

## NOTA TÉCNICA

# EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL MÉTODO UTILIZADO EN LA DETERMINACIÓN DE LA FLOTABILIDAD DE ALIMENTOS PISCÍCOLAS<sup>1</sup>

*Ruth Vargas<sup>2</sup>*

### RESUMEN

**Evaluación preliminar del método utilizado en la determinación de la flotabilidad de alimentos piscícolas.** La flotabilidad de los alimentos piscícolas está determinada por las características físicas y químicas de las materias primas, el proceso de industrialización y el manejo posterior de los alimentos, ante tal diversidad de factores se hace necesario al menos determinar a nivel de campo la calidad física de los alimentos, para verificar que la cantidad suministrada sea congruente con las necesidades de la biomasa de los peces en cada estanque. Con base en ello se propuso este ensayo tendiente a determinar si la metodología utilizada para su determinación es repetible. Con base en los resultados se concluye que el proceso es efectivo al analizar al menos dos fórmulas balanceadas y que preferiblemente es conveniente establecer un período de cinco minutos como el tiempo adecuado para observar la flotabilidad de los gránulos. Se recomienda por tanto continuar en primera instancia con los estudios que valoran la calidad física de los alimentos, incluyendo mayor variabilidad en la cantidad de alimentos y de más fuentes y, especialmente hacer la determinación con diferentes volúmenes de agua en recipientes de distintos diámetros.

### ABSTRACT

**Preliminary evaluation of the methodology to determine fish feed flotation.** Floating capacity for fish meals is determined by the chemical and physical characteristics of the raw materials, industrial process and handling post manufacture. With such diversity of factors, it becomes necessary to determine at least, the physical quality of the feed, in order to verify if the amount of feed is adequate to the fish's biomass requirements in each pond. Based on this, this experiment was proposed to determine if the measuring methodology had repeatability. Based on the results it was concluded that the process is effective if at least two formulas are evaluated and that it is convenient to set a five minutes observation period to evaluate floating capacity of the pellets. It is recommended to continue conducting studies to evaluate the physical quality of more rations and sources and specially, try the evaluations in different water volumes in containers of varying diameter.



### INTRODUCCIÓN

La cantidad de alimento suministrado a los peces corresponde al porcentaje de la biomasa aproximada en el estanque, la cual normalmente se calcula multiplicando el número de individuos encontrados en cada desdoble por el peso promedio de una muestra evaluada para tal fin.

El porcentaje proviene de tablas generadas en diversos estudios y varía según la fase productiva en correspondencia con los requerimientos, a fin de suministrar los nutrientes necesarios que maximizen el uso de los alimentos y hagan más productiva la explotación. Refinar esta metodología entre cada desdoble es sencillo, siempre y cuando se invierta en la utilización de alimento flotante (pellets extruídos) y una práctica alimentaria que

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 3 de febrero del 2003.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Nutrición Animal – Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica.

permita determinar si el alimento fue consumido total o parcialmente en cada estanque en un lapso que debería ser al menos de diez minutos.

Al igual que en otras regiones (Hardy 2002; Shi – Yen 2002) la práctica de alimentación de peces más comúnmente utilizada en grandes explotaciones en Costa Rica, es el uso de comederos colocados sobre el monje que permite el ingreso del agua, de manera tal, que una vez que el alimento salga por la escotilla sea arrastrado por todo el espejo de agua; mientras que en las pequeñas y medianas explotaciones lo común es lanzarlo manualmente al voleo alrededor del estanque. En ambos casos el personal a cargo de estas labores debe distribuir el tiempo para atender otras faenas, por lo que dependiendo del tamaño de la explotación se ve limitada la observación del consumo del alimento; esta es una de las razones por las que Hardy (2002) advierte que la práctica al voleo no es factible utilizarla en grandes explotaciones.

Es posible afirmar que el tiempo que se invierte en cada estanque es menor de diez minutos y por tanto es bastante incierto que se constate si la cantidad de alimento brindado en cada uno de los estanques es la óptima; situación que se potencia cuando la flotabilidad de los gránulos es mucho menor que el tiempo que duran los peces alimentándose, incluso aquellos voraces como las tilapias y las truchas.

Si bien el proceso de extrusión de los alimentos provoca entre otros la expansión de éstos, la eficacia en la fabricación puede verse reducida por factores inherentes a los ingredientes y al proceso en sí mismo (Akiyama 1993 a); lo que genera problemas como reducción de la durabilidad de los gránulos a través del almacenamiento, incremento en la cantidad de finos y/o aumento en la densidad de los gránulos; conjunto de inconvenientes que en términos generales se traduce en reducción de la flotabilidad.

El uso de alimentos de baja flotabilidad trae varios inconvenientes directos tales como pérdidas económicas generadas por el desperdicio del alimento que se hunde sin posibilidad de ser consumido por los peces e ineficiencia productiva, al incrementarse los costos de producción dada la necesidad de prolongar el ciclo productivo para que los peces lleguen al peso de comercialización. Por otra parte, la reducción del tiempo destinado a alimentar y observar el comportamiento de los animales en cada estanque puede conllevar a una sobredosificación, sobre todo en aquellos casos en los que el operario considera que los animales muestran apetencia y con el fin de corregirla adiciona más alimento que el recomendado bajo condiciones normales.

Aunque el costo del alimento sumergible es menor que el flotante no compensa la mayor permanencia de los alimentos en el espejo y paralelamente la ventaja práctica de poder observar la respuesta de los peces a la presencia del alimento y así ajustar la cantidad de éste, tal y como lo permiten los alimentos flotantes según comentan Lovshin (1993) y Hardy (2002). Afortunadamente el sector industrial nacional ha dado un paso importante ya que un 92% de las dietas para truchas y tilapias inscritas en el programa de Registro y Control de Calidad de Alimentos para Animales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (1999) son extruídas.

Akiyama (1993 b) interesado en la eficiencia alimentaria indica claramente que si la conversión alimenticia lograda es baja es debido a que el manejo o la calidad de los alimentos son pobres. Con respecto a la calidad enfatiza que la misma se relaciona con la calidad de los ingredientes o con las características físicas del concentrado; además indica que la escasez de conocimientos sobre la tecnología de la producción de alimentos acuícolas y la interrelación de “causa y efecto” de varias condiciones del mismo proceso, han limitado la flexibilidad del proceso de producción de estos alimentos en particular.

Entre los inconvenientes indirectos indeseables del uso de alimentos de baja flotabilidad, este mismo autor indica que la actividad biológica generada en los estanques, especialmente en cultivos semi-intensivos, convierte al alimento en un fertilizante de alto precio. Sumado a esto, si la cantidad de alimento desperdiciado es superior a la tasa de aprovechamiento en las cadenas alimentarias del estanque, se produce un desbalance que genera una reducción en la disponibilidad de oxígeno, lo cual repercute en la reducción del alimento natural y paralelamente en un aumento de detritos que empobrecen la calidad de los efluentes y del medio circundante para los mismos peces.

En resumen, si los alimentos extruídos contienen todos los nutrientes y en el proceso de su fabricación y manipulación ha sido considerada la presentación y calidad física de los gránulos, se reducirían considerablemente las pérdidas mecánicas.

Además Boyd (1996) enfatiza que la utilización de correctas prácticas de alimentación reducen la cantidad de alimentos no ingeridos, lo que repercute en el mejoramiento de la calidad de los efluentes y con ello el alivio de la eutroficación de las aguas naturales en el control de la contaminación de éstas.

Con base en lo expuesto, se considera ventajoso el uso de algún mecanismo tecnológico a nivel de campo

que permita determinar al menos indirectamente la calidad física de los alimentos utilizados en acuicultura, específicamente los elaborados para una permanencia prolongada en el espejo de agua.

En este sentido la determinación de la flotabilidad es prácticamente el único con que cuenta el productor de alimentos y el piscicultor para valorar el comportamiento físico de los alimentos y se realiza por medio del conteo de gránulos (pellets) que permanecen flotando en un cierto lapso tiempo y una cierta cantidad de agua.

Si bien la determinación de la flotabilidad es una práctica común, Gatlin (comunicación personal 2000) indica que no se reporta una metodología que permita sustentar estadísticamente este análisis. No hay incluso un estudio tendiente a relacionar cómo la interacción de algunos factores físicos y químicos del alimento repercuten en la flotabilidad a pesar de que está claramente demostrado que el proceso de industrialización, la calidad física final y el manejo de los alimentos son determinantes en la eficiencia productiva.

Con respecto al procesamiento Akiyama (1993 b) advierte sobre el paralelismo que existe entre la influencia del procesamiento y la variabilidad en la composición de los ingredientes sobre la eficiencia productiva de los alimentos, así como las condiciones ambientales y las instalaciones experimentales repercuten en los estudios nutricionales en especies acuáticas. Igualmente Frame (1993) y Woodroffe (1993) concuerdan en la importancia de la calidad de los ingredientes así como en su procesamiento para lograr producir alimentos acuícolas de alta calidad.

En relación al tamaño de partícula de los ingredientes, Frame (1993) manifiesta que un sistema de procesamiento operado con propiedad asegura entre 3 y 5% de finos como máximo. Considerando los hábitos alimentarios y la anatomía oral de los peces en dependencia con la fase fisiológica, es importante hacer una evaluación del tamaño de los gránulos y su uniformidad, puesto que estas características determinarán la eficiencia en su aprovechamiento.

Otro punto de partida para esta valoración es la concordancia entre el tamaño del gránulo y su densidad, ya que "pellets" de gran tamaño tienden a tener un alto peso y también ser más susceptibles a sufrir resquebrajaduras que provocan una gran cantidad de partículas de alimento de menor tamaño (finos) que serán desechados por los animales. Es lógico suponer además que la densidad y el tamaño del gránulo influyen directamente sobre la flotabilidad del mismo.

Entre otros aspectos de importancia indirecta para lograr una buena flotabilidad están el contenido de humedad, de grasa y de almidones, dado el efecto que tienen sobre la capacidad de aglomeración de los ingredientes así como su efecto en el proceso de extrusado (Frame 1993).

Por lo expuesto y considerando que la flotabilidad se recomienda como un procedimiento para regular y ajustar el consumo de alimento para obtener mejores conversiones alimenticias (Hardy 2002) el objetivo del presente ensayo fue evaluar una metodología de trabajo que oriente el diseño de un estudio posterior en fase de laboratorio tendiente a corroborar si es válido utilizar la flotabilidad como un mecanismo que permita valorar a nivel de campo la calidad física de los alimentos y corregir la cantidad de alimento a suministrar, así como a futuro establecer algún parámetro o coeficiente que permita relacionar la calidad física a la calidad química.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A través de un período de cuarenta y dos días de almacenamiento se evaluaron 92 kg de alimentos comerciales para tilapia (Alimento A y Alimento B) en el laboratorio del Centro de Investigación en Nutrición Animal de la Universidad de Costa Rica.

Considerando que la flotabilidad de los alimentos debe ser independiente de su origen y de las prácticas alimentarias, los alimentos provinieron de dos casas comerciales; de ahí que las muestras fueron totalmente diferentes, no sólo en la composición química, sino en aspectos organolépticos y físicos.

De ambos alimentos se sustrajo cada 22 días una muestra de siete litros para determinar a partir de ellas la densidad, determinada por el peso del alimento en cada muestra, igual procedimiento se utilizó en submuestras de 200 ml.

Dado que el objetivo de este ensayo fue valorar un procedimiento lo más práctico posible para determinar la flotabilidad y que el peso del gránulo guarda una estrecha relación con la misma, éste se determinó de dos maneras.

La primera consistió en sustraer diez submuestras de 200 ml a partir de los siete litros, determinarles el peso, contar el número de gránulos y determinarles el peso promedio. El segundo procedimiento consistió en mezclar las diez submuestras, cuartear el producto, sacar al azar 14 grupos de 50 gránulos ("micromuestras"), pesarlos y calcular el peso promedio del gránulo.

Utilizando estas “micromuestras” se determinó la flotabilidad, que consistió en contar el número de gránulos que flotaron en 200 ml de agua del grifo después de 2, 5 y 10 minutos de haberlos agregado.

De cada muestra de siete litros se sustrajeron también dos muestras de 250 y 100 gramos para “homologar” en este caso, los análisis de tamaño y uniformidad de partícula de ingredientes descritos por Vargas y Villalobos (1998), con el tamaño y uniformidad de los gránulos de los alimentos.

Otro factor evaluado fue el % de Materia Seca determinado según AOAC (1990) a partir de una submuestra obtenida también de la muestra de siete litros.

Por medio de un Análisis de Varianza de una vía con un test de rango múltiple según Tukey, fueron evaluadas las medias de la flotabilidad de cada uno de los alimentos y su comparación.

## RESULTADOS

La densidad (g/l) determinada a partir de muestras de 7 y 0,2 litros fue de 485 y 465 para el alimento A mientras que para el alimento B los valores determinados fueron de 482 y 425 gramos por litro respectivamente (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con las recomendaciones para la fabricación de alimentos flotantes, que establecen en términos generales una densidad del orden de 320 a 400 gramos por litro para alimentos con 21 a 24% de humedad en base seca (Frame 1993, Kearns 1993). En este ensayo en particular las densidades de los alimentos encontradas corresponden a alimentos cuya humedad en base seca fue de 11,89 y 10,54%, para el alimento A y el alimento B respectivamente (Cuadro 3).

Woodroffe (1993) recomienda que para lograr la completa flotabilidad en los alimentos acuícolas en el

proceso de fabricación la masa deberá tener una densidad de 550 g/l o menos, un 20% de almidones como mínimo y 6% de grasa como máximo. Estos datos concuerdan con las recomendaciones de Frame (1993) quien establece un 10% de almidones para alimentos hundibles y 20% para flotantes, manifestando que niveles de grasa entre 0 y 12 % no causan efectos negativos en la calidad del producto final.

Con respecto al diámetro del gránulo Frame (1993), Kearns (1993) y Shi – Yen (2002) recomiendan que varíe entre 1,5 y 10,0 mm, en dependencia con el estado fisiológico, según lo recomendado por Hardy (2002) anotado en el Cuadro 1. En este ensayo en particular el tamaño de partícula en ambos alimentos se encuentra en el rango de intermedio a superior según se observa en el Cuadro 4, siendo mayor el tamaño del alimento B así como la variación en el mismo con respecto a la media. Es importante indicar que el alimento A está inscrito para la alimentación de reproductores,

**Cuadro 1.** Tamaño de partícula de dieta recomendado para trucha arcoiris. Tamaño de pellet basado en dietas extruídas. CINA, 2001.

Granulometría o tamaño del pellet	Tamaño de malla	Peso del pez (g)
Gránulo inicio	30 – 40	< 0,23
Gránulo No. 1	20 – 30	0,23 – 0,5
Gránulo No. 2	16 – 20	0,5 – 1,5
Gránulo No. 3 o 1 mm	10 – 16	1,5 – 3,5
Gránulo No. 4 o 2 mm	6 - 10	3,5 – 9
Pellets de 3 mm		9 – 38
Pellets de 4 mm		38 – 90
Pellets de 5 mm		90 – 450
Pellets de 6 mm		450 – 1500
Pellets de 8 mm		> 1500

Fuente: Hardy 2002.

**Cuadro 2.** Determinación de la densidad (gramos/litro) de dos alimentos comerciales a partir de muestras de 7 y 0,2 litros durante el almacenamiento. CINA, 2001.

Evaluación a través del almacenamiento (días)	7000 ml		200 ml	
	Alimento A	Alimento B	Alimento A	Alimento B
8	469	470	463	447
23	493	494	478	368
42	493	481	465	461
Promedio	485 ± 14	482 ± 12	465 ± 8	425 ± 50

**Cuadro 3.** Determinación a través del tiempo de la materia seca de dos alimentos comerciales para tilapia. CINA, 2001.

Evaluación a través del almacenamiento (días)	% de Materia Seca	
	Alimento A	Alimento B
8	88,06	89,67
23	88,37	89,92
42	87,91	88,80
Promedio	88,11 ± 0,23	89,46 ± 0,59

mientras las recomendaciones de alimento B son genéricas para todo estado fisiológico.

Sumado a esta situación, la poca disponibilidad de alimentos para tilapia en Costa Rica ha provocado que el productor tenga por práctica moler los gránulos a fin de obtener alimentos con partículas más pequeñas con

**Cuadro 4.** Tamaño del gránulo a través del período de almacenamiento de dos alimentos para tilapia. CINA, 2001.

Evaluación a través del almacenamiento (días)	Tamaño del gránulo en milímetros	
	Alimento A	Alimento B
1	4,09	5,43
2	3,71	7,89
3	3,95	5,20
Promedio	3,95 ± 0,21	6,17 ± 1,49

**Cuadro 5.** Determinación del peso en gramos y cantidad de gránulos de dos alimentos para tilapia a través de su almacenamiento por medio de dos procedimientos. CINA, 2001.

Evaluación a través del almacenamiento (días)	Procedimiento No. 1 <sup>1/</sup>				Procedimiento No. 2 <sup>2/</sup>			
	Alimento A		Alimento B		Alimento A		Alimento B	
	Peso	Cantidad por ml	Peso	Cantidad por ml	Peso	Cantidad (contada)	Peso	Cantidad (contada)
8	0,081	5,74	0,308	1,48	0,081	14	0,310	14
23	0,079	5,74	0,296	1,25	0,081	14	0,340	14
42	0,079	5,91	0,332	1,40	0,083	14	0,320	14
Promedio	0,080	5,80	0,312	1,38	0,082	14	0,323	14
SD	1,3E-09	0,10	0,018	0,12	0,001	0	0,015	0

<sup>1/</sup> Peso y cantidad de gránulos determinados a partir una muestra de 200 ml de alimento.

<sup>2/</sup> Peso determinado a partir de una submuestra de 14 gránulos.

los cuales alimentan a los peces de menor tamaño, sea cual sea el tamaño y la variación de los gránulos del alimento adquirido.

Sobre este último particular se desprende de los datos del Cuadro 4 que el tamaño de los gránulos no fue uniforme conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento o toma de la muestra, ya que mientras en el alimento A la variación fue de 5% con respecto al promedio (0,21/3,95), en el alimento B fue de 24% (1,49/6,17).

Correlacionado al tamaño de los gránulos, el peso obtenido a partir de las submuestras de 200 ml (Procedimiento No.1) fue en promedio de 0.080 y 0.312 gramos, para los alimentos A y B (Cuadro 5); asociado a este parámetro se determinó un total de 5.80 y 1.38 partículas por mililitro respectivamente. Estos resultados son totalmente concordantes con los obtenidos en el segundo procedimiento; ya que el peso promedio de los 14 gránulos de los alimentos A y B fue de 0,082 y 0,323 gramos respectivamente.

Es importante observar que la mayor variación de los parámetros apuntados en el Cuadro 5 correspondió al alimento B, ya que mientras en éste se determinó un 9% (0,12/1,38) de variación en el número de gránulos con respecto a la media determinados a través del almacenamiento en la muestra de 200 ml, en el alimento A fue sólo de 2% (0,10/5,80). Con respecto al peso se determinó que su variación es despreciable en el alimento A (1,3E-09/0,08), mientras que en el alimento B fue de 5,8% (0,018/0,312).

En el Cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos del porcentaje de flotabilidad, en el que se advierte

**Cuadro 6.** Porcentaje promedio de flotabilidad a través del almacenamiento de dos alimentos para tilapia determinada en dos, cinco y diez minutos. CINA, 2001.

Evaluación a través del almacenamiento (días)	% Flotabilidad Alimento A				% Flotabilidad Alimento B			
	Duración de determinación en minutos			Promedio según No. Evaluación	Duración de determinación en minutos			Promedio según No. Evaluación
	2	5	10		2	5	10	
8	98,57	97,14	97,00	97,57	90,00	87,86	84,86	87,57
23	96,71	95,71	96,57	96,33	93,57	91,57	91,43	92,19
42	99,29	98,29	98,00	98,52	94,71	93,0	91,29	93,00
Promedio	98,19	97,05	97,19	97,48	92,76	90,81	89,19	90,92
SD	1,32	1,29	0,73	1,10	2,46	2,65	3,75	2,93

claramente que el Alimento A presentó los mejores valores a través del período de almacenamiento evaluado, asociado a una densidad similar con respecto al alimento B, según se describió en el Cuadro 2. Nótese del Cuadro 5 que el peso de la muestra del Alimento A se “distribuye” entre mayor número de gránulos con menor peso, lo que sugiere que la capacidad de los mismos de “romper” la tensión superficial podría ser menor y por ende se incrementa su flotabilidad.

Al someter los datos al análisis de varianza para cada alimento, no se determinaron diferencias significativas en ninguno de ellos con respecto al tiempo de análisis para cada una de las evaluaciones a través del almacenamiento. Sin embargo se encontraron diferencias significativas al comparar las medias de la flotabilidad del Alimento B obtenidas cuando el tiempo de análisis fue de 5 y 10 minutos, contra todas las medias de los análisis realizados en el Alimento A.

De la experiencia práctica se puede indicar que alimentos constituidos por pellets de mayor tamaño y peso tienden a desmoronarse con más facilidad, lo que genera que la superficie de las partículas sea menos uniforme y por ende se favorece una desigual penetración del agua, que provoca bolsas de aire que permiten que los gránulos una vez sumergidos tiendan a retornar a la superficie con más facilidad que los pellets que mostraron una mejor textura y uniformidad, traducida en un mayor porcentaje de flotabilidad. Esta situación se observó con mayor regularidad en las muestras del Alimento B; a la vez se determinó que la irregularidad de la flotabilidad de este alimento fue mayor conforme se incrementó el tiempo de análisis, según se observa en el Cuadro 6, datos asociados a la variabilidad obtenida en el tamaño de gránulo a través del tiempo, según los resultados presentados en el Cuadro 4.

Con el fin de dar soporte a lo antes mencionado y también usando un paralelismo entre el método para

determinar la uniformidad de partícula presentado por Vargas y Villalobos (1998) y la del gránulo se sometieron los alimentos a esta valoración. A nivel práctico se observó en el alimento B gran cantidad de fracciones de gránulos, sin embargo, a partir de las mallas seleccionadas cuyo Mesh fue: 3.5, 6, 7, 8, 10, 12 y 14, no se encontró ninguna diferencia en el Módulo de Uniformidad a través del tiempo para ninguno de los alimentos ni entre ellos, siendo en todos los casos un modelo 10:0 para la clasificación grueso:mediano.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados, se recomienda a afinar una metodología práctica que posibilite al productor determinar con cierta precisión la calidad física de los alimentos, siempre y cuando considere hacer la prueba en tres momentos del almacenamiento, por cuanto de la disposición de los sacos de alimento y del manejo de los mismos depende su integridad física y el contenido de humedad, asimismo para llevar un control de la calidad del alimento dentro de cada saco, en caso de que la duración de éste sea muy prologada en la explotación.

Con respecto al desarrollo de algún coeficiente entre la calidad química de los alimentos y la flotabilidad se recomienda primero afinar la metodología que permita sustentar la determinación de ésta, incluyendo más cantidad de alimentos, a partir de diferentes pesos de la muestra y utilizando varios diferentes volúmenes de agua a fin de determinar si existe o no algún efecto adverso entre el peso de la muestra y la capacidad del agua de mantener los gránulos flotando durante cinco minutos; así como la utilización de recipientes con diferentes diámetros.

Dada la variabilidad del tamaño de los gránulos del Alimento B y aunque no se encontró ninguna diferencia

en el Módulo de Uniformidad, se sugiere repetir la experiencia utilizando una graduación de mallas que se ajuste mejor al tamaño de los alimentos, así como variar la clasificación que se da a cada grupo de mallas presentado en el método, ya que es una prueba más práctica comparativamente a la determinación del tamaño de partícula.

## LITERATURA CITADA

- AKIYAMA, D. 1993 a. Futuras consideraciones para la industria alimentaria acuícola. *In*: Cruz, E.; Ricque, D.; Mendoza, R. (eds.). Memorias del primer simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura. División de nutrición animal asociación americana de soya. Programa maricultura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. p. 25-34.
- AKIYAMA, D. 1993 b. El uso de productos a base de soya y de otros suplementos proteicos vegetales en alimentos para acuicultura. *In*: Cruz, E.; Ricque, D.; Mendoza, R. (eds.). Memorias del primer simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura. División de nutrición animal asociación americana de soya. Programa Maricultura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. p. 257-269.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1990. Volumen one. 15<sup>th</sup> Edition. 930.15, 954.01. p. 69-70.
- BOYD, C. 1996. "Manejo de suelo y de la calidad de agua en la acuicultura de piscinas". Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama. Asociación Americana de Soya. p. 62.
- FRAME, N. 1993. Pet and aquatic feed production. Process description. Extrusion cooking systems worldwide. Submitted as a chapter in textbook extrusion Cooking. Edited by Neil Frame. p. 1-25.
- GATLIN, D. 2000. Wildlife and fisheries sciences. Texas A & M University. Seminario sobre Nutrición Acuícola. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Comunicación personal.
- HARDY, R. 2002. Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Nutrient requirements and feeding of fishing for aquaculture. Edited by C. D. Wibster, Aquaculture research center, Auburn, Alabama, USA. p. 440.
- KEARMS, J. 1993. Método Wenger para la extrusión de alimentos acuícolas. *In*: Cruz, E.; Ricque, D.; Mendoza, R. (eds.). Memorias del primer simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura. División de nutrición animal asociación americana de soya. Programa maricultura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. p. 431-464.
- LOVSHIN, L. 1993. Cría del bagre de canal. ASA. A.N. (Asociación Americana de Soya). p. 1-9.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1999. "Registro y control de calidad de alimentos para animales".
- SHI-YEN, S. 2002. Tilapia, *Oreochromis spp.* Nutrient requirements and feeding of fishing for aquaculture. Edited by C. D. Wibster, Aquaculture research center, Auburn, Alabama, USA. p. 440.
- VARGAS, E.; VILLALOBOS, J. 1998. Medición y expresión del tamaño de partícula en alimentos para animales. Curso de actualización en manufactura, procesamiento y control de calidad de alimentos. LANCE. p. 13.
- WOODROOFE, J. M. 1993. Dry extrusion applications in the feed industry. Technical bulletin. American soybean association. Vol. AQ 40 1993/5. p. 1-34.