



27
2 ej.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"

EVALUACION DEL ENSILADO DE PESCADO
COMO ALIMENTO PARA EL HIBRIDO DE
TILAPIA Oreochromis urolepis hornorum x Oreochromis
mossambicus (Trewavas, 1980)

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 N :
LETICIA ANGELICA PULIDO GOMEZ
MIGUEL MORENO MORENO

MEXICO D.F.

1989

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

C O N T E N I D O

	Pag.
Resumen	1
Introducción	3
Antecedentes	13
Objetivos	19
Material y Método	20
Resultados	31
Discusión de Resultados	54
Conclusiones	63
Apendices	65
Bibliografía	70

LISTA DE TABLAS

No.		Pag.
1	Cantidades específicas de ácidos adicionados a diferente material crudo para elaboración de ensilado de pescado	11
2	Requerimientos nutricionales para tilapia	18
3	Análisis bromatológico del ensilado de pescado	22
4	Composición de la mezcla ligante	22
5	Composición y análisis proximal de dietas experimentales	23
6	Densidad de organismos y capacidad de los estanques	26
7	Composición química del ensilado de pescado durante su almacenaje	32
8	Análisis del índice de peróxidos realizados al ensilado de pescado	32
9	Composición química de los ensilados de pescado más mezcla de harinas	33
10	Evaluación nutricional de las tres dietas administradas durante 53 días	36
11	Valores de los parámetros nutricionales	37
12	Comparación de diferentes tasas de crecimiento obtenidas en distintos ensayos para <u>Oreochromis sp.</u>	39
13	Digestibilidad obtenida para las dietas derivadas del ensilado de pescado	46
14	Análisis proximales de peces al principio y al final del experimento	46
15	Variaciones de los parámetros físicoquímicos durante el período de experimentación	49
16	Parámetros físicoquímicos con respecto a otros autores	50
17	Evaluación económica comparativa de las tres dietas administradas	53

Estanques del Centro Acuicola Fernando Obregón Fernández 25

No. LISTA DE GRAFICAS

1	Crecimiento que presentaron los peces durante el tiempo en que fueron suministradas las diferentes dietas	35
2	Cantidad de alimento suministrado a lo largo del experimento para las tres dietas	40
3	Consumo de protefna contenida en las dietas suministradas	41
4	Variación de la conversión alimenticia durante el periodo experimental	42
5	Relación del factor de conversión de alimento con respecto al peso total de los peces en las tres dietas	44
6	Variaciones en la tasa de eficiencia protéica a lo largo del experimento	45
7	Variaciones de la tasa de crecimiento específica y la temperatura a lo largo del experimento	51

R E S U M E N

El presente estudio fué realizado en el Centro Acuicola Fernando Obregón Fernández, Edo. de Morelos, en dónde se evaluó la calidad nutricional del ensilado de pescado, como principal fuente de proteína, con respecto a un alimento comercial. Las dietas elaboradas se administraron al híbrido de tilapia Oreochromis ureolepis hornorum x Oreochromis mossambicus partiendo de un peso promedio de 1.05 g (± 0.25 g) y alimentados al 5 % de su biomasa (en base seca) haciendo las correcciones de alimentación cada 14 días.

Para la elaboración del ensilado, se utilizaron tilapias (Oreochromis sp) mismas que previo a la adición de la mezcla de ácidos (orgánico e inorgánico) fueron finamente picadas y molidas. Una vez que el producto estaba completamente líquido se elaboraron dos dietas experimentales, complementadas -- con mezclas de harinas teniendo un contenido proteínico de 41.16 % y 15.8 % de lípidos (base seca), manteniéndose una de ellas en refrigeración y otra a temperatura ambiente.

Se comparó la calidad nutricional de las dietas experimentales contra -- una dieta comercial (34.16 % de proteína y 5.45 % de lípidos en base seca), -- durante los 53 días de duración del ensayo, no encontrándose ninguna diferencia significativa ($P < 0.05$) en cuanto a la tasa de crecimiento específico y al factor de conversión alimenticia, sin embargo, los peces alimentados con -- la dieta experimental mantenida en refrigeración alcanzaron mayor peso -- -- (14.68 g) en comparación con la ración comercial (12.12 g), con un diferencial de precio de un 25.21 % a favor de las dietas experimentales. Por otra parte -- se obtuvo una mejor tasa de eficiencia protéica con la dieta comercial con un

valor de 2.40, mientras que con las dietas experimentales se obtuvo 1.96 y 1.9

Consecuentemente, el ensilado de pescado representa una alternativa en la alimentación de tilapia, en sistemas de explotación intensiva, en aquellas regiones donde no se tiene acceso a alimentos comerciales y/o donde exista un excedente o desperdicio de proteína.

1. INTRODUCCION

México cuenta con 1'200,000 hectáreas de cuerpos de agua dulce para la acuicultura extensiva, en tanto que la acuicultura intensiva se desarrolla en unidades de producción de las cuales hasta 1986 se tenían registradas -- 1,914 en todo el país (Palomo y Arriaga, 1988); lo que representa un potencial inmenso para la producción de alimentos, vfa acuicultura, biotecnía ca racterizada desde el punto de vista biológico como un intento del hombre, - mediante el aporte de energía y trabajo, para optimizar la producción de or ganismos acuáticos a través del manejo de sus tasas de crecimiento, mortali dad y reproducción (Reay, 1979).

La acuicultura tiene una gran importancia puesto que brinda la posibili dad de incrementar la producción de proteína de origen animal, auxiliando en la solución de los problemas por mal nutrición que actualmente adolecen los países subdesarrollados y en vías de desarrollo.

Uno de los aspectos prioritarios para el fomento de la acuicultura en México es alcanzar un desarrollo tecnológico para la alimentación de peces basado en las condiciones ecológicas, económicas y culturales propias al - país; ya que los sistemas hasta ahora seguidos, en su mayoría son esquemas de alimentación importados de otros países de condiciones muy diferentes a las prevalcientes en México, con las consiguientes diferencias en las ma terias primas, tanto cuantitativamente, por las discrepancias en la dispo nibilidad de las mismas, como cualitativamente por las disparidades en sus

4

características bromatológicas, microbiológicas y toxicológicas. Todo esto hace que las dietas, así introducidas sean inadecuadas para los peces sometidos a los diferentes sistemas de cultivo, tanto desde el punto de vista nutricional como económico.

El hecho de no contar con una dieta óptima para una especie determinada, conduce a que los peces puedan sufrir problemas nutricionales, que se reflejarán en inadecuadas conversiones de alimentos 1/, así como la mala calidad de los peces enjardados (ocurrencia de patologías nutricionales).

La acuicultura en los países en vías de desarrollo, se caracteriza - por seguir esquemas de producción semiintensivos, que por su propia concepción no requieren en su inicio del aporte de alimentos completos, ya que los rendimientos alcanzados no justifican su utilización. Es hasta - que se supera esta etapa inicial, en que el suministro de un alimento -- adecuado desde el punto de vista nutricional, asociado con una técnica - de alimentación, condicionan el éxito del cultivo.

1/ Conversión Alimenticia: es la razón resultante de dividir el alimento suministrado entre el incremento en peso.

La formulación de ración balanceada para peces requiere de la inclusión de harina de pescado por el hecho que ésta aporta una buena proporción de aminoácidos y ácidos grasos esenciales (serie w-3), sin embargo el uso de harina de pescado tiene algunos inconvenientes, y uno de ellos dado por su alto costo, ya que no es sorprendente que el precio del alimento se encuentre alrededor del 40-60 % del total del costo de la operación en acuicultura intensiva (F.A.O., 1969).

Desafortunadamente algunos intentos realizados por nutriólogos en reemplazar la harina de pescado como recurso proteico en la alimentación de peces no han sido satisfactorios, ya que sólo han encontrado que la eficiencia del alimento y el crecimiento se vean reducidos.

La disponibilidad de solamente pequeñas cantidades de residuos de pescado (cabezas, aletas, huesos, etc.) pueden hacer poco atractiva, desde el punto de vista comercial, la producción de harina de pescado en aquellas zonas donde se realiza una pesquería artesanal a pequeña escala.

Actualmente se desperdician residuos de pescado ó bien el pescado completo como resultado de algunas condiciones, entre las cuales se enlistan algunas:

- por captura: consiste en la captura incidental de pescado principalmente en forma de:
 - a) fauna de acompañamiento en la pesquería del camarón y

b) pescado capturado por debajo de la talla requerida ó que resultan inapropriadados para consumo humano (Jensen et al., 1977).

Regularmente no es utilizado ya que su valor en el mercado es bajo, y no se podría justificar su preservación (Kompiann et al., en Connell, 1980; Disney et al., 1976)

- desperdicios de pescado: estacionalmente puede ocurrir una saturación en el mercado, y por las dificultades en el transporte e inadecuadas facilidades para el procesamiento a menudo no es utilizado (Disney et al., 1976).
- desperdicios del procesamiento: por ejemplo del peso total de los pescados para consumo humano en el Reino Unido más del 50 %, representado en su mayoría por cabezas y espinas son desechados y se consideran como un "desperdicio" de la industria pesquera (Potter et al., en Connell, 1980). Visceras de peces, intestinos, estómagos, hueva de peces, techada, hígado, son productos de desecho en la industria del fileteado de pescados (Jensen et al., 1977). Lo que trae consigo una gran pérdida de proteína, así como también problemas de contaminación.

Sin embargo, se puede dar un uso a esos desperdicios sin importar los volúmenes que ello representen mediante la hidrólisis de dichos residuos.

1.1 Técnicas de hidrólisis proteica (Productos Licuificados de Pescado).

Ante la imperiosa necesidad de obtener alimentos con una alta calidad-

proteínica, en años recientes se ha incrementado el uso de técnicas de estabilización enzimática para la preservación de pescado así como desperdicios del mismo, con la finalidad de obtener productos para la alimentación animal. En particular, los esfuerzos se han concentrado en la utilización de desechos de productos pesqueros, incluyendo desechos que se tienen durante el fileteo y - por captura incidental de especies no comerciales (Tacon y Jackson, en Mackie, 1965).

De ésta manera se han determinado técnicas para la elaboración del ensilado, y son las siguientes: por fermentación bacteriana (ensilado fermentado), e hidrólisis proteínica en condiciones controladas, tanto con enzimas como por acidificación química (ensilado preservado con ácido).

a) Ensilado fermentado

La producción de ensilado de pescado vía bacteriana es posible gracias a la acción ejercida por el ácido láctico. Para poder llevar a cabo la fermentación, el material fresco debe contener bacterias que produzcan ácido láctico - pudiendo utilizarse con un sustrato nutricional (melaza) para la bacteria, -- que aunado a una temperatura aceptable para su rápido crecimiento, facilitan la hidrólisis del material (Gildberg y Naa, 1977).

b) Hidrólisis proteínica en condiciones controladas.

La hidrólisis controlada de desechos de pesquerías es llevada a cabo por la adición de enzimas, las cuales licuificarán al pescado, obteniéndose proteína hidrolizada de pescado. El proceso consiste en la adición de enzimas (por ejemplo papaína) que son mezcladas con el pescado o desechos de pescado.

Las enzimas requieren de un pH y una temperatura óptimos, por lo general - las temperaturas son altas, muy por arriba de la tolerancia de sobrevivencia de las bacterias patógenas. Después de que se completa la digestión, - las enzimas son inactivadas ajustando el pH o por elevación de la temperatura, generalmente hasta 100°C (Mackie, 1982).

El ensilado de pescado, producto resultante de la adición de ácidos a los residuos de pescado, reviste gran atención ya que puede ser utilizado en dietas para animales incluyendo peces. Varios ácidos, inorgánicos y/u orgánicos pueden ser usados en dicho proceso. Es posible usar una mezcla - de éstos, dependiendo de los recursos económicos, de su disponibilidad y - las propiedades preservativas de éstos.

El ensilado de pescado lo define Tatterson (1976) como: La licuefacción de los productos de desechos de pescado o el pescado total, por medio de enzimas proteolíticas que se encuentran en el pez, proceso que es acelerado con la adición de un ácido, el cual a su vez actúa como inhibidor del crecimiento bacteriano y degradador de estructuras rígidas del pez.

1.2 Elaboración del ensilado de pescado.

Las enzimas requieren de un pH y una temperatura óptimos, por lo general - las temperaturas son altas, muy por arriba de la tolerancia de sobrevivencia de las bacterias patógenas. Después de que se completa la digestión, - las enzimas son inactivadas ajustando el pH o por elevación de la temperatura, generalmente hasta 100°C (Hackie, 1982).

El ensilado de pescado, producto resultante de la adición de ácidos a los residuos de pescado, reviste gran atención ya que puede ser utilizado en dietas para animales incluyendo peces. Varios ácidos, inorgánicos y/u orgánicos pueden ser usados en dicho proceso. Es posible usar una mezcla - de éstos, dependiendo de los recursos económicos, de su disponibilidad y - las propiedades preservativas de éstos.

El ensilado de pescado lo define Tatterson (1976) como: La licuefacción de los productos de desechos de pescado o el pescado total, por medio de enzimas proteolíticas que se encuentran en el pez, proceso que es acelerado con la adición de un ácido, el cual a su vez actúa como inhibidor del crecimiento bacteriano y degradador de estructuras rígidas del pez.

1.2 Elaboración del ensilado de pescado.

La producción de harina de pescado requiere de una inversión fuerte en infraestructura así como un gran aporte de energía; en contraste con la elaboración del ensilado de pescado cuya producción no requiere de un alto capital ni energía, además que posee buenas características de almacenamiento si se trata correctamente (Jackson et al., 1984 - 1).

Los principios asociados a la producción del ensilado de pescado son los siguientes:

- El pescado completo es molido y mezclado con ácido para disminuir el pH, a tal punto que el crecimiento microbiano sea inhibido ($\text{pH} \leq 4.5$).
- Las enzimas proteolíticas contenidas en el pescado rompen la proteína para producir péptidos y aminoácidos.

Después de algunos días la mezcla estará completamente solubilizada. Si el producto es completamente acidificado será estable aún bajo condiciones tropicales (Jensen et al., 1977).

El proceso de ensilado de pescado depende del número de enzimas naturales que tienen un amplio rango de especificidad y en consecuencia se obtiene un producto completamente soluble (Mackie, 1982).

Un punto que se debe tomar en cuenta para escoger el ácido o la mezcla

de ácidos es que prevenga el crecimiento de bacterias patógenas (Salmonella sp y Clostridium botulinum) y hongos (Aspergillus flavus), los cuales no sobreviven a pH por debajo de 4 - 4.5, que es alcanzado por la adición del ácido (Tatterson, 1982).

Según estudios realizados por Strom et al., (en Connell, 1980), el ácido propiónico inhibe el crecimiento de bacterias y hongos a pH de 5.5; el ácido fórmico inhibe el crecimiento abajo de pH de 4.0; con el ácido sulfúrico se desarrollaron hongos a un pH de 2.5. Lo que demuestra que ácidos orgánicos tienen una acción más eficiente en la inhibición del desarrollo de organismos patógenos.

La única desventaja de utilizar ácidos orgánicos es de que son más caros que los ácidos minerales, pero producen ensilados con un pH ligeramente ácido, por lo cual no requieren neutralización antes de su uso (Disney et al., 1976).

En la Tabla 1 se resumen los ácidos usados en la producción de ensilado a partir de diferentes materiales.

1.3 Cambios que ocurren en el ensilado durante la hidrólisis.

La licuefacción es debida casi enteramente a la autólisis, predominantemente proteolítica. Si el ensilado es almacenado a altas temperaturas, en aproximadamente una semana, más del 70 % del nitrógeno presente puede estar solubilizado (Tatterson, 1976).

TABLA 1

ACIDO	PROPORCION	MATERIAL	% ACIDO	pH	REFERENCIA
fórmico (85 %)	-	desecho de arenque	1.62	4.4	Olson (1942)
fórmico (35 %)	-	arenque	2.0	4.0	Jensen y Schmidtdorf (1977)
fórmico: propiónico	1:1	vísceras de bacalao	1.65	4.5	Johnsen y Skredé, Stron y Eggum (1977)
fórmico: propiónico	5:1	coal fish capelin			
HCl: propiónico	5:1	..	3.0	4.4	Ruungruangsak y Utne (1931)
H ₂ SO ₄ : propiónico	5:1	..		3.3	
H ₂ SO ₄ : fórmico	1:1	sardina	3.0	3.8	Jackson (1934)
H ₂ SO ₄	-	peces óseos	6.3	2.0	Edin (1940)
H ₂ SO ₄	-	peces grasos	2.8	2.0	
H ₂ SO ₄ : propiónico	2:0.75	merluza del pa cífico	2.75	-	Hardy (1934)

1/ Fuente: Tacon et al., en Mackie, 1935

1.3.1 Cambios en la proteína

Durante el almacenaje del ensilado de pescado, las proteínas son hidrolizadas por las enzimas presentes y el nitrógeno se hace más soluble. En ensilados hechos a base de sardinetas y desperdicios de pescado blanco, el porcentaje de nitrógeno soluble durante los primeros días de su elaboración es entre 10 y 20 %, almacenado a 23°C; de 75 % en 10 días y de 80 - 85 % en 30 días. Después de 50 días hay un incremento insignificante de nitrógeno. En el caso de almacenar a 2°C, la solubilidad del nitrógeno es menos marcada y aún a los 12 meses no alcanza el mismo nivel como a 23°C.

Los ensilados son suficientemente líquidos para ser utilizados a los pocos días; decrecen en viscosidad cuando incrementa la solubilidad del nitrógeno (Tatterson et al., 1974).

1.3.2 Cambios en el aceite

El contenido de ácidos grasos libres se incrementa con el tiempo de almacenaje, siendo una medida del grado en que los glicéridos han sido descompuestos por lipasas; lo que a menudo es usado como un criterio para juzgar la condición y la calidad comestible de las grasas para propósitos comerciales. Durante los primeros 40 días y aún después de 12 meses, se incrementan los ácidos grasos libres presentes en el ensilado conservado a 23°C. (Tatterson et al., 1974).

2. ANTECEDENTES

El ensilado de pescado constituye una fuente proteica importante para la producción de alimentos completos, por lo que se han realizado varios trabajos sobre el tema.

Tatterson y Windsor (1974), utilizaron seis tipos de ensilado, a base de los siguientes materiales crudos: sardinetas, arenque, desechos de arenque, anguilas, desechos de pescado blanco y caballa. Mencionan los cambios que ocurren en la proteína y en el aceite durante el almacenaje por un período de un año a temperaturas de 2 y 23°C, considerado como un proceso adecuado para utilizar los "desperdicios" de pescado y la fuente proteica potencial que constituye.

Backhoff (1976), estudió el grado de implicación de las enzimas en los ensilados hechos a base de diferentes partes de pescado (bacalao y arenque): vísceras, piel, carne y cabezas, así como las combinaciones de dos de estos componentes. Encontró que una fuerte actividad proteolítica daba lugar a la formación de nitrógeno no proteico (grupos amino libres, bases volátiles y polipéptidos), la cual ocurrió en el primer día de almacenaje. Se registraron altos niveles de nitrógeno no proteico en ensilados constituidos por vísceras y cabezas, más que en los constituidos por piel y carne, niveles aún mayores fueron registrados en ensilados formados por dos componentes, en los cuales uno de ellos eran las vísceras. Durante el almacenaje de los ensilados se detectó pérdida del triptofano, siendo ma-

por dicha pérdida en las etapas avanzadas del almacenamiento.

Djajasewaka y Djajadiredja (1980), investigaron el valor nutricional de las siguientes dietas: ensilado de pescado crudo, ensilado de pescado hervido, ensilado hecho a base de pescado hervido y una dieta hecha con - harina de pescado (control). Encontraron que el valor nutricional del ensilado crudo y el ensilado de pescado hervido fué similar a la dieta hecha con harina de pescado, siendo el ensilado hecho de pescado hervido significativamente mejor que todas las dietas. Se concluye que el ensilado de - pescado puede ser utilizado en dietas para peces de agua dulce, como un -- sustituto de la harina de pescado.

Zendejas (1983), determinó el valor nutricional del ensilado de pescado suministrado a Oreochromis niloticus durante cinco semanas; formuló -- seis dietas conteniendo aproximadamente 40 % de Proteína y 16 % de Lípidos (base seca) utilizando arenque crudo como material para el ensilado y una mezcla de harinas. Se evaluaron las dietas en forma seca y húmeda y todas fueron bien aceptadas, sin embargo las dietas húmedas fueron consumidas - más rápidamente que las dietas secas, aunque no hubo diferencias significativas para ninguna de las dietas.

Jackson, Kerr y Cowey (1984-1), elaboraron ensilado de sardinetas empleando para ello un ácido orgánico y un ácido mineral, probando la efectividad de un antioxidante (Etoxiquina) en ensilado a diferente temperatura. Durante un período de almacenaje de 24 semanas el alimento no registró de-

terloro en la calidad nutricional, sobre todo en el ensilado que fué protegido con la adición del antioxidante.

Jackson, Kerr y Bullock (1984 - 11), elaboraron ensilados de sardinas, con y sin antioxidante y los almacenaron a diferentes temperaturas -- (10 y 20°C) los complementaron con una mezcla de harinas y fueron ofrecidos a salmones (Salmo salar) así como un alimento comercial; a pesar de no haber encontrado diferencias significativas en los pesos finales, ni en el factor de conversión de alimento, obtienen un buen crecimiento para las dietas experimentales. Un exámen histológico permitió detectar que la presencia de los productos de oxidación de los ácidos grasos en las dietas, provocó cambios celulares en los organismos.

Hardy, Shearer y Spinelli (1984), reemplazaron la harina de pescado por dietas hechas a base de ensilado de merluza del Pacífico (dietas secas), las cuales se administraron durante 32 semanas a trucha arco iris (Salmo gairdneri), encontrando los mejores valores de crecimiento y de conversión de alimento para estas últimas, aunque no se encontró diferencias significativas.

En diferentes condiciones, se ha suministrado ensilado de pescado a diversos animales; a ratas (Strom et al., 1981), bueyes (kumar y Sampath, en Connell, 1980), aves de corral (Kompiang et al., en Connell 1980), cerdos - (Smith y Adamson, 1976), peces (Djajasewaka y Djajadiredja, 1980 y Zendejas,

1983): situación que ha permitido mostrar las bondades de esta fuente pro-
tecnica alternativa.

La tilapia siendo una especie importante por ser de consumo masivo se
ha cultivado procurando darle una dieta adecuada para su buen desarrollo y
rápida producción.

En México se han introducido líneas provenientes de Estados Unidos --
(Natural Systems Inc. en Palmeto, Florida), con el objeto de obtener un hí-
brido de tilapia a partir de la cruce de las especies progenitoras:
Oreochromis urolepis hornorum (macho) X Oreochromis mossambicus (hembra);-
dicho híbrido fué seleccionado por poseer varias características tales como:
rápido crecimiento, muchos descendientes, una proporción de sexos inclinada
hacia un solo sexo (97 % son machos).

Sin embargo, existen algunos problemas genéticos en las líneas de tila-
pia mantenidas en México. La falta de pureza genética en los sementales em-
pleados en la producción del híbrido, que debería ser 100 % machos, es la -
causa de que en las unidades de producción comercial aún se continúe sexan-
do manualmente, ya que sólo se obtiene un 60 - 70 % de machos, situación --
que conlleva a problemas tales como:

- El requerir excesiva mano de obra para el sexado.
- Un déficit de machos que cubran el porcentaje representado por las -
hembras (30 - 40 %).

La presencia de hembras en los estanques de engorda de la tilapia - ocasiona dos problemas mayores en el cultivo de éstos peces: (1) los alevines compiten con los peces grandes por el alimento y (2) por el hecho de que las hembras crecen más despacio que los machos, la producción de carne de pescado disminuye por unidad de área. Todo ello incide negativamente en la rentabilidad del sistema productivo.

Una alternativa a corto plazo, podría ser que el excedente de hembras se puede dar como alimento a los machos, secando al sol ó como base para la elaboración de un alimento balanceado preparado, usando como ingrediente principal un ensilado de pescado sobre todo en áreas rurales.- Para tal efecto, se podrían utilizar como base los valores reportados -- por Jauncey et al., (1983), sobre los requerimientos nutricionales de la tilapia. (Tabla 2)

TABLA 2

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA TILAPIA, EN CONDICIONES DE CULTIVO INTENSIVO

NUTRIENTE	1a. ALIMENTACION	0.5 - 10g	10 - 35g	35g TAMARO COMERCIAL	REPRODUCTOR
PROTEINA CRUDA	50 %	35 - 40 %	30 - 35 %	25 - 30 %	30 %
LIPIDO CRUDO	10 %	10 %	6 - 10 %	6 %	8 %
CARBOHIDRATOS DIGERIBLES	25 %	25 %	25 %	25 %	25 %
FIBRA	8 %	8 %	8 - 10 %	8 - 10 %	8 - 10 %

AMINOACIDOS ESENCIALES REQUERIDOS POR *Oreochromis mossambicus* 1/

AMINOACIDO	REQUERIMIENTO	(% DIETA SECA)
ARGININA	1.13	(2.82)
HISTIDINA	0.42	(1.05)
ISOLEUCINA	0.80	(2.01)
LEUCINA	1.35	(3.40)
LISINA	1.51	(3.78)
METIONINA	0.40	(0.99)
FENILALANINA	1.00	(2.50)
TREONINA	1.17	(2.93)
TRIPTOFANO	0.17	(0.43)
VALINA	0.88	(2.20)

1/ Los números en paréntesis son los requerimientos expresados como un porcentaje en la proteína dietética.

3. OBJETIVOS

Por todo lo anterior el objetivo que se persigue en la presente investigación es el de: evaluar la calidad nutricional del ensilado de pescado, comparándolo con un alimento comercial suministrado a juveniles del híbrido de tilapia Oreochromis urolepis hornorum X Oreochromis mossambicus en condiciones intensivas de cultivo. Para lo cual se contemplan los siguientes objetivos particulares:

- Determinar los cambios que sufre el ensilado de pescado durante su almacenamiento.
- Determinar los cambios que ocurren en las dietas derivadas del ensilado de pescado.
- Comparar la calidad nutricional de las dietas derivadas del ensilado de pescado con un alimento comercial.
- Evaluar y comparar los parámetros nutricionales (tasa de crecimiento específico, factor de conversión alimenticia, tasa de eficiencia pro téica).
- Determinar la rentabilidad de cada una de las dietas utilizadas;
- Determinar los parámetros fisicoquímicos: temperatura, oxígeno disuelto, bióxido de carbono, pH y dureza total.

4. MATERIAL Y METODO

El ensilado de pescado se elaboró usando como materia prima, una población de hembras de híbrido de tilapia, mantenidas en refrigeración antes de que fueran molidas en un molino Thomas - Willey. Se adicionó el 3 % (en peso) de una mezcla de ácidos: ácido sulfúrico - - (H_2SO_4 conc. 98 %, densidad de 1.86 g/cm^3 y ácido fórmico ($HCOOH$ 85 % densidad de 1.69 g/cm^3) en una proporción de uno a uno, con el fin de acelerar la hidrólisis y evitar el ataque bacteriano. El ensilado quedó de la siguiente manera:

Ensilado: tilapia molida + 1.5 % de $HCOOH$ + 1.5 % de H_2SO_4

Para evitar la oxidación de las grasas se adicionó etoxiquina - (250 ppm). Después de su elaboración, el ensilado fue colocado en contenedores de plástico y se mantuvo a temperatura ambiente ($20^\circ C$) durante 13 semanas. El ensilado era mezclado periódicamente, con la finalidad de obtener una completa homogeneización del mismo y de esta manera evitar cualquier desarrollo de microorganismos, principalmente de Clostridium sp y Salmonella sp que son los principales grupos bacterianos patógenos contaminantes del ensilado de pescado.

4.1 Dietas Experimentales

Se utilizaron dos alimentos experimentales y un alimento comercial. - Los dos primeros derivados del ensilado de pescado, uno que se almacenó a temperatura ambiente (20°C) y otro en refrigeración (10°C). El análisis -- proximal del ensilado de pescado se muestra en la Tabla 3. Las dietas expe rimentales, fueron hechas utilizando como fuente proteínica principal, el ensilado de pescado. Así, la dieta número 1 se elaboró al mezclar 60 % (en peso) del ensilado mantenido a temperatura ambiente y 40 % (en peso) de -- mezcla de harinas, esta dieta fué almacenada a temperatura ambiente (la - composición de la mezcla de harinas se ilustra en la Tabla 4). La dieta nú mero 2 se elaboró manteniendo las mismas proporciones, pero esta dieta se mantuvo en refrigeración (10°C). Las harinas fueron homogeneizadas previamente en una mezcladora de alimentos Eureka Mod. 152. El orden seguido durante el mezclado fué el siguiente: harinas, vitaminas, aceite y almidón - precocido, el tiempo total del mezclado fué de 40 minutos.

Por el alto contenido de humedad en los alimentos derivados del ensila do de pescado, no fué posible la elaboración de pellets, por lo que el ali- mento fué dado en partículas pequeñas directamente a los peces.

La formulación y análisis proximal de las dietas se muestran en la Ta- bla 5.

El trabajo experimental se desarrolló en las instalaciones del Centro

TABLA 3

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL ENSILADO DE PESCADO		
	BASE HUMEDA	BASE SECA 100
HUMEDAD %	57.43	
MATERIA SECA %	42.57	
PROTEINA %	16.4	38.52
LIPIDOS %	9.47	22.25
CENIZA %	5.18	12.17
FIBRA CRUDA %	0.36	0.85

TABLA 4

COMPOSICION DE LA MEZCLA LIGANTE

INGREDIENTE	% PROT.	% LIP.	g/100 g
HARINA DE PESCADO	65.0	11.6	10.0
HARINA DE SOYA	49.5	1.5	26.0
HARINA DE SANGRE	80.0	4.6	3.0
SALVADO DE TRIGO	14.87	3.7	50.0
ACEITE DE SOYA			1.5
ALMIDON PRECOCIDO			6.0
PREMEZCLA VITAMINICA <u>1/</u>			3.0
TRIOXIDO DE CROMO <u>2/</u>			<u>0.5</u>
T O T A L :			100.0

1/ Vitamina A, Vitamina D-3, Vitamina E, Vitamina B-12, Vitamina K, Vitamina B-6, Vitamina B-2, Vitamina B-1, Cloruro de Colina, Niacina, Pantotenato de Calcio, Acido Fólico, Acido Ascórbico.

2/ Indicador para determinar digestibilidad.

TABLA 5

COMPOSICION Y ANALISIS PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

INGREDIENTES	D I E T A S		
	1 ⁴	2 ⁴	3
Ensilado (T _{Amb} °C)	60 %	60 %	-
Mezcla ligante ¹	40 %	40 %	-
Alimento Comercial	-	-	100 %
T O T A L :	100 %	100 %	100 %

COMPOSICION PROXIMAL	ALMACENANDO A T AMBIENTE (°C)		ALMACENADO EN REFRIGERACION (10°C)			
	COMO SE SUMINISTRO	BASE SECA	COMO SE SUMINISTRO	BASE SECA	COMO SE SUMINISTR	BASE SECA
Humedad %	54.35	-	54.35	-	10.36	-
Proteína Cruda %	22.37	41.16	22.37	41.16	30.62	34.16
Extracto Etereo %	8.59	15.80	8.59	15.80	4.89	5.45
Cenizas %	5.87	10.80	5.87	10.80	6.79	7.57
Fibra %	3.68	6.77	3.68	6.77	2.59	2.89
E.L.N. ² %	5.14	25.47	5.14	25.47	44.75	49.93
T O T A L :	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
I.P. ³ meq/Kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1 Tabla 4

2 E.L.N. equivalente al total de carbohidratos, obtenido por diferencia (100 - % humedad + % proteína cruda + % extracto etereo + % ceniza + % fibra cruda).

3 I.P.: Índice de peróxido, expresado como miliequivalentes de peróxido /Kg aceite.

4 A la dieta 1 y 2 se agregó 0.3 % de Propionato de Sodio para prevenir el posible desarrollo de hongos.

Acuícola Fernando Obregón Fernández (El Rodeo), administrado por la Delegación Federal de Pesca en el Edo. de Morelos (Secretaría de Pesca).

4.2 Sistema experimental

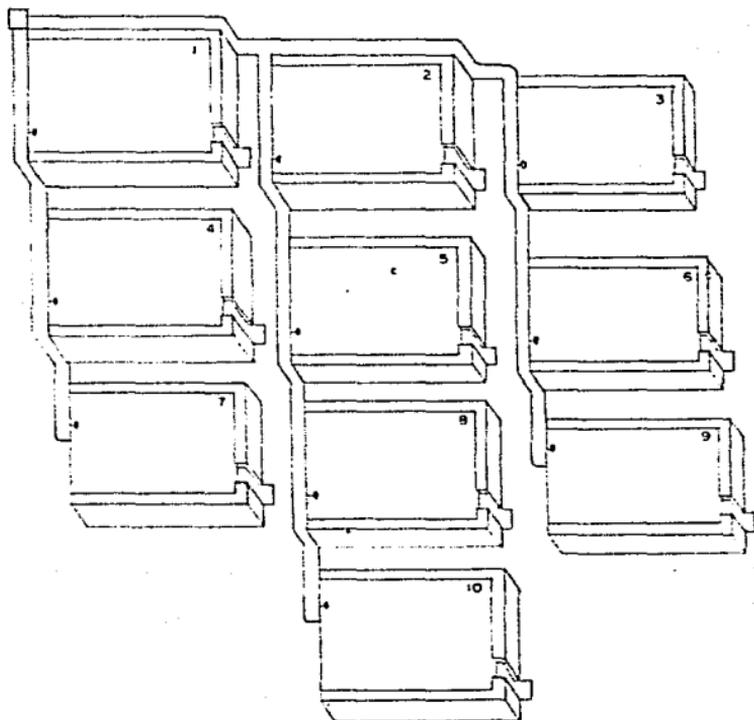
Se trabajó en 10 estanques (Cuadro 1) manteniendo tres repeticiones para cada una de las dietas evaluadas, cuya asignación se hizo al azar, quedando de la siguiente manera: estanques 1, 2 y 6 para el alimento comercial; 3, 5 y 9 para el ensilado almacenado en refrigeración (10°C); 4, 8 y 10 para el ensilado almacenado a temperatura ambiente.

4.3 Peces experimentales, muestreos y alimentación

Los alimentos fueron dados a crías híbridas de tilapia Oreochromis urolepis hornorum X Oreochromis mossambicus, facilitadas por el mismo centro acuícola. La densidad inicial de siembra con que se trabajó fue de 20 organismos por m³ (Tabla 6). Se tomó una muestra inicial de peces (200 g) para determinar su composición por medio de un análisis proximal.

Los peces fueron pesados individualmente al inicio y al final del experimento, cuidando en seleccionar en el primer caso, aquellos que estuviesen dentro del rango de 0.3 - 1.3 g. Para ello se utilizó una balanza SARTORIUS con una precisión de ± 0.1 g. Los muestreos intermedios se realizaron, pesando pequeños lotes de 5 - 10 peces en cada ocasión, mismos que se colocaron en un recipiente con agua, previamente tarado. La cantidad de alimento

ESTANQUES DEL CENTRO ACUICOLA:
"FERNANDO OBREGON FERNANDEZ"
SECRETARIA DE PESCA
EDO DE MORELOS.



ESC. 1:10

TABLA 6

DENSIDAD DE ORGANISMOS Y CAPACIDAD DE LOS ESTANQUES

ESTANQUE No.	VOLUMEN REAL m^3	NO. DE ORGANISMOS 20 org./ m^3
1	7.141	143
2	6.512	131
3	4.535	91
4	7.033	141
5	6.853	118
6	5.573	112
7	4.829	97
8	6.180	124
9	7.185	144
10	7.548	151

dado fué el 5 % (en base seca) de la biomasa, dividido en tres raciones iguales (9:00, 12:00 y 15:00 hr.). Los peces se alimentaron durante 14 días y al 15avo. día eran pesados, el día que se pesaban no se suministró alimento. Solamente en el estanque número 7 se dió una vez al día - (15:00 hr.) dieta comercial. Las dietas derivadas del ensilado de pescado, por el alto contenido de humedad, fueron suministradas directamente en los estanques en partículas pequeñas (5 mm. aproximadamente), puesto que la elaboración de pellets no fué posible.

La presentación del alimento comercial fué en forma de migaja, con un tamaño de 3 mm. aproximadamente. Dado que los tres alimentos contienen una cierta cantidad de humedad (mayor en los ensilados de pescado) se hizo la corrección por el contenido de humedad, obteniéndose para ello un factor de humedad para cada dieta:

$$F.C.H. = \frac{100}{\% \text{ M.S. } (100 - \% \text{ humedad})}$$

F.C.H. = Factor de corrección de humedad

M.S. = Materia seca

Al final del experimento, cuando se pesaron individualmente los peces, se colectaron las heces de aquellos peces alimentados tanto con ensilado a temperatura ambiente, así como el ensilado a 10°C, para determinar el Indi

ce de digestibilidad, ya que solamente el ensilado de pescado contenía - trióxido de cromo, marcador utilizado para determinar digestibilidad (Furukawa y Tsukahara, 1966).

4.4 Análisis químicos

El contenido de humedad fué determinado al secar la muestra a 105°C - durante 24 horas. Los análisis de proteína cruda, lípidos, cenizas y fibra fueron realizados de acuerdo a los métodos propuestos por la A.D.A.C.(1970)

4.5 Parámetros nutricionales

Los parámetros que se utilizaron para la evaluación del crecimiento y la utilización del alimento fueron los siguientes:

A) CRECIMIENTO

A.1 Tasa de Crecimiento Específico

$$T.C.E \text{ (\%/día)} = \frac{\log_e \bar{W}_2 - \log_e \bar{W}_1}{T_2 - T_1} \times 100$$

Dónde: \bar{W}_2 = peso promedio del pez en gramos al tiempo T_2 (días)

\bar{W}_1 = peso promedio del pez en gramos al tiempo T_1 (días)

B) UTILIZACION DEL ALIMENTO

B.1 Factor de Conversión Alimenticia

$$F.C.A. = \frac{\text{Alimento ingerido}}{\text{Peso ganado}} = \frac{\text{Alimento seco comido (g)}}{\text{Peso vivo ganado (g)}}$$

C) UTILIZACION DE LA PROTEINA

C.1 Tasa de Eficiencia Protéica

$$T.E.P. = \frac{\text{Peso ganado}}{\text{Proteína ingerida}}$$

D) DIGESTIBILIDAD PROTEINICA APARENTE

$$D.1 \quad D (\%) = 100 - \left(100 \times \left(\frac{C_1}{FC_1} \times \frac{FN_1}{N_1} \right) \right)$$

Dónde: C_1 = Contenido del indicador en la dieta a evaluar (%)

N_1 = Contenido de nutrientes en la dieta a evaluar (%)

FC_1 = Contenido de indicador en las heces del pez, alimentado con la dieta a evaluar (%)

FN_1 = Contenido de nutrientes en las heces del pez alimentado con la dieta a evaluar (%)

4.6 Análisis físicoquímicos

Se determinó la temperatura directamente con un termómetro de $\pm 1^\circ\text{C}$ de precisión y un rango de -10 a 120°C ; el pH con ayuda de papel pH.

Para la determinación del oxígeno disuelto se empleó el método de Winkler con modificación, utilizando el reactivo de azida de sodio (Swingle, 1965). El dióxido de carbono se determinó por la técnica titrimétrica (APHA, 1971); la dureza total por medio de la técnica de titulación con EDTA utilizando hidroxitiamina (Eriochrome negro T) como indicador.

4.7 Análisis estadístico

Se realizó un análisis exploratorio de los datos, ya que es indispensable determinar si estos tenían un comportamiento normal, que de no ser así, se hubiera tenido una pérdida en la eficiencia del análisis, debido a que cuando los datos no son normales la media de los valores observados para un tratamiento no es, en general, el estimador más preciso de la media poblacional correspondiente para el tratamiento (Cochran, 1965).

Así los datos fueron transformados a raíz cuadrada, siguiendo el método descrito por Emerson y Stone, 1963, para que de ésta manera tuvieran un comportamiento normal. Después se procedió a realizar un análisis de varianzas (Cochran, 1965) y la prueba de rango múltiple de Duncan descrita por Reyes (1981), donde se emplearon los resultados de la evaluación experimental.

5. RESULTADOS

5.1 Almacenamiento del ensilado de pescado.

Aproximadamente a los 20 días de almacenaje, el ensilado de pescado alcanzó una hidrólisis completa cuya composición química se muestra en la Tabla 7, determinada a diferentes tiempos.

Fuó hasta las 13 semanas de elaborado el ensilado de pescado que se procedió a mezclarlo con las harinas para elaborar las dietas experimentales (dieta 1 y 2) (Tabla 5) y se guardó el 5% del total del ensilado, a efecto de practicarle las determinaciones químicas requeridas y poder así monitorear sus cambios nutricionales durante el periodo experimental.

La composición química del ensilado de pescado durante el almacenaje no presentó gran variación, aunque en la fracción lipídica se notó un decremento en la última determinación proximal (294 días).

En la Tabla 8 se muestran los resultados del análisis del índice de peróxidos en la fracción grasa del ensilado de pescado. En las pruebas hechas a los 15, 63 y 150 días los valores del índice de peróxidos fueron adecuados -- (≤ 10 meq /Kg de lípidos), pero a los 250 días se encontró un índice de 34 meq /Kg, mismo que revela una oxidación lipídica.

Las dietas 1 y 2 tuvieron una variación insignificante en cuanto a su composición química (Tabla 9), durante el tiempo que fueron suministradas a los organismos, a pesar de la gran cantidad de humedad que contenían (46.65 %).

TABLA 7
 COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO DE PESCADO
 (SIN MEZCLA DE HARINAS)
 DURANTE SU ALMACENAJE 1/

COMPONENTE	TIEMPO DE ALMACENAJE EN DIAS				
	56	71	92	191	294
Materia Seca %	33.02	33.75	31.61	31.47	32.08
Humedad %	66.92	67.25	68.39	68.53	67.92
Proteína Cruda %	15.31	17.13	16.4	16.57	14.82
Lípidos %	9.77	10.01	9.47	9.58	6.05
Cenizas %	5.68	5.02	5.16	5.15	5.59
Fibra Cruda %	0.27	0.35	0.36	0.11	0.55

NOTA: El pH obtenido a lo largo del experimento fué de 4.5

1/ Las variaciones observadas en las determinaciones probablemente se deben a errores experimentales.

TABLA 8
 ANALISIS DEL INDICE DE PEROXIDOS REALIZADOS AL ENSILADO
 DE PESCADO

TIEMPO EN DIAS	INDICE DE PEROXIDOS meq/Kg.LIPIDOS
15 *	No detectables
53	0.6
150	3.0
250	34.0

* PRUEBA CUALITATIVA DE RANCIDEZ

TABLA 9

COMPOSICION QUIMICA DE LOS ENSILADOS DE PESCADO MAS
MEZCLA DE HARINAS

DIETA	COMPONENTE	Inicial	65 días	81 días
1	Materia Seca %	54.35	52.61	54.00
	Humedad %	45.65	47.39	46.00
	Proteína Cruda %	22.37	21.33	21.94
	Lípidos %	8.59	7.51	8.62
	Cenizas %	5.87	6.33	6.60
	Fibra Cruda %	3.68	3.49	3.33
2	Materia Seca %	54.35	53.71	54.03
	Humedad %	45.65	46.29	45.97
	Proteína Cruda %	22.37	22.46	22.42
	Lípidos %	8.59	8.38	8.49
	Cenizas %	5.87	6.31	6.09
	Fibra Cruda %	3.68	3.00	3.34

Dieta 1 Ensilado mantenido a temperatura ambiente.

Dieta 2 Ensilado mantenido a 10°C

No se detectaron aflatoxinas, ni rancidez oxidativa para ninguna de estas dietas.

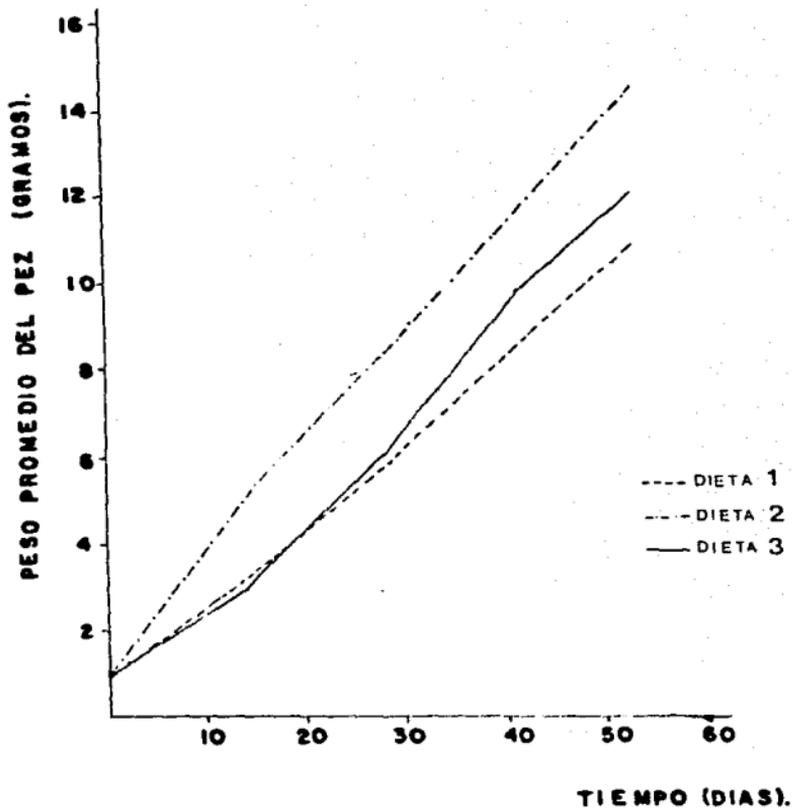
5.2 Apetito.

Los tres alimentos suministrados fueron bien aceptados por los organismos, sin embargo, las dietas que contenían mayor cantidad de humedad (dieta 1 y 2) fueron consumidas más rápidamente que la dieta 3 presentada en forma de pellets secos. Cuando los peces eran alimentados mostraban agresividad por el alimento, comportamiento más marcado en las dietas elaboradas a base de ensilado de pescado.

5.3 Crecimiento.

El crecimiento de los grupos experimentales se representa en la Gráfica 1 como el peso promedio en función del tiempo. Se observa que los organismos siguen un mismo patrón de crecimiento durante los 53 días del experimento, aunque es interesante notar que los peces alimentados con la dieta a base del ensilado de pescado almacenado a 10°C (dieta 2) mostraron un mejor crecimiento - desde el inicio de la evaluación; mientras que los peces alimentados con las dietas 1 y 3 tuvieron un crecimiento muy similar entre sí hasta los 28 días; después de este período, los peces alimentados con la dieta 3 mostraron un crecimiento mejor que los de la dieta 1.

En la Tabla 10 se muestra que no hubo diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre el peso promedio final de los peces, ni en la tasa de crecimiento específico; sin embargo en la Tabla 11 se observa que al inicio de la prueba, día 14, había una diferencia significativa en la dieta 2 con respecto a las dietas 1 y 3, posteriormente alcanzan valores semejantes.



GRAFICA 1
CRECIMIENTO QUE PRESENTARON LOS PECES
(PESO PROMEDIO) DURANTE EL TIEMPO EN QUE
FUERON SUMINISTRADAS LAS DIFERENTES DIETAS.

TABLA 10

EVALUACION NUTRICIONAL DE LAS TRES DIETAS ADMINISTRADAS DURANTE 53 DIAS

PARAMETRO	D I E T A		
	1	2	3
PESO PROMEDIO INICIAL (g)	0.936 ^a	0.979 ^a	0.964 ^a
PESO PROMEDIO FINAL (g)	10.93 ^a	14.68 ^a	12.12 ^a
MORTALIDAD (%)	5.93	5.7	9.9
PESO GANADO (g)	1003.52	1399.49	1157.26
TASA DE CRECIMIENTO ESPECIFICO (\bar{x}/dfa)	4.51 ^a	5.03 ^a	4.74 ^a
FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA	1.23 ^a	1.26 ^a	1.21 ^a
TASA DE EFICIENCIA PROTEICA	1.96 ^a	1.9 ^a	2.4 ^b
DIGESTIBILIDAD DE PROTEINA APARENTE %	99.74	99.8	-

CIFRAS CON DIFERENTE LETRA POR RENGLON INDICA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA A UN NIVEL DE $\alpha = 0.05$ EN PRUEBA DE DUNCAN

TABLA 11

VALORES DE PARAMETROS NUTRICIONALES

A. (T.C.E.)

DIA	D I E T A		
	1	2	3
14	8.26 ^a	11.62 ^b	8.13 ^a
28	4.36 ^{ab}	3.6 ^a	4.98 ^b
42	2.83 ^a	2.44 ^b	3.49 ^c
53	2.05 ^a	2.02 ^a	1.71 ^a

B. (T.E.P.)

DIA	D I E T A		
	1	2	3
14	7.42 ^b	14.42 ^a	9.10 ^{ab}
28	2.92 ^a	2.23 ^a	3.96 ^b
42	1.58 ^a	1.26 ^a	2.45 ^b
53	1.12 ^a	1.09 ^a	1.11 ^a

C. (F.C.A.)

DIA	D I E T A		
	1	2	3
14	0.33 ^a	0.20 ^a	0.36 ^a
28	0.85 ^a	1.04 ^a	0.75 ^a
42	1.56 ^a	1.93 ^b	1.21 ^a
53	2.27 ^a	2.22 ^a	2.70 ^a

A. TASA DE CRECIMIENTO ESPECIFICO (T.C.E.)

B. TASA DE EFICIENCIA PROTEICA (T.E.P.)

C. FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA (F.C.A.)

B. y C. Parámetros con corrección de mortalidad realizada en cada muestreo.

a, b y c Cifras con diferente letra por renglón indica diferencia significativa a nivel de $\alpha = 0.05$ en prueba de Duncan.

En la Tabla 12, se hace una comparación de los valores de la tasa de crecimiento específico para Oreochromis sp obtenidas por diferentes autores. Como se observa, los valores reportados para el presente trabajo son mayores que los de otros autores, pero se debe tomar en cuenta que los trabajos no se realizaron bajo las mismas condiciones, pues algunos se llevaron a cabo en condiciones controladas y bajo techo, donde por la característica propia de esos sistemas es nula la disponibilidad de alimento natural.

5.4 Utilización del alimento.

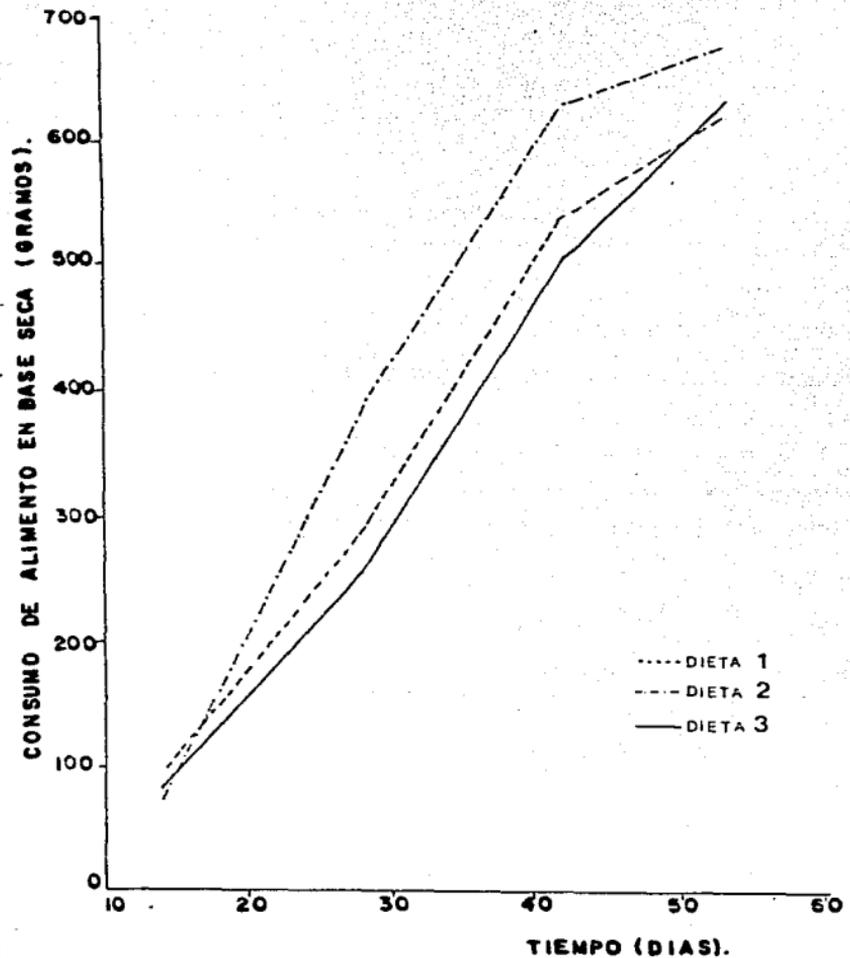
En la Gráfica 2 se muestra la cantidad de alimento total (en base seca) consumido durante los 53 días de duración del ensayo, observándose que el consumo de alimento fue muy similar, en los tres casos, siendo ligeramente mayor el consumo de la dieta 2; así en la Gráfica 3 se observa un mayor consumo de proteína para la dieta 2, siguiéndole la 1 y la 3.

Las variaciones obtenidas en el factor de conversión alimenticia (F.C.A.) para las tres dietas, durante los 53 días del experimento se muestran en la Gráfica 4. Se puede ver que existe una relación inversa entre la eficiencia de utilización de alimento (F.C.A.) y el aumento en peso de los organismos, situación que era de esperarse, ya que en términos generales la eficiencia en la conversión de alimento a carne, disminuye conforme aumenta la talla de los peces. Sin embargo, en la Tabla 10 se observa que no existe una diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre los valores promedio del factor de conversión alimenticia obtenido en los tres tratamientos. La Tabla 11 muestra los valores del F.C.A. quincenales para cada dieta, donde tampoco se encontraron diferencias sig

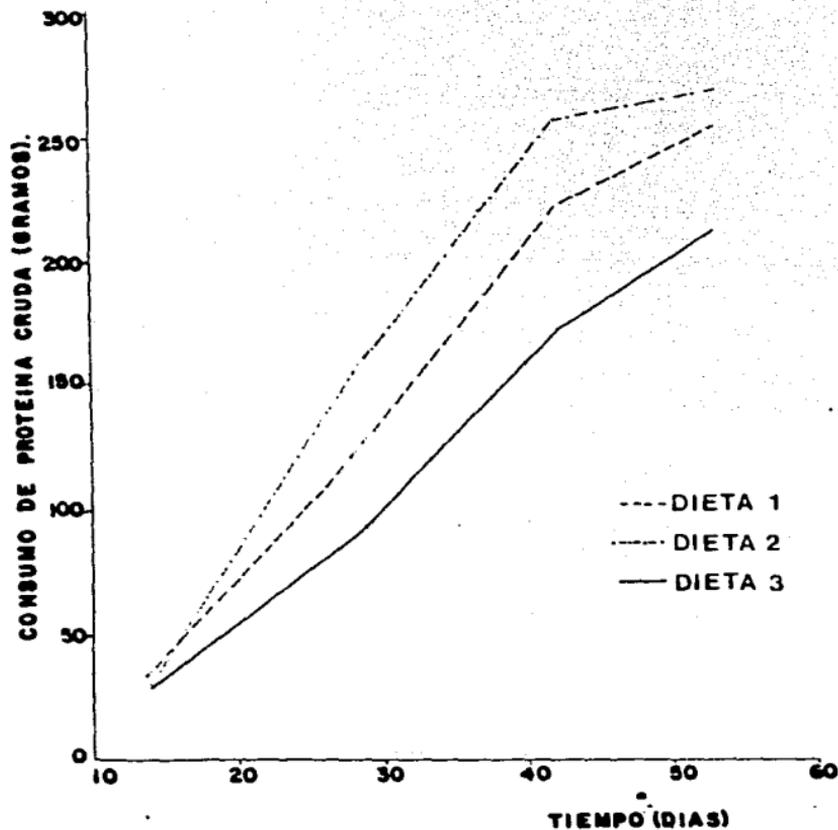
TABLA 12

COMPARACION DE DIFERENTES TASAS DE CRECIMIENTO OBTENIDAS
EN DISTINTOS ENSAYOS PARA Oreochromis sp

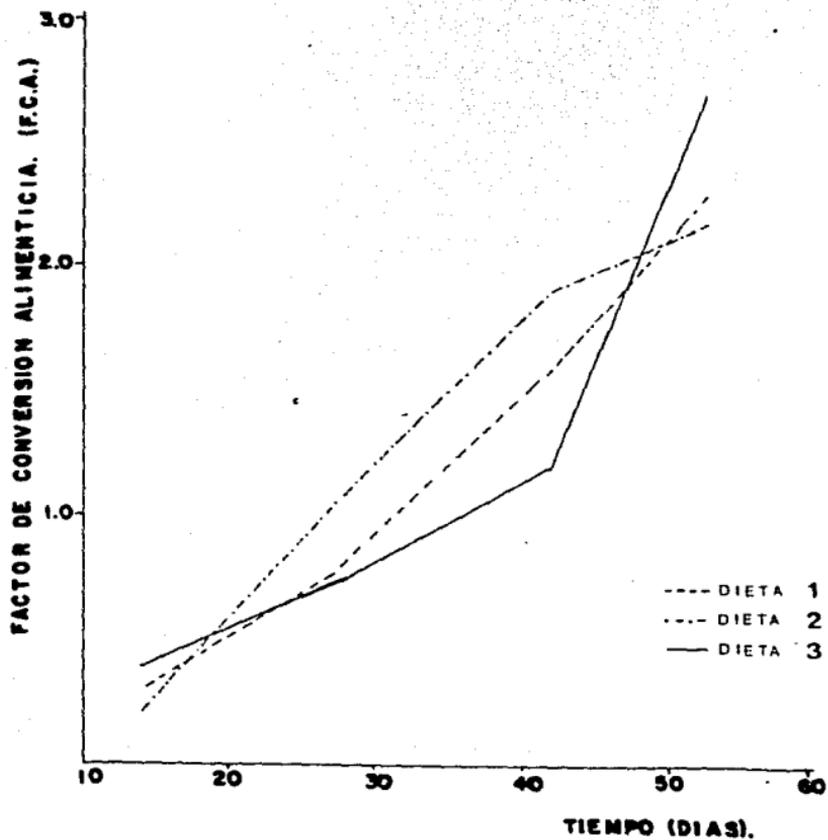
AUTOR	ESPECIE	T.C.E.	ALIMENTO SUMINISTRADO
Jauncey, K (1982)	<u>Sarotherodon</u> <u>mossambicus</u>	3.1	Harina de pescado como fuente proteica 24 % de proteina (base húmeda).
Zendejas, J (1983)	<u>Oreochromis</u> <u>niloticus</u>	2.8	Ensilado de pescado como fuente proteica principal. 24.85 % de proteina (base húmeda).
Presente estudio	<u>Oreochromis</u> <u>urolepis hor-</u> <u>norum X O.</u> <u>mossambicus</u>	4.51	Ensilado de pescado como fuente proteica principal. Mantenido a temperatura ambiente. 22.37 % de proteina. (base húmeda).
Presente estudio	" "	5.08	Ensilado de pescado como fuente proteica principal mantenido a 10°C. 22.37 % de proteina (base húmeda).
Presente estudio	" "	4.74	Alimento comercial al 30 % de proteina. (base húmeda).



GRAFICA 2
CANTIDAD DE ALIMENTO SUMINISTRADO (g)
EN BASE SECA A LO LARGO DEL EXPERIMENTO
PARA LAS TRES DIETAS.



GRAFICA 3
CONSUMO DE PROTEINA EN BASE SECA (g)
CONTENIDA EN LAS DIETAS SUMINISTRADAS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.



GRAFICA 4
VARIACION DE LA CONVERSION ALIMEN-
TICIA DURANTE EL PERIODO
EXPERIMENTAL

nificativas ($\alpha = 0.05$).

La Gráfica 5 ilustra una regresión lineal del F.C.A. contra el peso para las tres dietas; donde se puede ver que a lo largo del experimento, la dieta 2 tiene una mejor conversión alimenticia. De la misma manera se observa que - la ración que presenta un valor de conversión alimenticia más alto es la dieta 3 (indicando con ésto ser la más pobremente utilizada). En general las regresiones son bastante buenas ya que los valores para los coeficientes de determinación son mayores de 0.9.

5.5 Utilización de la proteína.

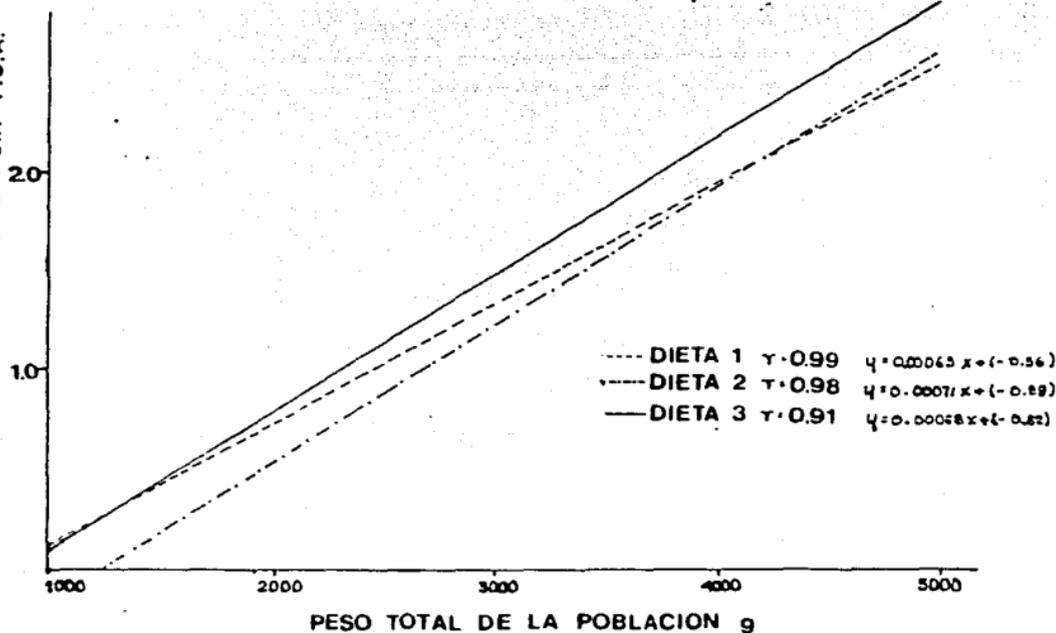
A los 14 días se observa que la mayor eficiencia protéica correspondió a la dieta 2 (Tabla 11), mientras que a los 28 y 42 días se obtuvo una mayor -- eficiencia para la dieta 3, no existiendo diferencia significativa en las tres raciones a los 53 días. Sin embargo, los valores de la tasa de eficiencia protéica promedio (Tabla 10) muestran una diferencia significativa de la dieta 3 con respecto a las dietas 1 y 2.

En la Gráfica 6, se ilustra la variación en la eficiencia protéica para las tres dietas, a lo largo de los 53 días que duró el experimento. Como se - puede observar, la eficiencia protéica fué mayor en los primeros días (para las tres dietas) y ésta disminuyó gradualmente conforme avanzaba el experimento.

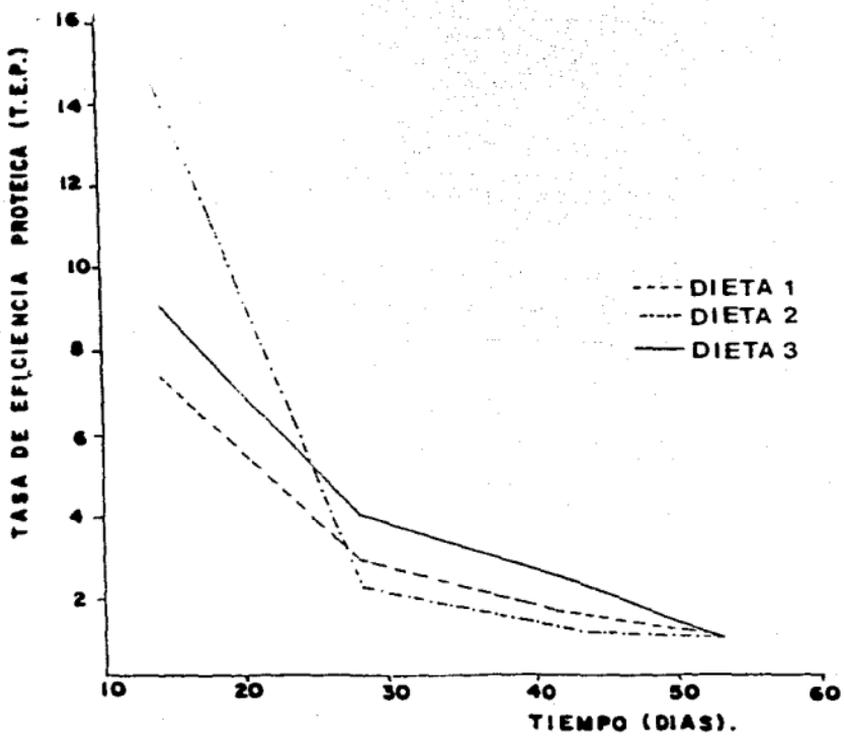
5.6 Digestibilidad protéica aparente.

Los valores promedio de digestibilidad protéica aparente para las dietas 1 y 2 son valores altos, mayores del 99 %, la Tabla 13 muestra los valores de digestibilidad de las dos dietas para cada estanque. En la dieta 3 no se determi

FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA F.C.A.



GRAFICA 5 RELACION DEL F.C.A. CON RESPECTO AL PESO TOTAL DE LOS PECES EN LAS TRES DIETAS



GRAFICA 6
VARIACIONES EN LA TASA DE EFICIENCIA
PROTEICA (T.E.P.) A LO LARGO DEL
EXPERIMENTO

TABLA 13

DIGESTIBILIDAD OBTENIDA PARA LAS DOS DIETAS DERIVADAS
DEL ENSILADO DE PESCADO

DIETA	ESTANQUE	% DE DIGESTIBILIDAD
1	4	99.54
	8	99.94
	10	99.74
2	3	99.92
	5	99.72
	9	99.76

TABLA 14

ANALISIS PROXIMALES DE PECES AL PRINCIPIO Y AL FINAL DEL
EXPERIMENTO (% EN BASE HUMEDA)

COMPONENTE	INICIAL	D I E T A		
		1	2	3
Humedad %	74.55	73.66 ^a	73.82 ^a	73.96 ^a
Proteína Cruda %	15.32	16.05 ^a	15.12 ^b	13.74 ^c
Lípidos Crudos %	6.05	5.53 ^a	6.13 ^a	6.69 ^a
Ceniza %	3.66	4.17 ^a	3.87 ^{ab}	3.20 ^b
Total	99.58	99.41	98.94	97.59

1/ Posiblemente debido a un error en la cuantificación de la proteína, los valores al final del ensayo son inferiores al valor inicial.

no el porcentaje de digestibilidad, dado que no fue posible adicionarle algún indicador, como en las otras dietas que contenían trióxido de cromo.

5.7 Mortalidad.

La mortalidad se expresó como un porcentaje de la población (Tabla 10). - Se puede observar que la mortalidad para cada una de las dietas administradas fue baja, pues en ningún caso sobrepasó el 10 %. La mortalidad más alta fue para la dieta 3 (9.91 %) y la mortalidad más baja se encontró en la dieta 2 - (5.85).

5.8 Composición corporal del pez.

Los análisis proximales practicados en los peces tanto al principio como al final del experimento se muestran en la Tabla 14.

Tanto en el contenido de humedad, como en el contenido lipídico no se registró diferencia significativa ($\alpha = 0.05$). En los valores de la proteína se observan diferencias significativas entre las tres dietas, cuantificándose -- una mayor cantidad de proteína en los peces alimentados con las dietas elaboradas a partir del ensilado de pescado, (dietas 1 y 2), en comparación con la dieta comercial. Sin embargo, es necesario señalar que los valores de proteína corporal para aquellos peces alimentados con las dietas 2 y 3 fueron menores al final del ensayo, en relación a los valores cuantificados al inicio del experimento, situación que posiblemente se debió a errores experimentales en la realización de los análisis proximales.

5.9 Parámetros físicoquímicos.

En relación a la temperatura, en la Tabla 15 se observa que los valores - mínimos registrados fueron: 22.5, 21.8 y 20.5°C correspondientes a las dietas 1, 2 y 3 respectivamente, y sus valores máximos fueron: 29, 28 y 27 en el mismo orden.

Por otra parte los valores mínimos de oxígeno disuelto expresados en p.p.m. siguiendo el mismo orden fueron: 6.39, 6.59 y 5.88 mg/l; mientras que los máximos fueron: 10.04, 9.99 y 10.35 mg/l.

Con lo que respecta al bióxido de carbono siempre se encontraron valores de 0.0 p.p.m. en las tres dietas y un pH de 7 también para las tres dietas a lo largo del experimento.

Comparando los valores de los parámetros físicoquímicos obtenidos durante el experimento, con respecto a los citados por algunos autores, se observa que se encuentran dentro del rango requerido por la especie (Tabla 16).

La Gráfica 7 muestra las variaciones en la tasa de crecimiento específico y la temperatura en función del tiempo. Se aprecia una disminución en la T.C. E. con el tiempo, es decir, con un aumento en el tamaño de los peces, que además se asocia a un decremento en la temperatura.

Durante el experimento en los estanques asignados a la dieta 1, siempre se registraron las mayores temperaturas, mientras que los estanques de la dieta 2 presentaron los valores mayores de la tasa de crecimiento específico y los va-

TABLA 15

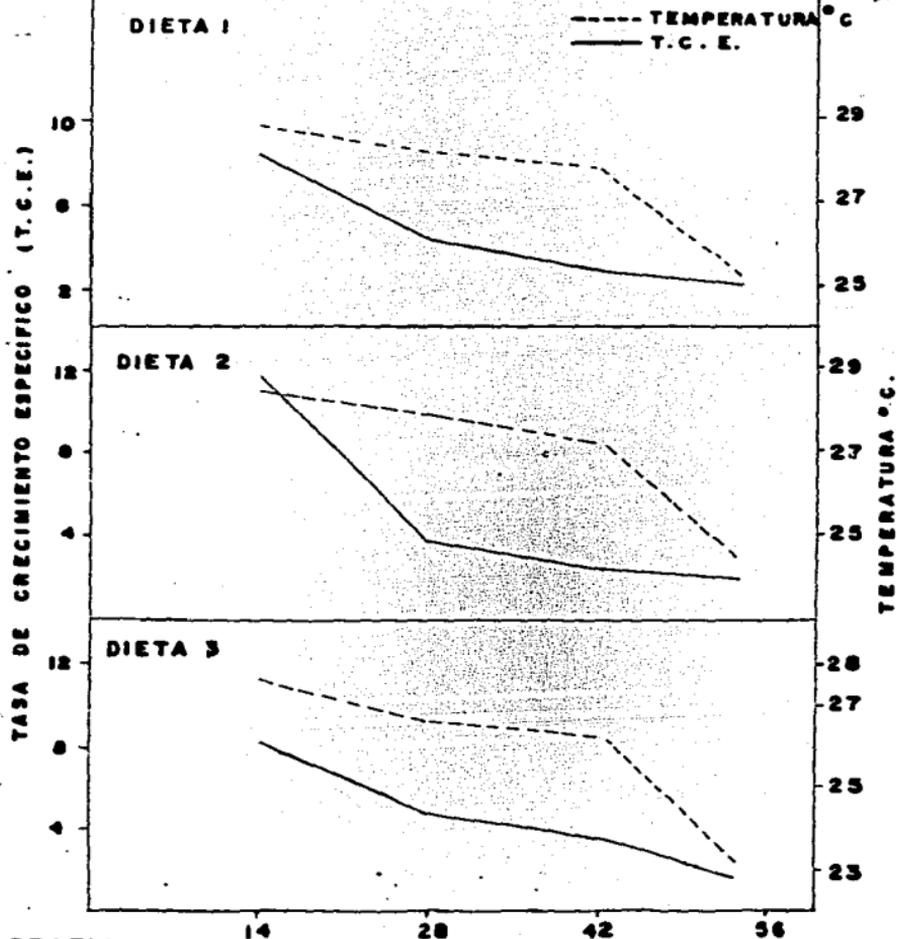
VARIACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS DURANTE
EL PERIODO EXPERIMENTAL

D I E T A	ESTANQUE	TEMPERATURA ° C		OXIGENO DISUELTO mg/l		DUREZA TOTAL mg/l CaCO ₃		DIOXIDO DE CARBONO mg/l	pH
		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		
1	4	22.5	27.8	6.39	7.71	36.0	46.0	0.0	7.0
	8	23.5	29.0	7.51	8.53	36.0	48.0	0.0	7.0
	10	24.5	28.7	7.61	10.04	38.0	40.0	0.0	7.0
2	3	23.5	27.7	6.59	7.10	37.0	46.0	0.0	7.0
	5	22.8	28.0	6.69	7.82	36.0	46.0	0.0	7.0
	9	21.8	27.7	7.21	9.99	36.0	52.0	0.0	7.0
3	1	20.5	25.6	5.88	8.73	34.0	42.0	0.0	7.0
	2	22.0	27.0	6.29	7.92	36.0	50.0	0.0	7.0
	6	22.0	26.7	7.1	10.35	34.0	46.0	0.0	7.0

TABLA 16

PARAMETROS FISICOQUIMICOS DETERMINADOS PARA LA TILAPIA, COMO OPTIMOS, POR DIFERENTES AUTORES

A U T O R	TEMPERATURA °C	OXIGENO (ppm)	pH	ALCALINIDAD (ppm)	DUREZA TOTAL (ppm)
HUET, (1983)	20 - 30	6	7	-	-
SEPECA (1986)	20 - 29	4-7	7-8	-	-
HEPHER (1985)	25 - 30	4-8	7	-	80 - 120
FONDEPESCA (1982)	20 - 30	4-6	7-8	75-175	-



GRAFICA 7

VARIACIONES DE LA TASA DE CRECIMIENTO ESPECIFICA Y LA TEMPERATURA A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

lores menores de temperatura correspondieron a los estanques asignados a la dieta 3. Los valores de crecimiento siempre fueron aproximadamente los mismos para las dietas 1 y 3.

5.10 Análisis económico.

En relación a los costos de producción de alimento y costos por alimentación, en la Tabla 17 se resumen los datos comparativos de las dietas experimentales.

TABLA 17

EVALUACION ECONOMICA COMPARTIVA DE LAS TRES DIETAS ADMINISTRADAS (DURANTE LOS 53 DIAS DEL ENSAYO)
 PARA EL MES DE NOVIEMBRE DE 1987

DIETA	ESTANQUE	PESO PROMEDIO FINAL (g)	CANTIDAD DE ALIMENTO (g)	COSTO DIETA (Kg)	COSTO POR ALIMENTACION (53 DIAS)
1	4	8.52	1383.15	336.07	464.9
	8	12.21	1469.21	336.07	493.75
	10	12.06	1808.09	336.07	607.63
TOTAL		10.93	4660.65	336.07	1566.3
2	3	17.55	1808.78	336.07	607.88
	5	14.33	1685.51	336.07	566.45
	9	12.26	1814.46	336.07	609.8
TOTAL		14.68	5308.75	336.07	1784.13
3	1	9.28	1311.83	449.37	589.49
	2	13.84	1806.54	449.37	811.79
	6	13.24	1345.98	449.37	604.83
TOTAL		12.12	4464.35	449.37	2006.11

6. DISCUSION

Aunque se han realizado varios trabajos sobre ensilado de pescado, se conoce poco en relación a los cambios químicos que ocurren durante el almacenaje y licuefacción del producto (Backhoff, 1976; Tatterson, 1982). Por lo cual en el presente trabajo se llevó a cabo un seguimiento de los cambios sufridos por el ensilado, manteniéndose en almacenaje durante 294 días.

Se utilizó una mezcla de un ácido mineral y uno orgánico, para asegurar una completa licuefacción del producto y evitar cualquier ataque bacteriano durante el almacenaje. Un ácido mineral tiene la ventaja de ser un ácido fuerte, relativamente barato y como resultado de su inclusión se obtiene un pH final de 2 unidades o menos (Edin, 1940 en Tacon et al., 1985). Por otra parte un ácido orgánico es más costoso pero tiene mejores propiedades antibacterianas y se obtienen ensilados con un pH más estable, de alrededor de 4 - 4.5 -- (Gildberg y Raa, 1977; Backhoff, 1976). Por lo que en el presente trabajo se utilizó una mezcla de ácidos orgánico e inorgánico y así obtener mejores propiedades preservativas del producto y que éste fuera lo más económico posible. No habiendo necesidad de neutralizar el producto ya que el pH obtenido durante el almacenaje fué estable 4.5 (Tabla 7).

La completa licuefacción del producto, inicialmente mantenido a temperatura ambiente, se alcanzó a los 20 días de almacenaje, ya que a temperaturas de 20 - 30°C la licuefacción ocurre rápidamente.

Durante la proteólisis, hasta un 90 % de las proteínas son desdobladas a -

pequeños péptidos de bajo peso molecular y aminoácidos libres (Tatterson et al., 1974; Mackie, 1982) y puesto que la temperatura no varía, la hidrólisis no se detiene (Gildberg y Raa, 1977).

El contenido de ácidos grasos libres también aumenta como resultado de la lipólisis, que es mayor durante los primeros días, este incremento está dado por la descomposición de los glicéridos durante el almacenaje (Tatterson, 1976).

Jackson (1984) afirma que la adición de antioxidante (ETQ a 250 ppm) -- inhibe la formación de peróxidos en el enlizado de pescado, no detectándose cambios oxidativos en la fracción lipídica durante 24 semanas de almacenaje del producto.

Como se muestra en la Tabla 8, hasta los 150 días no se presentaron problemas de oxidación y el enlizado pudo ser utilizado sin ningún riesgo, puesto que un índice de peróxidos de hasta 10 meq/Kg, corresponde a un aceite fresco (A.O.A.C., 1970). Pero a los 250 días se manifestó rancidez oxidativa, con un valor de 34 meq/Kg, corriendo el riesgo de tener problemas tóxicos en el alimento, puesto que una rancidez organoléptica se inicia con un índice de peróxidos entre 20 y 40 meq/Kg (A.O.A.C., 1970). Esto confirma lo establecido por autores como Mackie (1982), Tatterson y Windsor (1974), Backhoff (1976), ya que no recomiendan periodos de almacenaje excesivos, pues hay evidencias de que los lípidos son oxidados, proceso que se manifiesta con un cambio de color en el enlizado.

La oxidación en la fracción lipídica se ve propiciada por la alta concen -

tracción de humedad contenida en el ensilado de pescado (45.65 %). Puesto que un aceite de pescado está mejor almacenado en condiciones libres de humedad (Tatterson y Windsor, 1974).

En general la composición química del ensilado de pescado no sufrió grandes cambios, ya que el contenido de proteína siempre se mantuvo alrededor del 16 % y los lípidos en un 9 % (en base húmeda, Tabla 7). Estos valores son óptimos, comparándolos con los de otros autores como Tatterson y Windsor (1974), Mackle (1982), Backhoff (1976), que obtienen un rango de proteína de 14 - 17 % y lípidos de 4 - 12 % utilizando diferentes materiales frescos como materias primas para su elaboración. Encontrando además, que la composición química -- del ensilado de pescado es casi la misma que la del material fresco. Con estos valores se pueden preparar alimentos de buena calidad proteínica, pues los ensilados son un ingrediente aceptable en dietas, a pesar de su naturaleza -- húmeda (Jackson, 1984 11).

Las dietas 1 y 2 cuya fuente proteínica principal fue el ensilado de pescado (Tabla 9) no presentaron variaciones significativas en su composición -- química, durante el tiempo que fueron suministradas a los organismos; tampoco se detectó crecimiento bacteriano ni problemas de oxidación. Quedando de manifiesto que con los ensilados y una mezcla adecuada de harinas se pueden producir dietas satisfactorias (Jackson, 1984 11).

Las dietas experimentales fueron suministradas a los peces en forma húmeda (dietas 1 y 2) y en pellets (dieta 3). Al respecto, la literatura no es clara en lo referente al efecto de suministrar alimentos en forma húmeda o seca.

Originalmente los primeros alimentos formulados para peces fueron dietas húmedas, especialmente los salmónidos fueron alimentados con este tipo de dietas (Halver, 1972), y en Noruega se han tenido resultados satisfactorios en crecimiento de salmones alimentados con dietas húmedas (Edwards, 1978).

En el presente trabajo, los híbridos de tilapia mostraron una mejor aceptación por las dietas húmedas, situación que coincide con lo encontrado por Jackson (1984 11), quien demuestra que una dieta húmeda conteniendo ensilado de pescado es aceptada preferencialmente en comparación de un pellet seco (humedad menor de 12 %). De igual modo Crampton et al., (en Jackson 1984 11) encontraron diferencia significativa entre un alimento conteniendo 25 % de ensilado de pescado y una ración comercial seca, manifestándose en el crecimiento del salmón (Onchoryncus sp.).

Sin embargo, en el presente estudio no se encontró diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) en el crecimiento de los peces con las dietas suministradas, al término de los 53 días del experimento. No obstante, se considera que los alimentos elaborados a base de ensilado de pescado, suplementado con una mezcla de harinas, tienen ventajas sobre raciones comerciales en cuanto a menor costo y mejor aceptación del mismo por su presentación, particularmente en el caso de especies omnívoras, situación que coincide con lo encontrado por Zendejas (1983).

A pesar de no existir una diferencia significativa en el crecimiento registrado con las tres dietas administradas, se observó que los peces alimentados con la dieta 2 (ensilado mantenido a 10%) consumieron la mayor cantidad de - -

alimento, lo que se atribuye a la buena aceptación del mismo por su presentación y a una mayor demanda de alimento para el crecimiento superior de los peces, aunado a una mejor conservación de los nutrientes (aminoácidos, péptidos y ácidos grasos) resultante de las condiciones de almacenaje. Sin embargo, - el crecimiento de los organismos mantenidos con las dietas 1 y 3 a pesar de - ser más bajo que el presentado por los organismos de la dieta 2, se comportó de manera similar; lo que se vió reflejado en la tasa de crecimiento específico (T.C.E.); correspondiendo el mejor valor para los peces que consumieron la dieta 2 (5.08 % /dfa), seguida de 4.74 % /dfa para la dieta 3 y 4.51 % /dfa - para la dieta 1 (Tabla 10).

Desde el primer muestreo, los valores de crecimiento fueron elevados para las tres dietas, disminuyendo en los muestreos subsecuentes, ello debido a que la velocidad del crecimiento del pez es mayor en las primeras etapas de vida; además se observa una relación proporcional entre la temperatura y la tasa de crecimiento específico, por el efecto de la temperatura sobre el crecimiento.

Al realizar la regresión lineal del factor de conversión alimenticia contra el peso de la población, no se encontró una diferencia significativa para ninguna de las dietas, observándose claramente que los organismos que recibieron las dietas 1 y 2 tuvieron una mejor eficiencia en la transformación del alimento en carne, que los peces a los que se administró la dieta 3. Situación que igualmente se relaciona con la tasa de crecimiento específico, de los organismos mantenidos con la dieta 2, mismos que registraron el mayor peso y -- mostraron la mayor eficiencia en la conversión de alimento.

Jauncey (1982) alimentó a Oreochromis mossambicus, con diferentes niveles de proteína en la dieta, obteniendo una conversión alimenticia de 1.46 para la dieta con 40 % de proteína y 1.73 para la dieta con 32 % en proteína; mientras que en el presente estudio con las dietas 1 y 2 con 41.16 % de proteína (en base seca) y para la dieta 3, con 34.16 % de proteína (en base seca) se obtuvo un factor de conversión de alimento de 1.23, 1.26 y 1.21 respectivamente. Estos resultados son comparativamente menores, mostrando una mejor conversión del alimento, sin pasar por alto las diferencias intrínsecas a los sistemas de cultivo empleados en las evaluaciones, ya que Jauncey utilizó un sistema cerrado de agua clara, mientras que en este ensayo se usaron estanques semirústicos a cielo abierto.

Los valores del factor de conversión de alimento obtenidos en el presente ensayo (1.21 a 1.26) fueron similares a los que reporta Zendejas (1983) de 1.20 a 1.46, en ambos trabajos no se encontraron diferencias significativas entre dichos valores.

Jackson (1984 11) al evaluar dietas a base de ensilado de pescado en salmones, obtiene una conversión de alimento del rango de 1.55 a 1.74, valores ligeramente mayores (menos eficientes) que los obtenidos en el presente trabajo, con la apreciación de que se trata de especies diferentes, tanto en hábitos alimenticios, como en habitats.

Jauncey (1982) afirma que la tasa de eficiencia proteica decrece al aumentar el nivel de proteína en la dieta, lo que se comprueba en éste estudio - en donde el porcentaje de proteína para las dietas hechas a base de ensilado -

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

de pescado fué de 41.16 y para el alimento comercial fué de 34.16 (base seca) y sus respectivos valores de tasa de eficiencia protéica fueron 1.96, 1.9 y - 2.4. El índice de digestibilidad para las dietas hechas a base de ensilado de pescado fué alto, lo que redundó en un buen aprovechamiento del alimento por los peces.

Aunque no existieron diferencias significativas en los parámetros nutricionales (excepto T.E.P.), las dietas experimentales elaboradas a base de ensilado de pescado (dietas 1 y 2) tuvieron una calidad igual o mejor que el -- alimento comercial empleado.

Sin embargo los parámetros nutricionales de las 3 dietas se vieron ligeramente afectados al final del experimento, como resultado de la reproducción de los peces, dado que la tilapia es un organismo precoz, observándose crías de algunas hembras en los estanques, y cuando esto ocurre la hembra reduce su alimentación, y además canaliza toda la energía en la producción de huevo - - (Bardach, et al., 1986).

Es necesario optimizar los recursos con los que se cuenta para obtener un alimento de alta calidad protéica y accesible a todos los niveles, principalmente en países subdesarrollados en los que el problema de la alimentación es evidente, ya que alimentos con alto valor protéico son relativamente costosos y por ende poco accesible a nivel rural y/o familiar es por ello que en el -- presente estudio se plantea una opción para aprovechar los "desperdicios" de pescado ó pescados no aceptados para el consumo humano, canalizando esas fuentes protéicas hacia la elaboración de un alimento accesible y barato en zonas

donde no existe la facilidad de adquirir los alimentos comerciales ya sea por no existir fábricas de alimentos cercanas o bien porque al llegar a la granja alcanzan un precio muy elevado.

En la Tabla 17 se presenta la evaluación económica comparativa de las tres dietas administradas para el mes de noviembre de 1987. Para las dietas elaboradas con ensilado de pescado se tomaron en cuenta todos los ingredientes -- correspondientes a la mezcla ligante (Tabla 4) que formaron únicamente el -- 40 % del total de la dieta, además los ácidos usados en la hidrólisis y conservación del ensilado, así como el antioxidante empleado.

Al analizar el costo de producción de 1 Kg. de carne de pescado con las tres dietas evaluadas, se observa que la dieta 3 (ración comercial) fué la más costosa (25.21 %) en relación a la dieta 1 y 2 elaboradas con ensilado de pescado; y el diferencial de la dieta 2 en relación a la dieta 1 fué de 12.21 % más cara.

Es importante hacer notar que el factor de conversión de alimento es decisivo para la elección de un alimento, ya que no basta tan sólo analizar el precio por Kg. de alimento, sino lo que los organismos consumen eficientemente para transformarlo en un Kg de biomasa (producción de 1 Kg. de pescado), es decir, que se puede tener un alimento con un precio elevado por Kg., pero si su conversión alimenticia es óptima será más rentable, aún cuando se tenga otro alimento más económico por Kg., pero con una menor eficiencia alimenticia. Así en la Tabla 10 se puede ver, que el factor de conversión alimenticia para las tres dietas es bajo, no existiendo incluso diferencia significativa ($\alpha = 0.05$)

entre dichos valores.

En base a lo anterior se puede establecer que una dieta derivada de ensilado de pescado es un alimento de buena calidad nutricional y a un costo bajo.

7 CONCLUSIONES

El ensilado de pescado (sin mezcla de harinas) se puede conservar adecuadamente sin presentarse problemas de contaminación por gérmenes patógenos o por rancidez organoléptica, durante 190 días.

La calidad nutricional del ensilado de pescado es buena, obteniéndose un producto con 16 % de proteína y 9 % de lípidos (en base húmeda) siendo casi igual su composición que el material fresco.

En las dietas obtenidas a base del ensilado de pescado, no presenta gran variación química, ni crecimiento bacteriano, ni problemas de oxidación.

A pesar de que se hicieron los ajustes en el contenido de humedad, las dietas derivadas del ensilado de pescado (54.35 % en humedad) son mejor aceptadas que la dieta comercial (10.36 % en humedad).

Aunque no existió una diferencia significativa en la tasa de crecimiento de los organismos con las tres dietas administradas, los organismos de la dieta número dos siempre presentaron los mejores valores para el crecimiento - - (dieta 1:4.51 % / día, dieta 2:5.08 % / día y dieta 3:4.74 % / día), hasta el final del ensayo, que de continuar por más tiempo posiblemente hubiera mostrando una diferencia más tajante.

La eficiencia en la conversión de alimento es mejor para las dietas 1 y 2 que para la dieta 3 sin encontrar alguna diferencia significativa al 95 % - - (1.23, 1.26 y 1.21 respectivamente).

En cuanto a la tasa de eficiencia protéica se observan diferencias significativas de las dietas 1 y 2 con respecto a la dieta 3 (1.96, 1.9 y 2.4 en dicho orden).

La digestibilidad en las dietas elaboradas con ensilados de pescado son altas (99 %).

Los parámetros fisicoquímicos estuvieron dentro del rango requerido para el óptimo crecimiento de Oreochromis urolepis hornorum x Oreochromis mossambicus.

En cuanto a la rentabilidad, las dietas derivadas del ensilado de pescado (dietas 1 y 2) con respecto al alimento comercial (dieta 3) fueron 25.21 % más económicas, presentando los organismos a los que se administró dichas dietas - un mejor crecimiento, así como un eficiente aprovechamiento del alimento.

Por todo lo anterior, se presenta una alternativa importante para la elaboración de un alimento de alta calidad protéica y a un costo bajo y accesible para un buen desarrollo de la acuicultura.

TABLA A1

PESO PROMEDIO DE PECES (g) EN DIFERENTE TIEMPO

APENDICE 1

ESTANQUES Tiempo (días)	D I E T A									
	1			2			3			
	4	8	10	3	5	9	1	2	6	7
0	1.005	0.972	0.983	0.986	0.983	0.968	0.933	0.974	0.985	0.938
14	2.87	3.22	3.35	6.66	4.70	3.96	2.20	3.67	3.38	3.30
28	4.92	6.43	6.14	10.29	8.08	6.78	4.82	7.03	6.54	5.46
42	7.19	9.31	9.53	14.11	11.48	9.71	7.98	11.37	10.62	8.62
53	8.52	12.21	12.06	17.55	14.33	12.16	9.28	13.84	13.24	10.50

TABLA A2

ALIMENTO SUMINISTRADO EN BASE SECA (en g.)

ESTANQUES Nos. T. (días)	D I E T A									
	1			2			3			
	4	8	10	3	5	9	1	2	6	7
14	98.49	81.64	102.52	62.12	75.69	94.18	89.83	85.90	74.46	58.43
28	275.23	268.23	342.37	414.92	355.32	385.31	209.44	323.63	255.53	205.58
42	471.82	535.61	618.91	641.06	610.47	640.71	441.99	615.3	466.95	336.34
53	537.81	583.73	744.29	690.68	644.03	694.26	570.57	781.66	549.04	384.02
T O T A L	1383.35	1469.21	1808.09	1808.78	1685.51	1814.46	1311.83	1806.54	1345.98	984.38

TABLA A3

CONSUMO DE PROTEINA CRUDA (en g.)

ESTANQUES Nos. T. (días)	D I E T A									
	1			2			3			
	4	3	10	3	5	9	1	2	6	7
14	40.53	33.60	42.19	25.56	31.15	38.76	30.68	29.34	25.47	19.95
28	113.29	110.40	140.92	170.78	146.25	158.6	71.55	110.57	87.29	70.22
42	194.20	220.45	254.74	263.86	251.26	263.71	150.98	210.19	159.51	114.69
53	221.36	240.26	306.34	284.28	265.08	285.75	194.90	267.02	187.55	131.18
T O T A L	569.38	604.71	744.19	744.48	653.74	746.82	448.11	617.12	459.78	336.24

TABLA A4
STATIX, VERSION 2.1

ANALISIS DE VARIANZA CON UN CRITERIO DE CLASIFICACION

ARCHIVO: Tilapiat

FORMATO: (213,10X,F4.4)

VARIABLE INDICADORA.....	V2	Id	columnas	reg.	nombre
VARIABLE DE ANALISIS.....	V3		4 - 6	1	alimento
			17 - 20	1	raizpeso

FUENTE DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADO DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F
ENTRE GRUPOS	42.703	2	21.352	22.890
DENTRO DE GRUPOS	744.363	798	0.933	
T O T A L	787.067	800	0.984	

PROBABILIDAD ASOCIADA 0.00000081

LA HIPOTESIS SE RECHAZA

GRUPO	PROMEDIO	VARIANZA DE GRUPOS
DIETA 1	3.172	0.7544
DIETA 2	3.721	0.9950
DIETA 3	3.331	1.0459

TABLA A5
STATIX, VERSION 2.1
ANALISIS DE VARIANZA CON UN CRITERIO DE CLASIFICACION
 ARCHIVO: T11apfat
 FORMATO: (213,10X,F4.4)

VARIABLE INDICADORA	Id	columnas	reg.	nombre
VARIABLE DE ANALISIS.....	V1	1 - 3	1	taza
	V3	17 - 20	1	raizpeso
FUENTE DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F
ENTRE GRUPOS	113.832	8	14.229	16.739
DENTRO DE GRUPOS	673.234	792	0.850	
T O T A L	787.067	800	0.984	

PROBABILIDAD ASOCIADA 0.0000000

LA HIPOTESIS SE RECHAZA

GRUPO	PROMEDIO	VARIANZA DE GRUPOS
1)	2.991	0.8772
2)	3.591	1.1362
3)	4.049	1.1256
4)	2.722	0.5297
5)	3.701	0.8753
6)	3.510	0.8519
8)	3.377	0.7874
9)	3.414	0.8110
10)	3.416	0.6561

BIBLIOGRAFIA

- A.D.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) 1970. Official Methods of Analysis, 11th edition. W. Horowitz, P. Chichilo and. H. Reynold (Editors), Washington, D.C. 1015 pp.
- A.P.H.A. A.W.W.A. & W.P.C.F. (1971). Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. Washington, pp. 874.
- BACKHOFF, HP. (1976). Some chemical changes in fish silage. J. *Fd. Technol.*, 11, 353-363.
- BARDACH, J., RYTHER, J & MCLARNEY, W. (1986). Acuacultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor, S.A. México, D.F.
- COCHRAN, W.G. de GERTRUDE, H.C. (1965). Diseños experimentales aplicados. Ed. Trillas, México. pp. 661.
- CONNELL, J.J. (1980). Advances in fish science and technology. Papers presented at the jubilee conference of the Royal Torry Research Station Aberdeen, Scotland. 23-27.
- DISNEY, J.G., TATTERSON, I.M. & OLLEY, J. (1976). Recent developments in fish silage. In: Proceedings of the conference on handling processing and marketing of tropical fish. Tropical Products Institute, London, pp. 511-1976.
- DJAJASEWAKA, H. & DJAJADIREDJA, R. (1980). Fish silage as a feed for freshwater fish. In: Fish silage production and its use. Djakarta, 1979. Eds. Disney, J.G. and James, D. FAO. Fisheries Report No. 230, - pp. 105.
- EDWARDS, D. J. (1978). Salmon and trout farming in Norway. Published by fishing News Book limited, Farnham, Surrey England pp. 105-133.
- EDWARDS, D. & DISNEY, J. (1977). Fish Silage. Economic aspects of production and utilization. Tropical Products Institute, London, U.K. pp.79-83.
- EMERSON, J.D. de STOTO, M.A. (1983). Transforming data In: Hoaglin, D.C., Mosteller, F., Tukey, J.W. (eds). Understanding robust and exploratory data analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York 97-128 pp.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (F.A.O.) (1969). Fish culture bulletin. Doc. Tec. de Pesca. Rome, Italy.
- FURUKAWA and TSUKAHARA (1966). On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. Bull. *Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 32 (6), 502-508.

- GIDBERG, A. & RAA, J., (1977). Properties of a propionic acid/formic acid preserved silage of cod viscera. J. Sci. Food Agric., 28: 647-653.
- HALVER, J.E. (1972). Fish Nutrition. Ed. Academic Press, London. pp. 713.
- HARDY, R., SHEARER, K. & SPINELLI, J. (1984). The nutritional properties of - co-dried fish silage in rainbow trout (Salmo gairdneri) dry diets. Aquaculture, 38: 35-44.
- HEPHER, B. & PRUGININ, Y. (1984). Cultivo de peces comerciales. Ed. Limusa,-- México.
- HUET, M. (1983). Tratado de piscicultura. Ed. Mundí-Prensa, Madrid, España. - pp. 753.
- JACKSON, A.J., KERR, A.K. & COWEY, C.B. (1984). Fish silage as a dietary ingredient for salmon. I. Nutritional and storage characteristics. Aquaculture, 38: 211-220.
- JACKSON, A.J., KERR, A.K. & BULLOCK, A.M. (1984 11). Fish silage as a dietary ingredient for salmon. II. Preliminary growth findings and nutritional pathology. Aquaculture, 40: 283-291.
- JAUNCEY, K. (1982). The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapia (Oreochromis mossambicus). Aquaculture, 27: 43-54.
- JAUNCEY, K., TACON, A.G.J. & JACKSON, A.J. (1983). The quantitative essential amino acid requirements of Oreochromis (= Sarotherodon mossambicus). International symposium on tilapia in Aquaculture, Israel.
- JENSEN, J. & SCHMIDTSDORFF, W. (1977). Fish silage low fat and soluble fish protein products. in: Symposium on the production of fish meal; Szeczin, Poland. Int. Assoc. Fish Meal Manufacturers, Hertfordshire, U.K., pp. 23-36, 1977.
- MACKIE, I.M. (1982). General review of fish protein hydrolysates. Anim. Feed. Sci. Technol. 7: 113-124.
- MACKIE, I.M. BELL, J.G. & Cowey, C.B. (1985). Nutrition and feeding in fish. Academic Press Inc. London.
- PAOLOMO, M.G. y ARRIAGA, B.R. (1988). Atlas de ubicación de productos agropecuarios utilizables en la planificación y desarrollo de la acuicultura en México. Secretaría de Pesca. Dirección General de - - Acuicultura, México. pp. 103.
- REAY, P.J. (1979). Aquaculture studies in biology. No. 106 Ed. Edward. Arnold LTD., London.
- REYES, C.P. (1980). Diseño de experimentos aplicados: agronomía, biología, química, industrias, ciencias sociales, ciencias de la salud. México. Ed. Trillas pp. 344.

- SECRETARIA DE PESCA. (1986). Piscicultura de agua dulce. Dirección General de Acuicultura, México.
- SECRETARIA DE PESCA. (1982). Manual Técnico para el cultivo de tilapia. Dirección General de Planeación, México.
- SMITH, P. & ADAMSON, A.H. (1976). Pig feeding trials with white fish and herring liquid protein (fish silage) In: Proceedings of the Torry Research Station Symposium on Fish Silage, Aberdeen.
- STRØM, T. & EGGUM, B.O. (1981). Nutritional value of fish viscera silage. J. Sci. Food. Agric. 32: 115-120.
- SWINGLE, H. (1969). Methods of analysis for waters, organic water and bottom soils used in fisheries research. Auburn University.
- TATTERSON, I.N. and Windsor, H.L. (1974). Fish Silage. J. Sci. Fd. Agric. 25: 369-379.
- TATTERSON, I.N. and Wignall, J.C. (1976). Fish Silage. Process of Biochemistry. 11 (10): 17-19.
- TATTERSON, I.N. (1976). The preparation and storage of fish silage. In: Proceedings of the Torry Research Station Symposium on fish silage, Aberdeen, 1976.
- TATTERSON, I.N. (1982). Fish silage preparation, properties and uses. Animal Feed Sci. and Tech., 7: 153-159.
- ZENDEJAS, J. (1983). Evaluation of fish silage in the formulation of practical diets for tilapia (Oreochromis niloticus TREWAVAS). Institute of Aquaculture. University of Stirling, Scotland. For the degree of Master of Science. pp. 43.