

Protocolo para la cría de biomasa de *Artemia* adulta en raceways

Cesar A. Villamar Ochoa

INCAMAR S.A.

e-mail: cesarvillamar@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo, producto de algo más de tres de trabajo investigativo y de campo, se pone en consideración para su utilización con la finalidad de brindar una herramienta nueva a los acuicultores con el fin de reducir los costos por alimento y la contaminación en los estanques de cría y mejorar la nutrición de los animales y por lo tanto sus defensas ante los patógenos.

Palabras clave: *Artemia*, lectina, *Daphnia*, rotíferos, copépodos.

Summary

Protocol for biomass production of adult *Artemia* in raceways

Current work, product of more than three years of research and field job, illustrate the use of *Artemia* production as new tool for aquaculture, with the aim of to reduce feed costs and contamination of rear ponds, and to improve nutrition of animals, and its defenses against pathogens.

Introducción

El presente es un protocolo para la cría de biomasa de *Artemia* o *Daphnia* en estanques o raceways, de manera continua para obtener el principal alimento natural vivo que requieren los camarones en el proceso orgánico.

La *Artemia* siempre fue considerada como un alimento insustituible en la acuicultura. Su importancia aumento a partir del VI congreso de Patologistas Acuáticos celebrado en Florianópolis (Brasil) en el año 2 000, cuando un grupo de científicos especializados en inmunología de los camarones, especialmente la Dra. Margarita Barracco, comprobó la presencia de una proteína bioestimuladora en su composición a la que denominaron lectina. Es decir que la *Artemia* no sólo aporta los nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo de los crustáceos, sino que también incita a la fagocitosis en los mismos para ayudarlos en su defensa natural ante el ataque de los virus y bacterias.

Otro considerando fue el que varios países como Colombia, Venezuela, Senegal, etc., pese a contar con grandes extensiones de salinas donde existe *Artemia* en estado silvestre, no explotan este recurso para mejorar sus economías. Aspiro que con este trabajo, al igual que otros de colegas acuicultores, sirva para impulsar la cría y uso de este alimento natural de la mejor manera.

Ningún alimento artificial o suplementario podrá reemplazar al alimento natural vivo, sobre todo cuando éste se cultiva en adecuadas condiciones para mantenerlo libre de patógenos y rico en nutrientes.

La experiencia de más de cinco años en este menester nos permite exponer este trabajo a fin de que se utilice adecuadamente.

Protocolo

1. Desinfección y preparación de los estanques para cría

- Disolver 2 libras de Germibio en 10 l de agua. Colarlo y usar el zumo para con un palo, limpiar las paredes y fondos de los estanques. Luego, con agua limpia, enjuagarlos, botando el agua por el tubo de salida.

Germibio es una pasta concentrada de ajo, cebolla y limón en estado natural y sirve para utilizarla como desinfectante en las piscinas de cría y en los laboratorios de producción de larva. Está elaborada en Ecuador por la firma EcoProduct.

- Colocar los filtros con malla nylon de 100 μm .
- Con motobomba portátil, trasladar agua de una de las piscinas de cría de camarón (la que tenga mejor calidad y concentración de algas), a los estanques raceways. Utilizar malla de 100 μm para filtrarla. Llenarlos completamente y mantenerlos con aireación constante.
- Agregarle ácido húmico disuelto en agua, a razón de 1 ml/m³.

2. Producción con eclosión de cistos en estanques de 15 m³ útiles

- Se colocan 2 libras (1 libra = 453 gr) de cistos de *Artemia*, clase A o B, en 4 baldes con agua dulce de 10 l cada uno (0,5 libras por balde), durante una hora, con aireación.
- Se le agregan 100 g de cal (hidróxido de calcio) en cada balde, disuelta.
- Cumplida la hora, se los cosecha con malla de 100 μm y se los vuelve a colocar en los 4 baldes, pero esta vez con agua de la piscina (salada).
- Se les agrega el zumo de 100 g de Germibio, colado, en cada balde.
- Luego de una hora, se los vuelve a cosechar con malla de 100 μm y se los sumerge por tres veces consecutivas, en un balde que contenga el zumo colado de 1 libra de Germibio, en 10 l de agua limpia (puede ser de la piscina).
- Se colocan las 2 libras de cistos en el tanque de eclosión, previamente desinfectado con Germibio. Se le agregan 1 000 l de agua de la piscina, filtrada con malla de 100 μm y con fuerte aireación.
- Se le agrega el zumo de 100 g de Germibio y 100 g de Bioinmuno, disuelto y colado, para los 1 000 l de agua del tanque de eclosión.

Bioinmuno una pasta concentrada a base de ajo, cebolla, melaza, propóleo de abejas, uña de gato, levadura de cerveza, alfalfa, lecitina de soya y germen de trigo y sirve como antibiótico natural y bioestimulador al ser mezclado con el concentrado antes de su utilización, adicionándole aceite de pescado de buena calidad. Como Germibio es producida por la firma ecuatoriana EcoProduct.

- Se mantiene el proceso durante 24 horas y luego se procede a cosecharlo. Se retira la aireación por 15 minutos y se coloca un foco de 100 W en la parte inferior (área traslúcida) y se tapa el tanque.
- Transcurrido este tiempo, abriendo la llave de control, paulatinamente, se procede a la cosecha de la *Artemia*, utilizando el doble filtro, esto es el interior de 100 μm para detener las *Artemias* y el exterior de 200 μm para detener los cistos que no hayan reventado.

- Los individuos así cosechados, se lavan bien con agua limpia (puede ser de la piscina), y luego se sumergen 3 veces en un balde que contenga disuelto y colado en 10 l de agua, 1 libra de Germibio. Luego se los siembra en los tanques de cría de los raceways.
- Los huevos, se vuelven a depositar en el tanque de eclosión. Se coloca la aireación nuevamente y se los mantiene por 12 horas más. Luego, se vuelven a cosechar en la forma ya indicada. Los huevos se los descarta y se procede a la desinfección del tanque de eclosión.

3. Proceso de cría en raceway de 15 m³

- Sembrados los nauplios de *Artemia* en los estanques (el equivalente a 1 libra de cistos en cada uno), se mantienen con aireación constante.
- Durante las primeras 48 horas no se les proporciona alimento suplementario.
- Cuando se baje la concentración de algas (esto ocurre generalmente a partir del tercer día), se baja el nivel de los estanques y se vuelve a subir, agregándole con motobomba portátil y utilizando malla de 100 µm, agua de una piscina que esté apta para el propósito. Repetir esta operación en los días siguientes, cuando se vea que es necesario.
- Cuando se note exceso de materia orgánica en el agua de los estanques, proceder a sifonear el fondo de los mismos. Para ello es necesario apagar momentáneamente la aireación. Recuperar en el exterior los individuos que salgan en el proceso.

4. Producción con siembra de *Artemia* silvestre

- Se preparan los estanques de la forma antes indicada y se siembran con *Artemia* silvestre viva, a razón de 12 libras para 15 m³ útiles, capturada en las salinas de los sitios adyacentes. Previamente se desinfectan sumergiéndolas, cada libra, 3 veces consecutivas en la solución de Germibio utilizada para este propósito.
- Luego se aplica a los estanques de cría los insumos que correspondan a la edad o tamaño, indicados en el cuadro que se detalla a continuación.
- Siempre es importante el buen criterio del técnico responsable, pues existen los imponderables y por lo tanto, un proceso de cría de animales en cautiverio no puede ser totalmente estático o mecanizado. Por ello, los controles y análisis diarios y constantes evitan posibles problemas y permiten la toma de decisiones que servirán para el efecto.

Dosis de insumos orgánicos para la cría de biomasa de *Artemia salina* adulta en Raceways

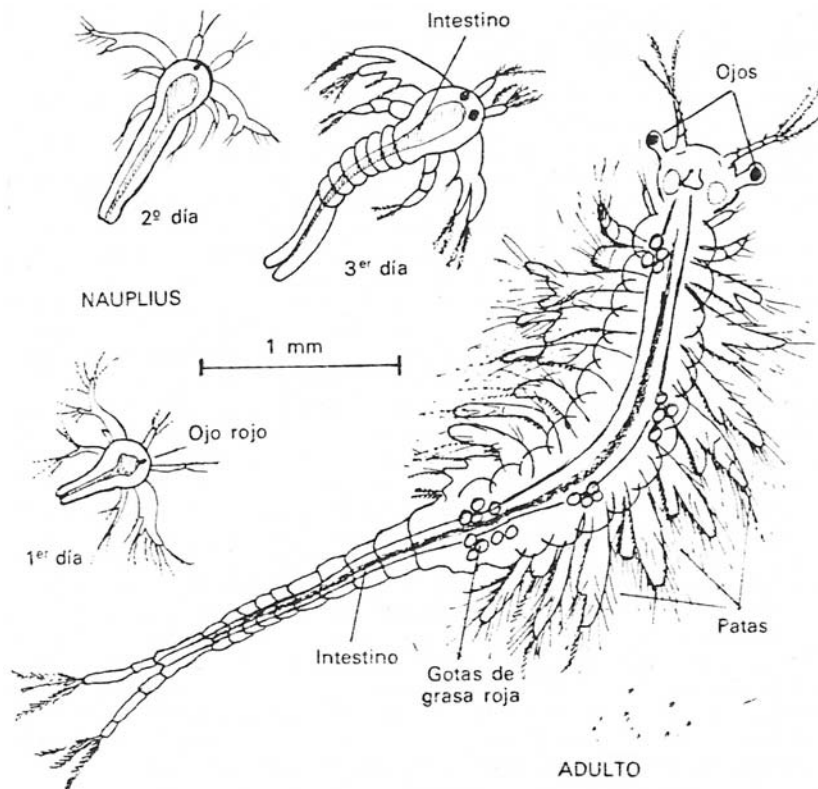
A continuación se detallan los insumos diarios necesarios de distintos compuestos para obtener una cosecha de 12 libras de biomasa utilizando tanques de 15 m³ de capacidad útil.

Tabla 1. Dosis de insumos orgánicos.

Día de cría	Germibio	Bioinmuno	Nutribio	Espirulina	Ácido Húmico	Otros
Preparación	2 lb/10 l agua					
1	60 g	60 g			15 ml	1 lb cistos de <i>Artemia</i> eclosionados
2	60 g	60 g			15 ml	
3	60 g	60 g	15 g	7,5 g	15 ml	
4	60 g	60 g	22 g	10,5 g	15 ml	
5	120 g	120 g	30 g	12,0 g	30 ml	
6	120 g	120 g	38 g	13,5 g	30 ml	Carbonato de Calcio 75 g
7	120 g	120 g	45 g	15,0 g	60 ml	
8	120 g	120 g	52 g	15,0 g	60 ml	Carbonato de Calcio 75 g
9	300 g	300 g	60 g	16,5 g	90 ml	
10	300 g	300 g	75 g	16,5 g	90 ml	Cal 75 g
11	300 g	300 g	90 g	18 g	120 ml	Cal 75 g
12	300 g	300 g	105 g	18 g	120 ml	Cal 75 g
Siguientes	300 g	300 g	120 g	18 g	120 ml	Cal 75 g
Totales	2 828 g	1 920 g	532 g	142,5 g	660 ml	
Días 1-12	6,2 libras	4,2 libras	1,2 libras	0,3 libras	0,7 l	

Estas dosis son diarias y se aplican una sola vez, por las mañanas, después de los recambios de agua, cuando éstos se efectúan. Antes disolverlos con agua limpia y colarlos con malla de 50-60 µm.

Figura 1. Esquema de los nauplios y adulto de *Artemia salina*.



Fuente: Manual de Cría de *Artemia* (CENAİM)

Lograda la producción, esto es que los animales llegaron a la edad adulta (a los 12 días del proceso), cosecharla con malla roja (800 μm), las cantidades diarias que se requieran para alimentar las piscinas con camarón en proceso. Primero de un tanque, el que debe ser vuelto a sembrar en la forma indicada y manteniendo siempre el protocolo de cría en condiciones normales, y luego el siguiente tanque, para repetir estos ciclos durante la cría o engorde de los camarones.

La *Artemia* cosechada, antes de inocularse en las piscinas de camarones, debe ser desinfectada, sumergiéndola por 3 minutos, en el zumo disuelto y colado, de 1 libra de Germibio en 10 l de agua limpia.

Cálculos explicativos sobre el proceso de cría de *Artemia* en cautiverio

Se pueden sembrar cistos o *Artemia* viva silvestre, según la disponibilidad.

Una libra de cistos (100 000 cistos/g, 60% de eclosión para *Artemia* clase B) produce aproximadamente 25 000 000 de nauplios.

Un estanque raceway, de 15 m³ útiles, tiene la capacidad para una biomasa mínima de 12 libras de *Artemia* adulta, en 12 días. Partiendo de nauplios, la libra de cistos sembrada en un estanque, produce unos 10 000 000 unidades adultas aproximadamente (40% de sobrevivencia). Se considera un promedio de 1 800 unidades adultas/g, lo que nos proporciona las 12 libras estimadas a la cosecha. Estos son datos aproximados, los que pueden variar por la calidad de la *Artemia* entre otros factores.

En la preparación de la piscina para cría de camarones (segundo día de llenado), se inoculan inicialmente 3 libras de *Artemia* adulta viva. Esto representa haber sembrado 2 500 000 unidades. De éstas, más o menos el 50% son hembras grávidas y desovarán más o menos 100 nauplios, cada una, es decir, 125 000 000 de nauplios estarán desarrollándose en la piscina, antes de sembrar el camarón.

Cuando se siembra el juvenil del camarón (a los 7-10 días de llenado), se inocula diariamente *Artemia* adulta viva, de la producción de los raceways, a razón de 0,014% de la biomasa estimada de camarón en proceso, lo que nos dará al final del ciclo, una conversión de 0,013 : 1, entre la *Artemia* y las libras de camarón producido.

Ejemplo: para 6 600 libras de camarón a cosecha por piscina, se necesita 86 libras de Artemia adulta viva para todo el ciclo. Esta cantidad puede obtenerse en 7 siembras en los raceways (3-4 por tanque). Es conveniente por factor tiempo, conseguir una parte de Artemia salina silvestre.

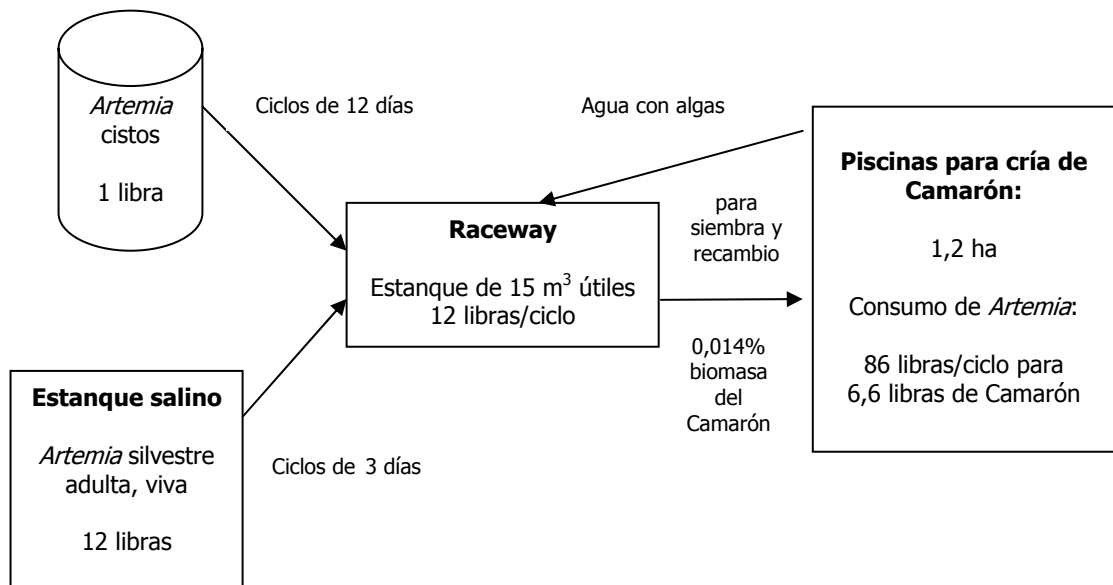
La *Artemia* adulta sembrada de los raceways, en la piscina de cría y engorde de camarones, 6-9 días antes de los juveniles de camarón, tienen oportunidad de reproducirse, como ya lo indicamos. Consideremos que también está ingresando alimento natural, vivo por el ingreso del agua del mar (algas, *Artemia*, *Daphnia*, copépodos y rotíferos), sobre todo en la Guajira caribeña.

De esta manera, los camarones tienen una mayor cantidad de alimento natural del que requieren y esto permite que una parte de ese plancton, se reproduzca continuamente. Además, se inoculan cantidades extra diariamente de *Artemia* adulta, viva, como ya indicamos además de lo que ingresa con el agua, diariamente. También se proporciona alimento seco suplementario (concentrado, bioalimento, Germibio,

Bioinmuno y humus de lombriz), lo que permite las condiciones adecuadas para el desarrollo del sistema.

Es conveniente controlar la población de alimento natural dentro de la piscina de camarón. En caso de faltar, se le agregarán dosis extra de *Artemia* y de agua del mar. Si sucediera lo contrario, debe suspenderse la dosis de *Artemia* y de concentrado, hasta que se normalicen las condiciones.

Figura 2. Proceso orgánico para el cultivo de alimento natural, biomasa de *Artemia salina* adulta viva, en la zona de la Guajira (Colombia).



Cultivo de otras especies

Existen otras especies de organismos del zooplancton que se utilizan como alimentos de larvas, juveniles y adultos en acuicultura. Entre estos organismos además de la ya conocida *Artemia* destacan la *Daphnia*, los rotíferos y los copépodos.

• *Daphnia* (pulga de agua)

La *Daphnia* es un crustáceo cladóceros de agua dulce, salobre o salada de 0,5-5 mm de longitud. En la naturaleza pueden alcanzar grandes cantidades de población en hábitats acuáticos donde exista una activa descomposición orgánica o gran cantidad de microalgas. Otros factores como la temperatura, especialmente la cálida, el pH neutro o alcalino, la ausencia de corrientes y la falta de depredadores influyen en la aparición y mantenimiento de estas concentraciones masivas de *Daphnia*. Al igual que la *Artemia*, la *Daphnia* tiene reproducción sexual y asexual y puede producir, según las condiciones ambientales, huevos de verano o de invierno. Los huevos de invierno pueden ser recogidos y almacenados en neveras durante varios años hasta que, en condiciones favorables, eclosionen.

La *Daphnia* se cultiva desde hace años para utilizarla en acuicultura y también en acuarios. Existen muchos y distintos métodos para su cultivo. Sin embargo, estamos realizando en la actualidad cultivos intensivos en el centro de producción y formación el Pájaro utilizando la misma metodología para la cría de *Artemia*.

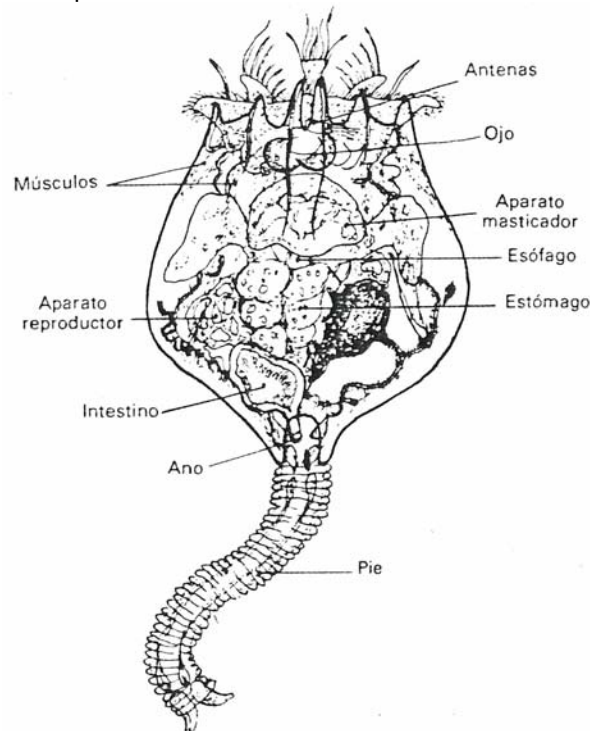
En los raceways la *Daphnia magna* alcanza la madurez sexual a los ocho días y llega a medir casi 2 mm de largo. Cuando se mantienen las condiciones apropiadas para que su reproducción sea fundamentalmente asexual, se pueden alcanzar densidades de hasta 10 000 animales/l. Es importante evitar los cambios bruscos de temperatura o pH así como una disminución en el oxígeno disuelto o en la cantidad de alimentos disponible lo que podría ocasionar que aparezca una reproducción de tipo sexual poco rentable del cultivo y tal vez una mortandad significativa.

Para la alimentación de las *Daphnias* en cría se utilizan varias especies de microalgas, especialmente *Chaethoceros*, *Tetraselmis*, *Chlorella* y *Chlamydomonas*. También se utiliza espirulina, ácidos húmicos líquidos, levaduras de cerveza, harinas de plátano, salvado de arroz, en partículas menores a 60 μm .

• Rotíferos

Los rotíferos son animales acuáticos de 2 mm de longitud. Son filtradores y su extremo anterior está modificado en un aparato rotatorio ciliado cuyo movimiento origina corrientes que atraen a los microorganismos de los que se nutren. La especie más cultivada es el *Brachionus plicatilis*, que se encuentra tanto en aguas salobres como en el agua salada del mar. Se ha cultivado también el rotífero de agua dulce *B. rubens*.

Figura 3. Esquema del rotífero *Brachionus*.



Fuente: Manual de Cría de *Artemia* (CENAIME)

Las principales ventajas que ofrece *B. plicatilis* para su cultivo son:

- Su pequeño tamaño (100-300 μm), que permite a las larvas de peces y camarones ingerirlos cuando todavía, por su pequeño tamaño, no pueden ingerir *Artemias* juveniles o adultas.
- Su fácil y barata alimentación a base de fitoplancton y/o levadura de cerveza o dietas artificiales como la *Artemia*

- Su alta velocidad de reproducción bajo determinadas condiciones de cultivo, pudiendo duplicarse la población en menos de un día.
- Su resistencia a amplias variaciones de salinidad y temperaturas y a densidades de cultivos muy elevadas hasta 1 450 rotíferos/ml.

Para conseguir la máxima producción, es preciso que las condiciones del medio de cultivo sean óptimas para que la reproducción sea asexual en vez de sexual, que produce machos pequeños y huevos inactivos. Los factores que influyen son los mismos que para el caso de *Artemia* y *Daphnia*, esto es temperatura, alimentación, oxígeno, concentración de nitritos, pH, etc.

Se puede utilizar el mismo procedimiento de cría de la *Artemia* para el cultivo de rotíferos. Es preferible siempre que el alimento principal de estos animalitos sean las microalgas para proporcionarles una buena cantidad de ácidos grasos insaturados y de lípidos.

• Copépodos

En la actualidad se han conseguido también cultivos masivos a gran escala de estos organismos.

Los copépodos son crustáceos de unos pocos milímetros de longitud. Su cuerpo es normalmente corto y cilíndrico y poseen un solo ojo. La hembra lleva los huevos en uno o dos sacos ovígeros. El número de huevos por saco varía mucho de unas especies a otras. El desarrollo completo dura, según las especies, desde una semana hasta varios meses.

Los copépodos también se alimentan fundamentalmente de microalgas, pero se pueden alimentar con torta de soya, macroalgas, incluso con vegetales como lechuga, col y zanahorias. Una hembra puede producir más de 30 nauplios por puesta con intervalos de uno a dos días a una salinidad de 30‰ y a una temperatura de 20 a 30°C.