



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

IZTACALA - U.N.A.M.

BO 251/85 9.3

Biología

"ESTUDIO DEL VALOR NUTRITIVO DE DIFERENTES COMPONENTES NO CONVENCIONALES EN LA DIETA DE LA CARPA COMUN (Cyprinus carpio L.)"

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
MORALES VENTURA JESUS
VILLICAÑA VAZQUEZ FELIPE



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.

A nuestros padres con
respeto, cariño y admiración.

A nuestros hermanos.

A nuestros compañeros
y maestros.

Agradecemos a la Biól. Ma. Eugenia Moncayo I. por su valiosa orientación así como las facilidades proporcionadas para el desarrollo de esta tesis.

Nuestro agradecimiento también al M.C. Alfredo Larios S. por proporcionarnos los desechos agroindustriales y sus apreciables indicaciones en los análisis químicos.

Al personal del Area de Alimentos del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV del I.P.N.

Así como a los biólogos S. Hernández B., A. Marquez - E., N. Navarrete S. y A Rocha R. por la revisión de este manuscrito.

Nuestro agradecimiento al Laboratorio de Ecología Marina de la E.N.C.B. del I.P.N. por el uso de sus instalaciones en la etapa del bioensayo.

Al Area de Alimentos del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV del I.P.N. por facilitarnos el acceso a sus laboratorios para procesamiento - de los alimentos y análisis químicos.

Al CONACyT por el apoyo al proyecto "Aclimatación de tambaqui (Colossoma macroporum) una especie herbívora del Brasil" del cual forma parte esta tesis.

A la piscifactoria de Tezontepec de Aldama Hgo. de Secretaria de Pesca por los organismos donados.

C O N T E N I D O .

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	4
Ciprinicultura	4
Características biológicas	5
Alimentación artificial	6
Necesidades nutricionales	9
Proteínas	9
Lípidos	12
Carbohidratos	14
Vitaminas	16
Minerales	17
Ingredientes prueba	19
OBJETIVO	21
MATERIAL Y METODOS	22
Métodos analíticos	22
Dietas	22
Bioensayo	24
DISCUSION	30
CONCLUSION	36
SUGERENCIAS	37
TABLAS	38
GRAFICAS	46
BIBLIOGRAFIA	48

INTRODUCCION .

Entre los problemas más graves de los países subdesarrollados como México están el de la desnutrición y el de la alta tasa de crecimiento poblacional, de ahí la importancia de los alimentos. Según cálculos de FAO para fin de siglo se requerirán de 93 millones de toneladas de productos pesqueros para consumo humano directo. Para cubrir esta cantidad se deberá capturar un promedio de 113 millones de toneladas, debido a que del total de la captura, el 70% se destina al consumo humano y el 30% restante para producir harina o aceite. Sin embargo los expertos predicen una captura de solo 100 millones de toneladas, es decir que habrá un déficit de 13 millones de toneladas. Por tal motivo se espera que el déficit mencionado repercutirá más drásticamente sobre los países subdesarrollados.

La acuicultura en México ha recibido un mayor impulso por parte del gobierno federal desde la última década, por lo que se le considera como una biotécnica que puede coadyuvar a la solución del problema alimentario. Richardson en 1970 estimaba la producción acuícola tanto de agua dulce como marina en cerca de 3 millones de toneladas métricas, y un incremento en la producción mundial para 1985 de 20 millones (Cowey y Sargent, 1972). } 3

La manera en que se realiza el cultivo presenta variaciones, pero a grosso modo se les puede diferenciar en acuicultura extensiva e intensiva. Esta distinción puede también hacerse con base en la fuente de alimento (Lovell et al, 1978). } 3-5

Los alimentos naturales de los peces incluyen: bacterias, fitoplancton, zooplancton, insectos, crustáceos, moluscos y peces además de algunos otros. En general estos organismos son ingeridos por los peces tan rápido como se producen es por

ello que para aumentar la producción natural se fertiliza el agua. Sin embargo estas condiciones no son suficientes para densidades muy altas. Por tanto se considera que el factor más limitante después del ambiente en la producción de peces, es el alimento (Dupree, 1976). Cuando éste se prepara en tal forma que satisface las necesidades nutricionales de los peces se le llama balanceado. Usualmente cuando no se suministra alimento balanceado los costos de producción son bajos pero también lo es la producción. En cambio cuando los organismos en cultivo aceptan la alimentación complementaria, la producción de peces resulta provechosa (Lovell et al., 1978).

La investigación nutricional tiene como objetivo el conocer el papel químico y fisiológico de cada uno de los componentes nutricionales de la dieta así como de determinar las necesidades alimenticias de la especie o especies de que se trate (Cowey y Sargent, 1972). Dichos conocimientos son posteriormente aplicados en la formulación de alimentos balanceados los cuales contengan todos los constituyentes de una dieta completa de una manera simple y económica.

Los alimentos y la mano de obra son los rubros que más impacto tienen en los costos de producción, pues se dan ca 6 sos en que juntos llegan a representar el 90% de dichos costos (Medina, 1982). Muchos de los componentes de los alimentos balanceados han aumentado de precio y su disponibilidad no aumen ta en la misma proporción que las necesidades, como lo es la harina de pescado, que por su alto porcentaje de proteína y perfil de aminoácidos es un componente nutricional de alta calidad para la mayoría de los peces (Nose, 1979). Algunos otros materiales adecuados para los peces son utilizados en países subdesarrollados en la ganadería o en la misma alimentación hu

mana (Bayne et al., 1976). Algunas de las fuentes alternas de proteína que se han probado son: larvas de insectos, proteína foliar, pastos, silage de vegetales, krill, bacterias, algas y proteína unicelular (Spinelli, 1980, Nose, 1979). Sin embargo muchos de los subproductos de la industria alimentaria inaceptables para el hombre pueden ser nutricionalmente adecuados para la alimentación de los peces (Smith, 1981). Otra posible fuente podrían ser la de los desechos agroindustriales, que aunque con tienen proteína en poca cantidad o de baja calidad, ésta puede complementarse con otros elementos y obtener así una dieta balanceada con un costo menor que reduce los costos de producción.

A N T E C E D E N T E S .

C i p r i n i c u l t u r a .

La carpa común (Cyprinus carpio L.) de origen asiático, es tal vez el primer pez utilizado por el hombre para cultivo. Existen registros del año 475 A. C. en China de esta actividad. A Europa son introducidos por el año 1150 y a Norteamérica a mediados del siglo XIX, más recientemente al Africa y América Latina (Bardach, 1972).

En México es introducida a mediados del siglo XIX, - pero solo en los 1950's es reconsiderado su valor para cultivo. La carpa junto a otros ciprínidos comprenden el 60% de la explotación de agua dulce, y en general esta especie, el charal y - la mojarra forman las pesquerías de agua dulce más importantes del país (Rosas, 1973).

La importancia del cultivo de la carpa y otros ciprínidos es grande. Bardach (1972) considerando varios factores tales como: tipo de cultivo, facilidad para el cultivo, etc. calculó la producción mundial total (incluida la no reportada) en 2 millones de toneladas.

El cultivo de la carpa se ha desarrollado en diferentes etapas, la primera cuando los peces solo eran mantenidos - en estanques por varios años. El siglo XIX trajo nuevos métodos el cultivo mantenía una separación por edades y tamaños. En la actualidad se les mantiene en estanques con alimentación natural, con o sin fertilización o en ocasiones se les suministra alimento balanceado, se les engorda en jaulas que se encuentran en corrientes, lagos y estanques (Ghittino, 1972). Por lo tanto este pez es cultivado bajo todos los métodos de la piscicultura.

Características biológicas.

El éxito de la ciprinicultura es debida a su relativa facilidad para el desove en cautiverio, la resistencia a condiciones ambientales sumamente variables durante todos los estadios de su ciclo de vida, se adapta tanto a aguas ácidas como alcalinas se puede desarrollar en condiciones de alta turbiedad (Bardach, 1972). Estos peces pueden resistir temperaturas entre 0°C y 40°C, y vivir dentro de un intervalo amplio de 5°C - 35°C aunque el mejor desarrollo se logra entre los 20°C y 30°C (Kanaganawa Inter. Fishe. Cent., 1983).

Sus hábitos alimenticios son muy variados. Se le considera omnívoro detritófago, alimentándose tanto de vegetales como animales. Carece de dientes en sus mandíbulas, pero por medio de la superficie molar de los dientes faríngeos, puede moler los alimentos. Selecciona del fango los alimentos que necesita. Los de origen vegetal provienen de diversas plantas, - semillas de árboles, plantas acuáticas y algas. Estos peces también pueden alimentarse de organismos de superficie, como animales flotantes o algas (Rosas, 1973). El alimento natural de la carpa es muy alto en proteína, cerca del 50% del peso seco (Ghittino, 1972).

No tiene estómago, pero tiene un intestino largo el cual se extiende en la cavidad visceral, el ducto biliar se abre en el intestino anterior, el hígado no tiene una forma de finida y debido a su distribución ayuda a rellenar los espacios alrededor del intestino. La ingestión del alimento parece que es lentamente, en pequeñas partículas en lugar de unidades de más grandes e intermitente, de tal manera que la función del estómago no se ha perdido (Smith L., 1980).

El aparato digestivo de la carpa presenta actividad

péptica en el tejido del estómago, actividad trípica en el páncreas y hepatopáncreas, y de proteasas en la mucosa intestinal. Cuando se comparan las concentraciones de las enzimas digestivas de proteínas de la trucha con las de la carpa, son mayores en la primera que en la segunda, reflejando así la diferencia en hábitos alimenticios. Sin embargo las proteasas de la carpa a diferentes de las de la trucha, mantienen su actividad en - todas las temperaturas. Por otro lado existen una correlación entre la época del año y la actividad enzimática, debido a que se produce un incremento en la digestión proteica en primavera y verano y un decremento del 47 al 66% en el invierno (Phillips, 1969). Las enzimas maltasa, amilasa y proteasas muestran una - adaptabilidad en su actividad enzimática cuando se modifican - los niveles de carbohidratos y proteína presentes en la dieta en un período de una semana (Kawai e Ikeda, 1972).

A l i m e n t a c i ó n a r t i f i c i a l .

Los alimentos artificiales son de dos tipos: completos, los que contienen todos los nutrientes ó complementarios, los cuales solo proveen de algún nutriente a los organismos que se alimentan de fuentes naturales (Stickney, 1979).

Existen tres situaciones en las cuales se agrega alimento artificial: i) cuando el suelo y agua no son lo suficientemente fértiles para mantener un cultivo y los fertilizantes no se pueden emplear o se desconocen. ii) aumentar la ganancia económica por área, pues al agregar alimento artificial la cosecha puede doblarse o incluso triplicarse, aplicándose esto - en mayor medida a estanques de área pequeña. iii) esta tiene - más relación a la producción a gran escala, debido a que existe una relación inversa entre la densidad de población y la tasa de crecimiento en un estanque de producción, lo que significa

que una vez rebasada la producción natural del estanque, es necesario administrar alimento para mantener mayor cantidad de peces por volumen del estanque (Hickling, 1971).

La alimentación de la carpa varía de acuerdo a la etapa del cultivo. En el estado de larva el alimento puede ser vivo (fitoplancton y zooplancton) o inerte (artificial o microencapsulado), el primero de estos, requiere de facilidades que no siempre el piscicultor tiene, mientras que el segundo se puede adquirir y manejar con mayor facilidad. Con una buena alimentación se pueden obtener sobrevivencias del 80%. Al mes siguiente se puede emplear un balanceado, éste es de ingredientes finamente pulverizados, con un alto nivel de proteína (50-60%) y de buena calidad (Kanagawa Int. Fish. Cent., op cit). En la India los alevinos son alimentados con pastas de oleaginosas y salvado de arroz, la mejor combinación es: insectos acuáticos, camarones de agua dulce y estiércol (5:2:2)(Bardach, op. cit).

En las siguientes etapas el nivel de proteína se reduce. En los reproductores donde no requiere más crecimiento los porcentajes de proteína y grasa en la dieta se modifican, pero se puede enriquecer con vitaminas o minerales.

Anteriormente se consideraba, la necesidad de que al menos la mitad de la alimentación fuera alimento vivo y la otra parte artificial, para obtener éxito (Huet, op. cit, Ghittino, op cit). Esto es debido a que las raciones suministradas, contienen una mayor cantidad de carbohidratos, para que la proteína aportada por el alimento natural no se utilice como energía, si no para aumentar la biomasa (Bardach, op. cit).

Los alimentos suministrados a la carpa son tanto de origen vegetal como animal.

Alimentos vegetales tales como: altramus, uno de los

mejores para la carpa, con una tasa de conversión de 4; la soya, de fácil trituración no requiere de otro proceso para animales jóvenes, conversión de 4; el maíz es muy empleado para en gorda, mayor facilidad de trituración (5 de conversión); cereales como trigo, centeno, cebada y avena, dan buena calidad de carne, con una conversión de 4 a 6. En las regiones intertropicales, las hojas de cassava, papas dulces, hojas de plátano, - diferentes vegetales y pastos, tienen conversiones de 15 a 20.

Entre los de origen animal están: harina de pescado, harina de carne, harina de sangre, quezo, et., estos dan mejores conversiones, para la h. de pescado es de 1.5 a 3.

La preparación del alimento es dependiendo de cada caso, pueden ser: triturados, mojados, secos o cocinados (Huet, op. cit.).

La siguiente dieta para bagre es un ejemplo de formulación para peces omnívoros, 10% de h. de pescado, 35% de h. de soya, 20% de gluten de maíz y 30% de maíz, dietas similares se han formulado en países de Europa, sin embargo mayor cantidad de h. de pescado son empleadas en Japón para la carpa (Nose, op. cit.) En la Unión Soviética se experimento con raciones con, - 47-55% de pastas de oleaginosas, 10-20% de productos vegetales, 9-25% granos, 10-20 salvado de trigo, 3-10% harinas animales y 1% de conchas, con un 23-28% de proteína cruda y conversión de 3.5 (Ghittino, op. cit.). Viola y Arieli (1983) evalúan diferentes ingredientes para un alimento para carpa y tilapia, con - maíz, sorgo trigo, salvado de trigo y avena, los cuales representaban de un 65 a 75% de la ración el resto fue h. de pescado, el nivel de proteína cruda fue 25%.

Es importante que la ración esté nutricionalmente balanceada para que el piscicultor obtenga el máximo rendimiento,

pues la deficiencia de uno o más nutrientes puede ocasionar re ducción en el crecimiento, enfermedades por debilidad y hasta la muerte. Para lograr este buen balance se debe tomar en cu en ta las necesidades nutricionales del organismo en cultivo.

N e c e s i d a d e s n u t r i c i o n a l e s .

Proteína.

El ingrediente más caro en la dieta balanceada es la proteína, debido a que las fuentes de donde procede ésta, suman el 60% del costo (Andrews, 1977). Para obtener buenos resultados los alimentos deben contener de 20 a 60% de proteína cruda (- Hastings, 1976), En Japón los estándares oficiales de los balan ceados para carpa son: proteína cruda más de 39%, grasa más de 3%, fibra cruda menor de 5% y cenizas menor de 15% (Honma, 1980).

Smith R. (1980) considera que la eficiencia de conver sión de proteína del alimento en proteína corporal es tan buena en los peces como en otros animales. Esto es por la alta efi ciencia de energía, atribuible a varios factores: las necesida des de energía para el control de la temperatura corporal, para la locomoción y la excreción de desechos metabólicos proteicos, son relativamente bajos en cantidad.

La utilización de la proteína depende de varios fac tores: especie y tamaño del pez, factores ambientales, calidad de la proteína, nivel de ésta en la dieta, tipo de fuente y can tidad de energía utilizable y cantidad del alimento (Steffens, 1981).

Los estudios para determinar la utilización de las proteínas en los peces implica dificultades técnicas, pero el empleo de índices de crecimiento (tasa de crecimiento específi co, porciento de ganancia de peso, etc.), unidas al incremento de proteína en el cuerpo proporcionan resultados confiables, -

entre los segundos están: el Valor Productivo de Proteína (P. P.V.= Aumento de proteína en cuerpo / Proteína suministrada) y a la tasa de Eficiencia Proteica (P.E.R.)= Ganancia de peso / - proteína ingerida (Cowey y Sargent, 1972, Steffens, op.cit.). El PER es el concepto que la mayoría de los investigadores han establecido para evaluar la utilización de proteína (Cowey y Sargent, 1973).

En 1970 Ogino y Saito determinaron la utilización de proteína en carpas jóvenes utilizando caseína, ellos encontraron que el incremento del peso corporal está en proporción al contenido de proteína en el alimento, pero que al llegar al nivel de 38% de proteína en el alimento el incremento en peso corporal alcanza la asíntota. Tanto el PER como el NPU decrece al incrementar los niveles de proteína. Los valores de cada uno de estos fueron PER 2.5 y NPU 38.0 al 38% de proteína, la eficiencia del alimento (f.e.= Ganancia de peso / alimento ingerido) fue de 20.0. Ogino et al. (1976) en otro trabajo confirman los anteriores datos, en este caso la tasa de crecimiento alcanza un máximo al nivel de proteína cercano al 35%. Otro aspecto observado por ellos es que tanto los lípidos como los carbohidratos son igualmente usados como fuente de energía digestible (D.E.= Energía bruta - Energía fecal). Otros porcentajes utilizados por estos autores fueron de 35 a 50% administrados en tasas de alimentación que variaron del 2.5 al 3.5% del peso corporal, en este mismo escrito las necesidades de proteína para una máxima retención de proteína fueron de 12-13 g/Kg de peso corporal/día, estos valores son casi iguales a los que se han obtenido con el cerdo y más bajos que los obtenidos con pollos (Ogino, 1980b).

Uno de los factores que influyen en la utilización -

PER = ganancia de peso /
proteína ingerida

NPU = nivel de proteína utilizado

de proteínas es la calidad nutricional de las mismas proteínas. Ogino y Chen citados por Cowey (1975) determinan este factor - en carpa utilizando proteínas de origen diferente pero a un mismo nivel proteico (40%). Así encontraron que el Valor Biológico (B.V.) para yema seca de huevo es de 0.89, caseína 0.89, soya 0.74 y germen de trigo 0.78. Así también Hastings (1969) considera que la digestibilidad en los peces es de 80% o más para proteína animal y de 70 o menos para proteína vegetal.

Al igual que otros peces estudiados, la carpa requiere de los mismos 10 aminoácidos esenciales. En la mayoría de las pruebas con dietas deficientes en los aminoácidos esenciales se produjeron congestión de la epidermis en las aletas caudal y pectorales, se presentó mortalidad, excepto cuando la deficiencia fue en isoleucina y lisina, en el caso de deficiencia en metionina y lisina, el crecimiento un poco inferior al patrón logrado con caseína (Nose et al., 1974).

Las necesidades para cada uno de los aminoácidos esenciales fueron determinados por Ogino (1980a) quien se basó en el incremento en el cuerpo de las carpas de cada aminoácido - después de alimentarlas con proteína de alto valor biológico. Así encontró que para satisfacer las necesidades nutricionales de este pez es necesario que los aminoácidos esenciales se encuentre en los siguientes porcentajes: leucina 1.64, isoleucina 0.92, valina 1.16, treonina 1.32, fenilalanina 1.16, tirosina 0.84, metionina 0.64, cistina 0.32, triptófano 0.24, arginina 1.52, histidina 0.56 y lisina 2.12, cuando el nivel de proteína es de 40% y de digestibilidad 80%.

El estudio de la relación existente entre fuentes de energía y la utilización de proteína es realizado por Ogino et al. (1976) utilizando carbohidratos (α -almidón y dextrina) como

principal fuente de energía. La tasa de crecimiento y la eficiencia del alimento no son afectadas por los niveles de carbohidratos. En los grupos carentes de proteína existe una leve ganancia del peso corporal debido posiblemente a la deposición de lípidos en el cuerpo.

La carpa utiliza eficazmente tanto carbohidratos como lípidos como fuente de energía. El aumento en el contenido de energía digestible de 320-460 Kcal/100 g de dieta, por el aumento de 5% al 15% de los lípidos, no mejora el crecimiento de los peces, la eficiencia del alimento o el valor NPU (Takeuchi et al, 1979a).

Continuando con este tipo de estudios, el mismo grupo de investigadores (Takeuchi et al., 1979b) determinaron la tasa óptima de energía digestible a proteína (DE Kcal/% proteína), con diferentes cantidades de proteína (22-41%), carbohidratos (5-50%) y lípidos (5-15%). Nuevamente encuentran un máximo en la eficiencia del alimento y crecimiento entre los 31-32% de proteína con DE de 310-360 Kcal/100 g de dieta, por lo que el valor óptimo de DE Kcal/% proteína es de 97-116.

Huisman (1976) utilizó diferentes tasas de alimentación (cantidad de alimento seco en relación al peso vivo), con un nivel de proteína cruda del 49% y obtiene los mejores valores de PER y PPV utilizando una dosis diaria correspondiente al 3% del peso corporal t tal.

Lípidos

Los lípidos tienen funciones importantes en la fisiología de los peces pues son acarreadores de vitaminas liposolubles A, D y K y proveen de energía como de los ácidos grasos esenciales (EFA) requeridos, éstos últimos son diferentes de especie a especie. Para utilizar carbohidratos de alto peso mo

DE = energía bruta - energía fecal

lecular, como fuente de energía, los lípidos pueden cubrir parte de éstas (Watanabe 1982).

En un primer trabajo para determinar los efectos que sobre la carpa produce deficiencia de lípidos en la dieta, Watanabe et al. (1975b) utilizaron carpas de 2.5 g no encontraron mortalidad o alguna otra anormalidad, en cambio se sabe que la trucha bajo estas condiciones presenta el síndrome del shock; las carpas por su parte pueden crecer pero la ganancia en peso es baja, la adición de metil laurato notablemente mejora la ganancia en peso, de donde se deduce que el bajo crecimiento fue por el poco contenido calórico, debido a la ausencia de grasa. En otro escrito (Watanabe, 1975a) empleando carpas de 0.65 g, - por un período de 22 semanas, se encontró que la deficiencia de lípidos produce retardo en el crecimiento el cual se mejora con la adición de metil linoleato o de linolenato. Las necesidades de ácidos linolenico (18:3w3) y linoleico (18:2w6), son de un 1% para cada uno (Takeuchi y Watanabe, 1977). En este experimento se encontró que los ácidos altamente insaturados (HUFAs) tienen un efecto suplementador, debido a que la adición de 0.5% de w3-HUFA produce resultados comparables a las dietas con 18:2w6 y 18: w3. Las dietas deficientes en EPA aumentan el nivel de ácidos poliinsaturados "anormales" 20:3w9 y ácidos monoinsaturados 16:1 y 18:1. Así las tasas de 20:3w9/20:4w6 y 20:3w9/22:6w3 para el índice de deficiencia en EPA son los siguientes valores propuestos de 0.4 y 0.6 respectivamente, señalan cantidades suficientes de ácidos grasos w6 y w3 en la dieta.

Existe una relación importante entre los lípidos y el α - tocoferol en los vertebrados superiores (Majner et al., 1979). En la carpa se encuentran las siguientes evidencias:

La deficiencia de α - tocoferol produce distrofia muscular

cular caracterizada por una marcada pérdida de músculo en la region dorsal, en el hepatopáncreas se encuentra un bajo contenido de proteína (Watanabe et al., 1970a). En otro experimento que duró 90 días, los peces presentaron los síntomas de deficiencia en este elemento a los 50 días, por lo cual se propuso adicionar 10 mg/100 g de dieta de α - tocoferol para un buen crecimiento (Watanabe et al, 1970b).

Al estudiar la relación entre α - tocoferol y el nivel de linoleato en la carpa Watanabe et al. (1977), encontraron que al elevar el nivel de linolenato en la dieta, se incrementan las necesidades de α - tocoferol, evidenciado por la aparición de la distrofia muscular y poca ganancia de peso cuando se usa una dieta con menos de 10 mg/100 g de dieta y con 5% de linoleato. En cambio en los que recibieron dietas con 30 mg de α - tocoferol/100 g de dieta y proporciones de linolenato del 0 al 15% el crecimiento y ganancia en peso fueron mejores.

Carbohidratos

Los carbohidratos son fuente de energía y en el caso de los simples, son punto inicial para muchas síntesis biológicas. Los peces pueden crecer en dietas sin carbohidratos, las especies carnívoras en sus dietas contienen pocos carbohidratos, pero en especies como la carpa herbívora su dieta contiene grandes cantidades de carbohidratos complejos (Cowey y Sargent, - 1972). Los carbohidratos representan un amplio grupo de sustancias las cuales incluyen: los azúcares, almidones, gomas y celulosa. En la dieta de los animales y peces, dos clases de polisacáridos son significativos, los estructurales como la celulosa y los universalmente digeribles, principalmente almidón (Chow y Halver, 1980).

La digestibilidad del almidón de papa en la carpa es

Bioquímica de los Alimentos

de un promedio del 85%, sin importar los niveles del almidón, e en niveles del 19 al 48% de la dieta. En cambio la digestibilidad de β -almidón decrece al aumentar el nivel de almidón y su digestibilidad es menor que la del α -almidón (Chiou y Ogino, 1975).

En un estudio de Shimeno et al. (1977) la digestibilidad del almidón y de la proteína se mantuvieron constantes, alrededor del 88% y 89% respectivamente sin importar el nivel de α -almidón (del 10 a 50%). Takeuchi et al. (1979a) utilizando un nivel fijo de 32% de proteína y con diferentes niveles de lípidos y carbohidratos obtuvieron digestibilidades de 95% para proteína y de 85% para carbohidratos, no hubo diferencias entre los distintos niveles de lípidos o carbohidratos, por lo que ambos son igualmente utilizados como fuentes de energía.

Murai et al. (1981) demuestran que no hay una diferencia significativa entre el crecimiento y la eficiencia del alimento entre los peces alimentados con glucosa, maltosa, dextrina y α -almidón. Por otro lado, los niveles de glucosa en sangre se elevan durante las primeras 1 ó 2 horas después de la administración oral y decrecen 5 a 6 horas después (Shimeno et al., op. cit.).

El mejor crecimiento y eficiencia del alimento se logra con α -almidón seguido de dextrina y glucosa, el porcentaje de absorción de proteína y carbohidratos fueron comparablemente altos de 85% y 72% respectivamente sin importar el tipo de carbohidratos. Posiblemente la baja disponibilidad de glucosa y dextrina en la nutrición de los peces es debida a su rápida absorción, antes de la terminación de los sistemas enzimáticos relacionados al metabolismo de los carbohidratos que son inducidos por la insulina (Furuichi y Yone, 1982). Anteriormente -

Yone (1979) considera que algunos peces, entre ellos la carpa, son potencialmente diabéticos lo que resulta en una baja utilización de los carbohidratos.

Vitaminas

La acumulación del conocimiento y estudio de las vitaminas comenzó hace 400 años. En el caso de los peces, una primera dieta diseñada por Wolfe en 1951, y posteriormente modificada por Halver en 1957, impulsó en gran medida el estudio de las vitaminas.

Las vitaminas son clasificadas en dos grupos: hidrosolubles y liposolubles.

Las hidrosolubles incluyen ocho miembros del complejo B, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantotémico, nicotinamida, biotina y ácido fólico: factores nutricionales esenciales solubles en agua: colina, inositol y ácido ascórbico - (Halver, 1980).

En trabajos realizados por Kashiwada et al. (1970) - no se encontraron anomalías en carpas alimentadas con una dieta deficiente en B₁₂. Las bacterias intestinales son capaces de sintetizar dicha vitamina en cantidades considerables.

En los grupos experimentales alimentados con dietas deficientes en colina, no hubo diferencias significativas en la ganancia en peso, aunque el crecimiento fue inferior y en el tejido hepático las células aparecieron con una mayor acumulación de grasa. Cantidades de 60 a 120 mg/100 g de dieta cubren las necesidades de esta vitamina (Ogino et al., 1970a).

Los niveles dietéticos de riboflavina para un máximo de almacenamiento de la vitamina en el tejido hepático fue de 0.7 mg/100 g de dieta (Takeuchi et al., 1980).

Ogino et al. (1970b) encuentran efectos de deficien-

cia, con diferentes concentraciones de biotina, a los 60 días. El máximo de concentración de biotina en el hepatopáncreas, se alcanza cuando los niveles en la dieta son de 0.1 mg/100 g de dieta, considerando esta cantidad como la requerida para cubrir las necesidades del animal.

Al estudiar las necesidades de ácido ascórbico para la carpa Sato et al. (1978) no encuentran efectos en el crecimiento, otros parámetros ni en la mortalidad. Por lo tanto la carpa no necesita vitamina C bajo condiciones normales. Esto - esto apoyado por la capacidad de la carpa de sintetizar ácido ascórbico a partir de D-glucosa y D-gluconolactato.

Las vitaminas liposolubles A, D, E y K difieren de las anteriores por su acción acumulativa, la hipervitaminosis es común en peces y otros animales cuando grandes cantidades de estas vitaminas son ingeridas. Los síntomas de toxicidad son indistinguibles de los síntomas de deficiencia en el caso de las vitaminas A y D. En el caso de la E y K los síntomas son más ligeros (Halver, 1980).

Minerales

Los elementos minerales son muy importantes para los animales, por la gran diversidad de usos en las funciones orgánicas. Se consideran esenciales: calcio, fósforo, sodio, molibdeno, cloro, magnesio, hierro, selenio, iodo, manganeso, cobre, cobalto y zinc (Chow y Schell, 1980).

Ogino y Kamizono (1975) establecen que las necesidades para C. carpio de la mezcla de minerales Mc Collum más elementos traza es de 4%, alrededor del cual se alcanza el máximo de crecimiento. La falta de esta mezcla produce leve retardo del crecimiento e incremento de las cenizas, pero no diferencias en humedad, proteína o concentración de hemoglobina.

Calcio y fósforo forman más del 70% en las cenizas - Maynard et al., op.cit.). En pruebas en que el contenido de Ca y P en la dieta fue modificado, se encontró una correlación positiva con el nivel de fósforo pero no con los de calcio. Con el 0.7% (700 mg/100 g de dieta) de P se logró la máxima ganancia en peso, como se apunta arriba las concentraciones de Ca no producen efecto alguno, influido seguramente por la capacidad de la carpa de absorber Ca del ambiente, por lo que este pez tiene la capacidad de balancear la tasa de Ca/P (Ogino y Take-da, 1976). Por otro lado la disponibilidad del P contenido en diferentes materiales afecta el crecimiento y la composición mineral. La carpa utiliza efectivamente el P contenido en la caseína y levaduras, pero no el de productos vegetales (Ogino et al., 1979). Koyama e Itazawa (1977) encontraron que el contenido de más de 140 ppm de Cadmio, afecta el balance de Ca y P.

La deficiencia de Magnesio tiene efecto más acentuado en carpas jóvenes. La relación Ca/Mg en las vértebras, aumenta al incrementarse el contenido de Mg en el alimento, esta relación alcanza un valor constante al rededor de 40 a 50 mg/100 g de dieta, cantidades que coinciden con el máximo crecimiento - (Ogino y Chiou, 1976).

Sakamoto y Yone (1978) en estudios con diferentes niveles de Hierro en la dieta, solo encuentran modificaciones en parámetros sanguíneos, por lo que la carpa alimentada sin Fe manifiesta una anemia microcítica hipocrómica. La dieta control contenía 19,9 mg/100 g de dieta.

Las necesidades para el Zinc son de 15 a 30 ppm, determinados por Ogino y Yang (1979).

Las concentraciones óptimas de Manganeso y Cobre en la dieta son de 12-13 ppm y de 3 ppm respectivamente (Ogino y Yang, 1980).

I n g r e d i e n t e s a p r u e b a .

En México algunos productos agrícolas cubren el mercado nacional y llegan a exportarse, entre éstos están el café y la fresa. Durante el proceso de industrialización de estos productos, se obtienen desechos. En la explotación de la yuca o manioca, de la cual se utiliza el tubérculo, la porción foliar de la planta es desechada. En el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Unidad México) se ha encontrado la forma de utilizar la proteína extraída de dichas hojas, quedando todavía un bagazo con un buen porcentaje de proteína.

Hasta el momento se puede considerar nula la información a cerca del uso de la pata de fresa o del bagazo de la hoja de yuca en la elaboración de alimentos balanceados para alguna de las especies de peces que se cultivan.

En la Tilapia melanopleura se comparó la apetencia de varios elementos con respecto a la hoja de yuca como unidad (1.0), resultando ser mayor que la del maíz triturado (0.2), el arroz molido (0.2), la hoja de plátano (0.5) y la harinolina (0.7-0.9). De una manera gruesa, la tasa de conversión del alimento para la hoja de yuca es de 10-20, cuando se combinan el 50% de hoja de yuca con 50% de arroz molido la tasa es de 11.0 y con un 40% de hoja de yuca y 60% de cáscara de yuca aquella es de 11.0 (Hickling, 1971).

Con respecto a la pulpa de café, Bayne et al. (1976) informan de buenos resultados, al utilizar éste elemento a un 30% del total del alimento para Tilapia aurea. Estos investigadores obtuvieron ganancias de peso iguales o un poco mayores a las dietas control. Por otro lado los resultados de Christensen (1981) contradicen estos resultados pues con dietas con un 30% de este elemento para la carpa y para el bagre (Clarias mo-

sanbicus) encontraron decrementos en el crecimiento diario en un 45% o más.

Tampoco hay informes de la evaluación del alimento - Albamex C.T.B. (carpa, tilapia y bagre). El análisis químico - proximal proporcionado por el fabricante es: proteína mínimo - 33%, extracto etereo mínimo 8.2%, fibra cruda máximo 9.0%, cenizas máximo 7.5% y carbohidratos 35.5%. Los componentes son: soya integral, trigo, sorgo, gluten de maíz, harina de pescado, metionina, carbonato de calcio, fosfato de calcio, premezcla - de vitaminas y premezcla de minerales.

Proteína mínimo 33%
 Fibra cruda máximo 9.0%
 Extracto etereo 8%
 Cenizas 7.5%
 Carbohidratos 35.5%

O B J E T I V O .

Por medio de este trabajo experimental se conoció la factibilidad del empleo de los desechos agroindustriales: pulpa de café, pata de fresa, bagazo de hoja de yuca y pulidura de arroz desengrasada, en la dieta de la carpa común (Cyprinus - carpio), por el efecto de estos elementos en el desarrollo y composición química de los peces.

MATERIALES Y METODOS .

Métodos analíticos .

El contenido de proteína cruda fue determinado por - Micro-kjedall (A.O.A.C. 1970). La concentración de lípidos (ex-tracto etereo) por extracción Soxlet utilizando éter de petró-leo. La humedad se determino por secado de las muestras en una estufa al vacío a 100°C por 24 hrs.. Las muestras fueron inci-neradas en una mufla a 450°C por 5 hrs., para conocer la canti-dad de cenizas. Por último la fibra cruda se determino según - A.O.A.C. (1970). Cada una de las determinaciones anteriormente mencionadas se realizaron por triplicado.

Dietas .

Los sesechos agroindustriales evaluados en las dietas fueron: pulpa de café (pericarpio del fruto), bagazo de hoja de yuca, pata de fresa (pedúnculo del fruto) y pulidura de arroz desengrasada. Estos materiales forman parte de uno de los pro-gramas de investigación del CINVESTAV-IPN. Los desechos fueron tratados antes de ser mezclados, con la finalidad de eliminar la presencia de compuestos tóxicos (fenólicos principalmente), para esto se emplearon las siguientes soluciones: isopropanol-bicarbonato para la pulpa de café; isopropanol-sulfito para la pata de fresa; el bagazo de hoja de yuca se trató con isopropa-nol-HCl; e isopropanol para la pulidura de arroz (Larios com. per.).

Por otro lado, con base a los ingredientes que Alba-mex emplea para la elaboración de su producto (com. per.), en el balanceo de las dietas experimentales, también se uso: hari-na de pescado, pasta de soya, glu+er de maíz y sorgo. La pasta de soya antes de emplearse, fue expuesta a 90°C durante 2 hrs.,

en una estufa de tiro forzado, para bloquear la acción del factor inhibidor de la tripsina.

Por medio de un molino de martillos, cada ingrediente fue molido para obtener las harinas, las cuales se pasaron por un tamiz con el fin de homogeneizar el tamaño de la partícula.

Con base en los datos del análisis químico de cada ingrediente (tabla No.1), se formularon las dietas, enfatizando en el nivel de proteína (Hardy, 1980), para igualar al existente en el alimento Albamex. Otra consideración fue la de utilizar pequeñas cantidades de harina de pescado para disminuir el costo final del alimento. La cantidad empleada de cada desecho fue del 15% del total. La composición final de las dietas aparecen en la tabla No. 2.

Las otras dos dietas probadas fueron Albamex C.T.B. y una compuesta por ingredientes semi-puros, en la cual la única fuente de proteína fue la caseína, los demás ingredientes y porcentajes de los mismos aparecen en la tabla No.3.

Finalmente la mezcla de lípidos (aceite de soya:aceite de hígado de bacalao, 3:2) y los minerales y vitaminas que se encuentran en las tablas No.4 y 5, respectivamente, fueron agregadas a todas las dietas.

La mezcla de todos los ingredientes para cada alimento se efectuó manualmente, debido a la poca cantidad de material (100 g) con que se trabajó. Se hidrataron para formar una masa, la cual fue cocinada en una autoclave sin presión durante 30 min.. Posteriormente con una jeringa de plástico desechable sin aguja se formaron pequeños pellets, secados en una estufa al vacío a 40°C durante 3 hrs. Los alimentos fueron almacenados envueltos en papel aluminio y bolsas de plástico a temperatura

ambiente.

Las dietas experimentales son llamadas de la siguiente manera: caseína (CAS), Albarex (ALB), pulpa de café (PC), - pulidura de arroz desengrasada (PUL), bagazo de hoja de yuca - (BY) y papa de fresa (PF).

B i o e n s a y o .

Se utilizaron acuarios de vidrio con capacidad de 30 litros. El agua empleada provino de la red de agua potable, misma que fue decolorada dejándose reposar. Aproximadamente dos terceras partes de agua de cada acuario fue reemplazada semanalmente. La limpieza del agua y la aereación de la misma se logró - por medio de filtros exteriores son fibra plástica y carbón ac tivado. La temperatura no se controló pero se registró durante el ensayo. En cuanto al período luz-obscuridad fue de 12-12 hrs

Cada dieta fue probada por duplicado totalizando 12 grupos, de 19 organismos por pecera, al azar se asignaron los alimentos a los acuarios (Steel y Torrie, 1980).

Durante la etapa de prealimentación (22 días) los peces recibieron alimento comercial Albamex. Posteriormente a este período los peces fueron sometidos a experimentación por 50 días.

La cantidad de alimento se pesó con una balanza analítica su proporción al 3% del peso total de la biomasa, suministrada en dos partes, por la mañana (8:00) y por la tarde - (18:00), durante 6 días de la semana (lunes a sábado). El alimento fue administrado conforme los animales lo ingerían.

La determinación de la biomasa en cada acuario se obtuvo con una balanza granataria de tres brazos, sobre los cuales se ponían los peces en un vaso de plástico con agua. La di

ferencia del vaso con y sin peces indicaba el peso. Esta determinación se hizo en cada acuario cada 15 días, con lotes de 5 organismos y con el peso promedio determinado en cada caso, se ajustó la cantidad de alimento para los próximos 15 días. La mortalidad fue registrada diariamente. Al finalizar la prueba, los peces fueron pesados individualmente.

Antes de iniciar el régimen alimenticio y al término del experimento se tomaron muestras de los especímenes, 6 organismos del total al iniciar y 6 por acuario al final, para conocer proteína cruda, extracto etéreo y humedad.

Calculos matemáticos.

Las siguientes ecuaciones fueron utilizadas para cada uno de los parámetros estudiados:

-Tasa de crecimiento específico %

$$= \frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \times 100$$

donde: W_i = peso inicial
 W_f = peso final
 t = tiempo en días

-Ganancia de peso %

$$= \frac{W_f - W_i}{W_i} \times 100$$

-Eficiencia del alimento %

$$= \frac{50 (W_f - W_i) (N_f - N_i)}{F}$$

donde: N_i = número de peces inicial
 N_f = número de peces final
 F = cantidad de alimento suministrado

-Tasa de eficiencia proteica (PER)

$$= \frac{W_f - W_i}{\text{cantidad de proteína suministrada}}$$

-Valor productivo de la proteína (PPV)

$$= \frac{\text{aumento de proteína en el cuerpo}}{\text{cantidad de proteína suministrada}}$$

El análisis de varianza (nivel de significancia del 5%) así como la regresión lineal, para la obtención de la pendiente de las curvas se realizó según Steel y Torrie (1980) y las diferencias estadísticas entre las dietas por la prueba de Duncan (1955).

R E S U L T A D O S .

D i e t a s e x p e r i m e n t a l e s .

El análisis químico proximal de los ingredientes, - presentados en la tabla 1, muestra que la pasta de soya, harina de pescado y el gluten de maíz constituyen los ingredientes de mayor contenido proteico utilizandos en la elaboración de - las dietas experimentales. Los desechos agroindustriales presen taron cantidades similares de proteína, con valores de 15.79, 11.28, 14.72 y 16.71 por ciento para pulidura de arroz, pulpa de café, pata de fresa y bagazo de hoja de yuca respectivamente.

Las concentraciones de extracto etereo constituyeron porcentajes inferiores al 9% para la mayoría de los ingredien - tes a excepción de la pata de fresa con 19.7% y el bagazo de - yuca con 13.47%. Los desechos se caracterizarón por presentar altos valores de fibra cruda alcanzando hasta un 30.06%, valor del bagazo de yuca. Con respecto al contenido de cenizas se ob - servan los valores más altos en la pata de fresa 20.35%, la - harina de pescado 17.43% y la pulidura de arroz 10.11%. Con re - ferencia a carbohidratos (ELN) el sorgo presenta el porcentaje de 83.8% siendo de 12.7% para la harina de pescado, el valor - más bajo.

La tabla 6 indica los valores derivados del análisis proximal de los alimentos. En proteína cruda la diferencia entre el valor mínimo, 27.56 PF, y el máximo 30.38 ALB, fue de - 2.82. Con respecto al contenido final de extracto etereo, el - porcentaje menor lo presentó la dieta de la pata de fresa con un valor de 3.87, siendo el mayor para ALB con 9.67%. En cenizas el intervalo fue de 4.8 a 10.79% para CAS y PF respectiva - mente. Las cantidades de carbohidratos se situaron en la varia

ción de 48.63% (PG) a 52.02 (ALB). La energía disponible varió de 342.2 a 416.6 Kcal/100 g valores correspondientes a las dietas de papa de fresa y Albamex respectivamente. Finalmente en la relación Energía/proteína los valores se situaron entre los límites de 123 para PF a 137 para ALB.

B i o e n s a y o .

Durante la experimentación no existieron fluctuaciones muy marcadas en las condiciones ambientales tales como el período Luz-Oscuridad y la temperatura (20-21°C). La calidad del agua se controló mediante su cambio periódico y la supervisión del buen funcionamiento de los filtros, así como de la oxigenación por burbujeo del mismo.

Los peces consumieron el alimento en su totalidad sin apreciarse restos en el fondo de los acuarios.

Crecimiento.- El aumento en el peso promedio de los organismos a través del tiempo está representado en la grafica No. 1 y No. 2 (regresión de las curvas) siendo evidente que la curva de CAS es la de mayor pendiente (0.24). Cada una de las tasas de crecimiento específico obtenidas (tabla No.7) fueron significativamente diferentes de los demás al nivel del 5% siendo CAS el valor más alto 1.6 y el de PF el mínimo 0.76.

Los resultados de las dietas fueron:

CAS dieta con la función de control presentó los valores más altos (tablas No.7 y 8) y estadísticamente diferentes en todos los parámetros evaluados.

PUL este alimento obtuvo resultados mayores que las restantes dietas: la tasa de crecimiento específico (1.29), una mediana mortalidad de 7.90, ganancia de peso 106.0, eficiencia del alimento 51.73, PER 1.76 y PPV 23.15 en éste último no hay diferencia estadística con el control CAS.

BY esta ración se colocó en segundo lugar, con los siguientes resultados: 1.00 de crecimiento específico, 5.27 de mortalidad, 75.5 en ganancia de peso, 40.96 de eficiencia del alimento, PER con 1.42 y PPV de 18.67.

ALB alimento comercial se colocó por su desempeño, a un tercer lugar: 1.05, 13.15, 79.50, 42.77, 1.31 y 16.41 para crecimiento específico, mortalidad, ganancia en peso, eficiencia del alimento, PER y PPV respectivamente.

Para las dos raciones restantes PC y PF se obtuvieron los valores más bajos en la evaluación realizada (tablas No. 7 y 8).

La composición química proximal total de los peces, tabla No.9, no se vio afectada por el tratamiento de las diferentes dietas con excepción al contenido de humedad en los orga sometidos a las dietas CAS, PC y PUL. En donde se observaron diferencias significativas comparadas con los grupos alimentados con las dietas restantes ALB, BY y PF.

DISCUSION .

Con base en los resultados obtenidos, se puede afirmar de manera general que se presentaron diferencias significativas de crecimiento entre los grupos experimentales. Estas indican, que cada una de las dietas produjo efectos diferentes - sobre el crecimiento de los organismos. bajo las condiciones - ambientales controladas en las cuales se realizó la prueba.

Podemos considerar que los desechos agroindustriales aquí utilizados, no son proteicos por estar por debajo del 20% de proteína cruda, sin embargo es posible utilizar esta proteína por encontrarse a niveles similares a los de algunos granos, acercándose al 20%, como fué el caso de PUL y BY. Por otro lado en cuanto a fibra cruda estos elementos en general sobrepasan el nivel del 18%, asemejándose a los forrajes, excepto la pulidura de arroz que contiene solo un 16.35%.

Al aumentar el contenido de fibra en los alimentos - de la carpa se provoca disminución de la digestibilidad de la energía (Takeuchi et al., 1979b). Sin embargo el nivel de los desechos empleados en esta prueba no se reflejo en las raciones finales. En los desechos de PC, PF y BY el nivel de fibra es algo alta e implica su inclusión en un porcentaje mayor al 15%.

Todas las dietas fueron elaboradas en forma semejante en cuanto a cantidad y calidad de materiales; se tomó en cuenta las características limitantes de los desechos para que mediante el balance nutricional se obtuvieran alimentos isoproteicos, lo cual se logro con un nivel bastante aceptable, los demás nutrientes de las dietas tampoco presentaron diferencias notables. Todo esto asegura que las diferencias obtenidas en el crecimiento de los organismos estan relacionados especialmente a los - componentes no convencionales objeto de este estudio.

Al final del experimento la ganancia en peso obtenida por los peces con cada una de las dietas, presentó diferencias significativas en las respuestas, correspondiendo la más alta a la dieta CAS, la segunda a PUL y en tercer lugar se agruparon las restantes.

Al analizar los resultados de cada dieta, se encontró lo siguiente:

Dieta a base de caseína (CAS). Como se esperaba con CAS se obtuvieron los mejores índices de aprovechamiento del alimento, llegando a casi triplicar el peso promedio inicial. El resultado obtenido con esta dieta en casi todos los casos, fué significativamente mejor que el obtenido con las demás dietas, excepto para PPV que con la dieta PUL tuvo una respuesta semejante.

Este alimento tuvo como fin la de ser un punto de comparación con los trabajos realizados por otros investigadores, pues la información bibliográfica respecto a la utilización de desechos agroindustriales a la fecha, es bastante escasa, como se vera más adelante.

En el presente trabajo empleando un porcentaje de proteína cruda de 29.76% se obtuvieron valores de eficiencia del alimento igual a 68.24, PER 2.27 y PPV de 28.33. Los cuales se asemejan a los obtenidos por Ogino y Saito (1970), quienes utilizando caseína como única fuente de proteína, obtuvieron valores de 70.0, 2.4 y 29.71 (valores calculados) respectivamente para estos parámetros.

Como se ha dicho el crecimiento obtenido con esta dieta fué notable, aunque es probable que con una tasa de alimentación un poco mayor, éste hubiese sido mayor, pues autores como: Huisman (1979), Ogino (1980) y Bryant y Matty (1981), uti-

lizaron dietas altas en proteína cruda del 40 al 53%, con una tasa de alimentación del 3% del peso corporal obtuvieron - mejor crecimiento. Esto nos indica que la cantidad de proteína proporcionada por nosotros fué baja.

Dieta con pulidura de arroz desengrasada (PUL). Después de la dieta a base de caseína la dieta PUL fué con la que se obtuvieron los mejores resultados. Así las cifras de tasa de crecimiento específico, ganancia en peso y PER logrados con esta dieta fueron mejores que los obtenidos con las demás dietas. En eficiencia del alimento y PPV no hubo tal diferencia - con ALB y BY para el primer parámetro y BY, PC y ALB para el - segundo. Los resultados obtenidos con este alimento concuerdan con los de Ufodike y Matty (1983), en los cuales se demostró - una alta digestibilidad en los carbohidratos del arroz, la cual se traduce en un ahorro de proteína.

Dieta con empleo de bagazo de hoja de yuca (BY). A esta dieta se le puede considerar como el segundo desecho de - mejor desempeño.

En la mayoría de los parámetros observados, las respuestas de esta dieta no tuvieron diferencias significativas - con los obtenidos con ALB y PUL, excepto que con esta última - si hubo diferencias significativas en cuanto a ganancia en peso por lo que se ha colocado a este elemento en segundo lugar.

En la eficiencia del alimento BY, ALB y PUL se situaron entre el 40 y 50%. Para Huet (1972) con un buen pellet, es posible obtener tasas de conversión de 2.2 (aproximadamente - 45.45 de eficiencia del alimento) de ahí que consideramos un buen desempeño.

Dieta de alimento balanceado Albamex (ALB). Pese a - que ALB es un alimento comercial no se obtuvieron resultados

sobresalientes en el desarrollo de los peces. Esta dieta contenía mayores cantidades de proteína y energía que las demás, sin embargo en sus resultados no se presentaron diferencias estadísticas con respecto a las demás dietas PC, BY y PF. Por comunicación personal (Hernández) en la mayoría de los centros piscícolas del país, este alimento no tiene buenos rendimientos.

Las posibles explicaciones a este bajo desempeño son: ALB fué seleccionado por ser un alimento comercial y por su nivel de proteína, aunque su presentación comercial en forma de harina, por lo que en este estudio se le cocinó y peletizó para así asemejarlo a las demás dietas. Este proceso pudo alterar las proteínas, si el fabricante también había realizado dicho calentamiento; Otros factores fueron el período y condiciones de almacenamiento del producto, previo a su adquisición. Y por último este balanceado recibe la denominación C.T.B. (carpa, -tilapia, bagre) implicando que es aplicable a las tres especies, sin embargo, éstas tienen diferentes necesidades nutricionales.

Dieta con pulpa de café (PC). Este trabajo muestra que la dieta PC tiene baja eficiencia del alimento, alta mortalidad y bajo crecimiento. Aunque no hay diferencias significativas en los parámetros con el alimento comercial, si son valores más bajos que éste y solo en PPV es ligeramente mayor empleando solo 15% de la pulpa en la dieta. Como los nutrientes de las dietas fueron similares, se puede pensar en que la calidad de la proteína de la pulpa puede ser la responsable del bajo desempeño de esta dieta.

Por el contrario Bayne et al. (1976) obtuvieron buenos resultados, cuando alimentaron a Tilapia aurea con un alimento que contenía pulpa de café.

Para poder comparar las diferencias en la asimilación

de nutrientes entre la carpa y tilapia, se debe tomar en cuenta las características fisiológicas de los peces. Las tilapias se caracterizan por tener un intestino más largo lo que permite el establecimiento de una flora bacteriana que permite asimilar polisacáridos, acumular mayor cantidad de lípidos en las vísceras que en los músculos (viola y Arfeli, 1980), por otro lado, las necesidades de ácidos grasos en estas especies son más parecidas a la de los animales terrestres (Teshima et al., 1982).

Nuestros resultados concuerdan con los de Christensen (1931) quien trabajó con C. carpio y Clarias mosambicus. Cuando suministró alimento con un 30% de pulpa de café, se produjo un decremento de la tasa del crecimiento. Payne et al. citan trabajos en los que con 30 a 50% de pulpa, en otros animales, se produce disminución de la ganancia en peso, así como mortalidad

Dieta con pata de ferra (PF). Respecto a PF los resultados de los parámetros fueron los más bajos, influidos posiblemente por el alto porcentaje de cenizas, lo cual en general esta relación con un incremento de la tasa metabólica por la salida del exceso de sales (Stickney, 1979), además del deficiente balance de aminoácidos que tienen los vegetales, principalmente en metionina y lisina.

Otro factor que posibilitó el bajo rendimiento, tanto en la dieta PF como en PC, fue la posible existencia de algún tóxico que pudo haberse quedado en los materiales originales (Larios com. per.).

Mortalidad, ésta se observó en todas las dietas, con la PC los organismos muertos estaban muy delgados y presentaban malformaciones de la columna vertebral, característica asociada a la desnutrición. La explicación a las mortalidades de las

dietas restantes se atribuyen a peces de tamaño menor al del promedio por lo cual esos animales no alcanzaron a consumir la cantidad suficiente de alimento, pese a que se cuidó que todos los peces comieron de la ración.

Es de mencionarse que en uno de los acuarios de las dietas de CAS y en otro de la de ALB se presentó un individuo muerto con síntomas de hidropesía (Geisler, 1963).

La composición química del cuerpo de los peces en todos los alimentos no varió significativamente, a excepción de la humedad la cual está correlacionada con un aumento en la cantidad del extracto etéreo. La poca alteración de la composición corporal, pudo deberse a que se manejan diferentes niveles de nutrientes los efectos se hacen aparentes en el cuerpo de los peces.

El empleo de los desechos agroindustriales en la elaboración de un alimento balanceado para peces bajaría el costo del mismo, por carecer estos subproductos de un valor comercial. Claro está que al crearse una demanda para éstos se originaría un precio para cada uno de ellos. Por otro lado, Sánchez (1984) ha comprobado la rentabilidad del empleo de un alimento balanceado como complemento en el cultivo de la carpa espejo.

Es importante señalar la utilidad de efectuar pruebas de alimentación a nivel de laboratorio, como preliminares e con condiciones de cultivo directas, debido a que en éstos últimos - las respuestas están influenciadas por múltiples variables. En el laboratorio se responsabiliza específicamente al alimento de - los resultados que se obtienen, dado que los principales factores ambientales son controlados.

CONCLUSIÓN.

El origen de las diferencias en los parámetros evaluados fue principalmente por la calidad nutritiva de cada alimento.

La pulidura de arroz desengrasada es una buena fuente de energía así como de proteína, pero la desventaja es el proceso de desengrasado, que aumenta el costo del ingrediente.

De los otros desechos agroindustriales el bagazo de hoja de yuca a pesar de su alto contenido de fibra, puede ser sustituto aceptable de otros ingredientes comunmente empleados. El nivel utilizado en esta prueba puede ser un buen ahorro al momento de fabricar un alimento balanceado. Y resultaría más beneficio el empleo de la hoja de yuca íntegra, con todos sus componentes intactos.

La pata de fresa al igual que la pulpa de café, por su calidad proteíca y sustancias tóxicas, no son recomendables para ser empleadas en la dieta de la carpa común, si se utilizara, la proporción debería ser del 10%, teniendo en consideración las posibles bajas en la producción.

Este tipo de experimentos, bajo condiciones controladas, puede dar indicaciones para trabajos de campo posteriores en períodos de tiempo relativamente cortos.

Los estudios aquí desarrollados permiten la implantación de esta metodología en estudios de nutrición, aplicable a otras especies con mayor valor comercial.

SUGERENCIAS .

Realizar otro bioensayo con Cyprinus carpio para conocer el máximo de bagazo de hoja de yuca permisible para ser empleado en el alimento balanceado.

La experimentación de las dietas BY y PUL en condiciones de campo para conocer el desempeño de estos alimentos bajo condiciones no controladas y así establecer una comparación entre este tipo de estudios.

Efectuar trabajos de nutrición en otras especies, con diferentes hábitos alimenticios, como son las tilapias u otros ciprínidos tal como la carpa herbívora (Ctenopoma synodon idella), lo que permitiría ampliar la utilidad de estos desechos agroindustriales en el cultivo de peces.

ANALISIS APROXIMADO DE LOS INGREDIENTES

Alimentos	Materia Seca %	Base seca				
		Proteína Cruda %	Extracto Etereo %	Fibra Cruda %	Cenizas %	ELN+ %
Sorgo	93.86	9.86	3.05	1.72	1.50	83.87
Acemite de trigo	90.91	16.99	5.67	5.96	3.62	67.76
Glute de Maíz	93.50	49.29	1.42	1.42	1.42	42.71
Harina de Pescado	90.54	61.95	7.00	0.92	17.43	12.7
Pasta de Soya	91.14	51.93	1.52	7.21	6.77	32.57
Pulidura de Arroz	95.26	15.79	0.76	16.35	10.11	56.99
Pulpa de Café	94.01	11.28	8.90	28.86	5.87	45.06
Pata de Fresa	93.55	14.72	19.70	29.38	20.35	15.85
Bagazo de Yuca	95.37	18.71	13.74	30.06	5.58	31.91

+ Extracto Libre de Nitrogeno

TABLA No 2

COMPOSICION DE DIETAS EXPERIMENTALES (g/100 g)

	PC	PF	BY	PUL
Sorgo	10.0	10.0	10.0	10.0
Acemite de rigo	15.0	15.0	15.0	15.0
Gluten de Maíz	10.0	10.0	10.0	10.0
Harina de Pescado	6.0	6.0	6.0	6.0
Pasta de Soya	27.0	27.0	27.0	27.0
Pulidura de Arroz	8.0	8.0	8.0	23.0
Pulpa de Café	15.0	--	--	--
Pata de Fresa	--	15.0	--	--
Bagazo de Yuca	--	--	15.0	--
Premix. Vitaminas	1.0	1.0	1.0	1.0
Premix. Minerales	4.0	4.0	4.0	4.0
Lípidos	4.0	4.0	4.0	4.0

100 g.

TABLA No 3 COMPOSICION DE LA DIETA
DE CASEINA
(g / 100 g)

Caseína	35
Almidón	20
Dextrina	26
Celulosa	8
Lípidos ⁺	6
Vitaminas ¹	1
Minerales ²	<u>4</u>
	100

+Aceites de soya y bacalao
en proporción 3:2.
1 ver tabla 5.
2 ver tabla 4.

TABLA No 4 PREMEZCLA DE MINERALES
COMPOSICION EN %

$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7 \cdot 0.24 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.0025	1
CaCO_3	29.290	2
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.430	3
CuSO_4	0.156	4
$\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.623	5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	9.980	6
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.121	7
KI	0.0005	8
KH_2PO_4	34.310	9
NaCl	25.060	10
$\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.0015	11
ZnCl_2	0.20	12

TABLA No 5

PREMEZCLA DE VITAMINAS

Acido P-Aminobenzoico	0.0132
Acido Ascórbico	0.9912
Vit. B ₁₂	0.0000297
Biotina	0.00041
Pantotenato de Calcio	0.066079
Colina	1.4337
Acido Fólico	0.001982
Inositol	0.110132
Vit. K ₃	0.049559
Niacina	0.099119
HCl de Piridoxina	0.022026
Riboflavina	0.022026
HCl de Tiamina	0.022026
Palmitato de Vit. A seco (500 000 U/g)	0.039648
Vit. D ₂ (500 000 U/g)	0.004405
Acetato de Vit E seco (500 U/g)	0.242291
Almidón de maíz	4.666878

Complejo vitamínico

TABLA No 6

ANALISIS APROXIMADO DE LAS DIETAS

Dietas	Materia Seca %	Base Seca						E/Prot
		Protina Gruda %	Extracto Etereo %	Fibra Gruda %	Genizas %	ELN* %	E++	
GAS	96.96	29.76	6.62	8.65	4.80	50.17	379.3	127
ALB	94.38	30.38	9.67	5.10	6.97	52.02	416.6	137
PG	96.50	27.56	5.28	9.60	8.93	48.63	352.2	127
PUL	94.45	28.28	4.53	8.00	9.30	49.89	353.4	124
BY	95.53	28.15	6.51	7.04	9.13	49.17	367.8	130
PF	95.79	27.76	3.87	8.45	10.79	49.13	342.2	123

* Extracto Libre de Nitrógeno

++Energía calculada como:

proteína 4.5 Kcal/g,

lípidos 8.0 Kcal/g y

carbohidratos 3.3 Kcal/g .

RESULTADOS DEL PERIODO EXPERIMENTAL

Dietas	Peso inicial (g)+	Peso final (g)+	Tasa de Crecimiento Específico	Mortalidad %
GAS	0.87	2.14	1.60 z	2.63
ALB	0.93	1.67	1.05 x	13.15
PC	0.89	1.44	0.86 v	13.15
PUL	0.84	1.73	1.29 y	7.90
BY	0.97	1.72	1.00 w	5.27
PF	0.97	1.48	0.76 u	5.27

+ Valores promedio de acuarios por duplicado
con 19 peces cada uno.

- Cifras en cada columna con letras iguales no son
significativamente diferentes al nivel del 5%.

TABLA No 7

TABLA No 8

RESULTADOS DEL PERIODO EXPERIMENTAL

Dietas	Ganancia de Peso %	Eficiencia del Alimento %	P. E. R.+	P. P. V.++
CAS	145.50 z	68.29 z	2.27 z	28.33 z
ALB	79.50 x	42.77 xy	1.31 wx	16.41 xy
PC	61.00 x	34.85 wx	1.17 wx	17.29 xy
PUL	106.00 y	51.73 y	1.76 y	23.15 yz
BY	75.50 x	40.96 wxy	1.42 x	18.67 xy
PF	53.00 x	30.38 w	1.06 w	13.45 x

- Valores promedio de acuarios por duplicado
con 19 peces cada uno.

- Cifras en cada columna con letras iguales no son
significativamente diferentes al nivel del 5%.

+ Tasa de Eficiencia Proteica.

++Valor Productivo de Proteina.

TABLA No 9

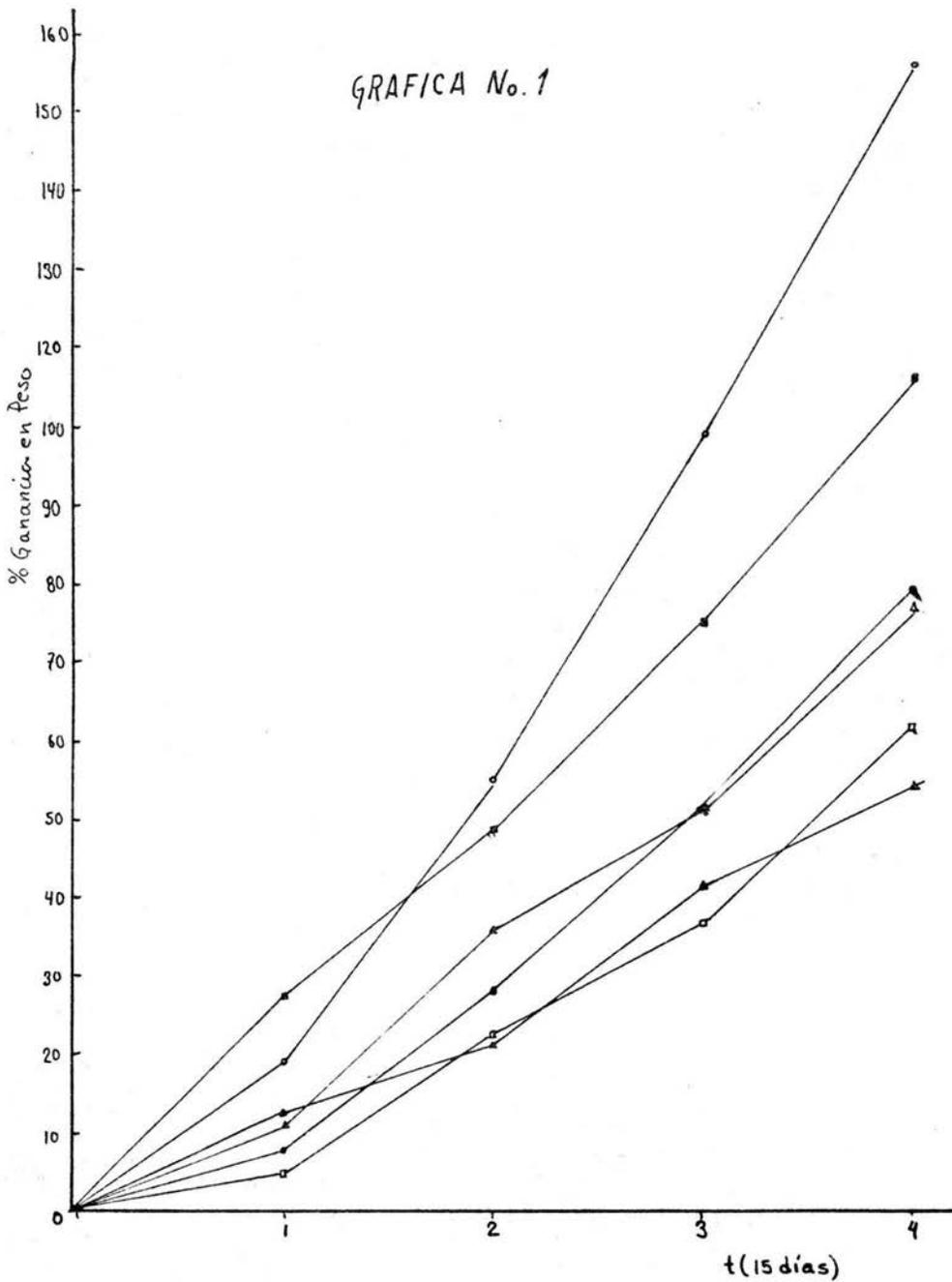
RESULTADOS DE COMPOSICION TOTAL DE LOS PECES

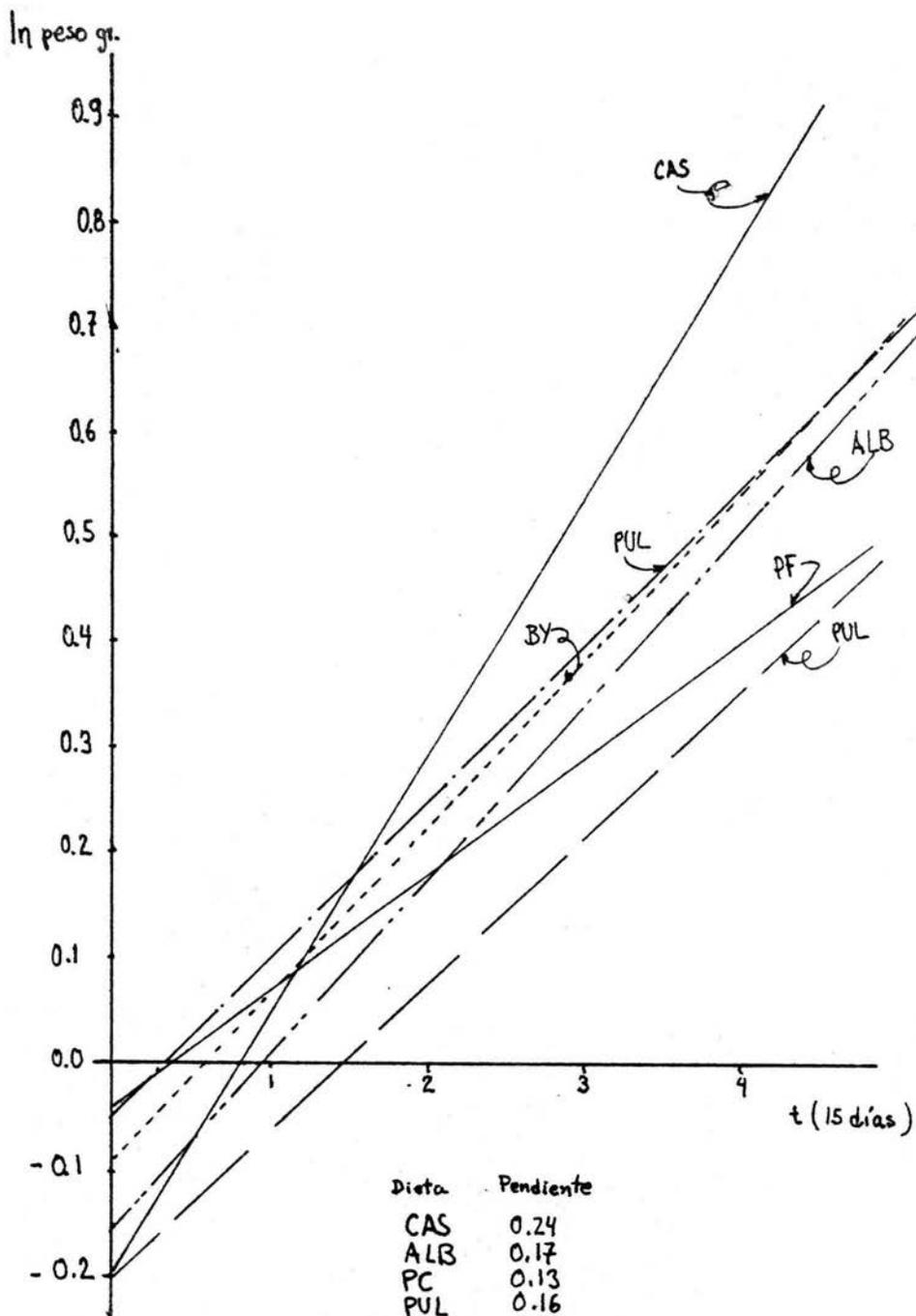
Dietas	Humedad	Proteína Cruda	Extracto Etéreo
CAS	74.66 a	11.15 a	7.36 a
ALB	77.03 b	10.68 a	6.68 a
PC	74.76 a	11.23 a	6.89 a
PUL	74.75 a	11.26 a	7.64 a
BY	76.37 b	10.49 a	6.42 a
PF	76.19 b	10.41 a	6.95 a

-Valores promedio

-Cifras en cada columna con letras iguales no son significativamente diferentes al nivel del 5%.

GRAFICA No. 1





Dieta	Pendiente
CAS	0.24
ALB	0.17
PC	0.13
PUL	0.16
BY	0.15
PF	0.10

B I B L I O G R A F I A .

- A.O.A.A.C. (1970) Official methods of analysis, 11th edición, Washington. D.C.
- Andrews J.W. (1977) Protein requirements. En: Nutrition and feeding of channel catfish (Ed. Stickney R.R. y Lovell R.T.) Southern Cooperative Series Bulletin 218
- Bardach J.E. Ryther J.H. y McLarney W.D. (1972) Aquaculture. John Wiley Inter. Sc.
- Bayne D.R., Duseth D. y Ramirios C.G. (1976) Supplemental feeds containing coffee pulp for rearing Tilapia in Central America. Aquaculture, 7:133-146.
- Bryant P.L. y Matty A.J. (1981) Adaptation of carp (Cyprinus - carpio) larvae to artificial diets. I Optimum feeding rate and adaptation age for a commercial diet. Aquaculture, 23:275-286.
- Cowey C.B. (1975) Aspects of protein utilization by fish. Proc. Nutr. Soc., 34:57-63.
- Cowey C.B. y Sargent J.R. (1972) Fish nutrition. Adv. Mar. Biol., - 10:383-492.
- Cowey C.B. y Sargent J.R. (1979) Nutrition. En: Fish physiology, Vol. VIII (Ed. Hoar W.S. y Randall D.J.) pp. 1-69. Academic Press, Nueva York.
- Chow K.W. y Halver J.E. (1980) Carbohydrates. En: Fish feed technology. pp. 55-63 FAO/UNDP. ADGE/REP/80/11.
- Chow K.W. y Schell W.R. (1980) The minerals. En: Fish feed technology. pp. 104-108. FAO/UNDP. ADGE/rep/80/11.
- Chiou J.Y. y Ogino C. (1975) Digestibility of starch in carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 41:465-466.
- Christensen M.S. (1981) Preliminary tests on the suitability of coffee pulp in the diets of common carp (Cyprinus carpio L.) and catfish (Clarias mossambicus Peters). Aquaculture, 25:235-242.
- Duncan D.B. (1955) Multiple range and multiple F tests. Biom.

11:1-42.

- Dupree H.K. (1976) Studies on nutrition and feeds of warmwater fishes. En: First Inter. Conf. on Aquaculture Nutr., Oct. 14-15 1975, Univ. Delaware.
- Furuichi M. y Yone Y. (1982) Availability of carbohydrate in - nutrition of carp and red sea bream. Bull. Japan. Soc. - Sci. Fish., 48:945-948.
- Geisler R. (1963) Aquarium Fish Diseases. T.F.H. Pub. E.E.U.U.
- Ghittino P. (1972) The diet and general fish husbandry. En: - Fish Nutrition (Ed. Halver J.E.) pp. 539-649. Academic - Press.
- Halver J.E. (1980) The vitamins. En: Fish feed technology. pp. 65-103. FAO/UNDP/ ADGP/REP/80/11.
- Hardy R. (1980) Fish feed formulation. En: Fish feed technology. pp. 233-239. FAO/UNDP. ADGP/REP/80/11.
- Hastings W.H. (1969) Nutritional score. En: Fish in research - (Ed. Newhans O.W. y Halver J.E.) pp. 263-292. Academic - Press.
- Hastings W.H. (1976) Fish nutrition and fish feed manufacture. En: Advance in aquaculture. FAO/Fishing News Books. London.
- Hickling C.F. (1971) Fish culture. 2º Ed. Faber and Faber London.
- Honma A. (1980) Aquaculture in Japan. Japan FAO Association.
- Huet M. (1972) Texbook of fish culture. Fishing Books Ltd. Surey.
- Huisman E.A. (1976) Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp Cyprinus carpio L., and rainbow trout, Salmo gairdneri Richardson. Aquaculture, - 9:259-273.
- Kanagawa International Fisheries Center (1983) Inland Aquaculture. Japan Inter. Coop. Agency. Japan.
- Kashiwada K., Teshima S. y Karazawa A. (1970) Studies on the - production of B vitamins by intestinal bacteria of fish V.

Evidence of the production of vitamins B₁₂ by microorganisms in the intestinal canal of carp, Cyprinus carpio. - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 43:523-526.

- Kawai S. y Ikeda S. (1972) Studies on digestive enzymes of fishes II. Effect of dietary change on the activities of digestive enzymes in carp intestine. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 38:265-270.
- Koyama J. e Itazawa Y. (1977) Effects of oral administration - of cadmium of fish I. Analytical results of the blood and bones. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 43:523-526.
- Lovell R.T., Smithermin R.O. y Shell E.W. (1978) Progress and prospects of fish farming. En: New protein foods (Pd. Altshul A.M. y Wilcke H.N.) Vol. 3. Academic Press.
- Maynard L.A., Loosli J.K., Hitz H.T. y Warner R.G. (1979) Animal nutrition. 7^o Ed. McGraw Hill.
- Medina G.M. (1982) El factor de conversión económico del alimento en la evaluación de alimento. IV Simp. Lat. Ame. de - Acuicultura. Panama R. de Panama, Enero 25-29.
- Murai T., Akiyama T. y Nose T. (1981) Use of crystalline amino acids coated with casein in diets for carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 47:523-527.
- Nose T. (1979) Diet composition and feeding techniques in fish culture with complete diets. Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology. Vol. 1 pp. 283-296. - June 1976, Berlin.
- Nose T., Arai S., Lee D. y Hashimoto Y. (1974) A note on amino acids essential for growth of young carp. Bull. Japan. - Soc. Sci. Fish., 40:903-908.
- Ogino C. (1980a) Requirements of carp and rainbow trout for - essential amino acids. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46: 171-174.
- Ogino C. (1980b) Protein requirements of carp and rainbow trout. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46:385-388.
- Ogino C. y Chiou J.Y. (1976) Mineral requirements in fish II.

- Magnesium requirements of carp. Bull. Japan. Soc. Sci. - Fish., 42:71-75.
- Ogino C., Chiou J.Y. y Takeuchi T. (1976) Protein nutrition in fish VI Effects of dietary energy sources on the utilization of proteins by rainbow trout and carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 42:213-216.
- Ogino C. y Kamizono M. (1975) Mineral requirements in fish I. Effects of dietary salt-mixture levels on growth, mortality and body composition in rainbow trout and carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 41:429-434.
- Ogino C. y Saito K. (1970) The utilization of dietary protein by young carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 36:250-254.
- Ogino C. y Takeda H. (1976) Mineral requirements in fish II. - Calcium and phosphorus requirements in carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 42:793-799.
- Ogino C., Takeuchi L., Takeda H. y Watanabe T. (1979) Availability of dietary phosphorus in carp and rainbow trout. - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 45:1527-1532.
- Ogino C., Uki N., Watanabe T., Iida Z. y Ando K. (1970a) B vitamin requirements of carp IV Requirements for choline. - Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 36:114 -1146.
- Ogino C., Watanabe T., Kakino I., Iwanaga N. y Mizuno M. (1970b) B vitamin requirements of carp III Requirements for Biotin. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 36:734-740.
- Ogino C. y Yang G.Y. (1979) Requirement of carp for dietary - zinc. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. , 45:967-969.
- Ogino C. y Yang G.Y. (1980) Requirements of carp and rainbow - trout for dietary manganese and copper. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 46:455-458.
- Phillips A.M. (1969) Nutrition, digestion and energy utilization. En: Fish physiology (Ed. Hoar W.S. y Randall D.J.) Vol.1 pp. 391-422. Academic Press.
- Rosas M. (1973) Peces dulce acuicolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo InCEESTEM No. 2 México.

- Sakamoto S. y Yone Y. (1978) Iron deficiency symptoms of carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 44:1157-1160.
- Sanchez M.R. (1984) Análisis de los aspectos biológicos y económicos en dos casos de piscicultura rural, con carpa (Cyprinus carpio specularis). Tesis profesional. E.N.E.P.I.
- Smith R.R. (1981) Energy metabolism in fishes. Symp. XII Inten. Congre. Nutrit. 945-953.
- Spinelli J. (1980) Unconventional feed ingredients for fish -- feed. En: Fish feed technology. pp. 187-214. FAO/UNDP. ADGP/R&P/80/11.
- Steffens W. (1981) Protein utilization by rainbow trout (Salmo gairneri) and carp (Cyprinus carpio): a brief review. Aqua culture, 23:337-347.
- Steel R.G. y Torrie J.H. (1980) Principles and procedures of statistics 2° Ed. McGraw Hill.
- Stickney E.R. (1979) Principles of warmwater aquaculture. Wiley Nueva York.
- Takeuchi L., Takeuchi T. y Ogino C. (1980) Riboflavin requirements in carp and rainbow trout. Bull. Japan. Soc. Sci. - Fish., 46:733-737.
- Takeuchi M. y Nakazoe J. (1981) Effect of dietary phosphorus - on lipid content and its composition in carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 47:347-352.
- Takeuchi T. y Watanabe T. (1977) Requirements of carp for essential fatty acids. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 43:541-551.
- Takeuchi T., Watanabe T. y Ogino C. (1979a) Availability of carbohydrates and lipid as dietary energy sources for carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 45:977-982.
- Takeuchi T., Watanabe T. y Ogino C. (1979b) Optimum ratio of dietary energy to protein for carp. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 45:983-987.
- Teshima S., Kanazawa A. y Sakamoto M. (1982) Essential fatty acids of Tilapia nilotica. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.

31:201-204.

- Ufodike E.B.C. y Matty A.J. (1983) Growth responses and nutrient digestibility in mirror carp (*Cyprinus carpio*) fed different levels of cassava and rice. *Aquaculture*, 31:41-50.
- Viola S. y Arieli Y. (1983) Evaluation of different grains as basic ingredients in complete feeds for carp and tilapia in intensive culture. *Bamidghr*, 35:38-43.
- Watanabe T. (1982) Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B:3-15.
- Watanabe T., Matsui M., Kawabata T. y Ogino C. (1977) Effect of α -tocopherol deficiency on carp V. The compositions of triglycerides and cholesteryl esters in lipids of young carp. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 43:813-817.
- Watanabe T., Takashima F., Ogino C. y Hibiya T. (1970a) Effects of α -tocopherol deficiency on carp. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 36:623-630.
- Watanabe T., Takashima F., Ogino C. y Hibiya T. (1970b) Requirements of young carp for α -tocopherol. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 36:972-976.
- Watanabe T., Takeuchi T. y Ogino C. (1975a) Effect of dietary methyl linoleate and linolenate on growth of carp II. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 41:263-269.
- Watanabe T., Utsue O., Kobayashi I. y Ogino C. (1975b) Effect of dietary methyl linoleate and linolenate on growth of carp I. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 41:257-262.
- Yone Y. (1979) The utilization of carbohydrates by fishes. *Proc. 7th. Japan-Soviet Joint Symp. Aquaculture Sep. 1978. Tokio.*