



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

“LARVICULTURA Y EL USO CORRECTO DEL ALIMENTO NATURAL  
EN LOS PRIMEROS ESTADIOS LARVIARIOS DEL (LITOPENAEUS  
VANNAMEI)”

RONQUILLO PINZON CARLOS MIGUEL  
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

“LARVICULTURA Y EL USO CORRECTO DEL ALIMENTO  
NATURAL EN LOS PRIMEROS ESTADIOS LARVARIOS DEL  
(LITOPENAEUS VANNAMEI)”

RONQUILLO PINZON CARLOS MIGUEL  
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

“LARVICULTURA Y EL USO CORRECTO DEL ALIMENTO NATURAL EN LOS  
PRIMEROS ESTADIOS LARVIARIOS DEL (LITOPENAEUS VANNAMEI)”

RONQUILLO PINZON CARLOS MIGUEL  
INGENIERO ACUÍCULTOR

VALAREZO MACÍAS CESAR AUGUSTO

MACHALA, 24 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA  
24 de agosto de 2022

# MANEJO DEL CULTIVO DE MICROALGAS (TETRASELMIS SP, SKELETONEMA COSTATUM, CHAETOCEROS SPP) COMO ALIMENTO NATURAL EN LA LARVICULTURA DEL LITOPENAEUS VANNAMEI

*por* Ronquillo Pinzon Carlos Miguel

---

**Fecha de entrega:** 19-ago-2022 12:39a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1884248955

**Nombre del archivo:** RONQUILLO\_PINZON\_CARLOS\_MIGUEL.docx (529.38K)

**Total de palabras:** 5087

**Total de caracteres:** 26048

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, RONQUILLO PINZON CARLOS MIGUEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado “Larvicultura y el uso correcto del alimento natural en los primeros estadios larvarios del (*Litopenaeus vannamei*)”, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 24 de agosto de 2022



2

RONQUILLO PINZON CARLOS MIGUEL  
0706348919

## RESUMEN

Desde sus inicios la acuicultura ha venido creciendo continuamente generando gran demanda de sus productos en los mercados, razón por la cual la tecnificación y mejoramiento de sus métodos de cultivo ha sido crucial para el desarrollo de este sector. En el Ecuador se estima que 210.000 ha de terreno están dedicadas a la producción de camarón. Su cultivo se ha visto afectado por diversos brotes patógenos, siendo los causantes de enfermedades y grandes pérdidas económicas en el sector camaronero, la calidad de la semilla es un factor determinante en la mitigación o control de estas enfermedades, la Larvicultura con su mejoramiento genético ha producido larvas libres de patógenos, la calidad de la larva depende de muchos factores dentro de la larvicultura, entre sus principales está la alimentación, las microalgas por su composición nutricional se convierten en el alimento natural ideal para los primeros estadios larvales del camarón, existen especies de microalgas específicas aplicadas en la formulación de dietas en la Larvicultura, las microalgas poseen varios beneficios, su manejo y cultivo es de vital importancia, la contaminación de la cepa podría generar problemas en la salud y bienestar animal, los métodos de cultivos de microalgas varían según la necesidad de cada laboratorio de larva, el uso correcto de este alimento natural nos proveerá una semilla de calidad.

**Palabras clave:** Larvicultura, microalga, alimento natural, estadios larvales.

## **ABSTRACT**

Since its inception, aquaculture has been growing continuously, generating great demand for its products in the markets, which is why the modernization and improvement of its farming methods has been crucial for the development of this sector. In Ecuador it is estimated that 210,000 ha of land are dedicated to shrimp production. Its cultivation has been affected by various pathogenic outbreaks, being the cause of diseases and great economic losses in the shrimp sector, the quality of the seed is a determining factor in the mitigation or control of these diseases, Larviculture with its genetic improvement has produced pathogen-free larvae, the quality of the larva depends on many factors within larviculture, among its main ones is feeding, microalgae, due to their nutritional composition, become the ideal natural food for the first larval stages of shrimp, there are species of specific microalgae applied in the formulation of diets in Larviculture, microalgae have several benefits, their management and cultivation is of vital importance, contamination of the strain could generate problems in animal health and welfare, microalgae cultivation methods vary according to the need of each larva laboratory, the correct use of this food in nature will provide us with a quality seed.

**Keywords:** Larviculture, microalgae, natural food, larval stage.

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCION .....                                  | 4  |
| 2. DESARROLLO .....                                    | 5  |
| 2.1 Importancia de la camaronicultura .....            | 5  |
| 2.2 Larvicultura del camarón en el Ecuador .....       | 5  |
| 2.3 Estructura del laboratorio de larva .....          | 6  |
| 2.4 Biología de la especie .....                       | 9  |
| 2.4.1 Taxonomía.....                                   | 9  |
| 2.4.2 Características del camarón .....                | 9  |
| 2.5 Estadios larvales del camarón .....                | 10 |
| 2.5.1 Nauplio.....                                     | 10 |
| 2.5.2 Zoea .....                                       | 11 |
| 2.5.3 Mysis.....                                       | 11 |
| 2.5.4 Postlarva.....                                   | 12 |
| 2.6 Manejo del alimento natural.....                   | 12 |
| 2.7 Alimentación en la fase larval.....                | 13 |
| 2.8 Cultivo de microalgas .....                        | 16 |
| 2.8.1 Cultivo en reservorio .....                      | 16 |
| 2.8.2 Cultivo en laboratorio.....                      | 16 |
| 2.8.3 Cultivo en cilindros.....                        | 17 |
| 2.8.4 Cultivos masivos .....                           | 18 |
| 2.9 Valor nutricional de microalgas .....              | 18 |
| 2.10 Estrategias para manejar un alimento natural..... | 18 |
| 3. CONCLUSIÓN.....                                     | 21 |
| 4. BIBLIOGRAFÍA .....                                  | 22 |

## INDICE DE ILUSTRACION

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 1 <b>Título:</b> Alimento natural <b>Fuente:</b> (Ramírez-Merlano et al., 2010)..... | 13 |
|--|----|

## INDICE DE TABLA

|   |   |
|---|---|
| Tabla 1 <b>Título:</b> Taxonomía <i>Litopenaeus vannamei</i> <b>Fuente:</b> (Boone, 1931) ..... | 9 |
|---|---|

## 1. INTRODUCCION

La acuicultura ha sido una de las actividades que más crecimiento exponencial ha tenido en el transcurso de los últimos años y a su vez una gran alternativa para la producción de proteína ya que esta se obtiene en un tiempo menor que por ejemplo el ganado vacuno, también tiene ventajas como que se necesita menos cantidad de alimento por gramo producido. La pesca excesiva de los organismos acuáticos ha llegado a poner en peligro de extinción a ciertas especies que con la ayuda de esta actividad se ha podido recrear los parámetros necesarios de muchas de estas especies para una producción en cautiverio pudiendo salvar ciertas veces de su desaparición.

El cultivo de camarón se ha convertido en una de las actividades referentes en el Ecuador siendo catalogado como el que produce la mejor calidad debido a varios factores que influyen positivamente sobre él, al principio se tenía muchas falencias en la Larvicultura una de las principales era la producción de alimento de origen natural para la alimentación de las larvas de camarón (Kaparapu, 2018).

En la actualidad ya existen métodos eficientes para la producción a gran escala de microalgas, por eso un gran avance ha sido el cultivo de microalgas, donde el productor puede generar el cultivo de una microalga en específico, recordando que existe una variedad de microalgas pero no todas tienen las propiedades nutricionales requeridas para la larvas, en el siguiente trabajo investigativo se abarcara temas relacionados con la producción de alimento natural para su administración en la Larvicultura de camarón blanco.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1 Importancia de la camaronicultura**

Durante más de 50 años esta actividad ha sido una de las más importantes a nivel nacional, el camarón ecuatoriano tiene gran aceptación en los mercados internacionales. Su calidad, frescura, tamaño y cuidado lo han posicionado en el primer lugar a nivel de exportaciones en Latinoamérica. Ecuador a diferencia de otros países como los asiáticos, cuenta con climas adecuados que ayudan a favorecer el cultivo continuo del *L. vannamei*, se pueden realizar de tres a cuatro corridas anuales, con supervivencia del 65% por ha. Hoy en día existen aproximadamente 210.000 ha dedicadas a la producción del camarón; de estas hectáreas Santa Elena representa el 7%, Manabí 9%, Esmeraldas 9%, El Oro 15% y Guayas el 60% (Gonzabay et al., 2021).

### **2.2 Larvicultura del camarón en el Ecuador**

La disponibilidad de la larva de origen silvestre y la variabilidad de la abundancia como consecuencia de fenómenos naturales, tales como El Niño y La Niña, dieron lugar a una rápida proliferación de los laboratorios de larvas. La idea original fue la de garantizar a los productores un suministro confiable de postlarvas de camarón durante todo el año. En nuestro país existen alrededor de 132 laboratorios de larvicultura registrados legalmente y en pleno funcionamiento los cuales se encuentran distribuidos en las diferentes provincias costeras las cuales ejercen principalmente las actividades acuícolas, en la Península de Santa Elena ubicada en la provincia del Guayas se encuentran ubicados principalmente en su mayoría los principales y más importantes laboratorios de larvicultura, esto se debe a que la calidad del agua de esta zona es adecuada y apta para ejercer esta actividad convirtiéndola en una zona indicada para planificar y asentar laboratorios destinados a esta actividad, gracias a su calidad de agua y la cercanía a la costa, en Santa Elena existen alrededor de 81 laboratorios de larvas

de gran importancia en el país (Nieto, 2017).

### **2.3 Estructura del laboratorio de larva**

Un laboratorio de larvas se encuentra distribuido por áreas y equipos, los cuales en conjunto logran obtener el éxito deseado en una producción, los laboratorios de producción de larvas tienen básicamente las siguientes secciones: Maduración, Larvicultura, Cultivo de Algas (cepas y masivos) y Artemia. Los laboratorios constan con tanques de cultivo y equipos de diferentes tipos que permiten su funcionamiento. Los tanques pueden ser de fibra de vidrio, cemento o plásticos, y de diferente forma lo cual depende del interés y tipo de manejo, lo cual será discutido en las próximas clases, con respecto a los equipos de laboratorio los cuales cumplen con algunas funciones tenemos: Filtración de agua, Calentamiento de agua, Bombeo de agua y Otros equipos de control biológico y físico-químico interno. Un laboratorio de larvas bien estructurado y organizado se podrá lograr la supervivencia de hasta el 60% incluso más las larvas en producción por unidad de volumen cultivado, la clave del éxito radica en acoplar integralmente la reingeniería de diseño con el manejo del cultivo (Escárcega, 2020).

El área de maduración está desarrollada en muy pocos laboratorios del país. Las salas de maduración cuentan con tanques circulares de 3 m a 5 m de diámetro y de 0.9 m a 1.2 m de profundidad. Los materiales de construcción normalmente empleados son fibra de vidrio, plástico y cemento. El interior de los tanques es de color negro. La temperatura del agua se debe mantener entre 27°C y 29°C, y la salinidad fluctúa entre 30–35 ppm. La densidad de siembra es de 4 a 5 reproductores por m<sup>2</sup> o 200 a 350 gramos por m<sup>2</sup>, con una relación hembra:macho de 1:1. Los reproductores son capturados ya sea del medio natural o de los estanques de las granjas camaroneras. En el mar se emplean barcos arrastreros, trasmallos, chinchorros de playa, trampas y corrales. Luego de capturados son seleccionados según su estado externo, tamaño y peso en hembras 60 gramos; machos 40 gramos. Son transportados

ya sea envueltos en trozos de redes, dentro de tubos de PVC perforados y/o colocándolos un protector de caucho en el rostro (García, 2000).

Al arribar los reproductores al laboratorio son aclimatados durante un período máximo de una semana y a continuación se ablaciona el pedúnculo ocular de la hembra. Una vez que las hembras maduras han copulado se verifica la presencia del espermátforo en el *telicum* de la hembra, si alguna no hubiera sido fecundada se procede a la inseminación artificial para de inmediato transferirlas a los tanques de desoves (500–1,000 l).a razón de 1 hembra por tanque. El desove ocurre 4–5 horas después de la cópula pudiendo una hembra producir entre 50,000–300,000 huevos por desove; su fecundidad tanto como eficiencia dependerá del número de veces que haya desovado, tamaño, parámetros físicos y nutricionales a los que estuvieron expuestos los reproductores. Los huevos eclosionan entre 14 y 16 horas después del desove. Los nauplios más fuertes son cosechados por medio del fototaxismo positivo que poseen. Estos nauplios son desinfectados con yodo para luego ser transportados a los tanques de larvicultura (Escárcega, 2020).

Los tanques de larvicultura varían en forma y volumen, pudiendo contener entre 2 y 20 toneladas de agua. Son construidos con materiales diversos: cemento recubierto con pintura o láminas de plástico. Los tanques están provistos con aireación en el fondo con tuberías de PVC perforadas o piedras difusoras. Todo el sistema debe ser desinfectado mediante clorinación y secado antes de cada corrida. Se llenan los tanques con agua del reservorio el cual ha sido filtrado (1  $\mu$ ), pasada por UV y en algunos casos por un ozonificador. Dependiendo del sistema que se utilice para el cultivo, se tratará el agua antes de que ingrese al sistema. Una vez llenado el estanque con un volumen bajo se procede a la siembra de los nauplios a una densidad de 100/1 inicialmente terminando con el volumen completo a una densidad de 60–80 larvas por l. El ciclo larval termina luego de 21 días aproximadamente, habiendo pasado por los estadios de Nauplio que consta de 5 estadios, Protozoa que son 3 estadios, Mysis que son 3 estadios y Postlarva (Escárcega, 2020).

Con respecto al área de artemia, esta zona es aquella donde se produce otra fuente de alimento vivo como es el caso de la Artemia siendo conocido como un tipo de crustáceo de diminuto tamaño, los cuales son utilizados en la alimentación de las postlarvas de camarón los cuales están en estadios más desarrollados dentro del cultivo. Esta área cuenta con 16 tolvas de fibra de vidrio las cuales poseen una capacidad de 2000 litros cada una con una superficie de 97.70 m<sup>2</sup>. (Geobios, 2007)

Cada tolva tiene la capacidad de eclosionar 4 libras de producto comercial el cual debe cumplir con los requisitos de sanidad requeridos, se dejará que eclosionen estos quistes en un tiempo determinado de 24 horas para su posterior cosecha. (Geobios, 2007)

Este tipo de alimento vivo como es el caso de la artemia se puede suministrar tanto congelado como previamente cocido en este caso en estadios menores o avanzados, en estadios más grandes como de Postlarvas PL-2 en adelante se le puede dar en estado vivo. (Geobios, 2007)

Con respecto al área de microalgas que trata de la producción de plantas microscópicas, esta se divide en tres secciones, y es aquí donde se realiza la producción del alimento principal de los primeros estadios larvarios del camarón. Estas secciones se conocen como: la zona de reservorio de agua, el cultivo en laboratorio, el cultivo en cilindros y cultivos masivos. Tomando en cuenta el área de cultivo en laboratorio de microalgas esta cuenta con algunos departamentos como son: el cepario, cuarto de vitaminas, almacén para bolsas, área de cultivo en bolsas y área de cultivo en cilindros (Akmukhanova et al.,2022).

## 2.4 Biología de la especie

### 2.4.1 Taxonomía

Tabla 1 Titulo: Taxonomía *Litopenaeus vannamei* Fuente: (Boone, 1931)

| Taxonomía   |                    |
|-------------|--------------------|
| Reino       | Animalia           |
| Filo        | Arthropoda         |
| Subfilo     | Crustacea          |
| Clase       | Malacostraca       |
| Orden       | Decapoda           |
| Suborden    | Dendrobranchiata   |
| Infra orden | Caridea            |
| Familia     | Penaeidae          |
| Genero      | <i>Litopenaeus</i> |
| Especie     | <i>P. vannamei</i> |

### 2.4.2 Características del camarón

El *L. vannamei* es un artrópodo que posee exoesqueleto, apéndices articulados, cuerpo segmentado, branquias y dos pares de antenas. Es originario del Océano Pacífico, habita en fondos fangosos, aguas con profundidad de hasta 72 m, temperatura mayor a 20°C. Las hembras y los machos maduran cuando alcanzan una edad de 6 a 7 meses, con un peso de 20 g los machos y 28 g las hembras (Morán, 2017).

El ciclo de producción del *L. vannamei* es cerrado y dura 18 meses aproximadamente, en el medio natural son abundantes las hembras inactivas durante el mes de febrero hasta agosto. En octubre es cuando empieza el desarrollo de los ovarios del camarón, en febrero incrementa y después se produce un declive hasta el mes de mayo (Carvajal & Bolaños, 2013).

Para que se produzca la reproducción, el macho deposita su esperma en la hembra y empieza a fertilizar los huevos. El apareamiento ocurre cuando la hembra pasó por el periodo de muda, teniendo un exoesqueleto blando y el macho un exoesqueleto duro. El desove se produce en temporadas cálidas, con un número de huevos que fluctúa de 200000 a 500000 (Valle, 2020).

Durante su desarrollo el camarón pasa por los siguientes estadios: nauplio, Zoea, mysis y postlarva. Antes de llegar a postlarva el camarón es plantónico y se dirige hacia las bahías, esteros y marismas donde se convertirá en postlarva, cuando alcanza el estado adulto, el camarón empiezan a moverse hacia el mar, iniciando nuevamente el ciclo (Carvajal & Bolaños, 2013).

## **2.5 Estadios larvales del camarón**

### **2.5.1 Nauplio**

El nauplio se alimenta de sus reservas vitelinas, tiene 5 subestadios (nauplio 1,2,3,4,5) y 5 mudas cada ocho horas. Nauplio I: Después de unos minutos de haber eclosionado, empiezan a nadar y desecha su membrana embrionaria. Tienen un aspecto piriforme, se puede observar la presencia de 3 apéndices en la parte anterior que corresponden a la anténula, antena y su mandíbula. Esta etapa tiene una duración aproximada de 5 a 9 horas, una longitud de 0.20 mm y 0.40 mm de largo; Nauplio II: Presenta una longitud de 0.20 mm y un tamaño de 0.45 mm, se pueden observar pequeñas seditas plumosas en sus apéndices, esta etapa tiene un periodo de 5 a 13 horas; Nauplio III: Presenta dos lóbulos caudales, mide 0.20 mm de ancho y 0.50 mm de largo y tienen una duración de 10 a 12 horas. Nauplio IV: En los lóbulos caudales aparecen 5 espinas (Ramírez et al., 2010).

Tienen un tamaño de 0.2 mm de ancho y 0.55 mm de largo, esta etapa tiene una duración de 10 a 12 horas; Nauplio V: Posee segmento antenular con 8 sedas plumosas, este estadio tiene una duración de 16 a 20 horas y tiene un tamaño de 0.20 mm de ancho y 0.58

mm de largo (Díaz, 2020).

### **2.5.2 Zoea**

Cuando termina el último estadio de nauplio, se siembran en tanques de producción de los laboratorios, después vienen el estadio de zoea y sus subestadios (Zoea 1, 2, 3), cada uno tiene una duración aproximadamente de 1 día dependiendo del manejo y la calidad de la larva. Su alimentación está basada en fitoplancton que se encuentra presente en el agua, ya que no presenta una cavidad bucal bien desarrollada (Valle, 2020).

Presenta una división del cefalotórax y el abdomen, tiene desplazamiento vertical, ojos compuestos, telson, los urópodos aparecen en zoea III o la tercera muda. El primer subestadio posee una longitud de 1.03 mm con una cabeza y abdomen bien diferenciados. El último estadio tiene una longitud de 2.47mm presentando un corazón compacto, urópodos y un telson separado. Esta etapa tiene un tiempo aproximado de 88 horas de duración (Carvajal & Bolaños, 2013).

### **2.5.3 Mysis**

Es el último estadio larval y presenta 3 subestadios que se encuentran determinados por sus mudas. La primera ocurre a las 24 horas con un tamaño aproximado de 3.05 mm, presenta pereiópodos desarrollados, su cuerpo es más alargado, con rasgos más definidos. Se observa el telson más ancho y las antenas exhiben sus exopoditos. En mysis II aparecen los pleópodos, un caparazón que tiene espinas hepáticas y el telson se presenta con forma casi rectangular. Este subestadio tiene un tiempo aproximado de 29 horas y una longitud de 3.25 mm. La tercera muda o mysis III tiene una longitud de 4.17 mm, en el rostro aparece la primera espina dorsal, posee sus pleópodos bisegmentados. Este estadio tiene un tiempo de duración aproximado de 95 horas, después del último subestadio de mysis aparece el estadio de postlarva (Carvajal & Bolaños, 2013).

#### **2.5.4 Postlarva**

Se caracteriza por medir de 5.05 a 11 mm en un tiempo aproximado de 14 días, una postlarva es muy semejante a un camarón juvenil y adulto. El *L. vannamei* se caracteriza por tener el rostro corto y ancho, posee un máximo de 2 dientes en la parte ventral. Es una característica que lo diferencia de las demás especies. Los pleópodos se encuentran bien formados y con setas largas, siendo sus primeros órganos de natación. El rostro está formado por dos o 3 espinas, el telson tiene forma rectangular, los urópodos se encuentran desarrollados, el caparazón se encuentra ajustado al cefalotórax, los pereiópodos le permiten arrastrarse y a veces agarrarse, La mandíbula se encuentra bien formada (Carvajal & Bolaños, 2013).

Cuando llegan a la etapa de postlarva se debe colocar aireación y recambio de agua permanente, la artemia es el alimento principal, también se alimenta con microalgas y balanceado, pero en cantidades pequeñas (Díaz, 2020).

En este estadio los camarones que se encuentran en cautiverio, tienen un tamaño de 12 mm y empiezan a moverse hacia los esteros o franjas costeras. Generalmente la captura del *L. vannamei* se realiza en temporadas de luna nueva y luna llena, en estas temporadas se producen las mareas con mayores tamaños, esto permite que las postlarvas puedan ingresar a los esteros (Carvajal & Bolaños, 2013).

### **2.6 Manejo del alimento natural**

Es importante mantener un control de las fases larvarias, las cuales tienen como propósito incrementar las tasas de sobrevivencia y de crecimiento de las especies, en las cuales es fundamental mantener condiciones ambientales adecuadas y proporcionar una buena alimentación la cual garantice una mayor cantidad y mejor calidad de las larvas. La alimentación de la larva debe considerar el tamaño, densidad y calidad de la presa ofrecida, la

cual requiere de alimentos externos apropiados tanto cuantitativa como cualitativamente, el alimento natural a base de microalgas debe administrarse de acuerdo al estadio larval del organismo, el tamaño de la célula fitoplanctónica debe ser el adecuada para la larva, al igual que sus propiedades nutricionales deben ser la optimas (Ramírez-Merlano et al., 2010).



Ilustración 1 **Título:** Alimento natural **Fuente:** (Ramírez-Merlano et al., 2010).

## 2.7 Alimentación en la fase larval

Se caracteriza por medir de 5.05 a 11 mm en un tiempo aproximado de 14 días, una postlarva es muy semejante a un camarón juvenil y adulto. A lo largo de la industria camaronera se han venido suministrando diferentes fuentes de alimento entre ellos las más utilizadas tenemos a especies de algas las cuales se han venido utilizando para la alimentación larval, esto se debe a que las microalgas presentan dentro de su composición una alta calidad de proteínas, una composición variable de azúcares, ricas en AGPI y en ácido ascórbico y riboflavina, entre los más utilizados tenemos a las *Tetraselmis* sp, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp, entre otras especies, formando parte de los esquemas de alimentación a nivel de la mayoría de los laboratorios de cría de larvas en el mundo, para obtener un mejor

balance nutricional se recomienda realizar combinaciones en su dieta de 2 o 3 especies para aprovechar mejor sus componentes nutricionales (García, 2000).

Una vez transferidos a los tanques de cultivo a los nauplios, el alimento que se va a suministrar según en las condiciones en las que se encuentre, en el inicio de la corrida, estos nauplios se van alimentar con fitoplancton o alimentos microencapsulados que son específicos y requeridos en esta talla (Divya and Aanand, 2020).

Para la alimentación en esta etapa existen opciones que se pueden realizar para obtener dichos cultivos como fuente de alimentación, como es el caso de cultivos monoespecíficos el cual consiste en un cultivo realizado dentro de un laboratorio destinado específicamente a su producción, por otro lado, tenemos blooms naturales de algas las cuales pueden ser realizadas de forma natural dentro del propio estanque (Divya and Aanand, 2020).

Entre las algas monoespecíficas más utilizadas tenemos a los *Chaetoceros gracilis* y *Tetraselmis* spp. Estos cultivos de fitoplancton más comunes son llevados desde cepas (tubos de ensayo con algas escogidas por su calidad) hasta el volumen final por inoculación sucesiva en tanques de volumen cada vez mayor. La densidad final es de 300,000– 1.000000 cel./ml dependiendo del tamaño de la célula, en tanques con una capacidad de una a dos toneladas de agua (Divya and Aanand, 2020).

En el caso de los blooms de algas naturales estos son realizados de forma directa dentro de los tanques de larvas que se desarrollará dicha actividad, el agua que ingresa con la que se llena el tanque no se filtra, debido a esto permite que exista un afloramiento de las algas las cuales se encuentran en el medio de una forma natural la cual va a proveer una gran diversidad de algas, en el cual debemos tener en cuenta realizar una fertilización adecuada para obtener un florecimiento algal de algas beneficiosas para la producción (Divya and Aanand, 2020).

En los tanques de larvicultura se trata de mantener una concentración de algas entre 50,000– 300,000 cel/ml a lo largo de toda la corrida. Diariamente se contabiliza la

concentración en el tanque y en base a lo existente se agrega el volumen necesario para mantener la concentración deseada. En la mayoría de los laboratorios de larvicultura cultivan sus propias algas monoespecíficas y son pocos los que las compran de otros laboratorios. El número de laboratorios que realizan blooms de algas dentro del tanque mismo de larvas es reducido, ya que es mucho más factible realizar un cultivo de algas dentro de un laboratorio en el cual se puede mantener un control de densidad según las necesidades que se van presentando en relación al requerimiento de alimento en la fase larval. A lo que se va desarrollando las larvas, este organismo tendrá la capacidad y la necesidad de ingerir otro tipo de alimento, llegando a poseer otros requerimientos nutricionales, el cual puede ser alimento artificial y alimento vivo, entre uno de los alimentos vivos más utilizados y conocidos tenemos a la *Artemia* sp. La cual por su composición presenta una excelente fuente de ácidos grasos. Los quistes pueden servir como alimento: incubados (Instar 1) o decapsulados (de Moraes, et al., 2022).

El corion del quiste de *Artemia* puede alojar esporas de bacterias y hongos. La presencia de esta capa convierte a la *Artemia* en un vector de enfermedades, por lo que se vuelve imprescindible su desinfección o decapsulación. Para desinfectar los quistes, estos se colocan en agua dulce con una concentración de hipoclorito de Ca que dependerá del tiempo de exposición (20 ppm durante 2 horas o 200 ppm durante 20 minutos), luego del cual se deberá eliminar todo residuo de cloro (Nagarajan et al., 2021).

La *Artemia* descapsulada es utilizada para alimentar a las larvas más pequeñas ya que las larvas son de menor tamaño y más lentas en el nado que los nauplios de artemia. Nutricionalmente la artemia es conocida por ser altamente digerible y tiene la capacidad de cubrir la mayoría de los requerimientos de macro y micro nutrientes de larvas de peces y crustáceos. Los diferentes tipos y orígenes de cada artemia determinan la calidad de los mismos; el único punto en el cual coinciden todos los tipos es en la existencia de ácidos

grasos altamente insaturados (HUFA), la cantidad que contengan será determinante en la supervivencia y crecimiento de las larvas (Ahmed et al., 2019).

## **2.8 Cultivo de microalgas**

### ***2.8.1 Cultivo en reservorio***

Estas se encuentran estructuradas en dos estructuras cilíndricas estas pueden ser de material de concreto armado o es forma de cisternas plásticas con un diámetro de 2,5 metros y con una capacidad lo suficiente para realizar un cultivo de microalgas dentro de un laboratorio, ubicados en una zona con alrededor 9.00 m<sup>2</sup> aproximadamente. Esta zona servirá como reserva de agua marina ya esterilizada para poder desarrollar un cultivo de microalgas en la zona del cepario y en bolsas (Sandhya et al., 2020).

### ***2.8.2 Cultivo en laboratorio***

Esta zona comprende cuatro secciones dentro de una dimensión de 87,67 m<sup>2</sup>, en el que desarrollaremos el cultivo de microalgas desde las cepas puras, esta zona tiene como función llevar a 1 poblaciones de las distintas especies de microalgas a niveles de concentración lo necesario para que sirven de alimento en los primeros estadios larvarios del camarón dentro de un cultivo, por ellos son conocidos como cultivos alternos (Präfanda et al., 2020).

El cultivo monoespecífico se obtiene fertilizando agua salada esterilizada con vitaminas y minerales requeridas para el tipo de alga que se desea cultivar. El medio de cultivo más común es el de Guillard F/2, el cual utiliza una solución de silicato de Na; otra con Nitrato y Fosfato; una de Hierro, EDTA; y finalmente vitaminas. Se inicia con la inoculación de 10 ml de cepa en frascos de 150 ml, luego de 3 días este volumen es inoculado a 1 L, se esperan 3 días y se inocula a 3 L luego 30 L, 250 L y finalmente 1 tonelada.

Dependiendo del volumen final, se tarda de 15–20 días hasta ser transportada al tanque de larvicultura (Calderón, 1992).

La primera sección se la conoce como cepario el cual cuenta con una superficie de 15m<sup>2</sup>, en el cual se mantendrán en tubos de ensayo las cepas puras de la especies de microalgas escogidas para la alimentación larvaria, siendo principalmente utilizadas tipo de algas pardas y diatomeas, se debe tomar en cuenta que estas cepas provengan de laboratorios certificados entre ellos el CICIMAR (Oostlander et al., 2020).

Otra de las secciones ubicadas en esta área es el cuarto de vitaminas el cual cuenta con una superficie de 17 m<sup>2</sup>, en esta sección se prepararán y posteriormente se almacenan aquellas sustancias que serán utilizadas con la finalidad de fomentar el crecimiento de las microalgas dentro del laboratorio, en este caso las sustancias más utilizadas tenemos a las vitaminas y sustancias trazas. (Geobios, 2007 )

Con respecto a la sección de almacén para bolsas cuenta con una superficie de 10m<sup>2</sup>, en esta área se almacenarán las bolsas que se van a utilizar dentro de la fase de cultivo de microalgas, en el cual se implementara otra sección de 42.00 m<sup>2</sup> con la finalidad de colocar bolsas con agua marina estéril y vitaminas, el cual se aplicada junto con un inóculo de microalgas de una especie escogida con la finalidad de incrementar su población con respecto a la densidad. En esta etapa se obtendrán alrededor de 60 bolsas diarias con unos 20 litros cada una y una densidad aproximada de 4,5 a 6 millones de células por mililitro de la especie escogida, en estas bolsas se mantendrán en cultivo por el tiempo de 3 días con la finalidad de alcanzar su máxima densidad poblacional y luego inocular en los cilindros (Shah, et.,2018).

### ***2.8.3 Cultivo en cilindros***

El cultivo en cilindros es una metodología muy aplicada, para obtener altas densidad de microalgas en menor espacio, suelen servir como inóculos para transportar a otras de las secciones presentes en el cultivo en laboratorio, pueden contar con una superficie de 140 m<sup>2</sup>,

en la que contendrá cilindros de alrededor 300 litros el cual son fabricado con fibra de vidrio, en esta sección se saben inocular 2 bolsas por cilindro, se los mantendrán alrededor de 3 días hasta poder alcanzar una densidad de 1.8 a 2.5 millones de células por mililitro (Khwancharoen et al., 2021).

#### **2.8.4 Cultivos masivos**

En esta sección se inoculan los cilindros, es decir se los pasará a piscinas de concreto recubiertas con liner color blanco, se los deja por 3 días con la finalidad de alcanzar una densidad de 600 a 900 mil células por mililitro, donde posteriormente serán transferidos a los tanques de producción larvario de camarón en estadios más grandes (Nagappan et al., 2021).

### **2.9 Valor nutricional de microalgas**

Hay muchas especies de fitoplancton que son altamente nutritivas para muchas especies acuícolas, como son los *Chaetoceros* sp., *Tetraselmis* sp. y *Skeletonema* sp. Estas especies son nutritivas y vitales para la nutrición de las larvas de camarón durante las primeras etapas larvales. Muchas especies de fitoplancton también producen ácidos grasos omega-3 que tienen múltiples beneficios para la salud de la larva, entre los principales componentes nutricionales que se rescata de estas tres microalgas es la proteína y lípido, los altos niveles de estos componentes son los requeridos por la larva para su adecuado desarrollo (Pérez et al., 2016).

### **2.10 Estrategias para manejar un alimento natural**

Inicialmente antes de suministrar cualquier tipo de alimento a nuestras especies de cultivo en este caso camarones, debemos identificar la biología de la especie, que estudia los procesos naturales de los organismos vivos, considerando su anatomía, fisiología, evolución, desarrollo, distribución y relaciones, de esta forma podremos identificar cuál será su mecanismo de acción y su comportamiento en las diferentes etapas de su desarrollo y

conocer cuáles serán las necesidades alimenticias que estos requieren según las etapas que atraviesan y los requerimientos nutricionales esenciales para su óptimo desarrollo (Kaparapu, 2018).

Identificar la biología de la especie nos permitirá conocer a la especie de camarón durante su desarrollo y crecimiento el cual por su naturaleza acepta todo tipo de alimento siendo este de origen natural como también de una fuente artificial e incluso llegar hacer omnívoro, carnívoro, detritívoro o hasta caníbal (Kaparapu, 2018).

En el caso de los estadios larvales y post larvales la alimentación en camarones es de tipo planctónico es decir un balance entre fitoplancton y zooplancton e incluso llegar a consumir larvas de otros animales, esto será según como vayan creciendo inicialmente se alimentarán de fitoplancton y posteriormente de organismos zooplanctónicos.

Esto se recomienda ya que los camarones en sus primeras etapas larvales necesitan un mayor porcentaje de proteína en torno a un 40 y 45% en el alimento y los alimentos de origen natural como lo es el plancton proporcionan a la alimentación del camarón todos los requerimientos nutricionales necesarios que necesitan en sus dietas iniciales.

La cantidad del alimento dependerá: el tipo de vida y comportamiento en los estanques, la temperatura del agua y la variación de los factores abióticos y sobre todo del tamaño de la especie y la densidad de crianza en otras palabras su biomasa.

Entre la frecuencia del alimento que se sugiere a los camarones es cada 4 horas teniendo un ritmo estimado de (6:00, 10:00, 14:00 y finalmente 18:00) en diferentes raciones según el orden de 20%, 15%, 25% y 40%, los camarones peneidos se alimentan generalmente

durante la noche, en el cual se recomienda alimentar en las últimas horas del día y las primeras horas de la noche.

Otra estrategia muy importante es la realización de cultivos monoespecíficos es decir que su desarrollo es realizado en laboratorios en el cual se podrá tener un área específica para el desarrollo y cultivo de fitoplancton y zooplancton en el cual me permitirá mantener un control más plena de la calidad de alimento natural que voy a suministrar a mis especies garantizando a futuro un producto de calidad al mercado, por otra parte también se pueden realizar blooms naturales de algas los cuales se lo realizan dentro del propio estanque de larvicultura, sin embargo es mucho más recomendable desarrollar un área específica para el cultivo de mi plancton logrando así un mayor control de la alimentación que suministran.

Generalmente en los cultivos monoespecíficos se utilizan *Chaetoceros gracilis* y *Tetraselmis spp*, con un volumen entre 300000 – 1000000 cel./ml esto dependiendo del tamaño de la célula, en su mayoría los laboratorios cultivan sus propias algas monoespecíficas y una pequeña parte o un número muy reducido de laboratorios realizan blooms de algas dentro del tanque mismo de larvas.

A medida que se va desarrollando la larva, esta tiene la capacidad de ingerir otro tipo de alimento y posee otros requerimientos nutricionales, estos requerimientos son cubiertos con alimento artificial o alimento vivo, entre los alimentos vivos más conocidos está la *Artemia sp*.

### **3. CONCLUSIÓN**

Concluyendo con lo revisado el alimento natural forma parte primordial de la dieta alimenticia en los primeros estadios larvales del camarón, por sus características nutricionales se vuelven indispensables en la larvicultura, su producción puede darse de varias maneras, el método aplicarse dependerá de la necesidad que se tenga en el momento, el adecuado manejo del cultivo de microalgas es fundamental para obtener una cepa ideal, como último la selección de la cepa a cultivarse debe manejarse a base de los requerimientos nutricionales de la fase larvaria del camarón, todo esto con el fin de proveer una semilla de calidad al sector camaronero.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, N., Thompson, S. y Glaser, M. (2019). Productividad acuícola mundial, sostenibilidad ambiental y adaptabilidad al cambio climático. *Gestión ambiental* , 63 (2), 159-172.
- Akmukhanova, N. R., Sadvakasova, A. K., Torekhanova, M. M., Bauenova, M. O., Zayadan, B. K., Shalgimbayeva, S. M., ... & Allakhverdiev, S. I. (2022). Feasibility of waste-free use of microalgae in aquaculture. *Journal of Applied Phycology*, 1-17.
- Carvajal, J. Y., & Bolaños, M. B. (2013). Efecto de dos tipos de dietas: Comercial y Experimental sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en etapa de postlarvas. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/3107>
- De Moraes, LBS, Santos, RFB, Gonçalves Junior, GF, Mota, GCP, Dantas, DMDM, de Souza Bezerra, R., & Olivera Gálvez, A. (2022). Microalgas para la alimentación de larvas de camarones peneidos: una descripción general. *Acuicultura Internacional* , 1-19.
- Díaz, Á. C. (2020). Dosificación del aditivo nufoaqua grow plus en *Litopenaeus vannamei* para contrarrestar el estrés y aumentar el crecimiento en camarones en cautiverio ubicado en la camaronera Coopas, cantón Arenillas, provincia de El Oro. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15196>
- Divya, M. Y Aanand, S. (2020). Microalgas: una bendición para la larvicultura de organismos acuáticos. *IJAR* , 6 (5), 138-143.

- Escárcega Rodríguez , S. (2020 ). Cultivo de peces Marinos- Larvicultura en estanques .  
ResearchGate , 5-6 .
- García Galano , T. (2000). Nutrición de larvas de camarón. Avances de Nutrición acuícola  
IV , pp 42-52 .
- Gonzabay, Á. N., Vite, H. A., Garzón, V. J., & Quizhpe, P. F. (2021). Análisis de la  
producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el  
período 2015-2020. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(9),  
1040-1058. doi:10.23857/pc.v6i9.3093
- Kaparapu, J. (2018). Application of microalgae in aquaculture. *Phykos*, 48(1), 21-26.
- Khwancharoen, C., Chotipan, N., Nawatmai, T. y Direkbussarakom, S. (2021). Efectos de  
las fuentes de nitrógeno sobre el crecimiento y la composición bioquímica de la  
diatomea (*Amphora coffeaeformis*) utilizada para la larvicultura del camarón.  
*Walailak Journal of Science and Technology (WJST)* , 18 (4), 12429-11.
- Morán, C. V. (2017). Efecto de probióticos en el crecimiento de larvas del camarón blanco  
(*Penaeus vannamei*) en cautiverio. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de  
Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29736>
- Nagappan, S., Das, P., AbdulQuadir, M., Thaher, M., Khan, S., Mahata, C., ... & Kumar,  
G. (2021). Potencial de las microalgas como ingrediente alimentario sostenible para  
la acuicultura. *Revista de Biotecnología* , 341 , 1-20.
- Nagarajan, D., Varjani, S., Lee, DJ y Chang, JS (2021). Acuicultura sostenible y  
alimentación animal a partir de microalgas–Valor nutritivo y componentes  
tecnofuncionales. *Revisiones de energía renovable y sostenible* , 150 , 111549.
- Nieto Matamoros, K. C. (2017). *Caracterización espacio temporal de las cargas  
bacterianas y susceptibilidad antimicrobiana en la zona de Larvicultura en Mar*

- Bravo, Ecuador* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2017.).
- Oostlander, PC, van Houcke, J., Wijffels, RH y Barbosa, MJ (2020). Costo de producción de microalgas en criaderos de acuicultura. *Acuicultura* , 525 , 735310.
- Pérez-Morales, A., Band-Schmidt, CJ, & Martínez-Díaz, SF (2016). Cambios en las tasas de mortalidad durante la etapa larvaria del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) sobre la base de la densidad de alimento de las algas (*Chaetoceros calcitrans* o *Tetraselmis suecica*). *Ecosistemas y recursos agropecuarios* , 3 (9), 415-420.
- Pillai, S. L., & Maheswarudu, G. (2015). Taxonomy and Biology of Cultivable Species of Shrimps, Crabs and Lobsters.
- Prafanda, A., Julyantoro, PGS y Wijayanti, NPP (2020). Calidad de *Chaetoceros calcitrans* cultivados con diferentes concentraciones de nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>). *AA* , 10 , 5.
- Ramírez-Merlano, J., Otero-Paternina, A., Corredor-Santamaría, W., Medina- Robles, V., Cruz-Casallas, P., Velasco-Santamaría, Y. (2010). Utilización de organismos vivos como primera alimentación de larvas de yaque (*Leiarius marmoratus*) bajo condiciones de laboratorio. *ORINOQUIA* , 54-55.
- Sandhya, SV, Sandeep, KP y Vijayan, KK (2020). Evaluación in vivo del cóctel microbiano de bacterias asociadas a microalgas en la cría de larvas de zoea I a mysis I del camarón blanco indio, *Penaeus indicus*. *Revista de Ficología Aplicada* , 32 (6), 3949-3954.
- Shah, MR, Lutz, GA, Alam, A., Sarker, P., Chowdhury, K., Parsaeimehr, A., ... y Daroch, M. (2018). Microalgas en alimentos acuícolas para una industria acuícola sostenible. *Revista de psicología aplicada* , 30 (1), 197-213.

Valle, C. A. (2020). Evaluación de dos concentraciones de salinidad para la producción del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en piscinas de agua dulce, cantón Arenillas, provincia de El Oro. Guayas, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15500>

