



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"USO DE LA LEVADURA FORRAJERA
(*Candida utilis*) COMO SUSTITUTO DE LA
PROTEINA ANIMAL EN LA DIETA DE TILAPIA
(*Oreochromis mossambicus*)".

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :

Katia Quiroz Moreno



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pags.
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	7
METODOLOGIA	11
RESULTADOS	23
DISCUSION	28
CONCLUSIONES	36
LITERATURA CITADA	38

RESUMEN

Con el fin de sustituir la harina de pescado en la formulación de alimento para peces debido a su elevado precio en el mercado, se realizó el presente trabajo, sustituyendo la harina de pescado por proteína de levadura Candida utilis en dietas para tilapia Oreochromis mossambicus.

Se elaboraron 5 dietas con 20%, 40%, 50%, 80% y 100% de sustitución de proteína de harina de pescado por levadura y una dieta más con levadura cruda con 50% de sustitución de proteína para comparar la respuesta del pez al ingerir levadura tratada térmicamente y levadura cruda.

Se realizaron análisis proximales de los alimentos, así como del cuerpo del pez antes y después de suministrarles las dietas experimentales; los parámetros de crecimiento fueron analizados estadísticamente.

Se observó que altos niveles de levadura en el alimento afectan negativamente el crecimiento del pez, además de que no es necesario tratarla térmicamente para incluirla en el alimento. Los peces alimentados con 20% de proteína de levadura presentaron el mejor crecimiento.

INTRODUCCION

En nuestro país la Acuicultura viene a ser una biotecnología cada vez más importante debido a su alta capacidad de producción de proteína animal de excelente calidad para consumo humano, además de que ofrece grandes oportunidades de empleo principalmente en un medio rural.

Sin embargo, la tendencia de establecer cultivos intensivos se enfrenta a problemas tales como los altos costos del alimento y otros insumos; el piscicultor tiene como mayor interés obtener un máximo rendimiento de la inversión en la ganancia de peso de los organismos al menor tiempo posible (Bryant et al. 1980); por lo cual se ve en la necesidad de proporcionar dietas completas con altos niveles proteícos, ya que entre los organismos cultivados los peces necesitan de mayores cantidades de proteína, a tal grado que su rendimiento es más del doble del observado en las especies terrestres.

Para los peces cultivados nada es más importante que el buen balanceo de dietas y la adecuada alimentación, por lo que si no hay buen alimento disponible el animal crecerá lentamente y no será económicamente rentable la actividad (Shang, 1981).

La producción de dietas balanceadas para peces requiere de constante investigación, control de calidad y evaluación biológica, ya que los alimentos pueden influir negativamente en el pez al inducir o incluir deficiencia de nutrientes por mal balanceo, por toxicosis o por proporcionar agentes infecciosos.

Una buena dieta balanceada provee al animal de los nutrientes necesarios para un buen mantenimiento y óptimo crecimiento para obtener una alta producción.

Los requerimientos de proteína son considerados como la suma de los requerimientos de aminoácidos esenciales y los no esenciales. Algunos intentos han sido hechos con muchas especies de peces para establecer un nivel óptimo de proteínas en la dieta (Cho et al. 1985).

Los niveles de proteína necesarios para el crecimiento máximo de un pez depende de varios factores como son la edad del pez, ya que el requerimiento proteico es mayor en los primeros estadios y decrece conforme aumenta de tamaño, también es afectado por el estado reproductivo y factores ambientales como la temperatura y la salinidad.

La eficiencia de una proteína depende de la calidad de la misma y esta se mide de acuerdo al contenido de aminoácidos esenciales en ella, los peces requieren de Arginina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano y Valina. Si una proteína es deficiente en uno ó más de estos aminoácidos, puede retardar notablemente el crecimiento del pez, (N.R.C., 1983: Wilson y Halver, 1986).

Además de la calidad de la proteína, debe de tomarse en cuenta su costo y la cantidad a proporcionar en las dietas de los peces, con el fin de obtener alimentos balanceados a precios que compitan comercialmente en el mercado (Jauncey y Ross, 1982).

En la actualidad existe la tendencia generalizada de sustituir la harina de pescado en la formulación de alimento para peces debido a su elevado precio en el mercado, utilizando otras proteínas más baratas pero que posean la calidad necesaria para satisfacer sus elevados requerimientos proteícos (Cowey, 1975; Bryant et al. 1980; Tacon, 1981; N.R.C., 1983); los estudios que se llevan a cabo se enfocan principalmente a la búsqueda de nuevas fuentes proteícas y comprenden un sin número de materiales de origen vegetal, de origen animal y subproductos industriales.

El uso de proteínas unicelulares es una de las alternativas más promisorias de sustitución de harina de pescado; estas comprenden un amplio rango de algas, hongos (incluyendo levaduras) y bacterias, los cuales son producidos por procesos de fermentación y comparadas con las proteínas vegetales convencionales, estos microorganismos tienen varias ventajas; su producción puede ser basada en diversos substratos de carbono (vegetales, petroquímicos y gas natural); la mayoría de los microorganismos cultivados son altamente proteínicos, contienen de 40% a 70% de proteína cruda en peso seco según la especie; tienen un tiempo corto de generación bajo condiciones óptimas de cultivo ya que las algas pueden duplicar su biomasa en un lapso de 3 a 6 horas, las bacterias de 0.5 a 2 horas y las levaduras de 1 a 3 horas - y pueden ser cultivadas independientemente del clima en ambientes controlados, además de que se requiere poco espacio para la instalación de los fermentadores (Tacon y Jackson, 1984).

La proteína unicelular más comúnmente usada y con disponibilidad para alimento animal es la levadura forrajera - Candida utilis, la cual es cultivada sobre substratos que comprenden una gran variedad de desechos industriales. La levadura ha demostrado ser excelente sustituto de la harina

de pescado a bajos niveles en dietas animales, pero el ni vel de sustitución depende del tipo de levadura y la manera en la cual esta fue producida.

En general las levaduras son relativamente deficientes en Metionina, pero una suplementación con fuentes sintéti - cas de aminoácidos puede permitirle ser la única fuente pro - teíca (FAO, 1983).

En general las investigaciones confirman la posibili - dad de utilizar proteínas vegetales en la alimentación de los peces, con el único requisito de eliminar de manera ade - cuada los factores antinutricionales sin afectar la calidad nutricional del alimento, a la vez que se adicionan los ami - noácidos que pudieran ser limitantes; es por esto que una - combinación de varias fuentes de proteínas vegetales es - aconsejable particularmente si alguna de ellas es deficien - te en algún aminoácido (Jackson et al. 1982).

Debido a los altos costos de las proteínas tradicional mente usadas en la alimentación animal, se presenta la nece - sidad de identificar fuentes proteícas aun no explotadas; - en el presente trabajo se seleccionó la levadura forrajera Candida utilis como sustituto de la harina de pescado.

Los objetivos de este trabajo son evaluar el efecto de la sustitución de la harina de pescado con levadura forraje ra Candida utilis en dietas prácticas para Oreochromis mossambicus y observar su efecto sobre el crecimiento de los peces, con el fin de determinar la tasa óptima de inclusión de este material en el alimento para esta especie.

Asi mismo se pretende definir si la tilapia puede utilizar la levadura directamente sin que sea necesario someterla a tratamientos previos para romper las paredes celulares.

ANTECEDENTES

Se han realizado varios estudios donde se han llevado a cabo sustituciones de harina de pescado por diferentes harinas de origen vegetal, entre ellos se encuentran:

Jauncey y Ross (1982), quienes mencionan que la harina de soya es una de las proteínas vegetales más aprovechables como alimento para peces; la harina de soya es considerada como subproducto ya que el producto principal es el aceite sin embargo la pasta presenta un alto contenido proteico (46%), por lo que se realizan investigaciones con el fin de usarla como alimento para varias especies de peces.

Viola et al. (1982), realizaron estudios con carpa - donde sustituyeron la harina de pescado por harina de soya, la cual tuvo que ser suplementada con Metionina y Lisina; la harina de soya que ellos utilizaron fue sometida a tratamientos térmicos para eliminar sustancias tóxicas como inhibidores de Tripsina, los cuales interfieren con la digestibilidad de la proteína y provocan reducciones en el crecimiento.

Al igual que la soya, otras leguminosas han merecido -

Olvera (1985), observo que al hacer sustituciones de la harina de pescado por harina de semilla de la leguminosa Sesbania grandiflora en dietas para O. mossambicus, se presentó una alta mortalidad y tuvo efectos negativos sobre el crecimiento, ya que contiene factores antinutricionales no termolábiles.

Se han utilizado otro tipo de proteínas vegetales en la alimentación de peces, como son algas, lirio y otras plantas acuáticas; Appler y Jauncey (1983), probaron la inclusión parcial del alga Cladophora glomerata en dietas para O. niloticus donde observaron que la harina del alga puede ser parcialmente aprovechada, sin embargo existe el problema de los costos de su producción y preparación, ya que estos son altos.

Appler (1985), hizo la evaluación del alga Hydrodictyon reticulatum como fuente de proteína para las tilapias O. niloticus y Tilapia zilli; probó 5 dietas con 30% de proteína cruda, en las cuales incluyó en varias proporciones el alga y hubo una sexta dieta con 25 % de proteína con 100% de H. reticulatum; los mejores valores de crecimiento y utilización de proteína se tuvieron a niveles bajos de sustitución para ambas especies. La ventaja de poder trabajar con este material es el bajo costo de su producción.

Entre los estudios que se han realizado con proteínas de origen unicelular como fuente alternativa de sustitución de harina de pescado, se encuentran el de Spinelli et al. (1979), quienes probaron en dietas para salmón la inclusión de proteína bacteriana y levadura, además de larva de mosca y harina de soya; la proteína unicelular puede reemplazar en un 25% a la harina de pescado sin afectar el crecimiento y la conversión alimenticia; la larva de mosca fue equivalente nutricionalmente a la harina de pescado.

Matty y Smith (1978) evaluaron la levadura Candida ly-polytica, la bacteria Pseudomonas sp. y el alga Spirulina maxima como fuente de proteína para la trucha arcoiris Salmo gairdneri; encontraron que la levadura fue el material mejor utilizado para el crecimiento; el máximo crecimiento y la mejor eficiencia de conversión alimenticia ocurrió a un nivel de 35% de inclusión de proteína de levadura.

Beck et al. (1979), observaron el efecto de la sustitución de proteína por diferentes niveles de levadura (cultivada en alcanos), en dietas para trucha arcoiris. La dieta fue suplementada con diferentes niveles de D-L Metionina y Arginina; los resultados indicaron valores nutricionales buenos para la levadura, dentro del rango examinado.

Como se puede ver, los salmonidos han respondido bien a la inclusión de bajos niveles de proteína unicelular a pesar de su baja capacidad para metabolizar carbohidratos en la dieta (Anderson et al. 1984; Cho et al. 1985), por lo que se considero importante evaluar el efecto de este tipo de material en peces con hábitos alimentarios omnivoros ó parcialmente herbivoros, con una mayor habilidad para la utilización de carbohidratos en el alimento, como en este caso la tilapia Oreochromis mossambicus.

METODOLOGIA

El experimento se realizó en el laboratorio de Acuicultura y Nutrición de Organismos Acuáticos del CINVESTAV- Unidad Mérida. Las crías de tilapia Oreochromis mossambicus (Trewavas, 1983), utilizadas fueron producidas en el mismo laboratorio.

El dispositivo experimental consistió de un sistema de recirculación de agua, integrado por 18 tanques cilindricos de plásticos autolimpiables, con capacidad de 20 litros cada uno, a los cuales se les suministró un flujo de agua constante de 1.5 litros por minuto.

Cada uno de los tanques presentó un tubo central el cual determino el nivel del agua y otro tubo mayor concentrico, que servia para la limpieza del sistema al fluir el agua por la parte inferior del tanque. Con el fin de reducir las perturbaciones en los animales, se colocó una tapadera en cada una de las tinas y el alimento se suministró a través de una ventanilla en la cubierta.

En la parte inferior se colocaron tres tanques de sedimentación, un filtro biológico y un tanque principal, donde mediante una bomba se distribuyó el agua al sistema.

La temperatura fue controlada por medio de un calentador de titanio de 2000 Watts y un termostato electrónico.

En la figura 1 se presenta un esquema del dispositivo experimental.

Una vez por semana se lavó el sistema y se le cambió el agua. Semanalmente se hicieron registros de pH con un potenciómetro Phillips así como de nitritos y amonio según la técnica de Lind (1979); el oxígeno y la temperatura se tomaron con un oxímetro, YSI modelo 54 A.

Los organismos se mantuvieron bajo un fotoperíodo de 12 horas luz con iluminación fluorescente blanca durante todo el experimento.

En cada tanque se pusieron 20 peces con un peso promedio de 100 mg y hubo tres replicas para cada dieta probada.

Los animales fueron acondicionados al sistema experimental durante una semana, durante la cual se les proporcionó un alimento a base de harina de pescado con un 40% de proteína.

Cada semana los peces fueron pesados con una balanza Mettler PE 3600 y con base en este valor se les proporcionó

el alimento a una tasa del 6% de la biomasa total del lote, dividido en tres raciones durante el día.

El crecimiento se midió con referencia al peso promedio individual de los peces. Cuando murió algún pez, se restó su peso al total del lote y se corrigió de inmediato el porcentaje de alimento proporcionado por día, de manera que se llevó u registro diario de la biomasa por tanque y del alimento consumido.

Al inicio y al término del experimento fue sacrificado un lote de peces para realizar análisis proximales con el objeto de conocer su composición antes y después de suministrarles las dietas experimentales.

FORMULACION Y PREPARACION DE LAS DIETAS

Para la realización del experimento se utilizó levadura forrajera Candida utilis, la cual fue producida a partir de melazas en la planta piloto del Departamento de Biotecnología del CINVESTAV- México; el material fue tratado en autoclave durante 5 minutos a 15 libras de presión, con el propósito de romper las paredes celulares (De la Torre, com. pers.).

Para balancear las dietas, los ingredientes de las mismas fueron sometidos a análisis químicos proximales. Los resultados de dichos análisis realizados a las dietas se presentan en la Tabla 1; en la Tabla 2 se incluye el balanceo teórico de aminoácidos con base en los valores reportados por Vaughan et al. (1979); Mc Dowell et al. (1982) y N.R.C. (1983).

Se formularon 5 dietas con 20%, 40%, 50%, 80% y 100% de sustitución de proteína de harina de pescado por proteína de levadura, se elaboró una dieta más con levadura cruda con 50% de sustitución de proteína para comparar la respuesta del pez al ingerir levadura tratada termicamente y levadura cruda.

La formulación de las dietas se incluye en la Tabla 1; los alimentos fueron balanceados para proporcionar el 40% de proteína a los peces. Los materiales se mezclaron en una mezcladora Hobart y se pasaron por un molino de carne con el que se obtuvieron granulados, los cuales fueron secados a 30°C en una secadora de aire forzado durante 12 horas y se almacenaron en congelación hasta su uso.

Los análisis proximales de los materiales para la preparación de las dietas y de los alimentos se hicieron por

triplicado de acuerdo a los siguientes métodos estandares - (A.O.A.C, 1984).

a) Humedad

Se pesaron 5 gramos de muestra en una charola de peso conocido, se colocaron en una estufa (Felisa), a 105°C durante 12 horas, posteriormente se enfriaron en un desecador y fueron pesadas. El calculo para determinar el contenido de humedad (C.H.) se hizo de acuerdo a la siguiente fórmula

$$CH = \frac{100(\text{peso de muestra humeda} - \text{peso de muestra seca})}{\text{peso de muestra humeda}}$$

b) Fibra cruda

Este análisis se llevó a cabo mediante el sistema Fibertec Tekator 1020; se peso un gramo de muestra en un crisol de filtración, se añadieron 200 ml de ácido sulfurico - 0.255 N y se sometió a ebullición durante 30 minutos, se filtro y se lavo con agua destilada caliente para eliminar el ácido, posteriormente se agregaron 200 ml de hidróxido de sodio 0.313 N y se sometió a ebullición durante otros 30 minutos, se lavaron nuevamente con agua destilada caliente, despues se lavaron con éter de petróleo y se colocaron en la estufa a 105°C durante 12 horas, finalmente se pesa

ron los crisoles con el residuo y se colocaron en una mufla Lindberg a 550°C durante 12 horas, se dejaron enfriar en un desecador y se pesaron. El contenido de fibra se calculo de la siguiente manera:

$$\% \text{ Fibra curda} = 100 \frac{[(\text{peso de fibra seca} - \text{peso de la ceniza})]}{\text{peso de la muestra}}$$

c) Contenido de cenizas

Se peso un gramo de muestra en un crisol de cerámica de peso conocido, el cual se colocó en una mufla Lindberg a 450°C durante toda la noche, se dejó enfriar y se peso nuevamente. Los calculos se hicieron de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Cenizas} = 100 (\text{peso de ceniza} / \text{peso de muestra})$$

d) Lípidos crudos

Para la determinación de lípidos se empleo el método Soxhlet; que consiste en pesar 3 gramos de muestra en un de dal de extracción el cual se colocó en un aparato de reflujo. Se pesaron matraces de fondo plano de peso constante y se les agregaron 200 ml de éter de petróleo, se conectaron al aparato de reflujo y se pusieron en ebullición durante

2 horas como mínimo. Cuando el éter de petróleo apareció - claro en el condensador, se concentró la grasa en el matraz se colocó este en una estufa a 105°C durante 12 horas, se dejó enfriar en un desecador y se pesó. El porcentaje de lípidos crudos en la muestra se calculó con la expresión:

$$\% \text{ Lípidos crudos} = 100(\text{peso de la grasa} / \text{peso de muestra})$$

e) Proteína cruda

Este análisis se realizó por el método de Micro-Kjeldahl; consistió en pesar aproximadamente 200 mg de muestra, la cual se pasó a un tubo de digestión; se agregó a cada tubo dos pastillas de catalizador de mercurio y potasio y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado; las muestras se digirieron en el digestor Tekator 1015 por una hora a 450°C, se dejó enfriar los tubos y se les agregó 25 ml de agua deionizada. Posteriormente los tubos pasaron por el sistema Kjeltec 1030 autoanalizador Tekator, donde se obtuvieron los mililitros de ácido clorhídrico usados para la titulación de las muestras y se calculó el porcentaje de proteína.

Para cada análisis se utilizaron tres blancos reactivos con 5 ml de ácido sulfúrico y dos pastillas de catalizador por tubo, así como tres patrones de urea con 5 ml de solución de urea, 5 ml de ácido sulfúrico y dos pastillas de catalizador.

La solución de urea se preparo con 400 mg de urea disueltos en 100 ml de agua deionizada. La determinación de proteínas se calculo de la siguiente manera:

$$\% \text{Proteína} = \frac{(\text{ml de HCL usados} * \text{Factor Urea} * 6.25 * 100)}{\text{mg de muestra}}$$

El factor de urea se calculo de la siguiente manera:

428.28 mg Urea ----- 200 mg N

Urea pesada ----- "X" mg N

Como la urea pesada se disolvio en 100 ml de agua deionizada y se tomaron 5 ml por muestra tendremos, X/20 mg de Nitrógeno por cada 5 ml. Entonces tendremos que los mililitros de ácido clorhidrico usados para titular la urea equivalen a X/20 mg de Nitrógeno, por lo que en 1 ml de ácido clorhidrico tendremos A mg de Nitrógeno donde A es el factor de urea empleado en la fórmula.

f) Carbohidratos

El contenido de Carbohidratos se calculo como Extracto Libre de Nitrogeno (ELN) el cual se determino por diferencia restando a 100 los valores obtenidos para la humedad, grasa, fibra, cenizas y proteínas.

g) Digestibilidad

Para evaluar la digestibilidad del alimento se incluyó 0.5% de óxido de cromo en las dietas como marcador. Diariamente se colectaron las heces de cada tanque de experimentación mediante sifoneo, para lo cual antes de la última alimentación se suspendió el flujo y se dejó a los animales en reposo por 30 minutos, las heces se secaron en una estufa a 105°C y se almacenaron en refrigeración hasta su análisis.

Para la determinación del contenido de cromo tanto en alimento como en las heces se usó el método de Furukawa y Tsukahara (1966), que consistió en colocar 50 mg de muestra en un matraz Kjeldahl de 100 ml, se les agregó 5 ml de ácido nítrico concentrado y se pusieron a digerir a ebullición controlada por un mínimo de 30 minutos. Cuando las muestra dejaron de producir vapores amarillentos, se dejaron enfriar, se les agregó 3 ml de ácido perclórico concentrado y se colocaron nuevamente a digerir; cuando el color de la solución cambió de verde a amarillo limón se retiraron del digestor y se dejaron enfriar; la aparición de un anillo rojizo al borde del líquido al enfriarse se tomó como indicador de que la reacción había terminado, de lo contrario se regresó la muestra al digestor; el líquido frío se transfirió a un matraz y se aforó a 25 ml con agua destilada y finalmente se leyó en un espectrofotómetro Pye Unicam a 350 nm.

El cálculo para determinar el contenido de cromo en he

ces y alimento se hizo con las siguientes fórmulas:

Peso del oxido de cromo en la muestra en mg.

$$X = (y - 0.0032 / 0.2089) / 4$$

donde y = densidad óptica = absorbancia; 0.0032 y 0.2089 son constantes.

$$\% \text{ de cromo en la muestra} = X/A * 100$$

donde A = Peso de la muestra.

Tomando en cuenta los valores de cromo se calculo la - digestibilidad del alimento con las siguientes expresiones (Jauncey y Ross, 1982):

Digestibilidad Aparente de Materia Orgánica (DAMO).

$$DAMO = 100 - 100 (\% \text{ de cromo alimento} / \% \text{ de cromo heces})$$

Digestibilidad Aparente de Proteína (DAP).

$$DAP = 100 - 100 (\% \text{ cromo alimento} / \% \text{ cromo heces}) * (\% \text{ prot. heces} / \% \text{ prot. alimento})$$

PARAMETROS DE CRECIMIENTO

Los calculos para determinar la eficiencia del alimento, se llevaron a cabo de manera individual, mediante las siguientes expresiones (Jauncey y Ross, 1982).

a) Peso ganado %.

$$PG = 100 [(\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{peso inicial}]$$

b) Tasa específica de crecimiento (% día)

$$TEC = 100 [(\text{LN peso final} - \text{Ln peso inicial}) / \text{No. dias}]$$

c) Consumo de alimento (mg/ día).

$$CA = 100 (\text{consumo individual de alimento} / \text{No. días})$$

d) Consumo de Proteína (mg/ día).

$$CP = \text{Alimento consumido} (\% \text{ proteína en alimento} / 100)$$

e) Ganacia de peso (mg/ día).

$$GP = 100 (\text{peso ganado individual} / \text{No. dias})$$

f) Tasa de conversión alimenticia.

$$TCA = \text{Alim. cons. peso seco} / \text{ganancia peso humedo}$$

g) Tasa de eficiencia proteica.

$$\text{TEP} = \text{Peso ganado} / \text{proteína consumida}$$

h) Consumo de Nitrógeno.

$$\text{CN} = 100 (\text{Consumo de proteína} / 6.25)$$

i) Retención de Nitrógeno.

$$\text{RN} = 100 (\text{peso final} * \% \text{ prot. corporal final}) - (\text{peso inicial} * \text{prot. corporal inicial}) / 100 / 6.25 / \text{No. dias}$$

j) Utilización aparente de Nitrógeno.

$$\text{UAN} = 100 (\text{Nitrógeno retenido en mg} / \text{consumo N})$$

Los resultados se compararon estadísticamente mediante un análisis de varianza de una via con el programa Statical Programs de la Universidad de Ohio y las diferencias entre las medias se identificaron con la prueba de Rangos Múltiples de Duncan (1955). El error estandar (ES) se calculo a partir del cuadrado medio del error en el análisis de varianza.

RESULTADOS

El experimento tuvo una duración de 70 días. Los parámetros ambientales durante el experimento se mantuvieron estables; la temperatura promedio fue de $27 \pm 0.42^{\circ}\text{C}$, el pH se mantuvo en 7.51 ± 0.78 , el oxígeno promedio fue de 5.67 ± 0.36 PPM; el amonio tuvo un valor de 0.163 ± 0.019 mg/lt y los nitritos presentaron un valor de 0.052 ± 0.003 mg/lt (\pm ES).

La aceptación del alimento fue buena, en especial por los peces alimentados con las dietas 1,2,3, y 6; en las dietas 4 y 5 se observó un decremento en el consumo de alimento a lo largo del experimento.

La formulación y análisis proximales de las dietas usadas se presentan en la Tabla 1; el balance de los aminoácidos esenciales de las mismas se muestran en la, Tabla 2.

La mortalidad presentada durante el experimento fue mínima por lo que no se considero dentro de los resultados.

El peso promedio al inicio del experimento entre los diferentes tratamientos no presento diferencias significati

vas, mientras que los valores en el peso promedio final fueron estadísticamente diferentes entre las distintas dietas, el valor más bajo se obtuvo para las dietas 4 y 5, los resultados se incluyen en la Tabla 3.

El peso ganado presentó una marcada disminución conforme aumento la inclusión de la levadura, ya que las dietas 4 y 5 con 80% y 100% de levadura, presentaron los valores más bajos en comparación con las demás dietas; la dieta 3 con 50% de proteína de levadura tratada y la dieta 6 con 50% de levadura cruda presentaron una ganancia de peso semejante entre ellas; las dietas 1 y 2 con menor inclusión de levadura presentaron los mejores resultados para este tratamiento.

En la Figura 2 se presentan las curvas obtenidas de crecimiento semanal. En esta gráfica se observa el efecto negativo de la máxima inclusión de levadura, ya que las dietas 4 y 5 con 80% y 100% de levadura respectivamente presentaron las curvas con menor cambio; donde la dieta 1 con 20% de proteína de levadura fue la que presentó el mejor resultado. En las figuras 3 y 4 se grafica la ganancia de peso en los distintos tratamientos.

En el consumo de alimento, consumo de proteína, consumo de nitrógeno y en la retención de nitrógeno, se observó que el resultado más alto fue para la dieta 1, y el valor significativamente más bajo ($P < 0.01$), fue para las dietas 4 y 5, mientras que las dietas 3 y 6 presentaron el mismo valor, intermedio a la dieta 2 como se observó en las figuras 5, 6, 7 y 8.

Las mejores conversiones alimenticias se obtuvieron en las dietas 1, 2, 3 y 6, mientras que en las dietas 4 y 5 se registraron valores altos para este parámetro. Los resultados se grafican en la figura 6.

En la figura 5 se presentan los resultados de la tasa específica de crecimiento para cada dieta donde el valor más alto lo obtuvo la dieta 1 y el valor significativamente bajo ($P < 0.01$) se registró en las dietas 4 y 5; mientras que las dietas 2, 3 y 6 presentaron semejanzas entre sí con un valor intermedio comparado con los dos anteriores aun cuando son estadísticamente diferentes.

Los promedios de la tasa de eficiencia proteica se presentan en la figura 12, el valor más elevado se obtuvo con la dieta 2, el cual fue significativamente más alto a el de los demás. Las dietas 4 y 5 dieron una eficiencia proteica extremadamente baja ($P < 0.01$).

La digestibilidad de la proteína y la digestibilidad aparente de materia orgánica, dio valores semejantes en las dietas 1, 2 y 3. La dieta 4 presentó resultados más elevados, mientras que la dieta 5 dio los valores más bajos. La dieta 6 con levadura cruda resultó con valores más altos que las demás dietas a excepción de la 4.

La composición total del cuerpo del pez se presenta en la Tabla 4, donde se observa que el valor más alto de proteína corporal al final del experimento se registró en los animales que recibieron la dieta 1 y el valor menor para la dieta 3 ($P < 0.01$), siendo diferentes entre sí y con los demás tratamientos. La dieta 6 con levadura no tratada propicio un nivel elevado de proteína corporal, superior al obtenido con las dietas 2, 4 y 5, mismas que presentaron valores semejantes entre sí. También se observó que el contenido de proteína de los peces al inicio del experimento presentó un valor más bajo comparado con los finales.

El contenido de lípidos fue más alto en los peces alimentados con la dieta 1 y los valores más bajos se registraron con las dietas 3, 4 y 5, siendo estas últimas semejantes entre sí.

Los valores obtenidos para cenizas en el cuerpo fueron más altos con las dietas 4 y 5, diferentes a las demas; también se observó que el valor de la evaluación inicial de cenizas corporales fue menor a los registrados al final del experimento.

La humedad corporal fue mayor en la dieta 4, mientras que entre los demas tratamientos hubo pequeñas diferencias no significativas; la humedad corporal inicial fue más alta a la evaluada al final.

DISCUSION

Al evaluar los resultados obtenidos se observo que hubo una mejor utilización de la dieta 1 con 20% de proteína de levadura; además de que cuando el nivel de inclusión de la levadura es bajo se registran los mejores valores de crecimiento y conforme aumenta el contenido de levadura en las dietas hay un marcado decremento en el crecimiento.

Los resultados obtenidos con la dieta 1 pueden ser comparados con los reportados por Beck et al (1979), cuando sustituyeron 35% de la harina de pescado con levadura producida en alcanos, en dietas para trucha, obtuvieron buenos crecimientos al igual que Matty y Smith (1978), cuando incluyeron 35% de levadura en dietas para trucha; Spinelli et al. (1979) encontraron que dietas elaboradas para salmón con 25% de levadura daban crecimientos iguales a su dieta control con harina de pescado, observaron también que dietas con 50% de levadura adicionada con Metionina propiciaban crecimientos semejantes al control, lo cual indicaba que las reducciones en crecimiento al incrementar el contenido de levadura se puede deber en gran parte a deficiencia de aminoácidos.

En el presente trabajo, la dieta 5 con 100% de harina de levadura presento deficiencia del aminoacido Lisina; se ha visto en algunos experimentos que cuando hay poca cantidad de este aminoacido en la dieta provoca una reducci3n en el crecimiento; otra posible causa que puede haber provocado esta reducci3n fue el efecto antag3nico que se presenta entre los aminoacidos Metionina y Cistina, ya que se ha visto que cuando hay mayor cantidad de Cistina (aminoacido no esencial) y menor cantidad de Metionina, el primero provoca que haya una baja disponibilidad del segundo, lo cual trae como consecuencia una reducci3n en el crecimiento del pez (Wilson y Halver, 1986).

En la tasa espec3fica de crecimiento, las dietas 4 y 5 reportaron los valores m3s bajos, esto se puede deber a varios factores, entre ellos, un desbalance presentado por algunos aminoacidos como Cistina y Metionina que presentaron efecto antag3nico; otra posible causa puede ser el bajo consumo de alimento que presentaron los peces de estas dos dietas; una causa m3s que puede haber provocado esta baja de crecimiento fue el elevado contenido de prote3na de levadura en estas dietas, ya que los peces tuvieron dificultad para digerir este alimento, tal vez por la cantidad de carbohidratos en esta prote3na.

Anderson et al. (1984) en un experimento con O. niloticus encontraron tasas de crecimiento bajas cuando los niveles de carbohidratos en las dietas son altos, por lo que se recomienda que se suministre un nivel máximo de 12% de carbohidratos en las dietas para estas especies.

Matty y Smith (1978) probaron la levadura Candida utilis, a diferentes niveles de inclusión en el alimento para trucha arcoiris Salmo gairdneri y encontraron que al incluir un 35% de proteína de levadura obtenían los mejores crecimientos.

La aceptación del alimento para las dietas con niveles bajos de inclusión fue mejor que el observado para las dietas 4 y 5.

Con respecto a las conversiones alimenticias encontradas estas fueron adecuadas para las dietas 1, 2, 3 y 6, mientras que las dietas 4 y 5 registraron valores de conversión alimenticia altos, por lo que se atribuye al elevado contenido de levadura en ellas, lo que indica que la levadura a niveles altos de inclusión en la dieta no es recomendable, ya que habrá que suministrar mayor cantidad de alimento para poder aumentar una unidad de peso en el organismo.

Beck et al. (1979) trabajaron con trucha arcoiris (S. gairdneri), probaron la levadura como sustituto de la harina de pescado, el alimento fue suplementado con diferentes niveles de D-L Metionina y L- Arginina; encontraron que cuando sustituyeron la levadura a un nivel de 35.8% sus valores de crecimiento fueron tan buenos como los obtenidos con la dieta control; observaron que cuando el nivel de inclusión de la levadura en la dieta es alto (73%), los valores de conversión alimenticia se ven afectados, tal como se observa en el presente trabajo con las dietas 4 con 80% de inclusión de proteína de levadura y con la dieta 5 con 100% de inclusión; por su parte Spinelli et al. (1979) quienes sustituyeron la harina de pescado por levadura en dietas para salmón, reportaron que cuando sustituyeron la harina de pescado a un nivel de 25% los valores de crecimiento y conversión alimenticia fueron similares a los reportados en la dieta 1 con 20% de levadura en el caso de este trabajo.

Los valores que obtuvieron Jackson et al. (1982) de conversión alimenticia con la harina de girasol, harina de soya y harina de nabo son similares a los registrados en este experimento con la dieta 1 con 20% de sustitución de proteína.

Appler y Jauncey (1983) cuando sustituyeron la harina de pescado con el alga verde Cladophora glomerata obtuvieron conversiones alimenticias que comparado con las obtenidas en este experimento con las obtenidas por ellos, se observa que son similares a las encontradas en las dietas 1 y 3 con 20% y 30% de sustitución respectivamente, cuando incluyen su proteína en un nivel de 5-10%; ellos también observaron efectos desfavorables al aumentar el contenido de material vegetal en la dieta, la cual se puede atribuir en la mayoría de los casos a diferentes factores, pero principalmente a una reducción en la digestibilidad ó desbalance de aminoácidos ó desbalance en el contenido de energía no proteica en el alimento.

La levadura fue sometida a un tratamiento térmico en autoclave con el propósito de romper sus paredes celulares, ya que se ha visto que es difícil de digerir por los animales debido a que están compuestas de glucan, un polisacárido con cadenas simples o ramificadas de D-glucosa, de manosa y pequeñas cantidades de quitina, en donde la manosa es el carbohidrato más importante de la pared celular; es este un polisacárido distribuido en plantas como material de reserva y en asociación con la celulosa forma hemicelulosa; están compuestas también de glicógeno el cual está formado

de D-glucosa y el disacarido trialosa (Schultz y Oslage , - 1976); en este experimento se comprobo que la digestibilidad es similar para las dietas con levadura tratada termicamente y dietas con levadura cruda, por lo que se puede decir que al menos en el nivel de inclusión de 50%, la tilapia puede asimilar la levadura cruda. Tambien es posible que 5 minutos sea poco tiempo para romper las paredes celulares y que no haya sido afectadas por el tratamiento.

La digestibilidad de la proteína presento su valor más bajo con la dieta 5, la cual aparentemente fue afectada por el nivel de inclusión de la levadura en la dieta. Esta baja digestibilidad de la proteína se puede atribuir a la preponderancia del complejo y estructura de los carbohidratos de las paredes celulares de la levadura; a pesar del tratamiento térmico al que fue sometida se observo que no influyo para una mejor digestibilidad de la proteína y esto se registro en las dietas 3 con 50% de levadura tratada y la dieta 6 con 50% de levadura cruda que presentaron muy poca diferencia en la digestibilidad de la proteína. Los altos valores de digestibilidad abtenidos en la dieta 4 se pueden deber más a un error de análisis que a un incremento en este parámetro.

Appler (1985), en su trabajo con las algas Hydrodictyon reticulatum y Cladophora glomerata, reporto valores de digestibilidad superiores a los obtenidos en este experimento; observo que en general los materiales vegetales muestran baja digestibilidad, debido a la presencia de celulosa y otros materiales indigeribles.

Bowen (1982), opina que el pH estomacal de las tilapias no ataca a la celulosa pero si rompe las paredes celulares y de esta manera las proteínas y los lípidos son más eficientemente asimilados que el total de materia orgánica.

Por su parte Murray y Marchant (1986), cuando alimentaron alevines de trucha arcoiris con una mezcla de biomasa microbiana compuesta por Hansenula anomala, Candida kruzei y Geotrichum candidum cultivados sobre malta de whiskey, registraron una baja digestibilidad para este material y observaron que esta decrecía cuando aumentaron de forma gradual la proporción de la mezcla microbiana; las razones para la baja digestibilidad pueden ser la baja digestibilidad de las paredes celulares duras, características de los microorganismos utilizados.

En el análisis proximal del alimento, las dietas 4 y 5 mostraron una deficiencia de lípidos, esta probablemente se

debio a un error en la elaboración de las mismas. Debido a lo anterior estas dietas presentaron una disminución en el nivel de energía con respecto al calculado en el balanceo, lo que puede haber repercutido en los parametros de crecimiento, consumo, retención y utilización aparente de nitrógeno, los cuales se observo que fueron bajos en estas dietas; de ser asi los peces tuvieron que utilizar energía proteica para sostenimiento de su metabolismo basal, pero en el análisis del cuerpo de los peces se observan en general niveles elevados en el contenido de proteína, los cuales son altos comparados con los obtenidos por otros autores que trabajaron con O. niloticus (Appler y Jauncey, 1983 Appler, 1985); este resultado permite afirmar que hubo un buen aprovechamiento de la proteína dietetica para formar tejidos, de manera que la energía debió ser suministrada eficientemente por los carbohidratos y lipidos del alimento.

El nivel de grasa corporal fue normal para los peces de las dietas 1, 2, 3 y 6 comparados con los reportados por Jauncey (1982) que trabajo con harina de pescado como fuente de proteína para dietas de O. mossambicus, pero se noto bajo para los peces de las dietas 4 y 5, lo cual se puede deber a la reducción que hubo en el contenido de aceites de estas dietas y puede ser también un indicador del porque del menor crecimiento obtenido con ellas.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados del experimento se pueden emitir las siguientes conclusiones:

a) Es posible utilizar la levadura (Candida utilis) - como fuente de proteína en la dieta de la tilapia Oreochromis mossambicus.

b) No es necesario tratar termicamente la levadura para incluirla en el alimento, ya que aparentemente la tilapia es capaz de romper las células vegetales durante proceso de digestión.

c) Altos niveles de levadura en el alimento afectan - negativamente el crecimiento de la tilapia.

d) Los peces alimentados con 20% de proteína de levadura presentaron el mejor crecimiento y las tasa de conversión alimenticia más eficientes, por lo que se recomienda - su inclusión a este nivel.

e) Se recomienda el uso de la proteína Candida utilis a bajos niveles de inclusión y en combinación con varias - fuentes vegetales en dietas para peces para obtener mejores resultados.

BIBLIOGRAFIA

- Alexis, N. M., E. Paparaskeva-Popoutsoglou, and V. Teochari
1985. Formulation of practical dietas for rainbow trout (Salmo gairdneri) made by partial or complete substitution of fishmeal by poultry by products and certain plant by products. Aquaculture, 50: 61- 73.
- Anderson, J., A. J. Jackson, A. J. Matty, and R. S. Capper
1984. Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia (Oreochromis niloticus, Linn). Aquaculture, 37: 303- 314
- A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 13a. Ed., Washington, U.S.A. 1141 p.
- Appler, H. N. and K. Jauncey. 1983. The utilization of a filamentous algae (Cladophora glomerata, (L) Kutzin) as a protein source in pelleted feeds for (Oreochromis niloticus) fingerlings. Aquaculture 30: 21- 30.
- Appler, H. N., 1985. Evaluation of Hydrodictyon reticulatum as a protein source in feeds Oreochromis (tilapia) niloticus and Tilapia zilli. J. Fish. Biol., 27: 327- 334.

- Balarin, J. D., 1979. Tilapia a guide to their biology - and culture in Africa. University of Stirling, Scotland. 174 p.
- Beck, H., J. Groop, H. Koops, and K. Tiews, 1979. Single cell proteins in trout diets. Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, II 269- 280.
- Bowen, S. H., 1982. Feeding, degestion and growth- qualitative considerations, 141- 156. In: R.S.V. Pullin and R.H. Lowe, Mc Conell. (eds). The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference - Proceedings 7, 432.
- Bressani, R. and G. L. Elias, 1980. Nutritional value of legume crops for humans and animals. In: Summer fields, R. J. and A. H. Bowting, (Eds), Advances in Legume Science. Royal Botanic Gardens. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. England. 135- 155.
- Bryant, P., K. Jauncey, and T. Atack, 1980. Backyard fish farming. Prisma Press, U.S.A.
- Cowey, C. B., 1975. Aspects of protein utilization by fish. Proc. Nutr. Soc., 34: 57- 63.

- Cruz, M. E. and I. L. Laudencia, 1977. Protein requirements of Oreochromis mossambicus fingerling. - Kalikasan, Phillip. J. Biol., 6 (2): 177- 182.
- Cruz, M. E. and I. L. Laudencia, 1978. Screening of feed-stuffs as ingredients in the ration of nile tilapia. Kalikasan, Phillip. J. Biol., 7(2): 159-164.
- Cho, C. Y., C. B. Cowey, and T. Watanabe, 1985. Finfish Nutrition in Asia. Methodological Approaches to Research and Development. Ottawa, Ont., IDCR - 233c. 154 p.
- Christensen, M.S. 1986. Preliminary test on the suitability of coffee pulp in the diets of common carp - Cyprinus carpio and catfish Clarias mossambicus. Aquaculture, 25: 235- 242.
- Duncan, D. B., 1955. Multiple range and multiple F- test. Biometrics, 11: 1- 42.
- F.A.O., 1983. Fish feeds and feeding in developing countries. An Interim Report on the A.D.C.P. Feed - Development Programs. Aquaculture development - and coordination programme. ADCP/REP/83. 97 p.

- F.A.O., 1985. Nutritional Fish Pathology. Morphological signs of nutrient deficiency and toxicity - in farmed fish. ADCP/REP/85. 72 p.
- Furukawa, H. and H. Tsukahara, 1966. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish fed. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 32(6): 502- 508.
- Galvan, C. R., 1986. Efectos de la semilla de Canavalia ensiformis (L) Leguminosae, sobre un grupo de - tilapias Oreochromis mossambicus, Peters (1984) en condiciones experimentales. Tesis Licenciatura. Ciencias Biológicas. Universidad de Veracruz, México. 52 p.
- Jackson, A .J., B.S. Capper, and A.J. Matty, 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets - for the tilapia Oreochromis mossambicus. Aquaculture, 27: 97- 109.
- Jauncey, K. and B. Ross, 1982. A guide to tilapia feeds - and feeding. University of Stirling, Scotland.
- Lind, T. O. 1979. Handbook of common methods in Limnology. Mosby. St. Louis, U.S.A. 199 p.

- Matty, A. J. and P. Smith, 1978. Evaluation of yeast, a bacterium and an alga as a protein source for rainbow trout. I. Effect of protein level on growth, gross conversion efficiency and protein conversion efficiency. Aquaculture, 14: 235- 246.
- Mc Dowell, L. R., J. H. Conrad, J. E. Thomas, and L.E. Harmis, 1974. Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida. Gainesville, Florida. 509 p.
- Murray, A. P. and R. Marchant, 1986. Nitrogen utilization in rainbow trout fingerlings (Salmo gairdneri, - Richardson) feed mixed microbial biomass. Aquaculture, 54: 263- 275.
- Nowacki, E., 1980. Heat stable antinutritional factors in leguminous plants. In: Summerfield, R.J. and H. Butting, (Eds)., Advances in Legume Science. Royal Botanic Gardens, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. England. 171- 177.
- N.R.C., 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. National Research Council, National Academy Press, Washington. 102 p.

- Olvera, N. M. A., 1985. Efectos de la sustitución de harina de pescado en la dieta de Oreochromis mossambicus, por semillas de Sesbania grandiflora (Leguminosae). Tesis de Maestría. Cinvestav, I.P. N. Mérida, Yucatán, México. 31 p.
- Schultz, E. and H.J. Oslage, 1976. Composition and nutritive value of single cell protein (SCP). Anim. Feed. Sci. Technology. 9- 24.
- Shang, Y. C., 1981. Aquaculture Economics Basic Concepts and Methods of Analysis. Westview Press. Colorado U.S.A. 153 p.
- Spinelli, J., C. Mahnken, and M. Steinberg, 1979. Alternate source of proteins for fishmeal in salmonid diets. Proc. World. Symp. on finfish Nutrition and Fishfeed technology, II: 132- 142.
- Tacon, A. G. J., 1981. The possible substitution of fish meal in fish diets. Institute of Aquaculture, University of Stirling. 46- 56 p.
- Tacon, A. G. J. and A. J. Jackson, 1984. Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feed. Fish Feeding and Nutrition Symposium, Aberdeen, England.

- Tacon, A. G. J., J. L. Webster, and C. Martinez, 1984. -
Use for fingerling rainbow trout (Salmo gairdneri, Richardson). Aquaculture, 43: 381- 389.
- Trewavas, E., 1983. Tilapine fishes. British museum. Natural history. 538 p.
- Vaughan, A. E., M. W. Miller, and A. Martini, 1979. Amino Acid Composition of Whole Cells of Different Yeast. J. Agric. Food Chem., 27(5): 982- 983.
- Viola, S., S. Mokady, U. Rappaport, and Y. Areli, 1982. -
Partial and complete replacement of fish meal -
by soybean meal in feeds for intensive culture -
of carp. Aquaculture, 26: 223- 236.
- Wilson, R. P. and J.E. Halver, 1986. Protein and amino acid requirements of fishes. Ann. Rev. Nutr., 6: 225
244.

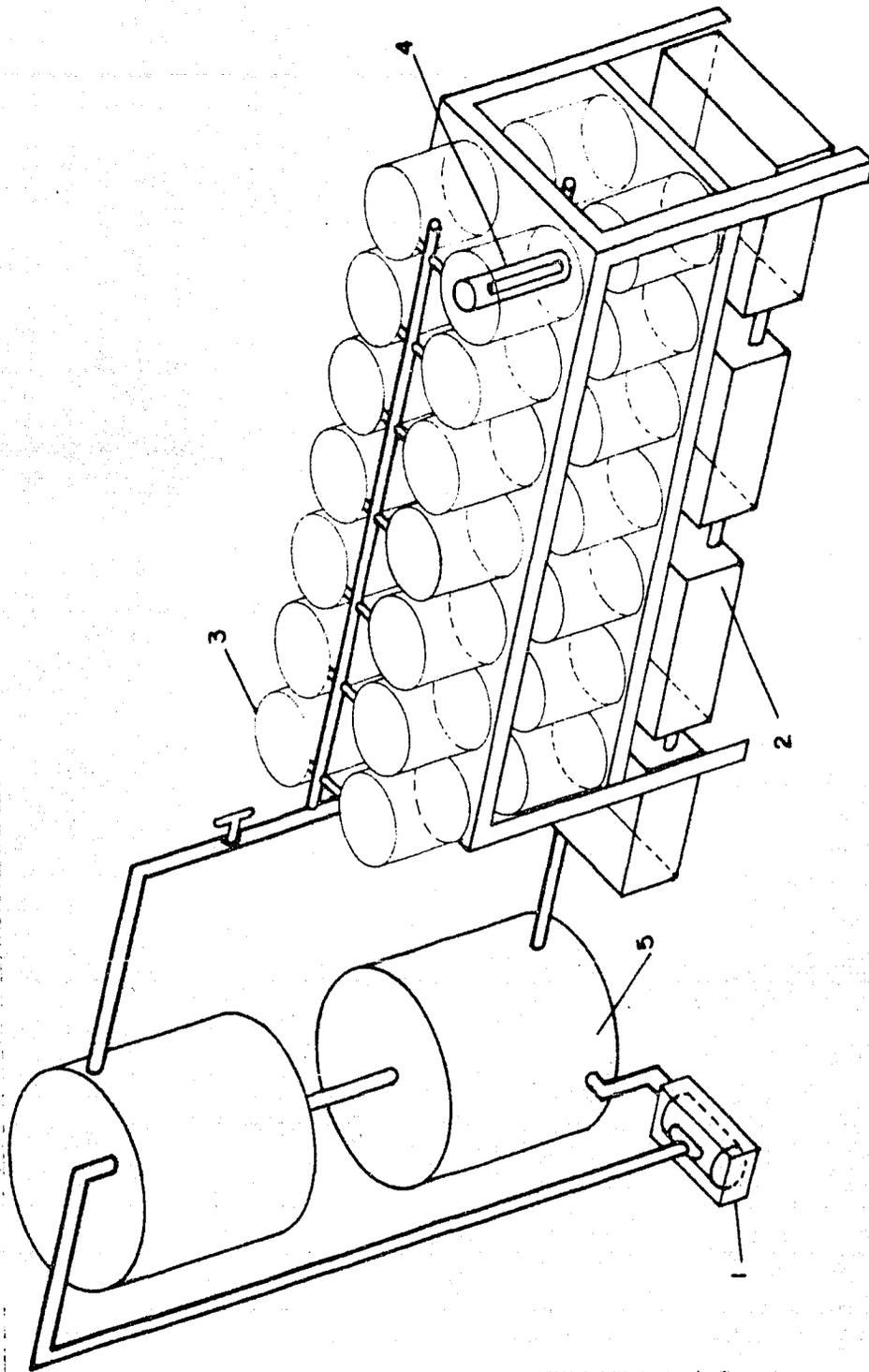


Figura 1. Sistema experimental : 1- bomba; 2- filtros biológicos y tanques de sedimentación; 3- tinas de 20 l; 4- tubos centrales para nivel de limpieza; 5- tanques de distribución.

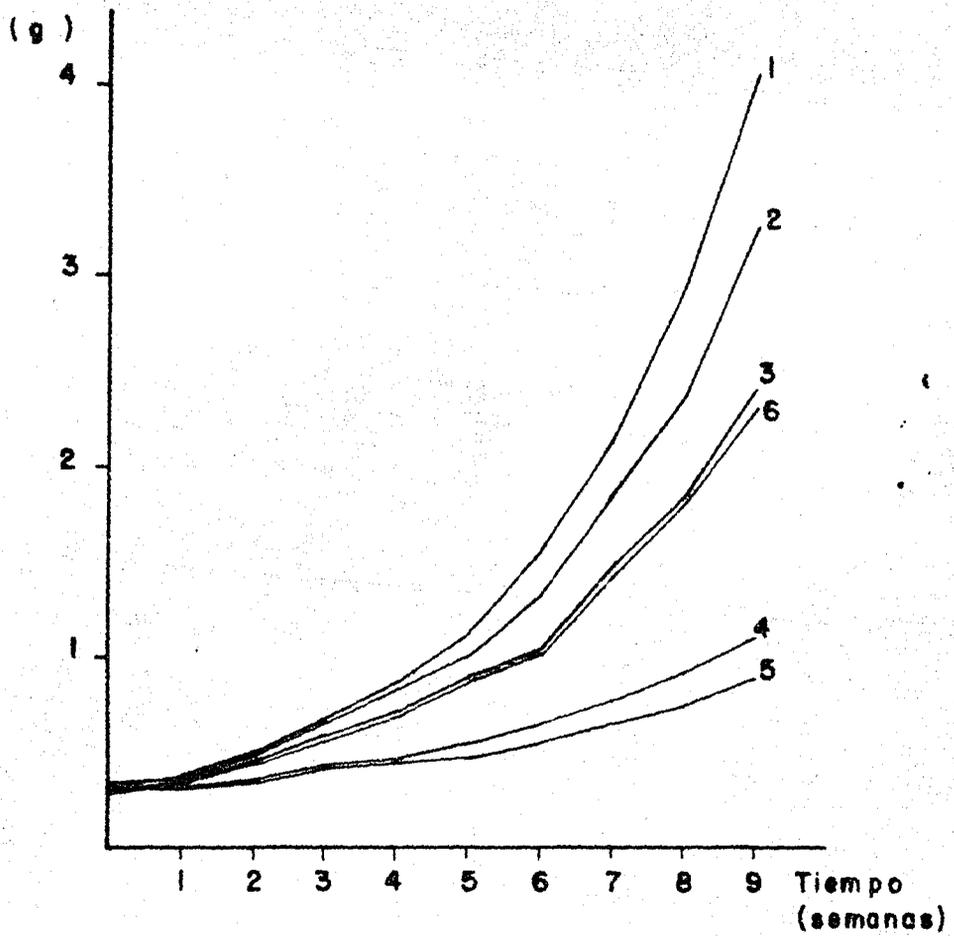


Figura 2. Crecimiento obtenido durante el desarrollo experimental. Los números en las curvas indican la dieta.

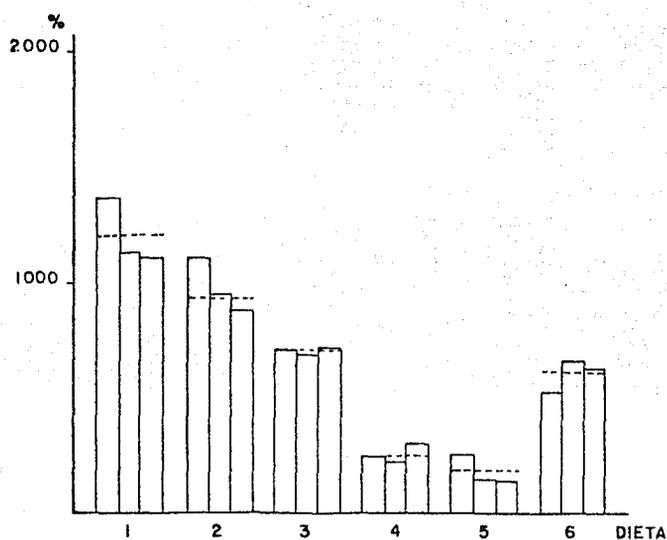


Figura 3. Ganancia relativa de peso en el experimento.

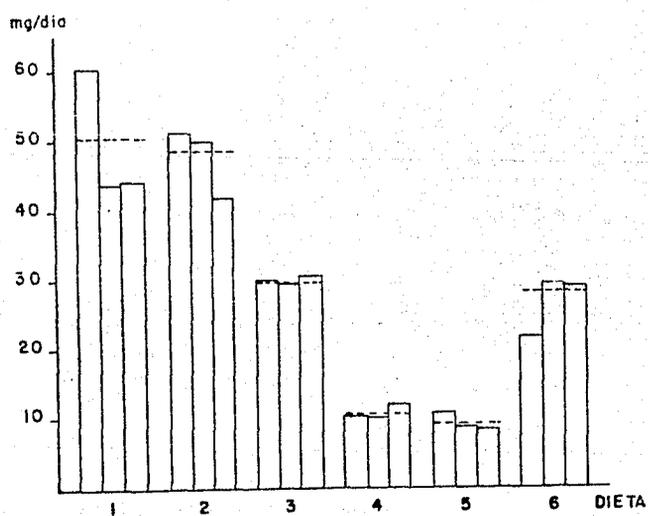


Figura 4: Ganancia de peso registrada en el experimento.

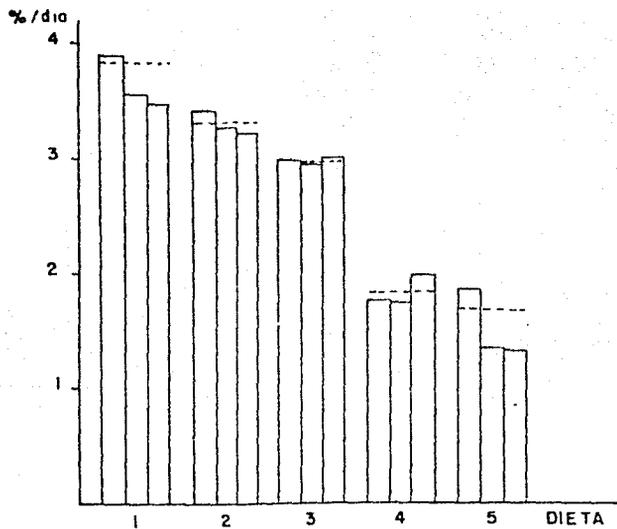


Figura 5. Tasa específica de crecimiento obtenida en el experimento.

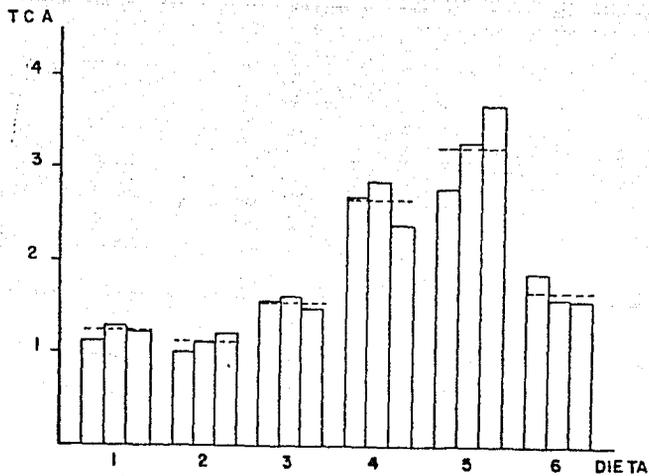


Figura 6. Tasa de conversión alimenticias de las diferentes dietas.

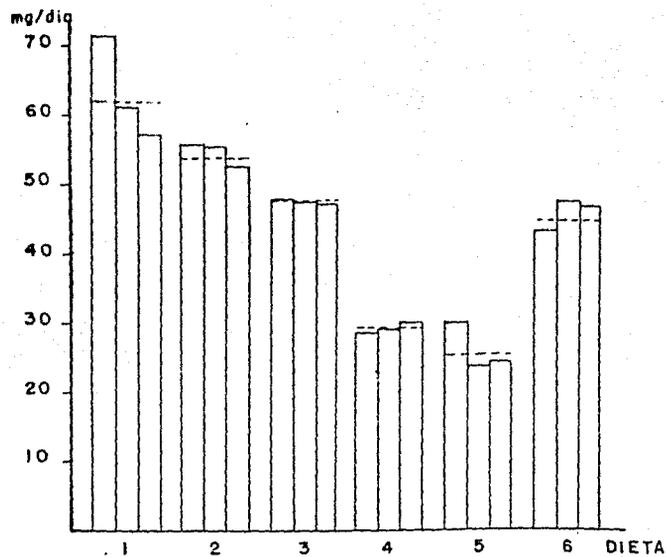


Figura 7. Alimento consumido durante el experimento.

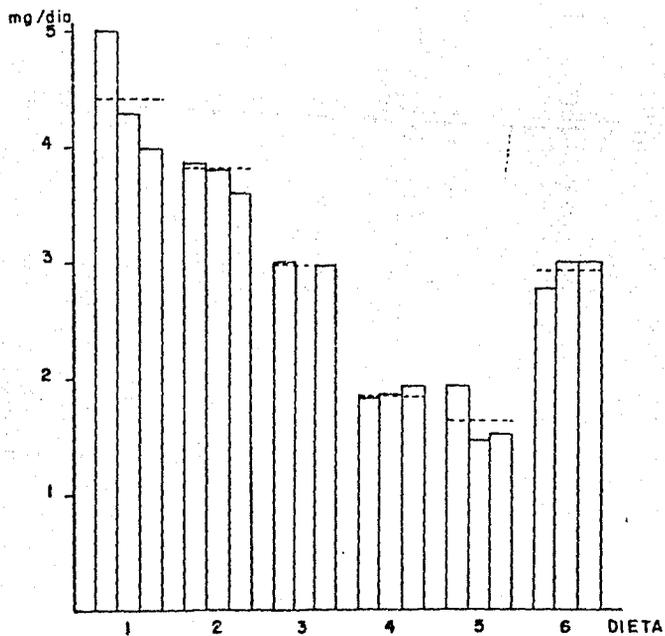


Figura 8. Consumo de Nitrógeno durante el experimento.

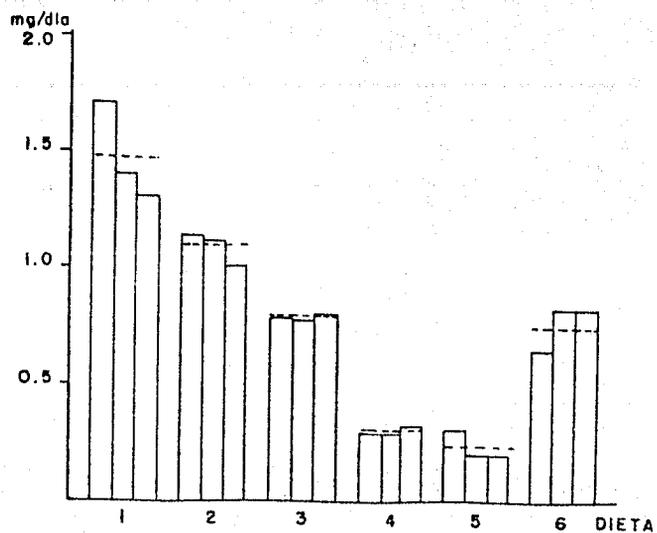


Figura 9. Retención de Nitrógeno.

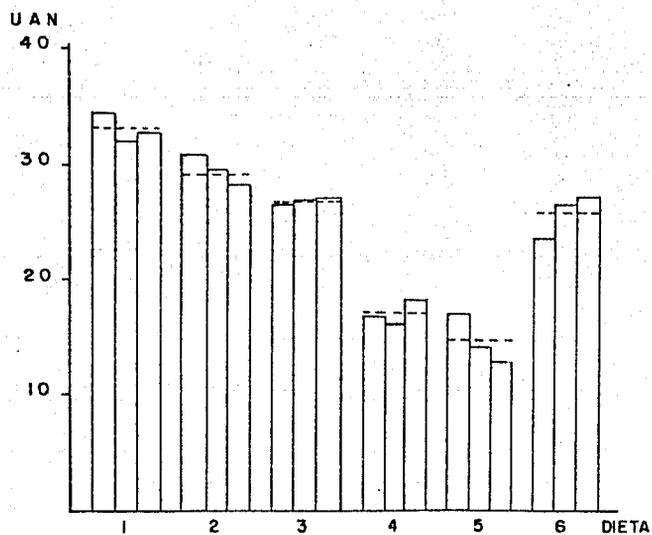


Figura 10. Representación de la utilización aparente de Nitrógeno.

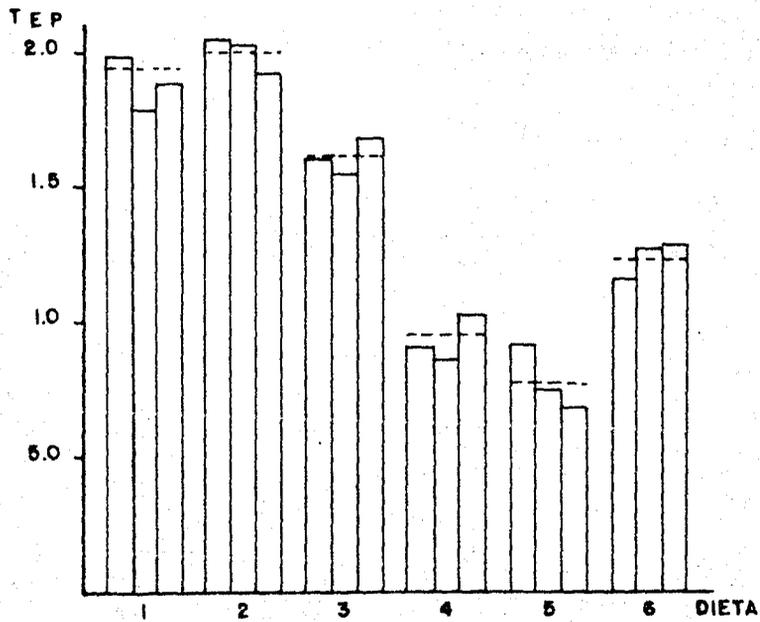


Figura 11. Tasa de eficiencia proteica obtenida con la levadura.

TABLA 1

FORMULACION Y ANALISIS DE LAS DIETAS, SUSTITUCION DE DIFERENTES PORCENTAJES DE HARINA DE PESCADO POR HARINA DE LEVADURA (*Candida utilis*).
 DIETA/ NIVEL DE INCLUSION DE LEVADURA.

INGREDIENTES (1)	1 20%	2 40%	3 50%	4 80%	5 100%	6a 50%
Harina de pescado	26.78	18.99	9.59	-	-	9.59
Levadura ^a	17.35	34.70	43.37	69.40	86.75	42.26
Proteína de alfalfa	11.27	11.27	11.27	11.27	-	11.27
harina de soya	16.89	16.89	16.89	4.72	-	16.89
Aceite de soya	3.00	2.74	2.48	1.98	2.72	1.59
Aceite de pescado	1.50	2.72	3.20	3.87	4.03	3.20
Dextrina	12.71	7.19	4.69	2.25	-	6.69
Mezcla de vitaminas ^c	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mezcla de minerales ^b	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Oxido de cromo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Carboximetil celulosa	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Balance						
Proteína (2)	40	40	40	40	40	40
Energía (Kcal/ 100g)	426.31	426.6	403.16	424.54	408.99	409.61
CONTENIDO POR ANALISIS						
Humedad	6.8	6.7	9.07	7.2	8.2	9.3
Proteína cruda	43.37	42.62	39.6	40.2	39.6	40.5
Lípidos	8.3	8.1	7.1	3.3	2.3	6.4
Fibra cruda	1.5	1.5	1.6	0.99	0.36	1.5
Cenizas	6.7	6.8	6.4	9.2	10.4	6.3
E. L. N.	26.63	27.54	27.98	34.60	34.24	27.93
Oxido de cromo	0.45	0.45	0.44	0.43	0.45	0.45

a- Levadura cruda

b- La mezcla de Minerales contiene (g/kg de alimento): H_2O , 5.10; $NaCl$, 2.40; KCl , 2.005; $Fe_2SO_4 \cdot 7 H_2O$, 1.000; $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$, 0.22; $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$, 0.0514; $MnSO_4 \cdot 4 H_2O$, 0.1015; $CoSO_4 \cdot 7 H_2O$, 0.0191; $CaIO \cdot 6 H_2O$, 0.0116; $CrCl_3 \cdot 6 H_2O$, 0.0051 (Tacon et al. 1964).

c- La mezcla de vitaminas (Kg de alimento) se integró con: Palmítico (Vit. A), 0.007 mg; Menadione, 100 mg; Colecalciferol (Vit. D), 1.5 mg; Acetato de tocoferol, - - 100 mg; Tiamina, 10 mg; Riboflavina, 7.812 mg; Pantotenato de Ca, 27.77 mg; Biotina, 12.5 mg; Acido fólico, 3.0612 mg; Cianocobalamida, 151.51 mg; Niacina, 51.02 mg; - Piridoxina, 10.20 mg; Acido ascórbico, 100 mg; Cloruro de colina, 500 mg; Myoinositol, 50 mg.

TABLA 2

BALANCE DE AMINOACIDOS EN LAS DIETAS
g/100g DE MUESTRA

MATERIAL/AMINOAC	Arg*	Hist*	Isol*	Leu*	Met*	Cis	Fen*	Tir	Treo*	Trip*	Val*	Gli	Ala	Asp	Glut	Serin	Prol.	Lis*
DIETA 1	1.32	0.58	1.12	1.75	0.44	0.21	1.10	0.82	1.02	0.22	1.21	1.20	0.96	1.45	1.50	0.99	0.72	1.59
DIETA 2	1.23	0.55	1.09	1.64	0.34	0.21	1.09	0.80	1.00	0.20	1.17	1.11	0.65	0.98	1.08	1.01	0.52	1.47
DIETA 3	1.18	0.54	1.08	1.57	0.30	0.21	1.09	0.79	1.00	0.18	1.14	1.07	0.50	0.75	0.86	1.02	0.42	1.40
DIETA 4	1.28	0.59	1.20	1.67	0.27	0.24	1.24	0.87	1.12	0.20	1.26	1.15	0.27	0.40	0.54	1.17	0.27	1.52
DIETA 5	0.95	0.48	1.02	1.27	0.07	0.22	1.03	0.72	0.95	0.19	1.06	0.96	-	-	-	0.99	-	0.59
DIETA 6	1.24	0.57	1.11	1.75	0.19	0.15	1.19	0.85	1.05	0.13	1.19	1.1	0.63	0.92	1.26	1.07	0.63	1.33
REQUERIMIENTOS																		
CINVESTAV, 1984	1.20	0.54	0.71	1.44	0.18	-	0.70	0.63	0.95	-	0.66	1.35	1.18	2.07	2.88	0.88	0.73	1.48

* Aminoácidos esenciales N.R.C. 1983.

a= Establecidos en base a aminograma de las crías de O. mossambicus.

CRECIMIENTO Y EFICIENCIA DE UTILIZACION DE LAS DIETAS

SUSTITUCION DE H. P. POR DIFERENTES % DE LA LEVADURA (*Candida utilis*)

PARAMETRO	1	2	3	4	5	6	+E.S.
Peso inicial medio (mg)	307.5	306.1	303.8	303.6	305.5	308.6	-
Peso medio final (mg)	4032.9 ^a	3236.9 ^b	2453.8 ^c	1108.7 ^d	909.1 ^d	2262.3 ^c	158.5
Ganancia de peso (%)	1209.3 ^a	945.6 ^b	707.6 ^c	265.2 ^d	196.6 ^d	632.5 ^c	45.2
Tasa específica de crecimiento (%/ día)	3.6 ^a	3.3 ^{ab}	2.9 ^{ba}	1.8 ^c	1.5 ^c	2.8 ^b	0.09
Consumo de alimento (mg/ día)	63.8 ^a	55.1 ^{ba}	46.7 ^b	29.1 ^c	25.8 ^c	45.6 ^b	2.11
Ganancia de peso (mg/ día)	52.5 ^a	48.8 ^a	30.2 ^c	11.0 ^c	8.1 ^c	27.5 ^b	2.56
Consumo de proteína (mg/ día)	27.7 ^a	23.5 ^b	18.6 ^c	11.7 ^d	10.2 ^d	18.5 ^c	0.89
Tasa de conversión alimenticia	1.2 ^a	1.1 ^a	1.5 ^a	2.6 ^b	3.2 ^b	1.6 ^a	0.13
Tasa de eficiencia proteica	1.8 ^{ab}	2.0 ^a	1.6 ^{ba}	0.9 ^c	0.9 ^c	1.4 ^b	0.06
Consumo de Nitrógeno (mg/ día)	4.4 ^a	3.7 ^b	2.9 ^c	1.8 ^d	1.6 ^d	2.9 ^c	0.14
Retención de Nitrógeno (mg/ día)	1.4 ^a	1.1 ^b	0.7 ^c	0.3 ^d	0.2 ^d	0.7 ^c	0.06
Utilización aparente de Nitrógeno	33.4 ^a	29.2 ^b	26.7 ^b	17.2 ^c	14.9 ^c	25.9 ^b	0.80
Digestión de proteína %	82.3	82.6	83.6	90.0	81.0	86.2	-
Digestión aparente de materia orgánica	67.2	67.3	64.8	76.5	56.9	71.0	-

LAS DIETAS CON EL MISMO SUPERINDICE NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P 0.01)

EL E. S. SE CALCULO A PARTIR DEL CUADRADO MEDIO DEL ERROR EN EL ANALISIS DE VARIANZA.

TABLA 4

COMPOSICION DEL CUERPO (% PESO NETO) AL FINALIZAR EL EXPERIMENTO.								
PARAMETRO	VALOR INICIAL	1	2	3	4	5	6	\pm E.S.
HUMEDAD	81.39	73.72 ^a	74.82 ^a	75.76 ^a	75.50 ^a	74.45 ^a	74.96 ^a	-
PROTEINA CRUDA	12.32	17.05 ^a	16.08 ^c	15.76 ^d	16.20 ^c	16.13 ^c	16.59 ^b	0.054
GENIZAS	13.57	4.26 ^b	4.28 ^b	4.34 ^b	4.65 ^a	4.71 ^a	4.35 ^b	0.026
LIPIDOS	2.18	4.85 ^a	4.15 ^b	3.49 ^c	2.76 ^c	3.12 ^c	4.13 ^b	0.039

LOS VALORES CON EL MISMO SUPERINDICE NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

(P 0.01) EL E.S. SE CALCULO A PARTIR DEL CUADRADO MEDIO DEL ERROR EN EL ANALISIS DE VARIANZA.