

CARRERA TÉCNICA EN ACUACULTURA

Módulo 1. Distingue sistemas de cultivos acuícolas

Segundo semestre



Submódulo 3

Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar

Créditos

Desarrollo de Contenido

Carlos Benjamín Bonilla Suárez

José Roberto López Reyes

Revisión técnico – pedagógica y edición

Arit Furiati Orta

Itandehui García Flores

Judith Doris Bautista Velasco

Equipo de apoyo

Nélyda Fosado Revilla

México, 2021.

Presentación

Actualmente los procesos de enseñanza y de aprendizaje se han diversificado en las formas, métodos y medios a través de los cuales se realizan para brindar una educación de calidad, por lo que cada día las instituciones educativas deben coadyuvar en dichos procesos a través de estrategias y acciones que favorezcan en los alumnos la adquisición de los aprendizajes tanto con la mediación de un docente de manera presencial como, en ocasiones singulares, a distancia.

Acorde con los principios de la Nueva Escuela Mexicana, los alumnos son sujetos activos y responsables de su propio aprendizaje, por lo que Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (**DGETAyCM**) pone a disposición de los estudiantes el presente material de apoyo que tiene el propósito de brindar elementos teóricos de los módulos profesionales de la carrera técnica en **Acuicultura**, así como el reforzamiento de estos a través de actividades de aprendizaje.

El material está organizado de modo progresivo para abordar los contenidos de la carrera Técnico en Acuicultura en el presente material se analizarán el **Módulo I “Distingue sistemas de cultivos acuícolas”** con sus respectivos submódulos:

- Submódulo 1. Identifica aspectos básicos de la acuicultura
- Submódulo 2. Identifica sistemas de producción acuícola
- Submódulo 3. Relaciona procesos de biotecnología acuícola

En este cuadernillo se abordará el **Submódulo 3. Relaciona procesos de biotecnología acuícola**.

El primer apartado de cada lección denominado **“Contextualizando”** se muestra un primer acercamiento a los conceptos que se abordan, articulándolos con escenarios y situaciones de la vida cotidiana, con la intención de realizar asociaciones derivadas de los conocimientos previos de los estudiantes. En el apartado **“Vamos a aprender”** se integra información para analizar los conceptos y características de la temática. En la sección de **“Actividades de aprendizaje”** se proponen actividades para para asimilación de los principales conceptos y características del tema. En el apartado **“Autoevaluación”** se plantean una serie de indicadores de desempeño que buscan evaluar los aprendizajes e identificar los contenidos a reforzar. Finalmente, en la sección **“Para saber más”** se proporcionan recomendaciones para complementar los contenidos como videos y lecturas.

Deseamos que este material apoye la formación académica y sea una herramienta de utilidad en los procesos de aprendizaje para los estudiantes.

Estructura didáctica

Este material está dividido en submódulos y a lo largo de cada uno de ellos encontrarás diferentes secciones las cuales te facilitarán el abordaje de cada contenido.

En esta sección se delimitarán conceptos y características del tema a revisar, así como articulación de los contenidos con tus conocimientos previos relacionados con el tema y la relevancia de éstos en tu formación profesional/académica.

Contextualizando



o precipita con esas grandes tormentas. ¿En otras cosas se pueden descargar o subir? ¿El agua se almacena en las nubes?

¡Vamos a aprender!

En la actualidad has escuchado mencionar el *computación en la nube*, o has oído decir "colócala en la nube", "subela en la nube", pero ¿sabes la *nube*?

La *nube* es un modelo de soporte tecnológico brinda acceso a un conjunto de recursos y informáticos compartidos, por ejemplo: servidores, almacenamiento, aplicaciones, servicios.

La
fa
lo
La
p
os
difi
p
En
7

Actividades de aprendizaje

Lee las siguientes oraciones y subraya la respuesta correcta.

1. Este tipo de nube se caracteriza por ofrecer estos servicios pueden ser gratuitos o pueden ser de pago.
a) Encriptar b) Pública
2. Su uso es exclusivo de una persona o una empresa y los usuarios a los que la empresa les presta el servicio.
a) Híbrida b) Cifrar
3. Ofrece servicios donde se comparte información, música, videos, tutoriales, cocina, entre otros.
a) Híbrida b) Pública
4. Ocultar el contenido de un mensaje a similitud de un correo electrónico.
a) Cifrar b) Pública
5. Si al conectarte a la red no te solicita una contraseña mejor es conectarse a redes que estén cifradas como WPA2 (Acceso Wi-Fi protegido 2).
a) Cifrar b) Seguridad en la nube

35

Emplearás los contenidos revisados para asimilar los principales conceptos y promover el desarrollo de las competencias profesionales.

Autoevaluación

Reflexiona y evalúa los conocimientos, habilidades y actitudes que adquiriste en esta lección.

Coloca una X en la columna que corresponda al desempeño que consideras que tienes para cada indicador.

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo el concepto de computación en la nube.			
Conozco cuáles son las ventajas del uso de la computación en la nube.			
Entiendo cuáles son las desventajas de la computación en la nube.			

Evaluarás tus aprendizajes sobre los temas abordados e identificarás los contenidos que debes reforzar.

Para saber más

- *Capacítate para el empleo (2021). Curso Fundamentos de cómputo en la nube.* Fundación Carlos Sum. <https://capacitateparaelempleo.org/pages.php?r=tema6tagID=8440>
- *Surveillance. Self-defense (2018). Qué debo saber sobre el cifrado.* <https://ssd.eff.org/es/module/3C23BEq63C367-es-el-cifrado>

En esta sección encontrarás información para analizar los conceptos y características del tema con énfasis en las competencias profesionales.

En este apartado se te proporcionan recomendaciones para profundizar en los contenidos.

Índice

	Pág.
Submódulo 3. Relaciona procesos de biotecnología acuícola	
Nutrientes en organismos acuáticos y alimentación----- (Carlos Benjamín Bonilla Suárez)	07
Alimentación para una buena producción acuícola----- (Carlos Benjamín Bonilla Suárez)	19
¿Qué debemos identificar y medir en nuestros organismos?----- (José Roberto López Reyes)	31
¿Cómo mantener la higiene y sanidad de mi cultivo?----- (José Roberto López Reyes)	41
¿Por qué se enferman mis organismos?----- (José Roberto López Reyes)	52

Submódulo



Relaciona procesos de biotecnología acuícola

Competencias profesionales

- Alimenta organismos acuáticos
- Aplica los principios de la genética mendeliana en la Acuicultura
- Aplica medidas profilácticas en la Acuicultura

Nutrientes en organismos acuáticos y alimentación



Contextualizando

Además del agua y el oxígeno que requieren los organismos acuícolas, el otro factor para obtener una buena producción es la alimentación que permite que los organismos logren su desarrollo. En sistemas naturales o extensivos, se puede lograr este proceso con el equilibrio natural de alimento natural y organismos cultivados. Sin embargo, como el desarrollo de la Acuicultura se dirige cada vez más a sistemas semiintensivos e intensivos, entonces se requiere del suministro de cantidades considerables de fertilizantes y alimentos que permitan el desarrollo de los organismos.

La alimentación acuícola debe brindar nutrientes suficientes en cantidad y equilibrio en la dieta de los organismos, tanto de una manera directa, en forma de un alimento añadido, o indirectamente a través del incremento en la producción de alimento vivo natural dentro del cuerpo de agua.

Al igual que en otras formas de producción animal y agrícola intensivas, la alimentación en Acuicultura constituye el más importante costo de operación. Es por lo que primero se debe tener un conocimiento básico de la nutrición, así como de los requerimientos nutricionales de los organismos.

¿Conoces los grupos de nutrientes que existen y para qué sirven? ¿Crees que un organismo se puede alimentar igual en las diferentes etapas de su desarrollo? ¿Sabes qué indica el contenido nutricional de los alimentos usados en Acuicultura? En la presente lección profundizaremos sobre estos importantes aspectos.



¡Vamos a aprender!

Nutrición

La nutrición estudia los procesos por los cuales un ser vivo utiliza y asimila los alimentos. Esto es resultado de una serie de procesos bioquímicos y fisiológicos, por los cuales los nutrientes contenidos en el alimento son asimilados para que el organismo crezca y se desarrolle adecuadamente. El proceso de nutrición incluye varias fases:

- obtención e ingesta de alimento;
- digestión y absorción de los nutrientes;
- transformación y retención de nutrientes o metabolismo y
- excreción de productos de deshecho.

De forma genérica, en los seres vivos existen dos tipos de nutrición: **autótrofa y heterótrofa**. Los seres autótrofos son aquellos que pueden producir todas las sustancias que necesitan para su metabolismo a partir de sustancias inorgánicas. En cambio, los seres heterótrofos necesitan alimentarse de otro ser vivo o de algún producto producido por un ser vivo para obtener la energía para sobrevivir.

La nutrición autótrofa ocurre por fotosíntesis (donde la luz es la fuente de energía) o quimiosíntesis (la energía proviene de enlaces de moléculas inorgánicas). La más abundante e importante es la fotosíntesis que es la base de la mayoría de las cadenas alimenticias, además de reponer el oxígeno y fijar el carbono de la atmósfera e hidrósfera. Los organismos fotosintéticos son plantas, algas, cianobacterias y algunos protozoarios.

Los organismos heterótrofos se pueden dividir en cuatro grupos: consumidores primarios o herbívoros, que se alimentan de organismos autótrofos; consumidores secundarios o de nivel superior o carnívoros, que se alimentan de otros organismos heterótrofos; omnívoros, que se pueden alimentar tanto de autótrofos como heterótrofos y desintegradores o saprofitos, que se alimentan de los desechos de otro ser vivo. Todos los animales son heterótrofos y dentro de los organismos acuícolas se pueden encontrar tanto herbívoros, carnívoros u omnívoros.

Nutrientes

Todos los seres vivos necesitan energía para su actividad diaria y moléculas para reposición y crecimiento de los tejidos corporales. En el caso de organismos fotosintéticos, la energía la obtienen de la luz solar y las moléculas las absorben del medio donde viven.

En el caso de los animales, la energía y las moléculas las consiguen a través del alimento, que primero tiene que ser ingerido, luego digerido y finalmente transformado. La digestión se hace en órganos especializados (sistema digestivo) y la transformación final se lleva a cabo en cada célula del ser vivo. El metabolismo es el conjunto de reacciones que ocurren en las células para que los alimentos se transformen en energía química o para formar nuevas moléculas y crear tejidos o almacenarse.

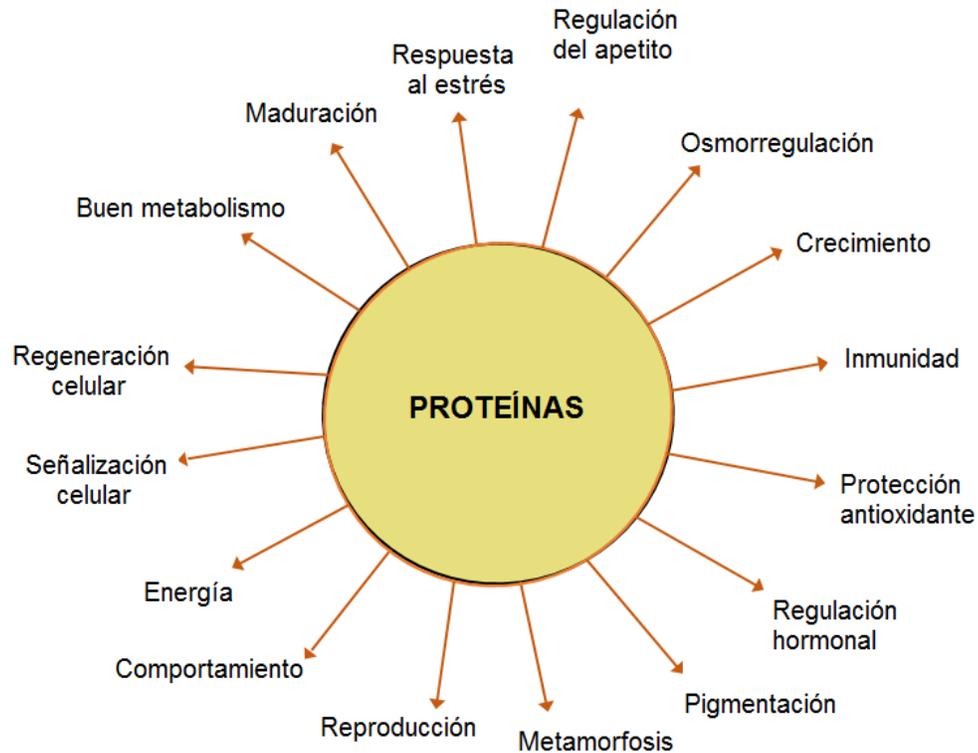
Los nutrientes que requieren las especies acuáticas cultivadas se pueden agrupar en cinco diferentes grupos: proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales.

Proteínas

Las proteínas son moléculas muy complejas formadas por cadenas de otras moléculas más pequeñas llamadas aminoácidos. Estas moléculas están formadas de átomos de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno principalmente; aunque en ocasiones tienen Azufre, Fósforo o algún otro elemento.

Las proteínas se consideran el constituyente más importante de cualquier célula y en el caso de los animales las moléculas más abundantes, después del agua. Un pez contiene 75% de agua, 16% de proteína, 6% de lípidos y 3% de cenizas. Las proteínas son componentes esenciales del núcleo celular, del citoplasma y de algunas estructuras extracelulares. Están unidas al ADN, forman a las enzimas, algunas hormonas, sustancias

transportadoras como la clorofila en las plantas o hemoglobina en animales y en animales constituyen la mayor parte de tejidos (de músculos, órganos internos, cerebro, nervios y piel). En los organismos acuáticos las proteínas tienen muchas funciones como se ve en el siguiente diagrama.



Las plantas pueden producir los aminoácidos y proteínas que requieren a partir de sustancias inorgánicas, considerando que requieren que haya nitrógeno para absorberse. Es por eso por lo que los fertilizantes para plantas y algas deben contener nitrógeno.

Los animales no pueden sintetizar aminoácidos. Durante la digestión, las proteínas se degradan en aminoácidos, que son absorbidos por el tracto digestivo. Con los aminoácidos, las células de cada organismo pueden formar nuevas proteínas.

Algunos de estos aminoácidos se pueden transformar en otros aminoácidos si así se requiere, pero existen algunos aminoácidos que no pueden ser producidos de otro aminoácido y se requiere que la proteína ingerida lo contenga. A estos aminoácidos se les llama esenciales (AAE). Los requerimientos de estos aminoácidos varían en cada especie. Se muestra en la tabla siguiente los aminoácidos esenciales y los no esenciales (AANE).

AAE	AAE
Treonina	Alanina
Valina	Serina
Leucina	Aspargina
Isoleucina	Aspartato
Metionina	Cisteína
Triptófano	Histidina
Lisina	Tirosina
Histidina	Prolina
Arginina	Glutamina
Fenilalaina	Glutamato
	Glicina
	Taurina

Además de la formación de nuevas proteínas, los aminoácidos se usan como fuente de energía y pueden usarse para formar otros compuestos nitrogenados (como bases de ácidos nucleicos). Los aminoácidos en exceso y los provenientes de tejidos muertos son desechados como amoníaco o como urea o ácido úrico.

Lípidos

Es un grupo formado por diferentes compuestos insolubles en agua que están formados de átomos de Carbono, Hidrógeno y baja proporción de Oxígeno; los más conocidos son los aceites y grasas. Es el segundo grupo de nutrientes más abundante en los tejidos animales, pero se encuentra formando las membranas de todas las células (animales y vegetales), forman parte de varias hormonas, sirven de vehículo de algunas sustancias como vitaminas, son reserva de energía y sirven de soporte y aislante de órganos vitales.

Se pueden clasificar en dos grandes grupos, los derivados de ácidos grasos y los que no son derivados de estos compuestos. Los ácidos grasos pueden estar solos; como triglicéridos, combinados con glicerol, y que conocemos como aceites o grasas; o tener además fósforo (fosfolípidos). Los lípidos que no son base ácido graso pueden ser esteroides (como el colesterol), ceras o aceites aromáticos (terpenos) entre otros.

Los lípidos no se degradan completamente en la digestión, solo se separan los ácidos grasos y el glicerol. Una vez absorbidos, los lípidos se transportan en forma de pequeñas gotas hasta las células donde se requieren.

Al igual que los demás nutrientes, las plantas y algas pueden producir lípidos por ser autótrofas. Los animales pueden fabricar algunos lípidos a partir de otros lípidos e incluso de carbohidratos o proteínas, pero al igual que en el caso de los aminoácidos, hay algunos ácidos grasos que son esenciales, porque los organismos no los pueden producir y se requieren en los alimentos.

Los ácidos grasos se pueden clasificar en saturados, insaturados y poliinsaturados. Esto tiene que ver con el número de dobles ligaduras que tienen. También, por la posición de la primera doble ligadura, algunos ácidos grasos poliinsaturados se conocen como omega 3, omega 6 u omega 9. Los organismos acuáticos requieren de ácidos grasos esenciales de la serie omega 3 y 6 y varía de acuerdo con las especies y a su etapa de ciclo de vida. Por ejemplo, los peces de ambiente marino requieren más ácidos omega 3 que las especies dulceacuícolas y las especies de clima frío requieren de más ácidos grasos esenciales que las de clima cálido. Entre los ácidos grasos esenciales se encuentran LNA (ácido linoleico) y ARA (araquidónico), que son omega 6 y EPA (eicosapentanoico) y DHA (docosahexanoico), omega 3.

De los esteroides, el colesterol es importante porque forma parte también de la membrana celular y es la base de varias hormonas como las sexuales. El colesterol puede ser producido por los peces, pero no por los crustáceos, por lo que es un elemento esencial para este grupo de organismos, el cual normalmente se acompaña con fosfolípidos.

Carbohidratos

Es el grupo que constituye la forma más común de energía en los seres vivos y el grupo más abundante en los tejidos vegetales. Son moléculas formadas por unidades pequeñas llamadas azúcares simples (o monosacáridos), que contienen Carbono, Hidrógeno y Oxígeno. Estos azúcares simples pueden estar solos o formar estructuras de dos (disacáridos o azúcares dobles) o varias unidades (polisacáridos). Si tienen pocas unidades de monosacáridos son solubles en agua y a medida que aumenta su número se hacen más resistentes.

La glucosa es el producto primario producido en la fotosíntesis, a partir de moléculas de dióxido de carbono y agua y es la base de las cadenas alimenticias. Es el monosacárido más importante, pues es la unidad fundamental para la mayoría de los polisacáridos y es una fuente directa de energía en las células. En el caso de organismos acuáticos no es la principal forma de energía, pero sí la base para otros polisacáridos.

Los disacáridos y algunos polisacáridos hidrolizables son moléculas con las que los organismos almacenan energía en forma química. En las plantas es en forma de azúcares y almidón (polisacárido de glucosa). En el caso de los animales, incluyendo los acuáticos, almacenan energía en forma de glucógeno (polisacárido), en músculos e hígado, pero en poca cantidad. El glucógeno se convierte en glucosa para usarse como energía.

También los polisacáridos sirven para formar estructuras resistentes. En el caso de las plantas, la celulosa (polisacárido de glucosa) que es insoluble en agua y forma la pared celular (la conocemos en la madera, en el algodón y en la fibra comestible). En los insectos y crustáceos se encuentra en el caparazón o exoesqueleto como quitina, que es un polisacárido basado en el monosacárido acetil-glucosamina, derivado de la glucosa, que tiene átomos de nitrógeno y puede estar calcificado como en los cangrejos.

Durante la digestión, los disacáridos y polisacáridos hidrolizables se desdoblán en monosacáridos que son absorbidos en el tracto digestivo. En las células, estos

monosacáridos son oxidados para producir energía en presencia de oxígeno y se libera dióxido de carbono. Los polisacáridos resistentes como la celulosa de la fibra no son digeridos y solo ayudan al funcionamiento del sistema digestivo. Los organismos carnívoros tienen poca capacidad de digerir carbohidratos.

En el caso de los organismos acuáticos, su fuente principal de energía son proteínas y lípidos, que también son oxidados en las células. También se puede formar glucógeno en esta oxidación, que se usará para formar glucosa para energía o formar quitina. Los carbohidratos no son esenciales para especies acuáticas, pero con ciertos niveles en el alimento, se puede lograr que las proteínas sean mejor aprovechadas para el crecimiento. Sin embargo, el exceso de carbohidratos puede hacer que se acumule demasiado glucógeno en el hígado de algunas especies y favorece el desarrollo de bacterias en el agua.

Vitaminas

Las vitaminas son un grupo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal; las plantas no los requieren pues ellas las elaboran. La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas y se requieren en cantidades pequeñas.

Las vitaminas difieren de los otros grupos (proteínas, lípidos y carbohidratos) en que no forman parte de las moléculas de los seres vivos ni proporcionan energía como calorías, pero se requieren para regular muchas funciones y ayudan para proteger contra oxidación y enfermedades. Aunque se requieren en cantidades pequeñas, cuando existe deficiencia de alguna de estas sustancias, se producen trastornos.

Las vitaminas se pueden clasificar en hidrosolubles (vitamina C y las nueve vitaminas del complejo B) y liposolubles (A, D, E y K). Aquí se presentan algunos de los efectos por falta de ellas en peces.

Vitamina	Afecta al desarrollo	Otro trastorno
HIDROSOLUBLES: se disuelven en agua		
B1 (tiamina)	Sí	Irritabilidad, convulsiones
B2 (riboflavina)	Sí	Cataratas
B3 (niacina)	Sí	Lesiones en la piel
B5 (ácido pantoténico)	Sí	Agallas deformes
B6 (piridoxina)	Sí	Nado errático, convulsiones
B8 (biotina)	Sí	---

B9 (ácido fólico)	Sí	Células sanguíneas alteradas
B12 (cianocobalamina)	Sí	Anemia
Bh (mio-inositol)	Sí	---
C (ácido ascórbico)	Sí	Lordosis, escoliosis, hemorragias
LIPOSOLUBLES: son solubles en aceites		
A (retinol)	Sí	Ojos protuberantes
D (calciferol)	Sí	Huesos frágiles
E (tocoferol)	Sí	Anemia, retención líquidos
K (fitomenadiona)	No	Coagulación retardada

Existe un grupo de sustancias liposolubles, que son pigmentos presentes en varios organismos acuáticos. Estos pigmentos se conocen como carotenoides y entre ellos se encuentran la astaxantina y la cataxantina (presentes en peces salmónidos y crustáceos). Algunos de los carotenoides son precursores de la vitamina A. Además de color, se sabe que estas sustancias tienen propiedades antioxidantes, favorecen la reproducción y sobrevivencia de larvas; por lo que se recomienda añadir estos colorantes en los alimentos de algunas especies.

Minerales

Los minerales son un grupo de elementos inorgánicos que al igual que las vitaminas, se requieren en cantidades pequeñas y no se producen en los organismos. Incluso las plantas requieren minerales. Algunos de ellos se encuentran ligados a moléculas de los seres vivos (como el calcio en la proteína de los huesos y conchas, el hierro en la hemoglobina o el cobre en la hemocianina), forman parte de los fluidos vitales y otros solo intervienen en regulación de funciones.

Los minerales se pueden clasificar en dos tipos de acuerdo con su requerimiento: macroelementos y elementos traza. Los macroelementos, que se requieren en una cantidad mayor, son: Calcio, Fósforo, Magnesio, Sodio, Cloro, Potasio y Azufre. Entre los elementos traza se tienen a: Hierro, Cobalto, Zinc, Manganeso, Silicio, Cobre, Cobalto y Yodo entre otros más. En la tabla siguiente se presentan las funciones de los macroelementos.

Macroelemento	Funciones
Calcio	<ul style="list-style-type: none"> • Componente de huesos, exoesqueleto y conchas • Esencial para transmisión impulso nervioso, coagulación y absorción de sustancias • Activador de varias enzimas
Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> • Componente de huesos y exoesqueleto • Componente de ácidos nucleicos y fosfolípidos • Forma parte de los procesos metabólicos
Magnesio	<ul style="list-style-type: none"> • Componente de huesos, exoesqueleto y conchas • Esencial para transmisión impulso nervioso • Activador de varias enzimas • Regulador equilibrio ácido-base
Sodio, Cloro y Potasio	<ul style="list-style-type: none"> • Forman parte de los fluidos vitales y citoplasma • Regulan presión osmótica en las células • Regulan equilibrio ácido-base • Intervienen en la transmisión de impulso nervioso.
Azufre	<ul style="list-style-type: none"> • Forma parte de algunos aminoácidos. • Interviene en algunos procesos enzimáticos

De manera semejante a las vitaminas, la deficiencia de minerales puede ocasionar trastornos en los organismos. Sin embargo, también su exceso puede ocasionar problemas. Esto sucede particularmente en algunos de los elementos bioacumulables, que tienen efecto tóxico como el Cobre, Plomo, Cadmio, Mercurio, Arsénico, Flúor, Selenio, Molibdeno y Vanadio.

Fuentes de nutrientes

En un ecosistema acuático natural, los organismos autótrofos o productores elaboran los nutrientes que van siendo asimilados por consumidores y luego reintegrados al ambiente por los desintegradores. Los productores son el fitoplancton (formado por microalgas y protozoarios fotosintéticos), algas y plantas acuáticas. Las algas y microalgas producen la totalidad de nutrientes (esenciales y no esenciales) por lo que, este alimento, vivo o procesado, es uno de los mejores. En algunos casos, como larvas y moluscos es el único alimento que pueden asimilar los organismos.

Los alimentos de origen vegetal son más económicos, pero tienen bajo contenido de proteínas, además de tener un alto contenido de carbohidratos, que no son esenciales para organismos acuáticos, y una alta cantidad de fibra, que no se aprovecha por no ser digerible. Además, normalmente no contienen todos los aminoácidos y lípidos esenciales que se requieren en cultivos acuícolas, pero sí vitaminas y minerales. Sólo las leguminosas y algunos cereales como el amaranto o la quinoa tienen un contenido alto de proteínas y algunos aminoácidos esenciales. Existen semillas que contienen ácidos omegas 3 y 6,

especialmente ácido linoleico, pero no EPA y DHA. Actualmente se están desarrollando plantas transgénicas que pueden ser fuente de estos lípidos.

Los alimentos de origen animal tienen un contenido proteico mucho mayor y con el total de aminoácidos esenciales. Sin embargo, solo los alimentos de origen acuático contienen los lípidos esenciales, ya sea vivo o procesado (desde zooplancton hasta harina de pescado o de cabeza de camarón), pero son más caros.

Las vitaminas y minerales pueden estar contenidas en los alimentos, pero normalmente se añaden como complementos para asegurar que no vaya a haber trastornos por deficiencia.

En la nutrición, importa tanto la cantidad de nutrientes medida como energía, así como la composición nutricional de los alimentos. La energía que pueda tener un alimento no necesariamente es la energía que va a aprovechar la especie para su crecimiento. En la teoría, los carbohidratos tienen una energía química semejante a las proteínas, pero la digestión y metabolismo de carbohidratos en organismos acuáticos pueden llegar a ser casi nulos. Las proteínas y los lípidos son las sustancias que proporcionan la mayor parte de energía a las especies acuáticas. Los lípidos aportan más del doble de calorías que las proteínas, pero éstas son fácilmente aprovechables y deben ser la base de la alimentación de especies acuáticas.

Fuentes:

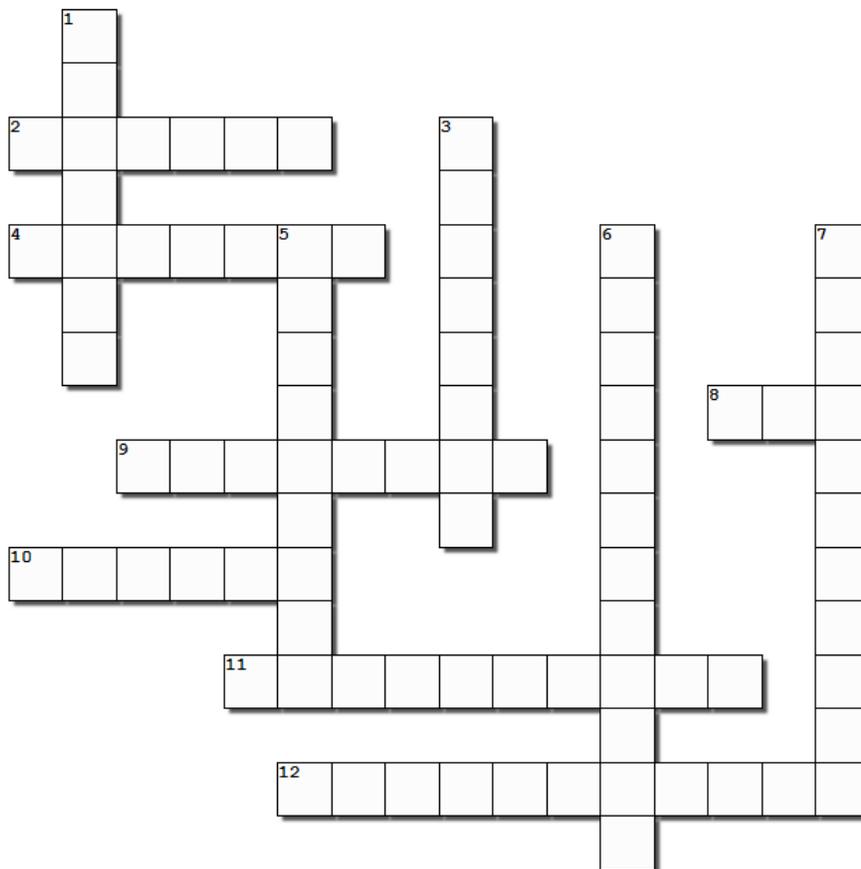
- Coche, A.G. y Muir, J.F. (1996-1998). *Gestión de la Piscicultura de Agua Dulce*. FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/Fl/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/Index.htm.
- García, S. (2012) *Investigaciones aplicables al desarrollo de la producción intensiva de corvina (Argyrosomus regius)*. Tesis doctoral. Universidad de Granada, España. Recuperado de: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/24733/21551935.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Kanazawa, A. (2000). *Nutrición de Larvas de Peces*. Memorias del IV Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. La Paz, B.C.S., México Recuperado de: https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/5kanaza.pdf.
- Madrid, J. (2019). *Estimación del perfil de aminoácidos óptimo para el mayor crecimiento y eficiencia alimenticia en juveniles de Totoaba*. CICESE, México Recuperado de : https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/2777/1/Tesis_Jorge_Madrid.pdf.
- Tacon, A. (1989). *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación*. FAO, Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ab492s/AB492S00.htm#TOC>



Actividad de aprendizaje

I.- Resuelve el siguiente crucigrama

Nutrición en acuicultura



Vertical	Horizontal
1. Carbohidrato que forma el exoesqueleto de los crustáceos.	2. Uno de los aminoácidos esenciales.
3. Molécula orgánica necesaria en pequeñas cantidades.	4. Sustancia inorgánica que requieren todos los seres vivos.
5. Puede producir las sustancias que requiere para su metabolismo.	8. Ácido graso esencial de la familia omega.
6. Molécula orgánica formada por azúcares simples.	9. Molécula orgánica formada por aminoácidos.
7. Reacciones celulares para obtener energía de los alimentos.	10. Molécula orgánica insoluble en agua.
	11. Lípido que es la base de las hormonas sexuales.
	12. Necesita alimentarse de otro ser vivo o de sus productos.

II.- Selecciona la respuesta correcta que complete las siguientes frases.

- 1) Uno de los siguientes procesos no es parte de la nutrición:
 - a. Digestión y cómo se absorben los nutrientes.
 - b. Metabolismo y crecimiento de los organismos.
 - c. La oxigenación del agua y el cuidado del pH.

- 2) La siguiente es una oración verdadera:
 - a. Todos los animales son autótrofos.
 - b. Las algas son autótrofas.
 - c. Todos los animales son omnívoros.

- 3) Las unidades que forman a las proteínas se llaman:
 - a. Aminoácidos.
 - b. Azúcares.
 - c. Ácidos grasos.

- 4) El tipo de nutriente o biomolécula más abundante en las células, después del agua:
 - a. Lípido
 - b. Proteína
 - c. Carbohidrato

- 5) Los aminoácidos que un organismo no puede producir y necesita ingerirlos son:
 - a. Elementales
 - b. Digeribles
 - d. Esenciales

- 6) Los ácidos grasos omega pertenecen al grupo de:
 - a. Insaturados
 - b. Saturados
 - e. Colesterol

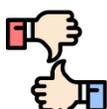
- 7) Una de las funciones de las vitaminas y de los pigmentos carotenoides es:
 - a. Ser fuente de energía
 - b. Forman muchas estructuras celulares
 - c. Sirven como antioxidantes

- 8) Los alimentos de origen vegetal tienen principalmente:
 - a. Ácidos omega 3 y 6
 - b. Carbohidratos, fibra y vitaminas
 - c. Un alto contenido de aminoácidos esenciales

- 9) Un tipo de alimento que contiene todos los nutrientes esenciales es:
 - a. Fitoplancton
 - b. Harina de cereales
 - c. Carne de aves

10) Algunos minerales que se pueden encontrar en las conchas de moluscos:

- a. Hierro y Cobre
- b. Sodio y Potasio
- c. Calcio y magnesio



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Reconozco los diferentes tipos de nutrición de los organismos acuáticos.			
Comprendo la importancia de proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales en la alimentación de especies acuáticas.			
Puedo explicar la diferencia entre aminoácidos y ácidos grasos esenciales respecto a los no esenciales.			
Soy capaz de relacionar el contenido nutricional de los alimentos con las funciones que tienen en los organismos acuáticos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Nutrición <https://www.youtube.com/watch?v=8T6gs4A5a2Q>
- Biomoléculas https://www.youtube.com/watch?v=_YuFI2pSK-0
- Función de nutrientes <https://www.youtube.com/watch?v=Ww55RCc02II>
- Nutrientes esenciales <https://www.youtube.com/watch?v=KFbumaWeTZQ>
- Vitaminas y minerales https://www.youtube.com/watch?v=iNCFwM7vW_s&t=689s
- Carotenoides https://www.youtube.com/watch?v=XuxbL_OraXc
- Nutrientes necesarios tilapia <https://www.youtube.com/watch?v=ZJF0cRaGvll>

Alimentación para una buena producción acuícola



Contextualizando

Para una buena alimentación de organismos acuícolas no sólo basta conocer los requerimientos de energía y nutrientes esenciales de las especies y el contenido de los alimentos. Es importante tomar en cuenta los factores relacionados a los procesos de nutrición de la especie desde la ingesta del alimento, la digestión, hasta el metabolismo y excreción de desechos; pero también se deben considerar los factores ambientales como temperatura, propiedades del alimento o densidad de cultivo.

La alimentación en sistemas de cultivo puede llegar a ser el de mayor impacto en los costos de producción. Es por ello muy importante saber cómo medir el rendimiento, hacer más eficiente el proceso y usar y mantener el alimento de manera adecuada. Uno de los principales objetivos en un sistema acuícola es generar productos de calidad al menor costo.

¿Crees que todas las especies pueden alimentarse con el mismo tipo de alimento? ¿Se te ocurre una forma de poder determinar si se está alimentando eficientemente el cultivo? ¿Cuáles son las características de los diferentes tipos de alimento? ¿Cómo saber cuánto alimento se le debe proporcionar?



¡Vamos a aprender!

Alimentos en Acuicultura

La alimentación en la acuicultura se puede realizar siguiendo cuatro estrategias de manejo:

- 1) Sin alimento añadido ni fertilización, se emplea en cultivos extensivos donde la alimentación de los organismos depende exclusivamente del consumo de organismos vivos y desechos presentes en el cuerpo de agua. Al aumentar la densidad de siembra baja el rendimiento. Un ejemplo es la engorda de moluscos en ambiente natural o los estanques rústicos de baja productividad.
- 2) Sólo con fertilización, se emplea en cultivos extensivos y semiintensivos (de baja densidad). Es una variante del anterior donde, para poder mantener una mayor densidad de organismos, se aumenta la productividad natural del cuerpo de agua, añadiendo fertilizantes (orgánicos y/o inorgánicos).
- 3) Con alimento suplementario, se emplea en cultivos semiintensivos. Al aumentar la densidad del cultivo, el cuerpo de agua ya no puede sostener el crecimiento de los organismos. Entonces es necesario el agregar alimentos externos, que pueden ser

naturales o procesados. Muchas veces el alimento se agrega en exceso, lo cual puede servir de fertilización, cuidando que no se pierda la calidad del agua.

- 4) Alimentación externa completa, se emplea en cultivos intensivos. En esta estrategia, todo el alimento se proporciona de forma externa y como se busca una mayor eficiencia, normalmente se trata de alimentos procesados, con los nutrientes necesarios para el crecimiento de la biomasa del cultivo.

Con base en su origen los alimentos se pueden clasificar en alimento natural y compuesto. El alimento natural es aquel que se puede presentar en los cuerpos de agua. Se incluyen bacterias, protozoarios, insectos, huevos, larvas, plancton, plantas y otros animales. Con el uso de cal y fertilización se puede aumentar su abundancia. Se puede adicionar como alimento vivo, fresco o conservado. El alimento compuesto externo puede emplearse de manera simultánea con el alimento natural como suplemento o usarse como fuente única de alimentación. Consiste en productos frescos, derivados de productos agrícolas húmedos o secos, gránulos fabricados en la instalación hasta los alimentos balanceados comerciales en diferentes presentaciones.

Tipo de alimento		Ejemplos	Aplicación
Natural			
Vivo		Fitoplancton, zooplancton o invertebrados.	Moluscos, zooplancton y larvas de peces y crustáceos.
Fresco		Plantas, moluscos, crustáceos, otros invertebrados o vísceras.	Suplemento y alimentación adaptativa.
Conservado		Congelado, seco (Artemia o krill) o concentrado (pasta de microalgas).	Sustituto de alimento vivo.
Externo			
Fertilizante		Químico (fosfatos, urea, nitratos) o naturales (desechos orgánicos).	Fitoplancton en laboratorio o estanque.
Fresco		Vegetales, levaduras, insectos, anélidos o desechos de carne.	Suplemento o único para ciertas especies.
Procesado	Pastas y mezclas húmedas	Pastas de semillas, sangre, melaza, o pasta de carne.	Suplemento o único en sistemas extensivos.
	Harinas o pastas secas	Harina de pescado, cereales, sangre, leguminosas o crustáceos.	Suplemento, inicial o único de ciertas especies.
	Granulado	Comercial o fabricado en instalación.	Suplemento o único en sistemas intensivos.
	Laminillas (escamas)	Comercial.	Alimentación en superficie e inicial en crustáceos.
	Microparticulados y encapsulados	Comercial con procesos especiales.	Alevines y alimentación inicial.

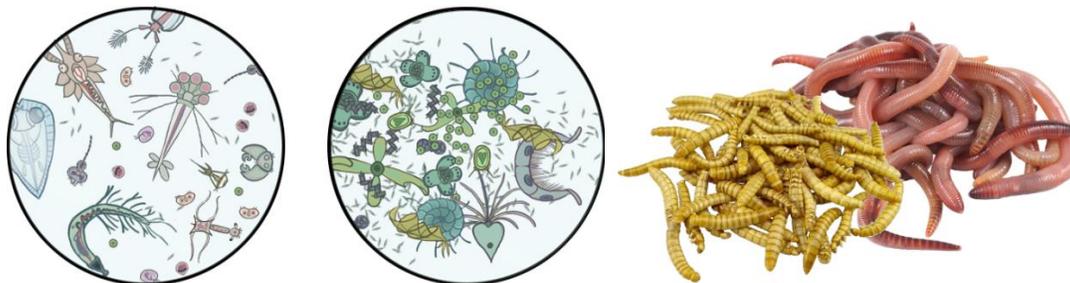
En el caso de alimentos mezclados o fabricados en la instalación, es preferible que sean secos para mejor almacenamiento y reducir el riesgo de descomposición. El empleo de alimentos comerciales implica un costo más elevado que se compensa en cultivos intensivos por tener una composición constante, contenido y propiedades adecuados a cada especie, mayor estabilidad y menor riesgo de transmitir enfermedades.

En general, los alimentos deben cumplir con los siguientes parámetros:

- Compatibilidad con el tipo de nutrición de la especie (omnívoro, herbívoro o carnívoro).
- Flotabilidad de acuerdo con los hábitos de la especie, si se alimenta en el fondo o en la superficie.
- Estabilidad en el agua, que puede afectar si la especie se alimenta de forma rápida o lenta y del diseño de sistema de cultivo (si hay filtración constante o no).
- Tamaño de partículas. Los organismos no se pueden alimentar si las partículas no las puede ingerir.
- Aceptación, que se da por su sabor (palatabilidad), color y textura. Se puede tener un alimento muy nutritivo, pero si la especie no lo encuentra agradable solo se va a desperdiciar.
- Digestibilidad, indica si los nutrientes pueden ser digeridos y asimilados. Algunos nutrientes tienen que usarse en conjunto para ser asimilados o con auxiliares.
- Contenido nutricional, si el alimento es completo, debe contener todos los nutrientes esenciales (aminoácidos, lípidos, vitaminas, minerales y pigmentos). Si no es completo es necesario emplear mezclas.
- Costo del producto y facilidad de almacenamiento o producción.

Características de algunos alimentos.

Microalgas y zooplancton. Estos organismos contienen todos los aminoácidos y lípidos esenciales y también la mayoría de las vitaminas y pigmentos que requieren los organismos cultivados. Se encuentran de manera natural en los cuerpos de agua y se pueden cultivar en laboratorio. Las microalgas sólo requieren luz y fertilizantes y el zooplancton se cría con microalgas.



Alimento vivo: zooplancton, fitoplancton y macroinvertebrados

Invertebrados no planctónicos. Normalmente tienen un contenido adecuado de nutrientes, en particular si son especies acuáticas. Es importante que tenga la digestibilidad y aceptación adecuadas para la especie cultivada.

Alimentos de origen vegetal. Se pueden emplear directamente plantas, sus productos y subproductos. En general son más económicos que los de origen animal. Para especies herbívoras y omnívoras no hay mucho problema por su el nivel de carbohidratos alto, siempre que la fibra no sea muy abundante. En general su contenido de proteínas es bajo o carece de elementos esenciales. Los de mejor contenido proteico son las harinas o pastas de leguminosas, especialmente de soya.



Alimentos de origen vegetal y animal

Alimentos de origen animal. Casi todos los subproductos o residuos de animales son excelentes fuentes de proteína, lípidos, energía, vitaminas y minerales. Estos alimentos son más caros que los de origen vegetal. Los residuos de animales terrestres no siempre tienen la proporción adecuada de nutrientes esenciales a diferencia de los de animales acuáticos.

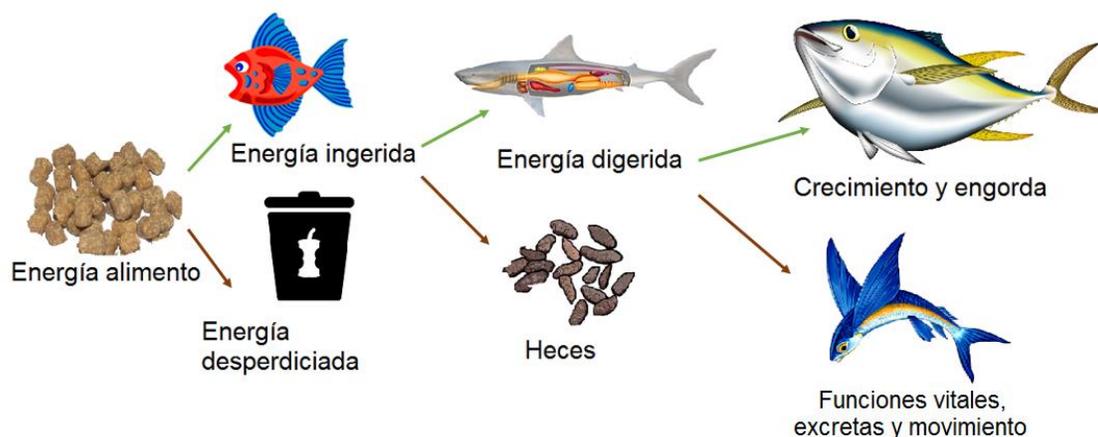
Alimentos balanceados comerciales. Se preparan con derivados de los alimentos anteriores y deben cumplir con criterios requeridos. Además de los ingredientes alimenticios, a estos productos se les pueden añadir aditivos como: complementos nutricionales (aminoácidos, lípidos, vitaminas, pigmentos y minerales), conservadores (antioxidantes y antimicrobianos), aglutinantes (para dar textura y estabilidad en agua), quimioatrayentes (estimulantes para mejorar la aceptación del alimento y reducir el tiempo de ingestión), colorantes (que mejoran la aceptabilidad) y enzimáticos y probióticos (que mejoran la digestibilidad de algunos nutrientes, promueven el crecimiento y resistencia a enfermedades).



Alimentos balanceados con diferente granulometría

Factor de Conversión Alimenticia

Una gran ventaja de la Acuicultura para ofrecer proteínas en nuestra alimentación es el rendimiento que se tiene en las especies acuícolas respecto a la cría de animales terrestres. Durante el proceso de la alimentación la energía sufre varios procesos para poder llegar a convertirse en peso final de las especies cultivadas. Primero depende de la cantidad energética del alimento, después cuánto alimento realmente es ingerido, cuánto es digerido y cuánta de la energía metabolizada se almacena en forma de tejidos (engorda), el producto que va a generar ganancias.



Esquema sobre el aprovechamiento de la energía contenida en los alimentos.

Los organismos acuáticos tienen menor consumo y desperdicio de energía que especies terrestres debido a que no necesitan emplear energía para el mantenimiento de su temperatura corporal, excretan el nitrógeno principalmente en forma de amonio (en lugar de urea) y al desplazarse en medio acuático requieren un menor gasto de energía.

Hay varias formas de determinar la relación entre la ganancia en peso de una cosecha y el peso del alimento que se le administró. Se puede determinar como Eficiencia Alimenticia (EA) o como Factor de Conversión Alimenticia (FCA). Las fórmulas para determinar estos valores son:

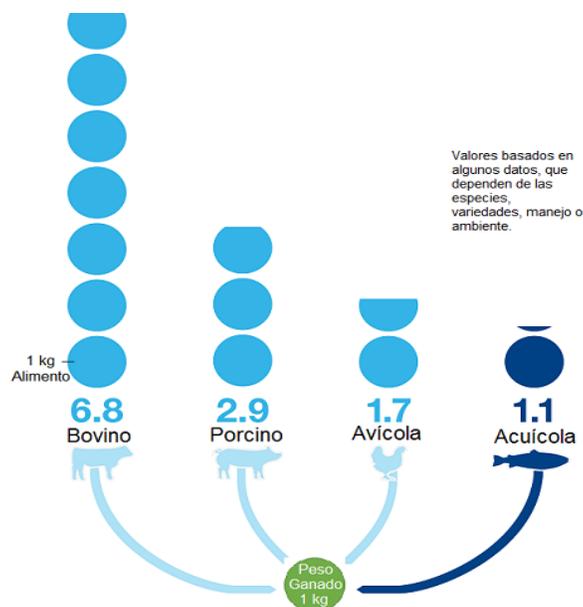
A = Peso total de alimento suministrado

Ganancia en Biomasa inicial $\Delta B = \text{Biomasa final} - \text{Biomasa inicial}$

Eficiencia alimenticia $EA = \frac{\Delta B}{A} 100$ (porcentual)

Factor de Conversión Alimenticia $FCA = \frac{A}{\Delta B}$

Estos parámetros dependen de muchos factores, como tipo de alimento, clima, especies, entre otros. Si la alimentación y manejo son hechos de forma correcta, las especies acuícolas tienen valores de FCA entre 1 y 2 (en base a alimento seco). Entre más cercano a uno sea el valor, más redituable será el cultivo. El FCA es un parámetro ampliamente empleado para monitorear la productividad de la producción. Al comparar el valor de este parámetro entre especies acuícolas y animales terrestres se ve una ventaja. Sin embargo, debido a que la alimentación acuícola tiene una mayor concentración de proteínas que la de animales de granja y las proteínas normalmente tienen un costo más alto, se han propuesto indicadores que se basan en la proteína o el costo en lugar del peso del alimento.



Representación de FCA de alimento balanceado en diferentes especies animales

Cálculo del Factor de Conversión Alimenticia (FCA)

Ejemplo: Se desea determinar el valor de Eficiencia Alimenticia y Factor de Conversión Alimenticia de la producción que se hizo en un sistema semiintensivo de Tilapia. Al inicio se sembraron 1000 individuos con una biomasa total de 11.5 kg. Al momento de cosechar se obtuvieron en total 350 kg. Durante este tiempo, se les administró una cantidad total de 458 kg de alimento.

Datos	Fórmulas
Biomasa inicial = 11.5 kg Biomasa final = 350 kg Alimento suministrado = 458 kg	$\Delta B = \text{Biomasa final} - \text{Biomasa inicial}$ $EA = \frac{\Delta B}{A} 100$ $FCA = \frac{A}{\Delta B}$
Sustitución	Resultados
$\Delta B = 350 \text{ kg} - 11.5 \text{ kg} = 338.5 \text{ kg}$ $EA = \frac{338.5 \text{ kg}}{458 \text{ kg}} 100$ $FCA = \frac{458 \text{ kg}}{338.5 \text{ kg}}$	$EA = 73.9\%$ $FCA = 1.35$ La producción se logró con una eficiencia de 73.9% o un factor de conversión alimenticia de 1.35.

Análisis:

El FCA obtenido significa que por cada kilogramo de aumento de peso en el cultivo se gastaron 1.35 kg de alimento. Es un valor bueno pues está más cercano a 1 que a 2.

Frecuencia y cantidad de alimento

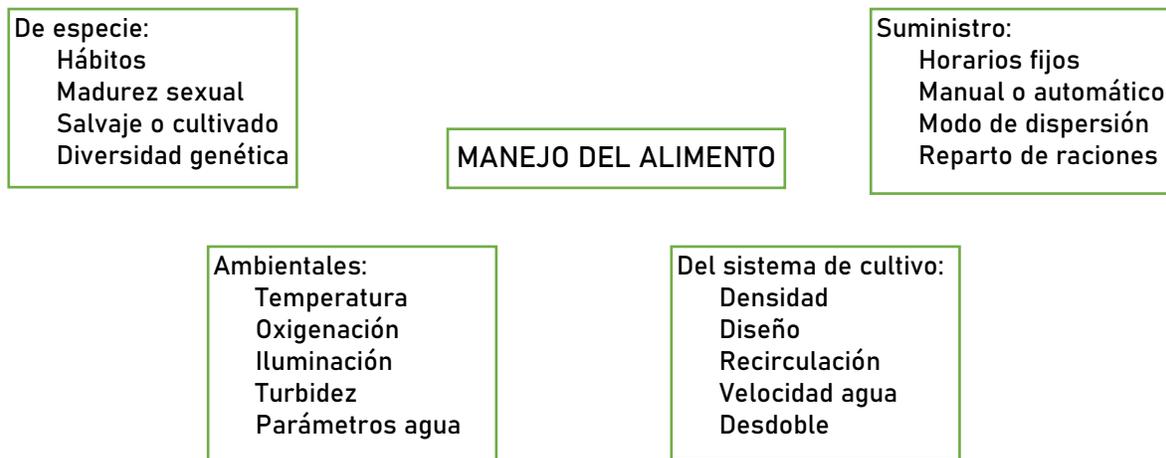
Como el alimento es un insumo que afecta los costos de producción, es importante ajustar la cantidad a suministrar; si es insuficiente no se va a tener un buen crecimiento (baja producción) y si es excesiva se va a desperdiciar y puede afectar la calidad del agua.

La cantidad de alimento a suministrar está en relación con la edad y el tamaño (o peso) del organismo. Los animales al desarrollarse requieren mayor cantidad total de nutrientes, pero en proporción al peso corporal es un valor generalmente menor. Esto es porque con el tiempo, los animales emplean la energía para funciones como movimiento o reproducción y no en aumentar de talla y peso. También el contenido de proteína en alimento de larvas y juveniles es mayor al de adultos. La temperatura del agua es otro factor que afecta la cantidad de alimento proporcionado, pues normalmente en agua fría o muy caliente, los organismos requieren menor cantidad de alimento.

Existen tablas con los porcentajes de nutrientes recomendados para diferentes especies, etapas del ciclo de vida y temperatura, basadas en la biomasa presente en el estanque. Sin embargo, en algunos casos, sobre todo en larvas, el manejo se puede hacer manteniendo una concentración constante de alimento sin importar la biomasa existente.

La frecuencia de alimentación también debe considerarse porque si se diera la dosis completa en una sola aplicación, gran parte del alimento se hundiría y degradaría. Aunado a eso, se debe considerar la necesidad de alimento frecuente que requieren algunos organismos, como los juveniles. En las tablas de alimentación, generalmente se indica la frecuencia en que se recomienda dividir la ración diaria. Para sistemas con altos niveles de producción se instalan alimentadores automáticos para garantizar el abastecimiento.

Además de los factores ya descritos existen otros que deben tomarse en cuenta para el manejo del alimento, como se ve en el siguiente esquema.



En algunas situaciones es necesario suspender el alimento: si deja de haber oxigenación, si la temperatura sube o baja mucho o si aparece una enfermedad epidémica. También se recomienda reducir o suspender el alimento durante algunos días previos a transporte, muestreo, medición, desdoble y cosecha de los organismos.

Almacenamiento del alimento

El almacenamiento del alimento debe también ser una parte del proceso de alimentación que debe ser cuidado para evitar pérdidas y daño a los organismos.

Si el alimento se prepara en la unidad acuícola o se compra ya procesado, es necesario que se tenga un espacio como almacén. En este almacén hay que cuidar la limpieza, que esté libre de contaminantes, tener un ambiente seco y mantener una rotación para evitar tener alimento caduco. No es conveniente tener una cantidad muy grande almacenada.

La humedad en el alimento puede generar mohos, que producen toxinas. Estas toxinas (micotoxinas) son muy peligrosas porque causan trastornos y pueden llegar a matar a los animales cultivados. Incluso se debe tener la precaución de tener espacio entre las tarimas de alimento almacenado para que se ventile, no manipular el alimento almacenado con las manos húmedas y evitar tenerlo contenido en bolsas de plástico.

También hay que tener cuidado con los alimentos con alto contenido de lípidos, pues éstos se pueden enranciar y ocasionar daños al cultivo. Por ello es necesario cuidar las fechas de caducidad y mantener estos alimentos en ambiente fresco.

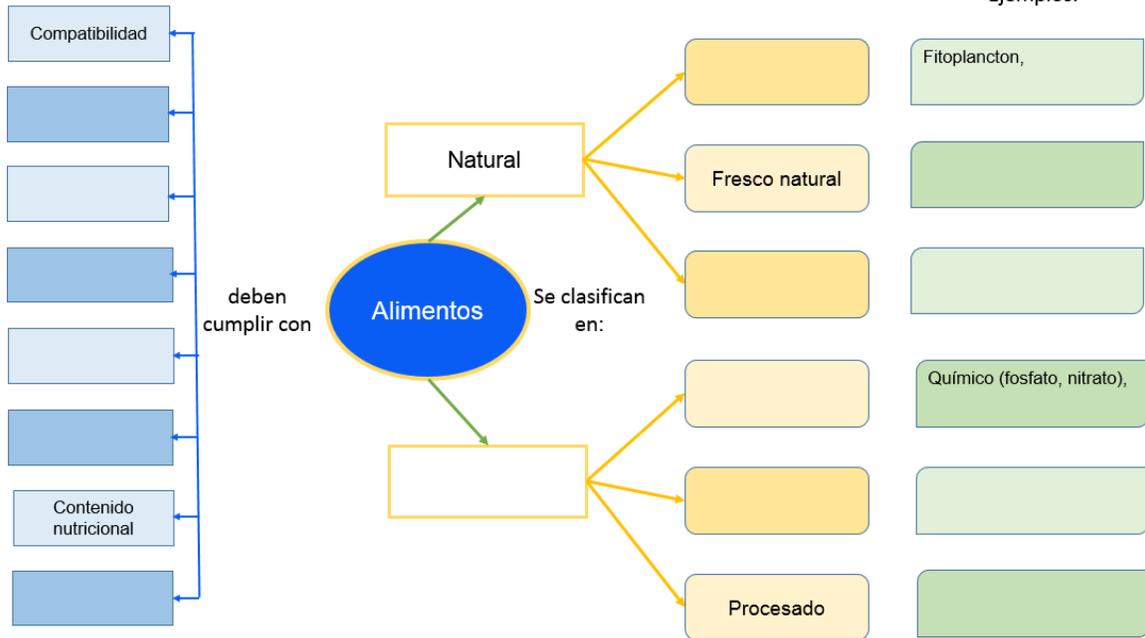
Fuentes:

- Castelló-Orvay, F. (2001). Alimentos y Estrategias de Alimentación para Reproductores y Juveniles de Peces Marinos. *Avances en Nutrición Acuícola IV, Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. U.A.N.L., Monterrey, México. Recuperado de: https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/34castl2.pdf.
- Coche, A.G. y Muir, J.F. (Ed.) (1996-1998). *Gestión de la Piscicultura de Agua Dulce*. FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/Index.htm.
- Espinosa de los Montero, J. y Labarta, U. (Ed.). (1987). *Nutrición en Acuicultura*. (1ª Ed.) Madrid, España. Industrias Gráficas España.
- Gutierrez, N. (2014). *El manejo del alimento en la Acuicultura*. Gobierno de Jalisco, México. Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de: <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-acuicola-y-pesquero-e-inocuidad/499>
- Sanz, F. (Coord.) (2009). *La nutrición y alimentación en Piscicultura*. (1ª Ed.) Madrid, España. Fundación Observatorio Español de Acuicultura.



Actividad de aprendizaje

I.- Completa el siguiente mapa mental sobre alimentos.



II.- Resuelve los siguientes problemas:

- 1) Se quiere conocer la eficiencia alimenticia y el factor de conversión en una instalación acuícola donde se tiene un cultivo de truchas, con un sistema semiintensivo. Se introdujeron alevines con una biomasa de 80 kg. Cuando se hizo la cosecha se obtuvieron 3,600 kg. Durante todo el ciclo de producción se le administraron 5,850 kg de alimento seco. Calcula EA y FCA e indica en la parte de análisis como se interpreta el resultado de FCA.

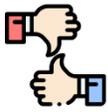
Datos	Fórmulas
Sustitución	Resultados
Análisis:	

2) En una granja de camarón se tenía un FCA de 2.4, con un sistema de alimentación manual. Se observó que mucho del alimento no era aprovechado por los camarones y se desperdiciaba. Se probó un sistema de alimentación automático que detecta cuando el camarón tiene hambre y proporciona el alimento. Con este sistema se tuvieron los siguientes resultados:

- Larvas sembradas: 50,000
- Peso promedio: 0.1 g
- Biomasa inicial: 5 kg
- Individuos cosechados: 27,500
- Peso promedio: 15.9 g
- Biomasa final: 437.25 kg
- Total de alimento proporcionado durante preengorda y engorda: 618.5 Kg

Determina el FCA con el sistema automático y responde en la parte de análisis si es efectivo el sistema de alimentación automático.

Datos	Fórmulas
Sustitución	Resultados
Análisis:	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Relaciono los sistemas de cultivo acuícola y las diferentes estrategias de alimentación.			
Distingo los diferentes tipos de alimentos para organismos acuícolas.			
Comprendo el concepto de factor de conversión alimenticia (FCA) y la fórmula para calcularlo.			
Soy capaz de resolver problemas para calcular FCA y eficiencia alimenticia.			
Relaciono el valor de FCA con la eficiencia de los procesos de cultivo.			
Puedo explicar los factores que afectan el manejo y almacenamiento del alimento en una unidad acuícola.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Tipos de alimento <https://www.youtube.com/watch?v=Yv2FH0kguVU>
- Alimento vivo <https://www.youtube.com/watch?v=fblgboDGiT4>
- Alimentación salmón <https://www.youtube.com/watch?v=lW5SzmdAN88>
- Nuevas dietas <https://www.youtube.com/watch?v=aPcN9Y8ZpiM>
- Factor de conversión alimenticia <https://www.youtube.com/watch?v=LZei8G9ee88>
- Manejo y control alimento <https://www.youtube.com/watch?v=34pG1gzeAIU>
- Alimentación manual <https://www.youtube.com/watch?v=30YwSxhSa6c>
- Alimentación automática <https://www.youtube.com/watch?v=XolNE0lrcCg>
- Alimentación automática <https://www.youtube.com/watch?v=qPmdBEC9iMw>
- Alimentación sónica de camarón <https://www.youtube.com/watch?v=AKUJ6prPBLs>

¿Qué debemos identificar y medir en nuestros organismos?



Contextualizando

Según FAO (2016), la acuicultura continúa siendo la esfera de producción de alimentos de origen animal de más rápido crecimiento, siendo la alternativa más viable para cubrir la demanda y subsanar la seguridad alimentaria en los próximos años, a través del aumento en la eficiencia productiva, lo que implica mejorar las condiciones de manejo, infraestructura y calidad genética de las especies. La variedad de formas, tamaños, comportamientos y colores que hacen que las especies acuáticas sean valiosas e interesantes se debe en parte a la biodiversidad genética. Ésta permite también la adaptación de las especies a los nuevos sistemas de explotación y a los nuevos hábitats. Sin la biodiversidad genética, no existirían variedades especiales ni crías de especies acuáticas; las especies se extinguirían, ya que no podrían adaptarse al cambio climático ni a otros cambios del medio en el que viven.

El manejo efectivo de los recursos genéticos, la evaluación y supervisión de los riesgos pueden ayudar a promover la acuicultura responsable aumentando la producción económica y el rendimiento y ayudando a minimizar los impactos negativos sobre el medioambiente. Los beneficios resultantes de la aplicación responsable de los principios genéticos en la acuicultura deberían comunicarse a los consumidores, formuladores de política, científicos y otros interesados en la pesca responsable y en la acuicultura.

¿Conoces las características físicas y biológicas de los organismos?

En la siguiente lección conocerás las características físicas y biológicas que debemos considerar de nuestros organismos para alcanzar un buen rendimiento en nuestro cultivo.



¡Vamos a aprender!

El papel de la acuicultura en la producción de alimentos, en el desarrollo económico y en la seguridad alimentaria está bien reconocido actualmente. La acuicultura, como el sector de mayor crecimiento en producción alimentaria, promete ayudar a proveer de alimento a una creciente población humana dado que la población ictica en el mundo ha alcanzado sus límites biológicos de producción o ha sido agotada debido a la sobre pesca y a la degradación del hábitat. Menos reconocido aun, es el papel de la acuicultura en la conservación y la recuperación de especies amenazadas y en peligro de extinción.

Es importante que tengas presentes los siguientes elementos:

Características genotípicas: es la información que esta codificada en el ADN.



Características fenotípicas: son características detectables de un organismo (estructura, bioquímico, fisiológicos, o conductual), determinado por una interacción entre su genotipo.



Especies: grupos de individuos con caracteres (fenotipos) homogéneos, con aislamiento reproductivo de otros grupos.

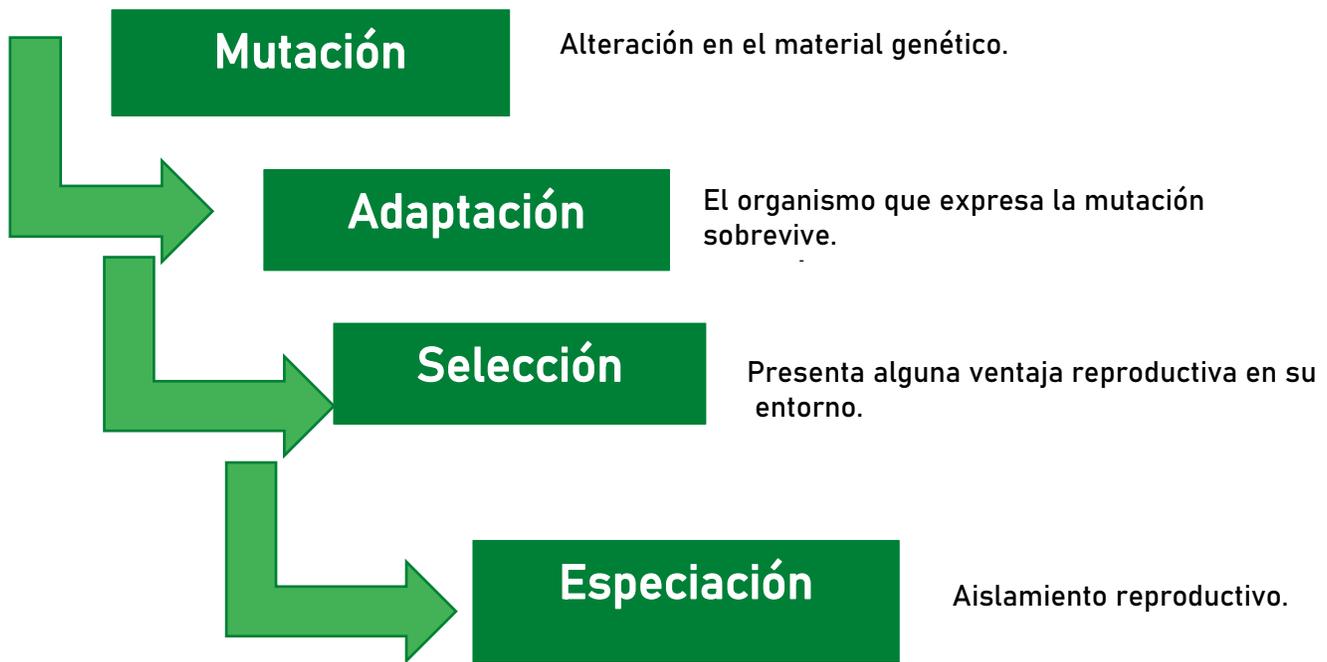


Variedad: formas alternativas (fenotipos) de una especie. Generalmente en acuicultura son producto de intervención humana



¿Cómo llegamos a las especies?

Procesos de especiación



Aislamiento alopátrico y simpátrico

En la especiación **alopátrica**, los grupos de una población ancestral evolucionan en especies separadas debido a un periodo de separación geográfica. En la especiación **simpátrica**, los grupos de la misma población ancestral evolucionan en especies separadas sin ninguna separación geográfica.

La especiación **simpátrica** es un tipo de especiación que ocurre cuando dos grupos de la misma especie que viven en la misma ubicación geográfica evolucionan de forma diferente, hasta que ya no pueden cruzarse, considerándose entonces especies distintas.

La **especiación alopátrica** es, simplemente, un nombre moderno para la especiación por aislamiento geográfico que vimos anteriormente. En este tipo de especiación algo extrínseco al organismo impide que dos o más grupos se apareen entre sí con regularidad y, finalmente, lleva a la especiación del linaje.

En la **especiación alopátrica** los grupos se aíslan reproductivamente y divergen debido a una barrera geográfica. En la especiación simpátrica, el aislamiento reproductivo y la divergencia ocurren sin barreras geográficas, por poliploidía, por ejemplo:

Alopátrica

Existe aislamiento físico (geográfico) y por lo tanto diferencias en las presiones ambientales



Simpátrica

No existe aislamiento físico (geográfico), hay microrregiones y apareamiento divergente



Fuente: Campos Montes, G. (2015)

Las especies

- Se forman después de largos periodos (tiempo o generacional) para reproducirse, crecer y sobrevivir bajo condiciones específicas.
 - (Los genes se fijan en la población en función del ambiente)
- **Presentan variabilidad genética alrededor de las condiciones de su entorno**
 - Rangos
 - Flexibilidad

Domesticación

Es el Proceso por el cual en una población se modifican caracteres morfológicos, fisiológico o de comportamiento, **los cuales son heredables**, para un beneficio antropogénico.

¿Qué tipo de variedades existen?

Definiendo el fenotipo

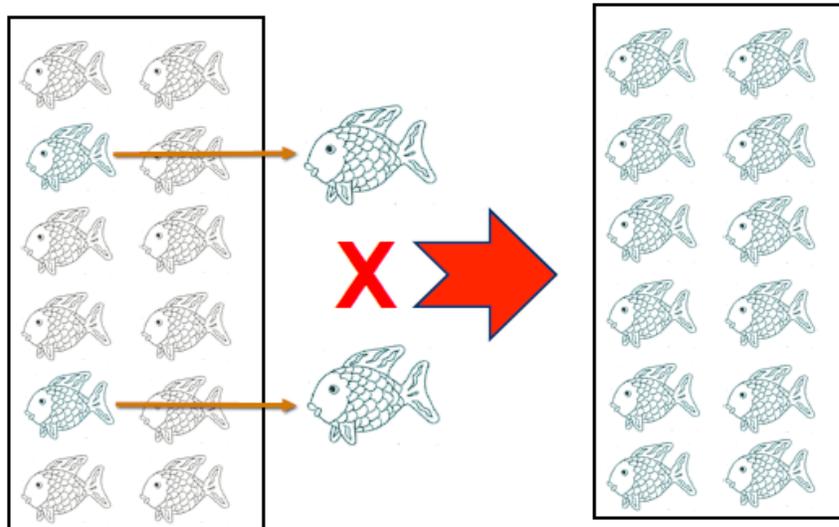
El **fenotipo** de un organismo es el resultado de la expresión coordinada de todos los genes, relacionados con una característica, dentro de las restricciones impuestas por el ambiente.

Criterios de selección

- Características asociadas al rendimiento económico de la unidad de producción.
Definidos por:
 1. Tendencia de mercado
 2. Apreciación estética personal

Proceso de selección artificial

La **selección artificial**, también llamada cría selectiva, es un método mediante el cual el productor interviene en la reproducción de los organismos para desarrollar rasgos elegidos, por razones de productividad, resistencia, docilidad, estética, y otros. Mediante la fertilización cruzada y la selección artificial el productor ha obtenido variedades y grupos de características particulares



Fuente: Campos Montes, G. (2015)

Consanguinidad

Implica la probabilidad de apareamiento entre dos organismos, no está sesgada por su parecido fenotípico, su grado de parentesco o la distancia física que los separa. En las poblaciones naturales el grado de movilidad de los individuos determina la probabilidad de encuentro entre ellos y resulta obvio que los apareamientos se realizan preferentemente entre los organismos presentes en una zona más o menos restringida dentro del área de

distribución de la población. En consecuencia, se aumenta la posibilidad de cruzamientos consanguíneos.

Apareamiento entre individuos emparentados

- Homocigosis (AA o aa) explicada por el parentesco entre sus Reproductores.

Ventajas	Desventajas
Fijar características en la población	Manifestación de alelos indeseables
Purga genética	Depresión endogámica
Detección de portadores	Afectaciones negativas en reproducción y supervivencia

Es decir

- Las variedades en acuicultura se diferencian generalmente por aspectos de tipo (color, formas)
- Se apoyan en la consanguinidad para fijar características

$$\text{Fenotipo} = \text{Genotipo} + \text{Ambiente} + \text{IGA}$$

Heredabilidad: Proporción de la varianza fenotípica explicada por la varianza genotípica

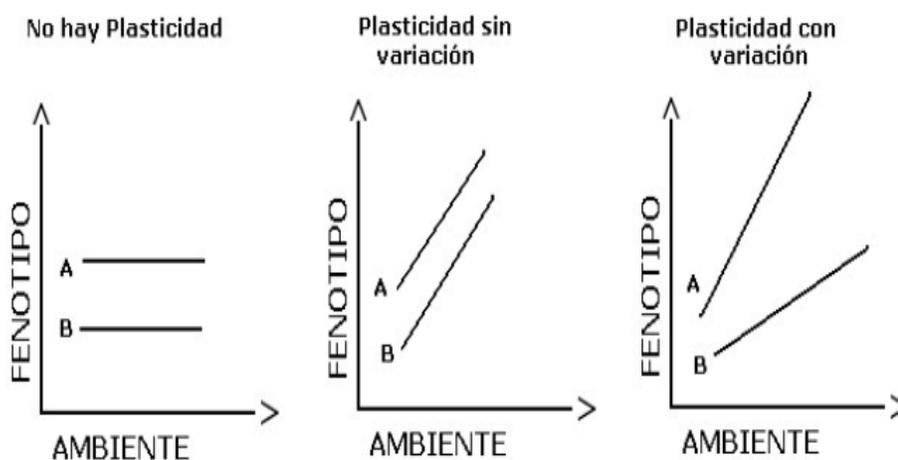
Heredabilidad	Características	Efecto ambiental
Alta	Formas y color	Bajo
Media	Crecimiento y desarrollo	Medio
Baja	Reproducción y supervivencia	Alto

Interacción genotipo por ambiente

La interacción **genotipo por ambiente** (IGA) es un fenómeno que afecta todos los procesos biológicos, y está dada **por** una respuesta diferencial de los **genotipos** a los cambios ambientales. Es uno de los componentes centrales de la adaptación de las especies a los **ambientes** en los que se desarrollan.

La interacción Genotipo Ambiente resalta la importancia del efecto ambiental en la adaptación y el comportamiento varietal. Su estudio ayuda a incrementar la eficiencia de la mejora. Conocer la magnitud de la interacción Genotipo - Ambiente permite evaluar la estabilidad de los ambientes en que se quiere cultivar, así como los potenciales productivos y limitaciones de estos en lugares donde se establecerán los cultivos.

La expresión de los genes es diferente dependiendo del ambiente



Fuente: UAM, (2015)

Podremos concluir entonces

Dentro de la acuicultura es importante considerar:

- Las especies se desarrollaron en condiciones ambientales particulares, por lo que para que expresen su potencial genético es necesario brindárselas.
- Las variedades son producto de la selección artificial por lo que no existen diferencias importantes entre requerimientos ambientales.

Fuentes

- FAO. 2009. Desarrollo de la acuicultura. 3. Gestión de recursos genéticos. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 5, Supl. 3. Roma, FAO. 148p.
- Morales, A.. (2008). Principios básicos de piscicultura. Trillas.
- Lopez Cartas, F. (1990). Mejora Genética de Peces y Moluscos . Mundi-prensa. Madrid - España
- Campos Montes, G. (2015). Aspectos genéticos a considerar en la acuicultura. <http://www.genome.gov/sglossary.cfm>.
- Morales, H. L. (2008). ¿La revolución azul?, Acuicultura y ecodesarrollo. Nueva Imagen.
- CARRASCO, L. A.; D.j. PENMAN Y N. BROMACE (2019). Parámetros morfométricos de interés comercial en trucha arcoiris triploides.
- FALCONER, D.S., y T.F.C. MACKAY, 2001 Introducción a la Genética Cuantitativa. Acribia, Zaragoza..
- SESICA. (2011). Aspectos genéticos a considerar en la acuicultura. https://scalingupnutrition.org/wpcontent/uploads/2013/02/Guatemala_PLANOCC_2012_2016.pdf.
- Carolina Caldon, and Yang, G. C. (2000) Manual práctica sobre la reproducción artificial de tilapia. Dirección General de Pesca y Acuicultura, Comayagua, Honduras. 25 pp.<http://transparencia.esonora.gob.mx/NR/rdonlyres/3EE71279-9032-4CBA-BF2D-ADFEB76222F0/241755/IAESPROGRAMADEMEDIANOPLAZOIAES.pdf>



Actividad de aprendizaje

1. Describe las ventajas y desventajas durante el apareamiento entre organismos emparentados.

Apareamiento entre organismos emparentados	
Ventajas	Desventajas

2. Complementa las siguientes preguntas, utilizando las siguientes palabras ubicadas en el cuadro.

Especies, variedades, mutación, adaptación, selección, especiación, alopátrica, simpátrica, domesticación, captura, cautividad, control de reproducción, mejoramiento genético, control ecológico, fenotipo, consanguinidad, heredabilidad.

- Las _____ en acuicultura se diferencian generalmente por aspectos de tipo (color, formas).
- Las _____ son grupos de individuos con caracteres _____ homogéneos, con aislamiento reproductivo de otros grupos.
- La _____ de formas alternativas _____ de una especie. Generalmente en acuicultura son producto de intervención humana.
- La _____ presenta alteración en el material genético.
- La _____ existe aislamiento físico (geográfico) y por lo tanto diferencias en las presiones ambientales.
- La _____ no existe aislamiento físico (geográfico), hay microrregiones y apareamiento divergente.
- Las _____ se forman después de largos periodos (tiempo o generacional) para reproducirse, crecer y sobrevivir bajo _____.
- La _____ es el proceso por el cual en una población se modifican caracteres morfológicos, fisiológicos de comportamiento, los cuales son _____ para un beneficio antropogénico.
- Los _____ son características asociadas al rendimiento económico de la unidad de producción.



Autoevaluación

Indicador	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Identifico las características fenotípicas de los organismos.			
Identifico las características genotípicas de los organismos.			
Diferencio los tipos de aislamientos alopátricos y simpátricos.			
Reconozco las diferencias entre variedades y especies.			
Reconozco las ventajas y desventajas de apareamiento entre organismos aparentados.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Programa de selección genética en acuicultura <https://www.youtube.com/watch?v=FQwifqGGAS4>
- FISHBOOST La cría selectiva, genética en acuicultura https://www.youtube.com/watch?v=oNQ_vq3mEU8
- Mejoramiento Genético en la Producción de Tilapia y Camarón <https://www.youtube.com/watch?v=PEsC1l0EBb4>
- Genética en acuicultura <https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros//genetica.pdf>

Aplicaciones de la genética para la mejora de la acuicultura <https://core.ac.uk/download/pdf/71764913.pdf>

¿Cómo mantener la higiene y sanidad de mi cultivo?



Contextualizando

Las buenas prácticas de higiene y saneamiento en la producción de productos acuícolas son actividades, procedimiento y controles rutinarios, que se aplican en las unidades de producción con la finalidad de prevenir y reducir la contaminación de los productos acuícolas, por agentes físicos, químicos y/o microbiológicos.

La sanidad acuícola previene casos de enfermedades de origen infeccioso como las ocasionadas por virus, bacterias, hongos y parásitos, y casos de enfermedades no infecciosas como las de tipo genético, nutricional o funcional. El objetivo fundamental de la sanidad acuícola, es mantener y mejorar la salud de los organismos para obtener su óptimo desarrollo y reproducción en el tiempo mínimo recomendable, así como asegurar que son aptos e inocuos para el consumo humano.



¡Vamos a aprender!

Medidas de prevención y control

Para lograr un buen manejo sanitario en las granjas acuícolas es necesario realizar los protocolos rutinarios que minimicen los riesgos de enfermedades de organismos y por consiguiente la pérdida parcial o total de la producción.

El método de control de enfermedades más eficiente consiste en poner en práctica una serie de medidas que te mencionamos a continuación:

- Formular un proyecto detallado de factibilidad técnica, económica y financiera (planeación de trabajo).
- Selección adecuada del sitio para el desarrollo del proyecto acuícola de acuerdo con la especie.
- Suministro de aguas libres de contaminación.
- Adquisición de pies de cría y reproductores con buena calidad genética y sanitaria.
- Alimento balanceado, almacenado y suministrado en forma apropiada y en cantidades adecuadas para cada etapa de cultivo.

- Volumen adecuado de agua para el recambio de las aguas de los estanques.
- Limpieza permanente del fondo de los estanques (no rústicos) y de las instalaciones de cultivo en general.
- Aplicación de sistemas para el control del acceso de animales domésticos y silvestres.
- Aplicación de dispositivos (filtros) para el control de animales silvestres de vida acuática.
- Considerar un asesor en materia sanitaria para orientación / técnico de planta.
- Control y seguimiento permanente del cultivo en cada etapa: Manual operativo, bitácora de trabajo, Plan de Contingencia.

Encalado en estanques de concreto



Fuente: Álvarez Vega, V. (2011).

Cultivos en estanques

Para prevenir la presencia de enfermedades, patógenos y brotes infecciosos en los organismos, es de suma importancia mantener en las mejores condiciones los estanques de la unidad de producción acuícola.

Para que tengas éxito al cultivar tus peces se recomienda lo siguiente:

Antes de la siembra en estanques rústicos

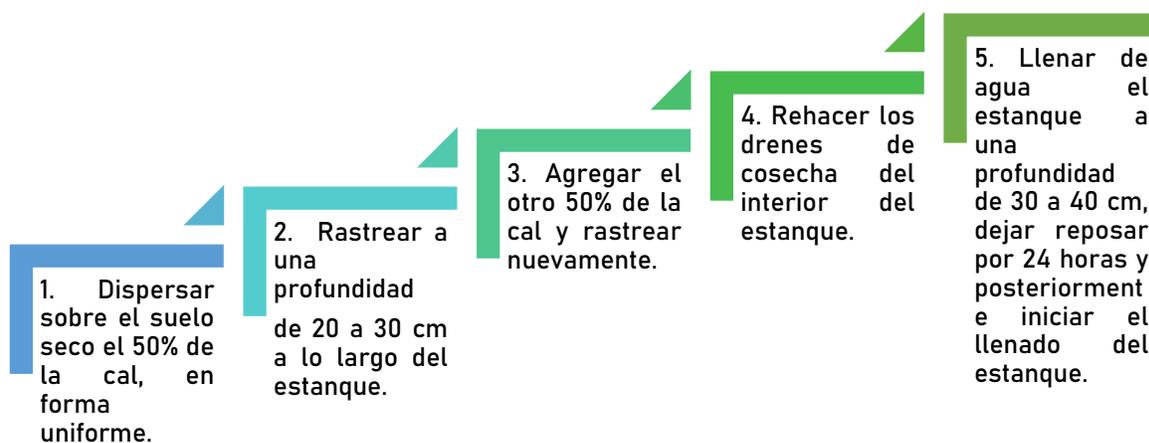
Secado total de los estanques.- Antes de iniciar el ciclo de producción se debe realizar un secado total de los estanques, dejándolos asolear por lo menos dos semanas en temporada de calor y durante tres a cuatro semanas en época de frío.

Limpieza del fondo de los estanques.- Debes eliminar del fondo el lodo, basura u otros materiales que podrían dificultar los muestreos de los organismos y la cosecha.

Encalado.- La técnica de encalado se recomienda en estanques rústicos y consiste en utilizar la cal como desinfectante, además permite estabilizar el pH del suelo y prevenir la aparición de enfermedades. La cantidad recomendada es de 1. a 1.5 toneladas de cal (Hidróxido de calcio) por hectárea, o de 500 kg de “Cal Viva” (Oxido de Calcio) por hectárea, aplicándola cuando el estanque está seco. Antes de aplicar esta técnica se recomienda realizar un análisis físico- químico del suelo.



Para el encalado es necesario:



Es importante que al hacer la aplicación se remueva la tierra para facilitar el contacto con el mayor número de partículas del suelo.

Al aplicar esta técnica debes tener cuidado, recuerda que la cal viva quema y puede dañar la piel. Al hidratar la cal viva se produce una reacción química que alcanza grandes temperaturas (unos 90°C), por ello es importante tomar medidas de seguridad para evitar accidentes.

Utiliza gafas protectoras, cubre bocas y guantes, pero es mejor protegerse todo el cuerpo y usar mascarilla. Es conveniente tener cerca agua dulce para lavar en caso de salpicadura.

En los **estanques de concreto** se recomienda utilizar cloro como desinfectante para controlar a los microorganismos. Se recomienda una solución de cloro (Hipoclorito de sodio) a una concentración de 0.2 g/litro para desinfectar redes, botas, vestimenta, manos y otros utensilios acuícolas, se inactiva con la luz solar.

- **Fondos nivelados.** - Para evitar la formación de charcos en los estanques, debes nivelar los fondos.
- **Drenaje.** - Debe funcionar de manera adecuada para evitar la pérdida de agua por filtración y que la malla evite la pérdida de peces.
- **Limpieza y desinfección.** - Los tablonces de las compuertas, los bastidores de filtración y bolsas de malla, deben estar en buenas condiciones, limpios y desinfectados.
- **Reparación de bordos y compuertas.** - Si se presentan grietas se deben reparar para evitar filtraciones y daños mayores.
- **Datos del estanque.** - Es importante repintar la escala de niveles de profundidad y los códigos de identificación del estanque.
- **Entrada de agua.** - Se debe limpiar el canal de abastecimiento del agua y asegurar el buen funcionamiento de las compuertas de distribución de agua.

Si para llenar tus estanques requieres reservorios de agua, ten en cuenta lo siguiente:

- Cuida que las mallas de filtración estén limpias y cámbialas periódicamente.
- Adiciona al agua que sale del cárcamo de bombeo, algún desinfectante como cloro a baja concentración, aplicando simultáneamente aireación o tratar la columna de agua con cal (10 kg/ha en columna de 1m de profundidad).
- Madura el agua en el reservorio por lo menos de 24 a 48 horas.
- Evita la entrada de moluscos y otros organismos competidores.
- Evita el bombeo del agua del reservorio cuando: se realicen labores de dragado, limpieza de los canales de abastecimiento del agua; después de las lluvias, cuando se realicen trabajos de fumigación en los alrededores de la granja; cuando las granjas vecinas cosechen, drenen sus estanques o tengan una contingencia por enfermedad.

Para el llenado de los estanques es importante:

- Utilizar agua superficial del reservorio.
- Verificar que las mallas de filtración estén limpias.
- Colocar dosificadores de desinfectantes a las entradas del agua.
- Llenar paulatinamente el estanque en intervalos de dos a tres días.
- Tener una turbidez de 20 a 40 cm (dependiendo de la especie y verifica periódicamente que esta sea por plancton y no por materia en suspensión).

- Considerar el tiempo aproximado para madurar el agua de un estanque que oscila entre 10 y 20 días.

Durante la siembra

Cuando se realiza la siembra en los estanques de las Unidades de Producción Acuícola hay elementos que debes cuidar entre ellos la adquisición de lotes de reproductores o de crías, asegurándote que estos cuenten con un certificado de calidad genética y sanitaria. Para evitar riesgos innecesarios, se recomienda que antes de efectuar la siembra en los estanques, los peces se sometan a un periodo de aislamiento y observación de tres a doce días ya que de otra manera se requerirían periodos de cuarentena que no en todos los casos se pueden realizar. Durante la siembra se debe evitar contaminar el agua de los estanques con la de transporte de los organismos y no mezclar poblaciones de peces de la Unidad de Producción Acuícola con los recientemente adquiridos de otras localidades.

Otras medidas sanitarias que debes considerar durante la siembra del estanque son:

- La siembra inicia una vez que las condiciones del estanque sean las apropiadas.
- Se recomienda el uso de alevines o crías certificadas.
- Sembrar organismos sanos, con talla uniforme, sin deformidades o nado errático.
- Proporcionar a los organismos, alevines alimentos enriquecidos con vitamina C.
- Igualar los parámetros fisicoquímicos del agua antes de movilizar de un lado a otro a las crías evitando el estrés.
- No sembrar o introducir peces que provengan de otras unidades de producción junto con tus peces.
- Realizar monitoreo constante de los parámetros fisicoquímicos antes y después de las siembras en los estanques de engorda y de crecimiento, para verificar la calidad del agua y el comportamiento y crecimiento de los organismos.
- La densidad de organismos sembrados dependerá de la calidad del agua, diseño, tipo de estanque, abundancia del agua, programa de desdobles de peces para minimizar costos de operación y ganar tallas.

Seguimiento

Para la alimentación de los organismos es necesario elaborar un programa que muestre la cantidad y periodicidad del alimento de acuerdo con la fase de desarrollo, mismos que deberán ajustarse de acuerdo con el crecimiento y la biomasa de los organismos. Se deberá tener estricto cuidado en el manejo de los alimentos, procurando que estos sean almacenados en bodegas bien ventiladas, con ello evitarás su contaminación por hongos y por otros organismos.

Raciones alimenticias



Fuente: Alimentos Purina, (2007)

Es importante evitar compartir la bodega con otros productos o alimentos y la exposición por tiempos prolongados a la luz y/o calor del sol. La cantidad de alimento a utilizar debe calcularse cada 2 semanas en base a la muestra de organismos. El procedimiento consiste en capturar parte de la población de organismos, contarlos y pesarlos; el resultado de dividir el peso total entre el número de organismos es el peso promedio. De acuerdo con el peso promedio de tus organismos deberás comprar el alimento balanceado.

Cada compañía vendedora de alimento te ofrece la tabla de alimentación. Durante el muestreo se deben examinar los peces en busca de parásitos, daños en la piel y en aletas, para identificar a tiempo la presencia de parásitos o enfermedades.

El monitoreo periódico del crecimiento y población de peces te permitirá determinar peso y densidad promedio, así como las condiciones sanitarias para la prevención de enfermedades.

Deberás estar atento a las siguientes recomendaciones:

Los muestreos se realizarán periódicamente y cuando se sospeche de problemas o enfermedades en el estanque.

- Para los muestreos se utiliza de preferencia el mismo personal de la granja (atarrayeros) y encargados.
- Se deberán desinfectar todos los utensilios (botas, redes, contenedores, etc.) en cada cambio de muestreo por estanque, con Cloro, lodo u otros desinfectantes.
- Utilizar atarrayas o redes apropiadas al tamaño de los organismos.
- Realizar los muestreos por las mañanas o al atardecer.

Monitoreo



Fuente: SENASICA, (2018)

- Se recomienda que el manejo de los organismos durante las operaciones rutinarias se realice en las primeras horas del día, esta medida permite evitar choques térmicos que pudieran predisponer al organismo al ataque de enfermedades.
- Se recomienda también evitar un manejo excesivo, así como el movimiento de grandes cantidades de peces a un mismo tiempo.
- Observe a los organismos en un contenedor con agua limpia del mismo estanque para determinar su comportamiento, nado, coloración, uniformidad de tallas, organismos muertos, excoriaciones de la piel, cambios de coloración, etc.
- Realice técnicas de diagnóstico presuntivo para orientar el diagnóstico.

Al término de la cosecha

Cuando termines la cosecha no puedes introducir más organismos al estanque hasta que hagas la preparación correspondiente. Deberás iniciar nuevamente con las indicaciones señaladas para antes de la siembra, durante la siembra, seguimiento y cosecha de los organismos

Fuentes

- Meyer Daniel, E. 2004. Introducción a la acuicultura. Zamorano, Honduras. Escuela agrícola Panamericana. 159 pág.
- Merino Archila, M., Salazar Ariza, G. y Gómez León, D. 2006. Guía práctica de piscicultura en Colombia. Bogotá DC. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. 80
- Báez Paleo J. D. 2007. Ingeniería de la Acuicultura Marina. Madrid, España. Observatorio Español de Acuicultura Consejo Superior de Investigaciones Científicas Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 204 pág.
- SENASICA, 2018. Sanidad Acuícola, México. Manual del participante 106 pág.



Actividad de aprendizaje

De acuerdo con la lección anterior, resuelve el siguiente crucigrama.

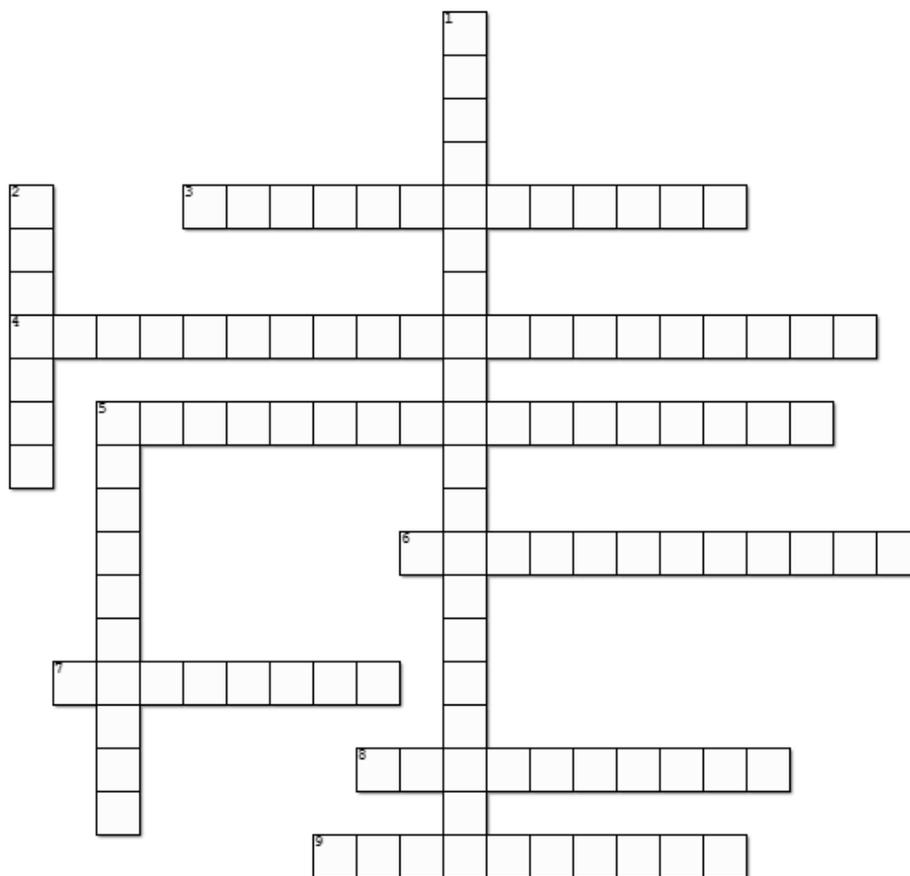
Horizontales

3. Agente químico que se utiliza para evitar que se propaguen enfermedades dentro los establecimientos de los cultivos acuícolas.
4. A que deben ser resistentes los agentes químicos empleados para la desinfección dentro de los sistemas acuícolas.
5. Las Buenas Prácticas de Higiene y Saneamiento en la producción de productos acuícolas son actividades, procedimiento y controles rutinarios, que se aplican en las unidades de producción con la finalidad de:

6. En los sistemas de cultivos acuícolas las medidas de higiene y saneamiento son muy importantes para la protección y lucha contra las:
7. Es un agente capaz de producir enfermedades o daños a los organismos acuícolas.
8. Se encarga del fortalecimiento del huésped, de forma tal que el patógeno capaz de evadir la protección, encuentre una alta resistencia al ataque en el organismo de la especie en el cultivo.
9. Es una medida conocida o entendida como aquélla que intercepta al patógeno a lo largo de la cadena del cultivo para evitar que alcance a los organismos.

Verticales

1. Son medidas tendientes a evitar la introducción, aparición y dispersión de enfermedades en las poblaciones de los organismos acuáticos.
2. Organismo que alberga a otro en su interior o que lo aporta sobre si como parasitismo.
5. Son medias muy importantes para la protección y lucha contra las enfermedades de los animales en los cultivos.

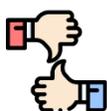


Creado con Crossword Maker en TheTeachersCorner.net

2. Relaciona el número de categoría con las distintas descripciones

Número	1	2	3	4
Categoría	Actividades antes de la siembra	Actividades durante la siembra	Actividades de seguimiento	Al término de la cosecha

No.	Descripción
	Para la alimentación de los organismos es necesario elaborar un programa que muestre la cantidad y periodicidad del alimento de acuerdo con la fase de desarrollo.
	En esta etapa no puedes introducir más organismos al estanque hasta que hagas la preparación correspondiente.
	Al adquirir lotes de reproductores o de crías, debes asegurarte de que estos cuenten con un certificado de calidad genética y sanitaria.
	Debe realizar un secado total de los estanques, dejándolos asolear por lo menos dos semanas en temporada de calor y durante tres a cuatro semanas en época de frío.
	Revisar periódicamente los estanques de engorda y de crecimiento para verificar la calidad del agua y el comportamiento de los organismos.



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia de la higiene y saneamiento en los cultivos acuícolas.			
Distingo la diferencia entre las medidas prevención y protección.			
Puedo distinguir las medidas sanitarias que deben desarrollar antes de la siembra.			
Puedo explicar algunas medidas sanitarias a desarrollar durante la cosecha.			
Reflexiono acerca de la importancia de las medidas de Higiene y Saneamiento,			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Importancia de las Buenas Prácticas Acuícolas
<https://www.youtube.com/watch?v=fnMij1bNINQ>
- Buenas prácticas acuícolas en centros de cultivo de truchas
<https://www.youtube.com/watch?v=egdnwnmhxko>
- Resultados obtenidos del uso de fitogénicos en el área sanitaria de la acuicultura
<https://www.facebook.com/panorama.acuicola/videos/resultados-obtenidos-del-uso-de-fitog%C3%A9nicos-en-el-%C3%A1rea-sanitaria-de-la-acuicultu/413574129685934/>

- Manual de Buenas Prácticas Acuícolas durante la Producción Primaria de Peces
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463237/Primer_borrador_manual_de_buenas_practicas_acuicolas_peces.pdf
- Manual Buenas prácticas de Manufactura de Productos Acuícolas
https://issuu.com/revista-mujeres/docs/manual_buenas_practicas_de_manufactura_de_producto

¿Por qué se enferman mis organismos?



Contextualizando

Todos los animales, son susceptibles a las enfermedades que pueden presentarse en su medio natural; ríos, lagos y presas, así como en las unidades de producción o granjas acuícolas.

Las enfermedades de los organismos generan pérdidas económicas a los productores, por ello, la sanidad acuícola es de suma importancia y requiere poner en práctica procedimientos de prevención, diagnóstico y en su caso, el seguimiento de la enfermedad detectada que pudiera limitar la producción

En la mayoría de los casos, las enfermedades de los organismos en las granjas acuícolas, se asocian a prácticas inadecuadas de manejo que les generan estrés, ya sea por detonantes ambientales, de tipo nutricional, ambiental o por altas densidades de cultivo.

¿Sabes cómo prevenir las enfermedades?

¿Conoces enfermedades comunes en los organismos acuícolas?

En la siguiente lección conocerás a cerca de los diferentes tipos de agentes de causantes de las principales enfermedades de nuestros organismos.



¡Vamos a aprender!

¿Qué agentes infecciosos pueden dañar a mis organismos?

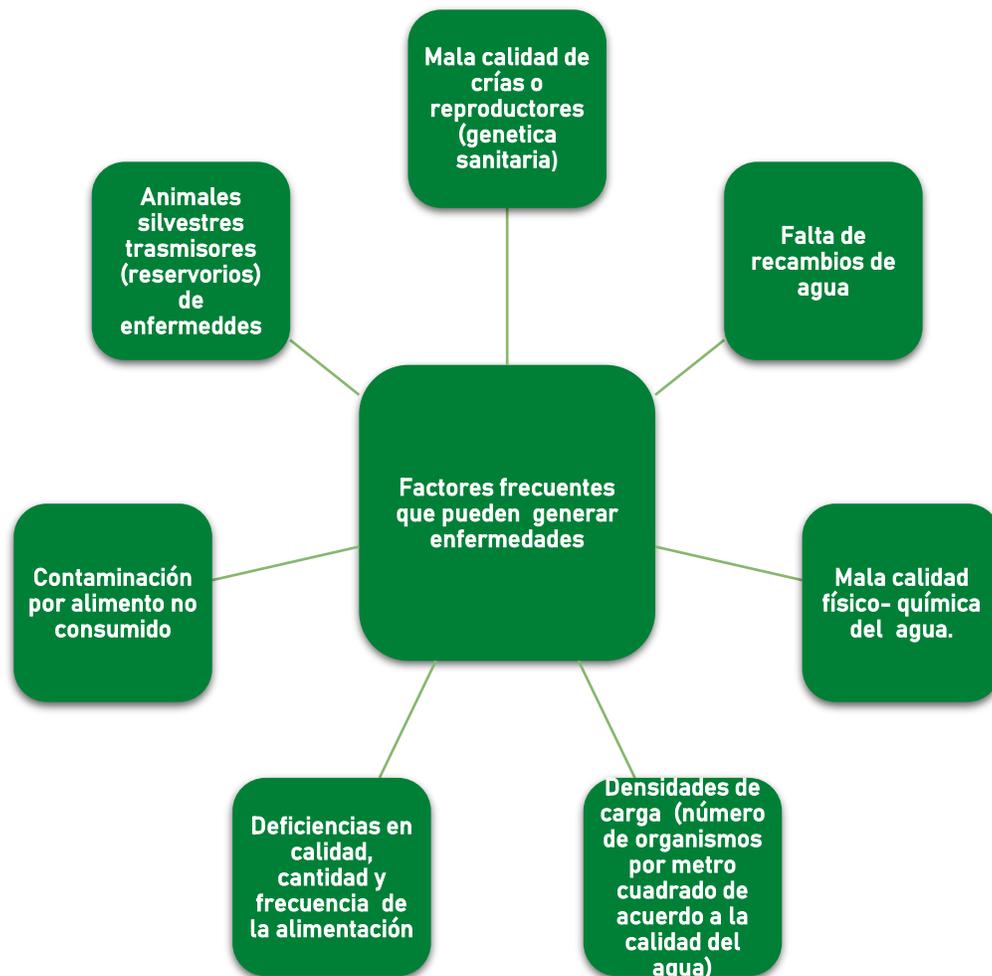
Los agentes infecciosos, llamados también patógenos, son organismos vivos (a excepción de los virus) que en su ciclo de vida requieren de alimento, producen desecho y ejercen diferentes efectos en los animales que atacan.

Depende del agente infeccioso:

- La especie o variedad de los organismos.
- Algunas especies son más resistentes que otras.
- La edad. Los organismos jóvenes son generalmente más propensos a enfermarse, es importante separarlos de los más grandes y de los enfermos.
- El estado nutricional. Peces mal alimentados se enferman fácilmente.
- La etapa de reproducción. En la etapa reproductiva pueden enfermarse porque se manipulan, lastiman y estresan.

- Condiciones fisicoquímicas extremas del medio ambiente.
- Virulencia del agente infeccioso.

¿Sabías que estos factores que pueden generar enfermedades en los organismos?



Determinantes ambientales

Los agentes infecciosos que provocan las enfermedades en los organismos se encuentran estrechamente influenciados por el ambiente, por ello es importante que en los sistemas acuícolas se ponga especial atención en la calidad físico - química del agua. Los organismos acuícolas tienen un rango de temperatura del medio en el cual realizan de forma eficiente sus funciones fisiológicas; los niveles extremos de temperatura (máximos o mínimos) pueden provocar que:

- Los agentes infecciosos se manifiesten y se vuelvan más dañinos.

- Disminuya la concentración de oxígeno en el agua.
- Aumente la concentración de sustancias tóxicas y desechos.

Para evitar que esta situación se presente, debemos procurar mantener en la medida de lo posible un rango de temperatura adecuado para cada especie, vigilando que las variaciones de temperatura sean mínimas para que no repercuta de manera negativa en la producción.

La acumulación de materia orgánica, generada por los desechos de los organismos y por el alimento no consumido, así como altas cantidades de plantas y microorganismos acuáticos, pueden ser la causa de que se presenten enfermedades en los organismos cultivados. Estos factores pueden provocar que los organismos se estresen, disminuyan sus defensas y sean más vulnerables a las enfermedades.

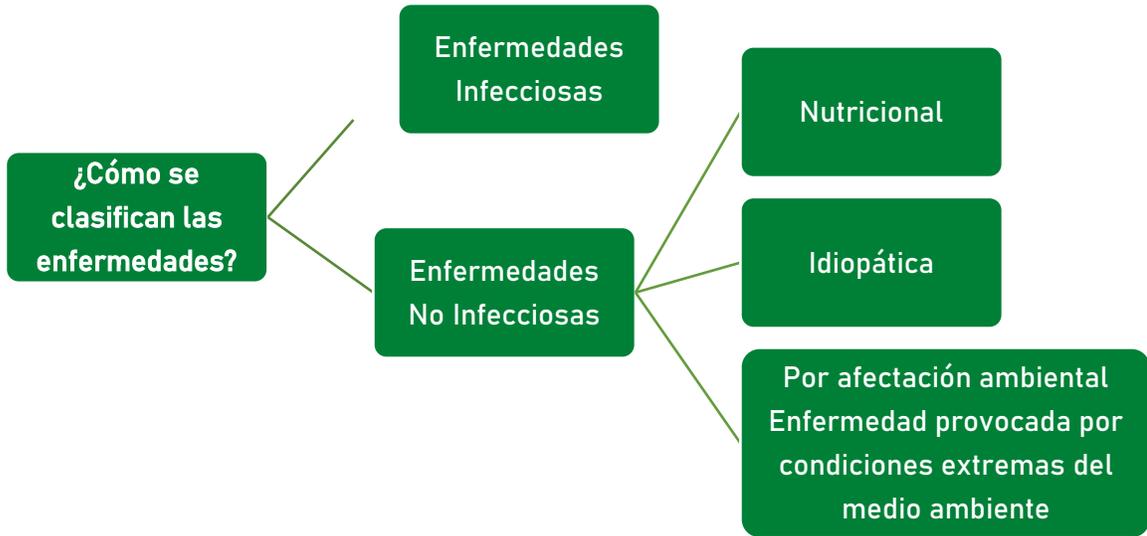
En la siguiente tabla te presentamos los factores ambientales que deberás tomar en cuenta para que tus organismos crezcan sin enfermarse.

Factores ambientales	Condiciones óptimas.
Calidad del agua	En buena medida la calidad del agua va a depender de la fuente de abastecimiento (río, presa, ojo de agua, pozo de agua, mar, etc.), de la que derivan las características fisicoquímicas (temperatura, dureza, pH, oxígeno, etc.) así como la posible presencia de contaminantes (pesticidas, metales pesados, azufre, etc.).
Fenómenos meteorológicos o climatológicos	Estos factores ambientales son importantes en el cultivo de los peces y entre ellos se encuentran las lluvias y su efecto en las fuentes de abastecimiento de agua (ríos, manantiales, pozos de agua, esteros, etc.), en este rubro, también quedan incluidos los ciclones y fenómenos sísmicos, por su efecto en las instalaciones de la unidad de producción.
Calidad del suelo	En especial en estanques rústicos va a determinar la calidad fisicoquímica y biológica del agua, longevidad de la unidad de producción, biotecnología de producción, impacto de la alimentación, ordenamiento de la actividad acuícola, impacto de otras actividades, relación con otras unidades de producción acuícola, uso de la fuente de abastecimiento del agua y el tipo de sistema de cultivo que se habrá de utilizar.
Temperatura ambiente de la región	La temperatura ambiente de la región en que vives será un indicador para que elijas los organismos que habrás de cultivar.

Ingeniería sanitaria	Aunque la ingeniería sanitaria no es un factor ambiental, juega un papel importante en el cultivo de los peces; se debe considerar la ubicación de la unidad de producción para valorar las facilidades de electricidad, vías de comunicación, ordenamiento ecológico, uso de energía no convencional, diseño de la unidad de producción (orientación de los estanques, profundidad, forma, tamaño, sistemas de filtración y recirculación del agua, etc.), tipo de unidad de producción (estanques rústicos, de geomembrana, liner o de concreto).
----------------------	---

¿Cómo se clasifican las enfermedades?

Los agentes infecciosos, pueden vivir en forma normal (cohabitando) dentro de una población de nuestros organismos, sin provocar enfermedades en ellos, sin embargo, cuando aumenta el número de patógenos, pueden ser muy dañinos y provocar la muerte.



Enfermedades infecciosas

Son causadas por agentes infecciosos, conocidos como virus, bacterias, hongos y parásitos.

Agente infeccioso	Características
Virus	Son partículas microscópicas que se reproducen dentro de una célula huésped viva. Son agentes infecciosos obligados de las células de los animales y plantas y pueden estar involucrados en algunas de las enfermedades que éstos padecen.
Bacterias	Son organismos unicelulares que se adaptan a variadas condiciones de vida desde formas de vida libre a patógenos oportunistas (en especial cuando se presentan infecciones virales previas y parásitos obligados, y algunas bacterias parásitas).
Hongos	Son organismos que pueden crecer con aspecto algodonoso y que en ocasiones pueden observarse a simple vista. Su estructura varía con respecto al género, a la especie y a su tipo de reproducción.
Parásitos	Son aquellos animales que viven sobre o dentro de otro organismo, obteniendo protección y alimento. Los más adaptados a su hospedero (organismos) no ocasionan daño, sin embargo, hay otros que causan enfermedades como los protozoarios.

Organismos infectados por los agentes infecciosos (virus, bacterias, hongos y parásitos).



Fuente: Conapesca, (2001).

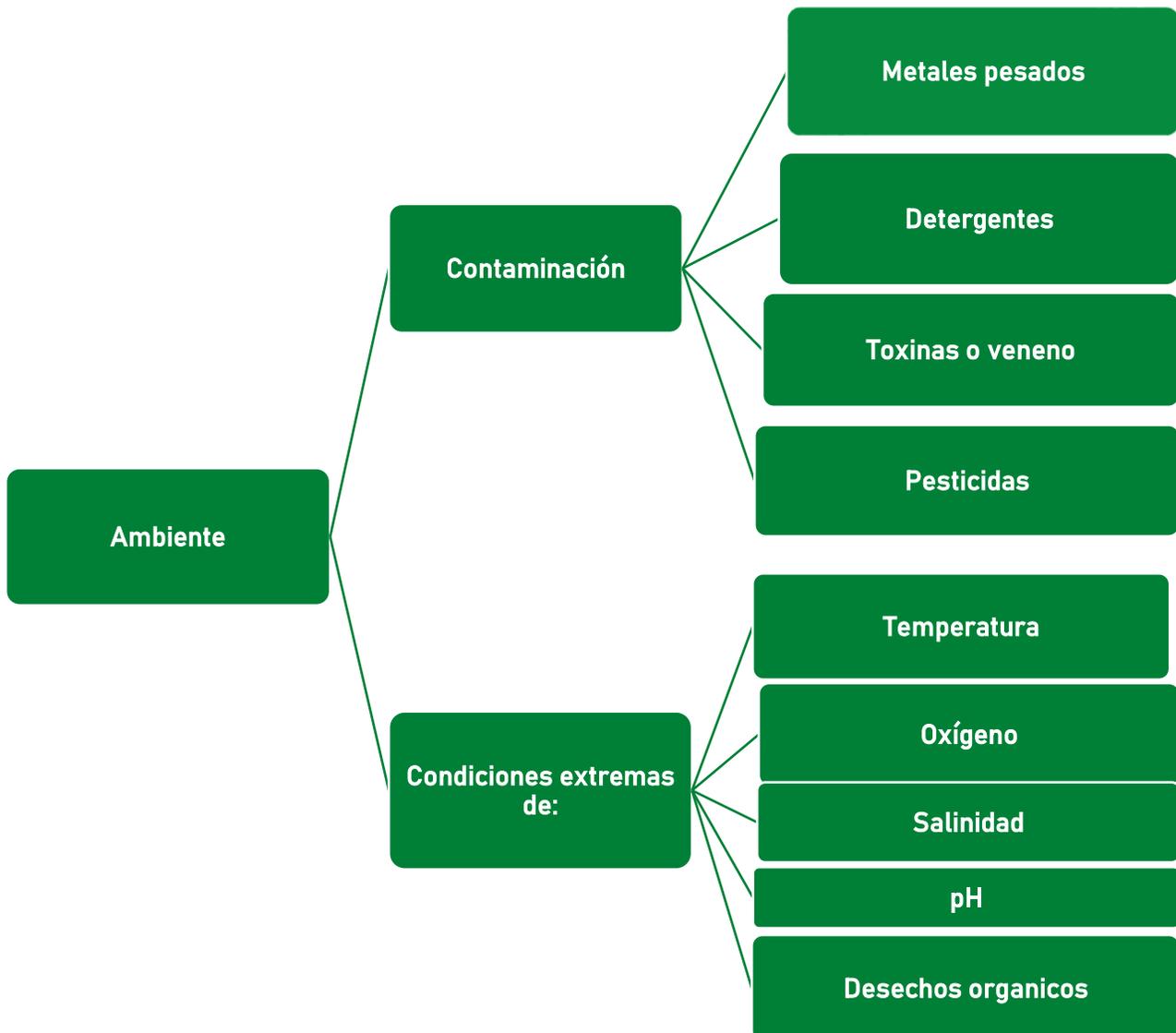
Pero ¿será que siempre sea así?

La muerte de los organismos no ocurre simplemente porque el patógeno esté presente en el ambiente. La causa de que mueran está determinada por la relación entre el hospedero (organismos), el agente infeccioso y el ambiente.

Además, los agentes infecciosos pueden entrar al hospedero (nuestros organismos) por orificios naturales de tres formas: por vía digestiva, respiratoria y cutánea.

Enfermedades no infecciosas

Son provocadas por las condiciones del ambiente.



Enfermedades nutricionales

Son provocadas por una mala alimentación o desbalances en la formulación de los alimentos (carencia o bajas dosis de vitaminas y/o minerales, proteínas y aminoácidos).

Los organismos necesitan consumir materia orgánica como plantas, otros animales o alimentos ya preparados que contengan materia vegetal y/o animal.

Las comercializadoras que preparan y venden estos alimentos calculan la cantidad de proteínas y vitaminas que necesitan tus organismos mientras se desarrollan. Las enfermedades nutricionales también son provocadas por la contaminación por pesticidas y venenos o por microorganismos.

Mira que les sucede a nuestros peces si no están bien nutridos

Peces mal nutridos pueden tener estos síndromes: degeneración del hígado; decoloración de su piel; hemorragias en músculo; ceguera; alteración de su sistema nervioso, entre otras.

Enfermedades Idiopáticas

Este es un grupo de enfermedades cuyas causas son poco claras o desconocidas. En las poblaciones de peces, estas enfermedades pueden ser causadas por la modificación genética de los patógenos, toxinas naturales, o un químico no detectado (condiciones ambientales).

¿Cómo reconocer una enfermedad en mis organismos?

Para un buen manejo, es importante diferenciar si los organismos están sanos o enfermos, pues de ello dependen las medidas sanitarias que deberás tomar en la unidad de producción acuícola.

Un punto primordial es mantener una continua observación de los organismos en los sistemas de cultivos que se empleen (estanques) para determinar si presentan algún signo de estrés, ya que de ser así y prolongarse por mucho tiempo pueden generar una enfermedad.

Los factores que pueden causar estrés se denominan Agentes Estresores y se clasifican como:

Agentes Estresores	Causas
Químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Mala calidad del agua (niveles bajos de oxígeno disuelto, altas concentraciones de nitrógeno en formas tóxicas y pH inadecuado). • Desechos metabólicos (las heces fecales contienen grandes cantidades de nitrógeno, que puede ser tóxico cuando forma amoniaco o nitritos). • Dietas inadecuadas (desbalances en la composición del alimento, venenos, etc.). • Contaminación del agua (intencional - tratamientos).
Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura (este es el agente más importante, que influye en el sistema inmune de los organismos). • Luminosidad. • Ruido.
Biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad de población (hacinamiento). • Presencia de otras especies de organismos acuáticos independientes al sistema del cultivo. • Influencia de los agentes infecciosos (virus, bacterias, hongos, parásitos, etc).
Biotecnológicos o de manejo	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo (biometrías, desdobles, recambios de agua, alimentación). • Transporte. • Tratamiento adecuado de enfermedades.
Fisiológicos "Capacidades de reacción"	<ul style="list-style-type: none"> • Los incrementos de azúcar en la sangre de los peces crean una energía de reserva, que prepara al animal en caso de emergencia.

En el fenómeno de resistencia, los peces pueden adaptarse a la condición de estrés por un periodo indefinido y mostrar un comportamiento normal mientras no consuma la totalidad de sus reservas de energía, cuando esto sucede sobreviene el agotamiento y se manifiesta la enfermedad.

¿Cómo puedo saber cuándo están enfermos?

Quando se trata de la enfermedad de algún organismo, es fundamental realizar una observación detallada de su comportamiento para detectar algún indicador de la enfermedad que lo aqueja.

Los signos más importantes para identificar que los peces están enfermos son los siguientes:

- Pérdida del apetito.
- Secreciones excesivas de mucus y lesiones en la piel.
- Peces cabezones y flacos.
- Nado errático (agitación o pérdida del equilibrio), nado en espiral o lateral.
- Debilidad o pérdida de vitalidad.
- Peces aislados del grupo.
- Conductas anormales como saltos, boqueos, hacinamientos, frotamiento en las paredes, etc.
- Cambios de coloración (decoloraciones u oscurecimiento).
- Ausencia de respuesta a los ruidos o estímulos.
- Intolerancia al manejo durante la clasificación y el transporte.

Fuentes

- Meyer Daniel, E. 2004. Introducción a la acuicultura. Zamorano, Honduras. Escuela agrícola Panamericana. 159 pág.
- Merino Archila, M., Salazar Ariza, G. y Gómez León, D. (2006). Guía práctica de piscicultura en Colombia. Bogotá DC. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. 80 pag.
- Báez Paleo J. D. 2007. Ingeniería de la Acuicultura Marina. Madrid, España. Observatorio Español de Acuicultura Consejo Superior de Investigaciones Científicas Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 204 pág.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Los sistemas cerrados de recirculación en piscicultura (2006). Argentina. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/36-sistemas_cerrados_de_recirculacion.pdf.
- Sarmiento, P. (2013). *Sistemas de Producción en Acuicultura*. Itagüí, Colombia. Solla. <http://www.risaralda.gov.co/descargar.php?idFile=20890>.
- Conapesca. (2001). Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico, México. Casa abierta al tiempo.



Actividad de aprendizaje

Responde correctamente las siguientes preguntas.

1. ¿Qué nombre reciben los agentes conocidos como patógenos que pueden dañar a nuestros organismos?

2. ¿Cómo se denominan los agentes que provocan las enfermedades en los organismos se encuentran estrechamente influenciados en especial atención en la calidad físico - química del agua?

3. ¿Qué nombre recibe el factor ambiental que en buena medida depende de la fuente de abastecimiento (río, presa, ojo de agua, pozo de agua, mar, etc.), de la que derivan las características fisicoquímicas (temperatura, dureza, pH, oxígeno, etc.) así como la posible presencia de contaminantes (pesticidas, metales pesados, azufre, etc.)?

4. ¿Qué nombre recibe el factor ambiental que en especial en los estanques rústicos va a determinar la calidad físico - química y biológica del agua, longevidad de la unidad de producción, biotecnología de producción, impacto de la alimentación, ordenamiento de la actividad acuícola?

5. Juega un papel importante en el cultivo de los peces; se debe considerar la ubicación de la unidad de producción para valorar las facilidades de electricidad, vías de comunicación, ordenamiento ecológico, uso de energía no convencional, diseño de la unidad de producción.

6. Son partículas microscópicas que se reproducen dentro de una célula huésped viva. Son parásitos obligados de las células de los animales y plantas y pueden estar involucrados en algunas de las enfermedades que éstos padecen

7. Son organismos que pueden crecer con aspecto algodonoso y que en ocasiones pueden observarse a simple vista. Su estructura varía con respecto al género, a la especie y a su tipo de reproducción.

8. ¿Son aquellos animales que viven sobre o dentro de otro organismo, obteniendo protección y alimento, y son más adaptados a su hospedero (organismos) no ocasionan daño, sin embargo, hay otros que causan enfermedades como los protozoarios?

9. ¿Qué enfermedades son provocadas por las condiciones del ambiente?.

10. ¿Son enfermedades provocadas por una mala alimentación o desbalances en la formulación de los alimentos (carencia o bajas dosis de vitaminas y/o minerales, proteínas y aminoácidos)?

11. Este es un grupo de enfermedades cuyas causas son poco claras o desconocidas. En las poblaciones de peces, estas enfermedades pueden ser causadas por la modificación genética de los patógenos, toxinas naturales, o un químico no detectado (Condiciones ambientales).

12. Es un agente estresor que causa la mala calidad del agua (niveles bajos de oxígeno disuelto, altas concentraciones de nitrógeno en formas tóxicas y pH inadecuado).

13. La temperatura (este es el agente estresor más importante, que influye en el sistema inmune de los organismos).

14. Agente estresor que Influencia de los agentes infecciosos (virus, bacterias, hongos, parásitos, etc).

2. Señala en la columna si las siguientes oraciones son verdaderas (V) o falsas (F) según sea el caso.

Oración	
Los agentes infecciosos pueden vivir en forma normal (cohabitando) dentro de una población de organismos, sin provocar enfermedad en ellos.	
Cuando aumenta el número de patógenos dentro de los organismos, no son muy dañinos y tampoco provocan la muerte.	
La muerte de los organismos no ocurre simplemente porque el patógeno esté presente en el ambiente.	
La causa de que mueran los organismos está determinada por la relación entre el hospedero (pez), el agente infeccioso y el ambiente.	
Los agentes infecciosos pueden entrar al hospedero de 20 formas.	
Las enfermedades infecciosas son causadas por agentes infecciosos, conocidos como virus, bacterias, hongos y parásitos.	
Las enfermedades no infecciosas pueden ser de naturaleza nutricional, idiopática o por las condiciones del ambiente.	

Los agentes infecciosos pueden ser transmitidos de un organismo a otro por el agua, alimento, utensilios contaminados, canibalismo, orina, heces fecales, mucosidades, etc.	
Los agentes infecciosos no pueden ser transmitidos de un organismo a otro por el agua, alimento, utensilios contaminados, canibalismo, orina, heces fecales, mucosidades, etc.	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Identifico como se clasifican las enfermedades que afectan a los organismos.			
Puedo explicar que factores causan enfermedades en los organismos.			
Logro diferenciar los agentes infecciosos de acuerdo con los tipos de enfermedades en los organismos.			
Reconozco la clasificación de las enfermedades no infecciosas.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- PPAV. (2016) *¿Por qué se enferman los peces en las granjas acuícolas?* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=HthPoZSoP7o>
- COSAEZ. (2016, 23 de agosto). SANIDAD ACUICUOLA [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=0_SXmBa8EJ0
- SENASICA. (2018, 28 de septiembre). *Buenas prácticas en la acuicultura.* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=J2q9jRw6NB8>
- CEPACUI. (s.f.). *Estrategias de prevención y tratamiento de enfermedades en acuicultura.* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=uGlh285U1SE>
- OIRSA México (2018, 03 de octubre). *Estrategia sanitaria de animales acuáticos en México* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9I5fXtdJqkU>