

DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA SOYA INTEGRAL (*Glycine max*) EN LA ALIMENTACIÓN DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*)

Carlos Espejo González

INTRODUCCIÓN

La alimentación de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) se ha constituido, con el desarrollo de la industria piscícola, en un hecho de constante preocupación para los nutricionistas y para las casas comerciales que producen los alimentos balanceados para esta especie, esta actividad demanda actualmente cerca de 80.000 toneladas de concentrado al año cuya base proteica es fundamentalmente la harina de pescado.

Los alimentos balanceados han alcanzado una alta tecnología de fabricación lo que se refleja en el nivel de eficiencia alimenticia que se obtiene en las diversas empresas piscícolas del país, es ya normal encontrar factores de conversión alimenticia de 1.5 e incrementos promedio día de 1.7 gramos.

Estos excelentes parámetros zootécnicos igualmente se deben a una admirable genética obtenida a lo largo de 15 años de trabajo de los diversos productores además de la ya referida excelente calidad de los alimentos, la presentación extrudizada ha hecho que esos concentrados se le entreguen al pez bajo el moderno concepto nutricional de la precocción, esto hace que el alimento sea

digerido por el animal en un mayor porcentaje ; con estos adelantos tecnológicos se ha podido entonces hacer uso de otras fuentes de proteína como la soya, que una vez solucionado sus inconvenientes de factores antinutricionales y de deficiencias de aminoácidos azufrados se constituye en la fuente proteica de origen vegetal más importante en la nutrición de tilapias.

En la actualidad en el mundo de la acuicultura se vienen desarrollando investigaciones tendientes a conocer los niveles óptimos de inclusión de materias primas proteicas y energéticas en la nutrición de las tilapias así como de otras especies, estos trabajos se han desarrollado en Colombia, específicamente en la Universidad Nacional sede Palmira y en un próximo futura en la Universidad UNISARC de Santa Rosa de Cabal en el departamento de Risaralda.

OBJETIVO GENERAL

Determinar mediante evaluación zootécnica el mejor nivel de inclusión del fríjol soya integral (*Glycine max*) y su valor nutricional en la alimentación de la tilapia roja.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar en el laboratorio el análisis proximal (Weende) de las
- materias primas que participaron en la formulación del alimento.
- Evaluar la digestibilidad de las dietas con niveles crecientes de inclusión de soya integral (*Glycine max*) en la alimentación de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*).
- Estandarizar una metodología para la determinación del valor nutricional de las materias primas ó de los alimentos en la alimentación de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*).

PROBLEMA

La amplia utilización de harina de pescado en la fabricación de los concentrados para peces esta afectando directamente los costos de producción del piscicultor por cuanto esta es una materia prima que se debe importar de países vecinos con los respectivos altos costos de una moneda nacional inestable frente al dólar, si a esto le sumamos el fuerte impacto que causa esa harina de pescado sobre la calidad de las aguas, el problema se magnifica.

La utilización de otras fuentes de proteína como las vegetales y específicamente la soya integral traerá menos factores de contaminación a partir de un fósforo que se encuentra ligado al ácido fítico, de esta forma no hay riesgo de excesiva producción de fitoplancton y de zooplancton, pero además a lo anteriormente expuesto se suma el hecho de ser una materia prima de producción nacional ó de importación a costos significativamente menores a la harina de pescado.

En camarones los resultados han demostrado que la harina de soya a niveles de inclusión de 20 a 50 % de la dieta parecen ser óptimos para estos crustaceos, dependiendo de la especie, la talla, la naturaleza y la calidad de la proteína animal utilizada, los niveles de nutrientes dentro de la dieta, distribución del alimento y practicas de cultivo adoptadas. Lim and Dominy (1993)

El margen de rentabilidad de la industria se viene afectando desde hace ya cerca de 10 años, lo anterior se debe fundamentalmente a que el precio del producto terminado de carne de tilapia no se incrementa a la misma velocidad que si lo hacen los costos operativos y mucho más los costos de fabricación y de compra de los alimentos balanceados.

En algunos países latinoamericanos, Venezuela, Ecuador, Perú, Colombia etc., el nivel de participación de la harina de pescado en los alimentos balanceados para peces es de 15 a 20 %, esta circunstancia hace que los alimentos sean costosos y lleguen a representar hasta el 70 % del costo final de producción de un kilo de carne de pescado.

La anterior coyuntura ha hecho que el margen de rentabilidad de la industria piscícola se vea cada vez más exiguo, sobre los años 80s la rentabilidad del negocio estaba entre los índices del 35 al 40 % hectárea año, en la actualidad esta rentabilidad se ubica en el 25 %.

Con base en este razonamiento se hace necesario investigar otras fuentes de proteína que sean de menor costo pero que a la par genere mayor confianza en el ámbito de sostenibilidad en el tiempo, que el nivel de afectación del medio ambiente acuícola no sea el que viene ocurriendo cuando se formula la harina de pescado que por sus características de un alto nivel de proteína y por consiguiente un alto contenido de fósforo libre genera un marcado riesgo de excesiva eutroficación del medio acuícola con las consecuencias referidas a bajas de oxígeno, aumento de factores de acidificación como el CO₂, presencia excesiva de microalgas y en general afectación de las características físico-química del agua de cultivo de los peces.

La piscicultura a diferencia de otras industrias debe tener como guía el mantener la calidad de las aguas, esta calidad se ve afectada por factores tan variados como el mismo contenido de materia orgánica que recoge el agua al pasar por la cuenca por donde transita, por las sustancias de excreción producidas por los propios peces y además por el propio concentrado no consumido por los animales, en la medida en que se logre mantener la calidad de agua del cultivo mejor será el hábitat en el cual los peces pueden expresar su potencial genético hacia la producción de carne. Roldan 1992.

Tan solo del 20 al 25 % del alimento suministrado a un estanque es cosechado en forma de carne cuyos principales macro elementos son el carbono, y el nitrógeno , el restante 75 a 80 % del concentrado que se proporciona a los peces para su alimentación es transformando en metabolitos como el CO₂, NH₃, y fósforo, esto se da al no ser consumido el concentrado por parte de los animales ó por efectos de la transformación de los nutrientes en heces, ó por respiración y excreción y por ultimo al generarse fitoplancton y materia orgánica muerta. Boyd (1990).

El proceso anterior demanda un fortísimo consumo de oxígeno y por supuesto los que directamente se ven afectados son los organismos que se están cultivando zootecnicamente.

Con base en lo anterior se hace necesario buscar alternativas que permitan utilizar eficientemente el concentrado, es decir, que las cantidades suministradas a los peces sean las que ellos están en capacidad de convertir en carne, esto se conoce como índice de conversión alimenticia (ICA), pero además es indispensable investigar algunas materias primas que sin que se afecten los parámetros productivos tales como incremento de peso promedio día, ICA, producción kilogramos / hectárea año, y otros , tampoco se afecte la calidad de las aguas ó por lo menos se afecte lo menos posible, esto se podrá obtener con materias primas como el grano de soya que por su característica química mantiene el ligamiento de algunos macro elementos como el fósforo para hacerlo menos activo en los cuerpos de agua.

Los más recientes trabajos en nutrición de peces han venido esbozando que en el caso específico de las tilapias se puede llegar a utilizar hasta en un muy alto porcentaje las proteínas de origen vegetal.

Massamitu et al. (1999) investigo la digestibilidad aparente de la proteína de harina de canola y encontró un 86 % de digestibilidad en la tilapia nilotica (Oreochromis niloticus) este trabajo concluye que la harina de canola presenta un

apropiado contenido de aminoácidos esenciales y que al medir la digestibilidad aparente de sus aminoácidos se establece que es mejor este índice al que se obtiene para una dieta comercial, lo anterior demuestra que la harina de canola tiene un alto potencial alimenticio para la nutrición de tilapias.

Degani et al. (1997) estudio la digestibilidad aparente de proteínas y carbohidratos en varios ingredientes para la alimentación de tilapias adultas, en este trabajo se analizo la harina de soya, la harina de pescado, y la harina de pollo como fuentes proteicas y como fuentes energéticas la harina de trigo, la harina de cebada y la harina de maíz, reporta el investigador que desde el punto de vista de la proteína la mejor digestibilidad estuvo con la harina de cebada con un $97.60 \pm 0.81 \%$ y le siguió en orden descendente la harina de soya con el 94.61 ± 0.94 y en ese mismo orden descendente se ubico con la más baja digestibilidad la harina de pescado con tan solo el 90.26 ± 0.90 ; con base en este trabajo se demuestra que las proteínas de origen vegetal son una verdadera opción nutricional para los ciclidos llamados tilapias.

MATERIALES Y METODOS

TRABAJO DE CAMPO

a. RECOLECCION DE LAS HECES

Este trabajo se llevo a cabo en las instalaciones de la empresa privada PROCAMPO en la ciudad de Guadalajara de Buga, departamento del Valle del Cauca, esta compañía se especializa en producir carne y alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*), esta estación piscícola se ubica así:

- Altura sobre el nivel del mar 980 m

- Precipitación promedio anual 1000 mm
- Temperatura promedio 24 °C
- Humedad relativa 72 %

6.1 MATERIALES EN LA INVESTIGACIÓN EN DIGESTIBILIDAD

6.1.1 ACUARIOS

Se utilizaron 24 acuarios para digestibilidades tipo GUELPH, en este modelo los acuarios pueden ser diseñados de forma tal que las heces puedan colectarse en el vértice bajo del fondo del acuario.

Cada una de las unidades experimentales (un acuario) tubo un recambio de agua trasparente de 2.5 litros aproximadamente, el desagüe se hizo en tubería de media pulgada.

Se garantizo que el recambio de agua fuese de una temperatura constante de 22 grados centígrados, de características hidrobiológicas pobres, con el fin de evitar que los peces tuvieran otra fuente de proteína como alimento, diferente al alimento suministrado en cada uno de los tratamientos.

Las unidades experimentales se ubicaron en soportes metálicos para alejarlos del piso, distribuidos en filas para facilitar la colecta de las heces.

En el sitio donde se colocaron los soportes para sostener los acuarios se adecuaron cortinas para evitar la llegada de rayos solares a las unidades experimentales lo que evitaba el florecimiento de algas que incidieran en la alimentación de los animales.

En el mismo lugar se coloco un refrigerador, una bomba de vacío, 24 recipientes que contenían los tratamientos y 24 recipientes que recibían las heces.

Una vez se colectaban las heces estas eran congeladas en el refrigerador.

PECES

En la prueba de digestibilidad se utilizaron juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp*), en numero total de 240 peces con pesos promedios entre 110 y 130 gramos, en cada acuario se colocaron 100 individuos, para una biomasa de 1.1 a 1.3 kilogramos por unidad experimental.

Los peces fueron seleccionados 15 días antes de iniciar el experimento y se llevaron a tanques de cemento de 1 M² cada uno manteniéndolos sin alimentación, esto se hizo para reducir paulatinamente el stress de los individuos; al cabo de 8 días de aclimatación los peces se transfirieron a los acuarios y se determino la biomasa total por acuario.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

En la prueba de digestibilidad, las materias primas utilizadas, los alimentos balanceados y las heces colectadas se analizaron en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira

Específicamente a la soya integral (*glycine max*) le fue realizado un análisis químico que consta en la tabla No. 3

En este análisis se interpreta que el fríjol soya utilizado, con base en la solubilidad en KOH, es de buena calidad según lo establecido por Díaz (1996) que sostiene que la solubilidad de un fríjol soya óptimo esta entre 73 y 82 %.

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA SOYA INTEGRAL UTILIZADA

Tabla No. 3

ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína bruta	39.9 %
Proteína soluble	32.65
Solubilidad en KOH al 0,2 %	85.8
Actividad de Ureasa	0.4 Delta de pH
Inhibidores de Tripsina	2.29 mg/g
Lisina disponible	2.30 %

Al resto de materia primas incluida la propia soya full-fat se le realizo el análisis de Weende.

Ver tabla No. 4

RESULTADO ANALÍTICO – BASE SECA (%)

MATERIAS PRIMAS

TRATAMIENTOS

Tabla No. 4

MATERIA PRIMA.	MATERIA SECA.	PROTEINA.	GRASA	FIBRA	CENIZA	ELN
H. Pescado	92.16	67.49	8.96	0.34	18.17	5.04
Mogolla Fina	90.47	17.46	5.52	7.31	4.13	65.58
Torta Soya	90.08	50.71	2.33	4.18	6.81	35.97
Soya Integral	88.65	39.90	18.80	5.80	4.79	69.29
Maíz Amarillo	89.23	7.80	4.06	1.52	1.31	85.31
Harina Yuca	89.61	2.45	0.43	4.63	10.22	82.27

Establecidos los análisis anteriores se balancearon las formulas en el programa Brill.

Tabla No.5

COMPOSICION DE LAS DIETAS EN LOS CUATRO TRATAMIENTOS

MATERIA PRIMA %	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	4
Fríjol soya	10	20	30	-
Harina de yuca	20	20	20	20
Hn. de pescado	2	2	2	15
Torta de soya	40.7	32.6	24.8	28.5
Mogolla de trigo	20	20	20	-
Maíz amarillo	4.7	3.5	1.4	15.7
Aceite de pescado	0.7	2	-	0.3
Carbonato de calcio	1.3	1.3	1.3	0.1
Sal	0.3	0.3	0.3	0.3
Premezcla vitamínica	0.1	0.1	0.1	0.1
Fosfato 21	0.1	0.1	0.1	-
DL metionina	0.074	0.079	0.08	-
Flavomicin	0.01	0.01	0.01	0.01

Análisis Total	1	2	3	4
Materia seca	90.13	92.27	92.12	92.98
Proteína %	28.5	28.3	28.4	28.7
Energía digestible	2950 Kcal.	2960 Kcal.	2960 Kcal.	2950 Kcal.
Extracto etéreo	5.94	5.43	5.64	5.2
Ácido linoleico	1.5	2.3	2.3	0.78
Lisina	1.6	1.6	1.6	1.73
Metionina-cistina	0.92	0.91	0.91	0.94
Calcio	0.8	0.8	0.8	0.8
Fósforo total	0.6	0.6	0.6	0.84
Fibra cruda	5.2	5.4	5.4	4.47

Las muestras fueron analizadas con dos repeticiones en base seca.

Los cuatro tratamientos se balancearon de forma tal que quedaron isoproteicos e isoenergéticos, de igual forma se prestó especial atención a los aminoácidos lisina y metionina, en cuyos casos se balanceó para que cada fórmula proporcionara 1.5 % de lisina y por lo menos 0.75 % de metionina, de esa forma se cubrieron los requerimientos de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Este trabajo fue llevado a cabo bajo un diseño completamente al azar (CAA), con cuatro tratamientos y seis repeticiones ó replicas, de forma tal que se produjo 24 unidades experimentales.

ALIMENTOS EXPERIMENTALES

Se diseñaron 4 tratamientos con niveles de inclusión de 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de soya integral, reemplazando la proteína de origen animal representada en la harina de pescado ó la cierta proteína vegetal como en la torta de soya.

Cada uno de estas dietas experimentales fue marcada con Oxido de Cromo (Cr_2O_3), en un porcentaje del 5 %, con base en lo sugerido por Mendoza (1993).

Se preparo para cada unidad experimental 500 gramos de alimento marcado con el Oxido de Cromo, las materias primas relacionadas en la tabla No. Se molieron en un molino cuya malla daba partículas de 400 micras, una vez hecho esto las materias primas se mezclaron buscando homogeneidad de nutrientes en el alimento.

Luego el alimento se peletizo agregándole a la mezcla un 50 % de agua caliente para darle de nuevo humedad y poderlo entonces si pasarlo por un peletizador de laboratorio que produjo cordones de alimento que fueron posteriormente secados a 40 °C durante 20 horas continuas.

Estando ya secos los peletts, se partieron de 0.5 cm de longitud, y de 3 mm de diámetro, esto para asegurar que este tamaño fuera adecuado a la boca del pez.

En la evaluación de digestibilidad en cada acuario ó unidad experimental se colocaron 10 peces de 100 gramos cada uno.

El tiempo experimental se estableció desde la captura de los peces en los estanques de ceba , posterior trasladados a tanques pequeños de cemento de 2 m² cada uno, esto con el fin de darle al animal una fase de acostumbramiento al encierro artificial y finalmente ellos fueron colocados en los acuarios tipo GELPH.

Es normal que ante el stress de los acuarios se presente una pequeña mortalidad en los peces, esta fue superada reponiendo los animales de algunos que se dejaron en los tanques de cemento.

El periodo de acostumbramiento al alimento se efectuó durante 3 días, para esto la alimentación se inicio a las 6 am y se terminaba a las 6 pm, se suministraba pellet por pellet dando tiempo a que los peces lo tomaran.

Al cabo de la fase de acostumbramiento ya los peces acudían con ansiedad al alimento, situación que se aprovecho para darle inicio a la alimentación y a la colecta de las heces.

El periodo experimental tuvo una duración de 19 días de observación , de recolección y de control, la alimentación se iniciaba a las 7am, suministrando el concentrado a voluntad cada 10 minutos, se estimo que el tiempo de transito por el tracto digestivo del animal fue de 2 horas, al cabo de las cuales las heces se colectaron mediante succión negativa con una manguera de 40 cm de longitud y media pulgada de diámetro, esta manguera es trasparente para facilitar la visualización de las heces recolectadas.

Las heces se llevaban a recipientes plásticos previamente identificados con el código respectivo de la unidad experimental, una vez colocadas las heces en el recipiente, mediante una bomba de vacío de pistón tipo blower invertido se extraía el agua presente en el recipiente, hecho esto se colocaba durante los 19 días en un congelador a -10°C .

El anterior procedimiento se llevo a cabo hasta coleccionar 100 gramos de heces en promedio para cada unidad experimental.

ANALISIS DE LABORATORIO

Las materias primas, los alimentos que sirvieron como tratamientos y las heces fueron sometidas a los análisis de laboratorio tipo :

- a. Materia seca, previa liofilización
- b. Proteína bruta, por el método Kjeldhal

- c. Lípidos, por el método de extracción con éter en soxhlet
- d. Fibra Van Soest
- e. Cenizas
- f. Energía, mediante bomba calorimétrica de oxígeno Parr 1341
- g. Titulación del Oxido de Cromo, mediante la técnica propuesta por Furukawa y Tsukahara (1966) , este análisis se efectuó para las dietas experimentales y para las heces.

6.2 VARIABLES ANALIZADAS

Se evaluaron las siguientes variables para los coeficientes de digestibilidad:

- Para la materia seca
- Para la proteína bruta
- Para los lípidos, y
- Para la energía bruta

En cuanto a las variables fibra y cenizas los valores para digestibilidad en la tilapia roja (*Oreochromis sp*) fueron negativos, por esto al igual que en el trabajo de Victoria (2002), estas variables no fueron susceptibles de análisis.

6.4 ANALISIS ESTADISTICO

Las variables evaluadas fueron sometidas a análisis de varianza (ANDEVA) (Steel y Torrie, 1980), de regresión entre los parámetros de digestibilidad aparente y los porcentajes de inclusión de la soya full-fat y desviaciones de regresión para buscar la mejor curva de ajuste.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la prueba de Dunnett se determinó que en la valoración de los contrastes en la variable materia seca con un nivel de significancia de ($P < 0.05$) solo mostró diferencias de los tratamientos 1 y 2 con respecto al control, es decir, para los niveles de inclusión de 10 y 20 % de inclusión de soya integral.

Para la variable proteína solo hubo diferencias entre el tratamiento 1 (10 % de soya full-fat) y el grupo control.

En la variable lípidos no se encontró diferencias entre los tres tratamientos y el grupo control, en la prueba de contrastes de Dunnett.

Para la energía bruta la prueba de Dunnett mostró que no existen diferencias de los tratamientos con el grupo control.

En el caso de la fibra no se tuvo en cuenta el análisis de la prueba de Dunnett, por cuanto se detectó mucha variabilidad entre los resultados.

Los datos de digestibilidad de la materia seca coinciden con los obtenidos por Victoria et al (2003), para el tratamiento cuya inclusión fue del 10 %, la digestibilidad fue la más baja, en los restantes tratamientos se mantiene más o menos constante, se puede inferir que la digestibilidad de la materia seca no se ve afectada por el incremento en la inclusión de la soya full-fat.

Estos datos obtenidos coinciden con los presentados por Oyapada (1998) que obtuvo con la soya integral tostada el 65.9 % de digestibilidad para la materia seca, en la tilapia nilótica (*Oreochromis nilótica*)

Para la proteína de la soya integral se encuentra que a medida que se aumenta la inclusión de soya full-fat se incrementa el coeficiente de digestibilidad , puede esto deberse al efecto de precocción de los extruder sobre el grano de la soya.

Estos datos igual coinciden con los reportados por Victoria (2003) y Oyepada (1998).

Con respecto a los lípidos del grano de la soya integral la digestibilidad se mantiene aparentemente constante cuando se incrementa la inclusión de la soya integral en los tratamientos, estos datos no concuerdan con los datos obtenidos

por Victoria (2003) quien encontró que al incrementar la inclusión de la soya integral en tilapia roja (*Oreochromis sp*) la digestibilidad se veía sensiblemente reducida.

En la presente investigación se deberá correlacionar estos datos de digestibilidad de los lípidos con los datos de índice hepatosomatico de la prueba de crecimiento que se realizo posteriormente a la investigación que se reporta en este seminario.

Es de esperar que una gran cantidad de esos lípidos de la soya full-fat se este acumulando en el tejido hepático de la tilapia roja (*Oreochromis sp*)

La digestibilidad de la energía bruta contenida en el grano de soya integral se ve incrementada al aumentar la inclusión de soya en los tratamientos, esto es concordante con los datos de Victoria (2003), el anterior comportamiento permite inferir que este pez esta transformando de forma adecuada la energía aportada por los lípidos, estos datos son similares a los obtenidos por Oyepada (1998) quien obtuvo el 76.4 % en tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*)

Tabla 1 Coeficientes promedios de digestibilidad aparente de los tratamientos experimentales

Tratamientos	10 %	20 %	30 %	Control	Cv
Material seca	59.1	61	63	65	4.83
Proteína bruta	64.6	88.4	88.6	87.8	4.22
Lípidos	95.2	98.3	97.5	95.4	4.76
Energía bruta	69.4	71.1	72.1	73.6	4.96
Energía digestible (kcal/kg)	2950 Kcal.	2960 Kcal.	2960 Kcal.	2950 Kcal.	
Fibra insoluble (FDN)	1.7	8.6	14.2	2.6	

CONCLUSIONES

- El presente trabajo afirma lo presentado por el autor en otras investigaciones en las que se aprecia que la materia prima ,soya integral, puede ser utilizada en las inclusiones de 10 20 y hasta 30 %.
- La digestibilidad presentada para la variable energía bruta permite inferir que los lípidos aportados por la soya full-fat son bien asimilados por el tejido hepático de la tilapia roja (*Oreochromis sp*).
- Estos datos de valor nutricional en la especie deben ser corroborados con datos de crecimiento que permitan afirmar lo hallado en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Autreng E., Digestibility determination fish using Chromic Oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, 13, 265-272, 1978.

Buitriago J. Soya integral en la alimentación animal. American Soybean Association. Bogotá,1992

Cho, C.Y., Slinger, S.J. and Bayley, H.S. Influence of level and type of dietary protein, and of level of feeding on feed utilisation by rainbow trout. *J. Nutr.*,106, 1547-1556,1976.

Degani G., Viola S. y Yehuda Y. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia. The Isr. J. of aquac. – Bamidgeh 49, 115-123. 1997.

Faisant N., Planchotm V., Kozlowski F., Pacouret M.P., Colonna P., Champ M., Resistant starch determination adapted to products containing high levels of resistant starch. Science des aliments.15, 83-89, 1995.

Furukawa, A. And Tsukahara, H., On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish fed, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 32, 502-506, 1996.

Inaba D., Ogino C., Takamatsu C., Sugano S., and Hata H., Digestibility of dietary components of fishes. I. Digestibility of dietary proteins in rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, 28, 367-371. 1962.

Mendoza A. Métodos para evaluar digestibilidad proteica de las dietas balanceadas para peces y crustáceos. En avances en nutrición acuicola I. Programa de maricultura, facultad de ciencias biológicas, Universidad autónoma de Nuevo León. Mexico, 1999.

N.R.C. Nutrient requirements of fish. National Academic Press. Washington, 1993.

Oyepada A., Aparent digestibility of various Legume seed meals in Nile Tilapia diets. Aquaculture International, 6; 83-87.1998.

Pezzato L. E., Miranda E. C., Barros M. M. Quintero L. G. Massamitu W. Pezzato A. C., Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilapia do Nilo. epezzato@fca.unesp.br , 2001

Shiau S. and Lin S. Carbohydrate utilisation by Tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. J. Nutr.123, 1747-1753. 1993

Smith R., Methods for determination of digestibility and metabolizable energy of feedstuffs for finfish. Symposium on finfish nutrition and feed technology. Federal Republic of Germany, Hamburg, 1978.

Steel R. y Torrie J. Bioestadística: Principios y procedimientos. Ed. McGRAW-HILL, Bogotá, 1985.

Victoria Z.N.F., Leterme, P. Espejo, G.C. Valor Nutricional de la soya integral para la tilapia roja , Universidad Nacional, sede Palmira (2003).