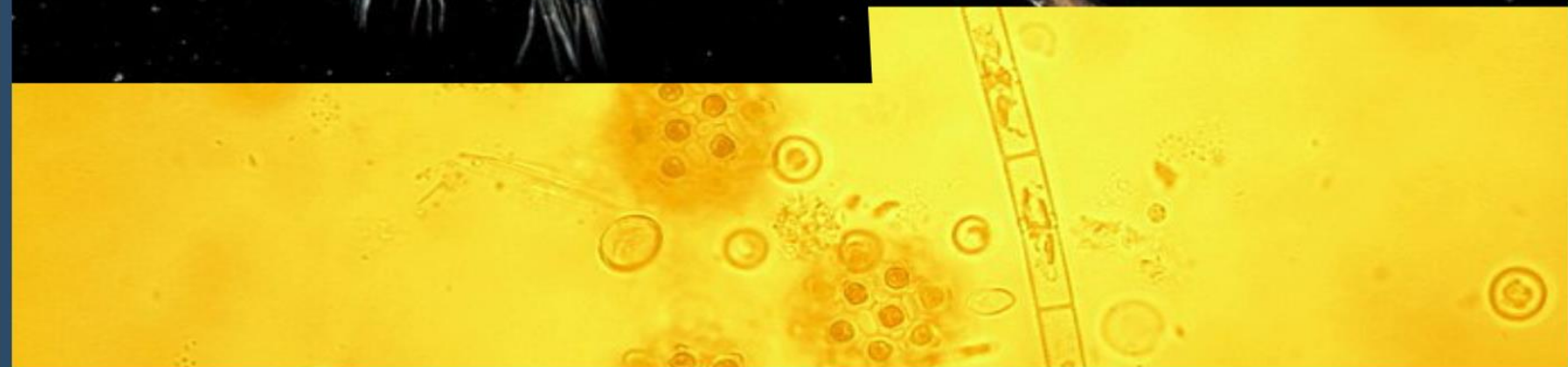
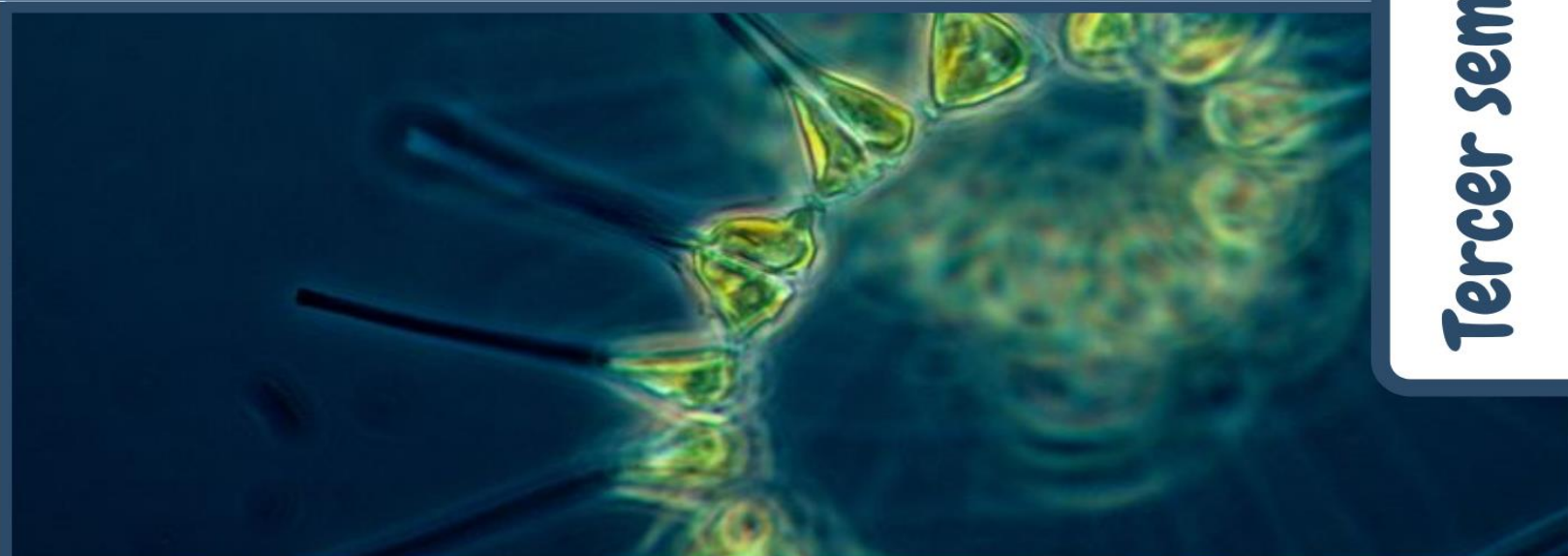


CARRERA TÉCNICA EN ACUACULTURA

Módulo 2. Produce alimento vivo en condiciones controladas

Tercer semestre



Submódulo 2



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

DGETAYCM
Dirección General de Educación
Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar

Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar

Créditos

Desarrollo de Contenido

Miguel Ángel Ángeles Monroy

Zuilma Gissel Mijangos Alquisires

Revisión técnico – pedagógica

Arit Furiati Orta

Itandehui García Flores

Judith Doris Bautista Velasco

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 **Acuacultura**, 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 Acuacultura en el presente material se analizarán el **“Modulo II “Produce alimento vivo en condiciones controladas”**, con sus respectivos submódulos:

- Submódulo 1. Produce fitoplancton en condiciones controladas
- Submódulo 2. Produce zooplancton en condiciones controladas

En este cuadernillo se abordará el **Submódulo 2. Produce zooplancton en condiciones controladas**.

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.

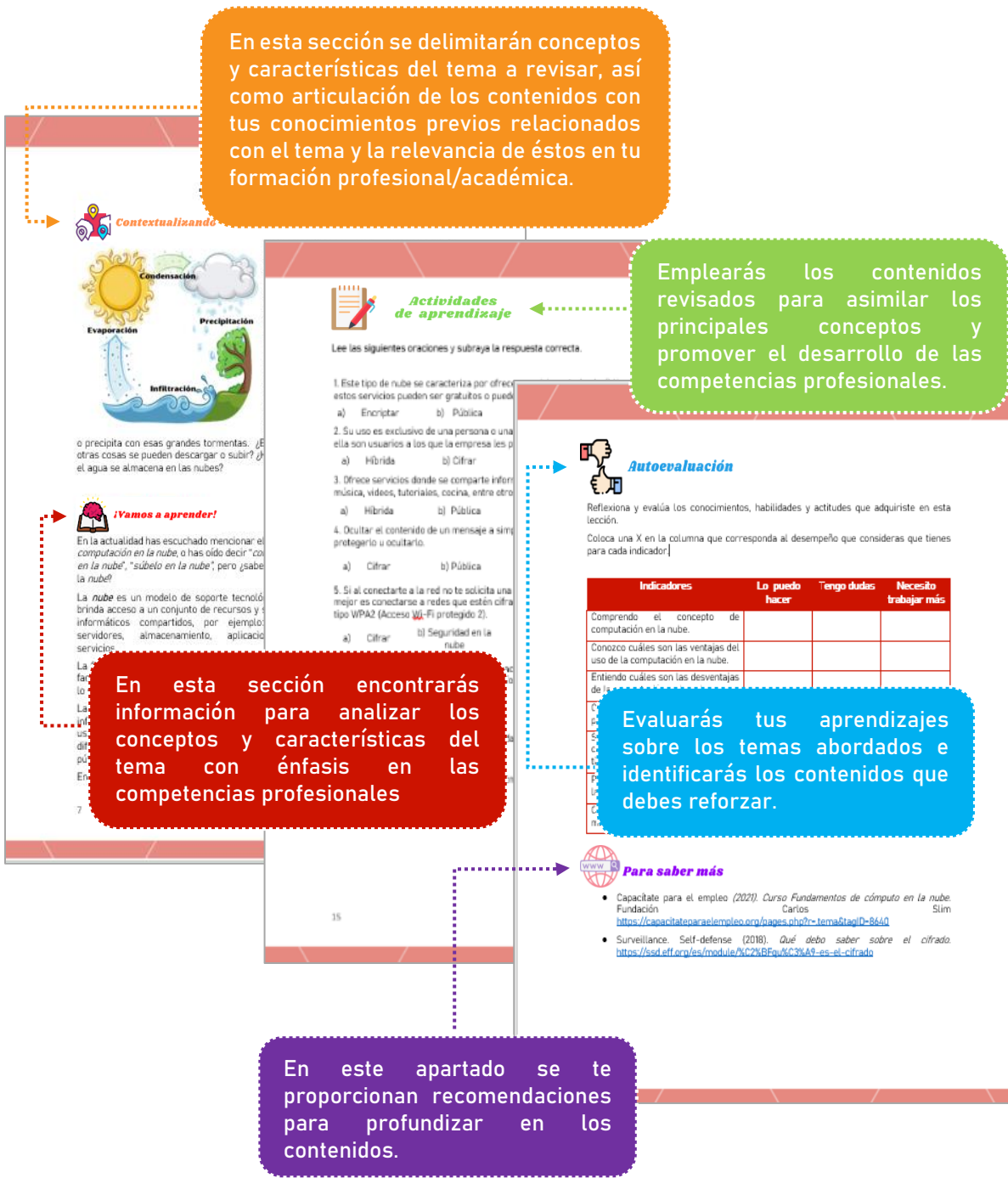
Deseamos que este material apoye la formación académica y sea una herramienta de utilidad en los procesos de aprendizaje para los estudiantes.

Índice

| | Pág. |
|---|-----------|
| Submódulo 2. Produce zooplancton en condiciones controladas. | |
| El Cultivo de Alimento Vivo----- | 7 |
| (Zuilma Gissel Mijangos Alquisires y Miguel Ángel Ángeles Monroy) | |
| Pequeños escarabajos ----- | 16 |
| (Zuilma Gissel Mijangos Alquisires y Miguel Ángel Ángeles Monroy) | |
| Peces Forrajeros----- | 21 |
| (Zuilma Gissel Mijangos Alquisires y Miguel Ángel Ángeles Monroy) | |
| Alimento del tamaño del ojo de una aguja----- | 26 |
| (Zuilma Gissel Mijangos Alquisires y Miguel Ángel Ángeles Monroy) | |
| Alimento peligroso----- | 31 |
| (Zuilma Gissel Mijangos Alquisires y Miguel Ángel Ángeles Monroy) | |
| Alimento asqueroso----- | 36 |
| (Zuilma Gissel Mijangos Alquisires y Miguel Ángel Ángeles Monroy) | |
| Un alimento que nutre y llena de color----- | 43 |
| (Zuilma Gissel Mijangos Alquisires y Miguel Ángel Ángeles Monroy) | |

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.



Submódulo



Produce alimento vivo en condiciones controladas

Competencias profesionales

- Controla las condiciones ambientales del cultivo
- Prepara el medio de cultivo
- Mantiene el desarrollo del cultivo
- Cosecha el cultivo

El Cultivo de Alimento Vivo



Contextualizando

Uno de los factores clave para lograr el éxito en el desarrollo y crecimiento de organismos acuáticos, hablese de peces, moluscos y crustáceos, es el alimento que reciben en sus primeros estadios de vida. Durante sus primeras etapas de desarrollo requieren de alimento alto en proteínas, y aunque la industria acuícola cuenta con una enorme variedad de alimentos balanceados, siempre es una excelente alternativa considerar el incorporar a la dieta, el alimento vivo.

Por esta razón, uno de los puntos críticos en el ciclo de producción de organismos acuáticos, es sin duda, la fase larvaria, la cual requiere de alimentos externos apropiados tanto cuantitativa como cualitativamente. La disponibilidad de larvas en cantidades suficientes y de buena calidad, se considerada un factor clave para el éxito de la producción intensiva, en la cual la alimentación y la nutrición han sido señaladas como los principales factores responsables de los frecuentes desastrosos en la larvicultura, constituyéndose en el cuello de botella para la actividad acuícola.



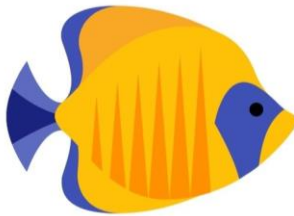
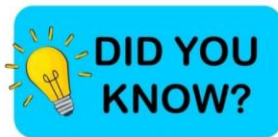
¿A que nos referimos con alimento vivo?

Bien, dentro de este grupo se encuentran las microalgas y organismos microscópicos que conocemos como zooplancton, por ejemplo: los rotíferos, pulgas de agua, copépodos, nauplios de crustáceos, artemia (conocidos como sea monkeys o dragones marinos); y otras especies de invertebrados, como las larvas de tenebrio (gusano de harina), del gusano de fango Tubifex, o microgusano *Panagrellus*. Y si te suenan como nombres extraños, quizá te sean más familiares otros organismos usados como alimento vivo, como las pupas o larvas de mosca de la fruta, si, esas que llegan a tu frutero cuando no te comiste los plátanos o las manzanas que se compraron la semana pasada, también tenemos a las lombrices de tierra y peces pequeños conocidos como forrajeros (los charales o los guppys).

Tal vez te preguntes porqué es importante el alimento vivo en la acuicultura, la respuesta radica en que este tipo de alimentos cubren todos los requerimientos para las especies de cultivo y además resultan costeables en su producción, o sea más baratas, además tienen otras muchas ventajas sobre el alimento balanceado, ese que se hace a través de la formulación de dietas y se ofrece a los organismos en forma de pellets.

El alimento vivo brinda a los organismos de tu cultivo, no solo nutrientes de primera mano, sino también una mejor experiencia de sabor y, sobre todo, la innata búsqueda de alimento por sus propios medios...algo así como que ellos “cacen” a sus presas, sin mencionar que se mantiene la calidad de agua en mejores condiciones.

Las postlarvas de la mayoría de especies de peces son planctófagas, principalmente zooplanctófagas, aun cuando sus adultos sean herbívoros, omnívoros o carnívoros. Las larvas de la mayoría de especies comerciales tropicales poseen reservas vitelinas escasas, siendo denominadas como altriciales; las cuales, cuando inician la alimentación exógena presentan el tracto digestivo aún no completamente formado, el intestino anterior todavía esta indiferenciado y sin glándulas gástricas.



La composición bioquímica del zooplancton para los peces es importante, siendo considerado el alimento que contiene la mayoría de las sustancias nutritivas y que sirve como base para las dietas experimentales. Principalmente, el valor nutritivo se basa en el contenido de aminoácidos y ácidos grasos esenciales, entre otros elementos que favorecen el crecimiento y la sobrevivencia de las postlarvas. El zooplancton debido a su contenido de ácidos grasos esenciales, es una buena opción para la nutrición de las larvas, en general los alimentos naturales presentan altos niveles de proteína de excelente calidad, siendo fuente importante de vitaminas y minerales. El plancton posee enzimas necesarias para el crecimiento y sobrevivencia de las larvas.



¡Vamos a aprender!

Durante la revisión del tema, vamos a hacer una revisión de algunas de las características que necesitas saber para empezar el cultivo de algunos de los organismos que te mencionamos en la sección anterior. Para ello, debemos contar con información suficiente y conocer algunos aspectos básicos de los organismos que queremos cultivar, por ejemplo:

- Información general
- Nombre común y científico
- Hábitat natural donde es posible hallarlos
- Tamaño y forma
- Aporte nutrimental para las especies que se alimentan de ellos
- Requerimientos y parámetros físico-químicos que son necesarios para su cultivo

Revisaremos estos elementos para los cultivos de Pulga de Agua, *Tenebrio molitor*, microgusano *Panagrellus*, peces forrajeros, tubifex y mosca de la fruta.

Diminutas saltarinas

Generalidades del cultivo de la pulga de agua (*Daphnia* spp¹.)

La pulga de agua se conoce con este nombre porque da “saltitos dentro del agua” a semejanza de la pulga común; este movimiento se produce por sus antenas, y llegan a medir hasta 4 mm. Es quizá, uno de los organismos más conocidos y empleados en la acuicultura, principalmente en la alimentación de peces de ornato. Por sus características, es un pequeño micro crustáceo que se distribuye en la región central del Valle de México. Es posible encontrarle durante todo el año, en especial, durante la época de lluvias, luego de que los vientos de febrero a marzo, hayan esparcido sus huevecillos por todas las cuencas.



Dado que son numerosas las especies de pulga de agua, en ocasiones es complejo saber específicamente de qué especie se trata cuando encontramos una. Si bien, es un crustáceo de agua dulce, es posible verla en cuerpos de agua estancados, lagos, estanques donde no haya peces, canales de riego, charcas de temporal, entre otras. Es importante mencionar que no sólo es un recurso utilizado en la acuicultura; también se emplea para estudios de impacto ambiental, toxicidad, genética y ecología reproductiva.

¹ Spp se usa para indicar que se trata de una especie de ese género.

Algunas especies son: *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, *Daphnia moina*, entre otras.

Respecto a su morfología, encontrarás que parece una pequeña lenteja semitransparente, su cuerpo es ovalado y está dividido en 3 regiones. La región cefálica, el tronco y la posterior lobulada que es la región anal. Tienen un ojo simple central y un par de ojos laterales. En el tronco sobresalen los apéndices, que son las antenas bifurcadas que le sirven para nadar. La envoltura es un caparazón bivalvo que deja la cabeza al descubierto.



Por sus hábitos alimenticios, se la puede considerar un organismo filtrador no selectivo; principalmente se alimentan de algas microscópicas, bacterias, hongos, paramecios y detritus, por esta razón su coloración depende de su alimentación, por lo que se pueden ver pulgas de color rojo, gris y castaño.

Por lo que, podrás observar que se vincula ampliamente con el Submódulo 1, al cultivar especies de fitoplancton que puedan ser utilizadas para la alimentación no solo de la pulga de agua, sino de otras especies que revisaremos más adelante.

La taxonomía de esta especie es la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Clase: Branchiopoda

Orden: Diplostraca

Suborden: Cladocera

Familia: Daphniidae

Género: Daphnia

Especie: *Daphnia magna*

Ciclo de vida de la pulga de agua

La reproducción es partenogenética². Durante la mayor parte de año, sobre todo en verano dan origen solamente a hembras. Dependiendo de la especie y condiciones ambientales, la hembra puede tener en su bolsa de incubación aproximadamente 20 huevos partenogenéticos. Cuando salen del huevo, tienen una forma similar a la de su progenitora. Tienen un ciclo de vida corto de 3 a 4 semanas, se reproducen cada 48 horas.

Los huevos partenogenéticos se desarrollan en embriones y pasan, a través de conductos, a una bolsa de incubación que se encuentra en la parte posterior del cuerpo de la hembra, en pocos días las pulgas jóvenes son arrojadas al agua

Contenido nutrimental de *Daphnia sp*

Como fuente de alimento, son valiosas para peces de pequeño tamaño de agua dulce y especialmente, en etapas de desarrollo larvario y juvenil; también se utiliza como ingrediente para la formulación de alimentos comerciales. A continuación, puedes observar el aporte nutrimental de *Daphnia spp*³.

| Elemento | Porcentaje (%) | Bioelementos | Mg/g |
|--------------------|----------------|--------------|------|
| Proteínas | 74.5 | Ca | 0.21 |
| Lípidos | 1.4 | Mg | 0.12 |
| Cenizas | 0.7 | P | 1.46 |
| Aminoácidos | | Na | 0.74 |
| Arginina | 10.92 | K | 0.72 |
| Histidina | 2.69 | Fe | 72.2 |
| Tirosina | 4.27 | Zn | 12.8 |
| Cistina | 1.17 | Mn | 13.2 |
| Metionina | 3.45 | Cu | 1.1 |

Adaptado: De Paw y colaboradores (1981).

Conocer el valor nutricional del alimento que proporcionamos a los peces es muy importante, sobre todo por los fines que persigue la acuicultura, y que tienen que ver con producir organismos de alta calidad en su carne; también, en el caso de peces de ornato, ejemplares con mayor color en el cuerpo; aletas más grandes y exuberantes en machos. En el caso de las hembras, proporcionar fuentes ricas en vitaminas y aminoácidos para mejorar la eclosión y sobrevivencia de alevines en sus primeras etapas de desarrollo. El alto valor de proteínas como pudiste observar en la tabla anterior, es una buena señal en el alimento vivo, ya que te garantiza la ganancia de talla en tus cultivos.

² La partenogénesis es una forma de reproducción basada en el desarrollo de células sexuales femeninas no fecundadas, en la que la descendencia está compuesta sólo por hembras que son clones de la madre.

³ Spp se usa para indicar que se trata de una especie de ese género.

Requerimientos y parámetros físico-químicos

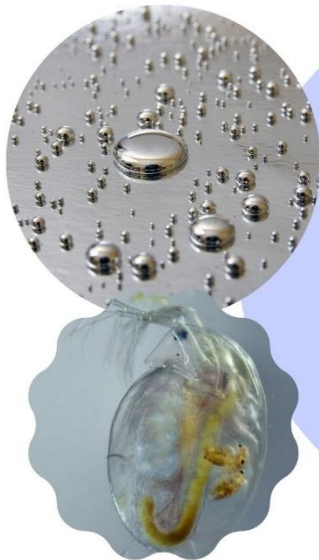
En esencia, el cultivo de la pulga de agua es sencillo. Los materiales que se necesitan para ello no son caros o difíciles de conseguir.

Uno de los aspectos a tomar en cuenta es la temperatura óptima a la cual se desarrollan, en este caso, dependiendo de la especie, los rangos son muy amplios. Dentro de las especies más comunes que se pueden encontrar en México están: *Daphnia longispina*, *D. pulex*, *D. macrocopa* y *D. Moina rectirostris*, que, en conjunto, comparten rangos de temperatura para óptimo desarrollo, los cuales van desde los 24°C hasta los 29°C. La temperatura es importante para el factor reproductivo, las pulgas de agua se reproducen por partenogénesis, y en un rango de temperaturas que va de los 25 a 30°C.

La demanda de oxígeno no es un factor que limite su desarrollo, ya que pueden tolerar niveles muy bajos.

En lo que respecta a elementos como el fósforo y nitrógeno, lo recomendable es que los niveles se encuentren alrededor de los 0.5 mg/L

En el caso del pH, es un aspecto muy difícil de determinar para las especies, pero generalmente en las aguas dulces con pH neutro a ligeramente alcalino, se desarrollan bien (FAO, 1987).



Las pulgas de agua se usan en los bioensayos para el control de la calidad del agua. Por ser una especie muy sensible a los metales pesados. Daphnia es capaz de detectar la presencia de Mercurio en el agua en concentraciones apenas de 0.005 mg/L y aun menores cantidades de plaguicidas y residuos industriales.

Iniciar un cultivo de pulga de agua no es tan complicado, algunos de los pasos que se tienen que seguir para ello son los siguientes:

- Un recipiente o pileta con una capacidad de al menos 80 L. (puede hacerse en recipientes más pequeños, pero el nivel de producción es limitado).
- Para preparar el medio de cultivo usualmente se utilizan algunos componentes como: a) Estiércol de borrego o vaca (una cubeta de 12 litros estará bien); b) Salvado de alfalfa y trigo.
- Se prepara el contenedor del medio donde realizará el cultivo con agua de grifo, y se deja reposar directamente al sol durante uno o dos días.
- Si se consigue estiércol, debe separarse y esparcirse un poco en el fondo, de manera que abarque todo el recipiente o contenedor, dejándolo reposar de una a dos semanas.
- En caso de no haber conseguido estiércol, puede utilizarse el salvado, el cual debe ser molido, puede usarse una licuadora casera, y se deja reposar hasta que se obtiene un fermento; también es posible utilizar el jugo con lechuga, acelgas, espinacas, hojas de rábano, etc. El punto es generar un jugo que se deje fermentar y una vez logrado el fermento, se adiciona al agua que se dejó reposar. Para este caso, es necesario conseguir o comprar *Daphnia* como la que venden en las tiendas de mascotas o mercados de mascotas.

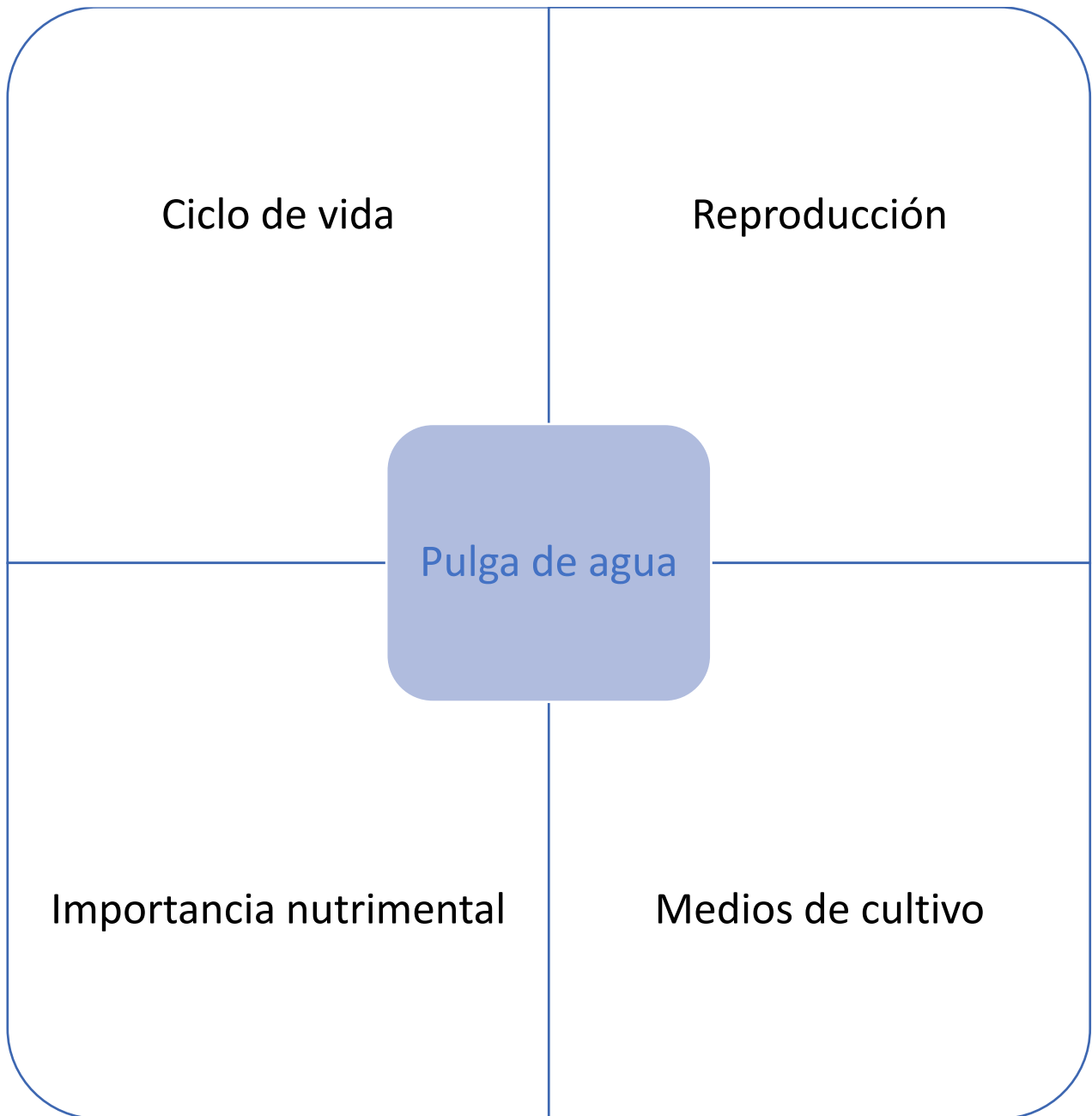
Fuentes:

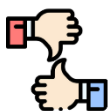
- De Paw, N., Laureys, P. y Morales, J. 1981. Mass cultivation of *Daphnia magna* Strauss on rice bran. *Aquaculture*. 25: 141-152. 1981.
- Torrentera, B.L. & A.G.J. Tacon. 1989. La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura. FAO. Documento de Campo No. 12. Programa Cooperativo Gubernamental /Región América Latina /075 /Italia. Brasilia, Brasil. 90 p.



Actividad de aprendizaje

Ahora te toca realizar una reflexión acerca de este tema. Completa el siguiente diagrama con la información que se te solicita. Si tienes oportunidad, puedes complementar la información con dibujos o imágenes impresas.





Autoevaluación

| Indicadores | Lo puedo hacer | Tengo dudas | Necesito trabajar más |
|---|----------------|-------------|-----------------------|
| Identifico las principales características biológicas de la pulga de agua. | | | |
| Comprendo la importancia de conocer los factores ambientales óptimos para su desarrollo. | | | |
| Conozco los diferentes componentes nutricionales que aporta la pulga de agua al cultivo de peces. | | | |



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Cultivo de microcrustáceos de agua dulce: <http://www.fao.org/3/ab473s/AB473S06.htm>
- Cultivo de Daphnia: Alimento vivo para peces (dafnias, pulga de agua) || https://youtu.be/_XCJtkmcllU

Pequeños escarabajos



Contextualizando

Sabías que el gusano de la harina, como se le conoce a este escarabajo, es un organismo cuyo grupo de insectos al que pertenece es tan grande, que alcanza cerca de las 300 000 especies identificadas a lo largo y ancho del mundo.



¡Sorprendente verdad!

Dado que se encuentran distribuidos por todo el mundo, desde hace mucho tiempo estos insectos han sido utilizados como alimento para aves, ganado vacuno, reptiles, peces y mamíferos. Se sabe que, en algunas regiones de África, Asia y América, se los ha incluido también como complemento de algunos platillos.

Algunos aspectos interesantes de este insecto, radican no solo es que puede servir como alimento, también se ha demostrado que son un excelente degradador pues es capaz de comer materiales como el unicel o cualquier tipo de harina procesada (pan), desperdicios de verduras, frutas y algunas semillas; incluso algunos plásticos.



¡Vamos a aprender!

En esta ocasión, conocerás algunos aspectos del ciclo de vida de este insecto. Comencemos por repasar su clasificación taxonómica. Manos a la obra.

La taxonomía de esta especie es la siguiente

Taxonomía del *Tenebrio molitor*

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Tenebrionidae

Género: *Tenebrio*

Especie: *molitor*

Ciclo de vida

Debes de saber que, como es un insecto, también es holometábolos, es decir, presenta metamorfosis completa. Su ciclo de vida se divide en: huevo, larva, pupa y adulto. También puede decirse que viven mucho tiempo, en cautiverio de 5 a 10 u 11 meses, incluso un poco más. Su desarrollo comienza con los huevecillos, invisibles a simple vista, algunos autores mencionan que son de forma semiesférica y blancos, otros que son en forma de frijol y de color gris o café oscuro.

Dependiendo de las condiciones ambientales, la eclosión puede darse después de 6 o 7 días, emergen las larvas muy pequeñas, de cerca de 4 o 5 mm de longitud. El estadio larval atraviesa por un ciclo constante de crecimiento que se puede observar mientras se los tiene bajo cultivo. Una larva puede crecer y mudar, entre 8 y hasta 12 ocasiones, y en total, el proceso de maduración de la larva se prolonga hasta cerca de 90 días. Tal como es posible apreciarlo en la imagen, larvas recién eclosionadas, en etapa intermedia o a punto de cambiar.



La forma de pupa es el siguiente estadio, dura de tres a cuatro semanas. Y conforme pasan los días, va presentando indicios de lo que será el adulto. Pueden verse: abdomen bien definido; extremidades, plegadas al tórax e incluso los apéndices bucales.

La última etapa de desarrollo es el adulto y puede presentar diferentes tonalidades, en función de su estado de madurez. El adulto es pequeño, puede medir entre 1.3 y 1.8 cm de largo; el ancho del cuerpo varía entre 04 y 0.5 mm. Los adultos son de color castaño a negro y con las características típicas externas de un escarabajo; élitros fuertes y alargados para proteger las alas debajo de estos; cabeza pequeña y móvil. La edad reproductiva la alcanzan alrededor de las 2 o 3 semanas luego de haber alcanzado la etapa adulta, justo después de esto, comienza la ovoposición o puesta de huevecillos, cada escarabajo puede poner hasta 500 huevos.



Contenido nutrimental de Tenebrio molitor.

| Factor | Porcentaje |
|-----------------------------|------------|
| Humedad | 58.02 |
| Proteína | 20.23 |
| Grasa | 16.0 |
| Fibra cruda | 4.28 |
| Extracto libre de nitrógeno | 0.47 |
| Cenizas | 1.0 |
| Fósforo | 0.27 |
| Calcio | 57.37 |

Al analizar la tabla, puedes observar que el aporte de proteína y grasa son intermedios, si se considera que usualmente un alimento peletizado para peces posee hasta un de 35 a 45% de proteína, y entre 19 a 25% de lípidos o grasas. Por ello, es importante considerar que alimentar a los peces con *Tenebrio*, también debemos agregar otros complementos, justo de esa manera es que se puede tomar, como un complemento adicional al alimento que se les da.

Aparte del valor nutritivo de las larvas de *Tenebrio molitor*, tiene la ventaja que, al ser una presa viva y móvil, deseada como una golosina, interviene en el funcionamiento psicomotriz de los animales, aliviando el aburrimiento del cautiverio.



Para el cultivo de *Tenebrio* puedes utilizar materiales y sustratos muy variados. Por ejemplo, los medios de cultivo los puedes elaborar a partir de harinas de salvado integral de trigo o incluso, de restos de pan de caja, bolillos, teleras, los cuales se pueden moler o triturar quedando una especie de masa seca fina. Además de ello es posible utilizar hojas de lechuga enteras, zanahoria, brócoli, o acelgas, estas pueden estar en trozos o enteras.

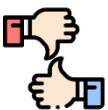
Respecto a la cantidad de luz y temperatura, para su cultivo se los puede tener desde los 20°C, hasta los 28 °C. Por las condiciones y tipo de sustrato que se emplea, en cuanto al porcentaje de humedad relativa, se sugiere que máximo esta sea de 50 %. El fotoperiodo o las horas de luz oscuridad a las que deben someterse es: 16 horas luz y 8 de oscuridad. Pero, no tiene grandes efectos si se les deja estar en lugares donde la luz natural durante lo que dure el día. No debe ponerse directamente al sol o expuestos a factores como el viento o la lluvia.



Actividad de aprendizaje

Para reafirmar lo que sabes sobre la especie *Tenebrio molitor* completando la siguiente tabla con la información que acabas de revisar.

| Aspecto | Respuesta |
|---|-----------|
| Medios o sustratos para su cultivo | |
| Temperatura optima | |
| Humedad relativa | |
| Horas de luz al día | |
| Escribe las etapas de desarrollo del <i>Tenebrio</i> . | |
| Tiempo de eclosión | |
| Número de veces que puede mudar una larva antes de alcanzar el siguiente estadio. | |



Autoevaluación

| Indicadores | Lo puedo hacer | Tengo dudas | Necesito trabajar más |
|---|----------------|-------------|-----------------------|
| Conozco las principales características del ciclo de vida del <i>Tenebrio molitor</i> . | | | |
| Identifico las etapas de desarrollo del <i>T. molitor</i> | | | |
| Comprendo la importancia del <i>T. molitor</i> como fuente de alimento alternativa. | | | |



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Como hacer un cultivo de tenebrios (tutorial) <https://www.youtube.com/watch?v=yFLYnCcBy4k>
- Como criar tenebrios!!!-alimento vivo <https://youtu.be/HmPLzEVdRTs>
- Influencia de diferentes dietas en la composición nutricional del insecto comestible *Tenebrio molitor* y estudio de su pardeamiento <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/26036/TFG%20-%20Mendoza%20Lainez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- El cultivo del gusano de harina (*Tenebrio molitor*) como herramienta didáctica para disminuir el impacto ambiental del uso del poliestireno expandido (eps) potenciando el uso del abono orgánico producto de su biodegradación con estudiantes de 6° de la institución educativa Alfonso Builes corre <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2997/OrtegaBarrasaBrenda-GonzalezAlvarezKaren.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peces Forrajeros



Contextualizando

Los peces forrajeros son peces pequeños que se alimentan de plancton (fitoplancton y zooplancton) y que son consumidos por depredadores grandes que tienen una posición superior en las redes tróficas. Tienen un papel muy importante en los ecosistemas marinos ya que transfieren la energía a través de la cadena trófica. Por lo tanto, su colapso puede tener consecuencias ecológicas importantes. Incluyen las sardinas, capellanes, arenques, anchovas y caballas, entre otros.

Se utilizan como materia prima para la producción de aceite y harina de pescado, ingrediente clave en la dieta de peces de cultivo como el salmón, porcinos y aves de corral. Las especies de peces pelágicos pequeños que tienden a conformar las poblaciones de peces de forraje son especies de rápido crecimiento, corta vida, altamente productivas y de maduración sexual temprana. En la presente lección conoceremos más acerca de éstos.



¡Vamos a aprender!

Llamamos peces forrajeros a aquellos pequeños peces que sirven de alimento a otros organismos acuáticos carnívoros de mayor tamaño que requieren de presas en movimiento como, por ejemplo, las ranas, ajolotes y peces como la lobina, el blanco y otros de ornato tanto marinos como de agua dulce. Inclusive se llega a utilizar a los peces forrajeros como carnada para la pesca deportiva.

Lenfest Forage Fish Task Force define a los peces forrajeros según el rol que estos cumplen en los ecosistemas marinos:

- Las especies de peces forrajeros son el nexo principal que permite que la energía fluya desde el nivel más bajo de la cadena alimentaria a los niveles tróficos más altos. Se alimentan principalmente de plancton y sirven de presa para otras especies del océano.
- Si bien son pocas las especies que cumplen con este rol trófico, estas constituyen a la mayoría de la biomasa vertebrada de los ecosistemas marinos.
- Estas especies mantienen su rol fundamental en la cadena alimentaria durante toda su vida.
- Tienden a ser de cuerpo relativamente pequeño, alcanzan la madurez reproductiva rápidamente, viven durante poco tiempo y muchos de los especímenes son jóvenes.
- Las especies de peces forrajeros generalmente forman cardúmenes compactos, lo cual facilita su captura.

¿Por qué son importantes los peces forrajeros?

Los peces forrajeros cumplen un rol fundamental en las cadenas alimentarias marinas ya que se alimentan del plancton y transfieren energía a los mamíferos marinos, las aves marinas y los peces de mayor tamaño. Por otra parte, los peces forrajeros también son un producto de consumo valioso y representan más de un tercio de la captura de peces marinos silvestres a nivel global. La mayor parte de los peces forrajeros capturados no se consumen directamente como alimento para humanos: el 90 % se procesa y se convierte en alimento para criaderos de peces, aves de corral y ganado, y de igual manera se lo utiliza en la elaboración de suplementos nutricionales para consumo humano.

Por lo regular, los encontramos entre los peces de ornato pequeños y con poco color, suelen venderlos acuarios, mercados de peces, tianguis, los más comunes son los charales y en ocasiones los guppys.

Algunos de los principales organismos que se emplean como peces forrajeros provienen de las familias Goodeidae, Poeciliidae y Atherinopsidae.

Los goideos son un grupo pequeño de 35 a 40 especies, son vivíparos, de longitudes de 25 a 200 mm. Los machos son más pequeños que las hembras. Los organismos silvestres son de color verde olivo, gris o pardo, con tonos iridiscentes. Los machos pueden tener aletas más grandes y con mayor pigmentación, como manchas o lunares negros o de otro color en el cuerpo.

La familia Poeciliidae contiene cerca de 200 especies de pequeños peces; de latitudes tropicales y subtropicales

La familia Atherinopsidae cuenta con 10 géneros: dos, cuyas especies están restringidas a las aguas dulces del altiplano. A nivel mundial, adicionalmente, se reconocen 12 géneros cuyos representantes se localizan en el antiguo continente.



Algunas especies de peces forrajeros más comunes en México son:

- *Girardinichthys viviparus*, o pemetlapiquescadito amarillo o metlapique, es un pececillo lacustre de vientre grande, del largo y grueso de un dedo, que tiene el vientre grande en relación con su cuerpo de color pardo. Se localiza en el lago de Xochimilco, y actualmente se le conoce con el nombre de “Apeto”

- *Girardinichthys multiradiatus*, se localiza en las pozas y arroyos que son parte del sistema superior del Río Lerma y en localidades de Ixtlahuaca y lagunas de Zempoala, Estado de México. Los machos llegan a una talla de hasta 3 cm y las hembras hasta 3.5. Se observan formando cardúmenes debido al continuo apareamiento que presentan.
- *Ameca splendens*, se encuentra en Jalisco, en climas de fresco a tropical. El macho tiene en la aleta caudal una banda ancha de color amarillo o naranja, las aletas pectorales y pélvicas también son amarillas, el cuerpo presenta reflejos azules metálicos y el abdomen en amarillo dorado. Las hembras son verde-amarillas sobre el pedúnculo caudal con reflejos azules en los costados. Miden de van de los 7 a los 9 cm y los machos de los 6 a los 7.5.
- *Poecilia reticulata*, Son peces pequeños y con dimorfismo sexual muy marcado, las hembras son más grandes y lo machos tienen aletas caudales coloreadas y más desarrolladas que las de las hembras. Es una especie introducida a varias localidades mexicanas y es abundante en el valle de México, en la cuenca del Río Pánuco, en río del Azufre en Tabasco y en la península de Yucatán.
- *Xiphophorus maculatus*, Son comúnmente llamados cola de espada ya que la parte inferior de la aleta caudal del macho es muy prolongada. Se presenta en Tamaulipas, SLP y Veracruz. El cuerpo es de color gris con una franja amarilla en cada costado y con dos líneas rojas discontinuas a lo largo del cuerpo. El apéndice en forma de espada es de color amarillo con un margen negro. Puede presentar también una tonalidad verde clara.
- *Atherinopsis californiensis*, los individuos de esta especie son muy frecuentes dentro de los cuerpos de agua protegidos de la costa occidental de la península de Baja California y de la parte norte del Golfo de California. Los adultos incursionan hacia las lagunas costeras, donde se efectúa la reproducción. En esos sitios prevalecen condiciones de hipersalinidad, sobre todo en las localidades antes mencionadas.



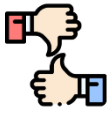
Actividad de aprendizaje

Pongamos en marcha lo aprendido. Indica el nombre científico de la especie que se describe, de acuerdo con lo visto en las secciones anteriores.

- Los machos tienen en la aleta caudal una banda ancha de color amarillo o naranja, las aletas pectorales y pélvicas también son amarillas, el cuerpo presenta reflejos azules metálicos y el abdomen en amarillo dorado _____
- Son comúnmente llamados cola de espada ya que la parte inferior de la aleta caudal del macho es muy prolongada. Se presenta en Tamaulipas, SLP y Veracruz _____
- Son peces pequeños y con dimorfismo sexual muy marcado, las hembras son más grandes y los machos tienen aletas caudales coloreadas y más desarrolladas que las de las hembras _____
- Se localiza en el lago de Xochimilco, y actualmente se le conoce con el nombre de "Apeto" _____
- Los machos llegan a una talla de hasta 3 cm y las hembras hasta 3.5. Se observan formando cardúmenes debido al continuo apareamiento que presentan _____
- Los individuos de esta especie son muy frecuentes dentro de los cuerpos de agua protegidos de la costa occidental de la península de Baja California y de la parte norte del Golfo de California _____

Fuentes:

- Castro-Aguirre, J. L., & Espinosa Pérez, H. (2006). Los peces de la familia Atherinopsidae (Teleostei: Atheriniformes) de las lagunas costeras neutras e hipersalinas de México. *Hidrobiológica*, 16(1), 89-101.
- Ellen K. Pikitch, Et. Al. Resumen del nuevo análisis científico. Pequeños peces, gran impacto Administración del eslabón fundamental en las cadenas alimentarias oceánicas. Resumen del informe de Lenfest Forage Fish Task Force https://www.lenfestocean.org/~media/legacy/lenfest/pdfs/resumen_pequenos_peces_gran_impacto_spanish_summary.pdf
- Castro Barrera, T. (2003). Alimento vivo para organismos acuáticos.
- <https://pixabay.com/es/images/search/guppies/>
- <https://www.canva.com/folder/all-designs>



Autoevaluación

| Indicadores | Lo puedo hacer | Tengo dudas | Necesito trabajar más |
|--|----------------|-------------|-----------------------|
| Puedo explicar qué son los peces forrajeros. | | | |
| Identifico la importancia de los peces forrajeros y puedo brindar ejemplos de estos. | | | |
| Puedo explicar el rol que cumplen los peces forrajeros en los ecosistemas marinos. | | | |



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Come menos sardinas para comer más sardinas <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/peces-forrajeros/>
- Peces forrajeros <https://www.youtube.com/watch?v=UbDIEHv149s>

Alimento del tamaño del ojo de una aguja



Contextualizando

Todos los organismos acuáticos atraviesan por diferentes etapas de desarrollo durante su ciclo de vida. Para el caso de los peces de ornato, cuando recién nacen o eclosionan, el poder contar con un alimento adecuado al tamaño de su boca es altamente preferible, mejor aún, si también el contenido nutrimental contribuye a su rápido crecimiento. El alimento vivo por excelencia para estadios de peces comerciales y de ornato bajo cultivo, es el nauplio de artemia, pero, cuando no se cuenta con acceso a este, una alternativa es el conocido como microgusano, cuyo nombre científico es *Panagrellus redivivus*. No sustituye a la artemia como fuente altamente rica en proteínas, pero si facilitará la alimentación de los alevines y su crecimiento sin necesidad de utilizar alimentos que alteran la calidad del agua.



¡Vamos a aprender!

En esta sección vamos a conocer algunas características importantes del microgusano, aspectos de su clasificación taxonómica, ciclo de vida, reproducción, crecimiento y algunas maneras de cultivarlos. Comencemos.

La taxonomía de esta especie es la siguiente

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Rhabditida

Familia: Panagrolaimidae

Género: *Panagrellus*

Especie: *P. redivivus* (Goodey, 1945)



Ciclo de vida

Panagrellus redivivus es un nematodo de vida libre, habita tanto el medio terrestre como acuático, se alimenta de bacterias, levaduras y hongos. Posee cuerpo no segmentado, de forma cilíndrica y un sistema muscular longitudinal que le permite desplazarse con

movimientos de adelante hacia atrás. Usualmente son de color transparente o incluso blanco. El tamaño varía, pero no alcanzan más allá de 1.5 y 2 milímetros de longitud.



Se los puede ver fácilmente al microscopio óptico, donde es posible apreciar que el movimiento es continuo e intenso.

Este organismo presenta dimorfismo sexual, el macho siempre es más pequeño que la hembra, son menos numerosos en un cultivo y crecen rápidamente, además, presenta en el extremo de la cola una porción curvada, mientras que, en la hembra, esta sección no está presente.

El tipo de reproducción es sexual, la tasa reproductiva es muy alta durante los 20 o 25 días que dura su cultivo. Siendo organismos ovovivíparos (los embriones se desarrollan totalmente dentro del huevo), las hembras liberan de 8 a 40 crías e incluso un poco más.

Como fuente de alimento, *P. redivivus* es muy bueno, uno de los factores importantes es que su composición nutricional se ve influenciada por el medio de cultivo utilizado para su producción.

| Contenido nutricional | % |
|-----------------------|------|
| Proteína | 38.6 |
| Lípidos | 39.8 |
| Carbohidratos | 18.2 |

Fuente: Schlechtriem et al., 2005

En laboratorio se ha utilizado desde mezclar de harinas, principalmente trigo, enriquecidas con cebada o levadura. También se han empleado hojuelas de avena, el jugo de betabel, zanahoria, incluso mezclas de harina con un poco de leche, aunque este último no es recomendable ya que fermenta muy rápido y se pueden morir.

Esta información es importante ya que, con fines de producción de peces, al conocer una amplia gama de alimentos a proveer para los diferentes estadios, el acuicultor puede definir qué estrategia utilizar. El microgusano, ha demostrado ser una de esas alternativas ya que no sólo influye en el crecimiento de los alevines, también mejora la sobrevivencia.

Con relación al cultivo de *P. redivivus*, puede decirse que su tamaño representa una gran ventaja, ya que se los puede producir en recipientes de todas dimensiones y formas. Lo ideal siempre será, uno que sea fácil de manejar y almacenar.

Generalmente se utilizan tupperes rectangulares de unos 15 cm de longitud por 6 o 7 cm de alto, de fondo plano. El medio de cultivo base es avena comercial, la cual puede molerse o desquebrajarse hasta que adquiera una composición parecida a la de una harina.



Una vez realizado ese paso, se agrega un poco de agua para que quede una papilla espesa, luego de lo cual puede agregarse levadura comercial, ya sea en pequeñas perlas, o bien espesa. Un aspecto en el cual debe tenerse cuidado, es en que no queden residuos de la papilla preparada en las paredes del recipiente, todo debe quedar por el fondo; también debe evitarse que les de la luz del sol directamente y es preciso dejarlos en un lugar fresco, no cálido, para evitar la evaporación rápida del agua. En ese sentido, de manera frecuente debe revisarse el cultivo y mantenerlo hidratado. Además, será necesario monitorear en el microscopio el desarrollo y crecimiento del cultivo, para saber si deben incorporarse más nutrientes o bien, si es posible dividir el cultivo y expandirlo a otros recipientes.



Fuentes

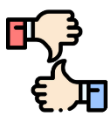
- De Lara, Ramón, Castro, Thalía, Castro, Jorge, & Castro, Germán. (2007). Cultivo del nematodo *Panagrellus redivivus* (Goodey, 1945) en un medio de avena enriquecida con *Spirulina sp.* Revista de biología marina y oceanografía, 42(1), 29-36. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572007000100004>
- Sanabria, D. J. (2019). Panagrellus redivivus, para la alimentación de peces ornamentales. Zoociencia, 6(1), 14-20. Recuperado a partir de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/view/1317>.



Actividad de aprendizaje

Completa el siguiente diagrama. Si tienes posibilidades, puedes complementar la información con dibujos o imágenes impresas.





Autoevaluación

| Indicadores | Lo puedo hacer | Tengo dudas | Necesito trabajar más |
|---|----------------|-------------|-----------------------|
| Conozco las principales características del ciclo de vida del <i>P. redivivus</i> | | | |
| Identifico los principales elementos del cultivo de <i>P. redivivus</i> . | | | |
| Comprendo la importancia del contenido nutrimental del microgusano como fuente de alimento alternativa. | | | |



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- ¿Cómo cultivar microgusanos de la avena? <https://youtu.be/wzXJ6HNwjIE>
- Como renovar tu cultivo de microgusano de avena | acuarismo fácil https://youtu.be/rFt0WLT_M2s

Alimento Peligroso



Contextualizando

Una eficaz pero peligrosa opción de alimento vivo son los gusanos de fango, conocidos como Tubifex, son ampliamente usados como alimento de ajolotes, sin embargo, tiene un oscuro origen, no suelen cultivarse, sino más bien recolectarse, provienen de ambientes bajos en oxígeno y altos en materia orgánica, por lo regular aguas negras.



Lo anterior, lo convierte en transmisores de enfermedades, ya que traen consigo, bacterias, hongos y parásitos, además pueden estar contaminados con metales pesados, detergentes y otras sustancias que al acumularse pueden poner en riesgo la vida de los animales que los consumen.



Recientemente se han realizado estudios que reportan la ingestión de micro plásticos por parte de Tubifex, lo que añade una nueva dimensión a los contaminantes que aportan.



¡Vamos a aprender!

Aprenderemos sobre algunas generalidades del Tubifex, para que puedas distinguirlo de otros tipos de gusanos que hemos visto en este submódulo.

Pertenece al mismo grupo que las lombrices de tierra, tiene un grosor de 0.4 a 0.5 mm, los adultos miden de 1.5 a 5 cm de longitud, y su color va del rosa claro a rojo oscuro.



La taxonomía de esta especie es la siguiente

Phylum: Annelida

Clase: Oligochaeta

Orden: Tubifida

Suborden: Tubificina

Familia: Tubificidae

Género: *Tubifex*

Especie: *T. tubifex* (Muller, 1974)

¿Sabías que?

El color rojo del Tubifex se debe a su alto contenido de hemoglobinas



Ciclo de vida

Es hermafrodita (seguro ya has escuchado este término antes, significa que tiene ambos sexos), pero, a pesar de esto, no puede autofecundarse. Para ello requiere de intercambio de espermatozoides de un gusano a otro; después se expulsan los óvulos y se produce la fecundación externa. Los huevos fecundados quedan envueltos en un capullo que contiene varios de ellos, pero generalmente sólo eclosionan 1 o 2 por capullo. Después de 8 días las crías maduran en el interior del capullo. Alcanzan su estado adulto entre los 13 y los 18 días de edad. También presenta reproducción asexual por división transversal del gusano progenitor.

Cómo cultivarlos, o mejor dicho cómo sanearlos

Se requieren estanques de poca profundidad, 15 a 20 cm de altura, con una mezcla de 75% de excretas animales (o sea excremento, puede ser de gallina, vaca, borrego, o cerdo), por 25% de arena fina, lo cual formará el sustrato donde se establecerán las colonias de gusanos. Este sustrato no debe tener una profundidad mayor a 10 cm, ya que el tubifex solo se ubicará en los primeros 5 cm (se entierra).

Debes inundar el estanque con una película de agua de 5 a 10 centímetros. Cuanta menos agua tenga esta capa mayor será el contacto con el aire y por lo tanto habrá más Oxígeno Disuelto en el agua. Debe tenerse un flujo de agua muy lento, para evitar la acumulación de sustancias tóxicas, como amonio y sus derivados en los espacios donde tengas el Tubifex.

Se recomienda añadir lechuga cruda como complemento alimenticio, ya que es una fuente de hierro, es importante mantener el cultivo a la sombra y cubierto para evitar la acción de los depredadores que pueden ser muchos y muy variados, los gusanos evitan la luz por lo que solo en la noche tienen mayor actividad, la temperatura ideal es de 20°C. En estas condiciones se puede obtener la primera cosecha a los 30 días. Para evitar que transmitan algún agente infeccioso se mantiene en agua limpia y con flujo durante 24 horas, para que se laven y se exponen a la luz para que se forme un ovillo y sea más fácil manipularlos.

En caso de que no planees mantener un cultivo por semanas, puedes hacer un proceso de saneamiento más rápido, si compras el tubifex y deseas usarlo como alimento vivo en los siguientes días, debes tener cuidado porque el tubifex excreta ácido fosfórico y puede acidificar el agua de cultivo, para eliminar organismos muertos la masa de gusanos se enjuaga con agua de la llave. Los debes dejar en agua limpia por 48 horas para que eliminen del tracto digestivo el contenido intestinal. Se colocan en refrigeración y cada 12 horas se limpian de los desechos y animales muertos, pasadas las 48 horas puedes suministrarlos como alimento.

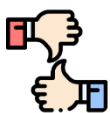
Fuentes.

- Castro Barrera, T. (2003). Alimento vivo para organismos acuáticos.
- Hurley, R. R., Woodward, J. C., & Rothwell, J. J. (2017). Ingestion of microplastics by freshwater tubifex worms. *Environmental science & technology*, 51(21), 12844-12851.



Actividad de aprendizaje

Para esta lección debes explorar tus habilidades artísticas, para dibujar en el cuadro siguiente y de acuerdo con la descripción de las secciones anteriores, un esquema en el que describas solo con dibujos, como armarías un sistema de cultivo para Tubifex en tu casa, con materiales reciclados.



Autoevaluación

| Indicadores | Lo puedo hacer | Tengo dudas | Necesito trabajar más |
|--|----------------|-------------|-----------------------|
| Conozco las principales características generales del <i>Tubifex</i> . | | | |
| Identifico los principales elementos del cultivo de <i>Tubifex</i> | | | |
| Comprendo las desventajas de alimentar a organismos acuáticos con <i>Tubifex</i> . | | | |



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Tubifex tubifex, alimento muy cotizado en acuariofilia <https://invertebrados.paradais-sphynx.com/anelidos/tubifex.htm>
- El Tubifex, alimento vivo <https://enciclopediaanimal.wordpress.com/el-tubifex-alimento-vivo/>
- Como desinfectar tubifex <https://www.youtube.com/watch?v=djNp1fjBC2U>
- Alimentando Peces y Axolotes con Tubifex <https://www.youtube.com/watch?v=BrBZ9Egxt4>

Alimento asqueroso



Contextualizando

A estas alturas del submódulo, ya debes saber que los insectos son fuentes importantes de proteínas y una opción de alimento vivo para nuestros cultivos de peces y crustáceos, pero ¿Ya te habías planteado la idea de comer moscas?

Pocos respondieron que sí, ¿Verdad? Bueno, aunque para nosotros nos sean la opción más atractiva, resulta que, sí lo son para los peces y las ranas, y las larvas de la mosca de fruta están primeras en la lista.

Las principales especies que se cultiva para obtener larvas, son: *Sarcophaga bullata* (mosca de la carne), *Phoenicia sericata* (mosca verde) y *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta).



¡Vamos a aprender!

Ahora te compartiremos algunas generalidades, *Drosophila melanogaster* es la más usada porque tiene un ciclo de vida corto, descendencia abundante y se desarrolla en diversos medios de cultivo fáciles de preparar.

Miden de 3 a 5 mm, algunas carecen de alas o tienen vestigios de ellas, otras tienen alas, pero no pueden volar, su color es negro o gris; por lo general sus ojos son de color rojo. Las larvas y pupa son ideales para alimentar peces pequeños. Presenta dos estadios característicos: la fase de larva y la de adulto. La larva es blanca y mide 1 mm de longitud y carece de patas, para llegar a la siguiente fase pasa por un proceso de metamorfosis, El cuerpo del adulto está cubierto por un exoesqueleto quitinoso; tiene tres segmentos principales (cabeza, tórax y abdomen) y 3 pares de patas segmentadas. El color es amarillo marrón y mide aproximadamente 3mm de longitud y 2mm de ancho. Tiene la cabeza redondeada con ojos compuestos y de color rojo, 3 ojos simples y pequeños y un par de cortas antenas. La boca se desarrolla para absorber líquidos. Presenta un par sencillo de alas. Al final del último segmento del tórax



tienen un par de alas rudimentarias que actúan como órganos estabilizadores. En el abdomen presentan bandas de color negro que sirven para determinar el sexo del organismo. Los machos presentan mayor pigmentación en la parte final del abdomen, las hembras son más grandes.

La taxonomía de esta especie es la siguiente

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Diptera

Suborden: Brachycera

Familia: Drosophilidae

Subfamilia: Drosophilinae

Género: *Drosophila*

Especie: *D. melanogaster* (Demerec, 1950)

Ciclo de vida

EL desarrollo de estos organismos se puede resumir en los cambios que presentan en un lapso de 50 días, que se puede apreciar en la siguiente tabla:

| Etapa de desarrollo | Días |
|---|---------|
| Desarrollo embrionario dentro del huevo | 1 |
| Larva de primer estadio | 1 |
| Larva de segundo estadio | 1 |
| Larva de tercer estadio | 2 |
| Prepupa | 4 |
| Pupa | 4.5 |
| Adulto | 40 a 50 |

Cómo podrás darte cuenta, el lapso de tiempo para obtener las larvas que serán las destinadas a alimentar a tus organismos acuáticos, es breve.

Cultivo

Para cultivar a las larvas de mosca de la fruta, hay dos opciones comúnmente empleadas:

A) Papilla de alto rendimiento.

Se hierven aprox. 200 ml de agua y se agrega 1 gr de agar o de gelatina sin sabor ni color (la encuentras en el supermercado como grenetina), se revuelve lentamente para que no se solidifique. Después se añaden 10 g de levadura de pan y se sigue mezclando. Se añaden 10 g de azúcar y se quita del fuego. Se añaden unas gotas de vinagre y se sigue moviendo. Esta papilla todavía caliente, se vierte en recipientes de vidrio y se deja enfriar, se limpian las paredes y al solidificarse el medio estará listo al día siguiente para iniciar el cultivo de las moscas. Se deja abierto y esperan a que las moscas lleguen, cuando lo hagan cubre el frasco con un poco de algodón para evitar que escapen.

B) Papilla de bajo rendimiento

En un frasco de cristal se coloca triturado de frutas o pueden estar en trozos (aquellas que ya lleven días en el frutero y no se hayan comido en casa) y se añade una solución de agua con azúcar (consistencia densa, no líquida), agrega 10 gotas de vinagre. El frasco debe permanecer abierto unos días cerca de la ventana manteniendo húmeda la mezcla, cuando aparezcan moscas se cierra la tapa y da inicio el cultivo. Se recomienda que el frasco de vidrio que utilices tenga una tapa, debes hacerle hoyos pequeños y cubrir con algodón. Después de unos días comenzarás a ver las pupas entre la mezcla de frutas.

Para recolectar a las moscas se sugiere inmovilizarlas con el fin de que se puedan vaciar al acuario y no salgan volando, se puede introducir el frasco en el congelador durante unos minutos esto las adormecerá.

Se debe tener cuidado de que el cultivo NO se contamine o infeste con ácaros diminutos, su esto ocurre lo mejor es deshacerse del cultivo, lavar perfectamente los recipientes con agua y jabón y empezar un nuevo cultivo con moscas sanas.

Fuentes.

- Castro Barrera, T. (2003). Alimento vivo para organismos acuáticos.



Actividad de aprendizaje

En este momento, cuentas con suficientes datos para poder desarrollar un cultivo muy sencillo en casa, será el de la mosca de fruta, para ello, solo necesitas un franco de vidrio con tapa, restos de fruta o fruta que este por echarse a perder y paciencia.

Debes desarrollar un cultivo de mosca de la fruta a partir de la descripción de una papilla de bajo rendimiento, y realizar una bitácora diaria con observaciones del desarrollo de tu cultivo durante 5 días. En la bitácora describirás todo lo que observes en tu cultivo, incluyendo las características de las moscas y las larvas que obtengas, si es posible toma fotografías.

Bitácora

Nombre del alumno:

Día 1



Nombre del alumno:

Día 2



Nombre del alumno:

Día 3



Nombre del alumno:

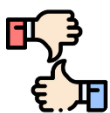
Día 4



Nombre del alumno:

Día 5





Autoevaluación

| Indicadores | Lo puedo hacer | Tengo dudas | Necesito trabajar más |
|---|----------------|-------------|-----------------------|
| Conozco las principales características generales del cultivo de larvas de mosca. | | | |
| Identifico las principales especies de larvas de mosca usadas como alimento vivo. | | | |
| Desarrollo un cultivo de larva de mosca. | | | |



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Producción de la especie *Drosophila melanogaster* para un programa de conservación ex situ de anfibios en el Centro de Investigación y Conservación de anfibios de Gamboa

https://www.mcgill.ca/pfss/files/pfss/produccion_de_la_especie_drosophila_melanogaster_para_un_programa_de_conservacion_ex_situ_de_anfibios_en_el_centro_de_investigacion_y_conservacion_de_anfibios_de_gamboa.pdf

- Medio de cultivo
<http://bancodemoscas.fciencias.unam.mx/Medio%20de%20cultivo.html>
- Cultivo Practico de Mosca de la Fruta (*Drosophila melanogaster*)
https://www.youtube.com/watch?v=712ABL_PKPc

Un alimento que nutre y llena de color



Contextualizando

En esta lección conocerás acerca de un pequeño crustáceo muy valioso no sólo en el mundo de la acuicultura por su gran valor nutrimental, también en la alimentación de otros animales, principalmente silvestres, ya que les brinda los nutrimentos necesarios, además de una fuente rica en pigmentos (moléculas que brindan colores característicos), principalmente en cantaxantina, un pigmento que da origen a tonalidades rojizas en animales como los flamencos.



Así es, la cantaxantina que obtienen los flamencos de la *Artemia sp.*, se descompone en el hígado por la actividad metabólica logrando que las plumas, el pico y las patas del animal, adquieran colores rosados y rojos. Otro aspecto interesante de la *Artemia sp.*, es su gran utilidad para ensayos y análisis de profilaxis en la acuicultura, así como ecotoxicólogos y químicos de productos naturales.



¡Vamos a aprender!

A continuación encontrarás información muy interesante que te apoyará en el conocimiento de la *Artemia* y las consideraciones generales para realizar su cultivo. Algo que debes saber primero, es que el género *Artemia* incluye varias especies, algunos representantes son: *Artemia salina* Leach, *Artemia persimilis* Piccinelli y *Prosdocimi*, *Artemia franciscana* Kellogg, *Artemia partenogenetica* Bowen y *Sterling*.



Siendo un organismo que soporta grandes cambios en la temperatura de su hábitat (euritérmico), se han identificado áreas climáticas de temperatura tropical y subtropical, a lo largo del litoral o en el interior de los cinco continentes; no resiste temperaturas inferiores a los 5°C, pero sí puede sobrevivir a temperaturas de hasta 35 o 37°C. También es un organismo eurialino, soporta amplios márgenes de salinidad, los más altos, hasta 340 ppm, y dentro de los más bajos registrados en su cultivo, 4 ppm. El viento y las aves acuáticas, además de algunas actividades antropogénicas contribuyen a la dispersión de quistes de artemia, por lo que su distribución es mundial.

La taxonomía de esta especie es la siguiente

Phylum: Arthropoda

Clase: Crustácea

Subclase: Branchiopoda

Orden: Anostraca

Familia: Artemidae

Género: Artemia (Leach, 1819)

Especies actuales(Van Stappen 1996):

A. franciscana Kellogg , 1906 (América)

A. tunisiana Bowen-Sterling , 1978 (Europa)

A. urmiana Gunther , 1900 (Lago Urmia, Irán)

A. monica Verrill , 1869 (Mono Lake, CA, USA)

A. persimilis Piccinelli - Prosdocimi , 1968 (Argentina)

A. partenogenetica Bowen - Sterling , 1978 (Eurasia, Oceania)

Ciclo de vida

Por sus características biotecnológicas la artemia presenta un comportamiento muy particular y diferentes etapas de desarrollo o estadios. Lo primero a mencionar es una adaptación que busca garantizar su sobrevivencia bajo condiciones ambientales adversas a las que necesita para su desarrollo óptimo, éste fenómeno se denomina *criptobiosis*. Y en términos generales, cuando la artemia nace de quistes (huevos sumamente pequeños) consta de dos procesos en conjunto, la dormancia y la diapausa. Con la diapausa se frena el inicio del desarrollo embrionario, gracias a estímulos internos en el organismo, mientras que la dormancia trata de un lapso en el que el desarrollo embrionario se detiene en la etapa de gástrula dentro del útero. Con la criptobiosis no hay actividad metabólica evidente o medible, la formación de la gástrula entra en pausa (dormancia).

Si bien es cierto que la criptobiosis es un mecanismo de protección para el embrión dentro del huevo, se sabe que es posible revertir dicho proceso, en este caso, mediante deshidratación, ya sea inducida o natural.

A nivel anatómico, la artemia posee un sistema nervioso, aparato circulatorio, aparato digestivo y aparato reproductor. En lo referente a su morfología, los adultos de artemia poseen ojos compuestos y pedunculados, además de ellos presentan anténulas, antenas, mandíbulas, maxíbulas y maxilas. En el caso de los machos, las antenas son prominentes y tienen función prensil durante la reproducción (les sirven para sujetar a la hembra); en las hembras las antenas son poco desarrolladas. Las maxíbulas y las maxilas son

utilizadas para mover las partículas hacia las mandíbulas del animal. Por su parte, el tórax, está compuesto de once segmentos (toracómeros) integrados cada uno por un par de apéndices, denominados filópodos, que sirven en la locomoción, osmorregulación, respiración y colecta de alimento. El abdomen posee 8 secciones, en las dos primeras se localiza el área genital, y la última sección es llamada telson, el cual se divide en dos partes (bifurcado), y funciona para dar estabilidad a los organismos durante la locomoción.

El tipo de reproducción es sexual y por partenogénesis, las cepas resultantes se pueden reproducir tanto de forma ovovivípara (cuando las hembras dan origen directamente a larvas); o bien de manera ovípara (cuando las hembras liberan quistes). Cuando la reproducción es ovípara, algunos quistes eclosionan de manera inmediata, mientras que otros pueden salir en estado de diapausa, proceso que ya se explicó antes, y que va encaminado a asegurar la prevalencia de la especie a lo largo del tiempo. Luego del estadio de quiste y al final del desarrollo embrionario, continua el estadio de pre-nauplio, el cual puede durar alrededor de dos horas después de la eclosión. Luego, aunque hay algunas variaciones dependiendo de la literatura que se consulte, podemos hablar de al menos cuatro períodos, cada uno con diferentes etapas intermedias, estos son:

| Periodo | No. de etapas intermedias | Características |
|-------------------|---------------------------|---|
| Naupliar o instar | 1 | Tiene forma de huevo y mide alrededor de 350 micras de longitud; presenta 3 segmentos cefálicos; un ojo naupliar, boca y una región postmandibular. |
| Metanaupliar | 4 | Inicia la ingestión de alimento |
| Postmetanaupliar | 7 | Inicia la transformación de las antenas hacia su forma y función definitiva |
| Postlarvario | 5 | Se desarrollan las estructuras genitales, las antenas y la etapa de adulto. |

Fuente: Barrera y Romero, 1993.

Cultivo

Por su origen, procesos y mecanismos que tienen que ver con el cultivo de la artemia, el cultivo enfrenta algunas etapas claves, la primera de ellas es la que tiene que ver con la eclosión de los quistes. En esta etapa, es de vital importancia indagar acerca de las diferentes marcas de comercialización que existen, costo y facilidad para adquirirlas; además de ello, el tiempo que lleva empacado el quiste, las recomendaciones del empacador y las referencias o experiencias de otros acuicultores con esa marca. En ese sentido, es importante saber el tiempo, temperatura, luz y salinidad a emplear; el porcentaje de eclosión, la eficiencia de eclosión o producción de nauplios.



Algunas de las marcas comerciales de quistes de Artemia. Fotografía: CETAC No.2

Conozcamos algunos datos referentes al proceso de incubación de los quistes y los parámetros ambientales.

Temperatura.

La temperatura es quizá uno de los factores más determinantes para lograr la eclosión de quistes de artemia. Como todo ser vivo este organismo tiene un intervalo óptimo en el cual se detona el inicio del desarrollo embrionario y la apertura del huevo. El intervalo óptimo de eclosión es de entre 28 a 30°C; por encima de esta temperatura los quistes pueden entrar en criptobiosis para proteger al embrión y evitar que muera; mientras que por debajo de los 24°C o 22°C y hasta los 6 o 7°C, tasa de eclosión disminuye. El tiempo en que acontece la eclosión varía en función de la temperatura, por ejemplo, a 28°C los nauplios emergen al cabo de 25-27 horas.



Iluminación.

Una fuente de luz es un factor indispensable para que se lleve a cabo la eclosión, en su hábitat natural, las artemias están expuestas a la luz casi directa del sol durante el día, por ello, al llevar quistes a condiciones de eclosión en los laboratorios, es importante proveer de una fuente lumínica, la cual van a utilizar los embriones como fuente de energía para llegar al momento de la eclosión. Los requerimientos y exposición a la luz, varían de una sepa a otra, por ello es importante consultar las recomendaciones de la empresa

donde se adquieren los quistes. En cuanto a la intensidad lumínica, algunos autores recomiendan una fuente de alrededor de 2mil lux, el cuál es similar al que estamos expuestos durante el día.



Salinidad

El contenido o la concentración de sal en el medio de cultivo es otro factor relevante dado que interviene directamente en la eficiencia de eclosión, esta dispara el mecanismo osmótico por medio del cual el quiste se abre para permitir la salida del nauplio. Similar a la temperatura, la concentración mínima de eclosión es de alrededor de las 5‰ (ppm), y la óptima generalmente se encuentra a las 30‰ (ppm). Todo depende de la cepa con la cual se trabaje. Adicional a ello, en la acuicultura se utilizan algunas soluciones eclosionadoras, para mejorar el éxito tanto en el proceso de descapsulación como en la eclosión. Siempre es recomendable conseguir sal directamente de una salina, o al menos, sal de grano grueso sin yodatar.

pH

Este factor influye en la eficiencia de eclosión y en la sobrevivencia de los nauplios, por lo que la recomendación siempre es que se encuentre en los valores similares a lo que de manera natural y sin alteraciones tiene el medio marino, en este caso, los valores pueden oscilar entre 8 y 9. Además de ello, es conveniente considerar su monitoreo no sólo previo a colocar los quistes para su eclosión, sino también durante las horas que dura el proceso, ya que producto del metabolismo del embrión, el pH puede verse afectado y bajar, incluso, la concentración de sal puede afectar sus valores. Para compensar un descenso en la concentración, en la acuicultura se utiliza comúnmente óxido de calcio o carbonato de sodio en proporciones conocidas.

Densidad.

Como se comentó antes, cada marca de comercialización de quiste de artemia ha probado su producto y especifica algunas recomendaciones, algunos recomiendan 10g. por litro de agua; otros 5 g/L, otros 1 g/L. Independientemente de la marca y sepa, es necesario saber que cuanto mayor sea la densidad, mayor será la cantidad de oxígeno que se requiera suministrar dentro del eclosionador. Es muy sencillo elaborar un eclosionador, solo es necesaria una botella de plástico transparente, se corta la base, y en la boca, se perfora un agujero del tamaño de una manguera de aireación, una bomba aireadora, y una base metálica u otra botella cortada por la mitad, para descansar allí la botella, tal como se aprecia en la siguiente imagen. Recordar que el quiste de artemia necesita tener aireación al momento de someterlo al proceso de eclosión.



OVOGENESIS Y FORMACION DE QUISTES

El ciclo de desarrollo de una progenie desde la fase de oocito suele durar de 4 a 6 días. Con esta frecuencia se producen puestas de nauplios o de huevos císticos en número variable y dependiente de la población, de la edad del animal y de otros condicionantes ecofisiológicos. En los casos más favorables pueden superarse los 400 descendientes por puesta.

El quiste de Artemia es, por tanto, un embrión en estado de blástula o gástrula incipiente protegido por el corion, una pared exterior gruesa y resistente. El diámetro de los quistes varía entre 200 y 270 μm (micras) según la especie y la ploidía de las cepas (la ploidía indica la cantidad de cromosomas que tiene una célula). Después de una desecación efectiva presentan una forma semiesférica, con un hemisferio casi completamente invaginado en el otro. Cuando se hidratan recuperan su forma totalmente esférica.

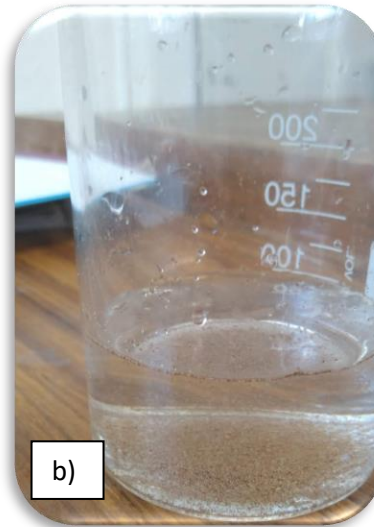
Así, para iniciar el cultivo, es necesario conocer los siguientes procesos:

Hidratación:

1. Hidratar primero con agua dulce durante una hora los quistes hasta que la mayoría de ellos tenga forma esférica.



a)

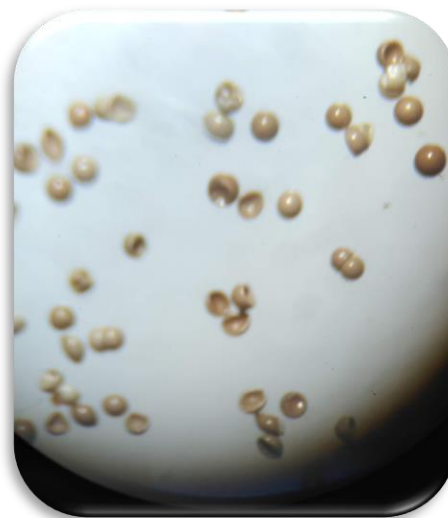


b)

(a) Quistes de Artemia secos. (b) Quistes en proceso de hidratación. Fotografía Centro Multimodal, CDMX.

Descapsulación:

2. Se prepara la solución desencapsulante con hipoclorito de sodio (cloro commercial) asegurando que la botella no se haya abierto por más de 5 días. Por otra parte, preparar salmuera (agua a 100 g/L de salinidad) y mezclar en partes iguales las dos soluciones.
3. Cuando se descapsulan más de 500 gr. de quistes, la descapsulación debe hacerse en una cama de hielo para que la temperatura no se eleve por encima de 40°C.
4. Los quistes se colocan en la solución aproximadamente 10 minutos o hasta que se observen de color naranja.



Quistes de Artemia previo a la descapsulación. Fotografía Centro Multimodal, CDMX.

El corión: Capa dura formada de lipoproteínas impregnadas de quitina y hematina (producto de descomposición de la hemoglobina; la concentración de hematina determina el color de la cáscara, variando de un marrón pálido a un marrón oscuro).

La principal función del corión es la de proporcionar una protección adecuada al embrión contra rupturas mecánicas y radiaciones (ej. las radiaciones ultravioletas de los rayos solares). Esta capa puede ser completamente eliminada (disuelta) por un tratamiento oxidativo a base de hipoclorito (decapsulación del quiste).

La membrana cuticular externa: Protege al embrión de la penetración de moléculas mayores que la molécula del CO² (membrana compuesta de varias capas y con una función de filtro muy especial, actuando como barrera de permeabilidad).

La cutícula embrionaria: Una capa transparente y altamente elástica que queda separada del embrión por la membrana cuticular interna (que se transforma en membrana de eclosión durante el proceso de incubación).

Esquema de las capas del quiste

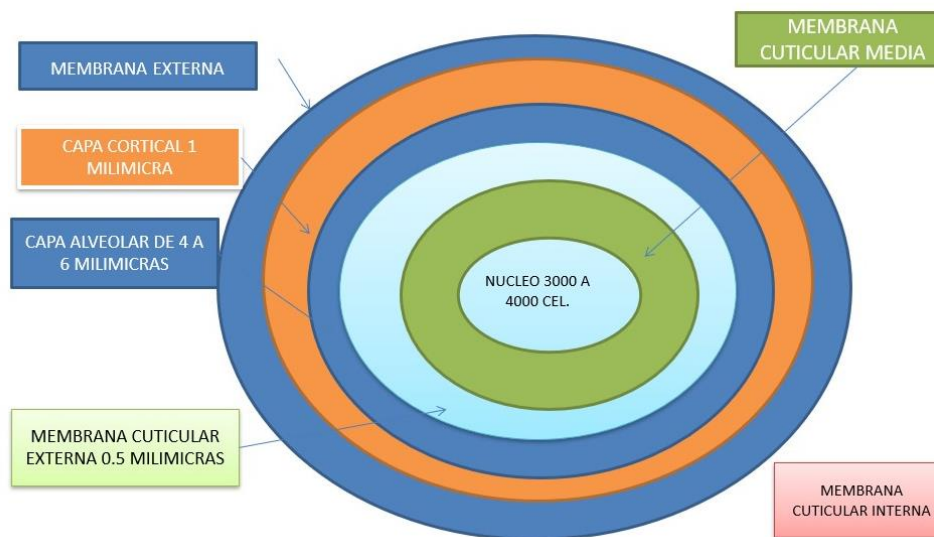
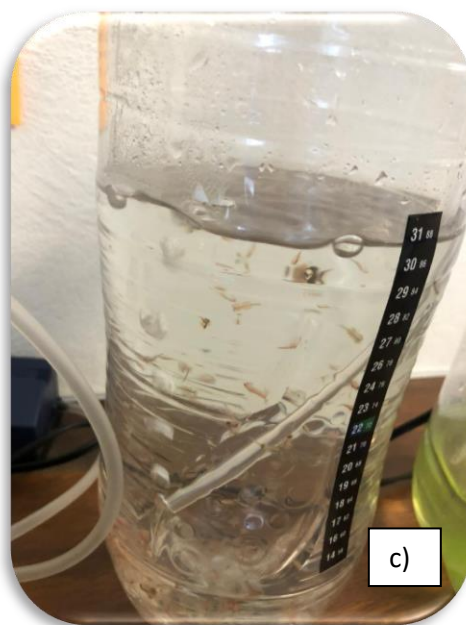
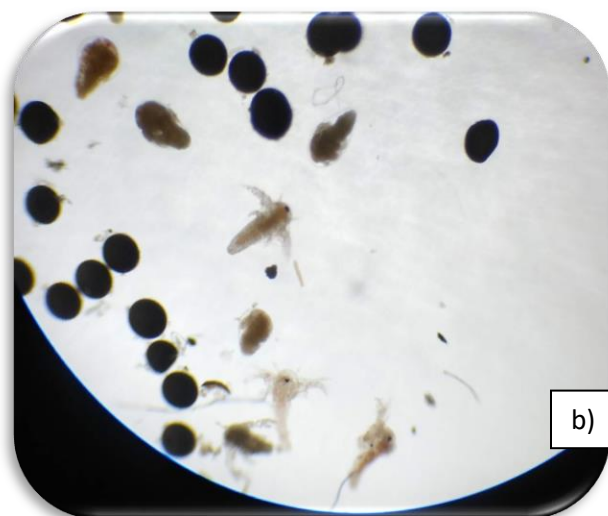
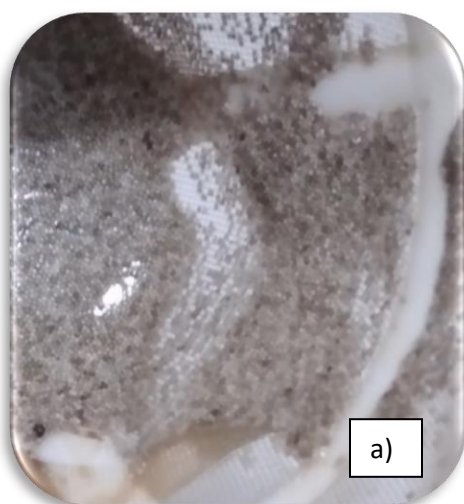


Diagrama: Presentación esquemática de las capas de los quistes de artemia.

Lavado y desactivación de solución descapsuladora.

1. Los huevos descapsulados se lavan inmediatamente con agua corriente y se agrega una solución de tiosulfato para eliminar el exceso de cloro. Esta solución se prepara agregando 2 gramos de tiosulfato de sodio a cuatro litros de agua destilada.



(a) Quistes recién lavados, listos para someter a proceso de eclosión., (b) larvas eclosionadas vistas al microscopio y (c) Artemias adultas.

El nauplio recién nacido tiene forma de huevo, mide alrededor de 350 micras de longitud, presenta un ojo naupliar, su coloración es naranja (debido a la presencia de vitelo). La boca y el ano no funcionan en esta etapa, por lo que hay que tener cuidado cuando se cultiva. No se debe agregar alimento al cultivo en las primeras 8 horas después de la eclosión.

Alimentación

Este pequeño crustáceo es un organismo filtrador no selectivo, es decir, no puede regular la cantidad de partículas que capta, por lo tanto, puede ingerir protozoarios, microalgas, bacterias y detritos. Durante su cultivo, es necesario proveerle una fuente de alimento constante, habitualmente se utilizan microalgas para tal efecto, en una proporción de alrededor de 6000 a 10000 cel/ml. Conforme la artemia se desarrolla, desde sus primeras etapas hasta la edad adulta, su consumo de alimento incrementa, pero siempre es importante vigilar, tanto la densidad de organismos por litro, como la cantidad de alimento que se suministra, ha de observarse un equilibrio para no exceder una u otra situación. EL tamaño de partícula recomendado oscila entre 1 micra para nauplios, y hasta 40 o 50 micras en el caso de los adultos. En la alimentación de Artemia en cultivos que se realizan en aguas continentales, hemos utilizado microalgas del género *Clamydomonas*; otros autores sugieren también a los géneros *Dunaliella*, *Chaetoceros* y *Spirulina*, por mencionar algunos. Además se utilizan dietas complementarias hechas a base de levadura, sangre de ganado, salvado de arroz, o suero de leche.

Fuentes

- Castro Barrera, T.; Conrado Gallardo, R. (1993). Artemia sp. Cuadernos CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México. G Impresos. Pp. 54.
- Pino Pérez, Oriela, & Jorge Lazo, Fanny. (2010). Ensayo de artemia: útil herramienta de trabajo para ecotoxicólogos y químicos de productos naturales. Revista de Protección Vegetal, 25(1), 34-43. Recuperado en 13 de julio de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522010000100008&lng=es&tlng=pt.



Actividad de aprendizaje

Completa el diagrama con las fases de descapsulación de la Artemia.



Hidratación

Empty rounded rectangular box for notes related to the hydration phase.



Descapsulación

Empty rounded rectangular box for notes related to the decapsulation phase.



Lavado

Empty rounded rectangular box for notes related to the washing phase.

Actividad 2. Comprueba los conceptos que aprendiste y resuelve el siguiente crucigrama, las pistas para ello son las siguientes:

⁴ En esta fase de desarrollo de la artemia aparecen 3 segmentos cefálicos; un ojo naupliar, boca y una región postmandibular.

⁹ En este periodo de desarrollo de la artemia inicia la transformación de las antenas hacia su forma y función definitiva.

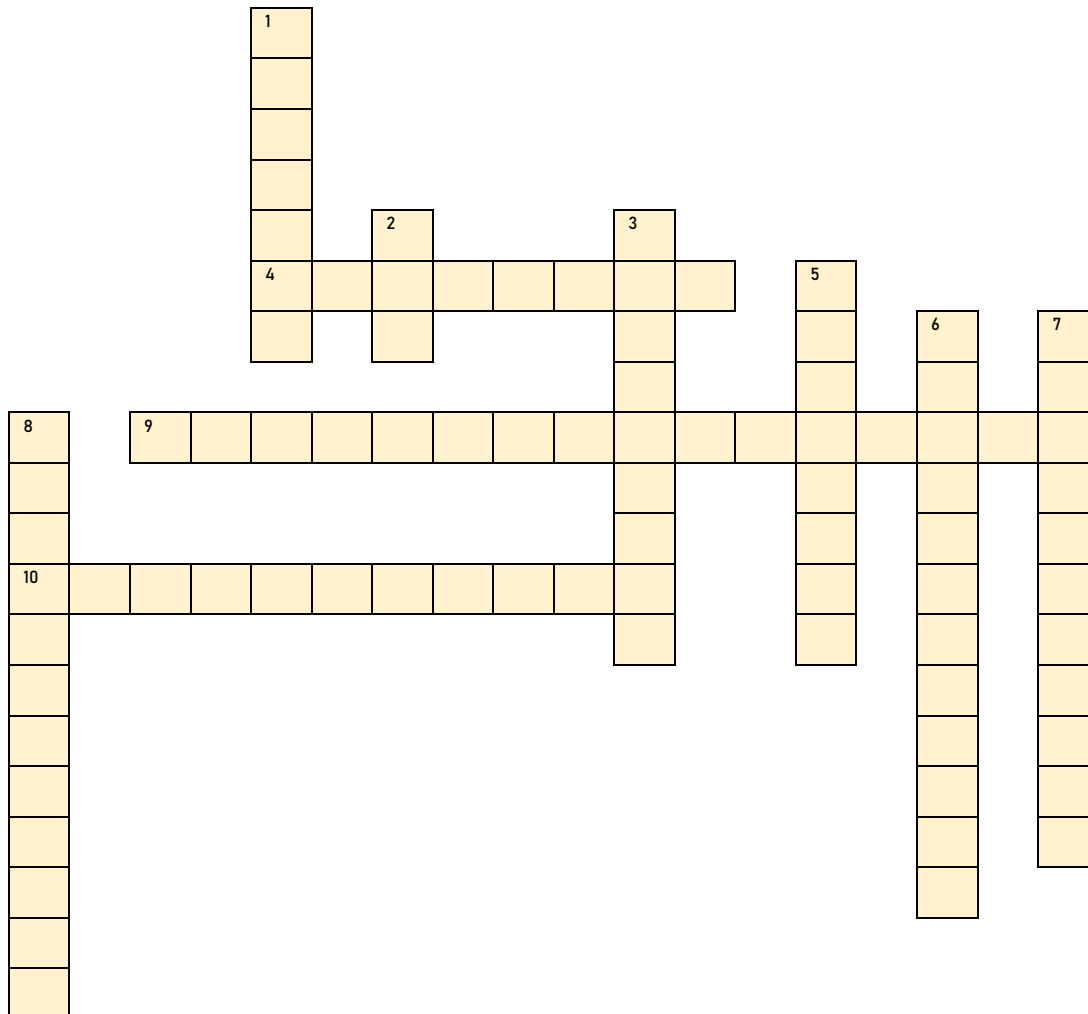
^{1,2,3} Son factores físico-químicos que intervienen directamente en la eclosión de los nauplios de artemia.

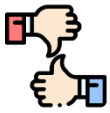
⁵ Las artemias entran en este proceso para sobrevivir condiciones ambientales desfavorables tales como temperaturas extremas, sequía o carencia de alimento, aquí se inicia la detención del desarrollo.

⁶ Este proceso comprende aquellos estados de un organismo en los que no muestra signos vitales y la actividad metabólica es mínima.

⁷ Se le denomina así, a un organismo que soporta grandes cambios en la temperatura.

⁸ Este pigmento que adquieren algunas aves al alimentarse de la artemia provoca que el pico y las patas del animal, adquieran colores rosados y rojos.





Autoevaluación

| Indicadores | Lo puedo hacer | Tengo dudas | Necesito trabajar más |
|--|----------------|-------------|-----------------------|
| Conozco las principales características y etapas del ciclo de vida de la Artemia. | | | |
| Identifico los aspectos necesarios que involucran la obtención de nauplios de Artemia. | | | |
| Comprendo la importancia del cultivo de artemia en la acuicultura | | | |



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Artemia. Cómo eclosionar alimento vivo para alevines
<https://www.youtube.com/watch?v=MZca6B9SebE>
- Cómo tener quiste de Artemia sin cáscaras
<https://www.youtube.com/watch?v=C2YAXB5mYmk>