

Cuando se hace una inoculación de CCVD en peces, el órgano en el que ocurre primeramente la replicación es el hígado y después el páncreo. Posteriormente, a través del hígado se establece el transporte de virus al intestino, corazón y cerebro. El título correspondiente al mayor nivel de virus en los órganos o tejidos aparece entre 72-120 h. después de la inoculación.

Estudios experimentales han demostrado que después de que ocurre una infección viral en los peces, no se observan cambios histopatológicos en páncreas o cerebro. Sin embargo, diversos investigadores han reportado hemorragias focales y necrosis en músculos. En comparación con los órganos internos, los niveles de virus en cerebro son bajos y tal parece que el nivel de virus que se detecta en cerebro será un reflejo de los que se encuentran en sangre.

Cuando los peces han adquirido una enfermedad viral, la muerte ocurre lentamente sin embargo, ésta podría acelerarse si se establecen factores favorables. La temperatura del agua juega un papel importante, cuando ésta es superior de 25°C los síntomas aparecen y la muerte se presenta rápidamente. Los peces pueden infectarse cuando se mezclan peces sanos y enfermos o bien cuando se cultivan en aguas contaminadas. Además otros organismos tales como parásitos, bacterias y hongos, pueden actuar como factores de estrés y aumentar la susceptibilidad de los peces a las enfermedades.

REFERENCIAS

Fijan, N.N. 1968. **Progress Report on Acute Mortality of Channel Catfish Fingerlings Caused by a Virus.** Bull. Off Int. Epizootol. 69(7-8): pp. 1167-1168.

Fijan, N.N.; T.L. Wellborn Jr. and J.P. Naftel, 1970. **An Acute Viral Disease of Channel Catfish.** Bur. Sport Fish and Wild. Tech. Pap. No. 43, 11 pp.

Heartwell, C.M. III, 1975. **Immune Response and Antibody Characterization of the Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) to a Naturally and Pathogenic Bacterium and Virus, U.S.** Fish and Wild Sev. Tech. Paper No. 85. 34 pp.

Mayor, R.D.; J.P. Mac Craren and C.E. Smith 1975. **Histopathological Changes in Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) Experimentally and Naturally Infected with Channel Catfish Virus Disease.** J. Fish Res. Bd. Can. 32. pp. 563-567.

Plumb, J.A. 1971. **Channel Catfish Virus Disease in Southern United States.** Proc. 25th Ann. Conf. Southeast Asso. Game and Fish. Comm. 25 pp. 489-493.

Plumb, J.A. 1973. **Effects of Temperature on Mortality of Fingerling Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). Experimentally Infected with Channel Catfish Virus.** J. Fish. Res. Bd. Can. 30: pp. 568-570.

Plumb, J.A.; L.D. Wright and V.L. Jones, 1973. **Survival of Channel Catfish Virus in Cilled Frozen and Decomposing Channel Catfish.** The Prog. Fish Cult. 35: pp. 525-533.

Plumb, J.A. y J.L. Gaines. 1975. **Channel Catfish Virus Disease, In The Patology of Fishes.** Ed. W.E. Ribelin and G. Migaki. The U. of Wisconsin Press. Madison, Wis. pp. 287-302.

Plumb, J.A.; O.L. Green; R.O. Smitherman and G.B. Pardue, 1975. **Channel Catfish Virus Experiments with Different Strains of Channel Catfish.** Trans Amer. Fish Soc. 104: pp. 140-143.

Plumb, J.A. 1977. **Channel Catfish Virus Disease.** U.S. Bureau of Sport Fish and Wild. FDL 52 (Revised). 8 pp.

Wolf, K. 1966. **The Fish Viruses in Advances in Virus Research.** Ed. K.M. Smith and M.A. Lauffer. Academic Press, New York 12: pp. 35-101.

Wolf, K.E. and R.W. Darlington, 1971. **Channel Catfish Virus. A New Herpesvirus of Ictalurid Fish.** J. Virol 8: pp. 525-533.

El desarrollo de enfermedades nutricionales ocasionadas por deficiencias en la dieta de algún componente alimentario básico toma mucho tiempo antes de que los síntomas sean observados. Esto ocurre especialmente cuando falta en forma moderada algún nutriente, o cuando se presentan infecciones por otros organismos patógenos, los cuales pueden enmascarar los síntomas por deficiencias nutricionales. Para lograr un diagnóstico correcto de una enfermedad nutricional es necesario evaluar cuidadosamente las condiciones en que se desarrollan los peces y compararlos con los parámetros normales de crecimiento. Es también importante realizar un análisis químico de la dieta que está siendo suministrada a los peces para establecer si ésta cumple con los requerimientos nutricionales que ellos necesitan.

Los factores que pueden tener relación con alguna deficiencia nutricional son: el tamaño y forma del alimento compuesto, el tamaño de los peces y el método de administración, la disponibilidad de nutrientes en la disponibilidad del alimento, la disponibilidad de los nutrientes en la dieta física, el tipo de agua, etc.

CAPITULO 16

ENFERMEDADES NUTRICIONALES

Los bagres son susceptibles a enfermedades cuyas causas pueden provenir de organismos vivos (virus, bacterias, hongos, parásitos); compuestos tóxicos (metales, pesticidas, antibióticos, gases, etc.); factores físicos (presión osmótica, temperatura, pH, gases disueltos, etc.) y alimentación (deficiencias nutricionales, presencia de compuestos tóxicos, pérdida de nutrientes durante el procesamiento y almacenamiento, etc.).

El estudio y solución a problemas que puedan presentarse durante el cultivo de peces requiere de un enfoque diferente al que es utilizado en organismos terrestres. Es necesario para el diagnóstico de enfermedades de peces, un conocimiento muy amplio de todos los factores ecológicos que pueden afectar a estos organismos. Para establecer un diagnóstico correcto de una enfermedad, se deberán relacionar las observaciones obtenidas de los peces enfermos en el laboratorio, con las condiciones del medio acuático y de alimentación a las que fueron sometidos dichos peces.

Una alimentación adecuada es muy importante para mantener a los peces en condiciones saludables. Muchas de las enfermedades están directamente relacionadas con deficiencias o excesos nutricionales, por lo que es recomendable conocer las condiciones del pez durante el diagnóstico de cualquier enfermedad. Una de las complicaciones principales durante la diagnosis de las enfermedades es que una mala nutrición, en ocasiones, proporciona las condiciones adecuadas para el desarrollo de organismos patógenos, lo cual provoca un mimetismo en el estado nutricional del hospedero.

El desarrollo de los peces puede ser variable en relación a la fuente del alimento. Las poblaciones de los peces que viven en condiciones silvestres se expanden de acuerdo a la disponibilidad del alimento en el medio ambiente y únicamente se notan deficiencias nutricionales cuando ocurren cambios ecológicos significativos que repercuten en el suministro del alimento. Los peces cultivados se clasifican en dos grupos: los que adquieren parte de su alimento del medio ambiente complementándolo con una dieta adecuada, con lo que normalmente no muestran signos de desnutrición ya que cualquier deficiencia queda compensada por el alimento que los peces adquieren del medio; y los que todo su alimento proviene del exterior como dietas completas cuidadosamente diseñadas.

Para la formulación y elaboración de dietas completas se deben considerar una serie de factores entre los que se incluyen los requerimientos nutricionales, propios del pez de acuerdo a su edad, la disponibilidad de la materia prima, palatabilidad y la digestibilidad de ésta. Un factor muy importante es la forma de presentación del alimento, que puede ser en pelets, hojuelas, etc., ya que de ésta dependerá la aceptación de la dieta. Una vez elaborada la formulación se deberá evaluar por alimentación directa

a los peces y la observación cuidadosa de la respuesta de estos. La mayoría de los expertos en nutrición de peces consideran que una dieta es nutricionalmente balanceada cuando se observa una conversión dieta-pez igual o menor a 2.0.

REQUERIMIENTOS Y ENFERMEDADES NUTRICIONALES

El desarrollo de enfermedades nutricionales ocasionadas por deficiencias en la dieta de algún componente alimentario básico toma mucho tiempo antes de que los síntomas sean observados. Esto ocurre especialmente cuando falta en forma moderada algún nutriente o cuando se presentan infecciones por otros organismos patógenos, los cuales pueden enmascarar los síntomas por deficiencias nutricionales. Para lograr un diagnóstico correcto de una enfermedad nutricional es necesario evaluar cuidadosamente las condiciones en que se desarrollan los peces y compararlos con los parámetros normales de crecimiento. Es también importante realizar un análisis químico de la dieta que está siendo suministrada a los peces para establecer si ésta cumple con los requerimientos nutricionales que ellos necesitan.

Los factores que pueden tener relación con alguna deficiencia nutricional son: el tamaño y forma del alimento comparado con el tamaño de los peces y el método de administración, periodicidad diaria, uniformidad en la disponibilidad del alimento para todos los peces al mismo tiempo, características físico-químicas del agua, etc.

El bagre es un pez omnívoro que ingiere cualquier material vegetal o animal, disponible incluyendo peces muertos y otros animales. Un reporte señala que el material encontrado en estómagos de bagres silvestres está constituido en promedio de un 46 por ciento de restos de peces grandes, 18 por ciento de peces forrajeros, 13 por ciento de restos de insectos terrestres, 8 por ciento de materia orgánica, 6 por ciento de algas filamentosas, 4 por ciento de restos de plantas superiores, 0.4 por ciento de entoproctos y 0.3 por ciento de moluscos (Torres, 1975).

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Nutriente en forma purificada	Nivel en la dieta para un crecimiento óptimo (%)	Rango para una tasa de crecimiento aceptable (%)
Proteína	28	28-39
Carbohidrato	20	10-20
Lípido	10	5-10
Fibra	10	10-20
Minerales	Sin información	

PROTEINAS Y AMINOACIDOS

Requerimientos nutricionales

En los cultivos de peces, se pretende convertir la mayor parte de la proteína suministrada en alimento a proteína muscular. El alto valor proteico de las dietas naturales, se atribuyen en parte a la escasa metabolización de los carbohidratos por parte de los propios peces.

El requerimiento mínimo de proteína en una dieta dependerá de la calidad de las materias primas con que se prepare ésta, principalmente en relación a la digestibilidad que presente y por conse-

cuencia a la disponibilidad de los aminoácidos presentes en dicha proteína que son esenciales para el pez.

NIVELES DE PROTEINA RECOMENDADOS COMO TANTO POR CIENTO DE LAS DIETAS PREPARADAS

	Joven	Subadulto	Adulto
Bagre	35-40	25-36	25-32
Trucha arco iris	38-40	36-38	34-36
Salmón chinook	47-56	43-47	40-42
Carpa	43-47	37-42	28-32
Anguila	50-56	45-50	

REQUERIMIENTO DE AMINOACIDOS EXPRESADO COMO TANTO POR CIENTO DE LAS DIETAS PREPARADAS

Arginina	--	Treonina	1-8
Fenilalanina	4-6	Lisina	1-2
Histidina	1-4	Metionina	2-1
Valina	3-3	Isoleucina	2-4
Leucina	3-2	Triptofano	1-8

Más importante que la necesidad de proteína total, son los requerimientos que los peces tienen por aminoácidos esenciales, los cuales deben ser administrados en el alimento. Se han detectado 10 aminoácidos importantes para el bagre: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina. La cisteína puede suplementar en la dieta parte del requerimiento de la metionina y la tirosina parte del requerimiento de la fenilalanina.

La cantidad de proteína en el alimento de los bagres y el balance de aminoácidos deben ser los adecuados pero no excesivos, ya que el pez requiere de energía tanto para la conversión de la proteína en tejido muscular propio, como para la excreción del exceso de proteína. Además la proteína es el ingrediente más caro en la elaboración de las dietas.

Efectos de Deficiencia

Las proteínas y aminoácidos son indispensables para los peces para la biosíntesis de compuestos esenciales como enzimas, hormonas, proteínas estructurales, pigmentos de melamina, histamina, creatina, acetilcolina, bases nitrogenadas, etc., o para la utilización y oxidación de lípidos y carbohidratos.

Muchos de los síntomas por deficiencia de aminoácidos o proteínas de peces no son específicos. El suministro de dietas bajas en proteína total y/o en uno o más aminoácidos esenciales trae por consecuencia una disminución o un cese en el crecimiento. Algunos de los parámetros nutricionales que pueden mostrar variación en el caso de deficiencia por aminoácidos esenciales son una conversión que puede ser > 2.0; el porcentaje en el aumento de peso es reducido; conteo de eritrocitos (< 750,000/ccm); concentración de hemoglobina (< 7.5 g/dl); hematocrito (< 37); apariencia anormal de los eritrocitos; concentración total de la proteína en el suero (< 3.5 g/dl) y un aumento en la mortalidad. El crecimiento normal de los peces se realiza en el momento en que los aminoácidos esenciales han sido integrados en la dieta. La falta de algún aminoácido esencial por períodos prolongados puede ocasionar la muerte del pez. Variaciones en los niveles de aminoácidos no esenciales o la ausencia de ellos en la dieta no tiene efecto alguno sobre los peces.

Un síndrome específico ocurre en el caso de la ausencia de triptofano en la dieta que puede afectar la formación del colágeno o la integridad del tejido, originando que el cuerpo del pez se observe doblado. Estos casos se conocen como scoliosis (curvatura de la columna vertebral) y lordosis (curvatura hacia adelante de la espina lumbar).

LIPIDOS

Requerimientos nutricionales

La importancia de los lípidos para los peces radica en que además de ser auxiliares en la flotación, los utilizan como fuente de energía y como materia prima en la síntesis de fosfolípidos y esteroides.

El punto de fusión de los lípidos presentes en las dietas es muy importante, ya que tanto la temperatura del agua como la del propio pez, tendrán un efecto sobre el estado físico de estos compuestos. Los peces utilizan más fácilmente los aceites líquidos que las grasas sólidas. Los peces de aguas calientes pueden ser alimentados con lípidos de bajo punto de fusión, los cuales serían poco aprovechados por peces adaptados a menores temperaturas. Una observación importante es que el suministro de triglicéridos en la dieta presenta un mejor aprovechamiento que en forma de ácidos grasos. A la fecha, no ha sido posible determinar los niveles óptimos de lípidos que deben ser administrados en las dietas para los peces. Sin embargo, normalmente se utilizan desde tres hasta 15 por ciento siendo recomendado para el bagre un 12 por ciento.

La falta de ácidos grasos esenciales en carpas, bagre y anguilas se manifiesta por el ácido graso 20:3w9 (ácido 5, 8, 11—eicosatrenoico). Los peces pueden sintetizar ácidos grasos de las series W7 y W9, pero no de las series W6 y W3.

Para la trucha se ha reportado la existencia de sólo un ácido graso esencial perteneciente a la familia del ácido linoléico que tiene una configuración 18:3w3 (ácido 11, 13, 15—octadecatrienoico). La trucha requiere un uno por ciento de éste ácido graso en la dieta, pero con la presencia de ácido linoléico (18:2w6), se pueden reducir los requerimientos de w3 en un 10 por ciento (0.1 por ciento de w3 en la ración). Los requerimientos de w3 y w6 del bagre aparentan ser mucho menores que los de la trucha.

Las mejores fuentes de ácidos grasos esenciales para los peces son los aceites de pescado ya que los aceites vegetales aunque son altos en w6, son bajos en w3.

CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS ESENCIALES DE ALGUNAS GRASAS Y ACEITES

Fuente	Rango	
Aceite de arenque	18:3w3	18:3w6
Aceite de bacalao	18.7-26.9	0.9-1.6
Aceite de salmón	18.9-31.4	2.0-2.7
Aceite de soya	4.9-10.1	39.5-55.6
Aceite de maíz	0.1-1.5	50.0-56.9
Manteca	0.2-1.4	6.7-13.0

Efectos de exceso y deficiencia

Cuando se alimenta a los peces con un exceso de lípidos puede ocasionárseles obesidad excesiva o infiltración grasa del hígado; el cual toma una coloración amarillenta y un aspecto inflamado y grasoso. El mal funcionamiento del hígado trae como consecuencia fallas renales, presentándose retención de agua y edema en varios órganos del pez. El tratamiento que se sigue para evitar estos trastornos es la disminución de los lípidos en el alimento.

Cuando en una dieta hay una proporción elevada de ácidos grasos saturados y es administrada a los peces a temperaturas inferiores a 10°C; es recomendable incluir colina en la formulación como un auxiliar en el metabolismo de lípidos intracelulares, contribuyendo con esto a impedir que se formen obstrucciones en el intestino por solidificación de los lípidos dentro de él.

Por otro lado, una deficiencia de ácidos grasos en la dieta, puede ocasionar a los peces una reducción en su crecimiento, pérdida de pigmentación en la piel, erosión en las aletas, miopatía cardíaca, etc. Además si hay lesiones en las aletas se favorece a la invasión de bacterias oportunistas.

Entre los productos de oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados se encuentran aldehídos, cetonas, alcoholes, ácidos, peróxidos, epóxidos, etc.; los dos últimos pueden ser muy tóxicos para los peces ya que ocasionan un síndrome similar a la distrofia muscular, enfermedad asociada a la deficiencia de alfa-tocoferol, la cual actúa como antioxidante liposoluble de los productos de oxidación de los ácidos grasos. También puede ocurrir una necrosis del tejido hematopoyético del riñón o la formación y acumulación en el hígado de ceroides, pigmento insoluble que se forma por la metabolización incompleta de los lípidos.

No existen tratamientos específicos para los peces afectados por los productos de oxidación de los lípidos. La mejor forma de prevenir las reacciones de oxidación es utilizar compuestos antioxidantes como el hidroxitolueno butilado (BHT), etoxiquinina o tocoferol en proporciones no mayores de 0.02 por ciento del producto final. El almacenamiento a bajas temperaturas no frena a las reacciones de oxidación.

CARBOHIDRATOS

Requerimientos nutricionales

Los peces carnívoros digieren y metabolizan a los carbohidratos en forma más lenta que los organismos superiores. Esto se debe probablemente a una adaptación evolutiva ya que su alimento generalmente es bajo en carbohidratos. El metabolismo de carbohidratos de peces herbívoros no es muy bien conocido.

No existen requerimientos nutricionales de carbohidratos para peces. La digestibilidad de éstos compuestos está en relación directa con su estructura molecular. Así, el bagre utiliza polisacáridos como dextrina con más facilidad que los disacáridos o monosacáridos.

El papel fisiológico que tiene la fibra en la nutrición de peces no ha sido estudiada extensamente. Para el bagre, esta no es un componente importante en la dieta para el crecimiento o digestibilidad. Niveles mayores de 21 por ciento provocan una reducción en la absorción de nutrientes.

Sin embargo, la fibra igual que el almidón, por sus propiedades físico-químicas, son utilizadas con frecuencia para la elaboración de dietas, con diferentes presentaciones (pelets, hojuelas, etc.).

Son pocos los datos que se conocen sobre el efecto del exceso de carbohidratos en una dieta para peces. Sin embargo, los problemas ocasionados sobre salmónidos incluyen hiperglicemia en donde los niveles de glucosa en la sangre pueden aumentar de 70-120 mg/dl, que es el rango normal hasta 300 mg/dl, provocando letargo en el pez, oscurecimiento de su piel o rechazo del alimento. Además, puede ocurrir una hiperglucogenólisis hepática y aumento de peso del hígado, en donde la cantidad de glucógeno puede subir hasta 17 por ciento y el peso del hígado aumentar hasta tres por ciento sobre el peso del pez, provocando una mayor susceptibilidad a enfermedades por parásitos, bacterias y hongos y por consecuencia un incremento en la mortalidad.

VITAMINAS

Requerimientos nutricionales

Los requerimientos de vitaminas para trucha, salmón, bagre y anguila son bien conocidos.

REQUERIMIENTO VITAMINICO DE LOS PECES EN DIETAS COMPLETAS

(Peso Seco)

VITAMINA	CANTIDAD (mg/kg alimento)
Colina (cloruro)	3000
Niacina	150
Acido ascórbico	100
Acido pantoténico	40
Riboflavina	20
Piridoxina	10
Tiamina	10
Acido fólico	5
Vitamina B ₁₂	0.02

LIPOSOLUBLES

A	0.7
D(*)	0
E	30
K	80

* La vitamina D no está reportada como esencial para peces.

El requerimiento puede expresarse como mg de vitamina/peso del pez/día, sin importar el tamaño o la edad del pez o mg de vitamina/kg de la dieta tomando en cuenta el crecimiento y envejecimiento del pez. Aunque ambos métodos son satisfactorios; para establecer un diagnóstico referente a alguna deficiencia vitamínica, es importante conocer cuál de los métodos fue utilizado en la alimentación de los peces.

La utilización de suplementos vitamínicos en las dietas son necesarios en el caso de cultivos intensivos en estanques o jaulas. Parte de la proteína puede provenir de alguno de los ingredientes de la dieta o se puede utilizar vitamina purificada. Normalmente se añaden cantidades extras de algunas de las vitaminas tales como tiamina, piridoxina y ácido ascórbico, para compensar sus pérdidas durante la elaboración y almacenamiento de la dieta.

Efectos de exceso y deficiencia

La diagnosis de la deficiencia vitamínica es difícil y se requiere la observación de síntomas, química sanguínea, hematología, ensayos vitamínicos de los tejidos, ensayos patológicos generales y concentración de vitaminas en la dieta. Un resumen de los síntomas causados por deficiencia de vitaminas es el siguiente:

COLINA

Bajo crecimiento; mala conversión del alimento; hemorragias en el riñón e intestinos; acumulación de lípidos neutros en el hígado; crecimiento hepático, infiltración grasa.

NIACINA

Pérdida de apetito, lesiones en el colon y recto; espasmos musculares al estar quietos; anemia; letargo; hemorragias y lesiones en la piel; tétano; sensibilidad a la luz; bajo crecimiento.

ACIDO ASCORBICO

Scoliosis y lordosis; impedimento de la formación de colágeno; alteración de los cartílagos; fragilidad de los capilares; lesiones en los ojos; hemorragias en la piel, hígado, riñón, intestino y músculo.

ACIDO PANTOTENICO

Dificultades respiratorias debido a necrosis; atrofiamiento y presencia de exudado en los filamentos branquiales; pérdida de apetito; letargo; bajo crecimiento; hemorragias y lesiones en la piel; dermatitis.

RIBOFLAVINA

Vascularización de la córnea; hemorragia en los ojos; opacamiento de los cristalinos; coloración anormal del iris; fotofobia; coloración oscura; hemorragia de la piel y aletas; anemia; pérdida de apetito; bajo crecimiento.

PIRIDOXINA

Desórdenes neurales; convulsiones; ataxia; hiperirritabilidad; anemia; pérdida de apetito; edema en la cavidad peritoneal; color azul violeta iridiscente en la piel; dificultad en la respiración; exoftalmia; rápido rigor mortis.

TIAMINA

Atrofia muscular; convulsiones seguidas por doblamiento del cuerpo y posible muerte; inestabilidad y pérdida del equilibrio; edema; pérdida de la coloración del cuerpo; pérdida del apetito e hiperexcitabilidad; bajo crecimiento.

ACIDO FOLICO

Bajo crecimiento; letargo; aleta caudal frágil; coloración oscura; anemia macrocítica.

VITAMINA B₁₂ (Cianocobalamina)

Problemas hematológicos; eritrocitos frágiles; anemia macrocítica; pérdida del apetito; bajo crecimiento.

BIOTINA

Lesiones en la piel; mucosa azul; atrofia muscular; convulsiones; eritrocitos frágiles; lesiones en la piel y colon; bajo crecimiento; pérdida de apetito.

INOSITOL

Bajo crecimiento; estómago distendido, incremento en el tiempo de evacuación estomacal; lesiones en la piel.

VITAMINA A (retinol y deshidroretinol)

Alteraciones retinales; exoftalmia; hemorragia en los riñones y en la base de las aletas; edema, bajo crecimiento. Un exceso provoca elevada actividad de fosfatasa alcalina, metaplasia en las escamas, epitelias, hepatomegalia, esplenomegalia y osteopatía.

VITAMINA D

Sin signos específicos.