

## VITAMINA E (tocoferoles)

Miopatía del esqueleto; hígado, riñón y bazo serosos; edema; edema pericardial; distrofia muscular; fragilidad de los glóbulos rojos; anemia microcítica, exoftalmia; bajo crecimiento. Un exceso provoca bajo crecimiento, reacción tóxica del hígado y muerte.

## VITAMINA K (metilnaftoquinonas)

Anemia, tiempo de coagulación largo (síntomas similares a los de la septicemia hemorrágica viral).

## MINERALES

### Requerimientos nutricionales

Los peces tienen los mismos requerimientos de minerales como nutrientes que los animales superiores, sólo que los primeros pueden adquirir algunos de estos elementos del agua por difusión.

### REQUERIMIENTOS MINERALES DE PECES

MINERAL	REQUERIMIENTO (por kg de dieta)
Aluminio	2.00 mg
Azufre	1.50 g
Calcio	3.80 g
Cobalto	16.00 mg
Hierro	220.00 mg
Fósforo	5.17 g
Magnesio	1.10 g
Manganeso	15.00 mg
Potasio	5.30 g
Sodio	1.38 g
Zinc	14.00 mg

Nota: En algunos minerales presentes en la dieta, no se conoce su disponibilidad para los peces. Por otro lado, cuando en el agua hay deficiencia de yodo, calcio y fósforo, es recomendable agregar dichos elementos a los componentes de las dietas.

### Efectos de exceso y deficiencia

Los estudios sobre deficiencias de minerales en peces son complicados para realizarlos por la dificultad de remoción de las trazas del mineral del medio acuoso. No se tiene conocimiento de los síntomas causados por deficiencias de muchos de los minerales; no obstante, se han reportado algunos de ellos:

#### Deficiencia de yodo:

Hiperplasia tiroidea, crecimiento anormal de la glándula tiroidea.

#### Deficiencia de zinc.

Formación de cataratas en los ojos; el síndrome es más severo si se incluye calcio, fósforo, potasio y sodio en ausencia del zinc.

### Deficiencia de hierro

Reducción de la hemoglobina; hematocrito; presencia de eritrocitos inmaduros (anemia hipocrómica microcítica).

### Deficiencia de calcio y fósforo.

Lordosis; escaso crecimiento del cráneo; baja conversión del alimento.

### Exceso de potasio, hierro, zinc, cobre, yodo y molibdeno:

Escaso crecimiento.

### Exceso de hierro y cobre

Nivel de hematocrito por abajo de lo normal.

### FACTORES QUE AFECTAN EL VALOR NUTRITIVO DE LAS DIETAS PARA PECES

Existen tres tipos de dietas utilizadas en la alimentación de peces: las húmedas, con un 70 por ciento de humedad preparadas con un alto contenido de agua como pescado crudo, productos de carne y de vegetales; semihúmedas, con un 35 por ciento de humedad preparadas con material húmedo y seco; y las secas, con una humedad de 10 por ciento preparadas a partir de productos animales o vegetales secos. A estas dietas se les suplementa normalmente con vitaminas cristalinas, minerales, aminoácidos u otros productos purificados para balancear las deficiencias nutricionales que pudiera tener.

Durante la elaboración y almacenamiento de las dietas pueden ocurrir una serie de reacciones que pueden modificar algunos componentes importantes desde el punto de vista nutricional. Asimismo, algunas de las fuentes utilizadas para su elaboración pueden contener compuestos que limitan la digestibilidad de los nutrientes o pueden resultar tóxicos para los peces. Algunos de los principales factores que pueden afectar el valor nutritivo de una dieta se describen a continuación.

#### Factores que afectan a las proteínas:

El calor utilizado durante el procesamiento del alimento puede ser benéfico ya que al desnaturalizar a las proteínas aumenta su digestibilidad y además, puede destruir los factores antinutricionales de carácter protéico (inhibidores de proteasa, hemaglutininas, compuestos alergénicos, etc.).

Asimismo, el calor provoca destrucción de aminoácidos principalmente cisteína y metionina (oxidación a metionina sulfóxido o sulfona) y en menor grado treonina, triptofano, tirosina y serina. También puede provocar la formación de enlaces covalentes (ésteres, tioésteres, imidas, fosfodiésteres, anillos de lactona peptídicos, etc.) entre residuos de las proteínas y traer como consecuencia impedimentos para su hidrólisis por acción de proteasas.

Algunos inhibidores de proteasa pueden originarse de leguminosas y se caracterizan por ser termorresistentes.

Las proteínas pueden participar en reacciones de pardeamiento no enzimático, entre las que se encuentran las de Maillard que se realizan entre los grupos amino de los aminoácidos y los carbonilo de los azúcares reductores. Estas reacciones ocurren con facilidad en tejidos vegetales secos como forraje y granos. Otro tipo de pardeamiento no enzimático es provocado por la oxidación del ácido ascórbico, el cual puede oxidarse fácilmente y producir compuestos similares a los de las reacciones de Maillard causantes de modificaciones a proteínas y aminoácidos.

Las reacciones de pardeamiento enzimático ocurren debido a la acción de la polifenoxidasa sobre los compuestos fenólicos en tejidos vegetales al ser procesados. Los productos de la reacción, quinonas, forman fácilmente complejos con aminoácidos y proteínas causando su modificación o destrucción. En ocasiones pH mayores de 6.0 y exposición al oxígeno atmosférico son suficientes para que dichas reacciones se lleven a cabo sin necesidad de la presencia de la polifenoxidasa.

El posible efecto tóxico que puedan tener algunos de los compuestos formados por las reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático sobre los peces, no ha recibido suficiente atención.

La utilización de sustancias alcalinas durante el proceso puede causar modificaciones en residuos como arginina, cisteína y lisina, y provocar la formación de complejos o enlaces entre proteínas como ornitinoalanina (arginina-cisteína), lisinoalanina (lisina-alanina) y lantoina (cisteína-cisteína). Estos enlaces limitan la hidrólisis de las proteínas por acción de proteasas.

#### Factores que afectan a lípidos:

Las dietas para peces requieren de la presencia de ácidos grasos poliinsaturados los cuales son muy propensos a la oxidación con oxígeno atmosférico. Esta oxidación también llamada rancidez, puede ser ocasionada por una autooxidación catalizada por metales pesados o compuestos como la hemoglobina (grupo hemo); facilitada por calor, luz o radiaciones ionizantes. Se puede prevenir con el uso de antioxidantes. La rancidez puede ser ocasionada también por la oxidación enzimática que es catalizada por enzimas tales como la lipoxidasa o lipoxigenasa presentes en algunos tejidos vegetales. Se puede prevenir por inactivación enzimática.

La rancidez, además de afectar a ácidos grasos poliinsaturados, puede afectar a muchos otros compuestos como las vitaminas liposolubles, principalmente a la vitamina E (alfatocoferol).

#### Factores que afectan a carbohidratos:

En las reacciones de pardeamiento no enzimático de Maillard, intervienen como cosubstratos los azúcares reductores.

Otras reacciones en las que intervienen carbohidratos son las de caramelización, que por oxidación y deshidratación de los azúcares a altas temperaturas se forman sustancias que modifican el sabor y color del producto.

#### Factores que afectan a las vitaminas:

Las principales pérdidas de vitaminas son ocasionadas por diversos factores entre los que se mencionan: condiciones ácidas o alcalinas, oxidación y calor que ocurren principalmente en la elaboración de las dietas; por el efecto de la luz durante el almacenamiento y por la presencia de compuestos antimetabólicos presentes en las formulaciones. Los factores que afectan a las vitaminas son:

**Vitaminas susceptibles a condiciones alcalinas:** Tiamina, riboflavina, ácido pantoténico (forma ácida), vitamina K.

**Vitaminas susceptibles a condiciones ácidas:** Acido pantoténico (forma ácida), vitamina B<sub>12</sub> (calor).

**Vitaminas susceptibles a oxidación (oxígeno atmosférico):** Piridoxal fosfato, biotina, ácido ascórbico, vitamina A, vitamina E (tocoferol), vitamina K.

**Vitaminas susceptibles a calor húmedo:** Tiamina (medio neutro o alcalino), piridoxal y piridoxamina libres, ácido pantoténico, biotina, vitamina B<sub>12</sub> (medio ácido), vitamina A (carotenoides).

**Vitaminas susceptibles a la luz:** Riboflavina, piridoxal o piridoxamina libres (UV, medio neutro o alcalino), ácido fólico, vitamina B<sub>12</sub> (medio ácido), vitamina A (carotenoides), vitamina K.

#### Compuestos antimetabólicos

**Tiamina:** Tiaminasa (en leguminosa, pescado, levaduras); acetilcolina; oxitiamina.

**Riboflavina:** galactoflavin; flavinmonosulfato.

**Piridoxal:** desoxipiridoxina, oxopiridina, metoxipiridoxina.

**Acido Pantoténico.** 6 mercaptopurina, 2-6 diaminopurina, 8 azoguanina, ácido-metil-omega-pantoténico.

**Niacina:** ácido-piridin-3, sulfónico; 3, acetilpiridina, tioacetamida.

**Biotina:** avidina (clara de huevo cruda), ácido oxibiotinsulfónico.

**Acido fólico:** aminopterina.

**Acido ascórbico:** ácido D-ascórbico, ácido deshidroascórbico, ácido L-glucoascórbico, ácido 6-desoxi-L-ascórbico.

**Inositol;** isómeros y derivados metilados del mio-inositol, sales del mio-inositol con hexofosfato o fitina.

Puede haber pérdidas de vitaminas hidrosolubles en el caso de dietas húmedas si existe esta pérdida de agua durante el almacenamiento.

#### Factores que afectan a los minerales:

En las dietas húmedas, cuando hay pérdidas de agua o exudados durante su almacenamiento, pueden eliminarse aquellos minerales que estén dentro de su formulación y que sean solubles en agua. Asimismo, cuando están presentes ácidos orgánicos, compuestos fenólicos o algunas proteínas, pueden formar complejos con los minerales presentes y cambiar la composición del producto.

#### Compuestos tóxicos y antimetabolitos:

Los materiales utilizados para la elaboración de la dieta pueden ser fuente de compuestos tóxicos para los peces. Entre estos se encuentran:

**Micotoxinas (aflatoxinas),** provenientes de cereales, cacahuete, soya, aceites vegetales, etc.

**Compuestos tóxicos de origen vegetal:** inhibidores de proteasa, hemaaglutininas, compuestos goitrogénicos, saponinas, gossipol.

**Compuestos tóxicos de origen animal:** toxinas de dinoflagelados, antibióticos y productos quimioterapéuticos, hormonas.

**Pesticidas:** herbicidas, fungicidas.

**Metales pesados:** mercurio, plomo, etc.

**Otros ingredientes:** agentes aglomerantes (celulosa, almidones modificados).

REFERENCIAS

Ashley, L.M. 1972. **Nutritional Pathology.** En 'Fish Nutrition'. J.E. Halver (Ed.) Academic Press, New York and London, pp. 439-537.

Braverman, J.B.S. 1980. **Introducción a la Bioquímica de los Alimentos.** Nueva Edición por Z. Berk.

Fennema, O.R. 1976. **Principles of Food Science: Food Chemistry** Marcel Dekker Inc. New York and Basel.

Hoffman, G.L. 1976. **Fish Diseases and Parasites in Relation to the Environment.** Fish Pathology 10 (2): 123-128.

Lovell, B.T. 1975. **Nutritional deficiencies in intensively cultured catfish.** En 'The Pathology of Fishes'. W.E. Ribelin y G. Migaki (Ed.) Univ. Wisconsin Press Madison pp. 721-731.

National Research Council. 1977. **Nutrient Requirements of Warmwater Fishes.** National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Post, G. 1983. **Nutrition and Nutritional Diseases of Fishes,** En 'Textbook of Fish Health', TFH Publications, LTD, USA.

Potter, N.N. 1978. **La Ciencia de los Alimentos.** EDUTEX, S.A. México.

Roberta, R.J. 1981. **Patología de la Nutrición de los Teleosteos.** En 'Patología de los Peces'. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.

Snieszko, S.F. 1972. **Nutritional Fish Diseases.** En 'Fish Nutrition'. J.E. Halver (Ed.) Academic Press. New York Press. New York and London. pp. 403-437.

Torres Morales, Manuel. 1975. **Biología pesquera de *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), en la Presa Marte R. Gómez, Noreste de México;** Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

La mayoría de los peces utilizan agua que proviene de ríos o lagos. Sin embargo, en ocasiones se utiliza agua de pozo, que aunque es buena porque contiene pocos contaminantes, el contenido de oxígeno es bajo; por lo tanto, como los peces necesitan oxígeno en el agua en que viven si se utiliza esta fuente, tendrá que superarse dicho problema.

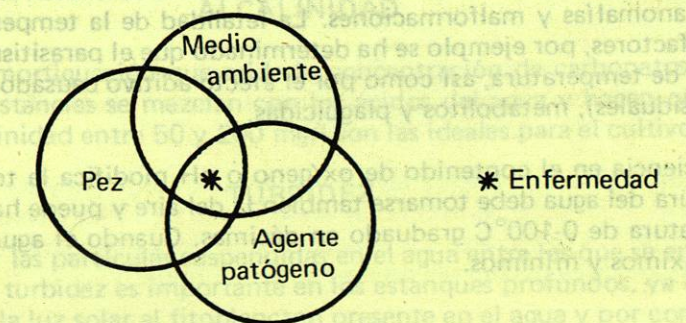
El estándar de peces funcionará adecuadamente cuando exista un balance entre la producción y el consumo de oxígeno.

Los niveles de oxígeno en el agua deberán ser superiores a 5 mg/l, pero no mayores a 15 mg/l. En ocasiones cuando hay demasiado sol y el mismo tiempo hay viento y la temperatura es baja, el agua puede sobresaturarse con oxígeno, con concentraciones mayores del límite. Esto ocurre generalmente en estanques de gran tamaño, ya que el viento puede crear el agua. Por otro lado, el oxígeno de los estanques también puede consumirse durante los procesos de descomposición. La materia orgánica muerta procedente de hojas, peces u otros organismos consumen oxígeno durante un proceso de oxidación. Este y el proceso de respiración se realizan tanto en el día como en la noche y la fotosíntesis sólo en las horas que hay luz. Esto da lugar a que en ocasiones durante el día los niveles de oxígeno sean muy bajos y es necesario agregar oxígeno al agua. Lo cual se logra sacando un poco de agua dulce en oxígeno y agregando agua nueva o bien burbujas de aire. Por lo tanto, es importante determinar en el agua el oxígeno disuelto (DO), la demanda biológica del oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO).

CAPÍTULO 17  
**IMPORTANCIA DEL MEDIO AMBIENTE EN LA PROPAGACION DE ENFERMEDADES**

Los factores que influyen la disponibilidad del agua para el óptimo desarrollo y reproducción de los peces está determinado por la calidad del agua, la cual es el medio donde ocurren la mayoría de las transformaciones físico-químicas de importancia biológica que pueden afectar la salud del pez.

La alteración importante de cualquier factor físico-químico por vía antropogénica o natural trae como resultado un impacto en el ecosistema acuático, sea este poblacional (ciclos, migraciones, natalidad, parasitismo, mortalidad o densidad) o ecosistémico (ciclos ecológicos, flujos energéticos, equilibrio respiración-fotosíntesis, etc.) de tal manera que la calidad del medio ambiente donde el pez se desarrolla influye grandemente en el flujo adecuado de una cadena alimenticia, enfermedades por la presencia nociva de agentes físico-químicos y en términos epidemiológicos se sabe que un agente patógeno provoca enfermedad sólo si las condiciones del medio ambiente le favorecen, de tal manera que como regla general prevalece el esquema: medio ambiente-agente patógeno-hospedero.



Los efectos causados por los calentamientos de agua son la detención en la reproducción o aumento de las anomalías y malformaciones. Por ejemplo, si la temperatura puede elevarse a un nivel excesivo, por ejemplo, se ha observado un aumento considerable en la mortalidad de los peces. Este fenómeno puede ser causado por la eutrofización, la contaminación, las plagas, las bacterias, los virus, los hongos, etc. La eutrofización es un fenómeno que ocurre cuando el agua se vuelve turbia y contiene una gran cantidad de materia orgánica en descomposición. Esto puede ser causado por la contaminación con nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo, que promueven el crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas. La eutrofización puede reducir el nivel de oxígeno en el agua, lo que puede ser perjudicial para los peces.

La calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua juega un papel importante en el cultivo de peces.