

## PROGRAMA DE PONENCIAS

### Inauguración

#### NECESIDADES NUTRICIONALES

<u>Proteínas y aminoácidos</u>	M.C. Jesús Zendejas, PURINA Dra. Elizabeth Cruz, FCB-UANL
<u>Lípidos y carbohidratos</u>	Biól. Jesús Morales, FONDEPESCA M.C. Ma. Francisca Rodríguez, ITM
<u>Micronutrientes: minerales y vitaminas</u>	M.C. Jesús Zendejas, PURINA Ing. Adrián Tercero, ALBAMEX

#### EL ALIMENTO I

<u>Ingredientes convencionales</u>	Ing. José M. Ramírez, ALBAMEX Quím. Ramón Corrales, Pesq. Zapata
<u>Ingredientes no convencionales</u>	Biól. Jorge Cáceres, IDT, SEP M.C. Alfredo Larios, CINVESTAV
<u>Dietas prácticas formulación</u>	M.C. Baltazar Cuevas, FCB-UANL M.C. Ma. Francisca Rodríguez, ITM
<u>Procesamiento</u>	Dr. Arturo Manjarrez, PURINA

#### EL ALIMENTO II

<u>Manejo del alimento y calidad</u>	Dr. Pedro Wesche, FCB-UANL M.C. Guadalupe Alanís, FCB-UANL
<u>Formas de alimentación y</u>	M.C. Arcadio Valdés, FCB-UANL
<u>Métodos de evaluación biológica</u>	Dra. Elizabeth Cruz, FCB-UANL

#### LA PRODUCCION

<u>Producción y costos</u>	Dr. Cipriano Reyes Desarrollo Piscícola Ing. Jorge Peláez, Acuacultivos Santo Domingo
----------------------------	--

#### INVESTIGACION

<u>Investigación</u>	Biól. Germinal Marcet, COTECOPAC
----------------------	----------------------------------

## NECESIDADES NUTRICIONALES

### A. NECESIDADES NUTRICIONALES DE PECES: PROTEINAS Y AMINOACIDOS

M.C. Jesús Zendejas, PURINA, México.

#### 1. INTRODUCCION

Las proteínas están consideradas como el constituyente más importante de cualquier organismo vivo y representan el grupo químico más abundante en el cuerpo de los animales (con excepción del agua). En promedio, el cadáver del pez contiene 75 % de agua, 16 % de proteína, 6 % de lípidos y 3 % de cenizas.

Los peces, a diferencia de otros animales, no tienen un verdadero requerimiento proteínico, sino que más bien, lo tienen para una mezcla bien balanceada de aminoácidos esenciales (AAE) y de aminoácidos no esenciales (AANE).

La metodología seguida para cuantificar el requerimiento proteínico en peces consiste en alimentar a los organismos con dieta balanceadas, conteniendo niveles graduales de proteína de alta calidad (p.ej. caseína), suplementada con aminoácidos cristalinos, a efecto de simular el perfil de aminoácidos en la proteína de huevo entero de gallina, y el nivel proteínico en la dieta con que se registre el mejor crecimiento, se considera como su requerimiento (Figura 1).

Además de este método usado por la mayoría de los investigadores, también se ha empleado la técnica de máxima retención proteínica en el tejido.

#### 2. REQUERIMIENTO DE PROTEINAS.

El requerimiento proteínico para peces, cuantificado por esas técnicas es bastante uniforme, fluctuando en un rango de 24-57 %, equivalente al 30-70 % del contenido energético de la dieta (Tacon, 1987). Mismo que se ilustra en la Tabla 1.

Los valores mostrados en la Tabla 1, en términos generales, son elevados, situación previsible en el caso de especies carnívoras, pero el que se determinase un requerimiento proteínico relativamente elevado para peces omnívoros e inclusive herbívoros no era de esperarse. De aquí la posibilidad de que el requerimiento cuantificado esté en función del método empleado. Acorde con Tacon (1987), el que los investigadores en su intento por cuantificar los requerimientos proteínicos, utilicen diferentes fuentes proteínicas, substitutos energéticos no proteínicos, regímenes de alimentación, clases de edad de peces y los métodos para la determinación del contenido energético y requerimientos dietéticos, deja muy poco terreno en común que permita hacer comparaciones directas intra- o interespecificas.

Por ejemplo, el alto requerimiento energético observado en alevines de carpa herbívora (41-43 %, Dabrowski, 1977; en Tacon, 1987) con toda seguridad surgió del hecho que todos los peces del

experimento fueron alimentados de una manera restringida. Se les suministró alimento 2 veces al día a un porcentaje fijo, correspondiente al mínimo registrado en una alimentación Ad libitum y consecuentemente aquellos peces alimentados con las raciones que contenían una menor cantidad de proteína, no pudieron consumir suficiente alimento para cubrir sus requerimientos energéticos y proteínicos (Tacon, 1987).

### 2.1 FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS.

El requerimiento proteínico a lo largo de la vida de un pez, está en función del estadio de desarrollo, es decir que los peces mas pequeños tendrán una demanda proteínica mayor en comparación con peces de tallas mayores, a efecto de alcanzar la máxima tasa de crecimiento. Cho et al (1983) ejemplifican esta situación para el bagre de canal (Ictalurus punctatus) Tabla 2.

Experimentos realizados con salmón "chinoock", Oncorhynchus tshawytscha (Cho et al 1983) tendientes a determinar el efecto de la temperatura sobre el requerimiento proteínico, se interpretaban erróneamente, en el sentido de que dicha demanda aumentaba concomitantemente con la temperatura; sin embargo, al analizar las curvas de respuesta a la proteína dosificada, no se destacó un cambio en el punto de inflexión (formación de una meseta, señal indicativa del nivel proteínico requerido), por lo cual no se considera acertada su interpretación.

Slinger et al (1977; en Tacon, 1987) alimentaron a juveniles de trucha arcoiris (Salmo gairdneri) con dietas conteniendo 35 %, 40 % y 45 % de proteína y no encontraron una diferencia significativa en el crecimiento registrado al mantener los lotes experimentales a temperaturas de 9 °C, 12 °C, 15 °C y 18 °C. En este caso, a pesar de no haberse registrado un efecto diferencial de la temperatura sobre el crecimiento, se detectó que el aumento en el requerimiento proteínico absoluto a una mayor temperatura del agua, aparentemente fue satisfecho al aumentar el consumo de alimento en las dietas con menor contenido de proteína. Situación que concuerda con la hipótesis de que un aumento en la temperatura del agua (hasta un nivel máximo) está asociado con un aumento en el consumo de alimento (Brett et al, 1969; Choubert et al, 1982; en Tacon, 1987), un aumento en la tasa metabólica (Jobling, 1983; en Tacon 1987) y en un tiempo de tránsito gastrointestinal más rápido, en condiciones de disponibilidad ilimitada de alimento (Fauconneau et al, 1983; Ross y Jauncey, 1981; en Tacon, 1987).

Por todo ello, se puede concluir que un aumento en la temperatura no conduce a un incremento en el requerimiento proteínico. Hasta el momento son muy pocos los estudios realizados en relación al efecto de la salinidad sobre el requerimiento proteínico, por el hecho de que existe cierta especulación con respecto al método de dosis-respuesta, aunado a que, por la falta de información sobre los requerimientos proteicos de los peces en agua de mar, no existen datos confiables que muestren una relación directa entre el requerimiento proteico y la salinidad.

### 3. AMINOACIDOS.

En diversos materiales biológicos se han determinado más de 100 diferentes aminoácidos, de los cuales únicamente 25 son elementos constitutivos de las proteínas, y de éstos 10 son considerados como esenciales para los peces debido a que no pueden ser sintetizados dentro del cuerpo del animal, o bien si lo son, es a una tasa insuficiente para cubrir las necesidades fisiológicas del animal en crecimiento y, consecuentemente, deberán de ser incluidos en la dieta del pez. Dichos AAE son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina.

Aunque los AANE estrictamente no son nutrientes dietéticos esenciales, desempeñan una serie de funciones esenciales a nivel metabólico y, en más de un caso, pueden tener un efecto de sustitución de AAE (p. ej. la cistina y tirosina).

#### 3.1 NIVEL OPTIMO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN LA DIETA .

La cuantificación del requerimiento de AAE tradicionalmente se ha realizado mediante la alimentación de peces con niveles graduales de cada aminoácido, de tal manera que al obtenerse las curvas de crecimiento respectivas, se considera como requerida aquella concentración donde cambia el punto de inflexión en la curva. Además de éste, existen otros métodos. En uno de ellos se cuantifica el nivel de aminoácidos libres en el plasma o en la sangre; en un tercer método se administran aminoácidos radioactivamente marcados cuantificándose su grado de oxidación, como criterio para evaluar su asimilación.

En estos métodos, los aminoácidos utilizados a efecto de cubrir el perfil de la proteína requerida en las dietas prueba, son suministrados en su mayoría en forma cristalina o como una mezcla de caseína, gelatina y aminoácidos cristalinos. En la mayoría de los casos se busca balancearlos en forma tal que se asemejen lo mejor posible al perfil de la proteína de huevo entero de gallina, exceptuando al aminoácido que esté siendo evaluado (Wilson, 1985).

En contraste con estos métodos tradicionales, Ogino (1980; en Tacon, 1987) cuantificó los requerimientos de AAE en peces, basado en el incremento diario (retención o depositación) de AAE particulares en el cadáver del pez. En éste caso, los peces son alimentados con una dieta conteniendo una fuente proteínica "completa" de alto valor biológico, y el requerimiento dietético de algún AAE se cuantifica en base al valor de la depositación diaria de AAE en el tejido del pez. Este método ofrece la ventaja de que se pueden determinar simultáneamente los requerimientos dietéticos para los 10 AAE en un sólo experimento; de igual modo se pueden definir los requerimientos cuantitativos de AAE tanto para crías como para reproductores, sin un menoscabo en la precisión.

En la tabla 3 se resumen los requerimientos cuantitativos de AAE conocidos hasta la fecha para las principales especies de peces. Al respecto es necesario señalar que únicamente se han de-

terminado los requerimientos de los 10 AAE para cinco especies: carpa común (*Cyprinus carpio*), trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*), bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), anguila japonesa (*Anguilla japonica*) y salmón "Chinook" (*Oncorhynchus tshawytscha*).

En la tabla 3 se observa que existen diferencias significativas en el requerimiento de AAE dentro de la misma especie y entre diferentes especies, por lo cual Tacon (1987) cuestiona si las variaciones detectadas son reales, o bien, son el resultado del método empleado; y más por el hecho de que al comparar los requerimientos de AAE para carpa y trucha por el método de Ogino (op. cit.) no existía una diferencia significativa entre dichos valores.

Tacon y Cowey (1985) realizaron una comparación entre las proporciones relativas existentes entre los 10 AAE requeridos en la dieta de peces cuantificados por el método de Ogino (op. cit.) contra el patrón de AAE cuantificados en el cadáver del pez, no encontrando una diferencia significativa entre ellos (Tabla 4). Y dado que el perfil de AAE en el músculo del pez no difiere grandemente entre las diferentes especies de peces, consecuentemente el patrón de requerimientos para alguna especie en particular, será similar entre sí.

Tacon (1987) señala que dada la carencia de información cuantitativa sobre los requerimientos de AAE para todas las especies de peces, se podría utilizar como una primer aproximación una estimación basada en el perfil de AAE cuantificada en el cadáver del pez, misma que representará el 35 % de los requerimientos protéicos conocidos para esa especie (por el hecho que los 10 AAE, mas la cistina y tirosina, constituyen aproximadamente el 35 % del total de la proteína requerida por el pez). Así, a manera de guía la Tabla 5 muestra los requerimientos dietéticos de AAE por peces a diferentes niveles de proteína en la dieta.

### 3.2 UTILIZACION DE AMINOACIDOS LIBRES (NO PROTEINICOS).

Los peces alimentados con dietas en las cuales una proporción significativa de la proteína sea suministrada en forma de aminoácidos cristalinos o "libres", generalmente muestran un crecimiento por debajo del óptimo, en comparación con animales alimentados con dietas a base de proteína "entera", es decir, en la que los aminoácidos están unidos entre sí como elementos constitutivos de la proteína, situación que se ilustra en la Tabla 6, donde se aprecia que el mejor crecimiento, tanto para trucha como para bagre, se obtiene con proteínas "enteras". Ello se debe a que los aminoácidos libres son más rápidamente asimilados, ya que alcanzan los sitios para la síntesis protéica más rápido que los provenientes de una proteína entera. Y para que tenga lugar una síntesis protéica adecuada, se requiere que todos los aminoácidos estén disponibles dentro de la célula al mismo tiempo. Así por ejemplo, Tacon (1987) cita diferentes trabajos realizados con trucha arcoiris, carpa común y tilapia, en los que se alimentó a los peces tanto con dietas a base de aminoácidos libres, como con

dietas formuladas a base de caseína, registrándose un pico de concentración de aminoácidos en el plasma a las 12-24 h, 2-4 h, y 2 h respectivamente para la dieta a base de aminoácidos libres y 24-36 h, 4 h respectivamente para el segundo caso.

Tacon y Cowey (1985) señalan que para que una óptima síntesis protéica tenga lugar, es necesario que todos los AAE (provenientes de una proteína completa o suplementados a la dieta) estén presentes simultáneamente en el tejido. Si esta condición no se cumple, entonces sobreviene su catabolismo con su consecuente pérdida, misma que se verá reflejada en una disminución en el crecimiento. A efecto de evitar que ello suceda, recomiendan algunas estrategias a seguir, sobre todo para especies de zonas tropicales:

- Que la liberación o absorción de aminoácidos libres en la dieta sea reducida a efecto de minimizar las variaciones en la tasa de absorción observada entre las dietas con aminoácidos libres y ligados a las proteínas (mediante la protección de aminoácidos particulares con caseína, zeína o membranas de nylon-proteína).
- Que se incremente la frecuencia de alimentación, el mayor número de veces/día (hasta 18), a efecto de minimizar las variaciones en la concentración de aminoácidos observada en el plasma.

### 3.3 COMPOSICION DE AMINOACIDOS Y CALIDAD DE LA PROTEINA

La calidad de la proteína de cualquier materia prima depende de la composición de aminoácidos que la constituyan, así como, de su disponibilidad biológica. En general, entre mayor semejanza exista entre el patrón de AAE de la proteína en relación al perfil de aminoácidos requeridos en la dieta del pez, mejor será su utilización y valor nutricional. En la Tabla 7 se presenta el "score" químico o valor protéico potencial de algunas materias comúnmente utilizadas en la alimentación acuícola. Así, un "score" químico de 100 indica que el nivel de algún AAE en particular presente en dicho material, es idéntico al nivel de ese aminoácido requerido por el pez (cuando se expresa como porcentaje del total de AAE más la cistina y tirosina).

En la tabla 7 se puede ver que la mayoría de las fuentes protéicas ahí mostradas, presentan una proporción no adecuada de AAE, en comparación con el perfil de AAE determinado en la harina o músculo de pescado, caracterizado por un balance adecuado y, por ende, con un "score" elevado (80); situación que se traduce en que la mayoría de esas fuentes protéicas, por sí solas, sean inapropiadas como alimento protéico para peces mantenidos en sistemas de cultivo intensivo, puesto que demandan de una dieta nutricionalmente completa. Sin embargo, la relación entre la calidad de la proteína y el patrón de AAE será válido únicamente si los aminoácidos individuales tienen entre sí la misma disponibilidad biológica para el animal.

4. PATOLOGIAS CAUSADAS POR PROTEINAS Y AMINOACIDOS.

Tacon (1987) menciona que como rasgo característico que una deficiencia en algún aminoácido provoca una disminución en el crecimiento de los peces. Sin embargo, existen algunas patologías tipificadas con mayor precisión causadas por algún aminoácido en particular, mismas que se describen en la Tabla 8.

También pueden presentarse patologías nutricionales por la ingesta de proteínas que contengan aminoácidos tóxicos. Así por ejemplo, la soya tratada con alcali contiene lisinoalanina, la leguminosa Leucaena leucocephala ("ipil-ipil) contiene mimosina y el haba Vicia faba contiene dihidroxifenilalanina.

5. BIBLIOGRAFIA

- \* Cho, C.Y., C.B. Cowey and Watanabe., 1983 Finish nutrition in Asia: Methodological approaches to research and development.
- \* Tacon, A.G.J. and Cowey., 1985. Protein and aminoacid requirements. En : Peter Tyler & Peter Calow (ed.), Fish energetics new prespectives. Ed Croom Helm, London.
- \* Tacon, A.G.J., 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp - A training manual. 1. The essential nutrients. FAO Proyecto GCP/RLA/075/ITA, Brasilia, Brazil.

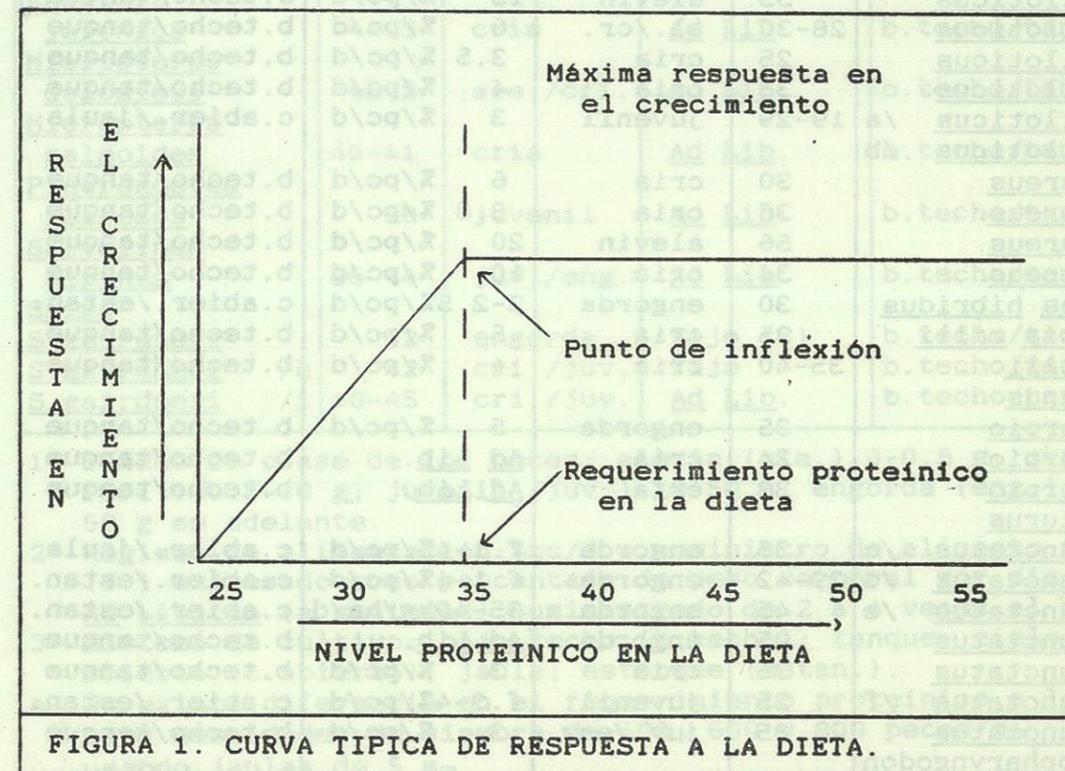


FIGURA 1. CURVA TIPICA DE RESPUESTA A LA DIETA.