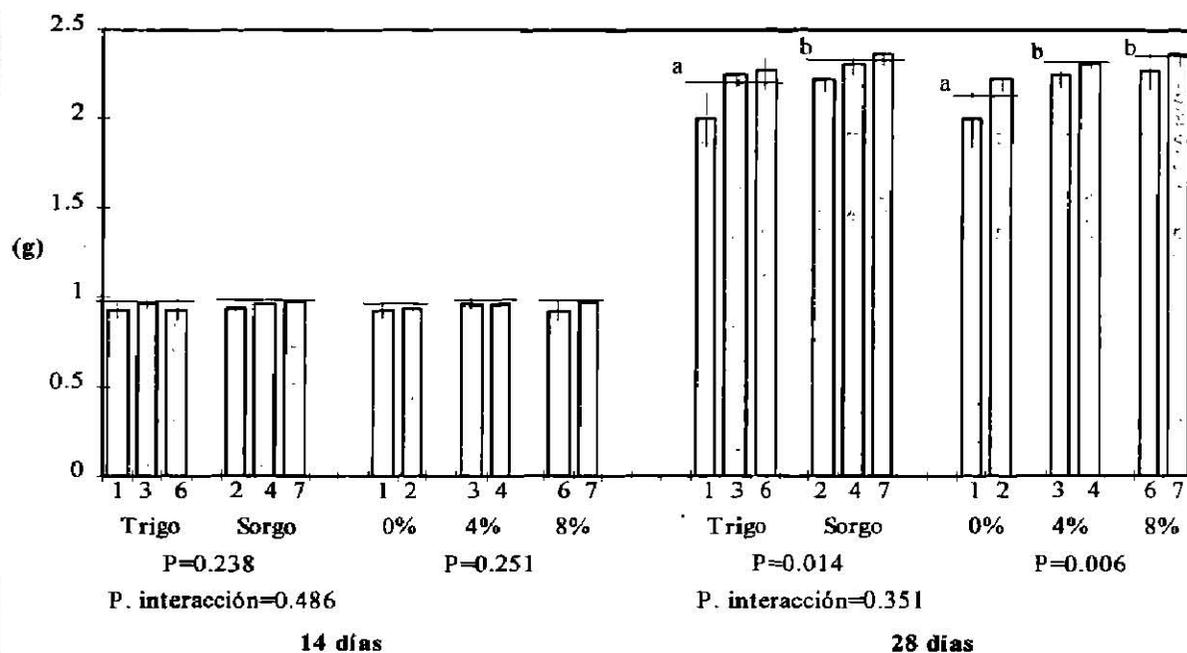


Fig. 12. Consumo de *P. stylirostris* para el bifactorial cereal - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

6.2.3.2.2. Bifactorial origen – dosis

Efecto del origen

No se presentó diferencia significativa ($P=0.462$) en el consumo individual (fig. 13) entre las dietas que contenían harina de cabeza de camarón y harina de camarón pelágico Tepual.

Esto se le atribuye a que existe una similar capacidad atractante en estos dos productos, probablemente enmascarada en parte por la presencia del F.P. en las dietas como se mencionó anteriormente.

Efecto de la dosis

Se presentó diferencia significativa ($P=0.05$) en el factor dosis para el consumo (fig. 13), obteniendo un mayor consumo en las dietas donde se incluyó un 8% de la harina de cabeza de camarón o harina Tepual que en las dietas que contenían un 4% de esas harinas. Las discusiones con respecto al factor dosis se hicieron ya anteriormente en el bifactorial cereal - dosis.

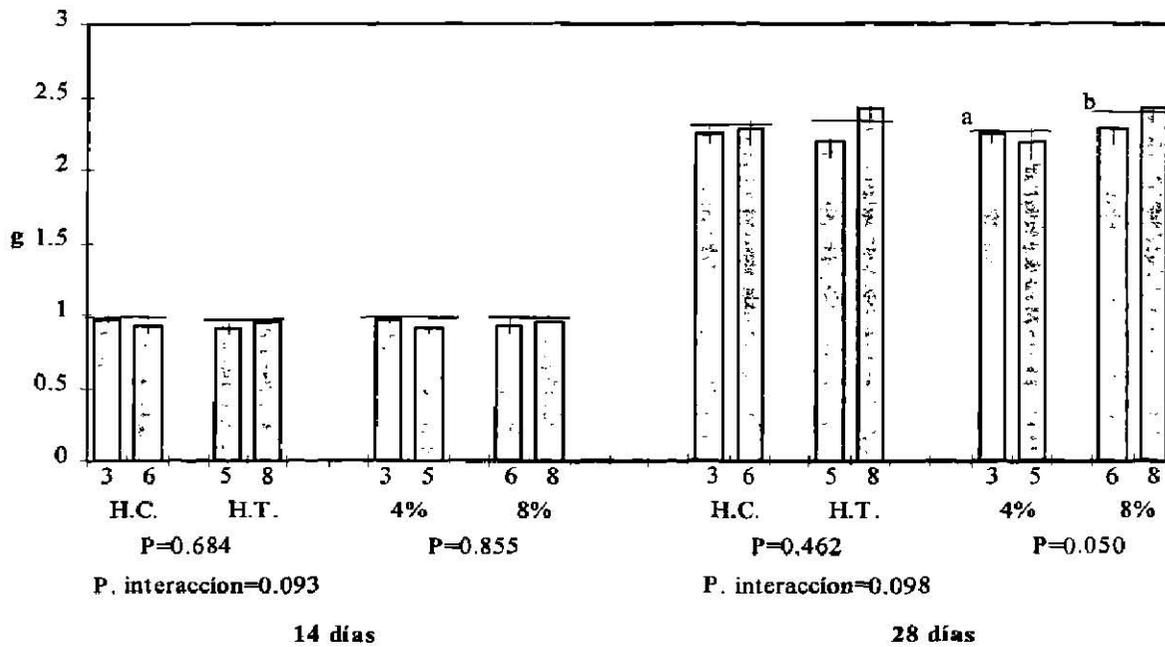


Fig. 13. Consumo de *P. stylirostris* para el bifactorial origen - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

6.2.3.3. Tasa de conversión alimenticia

6.2.3.3.1. Bifactorial cereal – dosis

Efecto del cereal

No se encontró diferencia significativa ($P=0.723$) en la tasa de conversión alimenticia cuando se utilizaron dietas que contenían trigo o sorgo (fig. 14).

Esto se explica por el comportamiento en el consumo (fig. 12) y la TC (fig. 10). Resultados como estos son reportados por Cruz-Suárez et al. (1994) al obtener iguales tasas de conversión alimenticia en los camarones alimentados con dietas que contenían sorgo o trigo blando, pero diferentes a los obtenidos con dietas elaboradas con pasta elaborada con trigo duro.

En el caso de las dietas para camarón, la utilización de cereales va a depender de su valor nutrimental y de su calidad como promotor del crecimiento, y esto va estar dado por el valor de cada grano. El utilizar diferentes fuentes de cereales, trae como consecuencia diferencias en el crecimiento del camarón Camarena (1998) y Cruz-Suárez et al. (1994), por tal motivo la TCA puede variar dependiendo del cereal utilizado en la dieta y del origen que este tenga.

Efecto de la dosis

No se presentaron diferencias significativas ($P=0.378$) en el factor dosis para la TCA a los 28 días (fig. 14), solamente se encontraron diferencias a los 14 días ($P=0.017$), siendo mayor para las dietas que contenían 4% de harina de cabeza de camarón. Aunque no se encontraron diferencias significativas a los 28 días se siguió mostrando una tendencia por parte de las dietas que contenían 4% de harina de cabeza de camarón a incrementar la TCA.

Cruz-Suárez et al. (1994) reportaron un aumento de la TCA con los niveles altos de inclusión al evaluar la inclusión de harina de cabeza de camarón, obteniendo diferencias al nivel de 18%. Otro resultado similar es el reportado por Civera-Cerecedo et al. (1993) al evaluar los niveles de inclusión de 5, 10 y 15% de harina de langostilla en dietas para camarón.

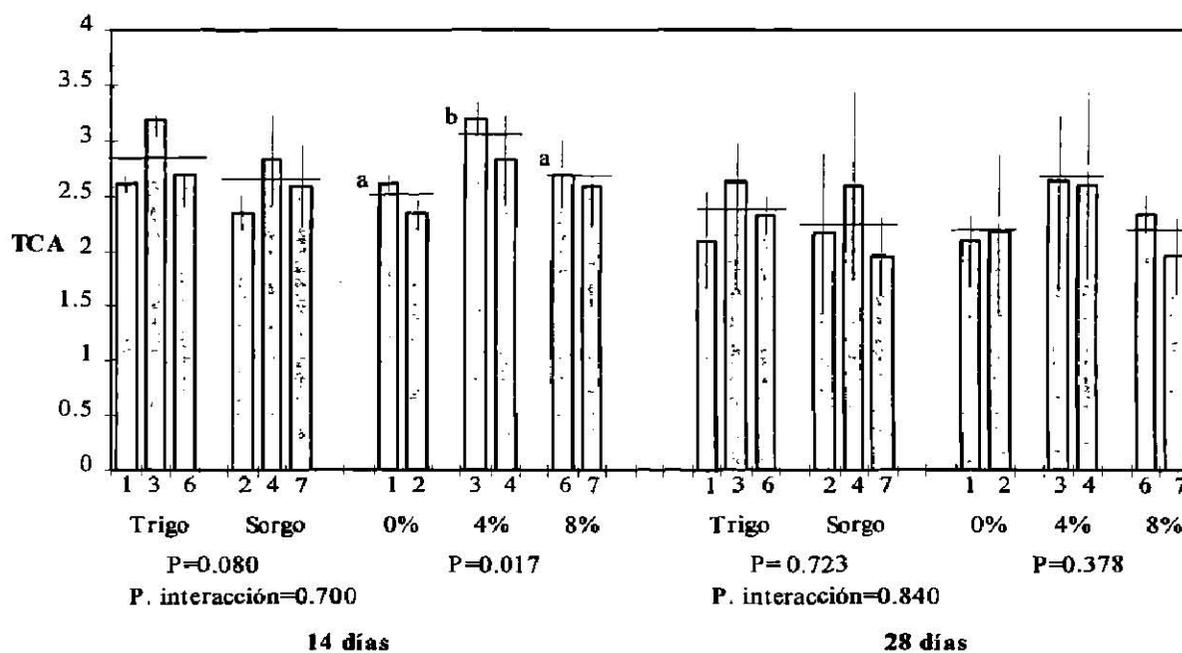


Fig. 14. TCA de *P. stylirostris* para el bifactorial cereal - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

6.2.3.3.2. Bifactorial origen – dosis

Efecto del origen

No se encontraron diferencias significativas ($P=0.146$) en la TCA a los 28 días (fig. 15) cuando se utilizó harina de cabeza de camarón y harina de camarón comercial Tepual en las dietas, pero se observa una tendencia a disminuir la TCA cuando se analizó la harina de camarón pelágico Tepual. Con respecto a lo anterior Cruz-Suárez et al. (1993), Civera-Cerecedo et al. (1993) y Fox et al. (1994) encontraron que la TCA depende del origen de las harinas y su nivel de inclusión en la dieta.

Efecto de la dosis

No se presentaron diferencias significativas ($P=0.607$) en la TCA al utilizar los niveles de inclusión de 4 y 8% (fig. 15). Aunque se muestra una tendencia a disminuir al utilizar el 8% de inclusión de las harinas de camarón pelágico Tepual y de cabeza de camarón. Estos resultados se discutieron anteriormente en el bifactorial cereal - dosis.

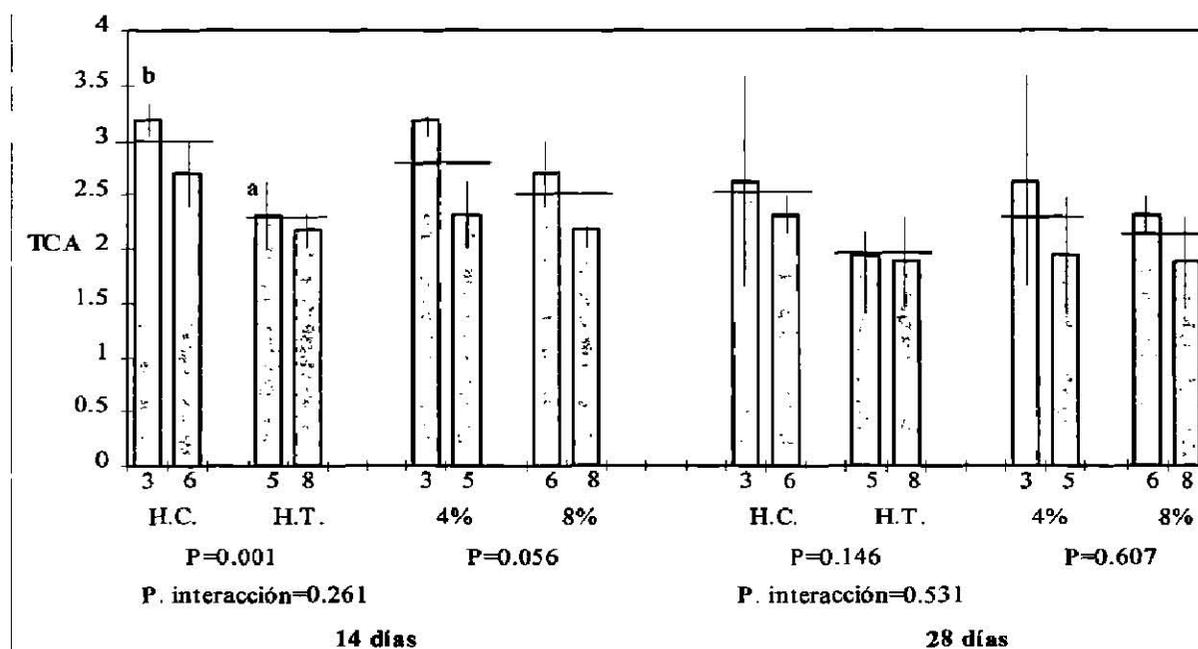


Fig. 15. TCA de *P. stylirostris* para el bifactorial origen - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

6.2.3.4. Sobrevivencia

6.2.3.4.1. Bifactorial cereal – dosis

Efecto del cereal

No se encontró diferencia significativa ($P=0.539$) en la sobrevivencia al utilizar las dietas elaboradas con trigo o sorgo (fig. 16).

Resultados similares son reportados por Cruz-Suárez et al. (1994) al evaluar las harinas de trigo, sorgo, maíz, mijo perla, arroz, harina de pasta y subproducto de galleta como fuentes de carbohidratos en dietas para camarón.

La harina de trigo es comúnmente el aglutinante más usado en dietas para camarón (Akiyama et al., 1993), representando también una fuente económica de energía. Por otra parte no se han encontrado reportes donde se mencione que la harina de trigo tenga un efecto negativo sobre la sobrevivencia del camarón.

En tanto que para la harina de sorgo, no se ha reportado que puede afectar la sobrevivencia del camarón, por otro lado se encuentran reportes donde la harina de sorgo, con alto contenido de taninos afecta la ganancia en peso en cerdos juveniles (Meyers y Gorbet, 1984), mientras que en pollos menores de 8 semanas afectan la ganancia de peso y ocasionan daños en el páncreas (Douglas et al., 1993 en Sullivan y Douglas, 1998).

En el caso de las aflatoxinas en los cereales se sabe que causan la mortalidad del camarón en concentraciones de 15,000 ppb (Ostrowski-Meissner et al., 1995), pero en este trabajo no se determinaron.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo nos sugieren que el utilizar harinas de trigo o de sorgo no representa un efecto negativo sobre la sobrevivencia del camarón.

Efecto de la dosis

No se presentó diferencia significativa ($P=0.335$) en la sobrevivencia del camarón alimentado con 0, 4 y 8% de inclusión de harina de cabeza de camarón en las dietas (fig. 16).

Resultados similares son los reportados por Cruz-Suárez et al. (1993) quienes no encontraron diferencia en la sobrevivencia del camarón al evaluar niveles de inclusión de 3, 6 y 18% de harina de cabeza de camarón en las dietas. Melo (1997) también reporta algo similar al utilizar los niveles de inclusión de 0, 4 y 8% de cabeza de camarón en forma de harina y coextruido con pasta de soya. Por su parte Fox et al. (1994) no encontraron diferencias en la sobrevivencia al usar 31% de harina de cabeza de camarón. Asimismo, Sudaryono et al. (1995) tampoco encuentran diferencia en la sobrevivencia del camarón al incluir 7.9% de harina de cabeza de camarón con una mezcla de harinas a base de subproductos marinos en las dietas.

Con lo anterior podemos señalar que el usar diferentes niveles (0, 4 y 8%) de inclusión de harina de cabeza de camarón en las dietas no afecta en la sobrevivencia del camarón, y se puede decir que puede mejorar debido a su alto valor nutrimental (Cuzon et al., 1994 y Kanazawa, 1994).

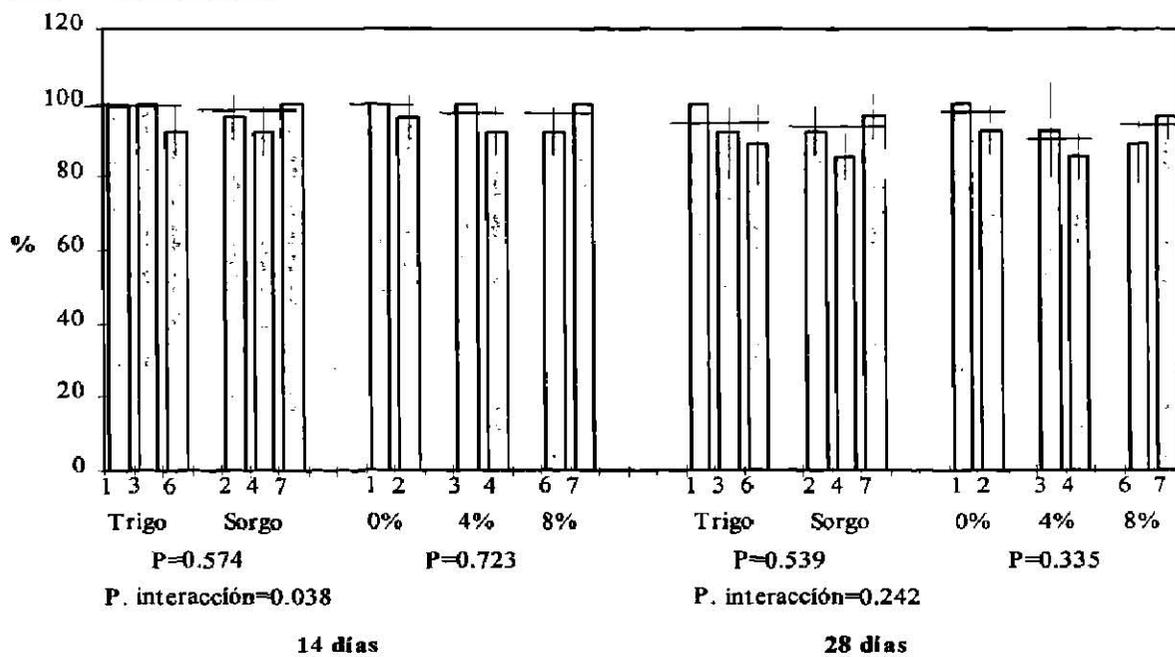


Fig. 16. Sobrevivencia de *P. stylirostris* para el bifactorial cereal - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

6.2.3.4.2. Bifactorial origen - dosis

Efecto del origen

No se presentó diferencia significativa ($P=0.320$) para la sobrevivencia cuando se utilizo harina de cabeza de camarón y la harina de camarón pelágico Tepual (fig. 17).

López et al., (1998) tampoco encontró diferencia en la sobrevivencia del camarón alimentado con dietas donde se reemplazó el 2% de harina de pescado por harina de krill. Por su parte Civera-Cerecedo et al. (1993) no encontraron diferencia en la sobrevivencia del camarón al incluir hasta un 15% de harina de langostilla en las dietas.

Con esto podemos señalar que la harina de cabeza de camarón no presenta desventajas en el efecto de la sobrevivencia del camarón cuando es comparada con la harina de camarón pelágico Tepual. Esto nos sugiere que las diferentes fuentes de crustáceos usados como ingredientes en dietas para camarón no afectan la sobrevivencia del mismo.

Efecto de la dosis

No se encontró diferencia significativa ($P=0.320$) en la sobrevivencia del camarón cuando se analizaron los dos diferentes niveles de inclusión de 4 y 8% de harina Tepual y harina de cabeza de camarón (fig. 17). Estos resultados ya fueron discutidos anteriormente en el bifactorial cereal - dosis.

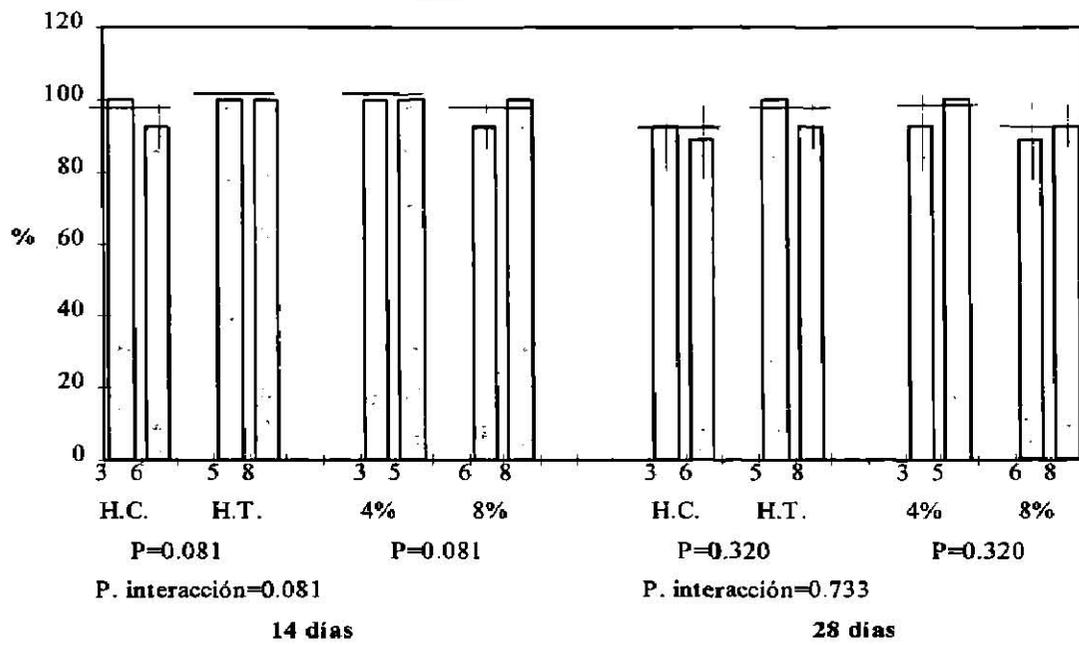


Fig. 17. Sobrevivencia de *P. stylirostris* para el bifactorial origen - dosis.

BIFACTORIAL. Letras diferentes muestran diferencia significativa.

6.3. Costo específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón producido.

El costo específico de las dietas y el costo del alimento por tonelada de camarón producido se muestran en la tabla 11.

El costo específico de las dietas se calculó sumando el costo de los ingredientes de acuerdo a su inclusión, incluyendo \$400.00 por el proceso de peletizado por cada tonelada de dieta. En el apéndice 3 se muestran los precios de los ingredientes y las empresas comercializadoras. El precio de los ingredientes corresponde a abril de 1998, cuando la tasa de cambio de dólar es de \$8.40 pesos mexicanos.

El costo del alimento por tonelada de camarón producido, se calculó multiplicando la TCA por el costo de la dieta.

Con base en el costo del alimento por tonelada de camarón producido, la mejor dieta fue la 7 que contenía trigo con 8% de harina de cabeza camarón, seguidas por las dietas 8 y 5 que contenían trigo con harina de camarón pelágico Tepual al 8% y 4% respectivamente.

Cabe mencionar que los alimentos balanceados para camarón en México, varían de precio según las marcas y tasa de proteína, encontrando que para Api-camarón ® 35% de proteína (Producto de la empresa Malta Cleyton) y Camaronina ® 35% de proteína (Producto de la empresa Purina) los costos son de 5,360 y 6,900 pesos actuales (Mayo de 1999, dólar a 9.20 pesos mexicanos) por tonelada respectivamente, los cuales son similar y más alto que los de las dietas experimentales.

Tabla 11. Costo específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón producido.

DIETA	Rango	\$/ton de dieta	TCA	Rango	\$ alimento /ton de camarón
1 (Harina de trigo)	8	5,512.02	2.10	5	11,575.3
2 (Harina de sorgo)	3	5,250.80	2.16	4	11,341.7
3 (T.H.C. 4%)	6	5,436.94	2.62	8	14,244.8
4 (S.H.C. 4%)	2	5,183.05	2.59	7	13,424.1
5 (H. Tepual 4%)	7	5,471.53	1.95	3	10,669.5
6 (T.H.C. 8%)	4	5,364.34	2.32	6	12,445.3
7 (S.H.C. 8%)	1	5,121.62	1.96	1	10,038.4
8 (H. Tepual 8%)	5	5,431.95	1.88	2	10,212.1

T.H.C. 4%= Trigo y harina de camarón 4%, S.H.C. 4%= Sorgo y harina de camarón 4%, H. Tepual 4%= Harina Tepual 4%, T.H.C. 8%= Trigo y harina de camarón 8%, S.H.C. 8%= Sorgo y harina de camarón 8%, H. Tepual 8%= Harina Tepual 8%.

7. CONCLUSIONES

La inclusión de harina de cabeza de camarón (principalmente al 8%) en la dieta aumentó su lixiviación, probablemente debido a que un tamaño de partícula grande tiene un efecto negativo sobre la estabilidad de las dietas en el agua. Eso parece explicar la desventaja que se observó al usar la harina de cabeza de camarón con respecto a la harina de camarón pelágico Tepual la cual tenía una mejor molienda determinada por el tamaño de partícula. Por otra parte, la inclusión de sorgo también incrementa la lixiviación con respecto a la harina de trigo.

La tasa de crecimiento (TC) no es afectada al utilizar los niveles de inclusión de 0, 4 y 8% de harina de cabeza de camarón. La TC se incrementa con el uso de harina de sorgo con respecto a la harina de trigo; también el uso de harina Tepual favorece más la TC con respecto a la harina de cabeza de camarón.

El consumo se incrementa con el uso de harina de cabeza de camarón (4 y 8%) con respecto a cuando no se utiliza esta harina. También el uso de sorgo incrementa el consumo con respecto al uso de harina de trigo. Por otra parte el consumo no es afectado con el uso de harina de cabeza de camarón con respecto a la harina de camarón pelágico Tepual.

La tasa de conversión alimenticia y la sobrevivencia no son afectadas con los factores de cereal (trigo y sorgo), dosis (0, 4 y 8% de harina de cabeza de camarón) y por el reemplazo de harina de cabeza de camarón por harina de camarón pelágico Tepual, aunque se observan tendencias a mejorarse con esta última.

El costo específico de las dietas disminuye al aumentar el nivel de inclusión de harina de cabeza de camarón y al usar harina de sorgo con respecto a la harina de trigo. Por otra parte, se disminuye también el costo específico de las dietas al utilizar harina de cabeza de camarón con respecto a la harina de camarón pelágico Tepual. Por último, el costo del alimento por tonelada de camarón producido se incrementa con el uso de 4% de harina de cabeza de camarón con respecto al 0 y 8% de esa misma harina. Por otra parte, fue menor con el uso de harina de sorgo con respecto al uso de harina de trigo y con la utilización de harina de camarón pelágico Tepual con respecto a la harina de cabeza de camarón.

8. LITERATURA CITADA

Akiyama, D.M.

1992 Utilización de la pasta de soya en los alimentos acuícolas. Asociación Americana de soya. ASA / MEXICO No. 18. 1^{er} reimpresión. 20 p.

Akiyama, D.M.

1993 El uso de productos a base de soya y otros suplementos proteicos vegetales en alimentos para acuicultura. P.p. 257-269. Mendoza, Cruz-Suárez y Ricque (Eds.). Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, N.L., México. F.C.B., U.A.N.L.

Akiyama, D.M. y Chwang, N.L.

1993 Requerimientos nutricionales del camarón y manejo del alimento. P.p. 479-491. En Mendoza, Cruz-Suárez y Ricque (Eds.) Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, N.L., México.

Akiyama, D.M., Dominy, W.G. y Lawrence, A.

1993 Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales. P.p. 43-79. En Mendoza, Cruz-Suárez y Ricque (Eds.) Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, N.L., México.

A.O.A.C.,

1990 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Edited by Kenneth Helrich. 15th edition. Arlington, Virginia, U.S.A.

Aquacop

1978 Study on nutritional requirements and growth of *Penaeus merguensis* in tanks by means of purified and artificial diets. Proceedings, World Mariculture Society, U.S.A. 9:225-234.

Badui-Dergal, S.

1986 Química de los alimentos. Editorial Alhambra Universidad. México D.F. p.p. 283-284.

Bordner, C.E., D'Abramo, L.R., Conclin D.E. and Baum N.A.

1986 Development and evaluation of diets for crustacean aquaculture. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 17. pp 44 – 51.

Briggs, M.R.P.

1991 The performance of juvenile prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, fed a range of carbohydrate sources in semipurified diets. World Aquaculture Society. Book of abstracts. San Juan, Puerto Rico. Pp. 19

Camarena-Conchas, M.

1998 Efecto de la cabeza de camarón co-extruida con trigo o sorgo sobre el crecimiento del camarón *Penaeus stylirostris*. Tesis de Maestría. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. 100 p. F.C.B., U.A.N.L.

Chen, H.-Y.

1993 Recent advances in nutrition of *Penaeus monodon*. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 24, No. 2, pp 231-240.

Chien, Y-H-C.

1992 Water quality requirements and management for marine culture. Proceeding of the special session on shrimp farming. The World Aquaculture Society. Orlando, Florida, U.S.A. p.p.144-156.

Civera-Cerecedo, R., Goytortúa-Bores, E., Rocha-Meza, S., Grenne-Yee, A., Vega, F. y Nolasco, H.

1993 Digestibilidad de nutrientes en *Penaeus vannamei* alimentados con dietas que contienen harina de langostilla (*Pleuroncodes planipes*). En: Calderón y Sargeloos (Eds.). Memorias del Segundo Congreso Ecuatoriano de Acuicultura, 20-25 de octubre. Guayaquil, Ecuador. Pp. 231-240.

Civera-Cerecedo, R., Goytortúa, E., Rocha, S., Nolasco, H., Vega-Villasante F., Balart, E., Ponce, G., Colado, G., Lucero, J., Rodríguez, C., Solano, J., Flores-Tom, A., Monroy, J. y Coral, G.

1998 Uso de la langostilla roja *Pleuroncodes planipes* en la nutrición de organismos acuáticos. En Manuscrito de conferencias y resúmenes de carteles (parte 2) inédito del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, La Paz, B. C. S., México. Pp. 1-20

Cruz-Suárez, L.E.

1998 Digestión en camarón y su relación con formulación y fabricación de alimentos balanceados. En Curso Internacional sobre alimentación de camarón. 18-19 de Marzo. Mazatlán, Sin., México. 24 p.

Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Martínez-Vega, J.A. y Wesche-Ebeling, P.

1993 Evaluation of two shrimp by-product meals as protein sources in diets for *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 115, pp 53-62.

Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D., Pinal-Mansilla, J.D. y Wesche-Ebeling, P.

1994 Effect of different carbohydrate sources on the growth of *Penaeus vannamei* : economical impact. Aquaculture, 123, pp 349-360.

Cuzon, G., Guillaume, J. and Cahu, Ch.

1994 Composition, preparation and utilization of feeds for Crustacea. Aquaculture, 124, pp 253-267.

Dale, N.

1992 Solubilidad de la proteína: indicador del procesado de la harina (pasta) de soya ASA / México, A.M. No. 89. Mayo, 1992. 11p.

Davis, D.A. and Arnold, C.R.

1995 Effects of two extrusion processing conditions on the digestibility of four cereal grains for *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 133, pp 287-294.

Fox, C.J., P. Brown, J., and Briggs, M.

1991 The nutrition of shrimp and prawns – A review of recent research. University of Stirling, Institute of Aquaculture, Scotland. 89 p.

Fox, C.J., Blow, P., Brown J.H. and Watson, I.

1994 The effect of various processing methods on the physical and biochemical properties of shrimp head meals and their utilization by juvenile *Penaeus monodon* Fab. *Aquaculture*, 122. pp 209-226.

Galleguillos, A.M.

1996 Control y certificación de calidad en harina de pescado. P.p. 367-372. En: Mendoza, R., Cruz-Suarez, L.R. y Rique (Eds.). Memorias del Segundo Simposium de Nutrición Acuícola, 7-9 de Noviembre de 1994. Monterrey, N.L., México.

Goddard, S.

1996 Feed Management in Intensive Aquaculture. Editorial Chapman and Hall. U.S.A. pp 35-50.

Kanazawa, A.

1994 The nutrition and feed of prawns and shrimp. In Seminar on Aquaculture Feed and Disease. February 19. Hau Hin, Thailand. Pp. 75-104.

Liao, I.-C. and Sheen, S.-S.

1993 Prawn nutrition studies in Taiwan. Handbook of Mariculture. 2nd edition. Vol. 1. Crustacean Aquaculture. McVey P.P. CRC Press INC. USA. Pp 95-103

Lee, P.G. and Meyers, S.P.

1996 Chemoattraction and feeding stimulation in crustacean. *Aquaculture nutrition*. Vol. 2. pp 157-164.

Lim, C. And Dominy, W.G.

1993 Evaluación de pasta de soya extruida con vísceras húmedas de calamar como fuente de proteína en alimentos para camarón. Pp. 235-241. En Mendoza, Cruz-Suárez y Rique (Eds) Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, N.L., México.

- López, C., Velasco, M., Hinrichsen, J.P., Lawrence, A. and Rutman, M.
 1998 Effect of krill meal on *Penaeus vannamei* growth. World Acuaculture Society. Book of abstracts. Las Vegas, Nevada, U.S.A. Pp. 336.
- Martínez-Palacios, C.A., Chávez-Sánchez, M.C., Olvera, A.N. y Abdo de la Parra, M.I.
 1996 Fuentes alternativas de proteínas vegetales como sustituto de la harina de pescado para la alimentación en la acuicultura. Memorias inéditas del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, N.L., México. pp 1-12. F.C.B., U.A.N.L.
- Melo del Angel, A.L.
 1997 Utilización de subproductos de camarón coextruídos con pasta de soya como ingredientes en dietas balanceadas para camarón *Penaeus vannamei*. Tesis inédita de Maestría, F.C.B./U.A.N.L., San Nicolás de los Garza, Nuevo León. 56p.
- Meryers, R.O. and Gorbet, D.W.
 1984 Waxy and normal grain sorghums with varying tannin contents in dietary for young pigs. *Sorghum Newsletters*, 27:51.
- Ostrwski-Meissner, H.T., Lea Master, B.R., Duerr, E.O., and Walsh, W.A.,
 1995 Sensitivity of the pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, to aflatoxin B1. *Aquaculture*, 131: 155-164.
- Pan, B.S.
 1989 Recovery of shrimp waste for flavorant. *Advances in Fisheries Technology for Increased Profitability*. Edited by M.N. Voigt, J.R. Botta. St. John's, N.F., Canada. pp 437-452.
- Pike, I.H. and Hardy, R.W.
 1997 Standards for assaying quality of feed ingredients. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. and Aqkiyama, D.M. (Eds.). *Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture*, vol. 6. The world Aquaculture Society. Louisiana State University, Baton Rouge, U.S.A., p.p. 473-492.
- Price, M.I., Scoyoc, S.V. and Butla, L.G.
 1978 A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of the Agriculture of food Chemistry*, 26,5: 1214 -1218
- Reyes-Quintero, T.
 1998 Estructura de costos en la camaronicultura y apoyos financieros a través de empresas parafinancieras. En: Memorias del II Simposium Internacional de Acuicultura '98. Mazatlán, Sinaloa, México. 1, 2 y 3 de Octubre.

Shiau, S.Y.

1997 Carbohydrates and fiber. Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture. W.A.S. pp 108-122. Edited by Abramo, Conklin and Akiyama. Louisiana, U.S.A.

Sudaryono, A., Hoxey, M.J., Kailis, S.G. y Evans, L.H.

1995 Investigation of alternative protein sources in practical diets for juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. Aquaculture, 134, p.p. 313-325.

Storey, R.M., Davis, H.K., Owen, D. and Moore, L.

1984 Rapid approximate stimulation of volatile amines in fish. Journal of Food Technology, 19:1-10.

Sullivan, T. W. and Douglas, J.H.

1998 El uso del sorgo en las raciones para aves. U.S. Feed Grain Council. Boletín informativo. Enero de 1998. 11p.

Tacon, A.G.J.

1989 Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Documento preparado para el Proyecto GCP/RLA/102/ITA. Apoyo a las actividades regionales de acuicultura para América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Brasilia, Brasil. Pp 325-336.

Tecator

1983 Fat extraction on feeds with soxtec system H.T. Application Note AN 67/87, In : Manual Tecator Soxtec System HT2. Pp 4.

Tecator

1987 Determination of Kjeldahl nitrogen content with Kjelttec system 1026. Application Note AN 80/87, In: Tecator Kjelttec System 1026 Distilling Unit. Pp 9.

Torres, C.T.E.

1990 Estudio comparativo de las características anatómicas, morfológicas y algunos aspectos bioquímicos y nutricionales de variedades de grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Muench), utilizado para alimentación de ganado bovino en engorda en el noreste del país. Tesis inédita de Maestría. F.C.B./U.A.N.L., San Nicolás de los Garza, N.L. 179 p.

Villalon, J.R.

1991 Practical manual for semi-intensive commercial production of marine shrimp. Texas A. and M. University Sea Grant College Program. 104 p.

Wyban, J. A. and Sweeney, J.N.

1991. Intensive shrimp production Technology. The Oceanic Institute Shrimp Manual. Argent Chemical Laboratories. Honolulu, Hawaii, U.S.A. 158 p.

Yang, C. H.

1990 Effects of some environmental factors on the growth of chinese shrimp, *Penaeus chinensis*. P.p. 92-96. Main K.L., and Fulks, W. (Eds.). The culture of cold tolerant shrimp: Proceeding of an Asian – U.S. workshop on shrimp culture, october 2-4, 1989. Honolulu, Hawaii, U.S.A.

9. APENDICES

Apéndice 1

Bioensayo con jaulas en estanquería

Este bioensayo se llevo a cabo durante el mes de julio de 1997 en la granja AquaStrat, ubicada en Escuinapa, Sinaloa, México.

Selección del estanque

Se seleccionó un estanque de 2 hectáreas tomando en cuenta que no hubiera camarones tan pequeños que pudieran atravesar la luz de malla de las jaulas, ya que estos al encontrarse dentro de las jaulas se alimentarían de las dietas experimentales y nos podría afectar la estimación en el consumo, también se tomo en cuenta que no tuviesen demasiado sedimento depositado en el fondo (fango) ya que este nos podría afectar al momento de manejar las jaulas. Por otra parte este estanque no contenía aireador, en su defecto se le practicaban recambios más constantes de agua, con el fin de mantener condiciones óptimas de oxígeno.

Colocación de las jaulas dentro del estanque

Se colocaron 24 jaulas distribuidas en 3 hileras de 8 dentro del estanque (ver diagrama en la página 47) con una separación de 2 metros entre cada una de ellas, dichas jaulas se colocaron a una distancia de 30 metros de la orilla del estanque, esto con la finalidad de que a las jaulas no le llegara alimento del que era distribuido por el alimentador. A cada jaula se le colocaron 4 rocas enterradas en cada lado aproximadamente a 1 metro de separación de cada una de ellas, a estas rocas se les colocó una cuerda, la cual sujetaba también el tubo superior de cada una de las jaulas, esto con el fin de que no se voltearan las jaulas por causa del viento.

Desarrollo del bioensayo

Para el experimento se utilizaron camarones *Penaeus stylirostris*, los cuales fueron obtenidos del mismo estanque (después de haber conocido el rango de talla con el que se trabajaría) en una colecta previa a la realización del bioensayo. Estos organismos fueron alimentados con alimento Rangen ® 35% de proteína por 3 días.

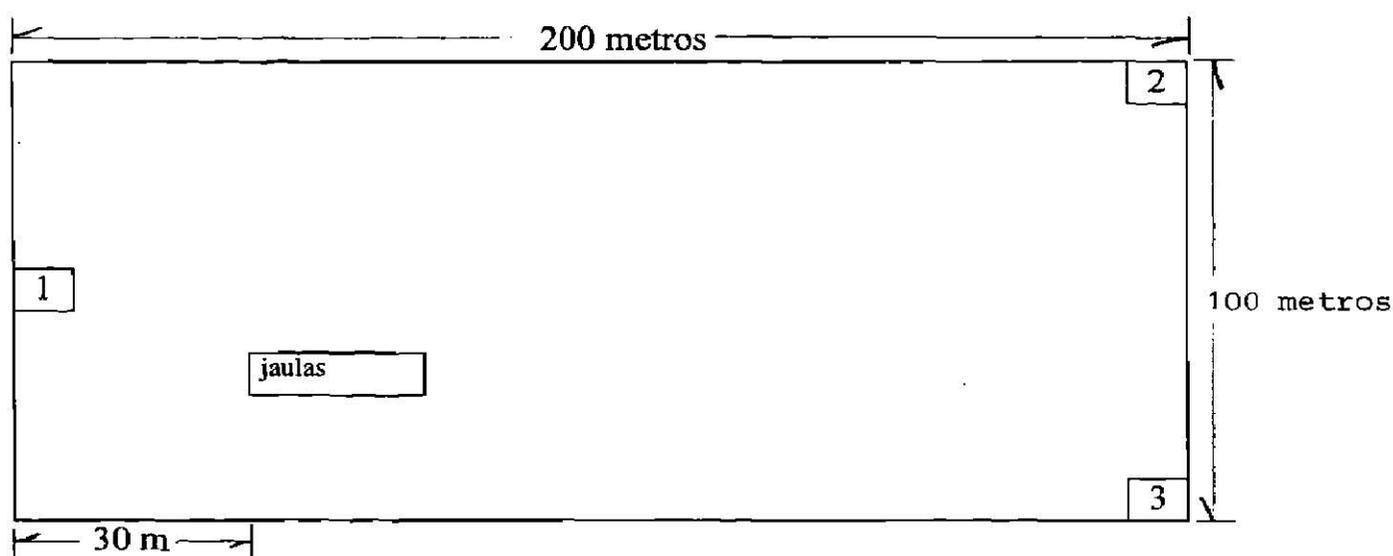
La distribución de los organismos en las jaulas se realizó durante la mañana (8:00 - 12:00 hrs.). Los reemplazos de animales muertos se hicieron hasta el tercer día del bioensayo, cambiando el animal muerto por uno vivo de peso similar. Se manejo una densidad de 35 animales por jaula con una media inicial de 8.6 g. Se empezó a alimentar un día después de la distribución de los camarones en las jaulas, con un 3% de la biomasa contenida en cada jaula, dividiendo esta en dos raciones, las cuales eran distribuidas a las 8:00 A.M. y 4:00 P.M.

Resultados

Dentro del estanque en el que se encontraban las jaulas había una gran cantidad de peces pequeños, los cuales atravesaban la luz de malla de las jaulas, ingiriendo también el alimento de los camarones. Debido a lo anterior nunca se encontró resto de alimento en los alimentadores y como consecuencia no se pudo estimar un consumo de las dietas.

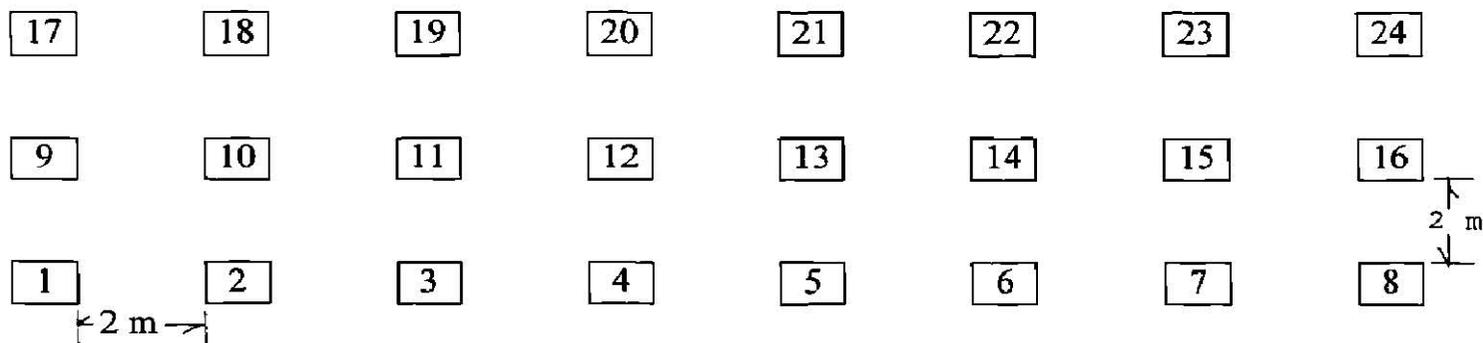
Se obtuvo una sobrevivencia de 50 % en promedio para todas las jaulas a los 21 días, por lo cual no se consideraron para hacer análisis de tasa de crecimiento. Lo anterior se le atribuye principalmente al estrés que sufrieron los animales debido su manejo y a las altas temperaturas registradas durante esos días.

Estanque de 2 Hectáreas



- 1) Salida de agua
- 2) y 3) Entradas de agua

Ubicación de las jaulas



Apéndice 2

Composición de los ingredientes y nutrientes principales que constituyen las dietas experimentales (% en base húmeda)

Ingredientes Nutrientes	Trigo duro	Sorgo	Harina de cabeza de camarón	Harina de camarón pelágico Tepual	Metionina	Aceite de pescado	Pasta de soya	Harina de pescado (jurel)
Humedad	10.9	11.0	6.6	8.22	1.0	0.0	6.89	8.79
Proteína	12.34	9.9	49.5	40.5	99.0	0.0	46.44	65.33
Grasa	1.78	3.0	11.83	12.28	0.0	100.0	0.615	7.91
Ceniza	2.04	1.56	19.15	21.36	0.0	0.0	5.79	14.68
Fibra	3.47	2.13	10.41	17.64	0.0	0.0	4.85	1.24
ELN	69.47	72.41	2.51	0.00	0.0	100.0	35.42	3.07
Energía Kca/gr.	3.71	3.81	3.999	4.16	0.0	0.0	4.11	4.68
Arginina	0.63	0.34	2.11	1.956	0.0	0.0	3.43	5.94
Alanina	0.47	0.67	2.53	2.07	0.0	0.0	---	3.33
Cisteína	0.29	0.15	2.045	0.325	0.0	0.0	0.69	0.59
Fenilalanina	0.62	0.47	7.957	7.43	0.0	0.0	2.28	2.80
Isoleucina	0.50	0.40	1.237	1.036	0.0	0.0	1.95	2.15
Lisina	0.35	0.22	2.195	2.02	0.0	0.0	2.96	5.75
Leusina	0.86	1.28	2.35	1.897	0.0	0.0	3.49	4.63
Metionina	0.21	0.12	0.299	0.272	99.0	0.0	0.67	1.69
Tirosina	0.42	0.37	1.291	1.172	0.0	0.0	1.59	2.93
Treonina	0.36	0.32	1.419	1.423	0.0	0.0	1.81	2.42
Valina	0.57	0.46	1.602	1.441	0.0	0.0	2.38	2.81
Histidina	0.29	0.21	0.634	0.607	0.0	0.0	1.82	3.33
Colesterol	0.00	0.00	0.37	0.398	0.0	0.88	0.0	2.27
Fosfolípidos	0.40	0.68	0.936	4.53	0.0	1.0	0.39	3.25
18:2W6	1.12	1.12	0.484	0.16	0.0	0.0	0.23	0.10
18:3W3	0.07	0.60	0.005	0.073	0.0	30.9	0.03	0.55
20:5W3	0.00	0.00	0.266	1.387	0.0	2.59	0.028	1.05
22:6W3	0.00	0.00	0.436	0.883	0.0	0.53	0.23	1.29
Calcio	0.05	0.05	5.072	6.4	0.0	0.0	0.28	4.21
Fósforo	0.46	0.43	1.237	1.3	0.0	0.0	0.69	2.64
Suma W3	0.07	0.6	0.782	3.37	0.0	0.0	0.29	2.45
Suma W6	0.12	1.89	0.701	---	0.0	0.0	0.24	0.20

Apéndice 3

Precio de los ingredientes usados en las dietas

Ingrediente	\$/Kg.	Proveedor	Ubicación del proveedor
Trigo	2.13	Forrajera	Monterrey, M.L.
Sorgo	1.40	Forrajera	Monterrey, M.L.
Harina de cabeza de camarón	5.00	Experimental	U.A.N.L.
Harina de camarón pelágico Tepual	5.71	Tepual	Santiago de Chile, Chile.
Metionina	10.44	Técnicas Nutricionales, S.A. de C.V.	San Nicolás de los Garza, N.L.
Aceite de pescado	7.56	Proteínas Naturales, S.A. de C.V.	Guadalupe, N.L.
Pasta de soya	3.05	Forrajera	Monterrey, M.L.
Harina de pescado	6.89	Tepual	Santiago de Chile, Chile.
Gluten de trigo	13.44	Técnicas Nutricionales, S.A. de C.V.	San Nicolás de los Garza, N.L.
Antioxidante	8.62	Técnicas Nutricionales, S.A. de C.V.	San Nicolás de los Garza, N.L.
Checkmold	26.7	Técnicas Nutricionales, S.A. de C.V.	San Nicolás de los Garza, N.L.
Minerales	4.62	INVE	Bélgica
Vitaminas	87.36	INVE	Bélgica
Atractante (F.P.)	29.4	INVE	Bélgica
Colesterol	298.96	INVE	Bélgica
Lecitina de soya	3.4	Vimifos	Guadalajara, Jal.

Cotización de precios en abril de 1998. Dólar \$8.4

Apéndice 4

Método para determinar la solubilidad de proteína

Método propuesto para la harina de soya por macro-kjeldahl (técnica de Rine Hart, citada por Dale, 1992).

Reactivos

Hidróxido de potasio (KOH) 0.2%

Reactivos usados para la determinación de proteína por el método Kjeldahl

Procedimiento

- 1.- Tomar 1.5 g de harina de soya y depositarlo en un recipiente de 250 ml, adicionar 75 ml de la solución de KOH y mezclar durante 20 minutos.
- 2.- Transferir 50 ml del líquido a un tubo de centrifuga y centrifugar por 10 minutos a 2,700 r.p.m.
- 3.- Tomar 15 ml del sobrenadante y determinar la proteína por el método de Kjeldahl. De acuerdo con este procedimiento los 15 ml es equivalente a 0.3 g de la muestra original.

Cálculo

$$\text{Porcentaje de la solubilidad de la proteína} = \frac{\% \text{ de proteína en } 0.3\text{g de muestra}}{\text{proteína cruda de la muestra original}}$$

Apéndice 5

Determinación del nitrógeno volátil total (NVT)

(técnica del manual Técnicas Tecator)

- 1.- Se toman 10 g de muestra y se licúan por algunos minutos con 30 ml de ác. tricloracético.
- 2.- La muestra ya licuada se filtra, el filtrado se vierte en el tubo de destilación, se agrega 2 g de MgO y 3 ml de antiespumante.
- 3.- Destilar y recibir el destilado en ácido bórico al 4%.
- 4.- Titula con ácido clorhídrico al 0.1 N.

Cálculo

$$\text{mg NVT} / 100\text{g} = \frac{(\text{T} - \text{B}) \times 14.007 \times \text{N} \times 100}{\text{peso de la muestra}}$$

T.- ml del titulante de la muestra.

B.- ml del titulante del blanco.

N.- normalidad del ácido clorhídrico.

Apéndice 6

Método para la determinación de taninos

(método descrito por Price *et al.*, 1976)

Los reactivos usados en la curva estándar y las muestras se deben usar el mismo día de su preparación y mantener a 30 °C evitando variaciones.

Curva estándar

Reactivos

Metanol

Vainillina al 1 % en metanol

Ácido clorhídrico al 4% en metanol

Ácido clorhídrico al 8% en metanol

Solución madre de catequina: Pesar 0.1 g de catequina, disolverlo en metanol y aforar a 100 ml.

Procedimiento :

- 1.- Envolver 18 tubos con papel aluminio y marcarlos con las concentraciones de 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 y 0.3 mg/ml de catequina. Cada concentración tendrá 2 replicados y contará con un blanco de corrección de la muestra.
- 2.- Preparar las concentraciones de 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 y 0.3 mg/ml de catequina a partir de la solución madre.
- 3.- Preparar el blanco de corrección con 5 ml de HCl al 4% en metanol.
- 4.- Preparar los tubos de cada concentración de catequina, añadiendo 1 ml de la concentración + 2.5 ml de 1% de vainillina en metanol + 2.5 ml de 8% de HCl en metanol.

Determinación de taninos en la muestra

- 1.- Pesar 200 mg de muestra molida (0.4 mm) y realizar la extracción con 10 ml de HCl al 1% en metanol durante 20 minutos.
- 2.- Centrifugar por 10 minutos a 1500 r.p.m. y tomar 1 ml del sobrenadante y añadir al tubo de lectura + 2.5 ml de vainillina al 1% + 2.5 ml de HCl al 8% en metanol y dejar reposar por 20 minutos. Hacer por duplicado.
- 3.- Preparar el blanco de lectura con 5 ml de HCl al 4% en metanol.

La preparación de las concentraciones de lectura y el blanco de corrección de cada una de las concentraciones de catequina se deben preparar con un intervalo de 1 ó 2 minutos y esperar 20 minutos para leer a 500 nm. Esto mismo debe hacerse para la muestra.

