

24/95



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGIA

INCORPORACION DE MEDIANOS DE PULIDO
DE ARROZ DESENGRASADO EN DIETAS PARA
CARPA BARRIGONA (Cyprinus carpio var. rubrofuscus)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A :

YARENI LAURA HERNANDEZ CARRILLO

FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1989



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

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCION	3
I.1 GENERALIDADES	6
I.1.1 DIAGNOSIS DE LA CARPA BARRIGONA (<u>Cyprinus</u> <u>carpio</u> var. <u>rubrofuscus</u>).....	6
I.1.2 GRANO DE ARROZ Y PULIDO DE ARROZ.....	19
II. OBJETIVOS.	30
III. MATERIALES	31
III.1 MATERIAS PRIMAS.....	31
III.2 EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO.....	31
III.3 ORGANISMOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS BIOLOGICAS	33
IV. METODOS.....	34
IV.1 PREPARACION DE LAS DIETAS	34
IV.2 PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD.....	44
IV.3 PRUEBAS BIOLOGICAS.....	48
IV.4 VARIABLES DETERMINADAS.....	52
V. RESULTADOS.....	55
VI. DISCUSION.....	93
VII. CONCLUSIONES.....	98
VIII. RECOMENDACIONES.....	100
IX. BIBLIOGRAFIA.....	102

RESUMEN.

INCORPORACION DE MEDIANOS DE PULIDO DE ARROZ DESENGRASADO EN DIETAS PARA CARPA BARRIGONA (Cyprinus carpio var. rubrofuscus).

En nuestro país así como en el mundo la alimentación es uno de los más grandes problemas a resolver, por lo que es de gran importancia buscar fuentes alternativas de alimentación o bien dar impulso a actividades como la acuicultura, con el fin de obtener proteína de muy buena calidad ; dentro de ésta el cultivo de peces es muy importante principalmente por que el precio de estos organismos es más bajo comparado con el de otros como el camarón o el langostino, lo que hace más accesible su consumo por la población en general. Por lo anterior es de gran interés realizar investigaciones sobre los requerimientos nutricionales de las diferentes especies cultivadas , con el fin de mejorar su alimentación y disminuir los costos de ésta, por medio del uso de los subproductos de la industria alimentaria, como es el caso del pulido de arroz. Con ésto el objetivo del presente trabajo fue el determinar si existía algún efecto en el crecimiento de Cyprinus carpio var. rubrofuscus por la incorporación de harina de pulido de arroz en su dieta, para lo cual se prepararon 5

dietas con diferente contenido de harina de pulido de arroz (5% , 10 % , 15 % , 20 % y un alimento blanco) todas ellas isoproteicas e isocalòricas, a todas se les realizò el análisis de fitatos, con el fin de conocer su contenido, asimismo se realizaron las pruebas de digestibilidad para todas ellas y finalmente se realizaron las pruebas biológicas, en las cuales se pudo comprobar, mediante un análisis estadístico multivariado, que aunque el contenido de fitatos y de fibra aumentaba, conforme se aumentaba el nivel de incorporación de harina de pulido de arroz, el crecimiento de los organismos no se afectò ya que no existieron diferencias significativas entre los diferentes lotes.

1. INTRODUCCION.

Uno de los más graves problemas al que se enfrenta nuestro país es el de la alimentación, debido a que día con día se incrementa la población en una forma desmesurada y al aumentar la demanda de alimentos, se provoca la escasez de los mismos y la desnutrición en la población.

Aproximadamente treinta y cinco millones de mexicanos no alcanzan a satisfacer los requerimientos mínimos nutricionales de 80 gramos de proteína y 2750 calorías diarios (Villalvazo J., 1987). Esto hace que sea de vital importancia incrementar la disponibilidad de alimentos para el consumo humano, ya bien impulsando el desarrollo de tecnologías que proporcionen fuentes alternativas de alimento; o bien apoyando aquellas a las que no se les ha dado la importancia necesaria como es el caso de la piscicultura, por medio de la cual es posible obtener alimento de buena calidad.

La FAO ha determinado que a finales de siglo se requerirán ciento trece mil toneladas de pescado de agua dulce, pero diversos estudios han demostrado que la captura será solo de cien mil, la diferencia existente confirma la necesidad de

desarrollar la piscicultura. Sin embargo, uno de los factores limitantes para su desarrollo es el alto costo de los alimentos balanceados (Medina G., 1982), que repercute en el valor total del producto. Dada la carencia de alimentos específicos para cada pez es necesario realizar investigaciones de tipo nutricional que permitan conocer los requerimientos de las diferentes especies cultivadas, para poder elaborar alimentos balanceados de buena calidad, en los cuales es posible utilizar diversos materiales de bajo costo (incluso los considerados actualmente como materiales de desecho), con el fin de disminuir su costo de producción.

Una de las posibles alternativas para elaborar dichos alimentos es la de utilizar los subproductos de la industria alimentaria, los cuales tienen un uso muy limitado que generalmente no es para alimentación animal. Estos subproductos pueden ser aprovechados para la alimentación de peces (Smith R., 1981; Viola S. and Co., 1982; Viola S. y Arieli., 1983), como en el caso de los residuos provenientes del beneficiado del arroz, dentro de los cuales el pulido de arroz posee un buen contenido de nutrientes (Benedito de Barber y Maquieira, 1977; Benedito de Barber y Martínez, 1981), pero su uso está limitado debido a su alto contenido en fibra, sílice, fitatos y a la rápida descomposición de sus ácidos grasos (Benedito de Barber C. y Tortosa, 1978).

1.1. GENERALIDADES.

1.1.1 DIAGNOSIS DE LA CARPA BARRIGONA (Cyprinus carpio var. rubrofuscus.)

La carpa es originaria de China, su introducción en México se realizó hace un siglo y actualmente su cultivo está ampliamente difundido, su consumo forma parte de la dieta de la población rural de muchas regiones del centro de la república. Puede encontrársele en diferentes ambientes como lagos, rios, lagunas y charcos temporaleros, entre otros (Pesca, 1986).

La carpa barrigona tiene una amplia distribución en el territorio nacional. Se le puede encontrar en el 80% de las aguas del país, disminuyendo su proporción en los estados del norte y sureste. Llega a alcanzar tallas de hasta 80 cm. y un peso de 10 a 15 Kg. Su aleta dorsal es muy alargada; estos organismos presentan labios muy gruesos con un par inferior de barbillas cortas y delgadas y un par superior con barbillas largas y gruesas. Carecen de dientes en la boca, sin embargo poseen dientes faríngeos. Son de color verde pardoso en el dorso, y blanco amarillento en el vientre, aunque también éste puede ser anaranjado, amarillo o blanco (Pesca, 1986).

Las carpas son peces de aguas templadas, requieren temperaturas de entre los 18 y 28° C, siendo 23° C la temperatura óptima para su crecimiento. Los requerimientos de oxígeno disuelto son bajos ya que van de 5 a 7 p.p.m. El pH óptimo para el desarrollo de las carpas se encuentra entre 7 y 8 (Pesca, 1986).

La carpa barrigona vive en aguas tranquilas, cerca del fondo, es un organismo omnívoro, con tendencias detritófagas (Balfour H. and Co., 1981). Cuando llegan a medir 10 cm. se alimentan de la fauna del fondo, extrayendo larvas de insectos, gusanos y moluscos, entre otros (Pesca, 1986).

Dentro de la acuicultura es ideal que los organismos se reproduzcan en cautiverio, la carpa barrigona tiene la capacidad de reproducirse en forma natural, esto sucede una vez al año cuando la temperatura se encuentra entre 20° y 25° C durante los meses de febrero y marzo; su reproducción también puede ser inducida, obteniendo la fertilización durante todo el año. Dentro de esta variedad los machos alcanzan su madurez sexual a los 12 meses y las hembras a los 2 años. Las hembras de aproximadamente 6 kilogramos son capaces de producir entre 700,000 y 1,000,000 de óvulos.

-Requerimientos Nutricionales de las Carpas.

Dentro de las necesidades nutricionales de la carpa se

Tabla 1

REQUERIMIENTOS DE PROTEINA EN PECES DE AGUA TEMPLADA.

Especies	Proteína de la dieta testigo.	Temperatura del agua °C	% de proteína
Carpa	Caseína	23	38
Anguila	Caseína, arginina y cistina	25	44.5
Besugo	Caseína	25	55

National Academy of Sciences, 1977.

Tabla 2.

NIVELES RECOMENDADOS DE PROTEINA PARA PECES.

Especies	% de proteína para:		
	alevines	juveniles	adultos
Carpa	43 - 47	37 - 42	28 - 32
Anguila	50 - 56	45 - 50	-----
Besugo	45 - 54	25 - 36	-----

National Academy of Sciences, 1977.

Tabla 3.

REQUERIMIENTOS DE AMINOACIDOS ESCENCIALES
PARA CARPAS

Aminoácidos.	g.de a.a/100 g. de muestra
Arginina	1.52
Isoleucina	0.92
Leucina	1.64
Metionina	0.64
Lisina	2.12
Histidina	0.56
Fenilalanina	1.16
Treonina	1.32
Triptofano	0.24
Valina	1.16
Treonina.	1.32

Cho C. , C.B. Cowey and Watanabe,1983 ; National Academy of Sciences,1977.

en niveles dietéticos de 0.5 al 1.0 % favorece una tasa normal de crecimiento (Lovell R., 1984). Los requerimientos en carpa de ácido linoleico y ácido linolenico presentan una relación 1:1, ya que al adicionar un 1 % de linolenato y un 1 % de linoleato en su dieta, se ha mejorado en gran medida el crecimiento de los organismos (Jauncey K., 1982 ; Cho C.Y. and Co., 1983). Por otro lado, al adicionar ácidos grasos del tipo ω_3 , como 22:6 ω_3 y ω_3 -HUFA se obtiene un buen crecimiento, así como un buen factor de conversión (Jauncey K., 1982).

Ácidos grasos en altos niveles en la dieta, pueden sufrir una oxidación rápida produciendo peróxidos y otros componentes tóxicos, sin embargo es importante aclarar que es necesario conservar este nutriente hasta cierto nivel (Benedito de Barber C. y Tortosa, 1978).

-Requerimientos de Carbohidratos.

Contrariamente a lo que sucede con los mamíferos, en los peces los carbohidratos no son la fuente principal de energía, ya que éstos utilizan preferentemente las proteínas y los lípidos para obtener su energía (National Academy of Sciences, 1977). Los peces requieren una menor cantidad de energía que los animales de sangre caliente, debido a que no tienen que mantener una

dieta. Los requerimientos de pirodoxina son de aproximadamente 15 mg./Kg de dieta, en cuanto al ácido pantoténico las carpas requieren aproximadamente 30 mg./Kg de dieta y los niveles de ácido ascórbico son de aproximadamente 40 mg./Kg de dieta (Jauncey K., 1982; Cho C.Y. and Co., 1983).

-Requerimientos de Minerales.

Los elementos inorgánicos son utilizados por los peces para dos funciones, la nutricional y la de osmorregulación entre los fluidos de sus tejidos y el agua. Existe dificultad para determinar los requerimientos de minerales de los peces, ya que no sólo los toman de su dieta, sino que también consumen los disueltos en el medio, (Jauncey K., 1982). Dada su importancia dentro del metabolismo de los peces, es necesario que se encuentren incluidos en la dieta en los niveles requeridos (Kirchgessner M. and Co. , 1986). En recientes estudios se ha demostrado que las carpas alimentadas con una dieta carente de minerales, presentaron síntomas de deficiencia como lordosis, disminución del tono muscular y reducción en el crecimiento, así como una reducción de la hemoglobina y hematocitos (Jauncey K., 1982).

Dentro de los elementos que tienen una mayor importancia en la dieta de los peces se encuentran el fósforo y el calcio ya que éstos se requieren para su crecimiento y metabolismo

óptimo. El calcio es utilizado en parte para llevar al cabo procesos fisiológicos y bioquímicos como contracción de los músculos, coagulación de la sangre, transmisión nerviosa y mantenimiento de la membrana celular. Ogino y Takeda en 1976 comprobaron que las carpas poseen la capacidad de absorber suficiente calcio del medio compensando así los niveles bajos en la dieta. En cuanto al fósforo, éste tiene funciones en el metabolismo de lípidos y carbohidratos (Jauncey K., 1982) . Las deficiencias en fósforo provocan deformación en la espina dorsal (lordosis), deformaciones de la cabeza y pobre eficiencia del alimento (Lovell R., 1984; Jauncey K., 1982). Un buen crecimiento en carpa se obtiene cuando las dietas contienen de 0.6 a 0.7 % de fósforo (Jauncey K., 1982).

Por lo que se refiere a otros minerales, se sabe que dietas deficientes en magnesio causan una disminución del apetito, una alta mortalidad, convulsiones e inactividad en carpas. Los requerimientos de este mineral son del 0.04 - 0.05 % de la dieta.

El hierro es otro mineral importante en la dieta de los peces ya que se encuentra involucrado en procesos respiratorios, incluyendo la actividad de óxido-reducción y el transporte de electrones, la carpa requiere 0.05 % de este mineral (National Academy of Sciences, 1977).

Otro mineral que requieren las carpas es el zinc, mismo que se encuentra involucrado en la síntesis de ácidos nucleicos, así como en la actividad de enzimas. Los requerimientos de este mineral son de 15 a 30 ppm en su dieta. Se ha observado que las dietas deficientes en zinc provocan mortandad, disminución en el apetito y en el crecimiento (Cho C.Y. and Co., 1983).

Los organismos juveniles requieren 3 mg. de cobre por kilogramo de dieta para tener un buen crecimiento.

Las deficiencias en manganeso provocan malformaciones en aletas y una curvatura anormal de la columna, dietas con niveles de 12 mg./Kg. de dieta, dan buenos resultados (Cho C.Y. and Co., 1983 ; Jauncey K., 1982).

-Digestibilidad.

Resulta de gran interés conocer en que medida son aprovechados los alimentos que se le proporcionan a los organismos, ya que el valor nutricional de una dieta depende de la capacidad de cada pez para digerirla y absorberla, por lo que la digestión de cada alimento, depende de sus características físicas y químicas, así como de la calidad y cantidad de enzimas gastrointestinales (National Academy of Science, 1977 ; Kirchgessner M. and Co., 1986).

La digestibilidad de los organismos puede ser medida de varias formas, ya sea "in vitro", utilizando para ello jugos digestivos completos, enzimas específicas o ácidos y álcalis, "in situ", que se realiza en el animal, introduciendo para ello bolsas de nylon o decadrón con una cierta porosidad específica en la cual se coloca el alimento a probar, o bien puede ser "in vivo", midiendo la desaparición en la excreta de un cierto porcentaje del alimento consumido; esto puede hacerse recogiendo directamente las heces y analizándolas o bien indirectamente utilizando marcadores o indicadores, que son sustancias con características específicas, tales, como ser completamente indigeribles y absorbibles, que tengan una velocidad uniforme a través del tracto digestivo y que su determinación por análisis químico sea sencilla (Fragoso M., 1986).

1.1.2. GRANO DE ARROZ Y PULIDO DE ARROZ.

Uno de los cereales que más se producen y consumen en el mundo es el arroz, llegando a ocupar el segundo lugar en importancia. El arroz se cultiva en casi todas las partes del mundo, tanto en zonas tropicales y subtropicales, como en zonas templadas, llegando a ser cultivado en zonas semiáridas con un buen sistema de riego. La producción mundial de arroz en promedio en una superficie de 142 842000 ha. tiene un rendimiento de 2566 Kg/ha. (SEP - Trillas 1985). En el beneficiado del arroz se obtienen subproductos como es el caso del pulido de arroz, el cual se genera en grandes cantidades y su uso es muy limitado. En México, en el año de 1981, se produjeron 651 947 toneladas de arroz, a partir de las cuales se puede estimar que se obtienen 71 714 toneladas de pulido de arroz, lo que representaría aproximadamente 9 322 toneladas de proteína potencialmente (Porcayo C., 1988).

Por otro lado, el grano de arroz se encuentra constituido por: casacarilla, testa, pericarpio (formado por epicarpio, mesocarpio y endocarpio), aleurona, endospermo y embrión (fig. 1). Cada uno de los anteriores constituyentes se encuentra compuesto de la siguiente manera:

La cascarrilla es rica en Silice y compuestos lignocelulósicos (lignina asociada con celulosa). El pericárpico por su parte se encuentra formado principalmente por celulosa. La testa es rica en lípidos y en ella se encuentran los pigmentos que dan su color al grano. La aleurona la constituyen proteínas y lípidos. El endospermo posee células con gránulos de almidón y en su periferia células ricas en proteínas. Finalmente, el embrión es rico en proteínas y lípidos (Yufera P. y Carrasco M., 1980).

- Pulido de Arroz.

La obtención del grano pulido, así como del pulido y salvado de arroz, se lleva al cabo separando primeramente aquellas partículas ajenas al grano de arroz, como son: piedras, pajas, y partículas metálicas entre otras, por medio de tamices, aspiradores de polvo, separadores de piedras y magnetos. A esta etapa se le llama "limpia".

Posteriormente se separa la cáscara por medio de fricción con discos de esmeril y de carburo de silice. Obteniéndose el arroz "cargó" o "moreno". Por último se lleva al cabo el blanqueo o molienda y la clasificación por tamaño de partícula. En el primero se separan las cubiertas exteriores de la cariósida y del germen. Se blanquea el grano ya sea por abrasión o por medio de una blanqueadora, la que pule el arroz por medio de fricción. Los materiales resultantes de estos pasos son : el arroz pulido, el salvado y el pulido de arroz (Yufera P. y Carrasco M. , 1980).

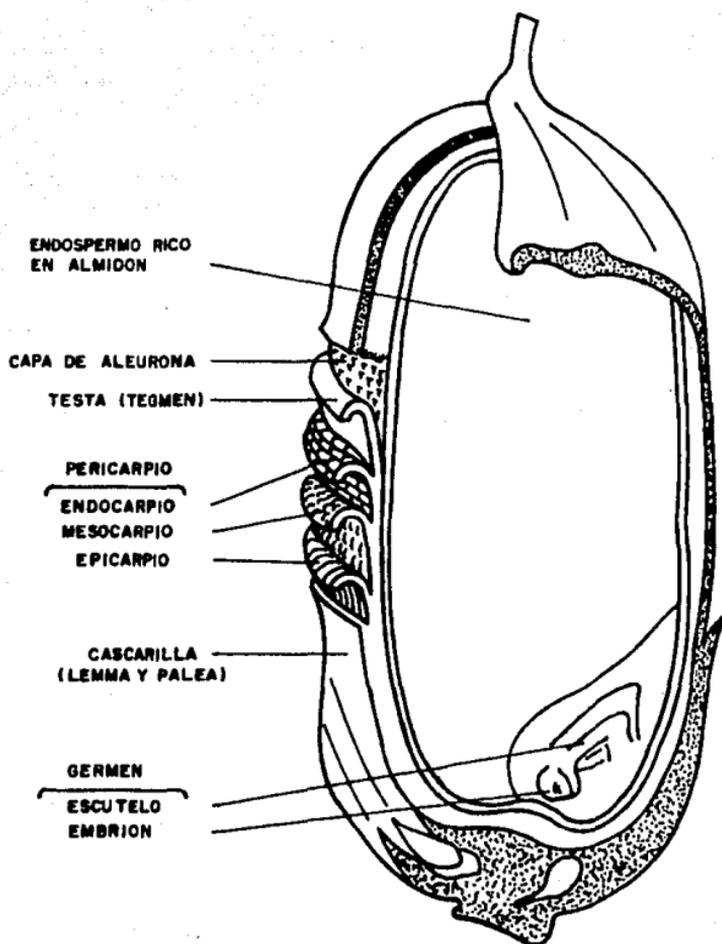


FIGURA 1 GRANO DE ARROZ

El pulido de arroz se encuentra formado por: parte de la cascavilla, el pericarpio, la testa, la aleurona, parte del endospermo y del germen. Posee un aspecto harinoso, suave al tacto y fibroso (Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978)

- Análisis Químico Proximal.

La composición química del pulido difiere dependiendo de la variedad, tipo de molienda, proporción del germen, así como procesos a los que se halla sometido el grano o el salvado, como pueden ser el sancochado o extracción de aceite, entre otros (Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978). El pulido de arroz contiene niveles de proteína que van del 12 al 16 % , tanto su contenido en lípidos como en fibra son altos, llegando hasta un 17 % y un 10 % respectivamente, su nivel en carbohidratos varía desde un 47 % hasta un 52 % y el de cenizas llega a ser de 10 % (Yufero P. y Carrasco M., 1980).

- Perfil de Aminoácidos.

En cuanto a los aminoácidos que posee el pulido de arroz, se ha visto que hay una gran variabilidad y esto es debido a la técnica utilizada para su obtención, así como a los factores antes citados, como variedad, tipo de molienda, proporción del germen y procesos a los que se halla sometido. El pulido de arroz posee un buen contenido de aminoácidos azufrados, por lo que

puede complementarse muy bien con los de soya (Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978).

Los aminoácidos que se encuentran en un mayor nivel dentro del pulido de arroz son el ácido glutámico (12.84 g. aa/ 16 g. de N), el ácido aspártico y la leucina con 7.62 y 6.96 g. aa/16 g. de N respectivamente y finalmente la arginina con un nivel de 6.50 g. de aa/16 g. de N. En cuanto a los aminoácidos limitantes del pulido de arroz se encuentran la lisina y la treonina (Tabla 4).

En lo que respecta a la composición de lípidos la cantidad de sus ácidos grasos varía grandemente, dependiendo de la variedad y técnica utilizada para la obtención del pulido, como se puede ver en la tabla 5, principalmente se encuentra el palmítico en una proporción de hasta un 20.5 %, los niveles de ácido linoléico llegan a ser del 40 % y para el oleico hasta de un 52.8 % (Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978 ; Yufera P. y Carrasco H., 1980).

Tabla 4.

COMPOSICION EN AMINOACIDOS DE LAS PROTEINAS DEL
PULIDO DE ARROZ.

AMINOACIDO	g. aa/16 g. N.	
	\bar{x}	σ
Ac. Aspártico	7.62	± 2.03
Ac. Glutámico	12.84	± 2.86
Alanina	5.67	± 1.22
Arginina	6.50	± 1.31
Cistina	1.63	± 0.52
Fenilalanina	4.47	± 0.83
Glicina	4.52	± 0.86
Histidina	2.11	± 0.57
Isoleucina	3.94	± 0.54
Leucina	6.96	± 1.44
Lisina	3.88	± 0.82
Metionina	2.22	± 0.36
Prolina	4.10	± 1.01
Serina	4.24	± 0.73
Tirosina	3.65	± 1.28
Treonina	3.06	± 0.69
Triptofano	1.70	± 0.51
Valina	5.45	± 0.45

 \bar{x} - Promedio σ - Desviación estandar.

Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978

La calidad de los lípidos del pulido de arroz es buena y esto se ve reflejado tanto en su utilización a nivel industrial, no sólo como aceite comestible, sino en forma de glicerina y jabón, como a nivel nutricional, ya que la calidad de sus ácidos grasos es buena (Pillaiyar P., 1981).

Tabla 5.
COMPOSICION DE LOS ACIDOS GRASOS EN EL
PULIDO DE ARROZ.

Acido graso	Contenido (g/100g ac.grasos totales)
Mirístico	0.1-0.4
Palmitico	12.3-20.5
Palmitoleico	0.1-0.2
Estearico	1.1-3.0
Oleico	37.1-40.7
Linoleico	27.0-40.7
Linolenico	0.5-2.3
Araquídico	0.3-0.7

Benedito de Barber y Tortosa E., 1978

- Contenido de Carbohidratos.

Por lo que se refiere a los carbohidratos del pulido de arroz, éste llega a contener un 7.9 % de celulosa y un 56.4 % de

almidón. En cuanto al nivel de fibra, éste puede ser de hasta un 25 % , el nivel de fibra neutro detergente (F.N.D.) se encuentra entre un 30 y un 44 % . (Pillaiyar P., 1981 ; Benedito de Barber y Martinez, 1981).

- Vitaminas.

Las vitaminas presentes en este subproducto del arroz son la E y la B. Conteniendo una cantidad menor de vitaminas del grupo A y careciendo de vitamina C y D. Dentro de las vitaminas que se encuentran en niveles más altos dentro del pulido de arroz se encuentra la niacina con valores de hasta 590 gammas / g. de pulido, vitamina A presenta niveles de 104 gammas / g. de pulido y tocoferoles el nivel es de 149 gammas/g de pulido (Tabla 6) (Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978; Pillaiyar P., 1981).

Tabla 6.

CONTENIDO EN VITAMINAS DEL PULIDO DE ARROZ.

Vitamina	Contenido (gammas/ g. pulido)*
Acido Fólico	0.50 - 1.46
Acido P.aminobenzóico	0.75
Acido pantoténico	27.70 - 71.30
Biotina	0.16 - 0.60
Colina	1.27 - 1.70
Inositol	4.62 - 9.27
Niacina (Acido nicotínico)	236.0 - 590.0
Pirodoxina	10.3 - 32.1
Riboflavina	1.7 - 3.4
Tiamina	10.1 - 27.9
Vitamina A (Carotenos)	104.20
Vitamina B12	0.005
Vitamina E (Tocoferoles)	149.2

* Base seca

Benedicto de Barber y Tortosa E. 1978.

- Minerales.

De los elementos minerales que se encuentran en el pulido de arroz, el fósforo es el más abundante (1.48 - 2.87 g./100 g. de muestra) y de éste el 90 %, se encuentra en forma de fitatos. (Benedito de Barber C. y Tortosa E. , 1978). Estos compuestos se encuentran en una gran cantidad de cereales y semillas de oleaginosas. Genéricamente se les conoce como sustancias antinutricionales , las cuales provocan inhibición del crecimiento, de la digestibilidad de proteínas, y de la disponibilidad de minerales debido a su alto potencial quelante (Graf E., 1983; Toma B. y Curtis J., 1986; Benedito de Barber C. y Tortosa E. , 1978). Dentro de los cereales se encuentran aproximadamente entre el 1 y 3 % del peso total de los mismos. El fósforo que se encuentra presente en el pulido de arroz, así como el de la mayoría de los cereales, prácticamente no puede ser aprovechado por los organismos que lo consumen (Toma B. y Curtis J. , 1986) . Asimismo, los fitatos poseen un alto potencial quelante, afectan la disponibilidad y por ende la absorción de otros micronutrientes, como son Zinc, Calcio, Cobre, Magnesio, Manganeso y Fierro entre otros (Toma B. y Curtis J., 1986 ; Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978).

Otros problemas que hacen que se vea frenado el uso del

pulido del arroz es la inestabilidad por el deterioro gradual y rápido de sus ácidos grasos, desde que se obtiene, originado por una actividad enzimática intensa, así como su contenido en fibra y sílice, causas de su baja digestibilidad. Para tratar de evitar los efectos adversos de estos factores se han utilizado métodos de estabilización hidrotérmica que inhiben a las lipasas, lipoxidasas y peroxidasas, lográndose además una disminución en el nivel de los fitatos o bien se ha disminuido la cantidad de aceites por medio de una extracción con disolventes como hexano y éter entre otros (Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978; Benedito de Barber y Martínez, 1981).

Se ha demostrado que el pulido de arroz puede ser utilizado como un ingrediente para la alimentación de peces, así Pillaiyar en 1981 menciona que este subproducto dió excelentes resultados al ser incorporado en alimentos para pollos y en peces los resultados también fueron buenos. La utilización del pulido de arroz en piensos para peces es objeto de atención creciente, y se ha llegado a considerar que puede ser incorporado hasta en un 40 % (Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978).

II. OBJETIVO.

Determinar si existe algún efecto en los parámetros de crecimiento de Cyprinus carpio var. rubrofascus por un incremento en el nivel de medianos de pulido de arroz .

III. MATERIALES.

III.1 MATERIAS PRIMAS.

Para la elaboración de las cinco diferentes dietas se utilizó: Harina de pulido de arroz obtenida de la cosecha del año de 1986 del estado de Morelos, mantenida en refrigeración a 4° C. , así como harinas de: pescado, pasta de soya, arroz y sangre, esta última se le sometió a un estudio bacteriológico antes de iniciar el trabajo experimental, con lo cual se pudo comprobar que la harina se encontraba en condiciones de ser utilizada para elaborar las dietas sin afectar a los organismos.

Las vitaminas y los minerales se suministraron como premezclas, a cada uno de los alimentos.

Como aportador de grasa se empleó aceite de soya, también se adicionó una premezcla de antioxidantes a cada uno de los alimentos, misma que constó de butil-hidroxi-anizol, butil hidroxil-toluen y ácido cítrico (BHA, BHT y AC).

III.2 EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO.

El material utilizado para la obtención de los medianos de la harina de pulido de arroz fue:

- Equipo Soxhlet con capacidad para 1Kg.
- Estufa de tiro forzado
Aparatos eléctricos para bacteriología y química.
- Criba Eléctrica.
Portable Sieve Shaker
Mallas de 40 y 180 (hilos por pulgada).

Para la elaboración del alimento se utilizó:

- Molino de martillos
Mexicana S.A.
- Batidora
G.S. Blakeslee y Co.
- Molino de carne
Sanitary Scale S.A.

El equipo para realizar los análisis químico proximal:

- Equipo Soxhlet
Lab-line Instruments Inc. Designers and Manufactures
- Mufia
Constructora de Aparatos Industriales S.A (CAISA México).
- Estufa de vacío
Hydor Therme Pennsauken U.S.A.
- Kjeltec System 1002-002 Distilling Degestion.
- Kjeltec Tecator Kjeltec
Sistema Completa de digestión (No. 1009-001)
- Balanza Analítica Sauter
Tipo 404/3

El equipo utilizado para las pruebas de digestibilidad:

- Mufia
Jelrus
- Centrífuga
Du pont instruments
Rotor ss-34
- Espectrofotómetro
Baush y Lomb.

Para el análisis de fitatos se utilizó :

-Ultracentrifuga
Beckman
Rotor 42.5

-Cromatógrafo de líquidos

Para los análisis de ácidos grasos:

-Cromatógrafo de gases

Para el análisis de aminoácidos

-Autoanalizador de Aminoácidos.

-Balanza OHAUS
Dial-C-gran
Capacidad 2610 gramos.

-15 acuarios con capacidad de 30 litros.

-Aeradores y filtros de agua.

-Estanque de fibra de vidrio con capacidad de 200 litros.

III.3. ORGANISMOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS BIOLÓGICAS.

Se utilizaron 225 carpas (*Cyprinus carpio var. rubrofuscus*) con un peso aproximado de 0.7 gramos, para las pruebas de digestibilidad se utilizaron 20 carpas de la misma especie con un peso aproximado de 100 gramos, las cuales fueron donadas por el centro piscícola de Tezontepec de Aldama del estado de Hidalgo, de la Secretaría de Pesca.

Las pruebas biológicas y de digestibilidad fueron realizadas en el laboratorio de Ecología Marina de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

IV. METODOS.

IV.1 PREPARACION DE LAS DIETAS.

-Tratamiento y Obtención de las Fracciones de la Harina de Pulido de Arroz.

Con el fin de obtener una fracción de pulido de arroz e incorporarla a las dietas a elaborar, se llevó al cabo el tratamiento del mismo (Porcayo C., 1988) con la finalidad de evitar posibles problemas por la ingesta de la grasa enranciada, para ello se procedió a desengrasar parcialmente el pulido de arroz. Se empleó un extractor tipo Soxhlet con capacidad de 700 g. de material de trabajo , utilizando hexano como disolvente . El procedimiento se repitió consecutivamente hasta la obtención de 9.6 Kg. de material con bajo contenido de grasa.

Posteriormente el pulido de arroz desengrasado se colocó en una campana de extracción, con el fin de evaporar la mayor parte del disolvente, para finalmente secarlo en una estufa de tiro forzado, con el objeto de eliminar completamente el disolvente.

Con el fin de obtener 3 fracciones, cada una con diferente contenido de nutrientes (Porcayo C., 1988) y elegir la fracción que tuviera las características necesarias para ser incorporada al alimento de los organismos, se cribó el pulido de arroz, para ello se emplearon 2 mallas, 40 y 180 hilos por pulgada. Midiéndose el rendimiento de cada una de las fracciones, por medio de el pesado de las mismas.

- Análisis Químico Proximal de los Ingredientes.

Tanto para elegir cual de las tres fracciones de harina de pulido de arroz era la más adecuada para ser incorporada en las dietas, como para determinar el contenido de nutrientes de los demás ingredientes y así poder elaborar las diferentes dietas, se realizó el análisis químico proximal según A.O.A.C., 1977.

La determinación del contenido de humedad de cada muestra se realizó por medio de la pérdida de secado, para lo cual se utilizó una estufa de vacío a una temperatura de 80° C. por 24 horas.

La determinación cuantitativa de proteína se realizó por micro-kjeldall.

El contenido de lípidos se llevo al cabo por extracciones en equipo soxhlet con éter de petróleo como disolvente.

El nivel de fibra cruda (F.C.) se determinó por medio de una digestión ácida y una alcalina ; la fibra neutro detergente (F.N.D.), utilizando un detergente neutro y una solución de amilasa (A.O.A.C., 1977 ; Sosa de Pro, 1981). Cada una de las determinaciones se realizó por triplicado para cada muestra.

Por lo que se refiere al análisis químico proximal de las tres fracciones de harina de pulido de arroz, la fracción que resultó ser más conveniente para ser incorporada en las dietas fue aquella que se retuvo en la malla 180.

Para conocer la calidad protéica de cada uno de los ingredientes, confirmar los valores calculados y así poder elaborar los alimentos se tomó en cuenta el análisis realizado a cada uno de de los ingredientes a emplear (tabla 7).

Con el fin de obtener un tamaño de partícula similar en todas las harinas para obtener una mezcla homogénea al elaborar cada uno de los alimentos, éstas se molieron en un molino de martillos con una malla de 40 hilos/pulgada, el tamaño de partícula de todos los ingredientes fue de aproximadamente 0.42 mm.

Table 7.

COMPOSICION DE AMINOACIDOS DE LOS INGREDIENTES.

Aminoácido	harina de pescado %	harina de sangre. %	harina de p. de soya. %	harina de arroz. %	harina de p.de arroz. %
Arginina	2.34	1.07	2.90	0.67	0.85
Histidina	1.07	1.60	1.02	0.20	0.56
Isoleucina	2.25	1.09	2.07	0.34	0.35
Leucina	4.35	5.73	3.29	0.70	0.65
Metionina	3.11	0.12	0.52	0.21	0.14
Fenilalanina	2.29	3.07	2.12	0.45	0.36
Treonina	2.35	2.56	1.66	0.35	0.57
Lisina	3.11	1.99	2.62	0.32	0.57
Aspartico	5.39	5.60	--	0.91	1.22
Serina	2.36	3.20	--	0.45	0.55
Valina	2.21	3.46	2.06	0.49	0.45
Tirosina	2.07	1.44	1.27	0.28	0.39
Alanina	3.84	3.55	--	0.52	1.02

- Formulación de Dietas.

Los criterios seleccionados para formular las dietas fueron los siguientes:

a) Realizar todas las dietas con el mismo nivel de proteína, para lo cual se tomó en cuenta el nivel que se proporciona en una dieta comercial.

b) Cubrir los requerimientos de aminoácidos limitantes de la especie (Cyprinus carpio var. rubrofuscus), como son: histidina, isoleucina, leucina y valina.

c) Cubrir el nivel de energía con 3600 Kcal., mismo que requiere Cyprinus carpio var. rubrofuscus.

La formulación de las dietas se realizó utilizando un sistema de ecuaciones simultáneas tomando como criterios que las dietas fueran isoprotéicas e isocalóricas (30 % de proteína y 3600 Kcal).

El sistema de ecuaciones utilizado para la elaboración de las dietas es el siguiente:

$$R = A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 \dots + A_nX_n$$

En donde la función objetivo es!

A_n = Cantidad de materias primas.

X_n = Composición de aminoácidos de cada ingrediente.

Siendo:

$$\begin{aligned} & a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3 + \dots + a_nb_n \\ & a_{11}b_{11} + a_{12}b_{12} + a_{13}b_{13} + \dots + a_{1n}b_{1n} \\ & a_{21}b_{21} + a_{22}b_{22} + a_{23}b_{23} + \dots + a_{2n}b_{2n} \end{aligned}$$

a_i = Composición de cada ingrediente

b_i = requerimiento del pez

Las restricciones fueron requerimientos de aminoácidos y energía así como nivel de medianos de pulido de arroz; M.P.D.A. (0, 5, 10, 15 y 20 %).

Se formuló solo la dieta testigo y la incorporación de M.P. D.A. para las 4 dietas problema, se realizó por ajuste de los demás ingredientes, dado que el pulido posee un valor alto de carbohidratos y el nivel de energía aumentaba demasiado.

Se elaboraron 5 dietas, todas con un diferente nivel de incorporación de medianos de pulido de arroz (M.P.D.A.). Este nivel era de 0 % para la dieta utilizada como testigo y se aumentó desde un 5 % hasta un 20 % para las otras cuatro dietas. Así en la dieta 1 el nivel fue del 5 %, para la dieta 2 fue del 10 % , en la dieta 3 y en la 4 el nivel fue del 15 y el 20 % respectivamente.

-Preparación de las Dietas.

Para cada una de las dietas se pesaron los diferentes ingredientes en las proporciones requeridas y se homogenizaron las premezclas de vitaminas y minerales a adicionar en cada una de ellas, para posteriormente mezclar estos ingredientes en seco durante 30 minutos, al término de los cuales se les adicionó aceite de soya con una mezcla de antioxidantes, necesario para cubrir el nivel de enreña calculado requerido. Concluido lo anterior, se adicionó agua caliente a cada dieta con la finalidad de gelatinizar el almidón, obtener la humedad requerida para moldear los alimentos, y darle un tratamiento hidrotérmico con el fin de reducir la cantidad de fitatos presente (Tanqenjaja B. and Co., 1981). Las dietas se hicieron en forma de cilindros, empleando para ello una jeringa con un diámetro de 1 mm. , esto con la finalidad de obtener cilindros muy delgados, mismos que pudieran consumir los organismos, ya que su orificio bucal era muy pequeño.

Los cilindros fueron secados en una estufa de tiro forzado a una temperatura de 55° C.

-Análisis Químico Proximal de las Dietas.

Para comprobar que todas las dietas eran tanto isocalóricas como isoprotéicas, se tomó una muestra de cada una

de ellas y se les realizó el análisis químico proximal según A.O.A.C. ,1977, efectuándolo por triplicado.

-Análisis de Fitatos.

Debido a que uno de los problemas que presenta el pulido de arroz, para poder ser utilizado como ingrediente para alimentos, es su alto contenido de fitatos, se decidió realizarle un tratamiento térmico, con el fin de disminuir la cantidad de éstos (Tangendjaja B. and Co., 1981), para lo cual, el pulido de arroz se colocó en una estufa de tiro forzado a una temperatura de 60° C por 12 horas.

La cuantificación del contenido de fitatos se realizó para tres de los ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas, mismos que son harinas de cereales y que por lo tanto presentan un alto contenido en fitatos; harina de pasta de soya, harina de arroz y la fracción de pulido de arroz retenida en la malla 180 (M.P.D.A.). Asimismo se realizó el análisis de fitatos para la harina de pulido de arroz íntegro desengrasada, a las dos fracciones de harina de pulido de arroz que no fueron utilizadas en la elaboración de los alimentos y a las muestras de las cinco dietas elaboradas. El análisis de fitatos se hizo por medio de cromatografía de líquidos de alta eficiencia (H.P.L.C.) ya que este es un método rápido y muy sensible.

Las muestras antes de ser analizadas en el cromatógrafo de líquidos se prepararon de la siguiente manera:

Se tomó un gramo de muestra, mismo al que se le agregó 20 ml. de ácido tricloroacético al 3 %, manteniéndolo a 60° C durante 30 minutos, inmediatamente después el sobrenadante se centrifugó durante 20 minutos a 40 000 g a una temperatura de 4° C, para evitar su alteración, posteriormente el sobrenadante se filtró y se tomó una alícuota de 25 μ l misma que fue inyectada a la columna del cromatógrafo.

-Curva Patrón

Previamente se realizó la curva patrón, para lo cual se utilizó una alícuota de 5 μ l de una solución de inositol al 1 % y una alícuota de 10 μ l de una solución de ácido fólico al 0.5 % éstas fueron mezcladas e inyectadas a la columna del cromatógrafo (Tangendjaja B. and Co., 1980).

-Análisis de Aminoácidos y Ácidos Grasos.

Con el objeto de comparar la calidad de las diferentes dietas formuladas se realizó tanto el análisis de aminoácidos como el de ácidos grasos.

La cuantificación de aminoácidos se realizó para las dietas blanco y la que contenía 20 % de pulido de arroz. El análisis no fue practicado a todas las dietas, debido al alto

costo del análisis, éste se realizó solo en las dos dietas extremas, asumiendo que las demás tendrían un contenido similar a éstas, de acuerdo a lo calculado.

Por lo que se refiere a los análisis de ácidos grasos éste se realizó por cromatografía de gases a cada uno de los alimentos.

IV.2 PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD.

-Preparación de los alimentos para las pruebas de digestibilidad.

Para realizar las pruebas de digestibilidad se decidió trabajar con una técnica "in vivo" indirecta, ya que los resultados obtenidos por ésta se asemejan a la digestibilidad real de los organismos. Para llevarlas al cabo se utilizó el óxido de cromo ($Cr_2 O_3$) como indicador, ya que estudios anteriores demostraron que éste es el indicador más conveniente para ser utilizado en pruebas de digestibilidad (Kirchgessner M. and Co., 1986 ; Tacón y Rodríguez, 1984).

Para la preparación de los alimentos se tomó una muestra de 10 g de cada uno de éstos, misma que fue molida utilizando una malla de 180, a cada una de ellas se le adicionó una mezcla de óxido de cromo y harina de trigo en una relación de 1:1 en un nivel del 2 % .

Asimismo se elaboraron 250 g. de alimento blanco (alimento sin M.P.D.A.) con marcador, al mismo porcentaje que

se le dió a los organismos una semana antes de iniciar las pruebas, con la finalidad de saturar de marcador, el aparato digestivo de los animales.

-Desarrollo del Experimento de digestibilidad.

En las pruebas de digestibilidad se utilizaron 20 carpas barrigonas (Cyprinus carpio var. rubrofuscus) con un peso aproximado de 100 a 200 g. a éstas se les tuvo primeramente en una etapa de adaptación por 15 días. Una semana antes de correr el experimento se alimentó a los organismos con la dieta testigo (0 % de M.P.D.A.) con marcador, con el objeto de reducir el error por efecto de saturación con marcador.

Los alimentos con y sin marcador se dieron en un nivel del 1 % del peso de los organismos, seleccionando al azar cuatro para cada alimento, con el objeto de realizar la prueba por duplicado.

Para anestésiar a los organismos se colocó cada uno de ellos en una solución de eter etílico con agua en una relación 10:1, de 5 a 10 minutos. Posteriormente se les introdujo el alimento, con y sin marcador a través de una cánula, hasta el estómago, para finalmente coserles el ano con el propósito de evitar que defecaran. Una vez realizado esto, los peces se colocaron en el acuario correspondiente, mismos que fueron previamente marcados con el tipo de alimento probado,

12 horas después se sacrificaron los animales y se les extrajo el intestino, obteniéndose de éste las heces para ser analizadas.

-Digestibilidad.

Debido a que la técnica de digestibilidad utilizada se basa en determinar la proporción relativa del marcador con la del nutriente dado en el alimento y su proporción en la heces, se realizó el análisis cuantitativo tanto en los alimentos con marcador ($Cr_2 O_3$) como en las heces, con su respectivo testigo (Fragoso M., 1986). Primeramente se pesó el contenido de heces de cada uno de los peces, mismos que posteriormente se secaron en una estufa de vacío a $60^\circ C$ por 24 horas, para finalmente pesarlas y así conocer el contenido de materia seca total. Inmediatamente después se realizó el análisis de óxido de cromo contenido en la muestras, utilizando para ello una técnica colorimétrica (Tejada de Hernández I., 1983), en la que las muestras se incineraron (tanto alimentos como heces) en una mufla a una temperatura de $450^\circ C$ durante 12 horas aproximadamente, posterior a esto se les agregó una mezcla digestora compuesta por molibdato de sodio (10 g.), ácido sulfúrico (150 ml.), ácido perclórico (200 ml.) y agua destilada (150 ml.) y se calentó a $100 C$ durante 30 minutos, para posteriormente aforar a 200 ml., de esta solución se tomó una alícuota de 10 ml. misma que se centrifugó a 700 G y finalmente se leyó en un espectofotómetro a 440 nm.

Los valores de digestibilidad se determinaron utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Digestibilidad} = 100 - \left(100 \times \frac{\% \text{ de marcador alimento}}{\% \text{ de marcador heces}} \times \frac{\% \text{ nutriente heces}}{\% \text{ nutriente alimento}} \right)$$

Previamente se preparó la curva patrón utilizando niveles de óxido de cromo de 5, 20, 35, 50 y 60 mg., siguiendo el mismo procedimiento que para los alimentos y heces (Tejada de Hernández I., 1983).

IV.3 PRUEBAS BIOLÓGICAS.

- Condiciones de Mantenimiento.

Con el propósito de evitar infecciones en los organismos, se les dió un tratamiento con verde de malaquita y permanganato de potasio al 1 %, antes de iniciar el experimento y durante el mismo.

El agua utilizada en el experimento previamente declorada, se reemplazó diariamente en una tercera parte y cada quince días en forma total.

Por otro lado, los acuarios fueron tapados con una tela plástica transparente, para evitar infecciones en los organismos.

Durante todo el experimento se registró la temperatura manteniéndose constante entre 22 y 23° C, el periodo de luz .obscuridad fué de 12 horas - 12 horas, el pH del agua fué de aproximadamente 8 para todos los acuarios.

- Distribución del Alimento.

Para la evaluación biológica de los alimentos se utilizaron 225 carpas barrigonas (*Cyprinus carpio* var. *rubrefuscus*) con peso aproximado de 0.7 g.

Se colocaron 15 organismos en cada acuario, mismos que tenían una capacidad de 30 litros. Cada uno de éstos se encontraba provisto con un aereador y un filtro de carbón activado y fibras plásticas. En cada acuario se colocaron 15 peces con un peso similar; lo anterior con el fin de evitar la competencia, los cuales se mantuvieron en una etapa de aclimatación, durante 15 días, suministrándoles el alimento testigo. Posteriormente, el experimento se realizó por triplicado con un duración de dos meses.

- Alimentación y Recolección del Alimento Residual.

El nivel de alimentación fue del 5 % del peso total de los organismos de cada pecera, los alimentos fueron proporcionados poco a poco con un intervalo de 15 minutos, para así procurar que todos los organismos comieran y que se aprovechara mejor el alimento, con la misma finalidad estos se dieron dos veces al día procurando que siempre fuera a la misma hora (9:30 y 18:00 hrs.). Esto se realizó diariamente durante dos meses. Los alimentos fueron triturados para que los organismos los pudieran consumir.

El alimento residual junto con las heces se colectó diariamente, esto se realizó en la mañana, antes de alimentar a los organismos, para ello se utilizó una manguera a manera de sifón. Para cada acuario los residuos se colectaron en un recipiente del cual se separaban las heces. Los residuos del

alimento de cada pecera eran secados en una estufa de vacío a 60° C, y cada uno era pesado con el fin de conocer la cantidad de alimento consumido por los organismos.

- Biométrías.

Los organismos fueron pesados y medidos durante el transcurso del experimento cada 15 días, estos datos fueron promediados y utilizados para determinar las diferentes variables de crecimiento. Para evitar lastimarlos en el momento de pesarlos y medirlos, se utilizó una red.

- Análisis de los Organismos.

Transcurridos los 60 días de experimentación, los organismos de cada lote fueron sacrificados con el propósito de conocer el contenido de nutrientes y ver si existía alguna diferencia entre ellos dependiendo del alimento que les había sido proporcionado.

Para lo cual los organismos ya muertos se pesaron en húmedo e inmediatamente después se secaron en una estufa de tiro forzado por 24 horas a 60° C, pesándose nuevamente, la diferencia de peso seco y húmedo dio el total de materia seca para posteriormente molerlos y realizarles contenido de proteína por kjendall y extracto etéreo por el método Soxhlet (A.O.A.C. 1977).

Por otro lado se realizó el análisis de ácidos grasos de los

organismos tanto con el fin de conocer el contenido de estos así como el de saber si el aumento en el contenido de harina de pulido de arroz afectaba el nivel de los diferentes ácidos grasos, para lo cual se realizó el análisis a los cinco lotes experimentales y a un lote de organismos que fue sacrificado antes de iniciar las pruebas biológicas.

IV.4 VARIABLES DETERMINADAS.

Las variables respuesta determinadas en el experimento tomando en cuenta peso y longitud son:

Ganancia en Peso.

$$G.P. = W_f - W_i$$

Ganancia en Longitud.

$$G.L. = \text{Long. f.} - \text{Long. i}$$

Incremento Porcentual en Peso.

$$I.P. = \frac{W_f - W_i}{W_i} \times 100$$

Incremento Porcentual en Longitud.

$$I.L. = \frac{\text{Long. f.} - \text{Long. i}}{\text{Long. i}} \times 100$$

Tasa de Crecimiento Especifico.

$$T.C.E. (\%) = \frac{\ln. W_f - \ln. W_i}{t.} \times 100$$

Velocidad de Crecimiento Promedio.

$$V = \frac{W_f - W_i}{t.}$$

En donde:

W_f = Peso final
 W_i = Peso inicial
 $Long.f$ = Longitud final
 $Long.i$ = Longitud inicial
 t = Tiempo
 W = Peso
 L = Longitud

-Análisis Estadístico

Una vez terminado el experimento, todos los resultados obtenidos se analizaron por medio de un análisis de varianza multivariado, dado que todas las variables son dependientes.

Para el análisis se toman:

n Individuos (observaciones)
 p Medidas (variables)

Los datos se ordenan en una matriz de orden ($n \times p$)

$$\begin{array}{l} \text{p variables} \\ \left. \begin{array}{l} X_{11} \quad X_{12} \quad \dots \quad X_{1p} \\ X_{21} \quad X_{22} \quad \dots \quad X_{2p} \\ \cdot \quad \cdot \quad \quad \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \quad \quad \cdot \\ X_{n1} \quad X_{n2} \quad \dots \quad X_{np} \end{array} \right\} \text{n individuos} \end{array}$$

Las cantidades de interés en el análisis estadístico multivariado son :

p - medias

p - varianzas

(p 2) = p (p-1)/ 2 - Covarianza

El modelo matemático en el cual esta basado el procedimiento estadístico multivariado es el de la distribución normal multivariada. En donde :

Distribución Normal Univariada:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \exp. \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2 \right\} \sim N(\mu, \sigma^2)$$

Distribución Normal Multivariada:

$$f(x) = \left| 2\pi \Sigma \right|^{-\frac{1}{2}} \exp. \left\{ -\frac{1}{2} (x-\mu) \Sigma^{-1} (x-\mu) \right\}$$

En donde :

$$\underline{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_p \end{pmatrix} \text{ Vector aleatorio de orden } p$$

$$\underline{u} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_p \end{pmatrix} \text{ Vector de Medias}$$

- Matriz de Covarianzas

IV. RESULTADOS.

- Ingredientes de las Dietas.

Los niveles de las fracciones obtenidas a partir del cribado de la harina de pulido de arroz desengrasado, (ver tabla 8) son 31, 33 y 36 % para gruesos medianos y finos respectivamente por lo que se puede decir que se obtienen rendimientos de un 33 % de cada una de de las fracciones.

Para la elaboración de los alimentos se eligió la fracción con mejores características para ser utilizada en la alimentación de las carpas, esta fue la de medianos, ya que como se puede ver en la tabla 9, su nivel de proteína es aceptable (18.65 %), comparado tanto con el de otros cereales que se emplean como alimento o bien como ingredientes en alimentación, como con el de las otras fracciones. En cuanto a su nivel de fibra, tanto cruda (F.C.) como fibra neutro detergente (F.N.D.) es más bajo (12.39 y 26.79 respectivamente), que en la fracción de gruesos y un poco más alto que en la de finos, ya que éstas dos últimas presentan valores de 16.20 % y 9.18 % respectivamente para fibra cruda y de 30.47 % y 21.98 % respectivamente para fibra neutro detergente.

Tabla 8.

FRACCIONES DE HARINA DE PULIDO DE ARROZ
OBTENIDAS POR CRIBADO.

		% en peso.	
		\bar{x}	σ'
Gruesos (Malla 40)	30.75	± 0.46 b
Medianos (Retenido malla 180)	33.35	± 0.93 b
Finos (Cribado malla 180)	35.79	± 0.64 b

b - Promedio y desviación estandar de tres muestras.

Tabla 9.

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS FRACCIONES DE PULIDO DE ARROZ
OBTENIDAS POR CRIBADO.

COMPONENTE	Gruesos Malla -40 %	Medianos Malla -180 %	Finos Malla +180 %
Proteína*	11.92	18.65	16.71
Extracto etéreo*	3.60	1.40	2.67
Cenizas*	5.14	10.74	11.21
F.C.*	16.20	12.39	9.18
F.N.D.*	30.47	26.79	21.98
M.L.N. (1)*	63.14	56.82	60.23
M.L.N. (2)*	48.87	42.42	47.43

* - % en base seca

F.C. - Fibra Cruda.

F.N.D. - Fibra Neutro Detergente.

M.L.N. - Materia Libre de Nitrógeno, M.L.N. (1) en base a fibra
cruda y M.L.N. (2) en base a fibra neutro detergente.

- Análisis Químico Proximal de los Ingredientes.

En la tabla 10 se muestra el análisis químico proximal de los ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas, en ella se observa que los ingredientes con más bajo contenido de proteína son la harina de medianos de pulido de arroz (M.P.D.A.) con un nivel de 18.65 % y la harina de arroz con un nivel del 10.08 % .

Por otro lado las harinas que fueron utilizadas como fuente de proteína son. la harina de sangre, la cual presenta un nivel del 72.96 % , la harina de pescado y la harina de soya, las cuales presentan niveles de 65.18 % y 35.96 % respectivamente, así mismo estos ingredientes presentan un muy buen perfil de aminoácidos (Tabla 7).

Por lo que se refiere al contenido de extracto etéreo, se observa que el valor más alto se encuentra en la harina de pescado, mismo que tiene un nivel del 8.73 % y el valor más bajo se encuentra en la harina de sangre, el cual es de 0.16 % . Para los otros ingredientes; harina de medianos de pulido de arroz (M.P.D.A.), harina de arroz y de pasta de soya los niveles se encuentran entre 1 % .

El contenido de cenizas en todas las harinas utilizadas es muy variable y los niveles se encuentran entre 0.55 % nivel de la harina de arroz, hasta 15.82 % y 10.74 % en las harinas de pescado y de M.P.D.A. respectivamente.

Por lo que se refiere a F.C los valores más altos los tienen tanto la harina de soya (13.12 %), como la harina de M.P.D.A. misma que presentó un valor de 12.39 % , para los otros ingredientes los niveles son bajos, así para la harina de pescado es de 3.21 % , para la harina de sangre de 1.20 % y para la de arroz es de 0.54 % .

De los ingredientes utilizados la harina de arroz es la que presenta un mayor contenido de carbohidratos, mismo que es de 87.58 % y por el contrario el ingrediente con menor contenido en carbohidratos es la harina de pescado, la cual presenta un 7.06 % .

- Formulación de las dietas.

El cálculo para las dietas, en base a tener tanto la cantidad de proteína, energía y nivel variable de M.P.D.A. con una cantidad similar de los aminoácidos, proporcionó los valores que se reportan en la tabla 11, en donde puede verse que conforme aumenta el nivel de M.P.D.A. , los niveles de harina de arroz, harina de pescado y harina de sangre disminuyeron en una proporción de 60 % , 10 % y 30 % respectivamente. En el caso de la harina de pasta de soya se observa que tuvo un aumento mismo que fue de un 5 % .

Table 10.

***COMPOSICION DE LAS HARINAS UTILIZADAS
EN LA ELABORACION DE LAS DIETAS**

	Proteína %	E.etéreo %	Cenizas %	F.cruda %	F.N.D. %	M.L.N. %
h.pulido de arroz	18.65	1.40	10.74	12.39	26.79	42.42
h.de pasta de soya.	35.96	1.36	6.40	13.12	---	43.16
h. de arroz	10.08	1.25	0.55	0.54	---	87.58
h.de pescado	65.18	8.73	15.82	3.21	---	7.06
h.de sangre	72.96	0.16	3.71	1.20	---	21.97

* - % en base seca

Tabla 11.

FORMULACION DE LAS DIETAS.

	0	5	DIETAS * 10	15	20
harina de arroz	31 %	26 %	21 %	16 %	11 %
harina de pasta de soya	37 %	38 %	39 %	40 %	41 %
harina de pescado	16 %	15.5 %	15 %	15 %	15 %
harina de sangre	8 %	7.5 %	7 %	6 %	5 %
harina de pulido de arroz	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %

* Nivel de Medianos de Pulido de Arroz Desengrasado (M.P.D.A.)

- Análisis Químico Proximal de las Dietas.

En cuanto a la calidad de cada una de las dietas elaboradas la tabla 12 muestra el análisis químico cuantitativo de cada una de ellas, se puede decir que, dado el valor promedio y la desviación estandar, todas las dietas tienen el mismo nivel de proteína y calorías por kilogramo, en otras palabras, son isoprotéicas e isocalóricas (30 % y 3690 cal/Kg.) respectivamente . Es claro que los valores obtenidos, estan de acuerdo con los valores calculados, considerando la desviación estandar de 0.39 y de 50.55 para proteína y energía respectivamente.

El nivel de extracto etéreo en las dietas se encuentra entre 4 y 8 % . Las dietas con un contenido más bajo (4 % y 4.2 %) fueron la dieta blanco y la 5, por el contrario el nivel más alto que fue del 8 % se encontró en la dieta 20 misma que tuvo el nivel más alto de incorporación de M.P.D.A.

En cuanto al nivel de cenizas , la dieta con un menor contenido fue la denominada como 5, misma que tuvo el nivel de incorporación de M.P.D.A. de 5 % , por el contrario, la dieta que presentó un nivel más alto de cenizas fue la que contenía un mayor nivel de incorporación de M.P.D.A. (dieta 20).

En la dieta 20, el nivel de F.C. fue el más alto y esto es debido a que en ella el nivel de incorporación de M.P.D.A fue el mayor y también el nivel de harina de pasta de soya. Por el contrario la dieta blanco, la cual no contenía M.P.D.A. presentó el valor más bajo (4.7 %).

Por lo que se refiere a los carbohidratos, la dieta blanco fue la que presentó un nivel más alto de estos, con un valor del 54 % , esto es debido a que la harina de arroz en esta dieta se encuentra en mayor cantidad, por el contrario la dieta 20 tuvo un contenido menor de este nutriente, siendo de 43 % .

Tabla 12

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Dietas*	Proteína %	E.etéreo %	Cenizas %	F.C. %	M.L.N. %	Eng. cal/Kg
0	30.77	4.06	5.82	4.73	54.60	3781.1
5	30.13	4.20	5.75	7.80	52.11	3667.9
10	29.72	6.25	6.96	9.19	47.86	3666.7
15	29.94	6.76	7.32	9.48	46.47	3665.2
20	30.08	8.06	7.64	10.60	43.54	3673.2
\bar{x}	30.12	5.86	6.69	8.36	48.91	3690.8
σ'	0.39	1.71	0.86	2.26	4.43	50.5

- % en base seca

* Nivel de Medianos de Pulido de Arroz (M.P.D.A.)

Eng. - Energía (cal/Kg.)

- Contenido de Fitatos.

La tabla 13 indica los valores determinados en cuanto al contenido de fitatos, en ella se observa que el nivel de estos si disminuyó tanto en la harina de M.P.D.A. como en las dietas, mismos que tuvieron un tratamiento térmico, sin embargo el contenido de fitatos en las harinas de pasta de soya y de arroz es alto, mismas en las que no existió un tratamiento térmico. En el análisis de la harina de pulido de arroz íntegro, sin desengrasar, el contenido de fitatos fue de 0.98 %, este valor se debe a que este compuesto es termolábil y dado que se sometió primeramente a un tratamiento térmico se logro reducir considerablemente este compuesto. La determinación para las diferentes dietas en cuanto a su contenido de fitatos, demuestra que conforme el nivel de M.P.D.A. aumenta, el nivel de fitatos también aumenta, así para la dieta blanco en la que no existe incorporación de M.P.D.A. el valor es de 0.32 % siendo éste el valor más bajo de entre todas, por el contrario, la dieta 20 que fue la que tuvo mayor nivel de incorporación de M.P.D.A. , presentó un valor de 0.61, valor más alto para las 5 diferentes dietas.

En la tabla 14 se observan los datos de contenido de fitatos en las dietas, tanto los esperados, como los reales, se aprecia que al aumentar el contenido de M.P.D.A. y de harina de pasta de soya en las diferentes dietas, el nivel de fitatos aumenta, sin embargo tal aumento es inferior al compararlo con el nivel esperado.

Tabla 13.
DETERMINACION DE FITATOS.

MUESTRA	FITATOS %
Harina de pulido de arroz Integro	0.98
Harina de pasta de soya	1.32
Harina de arroz	0.65
Fracciones* :	
Gruesos	0.82
Medianos	0.92
Finos	1.22
Dietas+ :	
0	0.32
5	0.41
10	0.45
15	0.53
20	0.61

* - Fracciones de harina de pulido de arroz obtenidas a partir de cribado.

+ - Nivel de Medianos de Pulido de Arroz (M.P.D.A.).

Tabla 14.

CONTENIDO DE FITATOS EN LAS DIETAS.

DIETAS*	0		5		10		15		20		X Fitatos.
	Cont. ing. de fitatos	X									
H. de arroz.	31 X	0.30	26 X	0.25	21 X	0.20	16 X	0.15	11 X	0.10	0.65
H de P. soya.	37 X	0.36	38 X	0.50	39 X	0.51	40 X	0.52	41 X	0.54	1.32
H Pul. arroz.	0 X	0	5 X	0.04	10 X	0.09	15 X	0.13	20 X	0.18	0.98
Nivel Fitatos calculado(X)	0.66		0.80		0.81		0.80		0.82		
Nivel Fitatos real (X)	0.32		0.41		0.45		0.53		0.61		

Cont. ing. - Contenido del ingrediente

* - Nivel de M.F.D.A.

- Contenido de Aminoácidos y Ácidos Grasos en las Dietas.

En la tabla 15 se muestran los valores determinados del contenido de aminoácidos de las dietas elaboradas, se analizaron solo dos de las cinco dietas (0 y 20 % de M.P.D.A.) . En ambas existe una gran similitud, existiendo una variación mayor del 14 % en el caso del ácido glutámico . Los valores obtenidos para los aminoácidos más similares entre ambas dietas son: histidina; con un nivel de 0.56 , arginina; con 0.68 , alanina, glicina e isoleucina con 2.6 , 1.80 y 1.30 g.de a.a/100 g de muestra respectivamente. En cuanto al valor de metionina no se tomó en cuenta ya que no es confiable su determinación. En cuanto a los requerimientos , seis de los aminoácidos esenciales requeridos por la carpa, son cubiertos por ambas dietas analizadas, la histidina se cubre en un 100 % , treonina en un 134 % para la dieta blanco y 119 % para la dieta 20, valina se cubre en un 175 % para la dieta blanco y 193 % para la dieta 20, isoleucina es cubierta en un 141 % y en un 139 % para la dieta blanco y la 20 respectivamente, fenilalanina se cubre en un 194 % en la dieta blanco y en un 174 % en la dieta 20 y por último, leucina se cubre en un 200 % en ambas dietas.

En cuanto al contenido de ácidos grasos se observa en la tabla 16, que en la mayoría de los valores existe una gran variabilidad al comparar las diferentes dietas . Sin embargo en cuanto al nivel de ácido linoléico y oléico, ácidos limitantes en

la carpa, son cubiertos en tres de las dietas y para dos de ellas (dieta blanco y dieta 5) los valores tienen un nivel menor, siendo este de 0.74 % y 0.64 % respectivamente.

La tabla 17 muestra los valores obtenidos a partir del análisis de ácidos grasos de los peces, los valores son muy variables para todos los lotes pero se aprecia que para la mayoría de los ácidos grasos el nivel aumentó conforme se incrementó el nivel de M.P.D.A. en las diferentes dietas.

- Digestibilidad.

Los valores de digestibilidad protéica para cada una de las dietas se muestran en la tabla 18, conforme aumenta el nivel de M.P.D.A., el porcentaje de digestibilidad disminuye, así para la dieta blanco la digestibilidad fue de 61.51 % y para la dieta 20 fue de 36.83 % .

Tabla 15.

AMINOGRAMAS

DIETA * --	0	20
Aminoácido.	g.de a.a/100 g. muestra	g. de a.a/100 g. muestra
Lisina	1.12	1.06
Histidina	0.56	0.56
Amonia	0.18	0.18
Arginina	0.68	0.68
Ac. Aspártico	3.66	4.00
Treonina	1.78	1.58
Serina	2.00	1.84
Ac. Glutámico	6.60	5.62
Prolina	3.54	3.40
Glicina	1.80	1.82
Alanina	2.66	2.58
Valina	2.04	2.24
Metionina	0.22	0.22
Isoleucina	1.30	1.28
Leucina	3.62	3.28
Tirosina	1.58	1.46
Fenilalanina	2.26	2.02

* - Nivel de Medianos de Pulido de Arroz (M.P.D.A.)

Tabla 16.

CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS EN LAS DIETAS*.

	0	5	10	15	20
Acido	(g. ácido graso/ 100 g. de muestra)				
Mirfístico	0.20	0.11	0.07	0.08	0.12
Palmitico	0.71	1.45	1.52	1.30	1.66
Estearico	0.26	0.06	0.16	0.10	0.13
Palmitoléico	0.05	0.12	0.12	0.12	0.15
Oléico	1.28	1.58	2.08	1.82	2.21
Linoléico	0.74	0.64	2.24	3.22	3.65
Linoléico	0.02	0.08	0.01	0.08	0.03
Araquídico	0.02	0.01	0.02	0.02	tr.

* Nivel de Medianos de Pulido de Arroz (M.P.D.A.)

Tabla 17.

CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS DE LOS ORGANISMOS.

ACIDO	DIETAS * :					Peces inic.
	0	5	10	15	20	
	(g. de ácido graso/100 g. de muestra)					
Mirístico	2.15	2.71	3.67	4.95	4.14	2.21
Palmítico	4.04	5.71	9.67	8.69	9.39	3.26
Eteárico	2.16	2.99	2.46	4.87	4.52	2.00
Palmitoléico	0.25	0.27	0.44	0.17	0.41	0.25
Oléico	8.32	10.14	15.58	10.03	13.32	6.56
Linoléico	6.88	9.46	4.91	0.88	4.73	3.52
Linoléico	0.74	0.70	0.06	0.13	0.20	0.87
Araquídico	0.02	0.22	0.08	0.01	0.22	0.34

Peces inic. -Peces sacrificados antes de comenzar el experimento.

* - Nivel de Medianos de Pulido de Arroz (M.P.D.A.)

Tabla 18.
VALORES DE DIGESTIBILIDAD PROTEICA IN VIVO
DE LAS DIETAS.

Dieta *	Digestibilidad %
0	61.51
5	51.53
10	----
15	48.23
20	36.83

* - Nivel de Medianos de Pulido de Arroz (M.P.D.A.)

--- - Valor no Confiable.

- Pruebas Biológicas.

Durante el trabajo experimental de las pruebas biológicas las condiciones ambientales se mantuvieron constantes para todos los lotes, sin embargo a pesar de las medidas preventivas para evitar cualquier infección, los organismos presentaron una aparente micosis, por lo que se supone que, desde que fueron donados se encontraban probablemente parasitados. En todos los organismos se observó éste problema pero al hacer el análisis estadístico entre los tres acuarios de cada lote, resultó que no existieron diferencias significativas, por lo que se puede decir que la probable parasitosis de los organismos influyó en los resultados, ya que estos fueron bajos, sin embargo tal influencia no fue tan significativa, ya que si se pudo hacer la comparación de los parámetros de crecimiento entre los diferentes lotes.

En cuanto a los resultados de las pruebas biológicas, se aprecia que el peso inicial para las dietas 5, 10 y 15 fue de 0.6 g. aproximadamente, no así para los lotes de organismos de la dieta blanco, los cuales pesaron aproximadamente 0.7 g. y los de la dieta 20, los cuales fueron los organismos más grandes con un peso aproximado de 0.9 g.

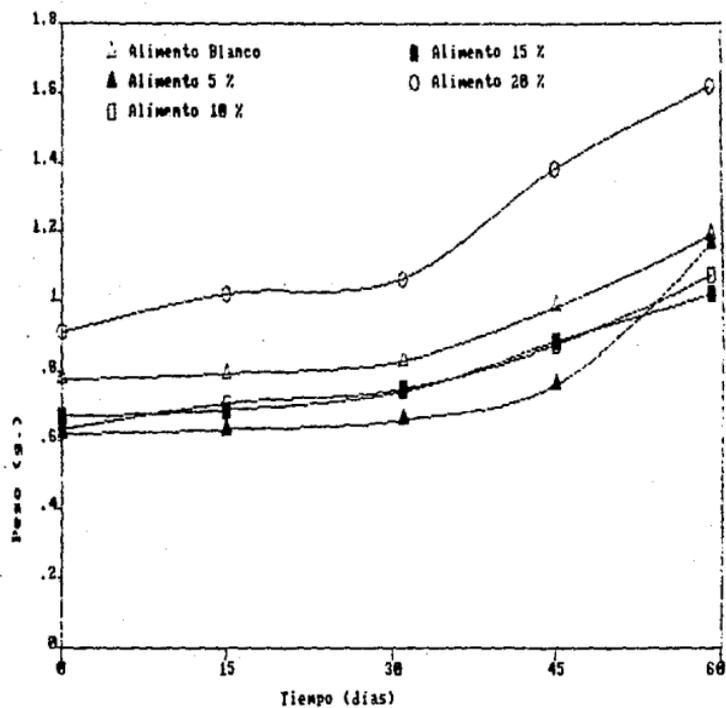
Se puede observar que el peso final de los organismos del

lote que fue alimentado con la dieta 20 (nivel de M.P.D.A. del 20 %) es el más alto, debido a que su peso inicial también fue el más alto, puesto que al elegir los organismos para cada lote el promedio de estos fue el mayor.

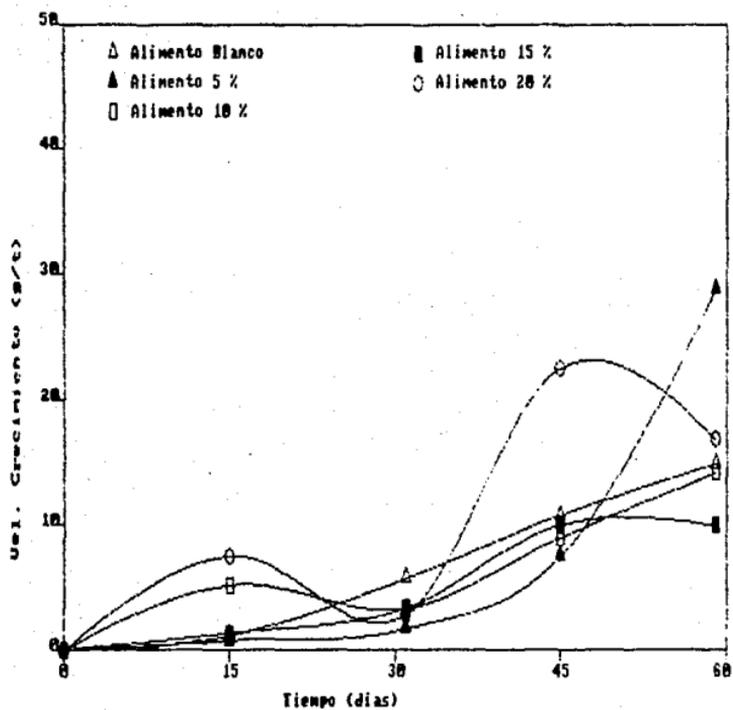
La velocidad de crecimiento promedio más alta fue la del lote alimentado con la dietas 5 (nivel de M.P.D.A. del 5 %), misma que fue de 28.7×10^{-3} g/día, la velocidad de crecimiento más baja se observó en el lote de organismos a los que se les dió la dieta 15 (nivel de incorporacion del 15 % de M.P.D.A.), misma que fue de 9.9×10^{-3} g/día.

La longitud promedio de los organismos más pequeños fue de 2.8 cm. , mismos que fueron a los que se les dió la dieta 10 (nivel de M.P.D.A. del 10 %), por el contrario los organismos que tuvieron una longitud promedio mayor fueron los del lote alimentado con la dieta blanco (3.1 cm.). Los organismos con un mayor crecimiento longitudinal fueron los alimentados con la dieta blanco (3.68 cm.), por el contrario los organismos con un menor crecimiento longitudinal fueron los alimentados con la dieta 15. Es importante recordar que los lotes fueron formados por 15 organismos con un peso similar, para posteriormente seleccionar al azar 3 lotes para cada dieta a probar. De tal manera que cada dieta fue probada en 45 organismos divididos en 3 lotes, cada uno de 15 organismos.

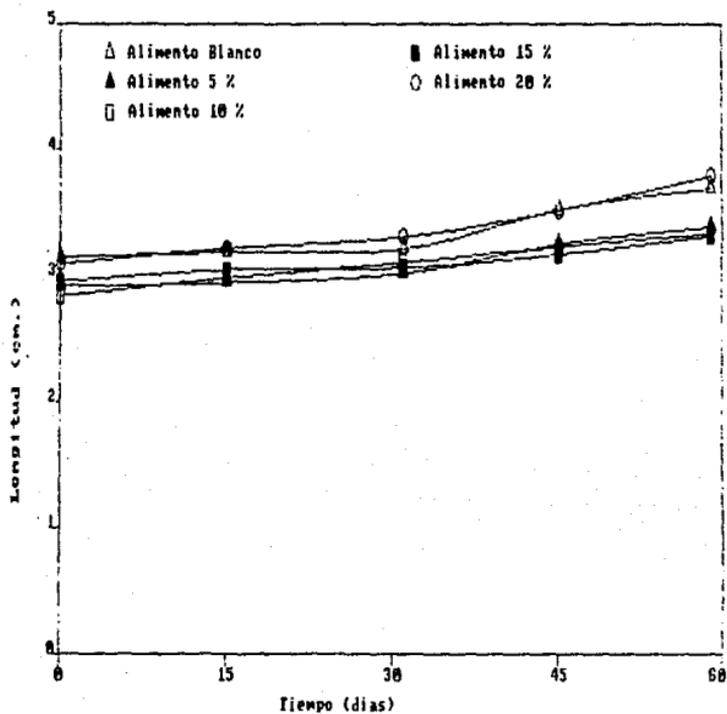
En las gráfica 1 se puede comparar el peso de los organismos de cada lote observando que durante el transcurso del tiempo presentan un comportamiento muy similar y solo el lote al que se le dió la dieta 5 presenta un incremento más acelerado a partir de la tercera quincena. La gráfica 2 representa las velocidades de crecimiento de los diferentes lotes, mismas que son muy irregulares entre si. En cuanto a la longitud de los organismos, en la gráfica 3 se observa el comportamiento que tuvieron los diferentes lotes, siendo muy similar en todos los casos conforme transcurrió el tiempo.



Gráfica I Peso vs. tiempo



Gráfica 2 Velocidad de crecimiento vs. tiempo



Gráfica 3 Longitud vs. tiempo

Los valores de ganancia en peso promedio de los organismos, tasa de crecimiento específico promedio e incremento en peso promedio de los organismos de cada lote muestran que los organismos que ganaron menos peso fueron los alimentados con la dieta 15 (0.3530 g.), en los 60 días de experimentación. Los organismos que ganaron más peso fueron los del lote al que se le proporcionó la dieta 20, los cuales ganaron 0.7 g.

Los lotes de organismos que incrementaron más su peso fueron los alimentados con la dieta 5 y 20 , mismos que tuvieron incrementos del 86 % y del 76 % respectivamente, por el contrario, el valor más bajo de incremento en peso se obtuvo en el lote de organismos al que se le proporcionó la dieta 15, este fue de 53 % .

La gráfica 4 muestra las curvas de ganancia en peso de todos los lotes experimentales, el comportamiento de todas ellas es muy similar hasta la segunda quincena, y a partir de este momento el lote alimentado con la dieta 20 (20 % de incorporación de M.P.D.A.) y el alimentado con la dieta 5 (5 % de incorporación de M.P.D.A.) presentan una ganancia en peso mayor con respecto del tiempo. En la gráfica 5 se muestran las curvas de la tasa de crecimiento específico mismas que presentan un comportamiento

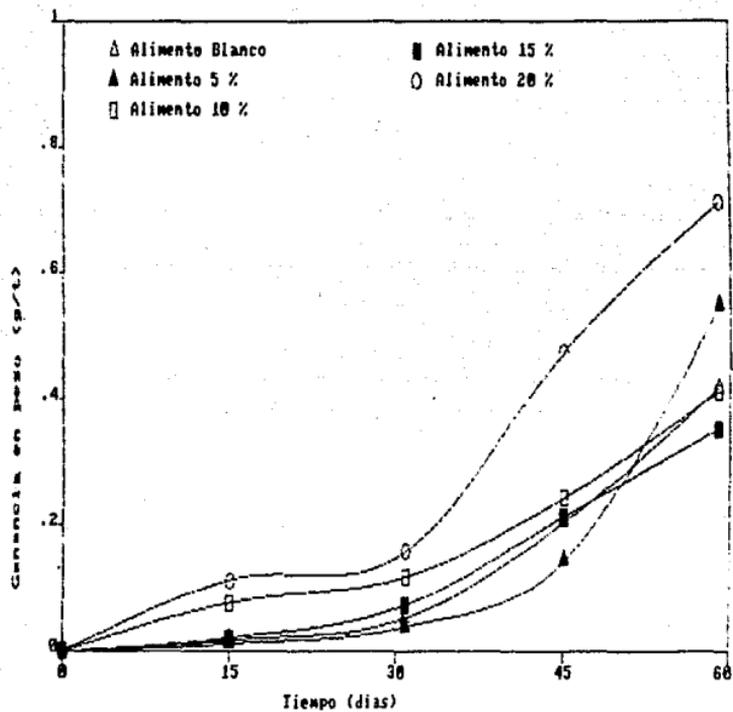
muy irregular, por último en la gráfica 6 se observan las curvas de incremento en peso de las diferentes dietas en el transcurso del experimento y para el lote alimentado con la dieta 5 este incremento se acelera a partir de la tercera quincena, para el caso de los organismos alimentados con la dieta 0 y 20 el incremento se acelera a partir de la tercera quincena.

Por lo que se refiere a la ganancia en longitud promedio, el lote al que se le proporcionó la dieta 20 (20 % de incorporación de M.P.D.A.) fue el que presentó una ganancia mayor (0.57 cm), no así en el caso de los organismos alimentados con la dieta 15, mismos que fueron los que obtuvieron una menor ganancia en peso con respecto a los demás lotes (0.36 cm.).

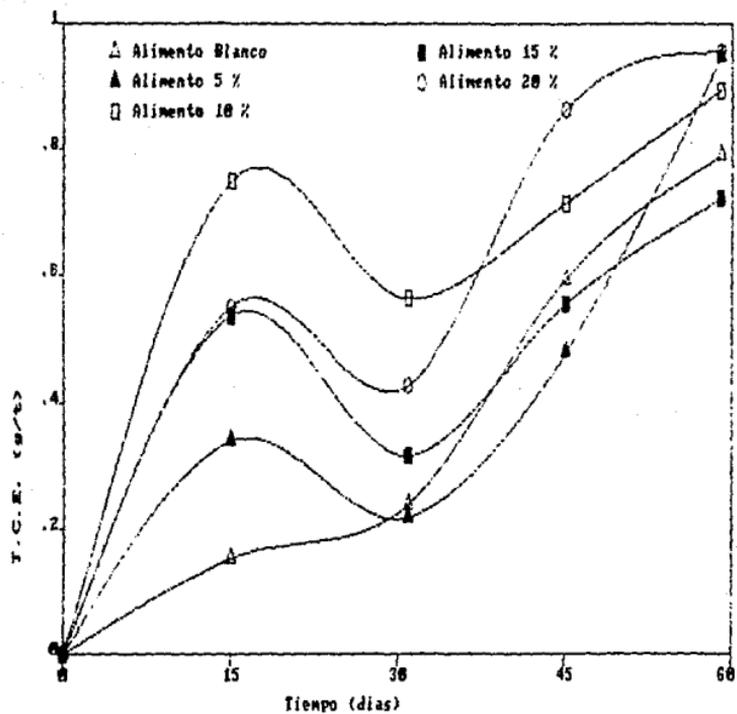
El incremento promedio en longitud fue del 22.67 % , en el lote que tuvo un mayor incremento (lote alimentado con dieta 20), con respecto a los demás, por el contrario los organismos del lote alimentado con la dieta 15 (15 % de incorporación de M.P.D.A.) fueron los que presentaron un menor incremento en longitud (12 %), en comparación con los otros lotes.

El consumo de alimento en los diferentes lotes fue muy variado ya que los valores van de 1.85 g. a 3.51 g. estos valores son de el total del alimento consumido durante todo el experimento.

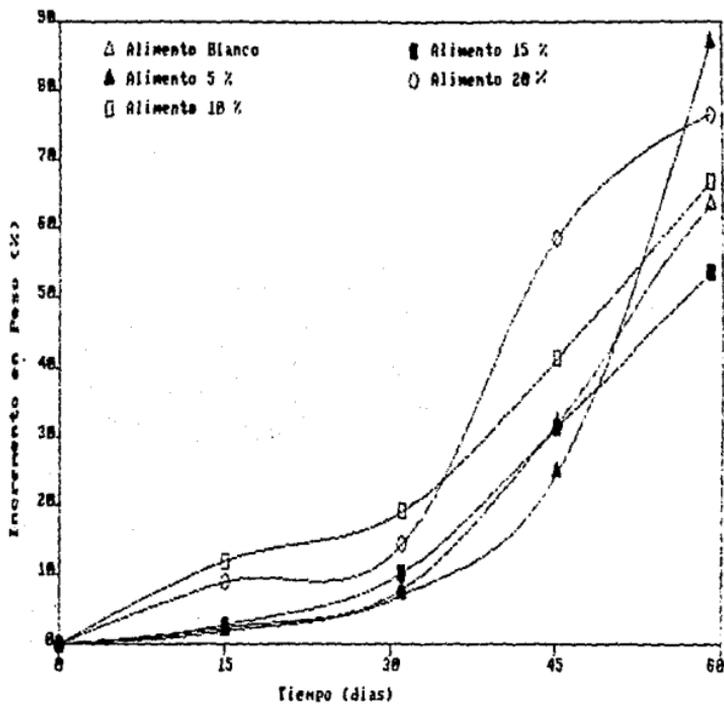
La gráfica 7 muestra el comportamiento que tuvieron los lotes en el transcurso del experimento con respecto a la ganancia en longitud se observa que este es muy similar para los lotes alimentados con la dieta blanco , la dieta 5 (5 % de incorporación de M.P.D.A.) y la dieta 20 (20 % de incorporación de M.P.D.A.) , difiriendo el comportamiento de los lotes alimentados con la dieta 10 y 15. En la gráfica 8 se muestran las curvas de incremento en longitud, que para el caso de los lotes alimentados con la dieta Blanco y 5 es muy similar , variando un poco en el caso de la curva que representa al lote alimentado con la dieta 20 a partir de la tercera quincena. Para los lotes alimentados con la dieta 10 y 15 (10 y 15 % de incorporación de M.P.D.A.) el comportamiento difiere con respecto a los otros lotes. Por último en la gráfica 9 se aprecia el comportamiento de los diferentes lotes en cuanto a el consumo de alimento, mismo que difiere en todos ellos.



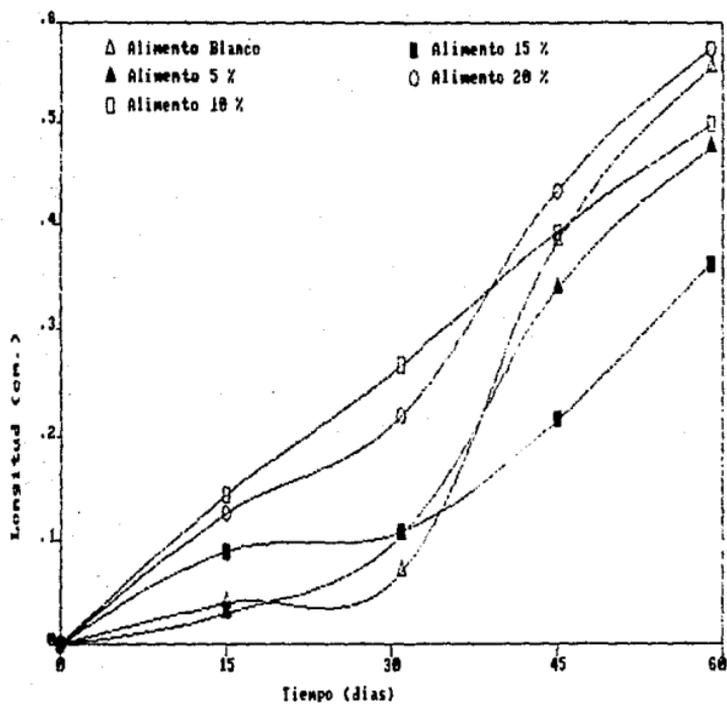
Gráfica 4 Ganancia en peso vs. tiempo



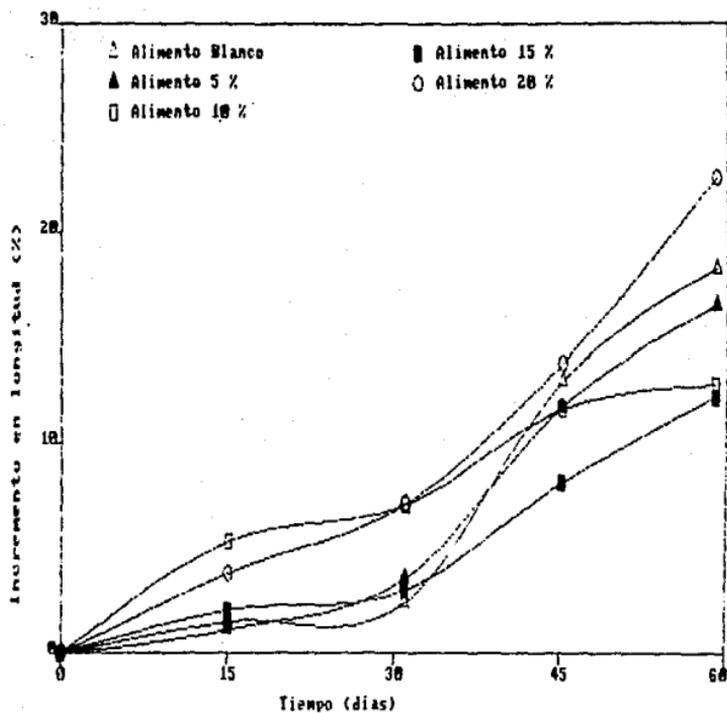
Gráfica 5 Tasa de crecimiento específico vs. tiempo



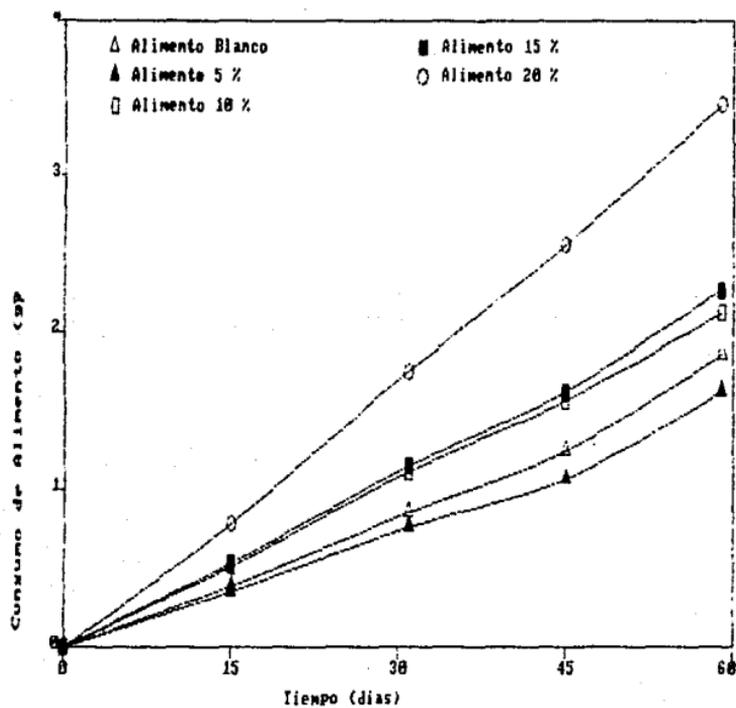
Gráfica 6 Incremento en peso vs. tiempo



Gráfica 7 Ganancia en longitud vs. tiempo



Gráfica 8 Incremento en longitud vs tiempo



Gráfica 9 Consumo de alimento vs. tiempo

- Análisis Estadístico.

Aunque los valores obtenidos, tanto para pesos, como para longitudes, al finalizar el experimento, son un poco bajos, al compararlos con los de otros estudios (Charlon Nicole and Co. 1986), demuestran, al realizar el análisis estadístico, que no existieron diferencias significativas en ninguno de los lotes. El análisis estadístico realizado a la variable peso en todos los lotes empleando el criterio de Wilks demuestra que las diferencias existentes no son significativas, ya que el valor de probabilidad de F es de 0.69, por medio del criterio de Pillai el valor de F fue de 0.52 y con el criterio de Hotelling-Lawley fue de 0.86. Siendo que la unidad o valores mayores demuestran diferencias significativas y valores menores a la unidad demuestran que no existen diferencias significativas. Se aplicó la misma metodología para la variable longitud y se comprobó que tampoco existían diferencias, obteniendo valores de F de 0.26, 0.16 y 0.47 para los criterios de Wilks, de Pillai y Hotelling-Lawley respectivamente.

Para la variable ganancia en peso se demostró también que no existieron diferencias significativas entre los lotes obteniendo valores de F de 0.75, 0.65 y 0.86 según los criterios de Wilks, Pillai y Hotelling-Lawley .

Los valores obtenidos en cuanto al análisis estadístico realizado a la variable incremento en peso fueron menores a la unidad, éstos son de 0.28 según Wilks, 0.23 según Pillai y 0.40 según Hotelling-Lawley.

Los valores de F para ganancia en longitud y su incremento porcentual fueron de 0.15, 0.09 y 0.29 para la primera variable y de 0.33, 0.27 y 0.44 para la segunda, según Wilks, Pillai y Hotelling-Lawley. Finalmente los valores de F para consumo de alimento fueron de 0.44, 0.62 y 0.31, aplicando los mismos criterios.

- Análisis Químico Proximal de los Organismos Utilizados.

Con el fin de observar si la composición final de los peces se había visto influenciada dependiendo del alimento que les había sido proporcionado se realizó, al finalizar el experimento, el análisis químico proximal de estos (Tabla 19) obteniendo los valores de contenido de humedad, de proteína y de extracto etéreo, también se analizó un lote de organismos que fue sacrificado antes de iniciar el experimento con el fin de conocer de que manera difería el contenido de nutrientes al inicio y al término del experimento.

El contenido de extracto etéreo se ve en aumento en los lotes a los que se les proporcionaron las dietas con mayor contenido en M.P.D.A. , siendo de 32.85 % para la dieta blanco y de 41.17 % en la dieta 20, comparando el contenido de lípidos con el lote inicial se observa que si existió un aumento de este nutriente en los organismos conforme se aumentó el nivel de M.P.D.A. ya que en estos últimos el valor es cercano al de los organismos alimentados con la dieta blanco. El contenido de proteína en los diferentes lotes es similar para los lotes 5,10 y 15 se encuentra entre un 53 y un 55 % , en el caso de la dieta 20 existió un ligero aumento, ya que el nivel fue de 57 % . Al comparar el nivel de proteína de todos los lotes con el de los peces iniciales se observa que si existió un aumento en el contenido de proteína.

Tabla 19.

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LOS PECES.

Lote Alimentado**:	Extracto etéreo* (%)	Proteína* (%)
0	35.85	49.85
5	39.44	53.95
10	38.48	54.93
15	38.78	55.48
20	41.17	61.12
Peces inicio.	32.85	40.39

* - Valores en Base Seca

** - Nivel de incorporación en la dieta de M.P.D.A

VI. DISCUSION.

La fracción elegida para ser utilizada como ingrediente de las dietas, fue la de medianos, esto fue debido tanto a sus características nutricionales como a que las otras dos fracciones presentaban algunos inconvenientes en cuanto a su uso como alimento para peces; la fracción de finos por sus características, como son su bajo contenido en material lignocelulósico; evaluado tanto como F.C., como F.N.D., al compararse con el resto de las fracciones, por otra parte su contenido de proteína de 16.71 % comparable con el de otras harinas utilizadas en consumo humano, lo que la hacen más apta para ser utilizada en estudios sobre consumo humano, que para consumo animal; y la de gruesos debido a su alto contenido en sílice y compuestos lignocelulósicos (Benedito de Barber C. y Tortosa E., 1978), ya que se sabe que el sílice es un compuesto que en determinados niveles puede resultar tóxico, y en lo referente al material lignocelulósico resulta difícilmente digerible aun para organismos herbívoros debido fundamentalmente a la lignina; compuesto cementante que envuelve a la celulosa (Wood D. y Lynch J., 1984), por lo cual el uso de ésta afectaría a los organismos y provocaría una menor digestibilidad.

Se puede considerar que la harina de pulido de arroz y en especial la fracción de medianos es un buen ingrediente a utilizar en la elaboración de alimentos, ya que comparándola con otras harinas de cereales utilizadas convencionalmente en la alimentación, como son la de sorgo, maíz y arroz, presenta una proteína de mejor calidad, ya que el perfil de aminoácidos que la componen se asemejan a los requeridos por estos organismos y con un contenido más alto (18.6 %), siendo de 9.6 % , 8.8 % y 10 % , para las harinas antes mencionadas. Sin embargo, a pesar de ello su utilización se ve limitada por su alto contenido en fibra y fitatos, ya que éstos últimos disminuyen la disponibilidad de diversos minerales en virtud de su alto potencial quelante (Graf E., 1983), por lo cual el cribado y tratamientos térmicos podrían ser una alternativa para la solución de estos factores.

Los ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas (tabla 11) elegidos como fuente de energía fueron la harina de arroz, la harina de medianos de pulido de arroz y la harina de pasta de soya y como fuente de proteína, las harinas de pescado y sangre. Sin embargo al realizar el análisis químico proximal de los diferentes ingredientes se observa que la harina de arroz presenta niveles más bajos de proteína (10.08 %), de lípidos (1.25 %) y de minerales (0.55 %) comparándola con la harina de

pulido de arroz (18.65 %, 1.40 % y 10.14 %) respectivamente, por lo tanto se puede decir que los medianos de pulido de arroz presentan mejores características nutricionales que la harina de arroz.

Por medio del análisis químico proximal, se observa que a las dietas a las que se les incorporó un nivel mayor de harina de medianos de pulido de arroz, presentaron un contenido mayor de fibra, lo cual indica la presencia de elevados niveles de compuestos lignocelulósicos, reflejándose en los valores de digestibilidad, mismos que fueron en descenso conforme se incrementó el nivel de M.P.D.A. Esto resulta lógico si consideramos que *Cyprinus carpio var. rubrofasciatus*, al no ser una especie herbívora es incapaz de utilizar eficientemente este tipo de materiales.

Por otra parte es necesario aclarar que en términos generales los valores de digestibilidad fueron bajos si se comparan con valores obtenidos en otros estudios (Kircheggessner and Co. 1986), esta diferencia puede ser debida a que la técnica utilizada para dicha prueba requiere ajustes en el tiempo mínimo para digerir productos vegetales y animales.

Por lo que se refiere a los fitatos se puede notar que conforme se aumentó el nivel de M.P.D.A. y de harina de pasta de soya (ingredientes con un mayor contenido de fitatos) en las

diferentes dietas, existió un incremento de éstos sin embargo también se puede ver que tal incremento no fue tan alto como se esperaba para todas ellas, ya que al comparar el nivel calculado para las diferentes dietas, se tuvo una disminución hasta de un 50 % en el caso de la dieta blanco. Con lo cual es muy probable que al aplicar un segundo tratamiento térmico pero ahora sobre las dietas, dió también por resultado una disminución adicional en el contenido de fitatos, tal y como se había previsto.

Tal y como se esperaba el nivel de proteína en las diferentes dietas fue muy similar, lo cual se ve reflejado al realizar el análisis químico proximal de los organismos, al término del experimento. En cuanto a la calidad de la proteína de las dietas, también fue muy similar, lo que significa que la incorporación de medianos de pulido no alteró de modo significativo la composición aminoácida de los diferentes alimentos.

En lo que respecta al extracto etéreo, el contenido en las diferentes dietas, sufrió un incremento en función al aumento de M.P.D.A., así mismo la calidad no se controló y debido a esto el análisis de ácidos grasos para las diferentes dietas muestra muchas variaciones. Por otra parte, al realizar el análisis de ácidos grasos de los organismos se observa que existe un aumento para la mayoría de los ácidos grasos conforme se incrementó el nivel de medianos de harina de pulido de arroz, esto puede

deberse a que existió un aporte creciente en lípidos conforme se incorporó M.P.D.A..

Los valores obtenidos en las pruebas biológicas son bajos si se comparan con los obtenidos por Charlon Nicole and Co. en 1986, ya que en un tiempo similar los organismos obtuvieron pesos de aproximadamente 5 g. sin embargo es necesario aclarar que aunque se trata de la misma especie, es una variedad diferente, además el nivel de proteína en las dietas es más elevado (40 %), así como la temperatura de las peceras (20 a 26° C), la diferencia existente también pudo ser debida a la aparente parasitosis de los organismos, sin embargo al realizar el análisis estadístico comparando los lotes problema, con el testigo no existió diferencia significativa para ninguna de las variables, por lo que se puede decir que la sustitución de harina de arroz por harina de medianos de pulido de arroz hasta un nivel de 20 % en el alimento para esta especie, no afecta su crecimiento.

De acuerdo a lo anterior, y en función a lo presentado en la introducción, se puede decir que si la fracción de medianos de harina de pulido de arroz, corresponde a una tercera parte del total del pulido, entonces esto significa que la cantidad aprovechable del total producido a nivel nacional, resultaría ser, precisamente la misma proporción.

VII. CONCLUSIONES.

1.- El emplear M.P.D.A. como ingrediente para elaborar alimentos balanceados mejora el nivel de proteína y lípidos. Sin embargo es conveniente hacer notar que su uso debe restringirse, ya que se ha observado que el nivel de fitatos, causa efectos a nivel de escamas y aletas (Rojas C., 1988).

2.- Resulta conveniente realizar un tratamiento térmico en las harinas de cereales con el fin de disminuir el efecto de los fitatos.

3.- Debido a que los datos de digestibilidad si presentan una disminución en sus valores conforme se aumentó el contenido de medianos de pulido de arroz, se puede decir que la digestibilidad es afectada al incrementar el nivel de medianos de pulido de arroz.

4.- De los datos obtenidos a partir de las pruebas biológicas, aún cuando son bajos; influencia de la posible parasitosis de los organismos, demuestran que el crecimiento de Cyprinus carpio var. rubrofuscus no se vió afectado por la incorporación de M.P.D.A.

5.- Con el análisis estadístico realizado a las variables, se puede decir que se puede incorporar hasta un 20 % de M.P.D.A. en dietas para carpa barrigona, con un nivel de proteína del 30 % , sin afectar el crecimiento.

VIII. RECOMENDACIONES.

1.- En base a lo determinado por Charlon Nicole y Co. 1986, es recomendable realizar trabajos en los que se incremente el nivel de proteína en las dietas. Así mismo, es necesario controlar el nivel de extracto etéreo, así como en los ácidos grasos, ya que se observaron diferencias en las dietas, y por lo tanto, esto representa una variable adicional.

2.- Es recomendable elaborar dietas con un contenido de incorporación de M.P.D.A. mayor, para conocer hasta que nivel puede ser utilizado sin afectar el crecimiento de los organismos.

3.- Es de gran importancia realizar pruebas de digestibilidad, niveles máximos tolerables de fitatos, así como de fibra en las diferentes especies de interés nacional, con el fin de conocer hasta que nivel pueden ser aprovechados, tanto los ingredientes como las dietas elaboradas, ya que es necesario recordar que una especie herbívora podría tolerar niveles más elevados de fibra en su dieta.

4.- Se recomienda realizar más pruebas sobre el contenido de fitatos de las diferentes harinas utilizadas en los alimentos, así como investigar sobre el mejor tratamiento térmico en el pulido de arroz con el fin de disminuir este factor.

5.- Es recomendable realizar un exámen previo a los organismos, para conocer su estado de salud y saber si son aptos para ser utilizados en bioensayos.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- A.O.A.C. (1970), " Methods of Analysis " . Washington D.C. U.S.A.
- 2.- Bardach J. (1972), "Aquaculture: The Farming and Husbandry of Fresh Water and Marine Organisms" , Interscience New York U.S.A.
- 3.- Balfour Hopher and Pruginin Yoel (1981), " Commercial Fish Farming with Special Reference to Fish Culture in Israel " , Interscience Publication John Wiley and Sons. New York.U.S.A
- 4.- Benedito de Barber y Maquieira (1977), " Proteinas del Salvado de Arroz. I. Capacidad de Extracción de las Proteinas del Salvado Crudo y Estabilizado " , A.T.A. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 17 (2): 209 - 211.
- 5.- Benedito de Barber y Martínez (1981), "Proteinas del Salvado de Arroz. II. Valor Potencial de las Fracciones de Salvado de Arroz como Ingredientes de Alimentos Protéicos. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos . 21 (2):247-252

- 6.- Benedito de Barber C. y Tortosa E. (1978), " El Salvado de Arroz y su Valor Potencial para la Alimentación Animal ". Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 18 (4): 408-421.
- 7.- Charlon Nicole, Durante Helene et. Bergot Pierre (1986), " Alimentation Artificielle del Larves de Carpe (Cyprinus carpio L. ". Aquaculture, 54: 83-88
- 8.- Cho. C.Y. , Cowey C.B. and Watanabe T. (1983) , "Finfish Nutrition in Asia. Methodological Approaches to Research and Development ". International Development Research Centre.
- 9.- Fragoso Marcela (1986) " La Digestibilidad "in vivo" de Productos y Subproductos Agrícolas, Industriales y Pesqueros, y su Aplicación en Nutrición Acuicola". Primer curso sobre nutrición acuicola. CINVESTAV - ENCB. México D.F.
- 10.- Graf E. (1983), " Application of Phytic Acid " , JAOCs 60 (11):1861 - 1867.
- 11.- Goolish Edward (1984) " Efectos de la Ración y la Temperatura en el Crecimiento de Carpa Común " . Aquaculture. 36:27-35.

- 12.- Jauncey Kim. (1982) " Carp (Cyprinus carpio L.) Nutrition a Review ". Bamidgeh, 36(5):217 - 256.
- 13.- Kirchgessner M. , Kurzinger W. and Schwarz J. (1986), " Digestibility of Crude Nutrients in Different Feeds and Estimation of Their Energy Content for Carp (Cyprinus carpio L.). Aquaculture. 58: 185-194.
- 14.- Kirchgessner M. and Schwarz J. (1986), " Mineral Content (major and trace elements) of Carp (Cyprinus carpio L.) Feed with Different Protein and Energy Supplies " Aquaculture. 54: 3-9.
- 15.- Lovell R., (1984), " Utilización de Productos de Soya en Raciones para Especies Acuícolas " , Asociación Mexicana de Soya. Febrero (1984). México.
- 16.- Medina G.M. (1982), " El Factor de Conversión Económico del Alimento " , IV Sposium Latinoamericano de Acuicultura, Panamá Enero: 25-29.
- 17.- N.R.C. (1977), " Nutrient Requirements of Warmwater Fishes " , National Academy of Sciences, Washington D.C. U.S.A.

- 18.- Ogino C. y Takeda (1974) "Mineral requirements in fish II.- Calcium and phosphorus requirements in carp". Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 42:793-799.
- 19.- Pillaiyar P. (1981), " Rice Bran as Feed and Food " , The Ind. J. Nutr. Dietet. 18:109 - 115.
- 20.- Pesca (1986), " Piscicultura de Agua Dulce " Dirección General de Organización y Capacitación Pesquera.
- 21.- Porcayo Calderón J. (1988), " Prespectivas para el Aprovechamiento Integral de la Pulidura de Arroz ", Tesis de Maestría. CINVESTAV I.P.H. , México D.F.
- 22.- Rojas Contreras B. (1988), " Formulación, Elaboración y Evaluación de Dietas de Bajo Costo para Tambaqui (Colossoma macropomum) un Pez Originario de la Cuenca del Río Amazonas ". Tesis de Licenciatura . E.N.C.B. México D.F.
- 23.- Secretaría de Pesca (1982), " El Cultivo de la Carpa " , folleto para la pesquería, Dirección General de Organización y Capacitación Pesquera.

- 24.- S.E.P (1985). " Manuales para Educaci3n Agropecuaria. Arroz"
 Area: Producci3n Vegetal 11. Trillas.
- 25.- Sosa de Pro. (1981) , " Manual de Procedimientos Analiticos
 para Alimentos de Consumo Animal" . Chapingo M3xico.p.p. 55
 57.
- 26.- Smith R. (1981), " Energy Metabolism in Fishes". Symp XII.
 Inter. Congr. Nutrit. 945-953.
- 27.- Tacn3n y Rodriguez (1984). " Comparision of Chromic Oxide,
 Crude, Polyethylene and Acid-Insoluble, Ash as Dietary
 Markers for the Estimation of Apparen Digestibility
 Coefficients in Rainbow Trout, Aquaculture. 43 : 391-399.
- 28.- Tangenjaja B, Buckle K. and Wootton M. (1980) "Analysis of
 Phytic Acid by Hig- Performance Liquid Chromatography.
 Journal of chromatography. 197: 274-277.
- 29.- Tangenjaja B., Buckle K. and Wootton M . (1980) .
 " Desphosphorylation of Phytic Acid in Rice Bran". Journal
 of Food Science 45: 1021-1024.

- 30.- Tejada de Hernández I. (1983). " Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en Alimentación Animal " Depto. de Divulgación Técnica del INIP-SARH. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación en México A.C. pag. 331.
- 31.- Toma B. y Curtis J. (1986) " Effect on Mineral Bioavailability" , Food. Tech. 49 (2): 111-116.
- 32.- Villalvazo J. y González C. (1987). "Economía y Técnica de la Piscicultura" . Tiempo de Ciencia 7 : 34-37.
- 33.- Viola S. y Arieli (1983) " Evaluation of Different Grains as Basic Ingredients in Complete Feeds for Carp and Tilapia in Intensive Culture " . Bamidgeh Bulletin for fish culture in Israel 35 (2): 38-43
- 34.- Viola S. , Mokady S. and Co. (1982) " Partial and Complete Replacement of Fish Meal by Soybean Meal in Feeds for Intensive Culture of Carp " Aquaculture. 26 : 223-236.
- 35.- Wilson Rober P. (1986). " Protein and Aminoacids Requirements of Fishes ". Ann. Rev. Nutr. 6:225-244.

- 36.- Wood D. and Lynch J. (1984). "Current and Future Perspectives in Research on Lignocelullose Biodegradation", Applied Biochemistry and Biothecnology 9: 307 - 312.
- 37.- Wolfgang H. and Hans-Joachim L. (1983) " Sensitive Method for the Rapid Determination of Phytate in Cereals and Cereal Products ". Journal Sciences of Food Agriculture 34:1423-1426.
- 38.- Yufera P. y Carrasco M (1980), "Química Agrícola III " , Alhambra . Madrid, España.