

CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTO VIVO PARA PECES DE ORNATO

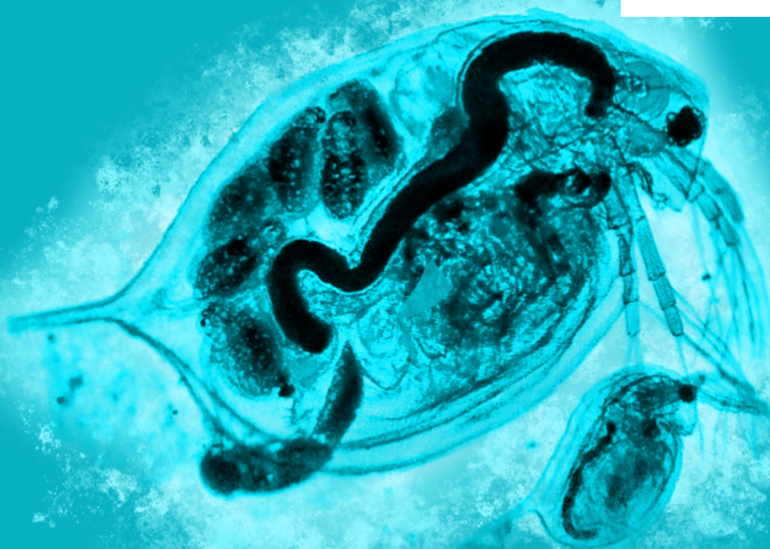


Marco Polo Franco Archundia

Alejandro García-Flores

Héctor Eduardo Franco-Cotero

Alberto Alexander Quiñónez-Maldonado



Universidad Autónoma del Estado de Morelos

CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTO VIVO PARA PECES DE ORNATO

Marco Polo Franco Archundia

Alejandro García-Flores

Héctor Eduardo Franco-Cotero

Alberto Alexander Quiñónez-Maldonado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE
INVESTIGACIONES
BIOLÓGICAS
UAEM

Franco Archundia, Marco Polo, autor

Cultivo y producción de alimento vivo para peces de ornato / Marco Polo Franco Archundia, Alejandro García-Flores, Héctor Eduardo Franco-Cotero, Alberto Alexander Quiñónez-Maldonado.- - Primera edición.- - México : Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2025.

71 páginas : ilustraciones

ISBN: 978-607-2646-13-1

1. Comida viva 2. Peces – Alimentación y alimentos 3. Acuicultura

LCC SF99.L58

DC 636.085

Esta publicación fue dictaminada por pares académicos bajo la modalidad doble ciego.

Cultivo y producción de alimento vivo para peces de ornato

Primera edición, junio de 2025

D.R. 2025, Marco Polo Franco Archundia, Alejandro García-Flores, Héctor Eduardo Franco-Cotero, Alberto Alexander Quiñónez-Maldonado (autores)

D.R. 2025, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Centro de Investigaciones Biológicas

Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C.P. 62209.

Cuernavaca, Morelos, México.

publicaciones@uaem.mx

libros.uaem.mx

Agradecimientos:

Al Gobierno del Estado de Morelos a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable por financiar este proyecto. A la Biól. Naomi Dally Lagunas Celis por su aportación al diseño de este libro.

Corrección de textos: Irani Larios Baltazar

Diseño y formación: Tigram Contreras

Imagen de portada: Cría y adulto de pulga de agua (*Daphnia magna*). Autor: Héctor Eduardo Franco-Cotero

ISBN: 978-607-2646-13-1

DOI: 10.30973/2025/cultivo_alimento_peces



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Hecho en México

Contenido

Presentación	9
Para peces pequeños	
Fitoplancton	
Generalidades	12
Contenido nutricional	12
Ciclo de vida	13
Cultivo	13
Consideraciones	14
Recomendaciones de uso	14
Rotíferos	
Generalidades	16
Contenido nutricional	16
Ciclo de vida	17
Cultivo	17
Consideraciones	18
Recomendaciones de uso	18
Anguililla de vinagre	
Generalidades	20
Contenido nutricional	20
Ciclo de vida	21

Consideraciones	22
Recomendaciones de uso	22
Microgusano de avena	
Generalidades	24
Contenido nutricional	24
Ciclo de vida	25
Cultivo	25
Consideraciones	26
Recomendaciones de uso	26
Gusano de Grindal	
Generalidades	28
Contenido nutricional	28
Ciclo de vida	29
Cultivo	29
Consideraciones	30
Recomendaciones de uso	30
Para peces medianos	
Pulga de agua	
Generalidades	32
Contenido nutricional	32
Ciclo de vida	33
Cultivo	33
Consideraciones	34
Recomendaciones de uso	34
Artemia	
Generalidades	36
Contenido nutricional	36

Ciclo de vida	37
Cultivo	37
Consideraciones	38
Recomendaciones de uso	38
Anfípodos	
Generalidades	40
Contenido nutricional	40
Ciclo de vida	41
Cultivo	41
Consideraciones	42
Recomendaciones de uso	42
Gorgojo chino	
Generalidades	44
Contenido nutricional	44
Ciclo de vida	45
Cultivo	45
Consideraciones	46
Recomendaciones de uso	46
Para peces grandes	
Camarón duende	
Generalidades	48
Contenido nutricional	48
Ciclo de vida	49
Cultivo	49
Consideraciones	50

Tubifex

Generalidades	52
Contenido nutricional	52
Ciclo de vida	53
Cultivo	53
Consideraciones	54
Recomendaciones de uso	54

Tenebrio

Generalidades	56
Contenido nutricional	56
Ciclo de vida	57
Cultivo	57
Consideraciones	58
Recomendaciones de uso	58

Glosario	59
-----------------	----

Bibliografía	65
---------------------	----

Presentación

La acuicultura ornamental es una práctica productiva que comercializa mundialmente más de dos mil millones de peces de ornato al año. En México operan 711 granjas que producen 66 millones de organismos ornamentales de manera anual y generan ingresos estimados de 120 millones de pesos en beneficio de las y los productores.

En México, el estado de Morelos es el principal productor de peces de ornato. En este sentido, este libro tiene por objeto divulgar los beneficios de los alimentos vivos, para contrarrestar los perjuicios que trae consigo la harina de pescado, que es lo que generalmente se suministra como alimento en las granjas de la entidad. Los alimentos procesados pasan por un proceso de secado y desnaturalización de sus nutrientes, lo cual genera que el alimento pierda algunas propiedades y en consecuencia disminuyan la coloración y el sistema inmune de los peces cultivados. Además, el alimento comercial puede afectar la calidad del agua cuando no es consumido en su totalidad por los peces.

La coloración de los peces cultivados es un componente principal para su comercio. Los carotenoides son los pigmentos que se obtienen del alimento vivo, pues se almacenan en el cuerpo de los peces que los consumen y en consecuencia se reflejan en la coloración. El alimento vivo brinda mayor coloración a los peces. Además de que este atributo evita la aparición de enfermedades, ya que este alimento posee moléculas antioxidantes y antimicrobianas que favorecen su sistema inmune.

La investigación e implementación de nuevos organismos con potencial como alimento vivo responden con éxito al desafío de la acuicultura.

Estos organismos son una alternativa nutritiva y económicamente factible, pues su uso como alimento o suplemento alimenticio en la acuicultura puede evitar el uso excesivo de harina de pescado, favorecer el desarrollo y sistema inmune de los peces cultivados y, al mismo tiempo, disminuir la emisión de gases invernadero ocasionados por la fabricación del alimento comercial.

Este libro está dirigido a las personas productoras de peces, con el objetivo de que conozcan las distintas opciones de alimento vivo y así consideren establecer estos cultivos en sus granjas acuícolas. La información que aquí se presenta tiene un sentido divulgativo, por lo que cualquier persona interesada es un potencial lector.

Todos los organismos presentados se caracterizan por tener un tamaño y estructura adecuados a los peces, presentan ciclos de vida cortos y altas densidades de cultivo. Estos organismos están ordenados de manera que el productor pueda consultarlos fácilmente. Las secciones están conformadas “Para peces pequeños”, “Para peces medianos” y “Para peces grandes”, que corresponden al tamaño de los peces a cultivar (ver glosario). Así, las y los productores pueden consultar los alimentos con base en el tamaño de sus peces y, en consecuencia, cultivar y suministrar los alimentos idóneos.



Para peces pequeños

FITOPLANCTON

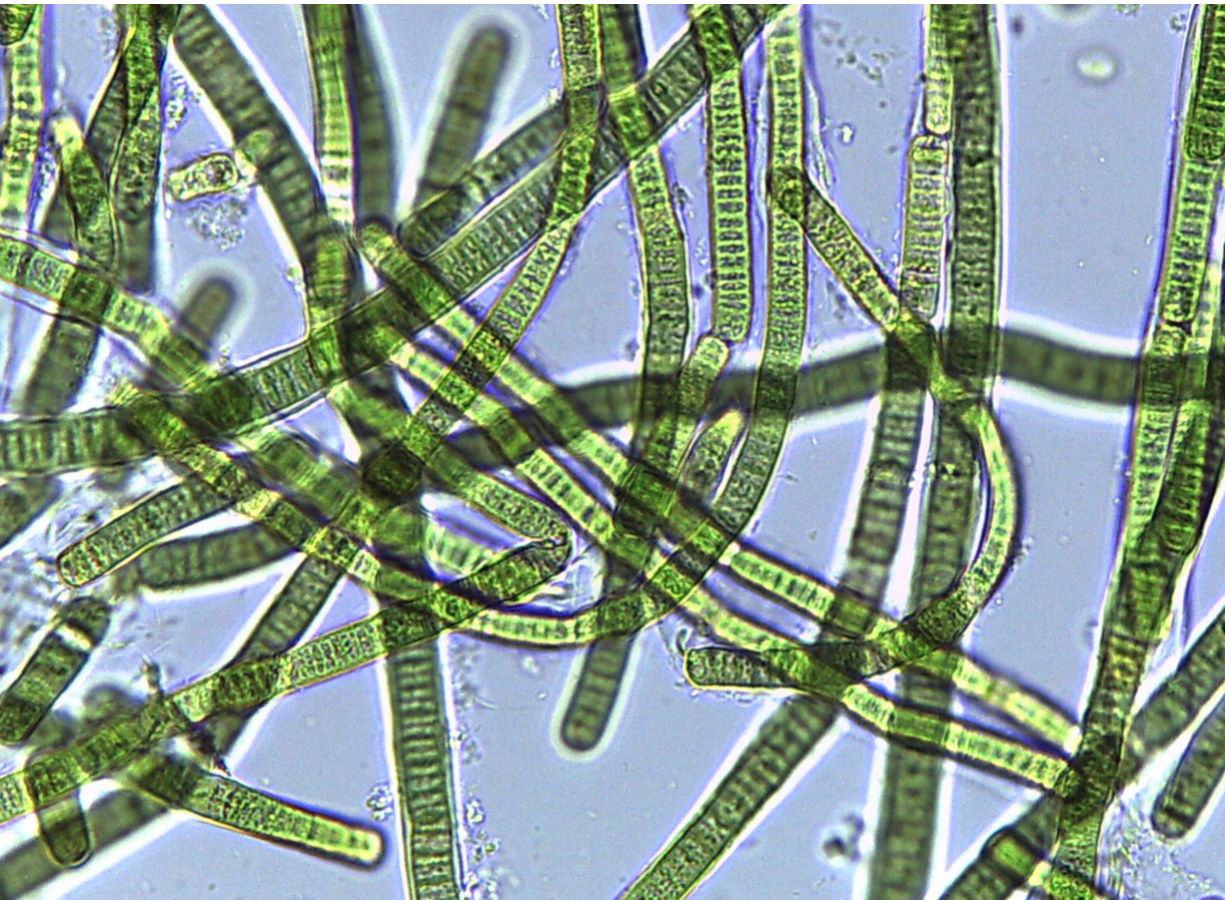


Foto: H. Franco-Cotero



FITOPLANCTON

Generalidades

Las microalgas o fitoplancton están conformados por todos aquellos microorganismos fotosintetizadores que se encuentran en los sistemas acuáticos. Se encuentran en ambientes dulceacuícolas, salobres y marinos. El fitoplancton es lo que comúnmente se conoce como agua verde. Su alimentación se basa exclusivamente en el proceso de la fotosíntesis, donde utilizan la luz solar como fuente principal para generar energía. El fitoplancton tiene un tamaño de 0.2 micrómetros hasta 20 milímetros (Graham *et al.*, 2016).

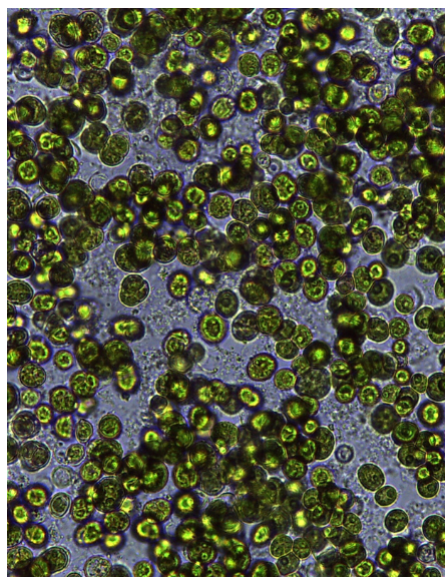
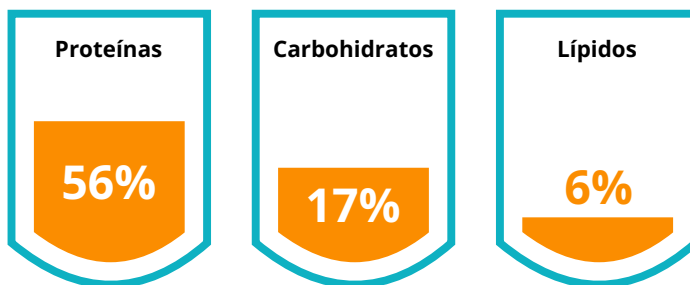


Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Loreto *et al.*, 2003; Galetovic *et al.*, 2017)

Ciclo de vida

Las microalgas se reproducen sexual y asexualmente, este último mecanismo incluye la formación de esporas de resistencia. Estas esporas sobreviven durante periodos de sequía y proliferan cuando las condiciones son favorables. La luz solar es esencial para la reproducción de las microalgas. Las especies más utilizados en la acuicultura son *Chlorella* sp., *Spirulina* sp., *Scenedesmus* sp. y *Cosmarium* sp. (Marcos *et al.*, 2020).

Cultivo

Infraestructura

Para el cultivo exclusivo de especies de fitoplancton como *Chlorella* sp. o *Spirulina* sp. se utilizan recipientes transparentes (de plástico o vidrio) de uno a 20 litros. Estos envases requieren un sistema de aireación y luz constante. Para cultivos extensivos, es decir, que tienen presencia de varias especies de microalgas, basta con colocar cubetas de 20 litros o tanques de 600 litros con agua a cielo abierto. Se recomienda mantener el cultivo a una temperatura de 18 a 28°C, con pH de 7 a 9 y oxígeno disuelto de 8 a 9 mg/L (Camaño *et al.*, 2021).

Fertilizante

Ninguno, dado que estos microorganismos se alimentan mediante fotosíntesis.

Tipo de cultivo

Los recipientes deben estar a cielo abierto, con la luz del sol directa para asegurar el crecimiento y reproducción de las microalgas (Marcos *et al.*, 2020).

Mantenimiento

Se requiere un monitoreo constante del nivel del agua en el cultivo y rellenar en función de la pérdida por evaporación. En condiciones de

laboratorio o monocultivos (una sola especie), se debe rellenar con agua purificada, con la finalidad de evitar que otras especies proliferen en el cultivo.



Foto: H. Franco-Cotero

Consideraciones

No alimentar en exceso a los peces pequeños, ya que esto puede modificar el pH o turbiedad del agua, lo cual afecta el comportamiento de los peces (Graham *et al.*, 2016). La densidad aproximada de fitoplancton es de 3 g/L, por lo que recomendamos alimentar con 100 mililitros de agua al día a una población de 300 larvas de peces, aproximadamente (Hernández-Pérez y Labbé, 2014).

Recomendaciones de uso

Se recomienda el uso de fitoplancton en peces pequeños debido a que la boca de estos es apta para filtrar el fitoplancton.



Para peces pequeños

ROTÍFEROS

(orden Rotífera)

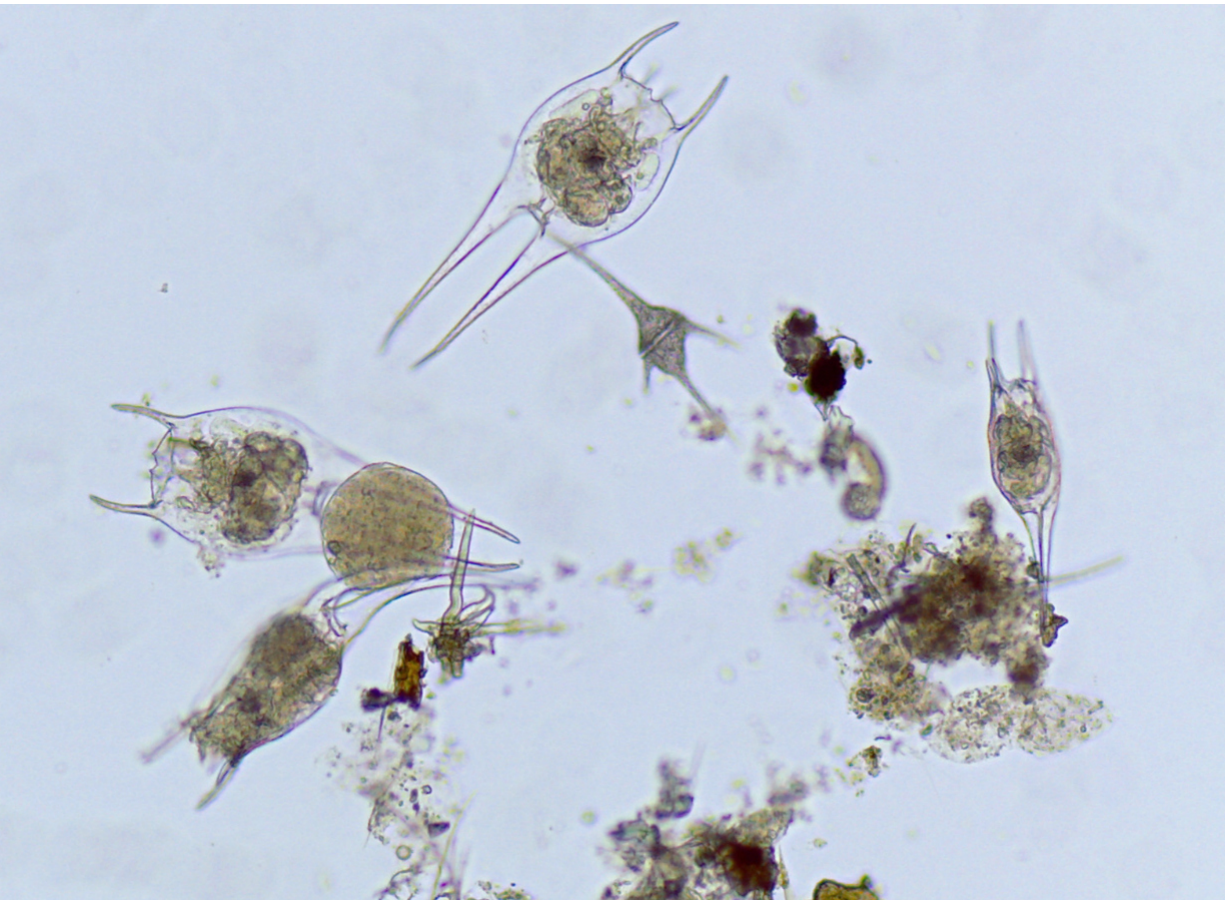


Foto: H. Franco-Cotero



Rotíferos (orden Rotífera)

Generalidades

Son animales microscópicos y forman el componente principal del zooplankton. Pueden llegar a medir hasta dos milímetros de longitud. Generalmente, su cuerpo es de forma cilíndrica y elongada (como un gusano), pero algunos también tienen forma esférica. La mayoría de los rotíferos se alimentan de partículas en suspensión, como materia orgánica, bacterias, protozoarios y microalgas (Loureiro *et al.*, 2012).

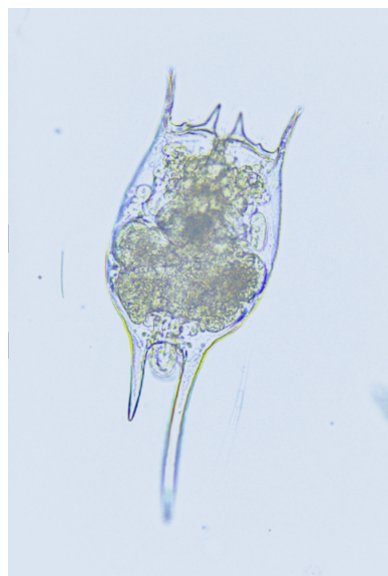
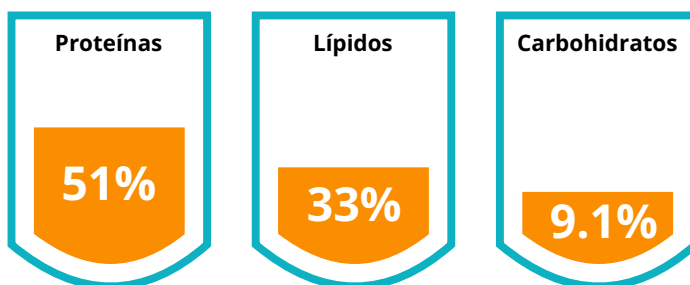


Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Hegab *et al.*, 2020)

Ciclo de vida

Los rotíferos se reproducen en su mayoría mediante partenogénesis cíclica, una combinación de la reproducción sexual y asexual. Esta última se basa en la producción de hembras genéticamente idénticas que las madres, sin necesidad de apareamiento con los machos. En la reproducción sexual, los machos copulan con las hembras y los huevos pueden entrar en latencia. Es decir, resisten condiciones de sequía en las que la supervivencia de los individuos activos es imposible. Su ciclo de vida es de seis a ocho días (Loureiro *et al.*, 2012).

Cultivo

Infraestructura

El cultivo de rotíferos se puede realizar en peceras de 100 litros o estanques de 600 litros a cielo abierto. Se recomienda utilizar agua verde con un sistema de aireación con salida ligera, ya que el movimiento excesivo puede dañar las células de los organismos más pequeños.

Fertilizante

Fitoplancton

Tipo de cultivo

Normalmente el cultivo de rotíferos es combinado con fitoplancton, ya que este último asegura la alimentación de estos animales microscópicos. Su temperatura óptima es de 18 a 28 °C, su pH de 7 a 9.5 y un oxígeno disuelto de 7 a 9 mg/L (Ascón-Dionicio, 1992).

Mantenimiento

Se recomienda retirar las macroalgas que se formen en el cultivo y monitorear el nivel de agua en función del proceso de evaporación.

Consideraciones

No alimentar en exceso a los peces pequeños, ya que el agua verde puede modificar el pH o la turbiedad, lo que afecta el comportamiento de los peces.



Foto: H. Franco-Cotero

Recomendaciones de uso

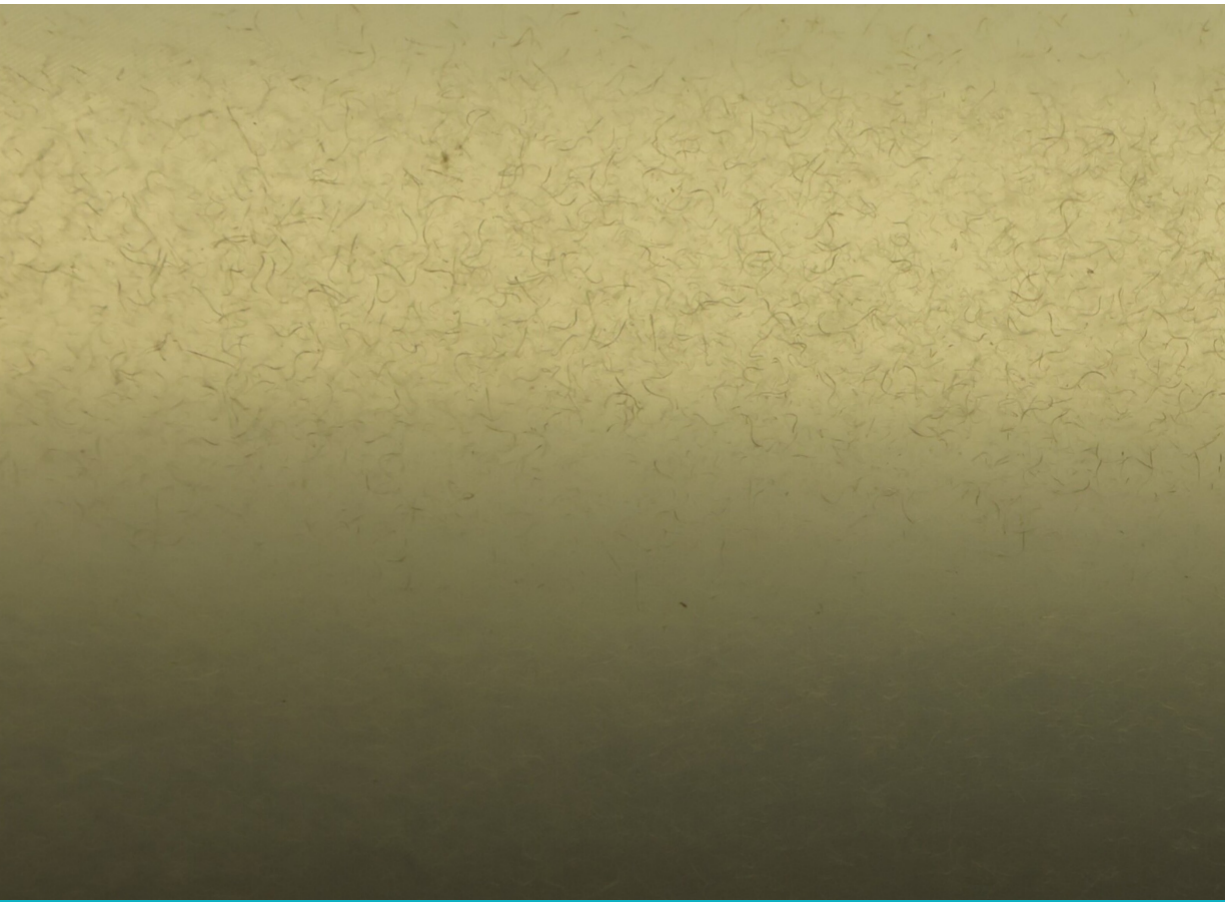
El uso de rotíferos es indispensable en larvas y peces de talla pequeña. Los rotíferos de tamaño grande (de 2 milímetros de longitud) pueden usarse en peces de talla mediana.



Para peces pequeños

ANGUILILLA DE VINAGRE

(*Turbatrix aceti*)





Anguililla de vinagre (*Turbatrix aceti*)

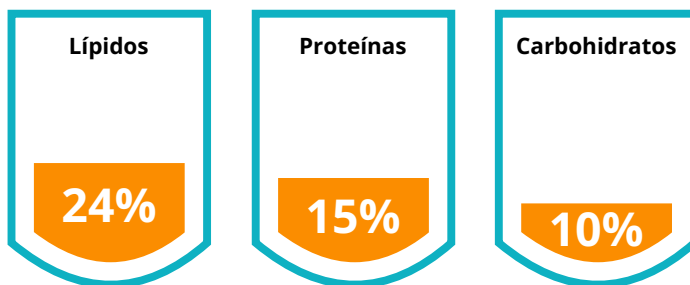
Generalidades

Es un nemátodo pequeño de menos de dos milímetros de largo. Este organismo se alimenta de las bacterias que producen la fermentación de azúcar y la fruta. La anguililla de vinagre tiene un nado atractivo para los peces, lo cual es un estímulo para que los peces inicien su búsqueda (Brüggemann, 2012).



Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Krusberg, 1972; Hundt *et al.*, 2015)

Ciclo de vida

Presentan un ciclo de vida relativamente largo: tardan cinco semanas en llegar a adultos y llegan a vivir hasta nueve meses (Önalan y Sepil, 2019).

Cultivo



Foto: H. Franco-Cotero

Infraestructura

Los cultivos se elaboran en recipientes o garrafones de vidrio con capacidad desde uno a 20 litros. La abertura del recipiente se mantiene tapada con malla mosquitera para evitar la contaminación con otros organismos (Krusberg, 1972).

Sustrato

La anguililla de vinagre se alimenta de bacterias, sin embargo, su principal requerimiento es vinagre de manzana con agua. La concentración de esta solución es de 50/50, poste-

riormente se añaden seis cucharadas de azúcar por cada litro de agua y al final se agrega un cuarto de manzana. Esta preparación puede durar aproximadamente tres meses (Önalan y Sepil, 2019).

Tipo de cultivo

Se aconseja un cultivo escalonado, es decir, tener varios cultivos simultáneos. Realizar un cultivo nuevo cada semana garantiza que los cultivos estén disponibles en todo momento.

Mantenimiento

Se recomienda reiniciar el cultivo a los tres meses, para evitar una alta carga bacteriana. Cada semana, el líquido del fondo puede retirarse y

reemplazarse con una nueva solución de agua, vinagre y azúcar. La anguililla de vinagre tiene un crecimiento óptimo a un pH de 3.5 y una temperatura de 20 °C (Hundt *et al.*, 2015).

Consideraciones

Se recomienda monitorear la calidad del agua de los peces cuando se alimenten con estos organismos, ya que el pH del cultivo es de 3.5 y las anguilillas pueden afectar este parámetro del agua de nuestros peces. Para evitar esto, se recomienda enjuagar previamente este organismo con la finalidad de retirar los restos de vinagre. Este cultivo atrae hormigas y moscas, por lo que se recomienda mantenerlo en un lugar cerrado con ventilación.

Recomendaciones de uso

Se recomienda su uso en larvas de peces. Para recolectar los organismos, se aconseja realizar un tamizaje, ya sea con malla o con embudo y algodón. Este mecanismo elimina todo rastro de vinagre a la hora de suministrarlo como alimento.



Para peces pequeños

MICROGUSANO DE AVENA

(*Panagrellus redivivus*)

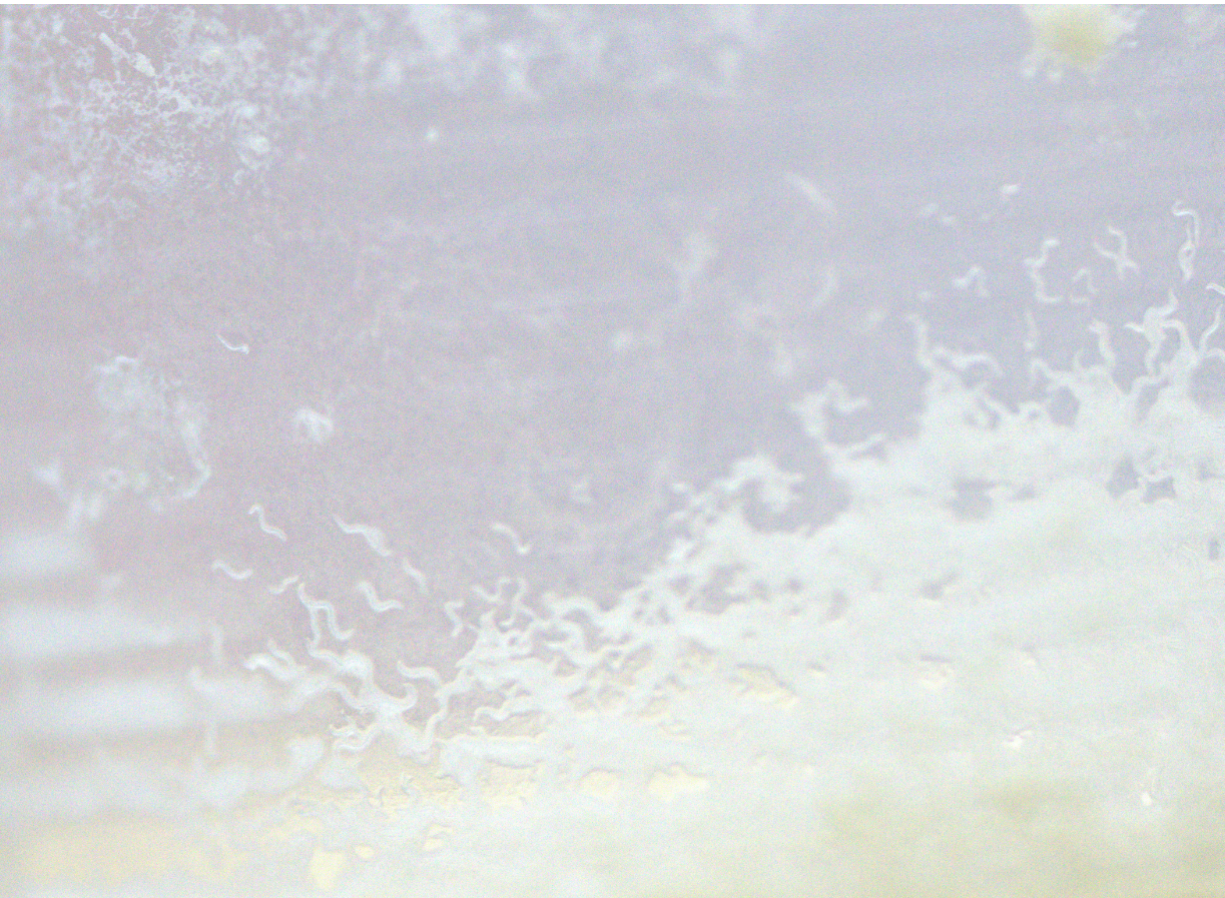


Foto: H. Franco-Cotero



Microgusano de avena (*Panagrellus redivivus*)

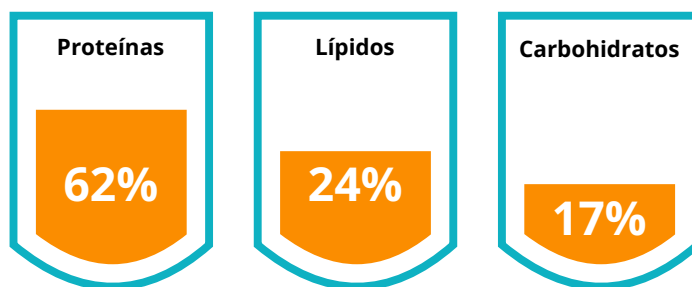
Generalidades

Es un nemátodo pequeño de vida libre (independiente de otro ser vivo) que llega a medir hasta 1.5 milímetros. Presenta un color blanco y movilidad. Posee un cuerpo no segmentado, cilíndrico y un sistema muscular longitudinal que le permite desplazarse con movimientos de adelante hacia atrás. Estos nemátodos habitan en medios terrestres y acuáticos, se alimentan de bacterias, levaduras y hongos (Brügge-mann, 2012).



Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Figueroa et al., 2006)

Ciclo de vida

Este organismo presenta dimorfismo sexual, donde el macho es más pequeño que la hembra. Tiene un ciclo de vida corto de 25 días, aproximadamente. Estos organismos presentan reproducción sexual, con una tasa reproductiva muy alta. Las hembras liberan un promedio de 30 crías cada 48 horas, durante los 20 o 25 días que dura su cultivo (Couto *et al.*, 2018).



Foto: H. Franco-Cotero

Cultivo

Infraestructura

Su cultivo se realiza en recipientes de plástico o vidrio con una capacidad de 200 mililitros a un litro. Cada recipiente deberá tener una o varias aberturas para asegurar la entrada de oxígeno al medio, las cuales se deben tapar con malla mosquitera para evitar la entrada de otros organismos (como mosquitos) que puedan contaminar el cultivo (Focken *et al.*, 2006).

Sustrato

Se utiliza avena comercial empaquetada o “lista para usar”. Se recomienda calentar la avena en el horno de microondas para evitar contaminaciones por bacterias. Si se quiere un cultivo fortalecido, se debe agregar leche en polvo. Posteriormente, agregar agua para hacer una mezcla espesa y líquida (parecida a la consistencia de la miel) (Couto *et al.*, 2018).

Tipo de cultivo

Es recomendable tener cultivos escalonados, es decir, hacer un nuevo cultivo cada dos días para asegurar la presencia de alimento. Después de una semana, cada cultivo tendrá que ser renovado para evitar su fermentación.

Mantenimiento

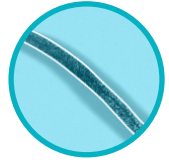
El cultivo tiene que estar lejos de la luz directa del sol y colocar siempre una malla mosquitera para evitar la contaminación por moscas. Para recolectar el alimento, se usa un pincel, espátula o abatelenguas y se pasa por las paredes del recipiente. Es necesario agregar agua al recipiente cada vez que se observe deshidratado (Schlechtriem *et al.*, 2004).

Consideraciones

El suministro de microgusano al cultivo de los peces puede afectar la calidad del agua. Los parámetros más afectados son el pH y la turbiedad, por lo que se recomienda realizar recambios de agua periódicamente. El cultivo se debe mantener a una temperatura no mayor de 30 °C y en ausencia de luz directa, ya que estos organismos son fotosensibles (Focken *et al.*, 2006).

Recomendaciones de uso

El microgusano funciona muy bien en etapas tempranas de los peces (larvas y peces pequeños). Si los microgusanos no suben por las paredes del recipiente pueden recolectarse directamente del cultivo, sin embargo, se necesitará enjuagarlos con agua para separar los microorganismos de la avena.



Para peces pequeños

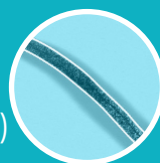
GUSANO DE GRINDAL

(*Enchytraeus buchholzi*)



Foto: H. Franco-Cotero

Gusano de Grindal (*Enchytraeus buchholzi*)



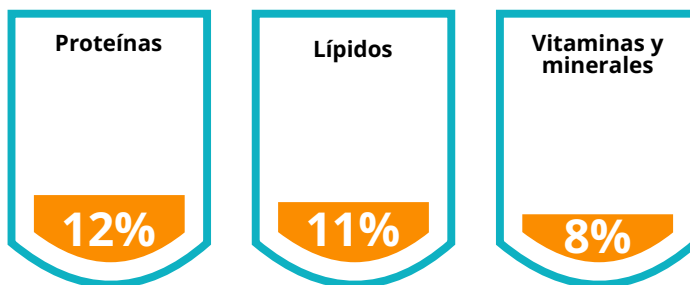
Generalidades

El gusano de Grindal es un anélido (un grupo de invertebrados) de cuerpo blando y color blanco. Estos organismos pueden llegar a medir hasta un centímetro de longitud. Habitan en medios terrestres y se alimentan de materia orgánica. Este organismo se reproduce rápidamente y presenta altas densidades de cultivo en poco tiempo (Jiménez-Rojas *et al.*, 2012).



Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Jiménez-Rojas *et al.*, 2012)

Ciclo de vida

Presentan un ciclo de vida corto y altas densidades de cultivo y movilidad. Estos gusanos son hermafroditas, es decir, cada uno presenta ambos órganos reproductivos. Su reproducción es rápida y constante, ya que cada adulto puede poner entre 10 y 25 huevos. Los huevos eclosionan en 12 días y los gusanos se reproducen cada 20-28 días. Cada individuo puede llegar a colocar hasta 1000 huevos en su vida (Oz *et al.*, 2015).

Cultivo

Infraestructura

Los cultivos se pueden realizar en recipientes plásticos de diferente volumen, desde 500 mililitros hasta dos litros de capacidad. Preferentemente con paredes de color opaco o negro, dado que estos gusanos son sensibles a la luz solar.



Foto: H. Franco-Cotero

Sustrato

El sustrato más común para cultivar gusano de Grindal es la fibra de coco. Para la nutrición del gusano de Grindal se pueden utilizar croquetas de gato, perro u optar por jamón o salchichas (Jiménez-Rojas *et al.*, 2012).

Tipo de cultivo

Se recomienda tener varios cultivos simultáneos de este organismo. Debido a su ciclo de vida, se recomienda mantener por lo menos tres cultivos a la vez con diferencia de cinco a siete días entre cada cultivo para asegurar una cantidad suficiente de alimento vivo. Se pueden tomar con pinzas o cuchara y administrar directamente a los peces. Se aconseja colocar estructuras plásticas o de madera dentro del recipiente con la finalidad de que los gusanos suban y en consecuencia su cosecha sea más fácil (Oz *et al.*, 2015).

Mantenimiento

Colocar agua en el cultivo de una a dos veces por semana para mantenerlo húmedo.

Consideraciones

Es recomendable recolectar los organismos de manera cuidadosa y pasarlos por agua limpia antes de suministrarlos a los peces, con la finalidad de que se limpien y no contaminen el acuario o el cultivo. Se debe mantener el cultivo entre los 10 y 15 °C, con entrada de oxígeno al recipiente.

Recomendaciones de uso

Utilizar gusano de Grindal en la alimentación de peces de talla pequeña, como larvas de peces.



Para peces medianos

PULGA DE AGUA

(suborden Cladóceras)



Foto: H. Franco-Cotero

Pulga de agua (suborden Cladóceras)



Generalidades

Las pulgas de agua son pequeños crustáceos que forman parte fundamental del zooplankton. Habitan en ambientes acuáticos salobres y dulceacuícolas, en este último los podemos encontrar en pequeñas charcas o cerca de las orillas de los ríos o lagos. Estos organismos son filtradores, ya que se alimentan de materia orgánica. Son organismos que llegan a medir desde 2 hasta 5 milímetros (Stevčić *et al.*, 2020).

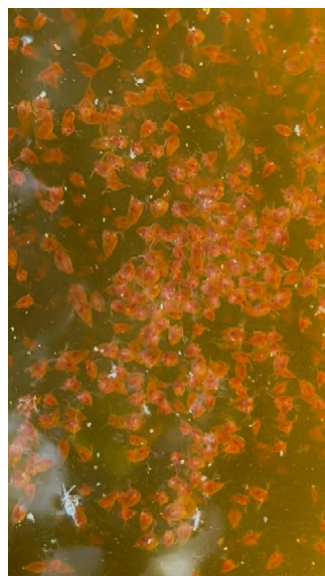
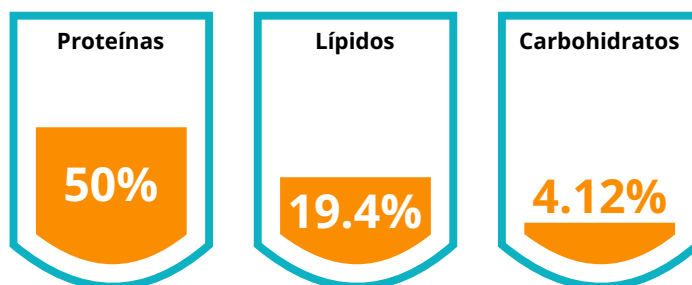


Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Luna-Figueroa y Gómez, 2005)

Ciclo de vida

Las pulgas de agua poseen dos mecanismos de reproducción. La sexual está determinada por la producción de huevos de la hembra y su fertilización por parte de los machos. Generalmente las hembras de pulga de agua pueden producir huevos cada 3 días. La reproducción asexual se presenta mediante el proceso de partenogénesis, donde las crías son idénticas a las madres (Turcihan *et al.*, 2022).

Cultivo

Infraestructura

El cultivo se puede realizar en peceras de 200 litros o estanques de 600 litros. Estos recipientes deben estar a la luz directa del sol para asegurar la fotosíntesis de las microalgas, las cuales son el alimento de las pulgas de agua (Stevčić *et al.*, 2020).

Fertilizante

Estos organismos son filtradores y se alimentan de materia orgánica, fitoplancton y levaduras, por lo que se recomienda utilizar un kilogramo de gallinaza en 600 litros de agua y añadir microalgas como *Chlorella* sp. o *Soenedesmus* sp. para su alimentación. Se puede utilizar levadura de pan *Saccharomyces cerevisiae*. Para preparar esta levadura, basta con disolver media cucharada en una botella de un litro con agua. Esta solución se agrega al cultivo cada vez que el agua esté transparente (Turcihan *et al.*, 2022).

Tipo de cultivo

Se recomienda un cultivo escalonado, es decir, trasladar una parte de la población de pulga a un nuevo recipiente cada semana. Se debe tapar el cultivo con malla sombra para evitar que otros organismos se reproduzcan en él.

Mantenimiento

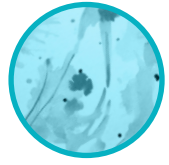
Retirar el exceso de materia orgánica y algas. Reiniciar el cultivo cada dos o tres semanas para asegurar la disponibilidad de alimento.

Consideraciones

En temporada de lluvia es recomendable realizar el cultivo en un sitio techado o con sombra, ya que la lluvia provoca el movimiento del sustrato. Esta situación modifica el pH del cultivo y disminuye la producción de pulga de agua. La disminución de la temperatura puede perjudicar la densidad del cultivo de pulga de agua, ya que para un cultivo óptimo se necesitan temperaturas de 24 a 28 °C, un pH de 7 a 9.5 y oxígeno disuelto de 7 a 9 mg/L. Las especies más representativas son *Daphnia magna*, *D. pulex* y *Moina wierzejskii* (Stevčić et al., 2020).

Recomendaciones de uso

Las especies más pequeñas como *D. pulex* y *M. wierzejskii* se pueden utilizar en crías o peces pequeños. Las pulgas grandes como *D. magna* pueden ser utilizadas en peces medianos y grandes.



Para peces medianos

ARTEMIA

(*Artemia* sp.)



Foto: H. Franco-Cotero



Artemia (*Artemia* sp.)

Generalidades

Es un crustáceo de agua salobre. Alcanza un tamaño de dos centímetros en su etapa adulta, mientras que en su etapa larvaria/nauplio, su tamaño es de 400 micras, aproximadamente. Posee una gran adaptación a diversas concentraciones de sal y es una especie filtradora no selectiva. Son de color rojo pardo con tonalidades verdes (Bengtson *et al.*, 1991).

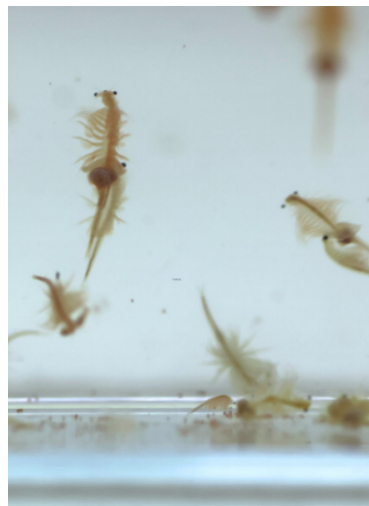
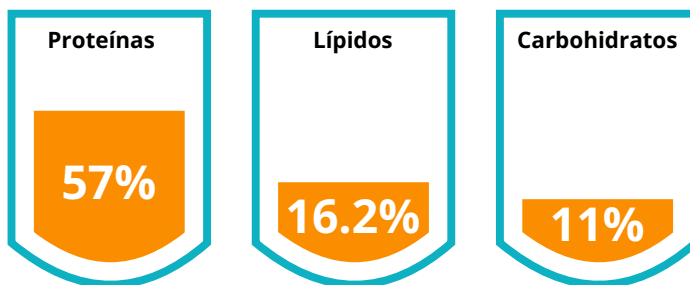


Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Guevara y Lodeiros, 2003)

Ciclo de vida

Presentan un ciclo de vida rápido, por lo que pueden llegar a etapa adulta en 22 días. Su adquisición en forma de quiste es sencilla, pues existe un amplio mercado en su distribución. En condiciones óptimas, el huevo puede eclosionar en un periodo de 24 a 72 horas. El nauplio emerge del quiste y tarda cinco días, posteriormente la larva tarda 15 a 20 días antes de llegar a la etapa adulta. La vida promedio del adulto es de un año. En este lapso las hembras pueden llegar a poner 300 quistes cada cuatro días. La artemia presenta reproducción sexual y asexual mediante partenogénesis (Azra *et al.*, 2022).

Cultivo

Infraestructura

Para un cultivo extensivo y no tecnificado, se utilizan tinas o tanques de 1500 litros a cielo abierto para asegurar la presencia de energía solar continua. Esto con la finalidad de que los crustáceos tengan suficiente espacio para reproducirse en masa. Este método asegurará una cantidad de biomasa aceptable para el aprovechamiento diario (Madkour *et al.*, 2022).

Tipo de cultivo

La concentración de la solución es de 15 gramos de sal gruesa (sin yodo) por litro de agua. Se añaden cinco gramos de quistes en los 1500 litros agua. Se recomienda agregar una cucharada de levadura por cada 500 litros de agua cada dos días. Esta levadura tiene que estar previamente disuelta añadiendo una cucharada en un litro de agua. Este cultivo no necesita de aireación. La temperatura óptima del cultivo es de 25 a 30 °C, pH de 6.5 a 7.5, oxígeno disuelto de 7 mg/L y salinidad de 120 g/L (Eslava-Eljaiek *et al.*, 2011; Madkour *et al.*, 2022).

Mantenimiento

Revisar constantemente la concentración de sal y el nivel del agua, ya que la evaporación de esta última puede afectar la salinidad del cultivo. Mantener una alimentación (levadura) adecuada para asegurar la presencia de la artemia en todo momento. Este cultivo no necesita ser escalonado, ya que la artemia se reproduce en el mismo cultivo (Azra *et al.*, 2022).

Consideraciones

El suministro de artemia como alimento puede afectar la dureza y salinidad del agua de los peces. Para evitarlo, se recomienda enjuagar la artemia y sifonear los tanques o peceras una vez cada tres días. Suministrar alimento excesivamente puede generar obstrucción intestinal en los peces, debido a la quitina que tienen estos crustáceos, por ello se recomienda alimentar a saciedad. La artemia muere, aproximadamente, una hora después de aplicarla al cultivo de peces, por lo que pasado este tiempo, estos pueden no consumirla (Bengtson *et al.*, 1991).

Recomendaciones de uso

Se recomienda utilizar nauplios de artemia en peces pequeños como crías de guppys, mollies, ángeles o bettas.

Utilizar metanauplios de artemia en peces medianos y adultos en peces grandes. Es aconsejable enjuagar la artemia con agua sin sal antes de suministrarla como alimento, con la finalidad de disminuir la concentración de sal.



Para peces medianos

ANFÍPODOS

(orden Amphipoda)

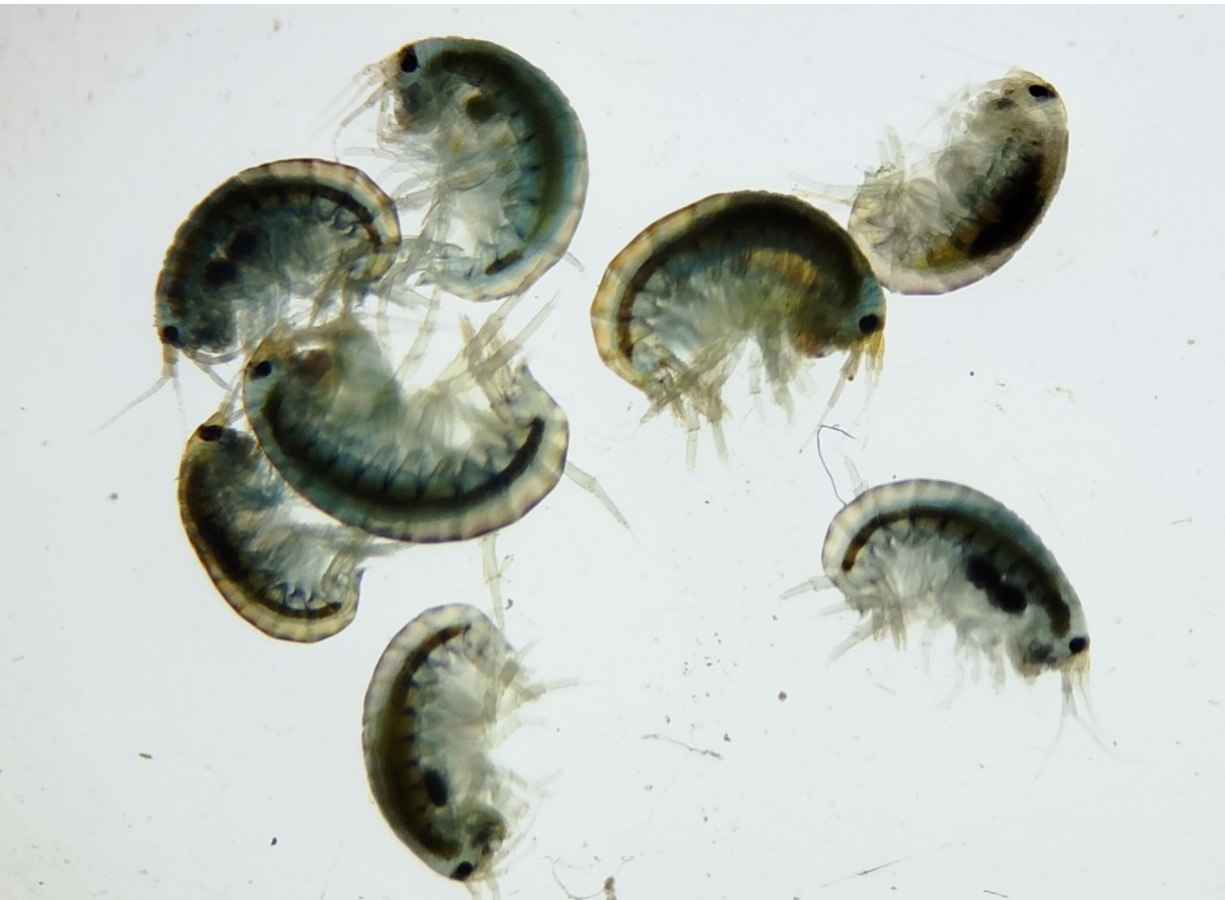


Foto: H. Franco-Cotero

Anfípodos (orden Amphipoda)



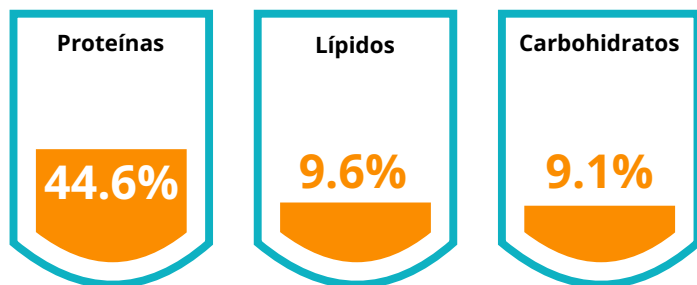
Generalidades

Los anfípodos son un grupo de pequeños crustáceos que habitan en ambientes dulceacuícolas, salobres y terrestres. Presentan cuerpo aplanado lateralmente y ausencia de caparazón externo. Se encuentran entre las rocas, escondidos en la materia vegetal o desplazándose en la columna del agua. Su alimentación se basa en filtrar la materia orgánica presente en el sistema acuático. Tienen un tamaño promedio menor a un centímetro de largo (Franco-Cotero *et al.*, 2024).



Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Baeza-Rojano *et al.*, 2014)

Ciclo de vida

Los anfípodos pueden reproducirse continuamente a lo largo de toda su vida. Estos organismos presentan dimorfismo sexual, lo que facilita el reconocimiento entre hembras y machos. Las hembras tienen una “bolsa de incubación” donde llevan a sus crías, las cuales emergen de ella en estadio juvenil. Los anfípodos alcanzan su madurez sexual entre los 25 y 30 días de haber eclosionado y se reproducen a partir de esta etapa en periodos de una semana (Krapp-Schickel *et al.*, 2015).

Cultivo

Infraestructura

Los cultivos se pueden realizar en peceras de 100 litros o estanques de 200 a 600 litros. Estos recipientes pueden estar a cielo abierto sin necesidad de sistema de aireación.



Foto: H. Franco-Cotero

Fertilizante

Ninguno en específico. Sólo se sugiere agregar dos recipientes de un litro (para peceras) o dos cubetas de 20 litros (para estanques) con fitoplancton (Pageo, 2012).

Tipo de cultivo

El cultivo puede ser escalonado, es decir, realizar un cultivo nuevo cada 30 días para que estos organismos alcancen su madurez sexual y puedan llegar a su etapa reproductiva. La presencia de fitoplancton es necesaria para su alimentación y desarrollo. Se recomienda cubrir el cultivo con malla mosquitera para evitar la presencia de otros macroinvertebrados como larvas de libélula (Pageo, 2012).

Mantenimiento

La limpieza recomendada es una vez cada dos meses. Debido a la alimentación de estos organismos, se requiere monitorear la calidad del agua y la floración de algas en el cultivo. Se recomienda un medio mesotrófico, es decir, agua verde claro (Krapp-Schickel *et al.*, 2015).

Consideraciones

Revisar constantemente los niveles y calidad de agua en los recipientes, ya que el exceso de fitoplancton y algas puede evitar que los anfípodos se reproduzcan. Los anfípodos más utilizados en la acuicultura son *Socarnes erythrophthalmus*, *Caprella scaura* y *Gammarus* sp. (Pageo, 2012). La temperatura óptima del cultivo es de 18 a 28 °C, pH de 7 a 9 y oxígeno disuelto de 7 a 9 mg/L (Franco-Cotero *et al.*, 2024).

Recomendaciones de uso

Se recomienda el uso de anfípodos en la alimentación de peces de talla mediana-grande, debido a que presentan un exoesqueleto que limita su consumo por peces pequeños.



Para peces medianos

GORGOJO CHINO

(Ulomoides dermestoides)



Foto: H. Franco-Cotero

Gorgojo chino (*Ulomoides dermestoides*)



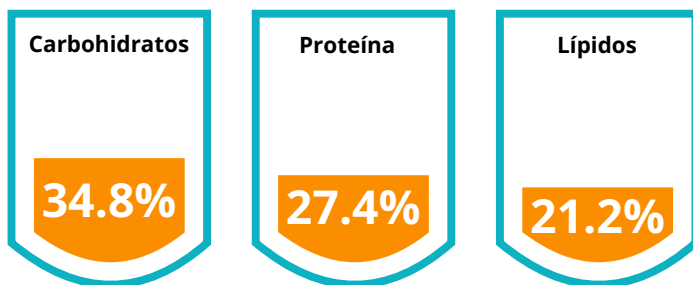
Generalidades

Es un escarabajo con un tamaño promedio de seis milímetros de largo y tres milímetros de ancho en etapa larvaria. En etapa adulta, el exoesqueleto del gorgojo chino es más blando que el del tenebrio y son más chicos. De igual forma, presenta los cuatro estadios de la metamorfosis: huevo, larva, pupa y adulto (Aquim *et al.*, 2023).



Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Bustos *et al.*, 2019)

Ciclo de vida

Presentan un ciclo de vida corto con un promedio de 120 días, desde huevo hasta adulto. Tienen un crecimiento más acelerado cuando las temperaturas superan los 28 °C. Las hembras colocan sus huevos en el alimento y ponen en promedio ocho huevos por puesta. Presentan reproducción sexual, donde los machos copulan con las hembras.

Cultivo

Infraestructura

El gorgojo chino se puede cultivar en recipientes de plástico de diversos tamaños. Mantener una abertura de por lo menos 30 cm² o varias aberturas pequeñas para asegurar la entrada de oxígeno. Para cultivos más grandes, se puede utilizar cajas de plástico de 100 centímetros de largo por 50 centímetros de ancho (Aquim *et al.*, 2023).



Foto: H. Franco-Cotero

Sustrato

Utilizar salvado de trigo y pan (telera) como complemento. Para el aporte hídrico se recomienda colocar trozos de frutas y verduras, como calabaza, naranja, zanahoria, lechuga, papa, entre otros.

Tipo de cultivo

Se puede realizar un cultivo permanente, en el que el sustrato se añadirá conforme los gorgojos lo vayan consumiendo. En este tipo de cultivo, los organismos permanecerán juntos en las distintas etapas de vida. Para cultivos escalonados, se recomienda colocar un millar de larvas en una caja grande. En condiciones óptimas, la cosecha puede ser de 10 veces más en aproximadamente tres meses.

Mantenimiento

El sustrato debe ser renovado cuando se haya consumido por completo, un indicador de esto es observar el exceso de desechos del gorgojo (bolitas pequeñas de color café claro). El aporte hídrico se realizará cada tres días.

Consideraciones

El cultivo puede atraer hormigas, por lo que recomendamos colocar una malla mosquitera para evitar la presencia de estos insectos. Se sugiere proteger el cultivo con barreras físicas para evitar su depredación por fauna nociva como ratas o ratones. El cultivo tiene que estar en espacios secos y libres de humedad para evitar la reproducción de hongos.

Recomendaciones de uso

Utilizar el gorgojo chino en organismos de tamaño pequeño y mediano. El tamaño de este insecto determinará la talla de los peces a los que se alimentará.



Para peces grandes

CAMARÓN DUENDE

(*Streptocephalus mackini*)



Foto: H. Franco-Cotero



Generalidades

El camarón duende se distribuye en cuerpos dulceacuícolas temporales. Estos organismos no se establecen en grandes lagos ni en cuerpos de agua permanentes, ya que son altamente vulnerables a la depredación de peces y de otros organismos acuáticos. Su cuerpo es alargado en forma de lanza y se les encuentra nadando a lo largo de la columna de agua. Llegan a medir hasta 2.5 centímetros de largo y su alimentación se basa en filtrar el fitoplancton y zooplancton presentes en el sistema acuático (Barrera *et al.*, 2007).

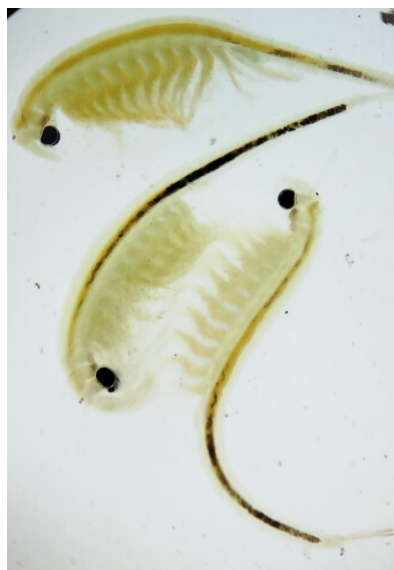
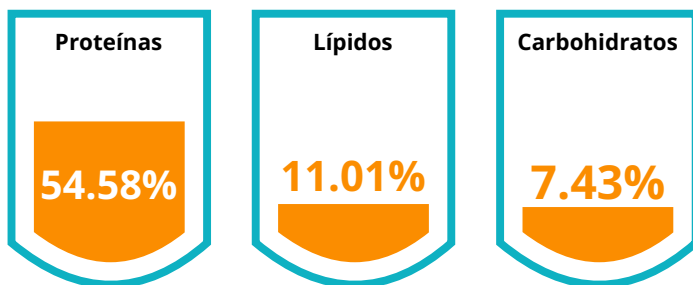


Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Soriano *et al.*, 2007; Luna-Figueroa *et al.*, 2009)

Ciclo de vida

Los camarones duende son organismos que producen embriones en forma de quistes, los cuales pueden permanecer latentes durante largos periodos de tiempo. Esta latencia se debe a que resisten variaciones de climas extremos. En temporadas de sequía, los quistes permanecen viables hasta que las condiciones ambientales propician el ambiente adecuado para eclosionar. Los quistes del camarón duende, al igual que los de artemia, se pueden almacenar, eclosionar y usar en el momento que se requiera (Soriano *et al.*, 2007).

Cultivo

Infraestructura

Los cultivos se pueden realizar en peceras de 200 litros o estanques de 600 litros, a cielo abierto sin necesidad de sistema de aireación.



Foto: H. Franco-Cotero

Fertilizante

Se recomienda que el cultivo de camarón duende contenga una capa de lodo en el fondo, con la finalidad de que estos organismos desoven en este sustrato. Se sugiere agregar al cultivo dos litros de agua verde cada semana, para que el fitoplancton se reproduzca y el camarón se alimente de él.

Tipo de cultivo

El cultivo puede ser escalonado, es decir, realizar un cultivo nuevo cada 30 días para que los camarones se reproduzcan en ese periodo. Se recomienda cubrir el cultivo con malla mosquitera para evitar la presencia de otros macroinvertebrados (Barrera *et al.*, 2007).

Mantenimiento

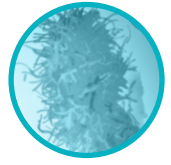
No se requiere limpieza frecuente debido a sus hábitos alimentación. Se recomienda un medio mesotrófico (agua de color verde claro) y llenado de estanques con relación a la pérdida de agua por evaporación (Soriano *et al.*, 2007).

Consideraciones

Se recomienda monitorear constantemente la población de camarón duende, ya que son organismos con un nado llamativo y pueden atraer a otros animales depredadores. La temperatura óptima del cultivo es de 28 a 30 °C, pH de 6.5 a 7.5 y oxígeno disuelto de 5 a 7 mg/L (Soriano *et al.*, 2007).

Recomendaciones de uso

Utilizar el camarón duende en peces de talla mediana-grande. Debido a su cubierta exoesquelética y a su tamaño, los peces pequeños no pueden consumirlo con facilidad.



Para peces grandes

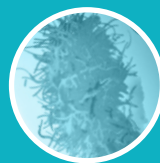
TUBIFEX

(*Tubifex tubifex*)



Foto: A. Quiñonez-Maldonado

Tubifex (*Tubifex tubifex*)



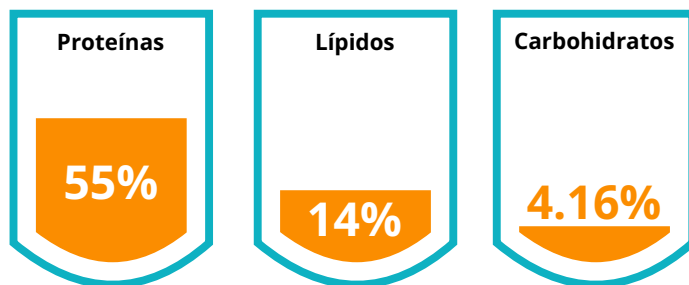
Generalidades

El tubifex es un anélido que habita ambientes acuáticos dulceacuícolas, su coloración es rojiza y tiene un tamaño promedio de dos a tres centímetros de longitud. Estos organismos habitan naturalmente sistemas acuáticos con alto contenido de materia orgánica, como humedales, orillas de ríos o sedimento de estanques. El tubifex se alimenta de bacterias y materia vegetal en descomposición a través de los sedimentos del sistema (Alam *et al.*, 2021).



Foto: A. Quiñonez-Maldonado

Contenido nutricional



(Loreto *et al.*, 2003; Galetovic *et al.*, 2017)

Ciclo de vida

La reproducción del tubifex es mediante fragmentación (reproducción asexual). En este proceso surgen nuevos individuos a partir de partes de un anélido adulto. Esta rápida reproducción permite que las poblaciones de tubifex crezcan rápidamente, sobre todo en entornos ricos en nutrientes. El tubifex tarda 20 días aproximadamente en completar su ciclo de vida (Simangunsong *et al.*, 2023).

Cultivo

Infraestructura

El cultivo se puede realizar en peceras de 40 litros o tanques de 200 litros. No necesita sistema de oxigenación y el cultivo debe estar tapado con malla mosquitera para evitar la presencia de otros organismos.



Foto: A. Quiñonez-Maldonado

Fertilizante

Se puede suministrar agua verde, hojarasca, avena molida o levadura. Este alimento deberá estar al fondo del tanque para que los organismos se alimenten de él (Simangunsong *et al.*, 2023).

Tipo de cultivo

El cultivo de tubifex se recomienda que sea escalonado. Es decir, realizar un cultivo nuevo cada 20 a 30 días (Alam *et al.*, 2021).

Mantenimiento

Se requiere cambiar el agua de una a dos veces por semana, en función del tipo de fertilizante que se utilice como base. La presencia de materia orgánica en exceso puede dificultar el cultivo de este organismo (Simangunsong *et al.*, 2023). Se recomienda el cultivo a una temperatura de 25 a 30 °C, con pH de 6 a 7 y oxígeno disuelto de 3 mg/L (Marian y Pandian, 1984).

Consideraciones

El tubifex es uno de los alimentos vivos más controversiales, debido a que muchos de ellos son recolectados directamente de medios contaminados. Si estos organismos se suministran como alimento sin purgarse, las probabilidades de que los peces se enfermen son altas. Para evitar estos inconvenientes, se recomienda colocar el tubifex en corrientes de agua limpia con la finalidad de que los anélidos se limpien tanto interna como externamente. Se recomienda colocar el tubifex en estas corrientes de agua por al menos 48 horas para que se purguen. En acuarios o tanques con gravilla en el fondo, el tubifex que no se consume de inmediato puede enterrarse y morir, lo que contamina el agua del tanque (Simangunsong *et al.*, 2023).

Recomendaciones de uso

Se recomienda el uso de tubifex en la alimentación de peces de talla mediana-grande, su utilización puede ser por medio de organismos vivos o liofilizados.



Para peces grandes

TENEBRIO

(*Tenebrio molitor*)



Foto: H. Franco-Cotero



Tenebrio (*Tenebrio molitor*)

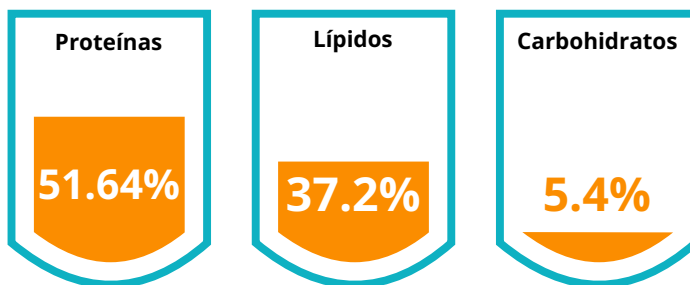
Generalidades

Es un escarabajo de color café-anaranjado en etapa de larva y negro en etapa adulta. Presenta los cuatro estadios de la metamorfosis: huevo, larva, pupa y adulto. Las larvas llegan a medir hasta tres centímetros. Es en la etapa larvaria donde se utilizan como alimento para los peces. Los tenebrios también son utilizados para alimentar a vertebrados como anfibios, reptiles y mamíferos pequeños (Deruytter y Coudron, 2022).



Foto: H. Franco-Cotero

Contenido nutricional



(Bastida *et al.*, 2020)

Ciclo de vida

Los huevos eclosionan en un lapso de una a tres semanas, posteriormente las larvas comienzan a alimentarse del sustrato, y conforme van creciendo aumentan de tamaño. Las larvas pasan por 12 mudas en un lapso de 8 a 10 semanas y llegan a medir hasta tres centímetros. Las larvas llegan a la fase de pupa y permanecen inmóviles durante una semana sin alimentarse. Los adultos emergen de las pupas, y en este estadio son sexualmente activos y pueden reproducirse. Presentan reproducción sexual, donde los machos copulan con las hembras y éstas pueden poner hasta 500 huevos en cinco días. Los adultos viven entre ocho y 12 semanas (Bastida *et al.*, 2020).

Cultivo

Infraestructura

Se utilizan recipientes de vidrio, plástico o metal. Se recomienda evitar el poliestireno, cartón o madera, ya que los tenebrios se pueden alimentar de estos materiales. Los recipientes tienen que ser más largos que altos, con la finalidad de que los organismos tengan espacio para desplazarse (Deruytter y Coudron, 2022).

Sustrato

Se puede utilizar avena, salvado de trigo o pan molido. Para el aporte hídrico, utilizar trozos de manzana, zanahoria, papa, e incluso un algodón con agua. Se recomienda colocar este aporte hídrico en una tapa de garrafón para evitar que el sustrato se humedezca. Es importante conservar una ventilación de mínimo 30 cm² por recipiente, con la finalidad de asegurar la entrada de oxígeno y evitar que en el cultivo se reproduzcan los hongos.

Tipo de cultivo

Se recomienda un cultivo escalonado, es decir realizar cultivos nuevos cada semana para tener larvas disponibles en todo momento.

Mantenimiento

El sustrato debe ser renovado cuando se haya consumido por completo, un indicador de esto es observar el exceso de los desechos de los tenebrios (bolitas pequeñas de color café claro). Respecto al aporte hídrico, se recomienda cambiarlo siempre que este haya sido consumido. Las condiciones óptimas de este cultivo van de 25 a 30 °C (Bastida *et al.*, 2020).

Consideraciones

Debido a que los tenebrios presentan canibalismo, se recomienda mantener los cultivos separados por estadios. Es decir, un cultivo específico de larvas, otro para pupas y otro de adultos. Al ser un organismo terrestre, los peces tienen que consumirlos inmediatamente. Se debe evitar que el sustrato del cultivo se humedezca, ya que el sustrato húmedo propicia la generación de patógenos y los tenebrios pueden morir (Mondragón y Contreras, 2015).

Recomendaciones de uso

Los tenebrios en etapa larvaria son los que mejor funcionan como alimento vivo para los peces. El tamaño de estas larvas varía, por lo que podemos alimentar a peces de tamaño mediano a grande.



Glosario

Ácidos grasos: son componentes orgánicos que se encuentran en las grasas. Son la principal fuente de energía del cuerpo y se utilizan para desarrollar los tejidos (Galetovic *et al.*, 2017).

Adulto: es un organismo que ha alcanzado su desarrollo orgánico y tiene la capacidad de reproducirse (Bastida *et al.*, 2020).

Ambientes dulceacuícolas: son cuerpos de agua con baja salinidad, como los lagos, lagunas, ríos, arroyos o pantanos (Serra *et al.*, 2019).

Ambientes salobres: son zonas de transición entre el agua dulce y el agua salada del mar, y se caracterizan por tener una mayor salinidad que el agua dulce pero menor que la del mar (Hernández-Pérez y Labbé, 2014).

Aporte hídrico: es el suministro de agua que los animales necesitan para realizar sus funciones vitales. Se ingiere a través de alimentos o agua para reponer los electrolitos perdidos (Oz *et al.*, 2015).

Carbohidratos: son uno de los principales nutrientes en la alimentación. Brindan energía a todos los órganos del cuerpo, desde el cerebro hasta los músculos y funcionan como combustible para realizar distintas funciones (Riccardi *et al.*, 2024).

Ciclo de vida: es la secuencia de cambios biológicos que ocurren en un organismo desde el nacimiento hasta su muerte. En los animales, el ciclo de vida incluye etapas como huevo, el crecimiento (larva pupa y adulto) y la reproducción (Serra *et al.*, 2019).

Contaminación del cultivo: es el proceso cuando, en un cultivo específico, crecen otros organismos que afectan la calidad de éste, por ejemplo, bacterias y hongos (Galetovic *et al.*, 2017).

Cultivo simultáneo: son los cultivos que se hacen u ocurren al mismo tiempo que otros (Bingöl *et al.*, 2016).

Densidad de cultivo: es el número de organismos por unidad de área en un cultivo, y es un factor clave para determinar el rendimiento y la calidad de los cultivos (Bingöl *et al.*, 2016).

Dimorfismo sexual: es la presencia de variaciones en la forma, coloración o tamaño entre los machos y hembras de una misma especie (Ascón-Dionicio, 1992).

Dureza del agua: es la cantidad de minerales que contiene, principalmente carbonato de calcio y magnesio. Estos minerales se caracterizan por estar disueltos en el agua de cultivo (Barrera *et al.*, 2007).

Eclosión: proceso mediante el cual la corteza de un huevo se rompe para permitir que el animal nazca (Barrera *et al.*, 2007).

Embrión: es un ser vivo en las primeras etapas de su desarrollo, desde la fecundación hasta que adquiere las características morfológicas de su especie (Bastida *et al.*, 2020).

Espora: célula de organismos vegetales que se separa de la planta o alga y se divide reiteradamente hasta constituir un nuevo individuo (Hernández-Pérez y Labbé, 2014).

Estadio: es el lapso entre dos mudas sucesivas de un artrópodo, como un insecto o crustáceo, en su desarrollo hacia la madurez sexual (Bastida *et al.*, 2020).

Evaporación: proceso físico que consiste en el cambio de estado de una sustancia líquida a gaseosa, sin necesidad de alcanzar su punto de ebullición (Munteanu y Dumitrascu, 2011).

Fertilizante: abono orgánico que provee nutrientes a un medio acuático y mejora la calidad nutrimental de éste. Se obtiene a partir de la multiplicación de microorganismos y el procesamiento de materia vegetal o animal (Loreto *et al.*, 2003).

Fitoplancton: son los seres vivos de origen vegetal que viven flotando en la columna de agua y cuya capacidad natatoria no logra nunca superar la inercia de las mareas, las olas o las corrientes. Son organismos autótrofos capaces de realizar la fotosíntesis (Marcos *et al.*, 2020).

Fotosíntesis: es un proceso químico que realizan las plantas, algas y algunos tipos de bacterias para convertir la energía de la luz solar en

energía química. Durante este proceso, se combinan el agua y el dióxido de carbono para formar carbohidratos y oxígeno (Hernández-Pérez y Labbé, 2014).

Hermafrodita: organismos que tienen órganos reproductivos masculinos y femeninos, y en consecuencia se reproduce sin necesidad de otro organismo (Stevčić *et al.*, 2020).

Huevo: es un cuerpo redondeado que producen las hembras de algunos animales para proteger y sustentar al embrión. El huevo se forma cuando el óvulo es fecundado y se convierte en un cigoto (Luna-Figueroa y Gómez, 2005).

Infraestructura: es un conjunto de instalaciones, servicios y medios técnicos que soportan el desarrollo de actividades (Bastida *et al.*, 2020).

Larva: es un animal que se encuentra en una etapa de desarrollo en la que ha salido del huevo y puede alimentarse por sí mismo, pero aún no ha alcanzado la forma y organización de un adulto (Luna-Figueroa y Gómez, 2005).

Latencia: es el tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta que produce (Galetovic *et al.*, 2017).

Lípidos: también conocidos como grasas, son un grupo de compuestos orgánicos que se encuentran en los alimentos y que tienen diversas funciones. Son la principal fuente de energía del cuerpo y son fundamentales para la formación de membranas celulares (Turcihan *et al.*, 2022).

Metamorfosis: es un proceso biológico en el que los animales experimentan cambios estructurales y fisiológicos durante su desarrollo, desde el nacimiento hasta la madurez. Estos cambios pueden afectar la forma y las funciones del animal. Los animales holometábolos presentan los cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto, mientras que los animales hemimetábolos presentan tres estadios: huevo, larva y adulto (Luna-Figueroa y Gómez, 2005).

Minerales: son nutrientes inorgánicos que se encuentran en los alimentos, esenciales para el correcto funcionamiento del organismo. Son fundamentales para la formación de estructuras quitinosas y otras células, y necesarios para el balance de fluidos, la contracción del cuerpo y los movimientos involuntarios de éste (Turcihan *et al.*, 2022).

Monitoreo: es un proceso de seguimiento y análisis de información de manera continua y sistemática (Bingöl *et al.*, 2016).

Omega 3: son grasas poliinsaturadas que el cuerpo necesita para funcionar de manera correcta. Son esenciales para mantener los órganos y disminuir los niveles de grasas (Turcihan *et al.*, 2022).

Peces grandes: miden de tres centímetros de largo en adelante.

Peces medianos: miden de un centímetro y medio a tres centímetros de largo.

Peces pequeños: miden de dos milímetros a un centímetro y medio de largo.

pH: es el potencial de hidrógeno. Es una medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez de una disolución. Con el pH determinamos la concentración de hidrogeniones en una disolución. Un hidrogenión es un ion positivo de Hidrógeno. El pH normalmente lo medimos en una escala de 1 a 14. El uno sería el valor más ácido, el 14 el valor más alcalino y el 7 el valor neutro (Aquim *et al.*, 2023).

Proteínas: nutrientes esenciales que se encuentran en los alimentos. Su función principal es aumentar la estructura y función de los tejidos y órganos, por lo que son fundamentales en el crecimiento y desarrollo de los animales. También son esenciales en la producción de enzimas y hormonas y en la respuesta inmunológica (Riccardi *et al.*, 2024).

Pupa: es el estadio que atraviesan algunos animales durante su metamorfosis, antes de convertirse en adultos. Generalmente, los animales no se alimentan en este estadio (Bastida *et al.*, 2020).

Quitina: es un polisacárido componente de las paredes celulares de hongos, levaduras y del exoesqueleto de muchos animales, como los crustáceos e insectos (Munteanu y Dumitrascu, 2011).

Reproducción asexual: es un proceso de reproducción en el que un solo organismo es capaz de generar nuevos individuos sin la intervención de gametos, como los óvulos y espermatozoides. Esto significa que los nuevos individuos son idénticos al progenitor, ya que no hay intercambio ni combinación de información genética (Serra *et al.*, 2019).

Reproducción sexual: es un proceso biológico que se produce cuando se unen dos gametos o células sexuales distintas para engendrar un nuevo ser. En esta reproducción los machos copulan con las hembras (Aquim *et al.*, 2023).

Salinidad: es la cantidad de sales disueltas en un cuerpo de agua o en el suelo. La salinidad puede ser un factor importante en la química de las sustancias y en los procesos biológicos que ocurren en ellas (Munteanu y Dumitrascu, 2011).

Sedimento: materia que se deposita en el fondo de un líquido debido a su mayor densidad (Bastida *et al.*, 2020).

Sustrato: es la superficie en la que vive un animal o una planta. Puede ser un material orgánico o mineral, biótico o abiótico (Azra *et al.*, 2022).

Turbiedad: medida de la cantidad de partículas en suspensión que tiene un líquido, lo que le hace perder transparencia (Oz *et al.*, 2015).

Vitaminas: son nutrientes esenciales que el cuerpo necesita para funcionar y mantenerse sano. Son sustancias orgánicas que se encuentran en los alimentos de origen vegetal y animal, y que también se pueden obtener de suplementos alimentarios. Los animales no pueden sintetizar todas las vitaminas, por lo que es necesario consumirlas a través de la alimentación. Las vitaminas son indispensables para el crecimiento, desarrollo y funcionamiento celular (Riccardi *et al.*, 2024).



Bibliografía

- Alam, M.A., Khan, M.A., Sarower-E-Mahfuj, M.D., Ara, Y., Parvez, I. y Amin, M.N. (2021). A model for tubificid worm (*Tubifex tubifex*) production and its effect on growth of three selected ornamental fish. *Bangladesh Journal of Fisheries*, 33(2), 205-214.
- Aquim, J.G.N., Cordero, P.Q., Mora, W.G.G. y Morocho, M.M.Q. (2023). Reproducción normal y asistida del *Betta Splendens* en condiciones de acuario en la estación de maricultura FCA-UTMACH. *Domínio de las Ciencias*, 9(3), 1334-1393.
- Ascón-Dionicio, G.U. (1992). Cultivo masivo de rotíferos en estanques de tierra. *Folia Amazónica*, 4(1), 101-106.
- Azra, M. N., Noor, M.I.M., Burlakovs, J., Abdullah, M.F., Abd Latif, Z. y Yik Sung, Y. (2022). Trends and New Developments in Artemia Research. *Animals*, 12(18), 2321.
- Baeza-Rojano, E., Hachero-Cruzado, I. y Guerra-García, J. M. (2014). Nutritional analysis of freshwater and marine amphipods from the Strait of Gibraltar and potential aquaculture applications. *Journal of Sea Research*, (85), 29-36.
- Barrera, N.G., Vergara, M.P.H. y Rostro, C.I.P. (2007). Culture density effects on the age of reproduction and cysts production of fairy Shrimp *Streptocephalus mackini*. *Veterinaria México*, 38(4), 467-475.
- Bastida, A.Z., Herrera-Soto, I.A., Soto-Simental, S., López, J.O. y Martínez, M.A. (2020). Producción y usos de *Tenebrio molitor*. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 6(12), 1-4.
- Bengtson, D.A., Léger, P. y Sorgeloos, P. (1991). Use of *Artemia* as a food source for aquaculture. En R.A. Browne, P. Sorgeloos y C.N.A. Trotinan (Eds.), *Artemia Biology* (pp. 255-286). CRC Press.
- Bingöl, B., Türkmen, G. y Karadal, O. (2016). Effects of different aquarium feeds on growth performance and survival rate of red cherry shrimp (*Neocaridina denticulata*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 217-222.

- Brüggemann, J. (2012). Nematodes as live food in larviculture—a review. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(6), 739-763.
- Bustos, J., Hamdan A., Závala, M. y Bustos, A. (2019). *El gorgojo chino (Ulomoides dermetoides) como fuente nutricional*. XVI Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia [Archivo PDF]. https://congresos.cio.mx/16_enc_mujer/cd_congreso/archivos/resumenes/S4/S4-MCS04.pdf
- Camaño, M. C., Vargas, M. D., Rodríguez, J. G. y Uribe, E. A. (2021). Evaluación de productividad en estanques para cultivo de alimento vivo. *Inventio*, 17(43), 1-8.
- Couto, M.V.S.D., Sousa, N.D.C., Abe, H.A., Dias, J.A.R., Meneses, J.O., Paixão, P.E.G. y Fujimoto, R. Y. (2018). Effects of live feed containing *Panagrellus redivivus* and water depth on growth of *Betta splendens* larvae. *Aquaculture Research*, 49(8), 2671-2675.
- Deruytter, D. y Coudron, C.L. (2022). The effects of density on the growth, survival and feed conversion of *Tenebrio molitor* larvae. *Journal of Insects as Food and Feed*, 8(2), 141-146.
- Eslava-Eljaiek, P., Wedler, E. y Serna-Macias, D. (2011). Caracterización y criterios de eclosión de quistes de *Artemia* sp. en la salina de pozos colorados (Santa Marta, Colombia). *Intropica*, (6), 101-108.
- Figueroa, T. J., Soriano, S. M. y Figueroa, J. (2006). El microgusano *Panagrellus redivivus* en la dieta de larvas de peces. *Hypatia*, 19 (5), 10 -11.
- Focken, U., Schlechtriem, C., Von Wuthenau, M., García-Ortega, A., Puello-Cruz, A. y Becker, K. (2006). *Panagrellus redivivus* mass produced on solid media as live food for *Litopenaeus vannamei* larvae. *Aquaculture Research*, 37(14), 1429-1436.
- Franco-Cotero, H.E., Lagunas-Celis, N.D., Franco, M., Díaz-Vargas, M., García-Rodríguez, J. y Arce, E. (2024). Macroinvertebrados acuáticos

- cos del río Apatlaco, Morelos, México: Potencial uso como alimento vivo en acuicultura. *Investigación Agropecuaria*, (21), 1-14.
- Galetovic, A., Araya, J. y Gómez-Silva, B. (2017). Composición bioquímica y toxicidad de colonias comestibles de la cianobacteria andina *Nostoc* sp. Llayta. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(4), 360-370.
- Graham, L. E., Wilcox, L. W. y Graham, J. (2016). *Algae*. (3a. ed.), Pearson Education Inc., Pearson Benjamin Cummings.
- Guevara, M. y Lodeiros, C. (2003). Composición bioquímica de nauplios y metanauplios de *Artemia* sp. (Crustacea, Anostraca) proveniente de la salina artificial de Araya, nororiente de Venezuela. *Ciencias Marinas*, 29(4B), 655-663.
- Hegab, M. H., Abdelhameed, M., Nasr, H. y Abd El Mola, H. (2020). Applying a new feeding protocol for enhancing mass culture and nutritional value of the rotifer *Brachionus plicatilis* Müller, 1786. *Aquaculture Studies*, 20(2), 81-89.
- Hernández-Pérez, A. y Labbé, J. I. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(2), 157-173.
- Hundt, M., Brüggemann, J., Grote, B., Bischoff, A. A., Martin-Creuzburg, D., Gergs, R. y Buck, B. H. (2015). Fatty acid composition of *Turbatrix acetii* and its use in feeding regimes of *Coregonus maraena* (Bloch, 1779): is it really a suitable alternative to *Artemia nauplii*?. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2), 343-348.
- Jiménez-Rojas, J.E., Alméciga-Díaz, P.A. y Herazo-Duarte, D.M. (2012). Desempeño de juveniles del pez ángel *Pterophyllum scalare* alimentados con el oligoqueto *Enchytraeus buchholzi*: Oligochaeta. *Universitas Scientiarum*, 17(1), 28-34.
- Kasiri, M., Farahi, A. y Sudagar, M. (2012). Growth and reproductive performance by different feed types in freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare* Schultze, 1823). *Veterinary Research Forum*, 3(3), 175-179.

- Krapp-Schickel, T., Häussermann, V. y Vader, W. (2015). A new Stenothoe species (Crustacea: Amphipoda: Stenothoidae) living on *Boloceropsis platei* (Anthozoa: Actiniaria) from Chilean Patagonia. *Helgoland Marine Research*, 69(2), 213-220.
- Krusberg, L. R. (1972). Fatty acid composition of *Turbatrix aceti* and its culture medium. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 41(1), 89-98.
- Loreto, C., Rosales, N., Bermúdez, J. y Morales, E. (2003). Producción de pigmentos y proteínas de la cianobacteria *Anabaena* PCC 7120 en relación a la concentración de nitrógeno e irradiancia. *Gayana Botánica*, 60(2), 83-89.
- Loureiro, C.K., Junior, W.W. y Abreu, P.C. (2012). Utilização de protozoários, rotíferos e nematódeos como alimento vivo para camarões cultivados no sistema BFT. *Atlântica (Rio Grande)*, 34(1), 5-12.
- Luna-Figueroa, J. y Gómez, P. E. (2005). Incorporación de *Culex quinquefasciatus* y *Daphnia* sp. en la dieta y su influencia en la reproducción de *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae). *Naturaleza y Desarrollo*, 3(1), 5-10.
- Luna-Figueroa, J., Soriano, S. y Figueroa, J. (2009). Calidad de quistes de *Artemia franciscana* (Crustacea: Anostraca) y del camarón duende *Streptocephalus mackini* (Crustacea: Anostraca) como alternativa para la alimentación inicial de larvas de peces. *Mesoamericana: Boletín Oficial de la Sociedad para la Biología y la Conservación*, (13), 22-27.
- Madkour, K., Dawood, M.A. y Sewilam, H. (2022). The use of *Artemia* for aquaculture industry: An updated overview. *Annals of Animal Science*, 23(1), 3-10.
- Marcos, C.P., Chávarri, E., Moreno, Á.O., Redondo, B.I., Garrote, M.F. y De la Fuente, J. (2020). Aprendizaje cooperativo para la producción de fitoplancton como alimento vivo para acuicultura. En *Conference Proceedings, CIVINEDU 2020* (pp. 352-353). Adaya Press.

- Marian, P. y Pandian, T. (1984). Culture and harvesting techniques for *Tubifex tubifex*. *Aquaculture*, 42(3-4), 303-315.
- Mondragón, I. y Contreras Y. (2015). Uso de los insectos *Tenebrio molitor*, *Tribolium castaneum* y *Palembus dermestoides* (Coleoptera, Tenebrionidae) como recurso didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de Investigación*, 39(86), 255-270.
- Munteanu, C. y Dumitrascu, M. (2011). *Artemia salina*. *Balneo-Research Journal*, 2(4).
- Önalán, Ş. y Sepil, A. (2019). An alternative live food for fish larvae; vinegar eels (*Turbatrix aceti*) enriched with bacterial protein. *Journal of Agricultural Sciences*, 29(4), 745-754.
- Oz, M., Bahtiyar, M., Sahin, D., Karsli, Z. y Oz, U. (2015). Using white worm (*Enchytraeus* spp.) as a live feed in aquarium fish culture. *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture*, 2(1), 4.
- Pageo, E.B.R. (2012). Crustáceos anfípodos: una alternativa al alimento vivo usado tradicionalmente en acuicultura. *Chronica Naturae*, (2), 64-72.
- Riccardi, B., Resta, S. y Resta, G. (2024). Transforming nutritional value into commercial gain: The Impact of Intensive Food Production. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 16(8), 39-52.
- Soriano, M., Figueroa, J., Anguiano, H. y Luna-Figueroa, J. (2007). Efecto de diferentes fertilizantes orgánicos sobre el cultivo en laboratorio del camarón duende de agua dulce *Streptocephalus mackini* (Crustacea: Anostraca). *Aquatic*, (26), 16-22.
- Schlechtriem, C., Ricci, M., Focken, U. y Becker, K. (2004). The suitability of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* as live food for first-feeding fish larvae. *Journal of Applied Ichthyology*, 20(3), 161-168.

- Serra, M., García-Roger, E.M., Ortells, R. y Carmona, M.J. (2019). Cyclically parthenogenetic rotifers and the theories of population and evolutionary ecology. *Limnetica*, 38(1), 67-93.
- Simangunsong, T., Anjaini, J., Situmorang, N. y Liu, C.H. (2023). The latest application of Tubifex as live feed in aquaculture. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 10(02), 112-121.
- Simangunsong, T., Anjaini, J., Soedibya, P.H.T. y Liu, C.H. (2024). Utilization of Tubifex worms as natural feed for growth and development of fish larvae. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 11(01), 33-43.
- Stevčić, Č., Pulkkinen, K. y Pirhonen, J. (2020). Efficiency of *Daphnia magna* in removal of green microalgae cultivated in Nordic recirculating aquaculture system wastewater. *Algal Research*, (52), 102-108.
- Turcihan, G., Isinibilir, M., Zeybek, Y.G. y Eryalçın, K.M. (2022). Effect of different feeds on reproduction performance, nutritional components and fatty acid composition of cladocer water flea (*Daphnia magna*). *Aquaculture Research*, 53(6), 2420-2430.

*Cultivo y producción de alimento vivo para
peces de ornato*, de Marco Polo Franco
Archundia, Alejandro García-Flores, Héctor
Eduardo Franco-Cotero y Alberto Alexander
Quiñónez-Maldonado (autores), se terminó en
junio de 2025.



La acuicultura ornamental es una práctica productiva que comercializa mundialmente más de dos mil millones de peces al año. El estado de Morelos es el principal productor de peces de ornato en México. Este libro tiene por objeto divulgar los beneficios de los alimentos vivos, para contrarrestar los perjuicios que trae consigo la harina de pescado, que es lo que generalmente se suministra como alimento en las granjas de la entidad. Esta obra está dirigida a las personas productoras de peces, con el objetivo de que conozcan las distintas opciones de alimento vivo y así consideren establecer estos cultivos en sus granjas acuícolas. La información que aquí se presenta tiene un sentido divulgativo, por lo que cualquier persona interesada es un potencial lector. El alimento vivo es una alternativa nutritiva y económicamente factible, pues su uso como alimento o suplemento alimenticio favorece el desarrollo y sistema inmune de los peces cultivados.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE
INVESTIGACIONES
BIOLÓGICAS
UAEM