

dos, esto no concuerda con el hecho de que el almidón natural logra mejor asimilación cuando es sometido a un proceso de cocción y se pasa de almidón insoluble a alguna forma de dextrina y es mejor asimilado entonces parece que son los disacáridos y no los polisacáridos.

Ing. Víctor Almazan.

Bueno, la gelatinización es de los almidones.

Q.B.P. René Rodríguez.

No sé que se entendió. En la conclusión se habla de que son polisacáridos como almidones más asimilables que cadenas menores de estos azúcares, de estos carbohidratos. Parece que no es así, puesto que el almidón es más asimilable cuando es sometido a un proceso de cocción, pasando de la fórmula completa de almidón polisacárido a la de dextrina que es un disacárido.

M.C. Ma. Guadalupe Alanís.

Respecto a esto yo creo que sólo hay una ligera confusión. Efectivamente los polisacáridos son los más utilizables por ese tipo de organismos aclarando que gelatinizando los almidones tienen una mejor utilización. La única aclaración que yo quisiera incluir aquí, es que cuando gelatinizamos el almidón no estamos formando disacáridos, estamos cambiando la estructura, o sea el almidón se hincha, agarra agua, entonces es más fácil de ser atacado por las enzimas, en este caso por las  $\alpha$ -amilasas que tienen los peces. Entonces creo que con esa aclaración ya queda todo, las dextrinas son también producto de la hidrólisis del almidón, sin llegar a ser disacáridos.

M.C. Alfredo Larios.

Les quería hacer también la aclaración, que todo depende del polisacárido que se esté manejando. No es lo mismo utilizar celulosa a utilizar almidón, porque inclusive en algunos tipos de polisacárido se tiene el efecto adverso, por eso se utiliza carboximetil celulosa en bajos niveles.

M.C. Ma. Francisca Rodríguez.

Nada más en el sentido de su observación, es cierto que no debemos de generalizar en polisacáridos, pero si por ejemplo, el glicógeno que es un polisacárido muy diferente al almidón se presenta que se asimila en mayor proporción que disacáridos y monosacáridos. Entonces hay algunos polisacáridos que son más asimilables que disacárido y monosacárido y de los más recomendables pues serían el almidón que es el más ampliamente distribuido en la naturaleza y el glicógeno, por ejemplo, en los jugos de ostión y de almeja.

## E. NECESIDADES NUTRICIONALES DE PECES: VITAMINAS Y MINERALES

M. en C. Jesús Zendejas Hernández PURINA, México.

### I. REQUERIMIENTOS DE MINERALES EN PECES

#### 1.- INTRODUCCION Y CLASIFICACION

Los peces requieren aproximadamente de 21 elementos inorgánicos para mantener sus funciones estructurales y metabólicas mismos que se clasifican en dos grandes grupos, acorde a su concentración en el cuerpo: los macroelementos y los microelementos (Tabla 1).

En peces la osmorregulación juega un papel relevante en el mantenimiento de una concentración constante del medio interno (concentración de iones en los fluidos corporales). Las especies de agua dulce, al estar en un medio hipotónico, tienden a perder iones, por lo cual sufren hidratación; lo contrario sucede con las especies marinas. Por estos motivos los mecanismos reguladores de sales están altamente desarrollados en peces, no sin el elevado costo energético que ello representa (Cho et al., (1983).

#### 2.- FUNCION GENERAL DE LOS MINERALES.

La función general de los minerales se puede resumir como sigue:

- Son constituyentes esenciales de las estructuras esqueléticas.
- Juegan un papel clave en el mantenimiento de la presión osmótica.
- Sirven como constituyentes estructurales de tejidos blandos.
- Son esenciales para la transmisión de los impulsos nerviosos y para las contracciones musculares.
- Juegan un papel vital en el equilibrio ácido-base en los fluidos corporales, regulando consecuentemente el pH de la sangre.
- Como constituyentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas, hormonas y pigmentos respiratorios, o como cofactores.

#### 3. MACROELEMENTOS.

##### 3.1 CALCIO

###### a) Función biológica:

Es un componente esencial de huesos y cartilagos; requerido para coagulación normal de la sangre; actúa como activador de varias enzimas claves: lipasa pancreática, fosfatasa ácida, ATPasa. Además estimula la contracción muscular y regula la transmisión del impulso nervioso, al controlar la producción de acetilcolina. En conjunción con los fosfolípidos juega un papel fundamental en la regulación de la permeabilidad de las membranas celulares; esencial para la absorción de vit. B 12.

###### b) Fuentes dietéticas y absorción:

Fuentes ricas en calcio incluyen la caliza, harina de hueso, roca fosfórica (40-30%); harina de camarón, harina de carne y

hueso (20-10%); harina de pescado blanco, excreta de aves, harina de carne (10-5 %); suero delactosado en polvo, leche seca descremada, harina de alfalfa (5-1%). El calcio es absorbido a través del tracto gastrointestinal, así como por la piel, aletas y branquias.

- c) Síntomas por deficiencia:  
Crecimiento reducido, anorexia, disminución en la eficiencia alimenticia.

### 3.2 FOSFORO

#### a) Función biológica:

Es un componente esencial de huesos, cartilago, fosfolípidos, ácidos nucleicos, ésteres de fosfato altamente energéticos (ATP) y de varias enzimas claves. Los fosfatos inorgánicos sirven como buffers en la regulación del balance ácido-base.

#### b) Fuentes dietéticas y absorción:

Roca fosfórica, fosfato dicálcico, harina de hueso (20-10%); harina de carne y hueso, harina de pescado, harina de camarón, harina de productos secundarios de aves (5-2%); salvado de arroz, salvado de trigo, levadura de cerveza, suero seco delactosado (2-1%).

Aunque las sales solubles de fósforo pueden ser absorbidas a través de la piel, aletas y branquias de peces, la concentración de fósforo tanto en agua dulce como de mar es baja y, consecuentemente, los requerimientos para este mineral deberán ser cubiertos a partir de la dieta.

#### c) Síntomas por deficiencia:

Crecimiento reducido, eficiencia alimenticia pobre, desmineralización de huesos, deformaciones del esqueleto, aumento en la depositación de grasa en vísceras.

### 3.3 MAGNESIO

#### a) Función biológica:

Es un componente esencial de huesos y cartilago; es un activador de varios sistemas enzimáticos claves, incluyendo cinasas, mutasas, ATPasas musculares y las enzimas colinesterasas, fosfatasa alcalina y dextrirribonucleasa. Al actuar en la activación enzimática, el magnesio estimula el músculo y la irritabilidad nerviosa; además juega un papel importante en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos.

#### b) Fuentes dietéticas y absorción:

Harina de carne y hueso, salvado de arroz, harina de semilla de girasol (1.0-0.75 %); salvado de trigo, pulido de arroz, harina de camarón, harina de semilla de algodón (0.75-0.5 %).

#### c) Síntomas por deficiencia:

Crecimiento reducido, anorexia, nefrocalcinosis, mortalidad elevada, cataratas.

### 3.4 SODIO, POTASIO Y CLORO

#### a) Función biológica:

El sodio, potasio y cloro, se encuentran en casi todos los fluidos y tejidos blandos del cuerpo. Desempeñan una función vital en el control de la presión osmótica, en el equilibrio ácido-base y en el metabolismo del agua.

El sodio es el principal ión de los fluidos extracelulares, constituyendo el 93% del total de los iones encontrados en el torrente sanguíneo. El sodio interviene en la regulación de la presión osmótica y del balance del pH; también interviene en el proceso de irritabilidad muscular y juega un papel específico en la absorción de carbohidratos.

El potasio es el principal catión de los fluidos intracelulares; regula la presión osmótica intracelular y el balance del pH. El potasio tiene un efecto estimulante de la irritabilidad muscular; además es requerido para la síntesis de glicógeno y proteínas, así como el desdoblamiento metabólico de la glucosa.

El cloro es el principal anión en los fluidos extracelulares, constituyendo aproximadamente el 65% del total de aniones en el plasma sanguíneo. Es fundamental para la regulación de la presión osmótica y del pH, también interviene en el transporte de oxígeno y CO<sub>2</sub> en la sangre.

#### b) Fuentes dietéticas y absorción:

Fuentes dietéticas ricas en sodio incluyen: suero seco delactosado, harina de camarón, harina de pescado, harina de carne y hueso (4-1% Na).

En Potasio: melaza deshidratada de caña, solubles condensados de pescado, suero de (4-2% K) y por último, sal (cloruro de sodio, 60% Cl) y cloruro de potasio (48% de Cl).

#### c) Síntomas por deficiencia:

No se han reportado síntomas.

### 3.5 AZUFRE

#### a) Función biológica:

Es un componente esencial de aminoácidos clave (metionina y cistina), vitaminas (tiamina y biotina), y de la insulina. La actividad de varios sistemas enzimáticos, como la coenzima A y el glutatión depende de la presencia de grupos sulfhidrilo libres (SH).

#### b) Fuentes dietéticas y absorción:

Fuentes dietéticas ricas en aminoácidos sulfurados incluyen harina de pescado, harina de pluma hidrolizada y huevo de gallina. Los aminoácidos sulfurados y en menor extensión los sulfatos inorgánicos son absorbidos directamente del tracto digestivo de los peces.

#### c) Síntomas por deficiencia:

No se han reportado síntomas.

## 4. MICROELEMENTOS

## 4.1 HIERRO

a) Función biológica:

El hierro es un componente esencial de la hemoglobina y de varios sistemas enzimáticos, incluyendo los citocromos, catalasas, peroxidasas y succinil deshidrogenasa, por lo cual es esencial para el transporte de electrones y oxígeno dentro del cuerpo del pez.

b) Fuentes dietéticas y absorción:

Harina de sangre (0.3-0.2%); harina de coco, harina de carne y hueso, harina de semilla de girasol, solubles secos de destilería (1000-500 mg/Kg); harina de alfalfa, harina de productos secundarios de aves, melaza de caña deshidratada, suero seco delactosado (500-200 mg/Kg).

El hierro es absorbido del tracto gastrointestinal y del agua, a través de branquias, piel y aletas. La disponibilidad y absorción del hierro generalmente es abatida al tener ingestas elevadas de fosfato, Ca, Cu y Zn en la dieta.

c) Síntomas por deficiencia:

Anemias microcítica hipocrómica, reducción en el crecimiento y en la eficiencia alimenticia.

## 4.2 ZINC

a) Función biológica:

Es un componente de más de 80 metaloenzimas, sirve como cofactor en varios sistemas enzimáticos por lo cual desempeña un papel vital en el metabolismo de lípidos, proteínas y carbohidratos; siendo particularmente activo en la síntesis y metabolismo de los ácidos nucleicos (ARN) y proteínas.

b) Fuentes Dietéticas y absorción:

Harina de pollo (0.15 %); levadura seca (*Candida sp.*), solubles deshidratados de pescado, granos secos de destilería (500-200 mg/Kg); harina de pescado, harina de gluten de maíz, salvado de trigo, salvadillo de trigo (200-100 mg/Kg).

c) Síntomas por deficiencia:

Crecimiento reducido, anorexia, cataratas, erosión de aletas y piel.

## 4.3 MANGANESO.

a) Función biológica:

Funciona como activador enzimático de las fosfato transferasas y fosfato deshidrogenasas. Es un componente esencial de la enzima piruvato carboxilasa. Al actuar como cofactor de varias enzimas, el manganeso es esencial en la formación de células sanguíneas y metabolismo de carbohidratos.

b) Fuentes dietéticas y absorción:

Salvado de arroz, harina de semilla de palma, salvado de trigo, harina de germen de trigo, residuos de la molienda de trigo (300-100/Kg); solubles secos de destilería, melaza des-

hidratada de caña, solubles deshidratados de pescado, harina de copra (100-50 mg/Kg); trigo, harina de nabo, harina de semilla de ajonjolí, harina de lino, harina de semilla de girasol, harina de camarón (50-30 mg/Kg).

El manganeso es absorbido del tracto gastrointestinal, y a través de branquias, piel y aletas es tomado del agua. Una elevada ingesta de calcio reduce la absorción de manganeso.

c) Síntomas por Deficiencia:

Crecimiento reducido, cataratas, enanismo, curvatura anormal de columna y malformación de la cola.

## 4.4 COBRE

a) Función biológica:

Es componente de numerosos sistemas enzimáticos de óxido-reducción (enzima citocromo oxidasa, superóxido dismutasa, amino-oxidasa). Como componente de la enzima ceruloplasmina (ferroxidasa), el cobre está íntimamente involucrado en el metabolismo del hierro y por lo tanto en la síntesis y mantenimiento de los glóbulos rojos.

b) Fuentes dietéticas y absorción:

Solubles de pescado, solubles secos de destilería de maíz, melaza deshidratada de caña (100-75 mg/Kg); excreta deshidratada de aves (75-50 mg/Kg); harina de gluten de maíz, harina de lino, harina de soya, residuos de la molienda de trigo (50 - 20 mg/Kg).

El cobre es absorbido del tracto gastrointestinal, y a través de branquias, piel y aletas es tomado del agua. Su absorción se ve reducida por la presencia de fitatos, así como una elevada ingesta de Zn, Fe, Mo, Cd y sulfatos inorgánicos y carbonato de calcio.

c) Síntomas por deficiencia:

Crecimiento y cataratas.

## 4.5 COBALTO

a) Función biológica:

El cobalto es un componente integral de la cianocobalamina (vit. B12) y como tal, es esencial para la formación de células rojas sanguíneas y para el mantenimiento del tejido nervioso.

b) Fuentes dietéticas y absorción:

Harina de copra (2 mg/Kg); harina de lino, levadura seca de cerveza, harina de pescado, harina de carne, harina de semilla de algodón y harina de soya (0.5-0.1 mg/Kg).

El cobalto es absorbido del tracto gastrointestinal y del medio acuático. Su disponibilidad y absorción se ven reducidas cuando hay una elevada ingesta de yodo.

c) Síntomas por deficiencia:

No se han reportado síntomas.

## 4.6 YODO.

a) Función biológica:

El yodo es un componente integral de las hormonas tiroxina y triyodo tiroxina y como tal, es esencial para la regulación de la tasa metabólica de todos los procesos corporales.

b) Fuentes dietéticas y absorción:

Harina de pescado y crustáceos marinos (0.6 %). El yodo es absorbido del tracto gastrointestinal y del medio circundante, sin embargo, su disponibilidad se ve reducida cuando hay una ingesta elevada de cobalto.

c) Síntomas por deficiencia:

Hiperplasia tiroidea.

## 4.7 SELENIO

a) Función biológica:

Es un componente esencial de la enzima glutatión peroxidasa y como tal, junto con la vitamina E, sirve para proteger los tejidos y membranas contra un daño oxidativo.

b) Fuentes dietéticas y absorción:

Solubles deshidratados de pescado, harina de pescado (5-2 mg/Kg); levadura seca de cerveza, harina gluten de maíz, levadura seca de tórula, harina de semilla de algodón (2-1 mg/Kg); salvado de trigo, salvadillo de trigo, harina de lino, harina de pluma hidrolizada, harina de alfalfa (1-0.5 mg/Kg).

El selenio es absorbido del tracto gastrointestinal y del agua del entorno.

c) Síntomas por deficiencia:

Crecimiento reducido, cataratas, distrofia muscular, anemia.

## 4.8 CROMO.

a) Función biológica:

Actúa como cofactor de la hormona insulina; es un componente del factor de tolerancia de glucosa; interviene en el metabolismo del colesterol y aminoácidos.

b) Fuentes dietéticas y absorción:

Harina de partes óseas de pollo (15 mg/Kg); harina de camarón, levadura seca de cerveza, harina de pescado (5-1 mg/Kg).

c) Síntomas por deficiencia:

No se han reportado.

5. REQUERIMIENTOS DE MINERALES EN LA DIETA

La información existente sobre requerimientos de minerales en la dieta de peces es escasa; ello se debe principalmente a la complejidad que surge debido a la habilidad de los organismos acuáticos para absorber minerales del medio acuático circundante, además de los captados en el alimento ingerido, y por su variación en la respuesta a la regulación osmótica.

Ya que los peces marinos beben hasta un 50% (de agua de mar) de su peso corporal al día, pueden satisfacer una parte substancial de sus requerimientos minerales (NRC, 1983; en Tacon, 1987).

En el caso de los peces de agua dulce, la situación es muy diferente por el hecho de que al vivir en un medio hipotónico, sufren de una hidratación constante, al pasar el agua del medio al organismo (vía arcos branquiales); por lo cual tienen que bombear sal del medio a su plasma, a efecto de compensar la pérdida de minerales por vía urinaria. Por esta razón, los peces de agua dulce demandan de un adecuado suministro de minerales en la dieta (Covey and Sargent, 1979; en Tacon, 1987).

Hoy día es escasa la información disponible sobre los requerimientos de minerales en dietas prácticas para peces, es decir para condiciones de cultivo semi-intensivo o intensivo, por el hecho que los estudios realizados sobre este aspecto se han llevado a cabo en condiciones controladas. A pesar de esas limitaciones, los requerimientos de minerales en la dieta de las principales especies, se resumen en la Tabla 2.

6. BIBLIOGRAFIA.

- \* Cho, C.Y., C.B. Covey and T. Watanabe. 1983. FINFISH NUTRITION IN ASIA. METHODOLOGICAL APPROACHES TO RESEARCH AND DEVELOPMENT.
- \* 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.