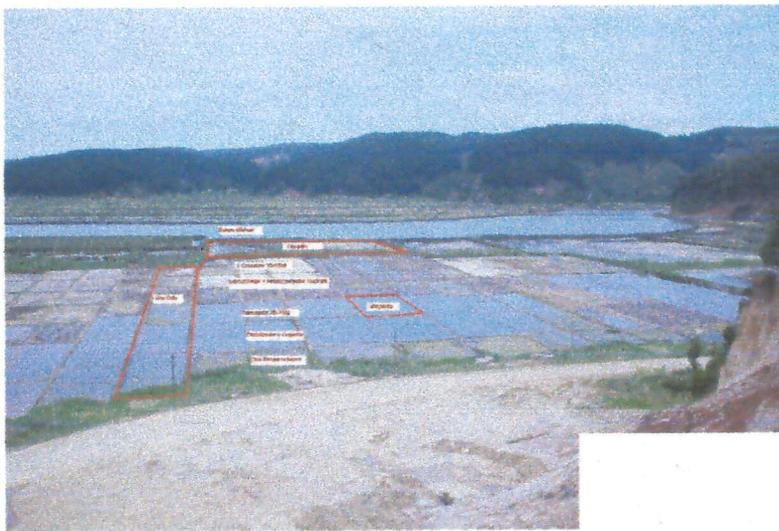


V.4MAZ

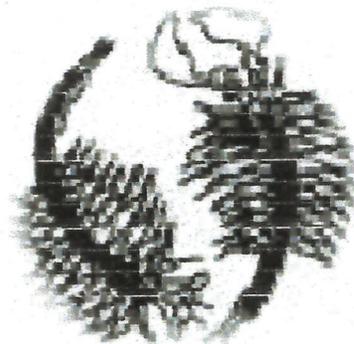
FIA-CO-V-2002-A-D-019



Manual técnico para la producción de *Artemia* en salinas comerciales



Gonzalo Gajardo Gálvez
Patricia Beristain Ruiz
Mauricio Martínez Cortés



Índice de Contenidos

• Antecedentes Generales	
Clasificación sistemática.....	1
Biología	1
Distribución y Ecología.....	3
<i>Guía de Trabajo</i>	
<i>Morfología de Artemia</i>	5
• Importancia de Artemia en la explotación de salinas	
Salinas comerciales y las poblaciones naturales de <i>Artemia</i>	7
Introducción de <i>Artemia</i> en salinas.....	8
Casos de estudio	10
Consideraciones para la inoculación de <i>Artemia</i>	11
• Uso de Artemia en la Acuicultura	
Sistemas de producción en la acuicultura.....	11
Dietas utilizadas en acuicultura.....	12
<i>Artemia</i> en la acuicultura	12
<i>Guía de Trabajo:</i>	
<i>Determinación de las características de eclosión de quistes de Artemia</i>	14
<i>Guía de Trabajo:</i>	
<i>Determinación de la eficiencia y porcentaje de eclosión de quistes de Artemia</i> ... 16	
• Metodología para la recolección de quistes y biomasa de Artemia	
Cosecha de los quistes.....	18
Limpieza.....	19
Secado.....	19
Envasado y almacenamiento.....	19
Biomasa de <i>Artemia</i>	20
Proceso.....	20
<i>Guía de Trabajo:</i>	
<i>Cosecha, procesamiento y secado de quistes</i>	21
Productos y Mercados.....	23
• Cultivo de Artemia en operaciones salineras	
Profundización de estanques.....	24
Preparación de estanques	25
Fertilización de estanques.....	25
<i>Guía de Trabajo</i>	
<i>Cálculo para determinar la cantidad de fertilizante</i>	29
<i>Guía de Trabajo</i>	
<i>Captación y distribución de agua</i>	30
Filtrado, control de nivel e intercambio entre estanques.....	31
<i>Guía de Trabajo</i>	
<i>Uso de instrumentos</i>	34
• Bibliografía	36

1 Biología de *Artemia*

1.1. Clasificación sistemática

La clasificación sistemática de la *Artemia* hasta el nivel de género es dada por Flössner (1972):

- Clase : Crustacea
- Subclase : Branchiopoda
- Super Orden : Anostraca
- Familia : Artemiidae
- Género : *Artemia*

Originalmente la *Artemia salina* fue descrita como la única especie dentro del género *Artemia*, sin embargo durante las últimas décadas numerosos estudios de biogeografía y genética han dado origen a diferentes especies dentro del género. Generalmente diferentes nombres son asignados a poblaciones aisladas reproductivamente entre las que se cuentan al menos 6 especies bisexuales y numerosas poblaciones partenogenéticas con diferentes niveles de poliploidía (Tabla 1) (Sorgeloos y Beardmore, 1995, Triantaphyllidis y colaboradores, 1998).

<u>Especie</u>	<u>Distribución</u>
<i>Artemia salina</i> †	Lymington, Inglaterra.
<i>Artemia franciscana</i>	Norte, Centro y Sudamérica.
<i>Artemia</i> sp	Kazakhstan
<i>Artemia persimilis</i>	Argentina y Chile
<i>Artemia sinica</i>	Centro y este Asiático
<i>Artemia urmiana</i>	Lago Urmia, Irán
<i>Artemia tibetiana</i>	Tíbet, China
<i>Artemia parthenogenetica</i>	Europa, Africa, Asia y Australia

† Especie extinta

Tabla 1: Especies y distribución de *Artemia* en el mundo.

1.2 Biología

Artemia es un filtrador no selectivo que se alimenta de materia orgánica particulada así como también de microalgas y bacterias. Posee un corto ciclo reproductivo con altas tasas de fecundidad. Las hembras pueden reproducirse por medio de oviparíada u ovoviviparíada generando entre 200-300 quistes o larvas nauplii por día (Sorgeloos, 1980; Van Stappen y Sorgeloos, 1993) (Fig. 1). La reproducción ovovivípara (nauplii como descendencia) ocurre mayormente en niveles de baja salinidad, considerando que los quistes (reproducción ovípara) son producidos en salinidades más allá de 150 ppm. Los quistes son embriones cubiertos por el corion o cubierta protectora que le permite permanecer en este estado incluso por varios años.

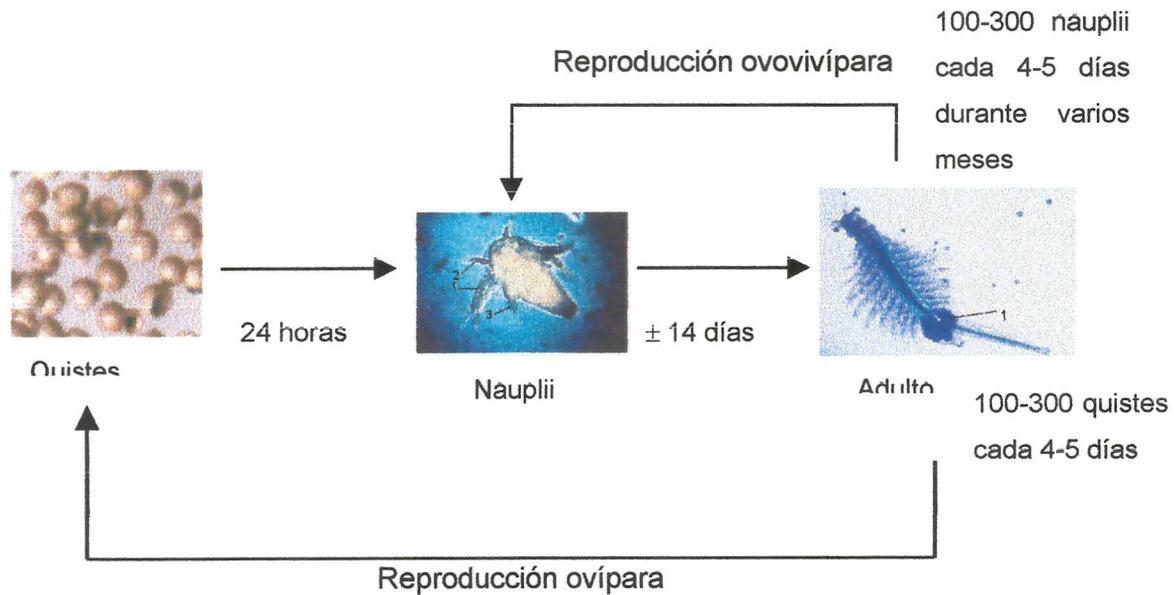


Figura 1: Ciclo de vida de *Artemia*

La primera etapa larval de *Artemia* se llama Instar I, es de color anaranjado (reserva acumulada de vitelo) y sus medidas promedian 0,5 mm de longitud (Fig.2) Los aspectos típicos de esta etapa son los 3 pares de extremidades en la región frontal, cada una de ellas con funciones específicas: las primeras antenas (o anténulas tienen una función sensorial), las segundas antenas (con función locomotora y filtradora) y las mandíbulas (con función de captura de alimento). Presenta además un ocelo rojo se encuentra ubicado en la región frontal entre las primeras antenas. La larva Instar I es incapaz de tomar el alimento, ya que su sistema digestivo no es aún funcional (la boca y el ano están todavía cerrados). Después de 12 horas el animal muda en la segunda etapa larval (Instar II) cuyo sistema digestivo es funcional.

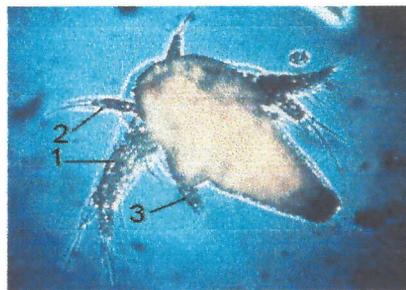


Figura 2: Larva Instar I. 1 Antena; 2. Anténula; 3. Mandíbulas.

La larva de *Artemia* crece hasta la etapa adulta mediante una serie de 15 mudas. Durante el desarrollo larval las extremidades se diferencian debido a la reducción gradual de las mandíbulas larvales, las que son finalmente reemplazadas por las mandíbulas del adulto y por un dimorfismo sexual de las segundas antenas. En los

machos éstas se desarrollan en agarraderas musculares en forma de gancho que desempeñarán en el futuro un rol pre-copulatorio (Fig 3A). Las antenas de las hembras se degeneran en pequeños apéndices sensoriales (Fig. 3B).

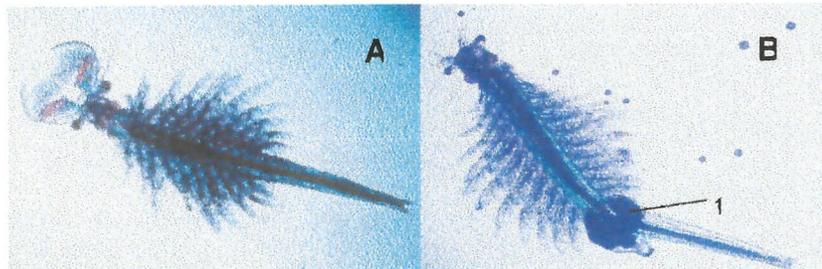


Figura 3: Ejemplares adultos de *Artemia*. A. Macho; B. Hembra; 1. Oviscapo

En adultos de *Artemia* el aparato filtrador alimentario de la larva es reemplazado por las maxilas, las maxilulas y 11 pares de toracopodos que se desarrollan en la región del tronco. Los toracopodos son multi-funcionales y juegan un rol no solamente en la captación alimentaria pero también en la locomoción y respiración.

1.3 Distribución y Ecología

Hasta hoy se sabe que *Artemia* habita al menos 500 sitios, sobre los cinco continentes. Esta amplia distribución se debe a la colonización natural, a través de aves migratorias como el flamenco, o por inoculación deliberada por acción humana para mejorar la producción de sal o para cosechar quistes y biomasa para la industria de la acuicultura (Triantaphyllidis y colaboradores, 1998) (Fig. 4). La principal reserva mundial de quistes de *Artemia* es Gran Lagos Salado (Estados Unidos), sin embargo debido a fenómenos como el Calentamiento Global y El Niño las cosechas han disminuido notoriamente en las últimas décadas (Lavens y Sorgeloos, 2000).

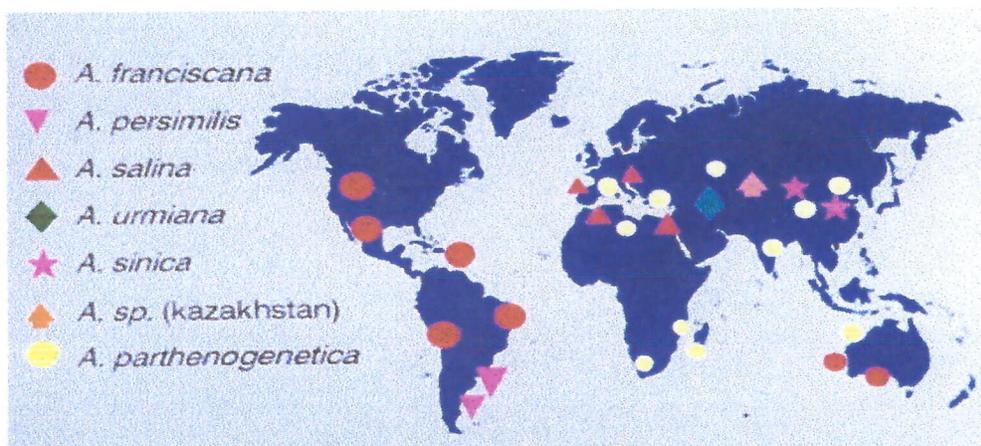


Figura 4: Distribución de *Artemia* en el mundo.

Una característica común de los biotopos de *Artemia* es el alto contenido de sal. Estos ambientes hipersalinos pueden ser continentales o del tipo costero y se caracterizan por presentar grandes fluctuaciones de salinidad y cambios diarios en el contenido de oxígeno disuelto y temperatura del agua. Ante tan adversas condiciones *Artemia* desarrolló una serie de adaptaciones fisiológicas como método de defensa contra la depredación. *Artemia* posee:

- Eficiente sistema osmorregulatorio.
- Capacidad de sintetizar pigmentos respiratorios en ambientes con bajos niveles de oxígeno y altas salinidades.
- Capacidad de producir quistes en estado de dormancia cuando las condiciones del medio son adversas para la especie.

En Sudamérica habitan 2 especies bisexuales. *A. franciscana* se distribuye naturalmente sobre el cono sur. Sin embargo, a fines de los años '70 *Artemia* fue introducida en Perú y Brasil para mejorar la calidad de la sal de las salinas y/o como fuente alternativa de económica y social para comunidades. *A. persimilis*, cuya distribución se creía restringida sólo a Argentina, se presenta también en la Patagonia chilena (Gajardo y colaboradores, 1998). El primer antecedente sobre la existencia de *Artemia* en Chile fue realizado por Giddings y Chanley (1980) en las salinas de Pichilemu. En Chile, actualmente, *Artemia* se han descrito en al menos 11 sitios ya sea en lagunas continentales o costeras (Fig. 5).

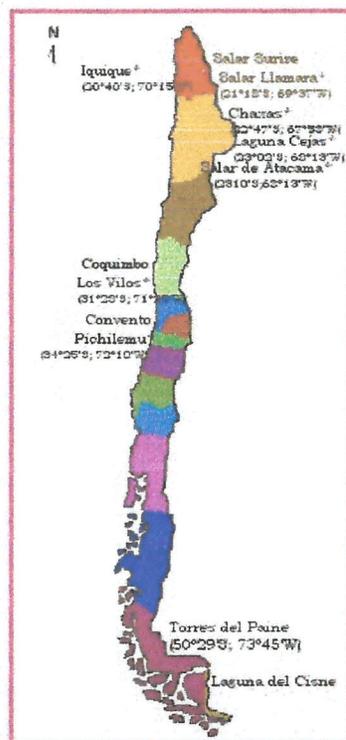


Figura 5: Distribución de *Artemia* en Chile.

Morfología de *Artemia*

Quistes

Los quistes son embriones que se mantienen en estado de dormancia o diapausa hasta que las condiciones del ambiente son óptimas para romper la cáscara. Cuando están secos están arrugados, mientras que cuando están húmedos son redondos.

Embrión

Una vez que el embrión rompe la cáscara comienza a mudar (cambiando de forma). La primera

forma se le llama "paraguas", luego se les llaman larva nauplii.

Nauplii

La nauplii es de color anaranjado y presenta sólo un ojo (ocelo). Luego de pasar por 15 mudas se convierte en un juvenil.

Adulto de *Artemia*:

Un organismo adulto puede llegar medir hasta 2 cm. Los machos tienen un gran par de antenas las que sirven como ganchos durante el periodo de apareamiento.

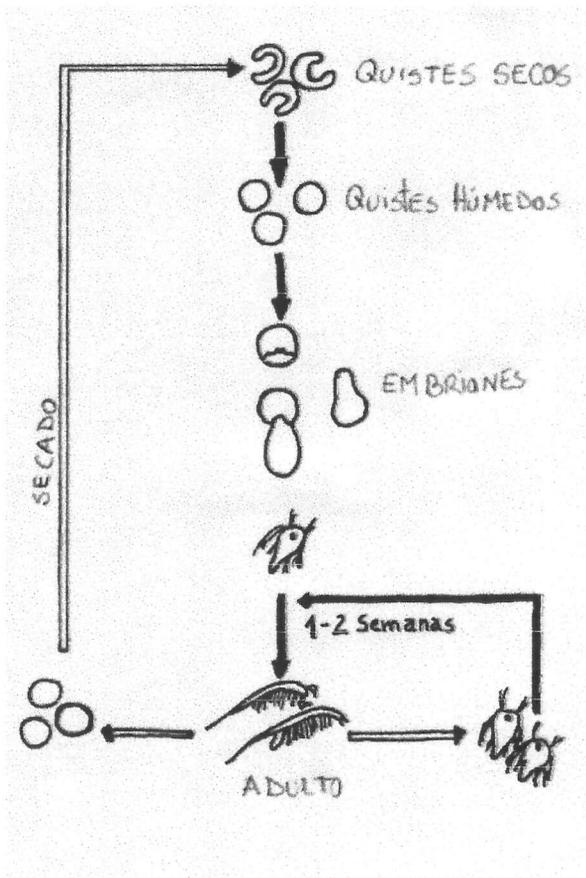


Figura 6: Estadios de desarrollo de *Artemia*

Reconozcamos las principales partes del cuerpo de *Artemia*:

Cabeza: En ella podemos encontrar los ojos, las antenas y las mandíbulas.

Abdomen: Los 11 pares de toracópodos le permiten movilizarse, respirar y mover el agua facilitando la captura del alimento. En las hembras el útero puede ser casi transparente (nauplii) o de color café oscuro (quistes). El macho tiene un par de penes.

Cola: El estómago ocupa gran longitud, y las setas (pelos) presentan hermosas formas. El número de setas varía de un organismo a otro.

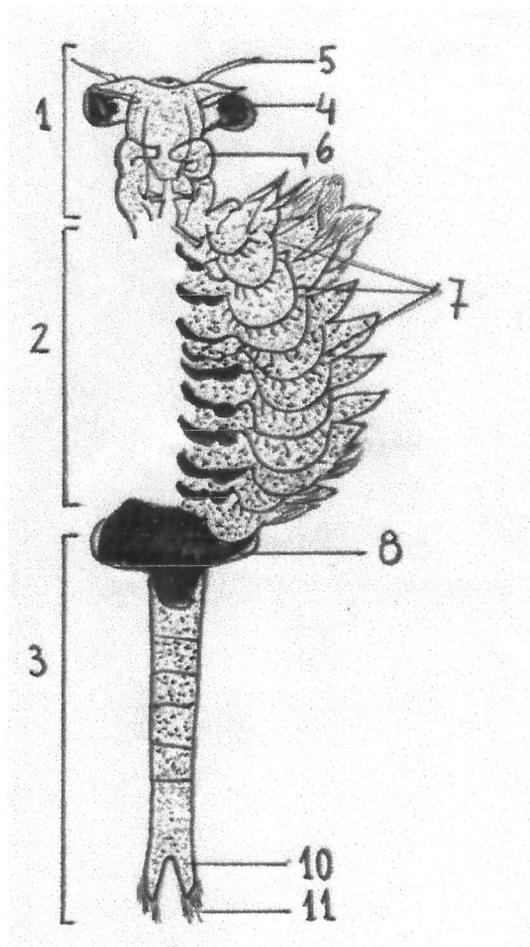


Figura 7: Adulto de *Artemia*:
1. Cabeza; 2. Abdomen; 3. Cola;
4. Ojos, 5. Antena; 6. Mandíbulas,
7. Toracopodos; 8. Utero (hembra);
9. Ganchos (macho); 10. Furca;
11. Setas

2 Importancia de *Artemia* en la explotación de salinas

2.1 Salinas comerciales y las poblaciones naturales de *Artemia*

En los comienzos de la historia, los hombres encontraron sal en pozas intermareales o en lagunas, donde el agua se había estancado, evaporado por acción del sol y los cristales eran visibles. Así los hombres observaron este proceso en la naturaleza y lo copiaron para comenzar a producir sal en las cantidades necesarias para cubrir las necesidades personales y sociales. A partir de esto y durante siglos, miles de hectáreas han sido destinadas para producir sal en distintos lugares del mundo. Normalmente, las pequeñas instalaciones salineras operan unos pocos meses del año, cuando el balance evaporación/precipitación es positivo y son abandonadas los meses de invierno, aunque en países asiáticos las instalaciones pueden ser utilizadas temporalmente para el cultivo de peces y camarones (Vos y colaboradores, 1984).

La producción de sal a partir de agua de mar, involucra la recolección de Cloruro de Sodio (NaCl) libre de otras sales no solubles o contaminantes. Para lograr este objetivo una apropiada cantidad de agua de mar debe ser concentrada en estanques que están inteconectados. Con este diseño, el primer estanque se llena con agua de mar por gravedad. Como el agua fluye de estanque a estanque la concentración del agua incrementa. El agua se evapora parcialmente incrementando la concentración continuamente por evaporación. La concentración de la salmuera aumenta por acción del sol y las condiciones climáticas imperantes (vientos, temperatura del aire, humedad, intensidad solar, etc). Así, incrementando la salinidad se crea un gradiente a través de los estanques con la simultánea y continua reducción del volumen de agua de mar que inicialmente entró al sistema. En el ambiente de las salinas, se conjugan los organismos que viven en los estanques de baja salinidad y aquellos que habitan estanques mas concentrados, constituyendo un verdadero ecosistema.

Los organismos interactúan en los procesos fisico-químicos y son vitales en la producción de sal. Este sistema está en admirable armonía porque:

- Se produce una adecuada cantidad de materia orgánica, la que es fuente de energía para varios organismos y reduce la permeabilidad del fondo del estanque, minimizando la pérdida de agua.
- El color rojo de la salmuera en el cristalizador, maximiza la tasa de evaporación, debido al aumento en la absorción de energía solar y eliminando la reflexión provocada por el color blanco. El color rojo del estanque previo a la cristalización se debe a la presencia de *Artemia*, halobacterias y microalgas.

La calidad de la sal es afecta, entre otros factores, por las condiciones climáticas del lugar. Debido al efecto del sol y de los nutrientes disponibles las microalgas, que se encuentran en abundancia en las instalaciones salineras, comienzan a proliferar. Las microalgas son beneficiosas ya que aseguran una mayor absorción de calor, aumentando la evaporación y así la producción de sal. Sin embargo, si

las microalgas no son eliminadas tempranamente desde los estanques cristalizadores, sus productos de excreción provocarán que la salmuera se torne de color negro, reduciendo la densidad de la salmuera evitando la formación de cristales.

La presencia de *Artemia* en salinas favorece la calidad y cantidad de sal producida porque:

- *Artemia* es un filtrador no selectivo, lo cual significa que puede alimentarse de pequeñas partículas. Esto significa que *Artemia* es capaz de consumir las microalgas, presentes en los estanques de producción de sal. De esta manera las microalgas son eliminadas en los primeros estanques evitando que se presenten en los cristalizadores (Fig. 8).
- Los desechos de *Artemia* son una importante fuente de alimento de bacterias que se encuentran en los cristalizadores.

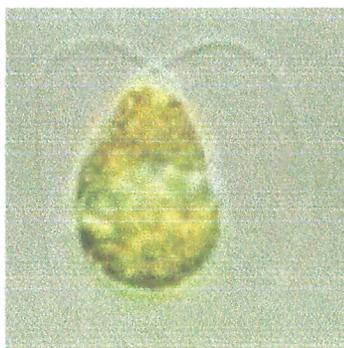


Figura 8: Microalga (*Dunaliella*)

2.2 Introducción de *Artemia* en salinas

El Gran Lago Salado (EEUU) ha sido históricamente la principal reserva mundial de quistes de *Artemia* para la industria acuícola. La acuicultura ha crecido a una velocidad insospechada (Fig.9), especialmente la larvicultura donde *Artemia* constituye el eslabón inicial de la cadena alimenticia. Sin embargo, desde los años '90 las cosechas de quistes del Gran Lago Salado han disminuido drásticamente y el precio en el mercado internacional a registrado un progresivo aumento (Tabla 2). Diversos esfuerzos se han realizado para abastecer los requerimientos mundiales de quistes los que se han iniciado con la búsqueda de nuevas fuentes en países de la Ex Unión Soviética y a través de la introducción de *Artemia* para su explotación comercial. La introducción o inoculación de *Artemia* se ha realizado en países de Asia como Vietnam, Filipinas y Tailandia y en otros de América como Brasil y Perú con resultados económicos y sociales sorprendentes.

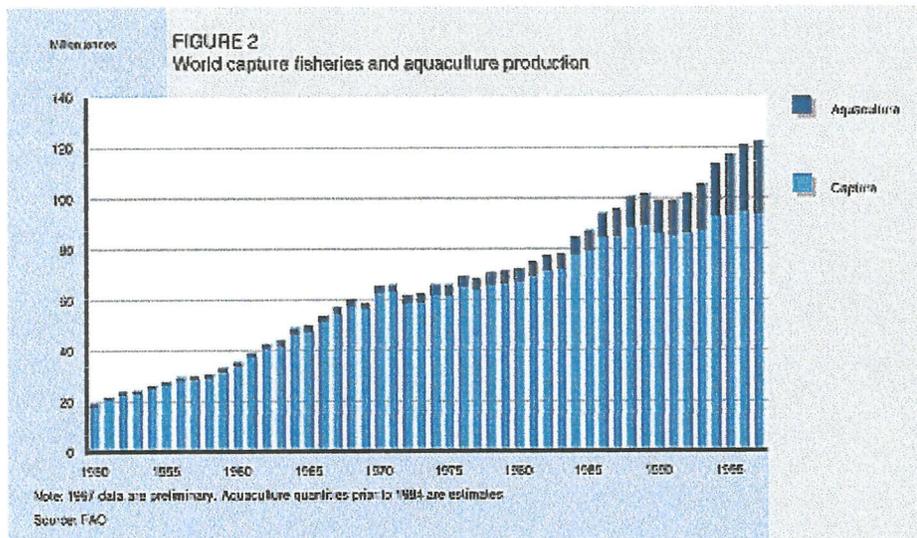


Figura 9: Cifras de las pesquerías y de la acuicultura mundial (millones de toneladas)

Tabla 2: Cosecha de quistes de *Artemia* (toneladas métricas de quistes húmedos) en el Gran Lago Salado, Estados Unidos.

Estación	Cosecha
1988/1989	2.170
1989/1990	5.020
1990/1991	4.860
1991/1992	5.870
1992/1993	4.900
1993/1994	4.030
1994/1995	2.680
1995/1996	6.640
1996/1997	6.600
1997/1998	2.020
1998/1999	<2.020

Fuente: Lavens y sorgeloos, 2000.

2.3 Casos de Estudio

2.3.1 Brasil

En el Estado de Río Grande, en la localidad de Grossos existe una comunidad en la cual familias completas, durante siglos, se han dedicado a la explotación de sal. Existen aproximadamente 100 salinas que son explotadas de manera artesanal ya sea por familias o pequeñas cooperativas. El tamaño de las salinas varía entre 0.5 a 5 hectáreas y producen entre 200 a 600 toneladas de sal por cosecha. La época de cosecha es de 6 meses en promedio (desde Agosto a Febrero). Después de la cosecha los salineros realizan actividades agrícolas.

Las pequeñas salinas a menudo se encuentran lejos del mar y la captación y manejo del agua se realiza de forma colectiva. La calidad de la sal es baja, con grados de pureza de entre 85 y 90%, visiblemente contaminada. Grandes empresas, con equipos y máquinas mecanizadas lograron, a mediados de los '80, reducir los gastos asociados a la producción. Los pequeños salineros asociados en una cooperativa (Cooperativa de Desenvolvimento Salineiro de Grossos) vendían su producción para lograr mejores precios. Sin embargo, en 1991 la cooperativa se disolvió y muchos de los salineros abandonaron su actividad tradicional y se dedicaron a la agricultura. Durante los siguientes años se registraron grandes sequías en la zona, lo que significó que la época de explotación de sal se prolongara y por lo tanto las grandes empresas aumentarían sus volúmenes de producción y sus ganancias. Lamentablemente debido a la sequía, los salineros tradicionales, ahora agricultores, sufrieron la pérdida de sus cosechas lo que ha afectó fuertemente su condición económica y social.

A mediados de los años '90, los pequeños salineros, con la ayuda del gobierno y universidades, comenzaron un plan piloto de para la producción de *Artemia*. Este proyecto contempló una superficie de 4.5 hectáreas y la construcción de una pequeña planta procesadora. A modo de ejemplo, en Brasil 1 kilo de quistes procesados equivale al dinero generado por la venta de 3.000 kilos de sal. De esta manera, el proyecto ha maximizado el uso de los recursos de una manera sustentable, utilizando para ello la industria salinera abandonada generando beneficios económicos y sociales a la comunidad.

2.3.2 Vietnam

Durante los años 80, Vietnam comenzó un acelerado desarrollo de la acuicultura especialmente de camarones los que alcanzan importantes precios en el mercado internacional. Los camarones necesitan durante las primeras etapas de crecimiento *Artemia* como alimento. Sin embargo, *Artemia* no se encuentra naturalmente en Vietnam, por lo que las importaciones de quistes encarecían los costos. La introducción se hizo efectiva en un pequeño estanque de 100m² ubicados en la costa en el año 1982.

Luego de la primera introducción, la que fue relativamente exitosa, se inició la inoculación del recurso en pequeños estanques en tierra. De esta manera, en enero de 1992, 2 estanques fueron sembrados con larvas nauplii a una densidad

de 150 larvas/litro. Luego de 6 días se abrieron las compuertas para permitir la colonización de *Artemia* en los estanques siguientes. Las microalgas fueron distribuidas en los estanques por medio de bombas de agua cada 2 o 3 días. Luego de 130 días de cultivo la producción alcanzó los 189 kilos de quistes húmedos/hectárea. La mayor producción se registró durante los primeros 2 meses de cultivo. Las cosechas diarias fluctuaron entre 1 y 5.7 kilos de quistes húmedo/hectárea. Al finalizar la temporada se mantuvo una importante cantidad de quistes para que al año siguiente se iniciara un nuevo proceso de inoculación.

2.4 Consideraciones para la inoculación de *Artemia*.

Al introducir o inocular *Artemia* en salinas se debe tener en cuenta que:

- La introducción de nuevas especies de *Artemia* debe ser considerada cuidadosamente, debido a que podrían competir o reemplazar a las poblaciones naturales.
- Se debería introducir organismos que produzcan pequeños quistes y nauplii, debido a que son las más requeridas para la acuicultura.
- Los quistes deben ser eclosionados y las nauplii deben ser sembradas a una densidad de 100 nauplii/litro. A mayor densidad de siembra, el alimento y el oxígeno disponible se hace escaso, disminuyendo con ello el crecimiento de *Artemia*.
- Los organismos seleccionados para la introducción deberían tener un crecimiento y reproducción rápida.
- Se debe hacer un seguimiento semanal de los estanques. Se deben tomar muestras de agua de los estanques para ver si hay adultos, quistes o larvas nauplii.

3 Uso de *Artemia* en la acuicultura

3.1 Sistemas de producción en la acuicultura

La acuicultura, una actividad milenaria, ha sido pilar fundamental en el desarrollo de técnicas de cultivo de recursos acuáticos basado en la implementación de técnicas de cultivo, creación de aparatos y sistemas, algunos con altos niveles de tecnología.

Los sistemas de cultivo pueden clasificarse en:

- Sistemas Extensivos:
 - los organismos cultivados son mantenidos en densidades bajas
 - no se otorga alimento, sino que los organismos lo obtienen, naturalmente, del ambiente
 - los costos de mantención y producción son bajos
 - los costos de mantención y producción son bajos
 - sin nivel de intervención o control
- Sistemas Semi-intensivos
 - mayor densidad de cultivo

- fertilización de los estanques de cultivo para la producción de alimento (microalgas)
- aumento de los costos de producción
- niveles intermedios de producción
- mediano nivel de intervención o control
- Sistemas Intensivos
 - densidad de cultivo alta
 - se otorga alimento
 - altos costos de producción
 - altos niveles de inversión (ingeniería y tecnología)
 - altos niveles de intervención o control

3.2 Dietas utilizadas en la acuicultura

Durante los últimos 20 años se propiciado el desarrollo de variadas estrategia para la alimentación de larvas de peces y crustáceos. Sin embargo, sólo algunas han tenido éxito a nivel industrial. Todas las estrategias alimenticias usadas en los cultivos comerciales incluyen al inicio el uso de dietas vivas. Aproximadamente 20 especies de microalgas (2-20 micras) son comúnmente cultivadas y utilizadas para alimentar invertebrados marinos (*Artemias*, rotíferos), los cuales sirven finalmente como presas para las larvas. Las especies de algas que frecuentemente se utilizan para alimentar a estos invertebrados incluyen, *Isochrysis galbana*, *Chlorella* sp., *Nanochloris* sp., *Nanochloropsis* sp., y *Tetraselmis* sp.

En los últimos años se ha realizado una amplia investigación en la formulación de dietas artificiales para reemplazar el alimento vivo en la acuicultura. Ello debido a que la mantención de cultivos para la producción de alimento vivo significa un costo extra en infraestructura (estanques, luz, agua, bombas), manejo y requiere además de personal calificado. Sin embargo, los intentos no han sido del todo exitosos y aunque investigadores han logrado formular algunas dietas artificiales estas sólo han reemplazado parcialmente el alimento vivo en la acuicultura.

3.2 *Artemia* en la Acuicultura

Las principales razones porque las larvas de *Artemia* son la dieta viva más ampliamente utilizada en la larvicultura de peces y crustáceos son:

- Los quistes pueden ser almacenados y las nauplii pueden ser utilizados a las 24 horas después de acuerdo a las necesidades.
- Las larvas de *Artemia* nadan constantemente lo que las hace una presa de fácil captura por las larvas de peces que no tienen completamente desarrollada la visión y capacidad de nado.
- Las larvas de peces no tienen completamente desarrollado su sistema digestivo y *Artemia* poseen compuestos que facilitan su digestión .

- **Artemia** es un filtrador no selectivo lo que facilita la manipulación de su composición bioquímica, especialmente utilizando ácidos grasos esenciales.
- Las larvas de **Artemia** pueden ser utilizadas como vehículo (Figura 9). Por ejemplo, si se desea suministrar vitaminas o estimulantes del crecimiento a las larvas de peces, el tratamiento se les da a **Artemia** las que son consumidas por las larvas de peces.
- Las larvas de peces y crustáceos alimentados con nauplii de **Artemia** crecen más rápido y tienen sobrevivencias mayores.

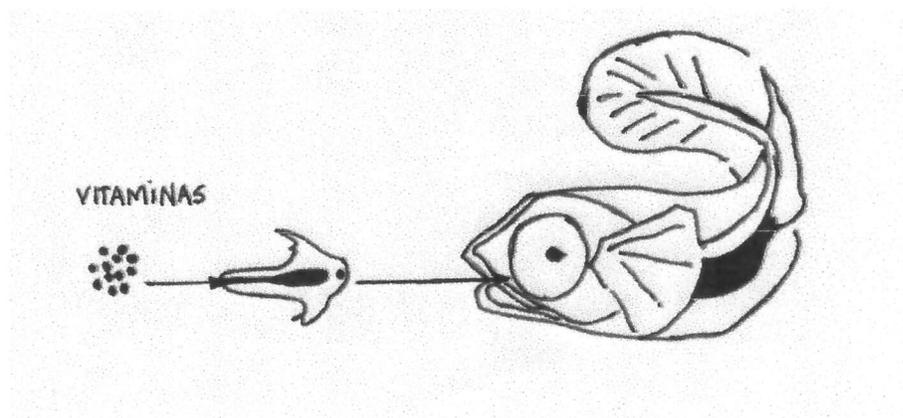


Figura 9: Nauplii de **Artemia** utilizadas como vehículo en el cultivo de larvas de peces.

Existen al menos 4 prerequisites para comenzar el desarrollo o eclosión de quistes de **Artemia** para la obtención de larvas (Lavens y Sorgeloos, 1996). Hidratación de los quistes en agua de mar: los mejores resultados se obtienen al utilizar salinidades de 35‰

- a) Oxigenación del medio: el medio debe contener entre 2 y 8 ppm de oxígeno disuelto, bajo estos valores, la eficiencia de eclosión decrece.
- b) Iluminación de los quistes hidratados: la intensidad de lumínica debe ser de 2.000 lux
- c) Temperatura: la temperatura óptima de eclosión de 25°C.

Determinación de las características de eclosión de quistes de *Artemia*

A. Eclosión de quistes bajo condiciones estandarizadas.

Materiales:

- Botellas de plástico desechables con tapa.
- Refractómetro
- Una lámpara
- Mangueras de aireación
- Bomba de aire
- Capilares de vidrio
- Agua de mar (35 ppt)
- Quistes de *Artemia*

Procedimiento (Fig. 10)

- Corte la base de las botellas de manera parezca un embudo.
- Mide con un refractómetro la salinidad del agua de mar que vas a utilizar
- Llene cada botella con 1 litro (1 litro= 1000 mililitros) de agua de mar
- Conecte las mangueras a la bomba de aire. Observa que el agua al interior de las botellas está burbujeando (aire)
- Pese 2 gramos de quistes de *Artemia* y viértelos en la botella.
- Instale la lámpara cerca de las botellas para que reciban luz

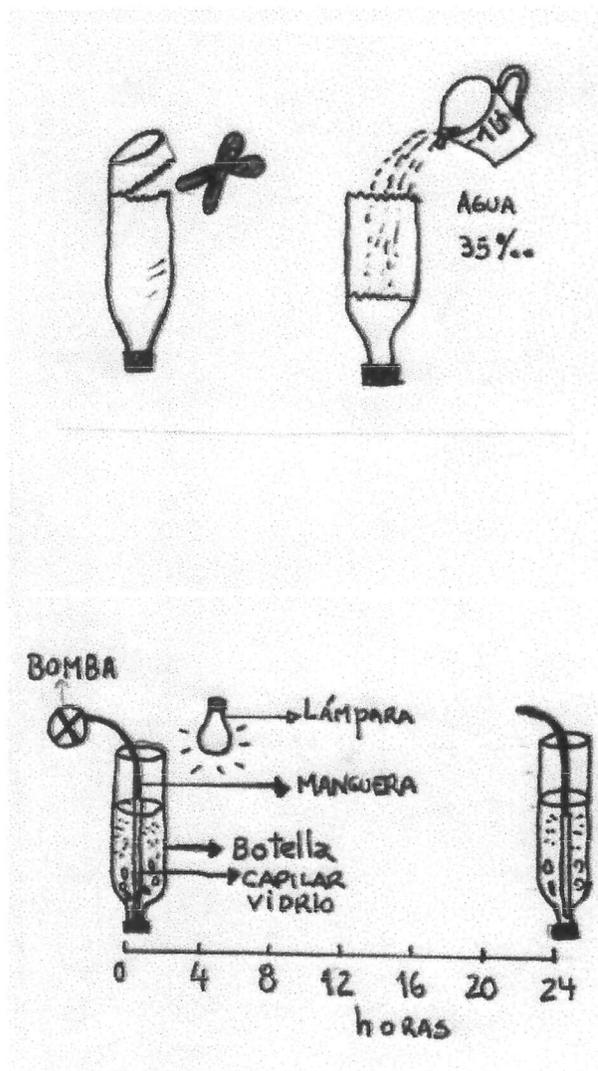


Figura 10: Eclosión de quistes de *Artemia* bajo condiciones estandarizadas.

A. Tamaño de los quistes de *Artemia*

Materiales:

- Placa de vidrio (placa Petri)
- Microscopio
- Papel milimetrado
- Objetivo graduado
- Capilares

Procedimiento

- Después que los quistes han estado 2h en las botellas con agua de mar tome con un capilar un par de gotas de agua y viértalas en una placa Petri.
- Observe que ahora casi todos los quistes son redondos. Observe también sus colores y formas. Podrá ver que algunos están rotos, otros son casi blancos y que son de distinto tamaño.
- Ayudados con un microscopio y una cámara de vídeo los guías le mostrarán como medir los quistes (Fig. 11).

- Anote las medidas que hizo.

- Quiste 1:.....
- Quiste 2:.....
- Quiste 3:.....
- Quiste 4:.....
- Quiste 5:
- Quiste 6:.....
- Quiste 7:

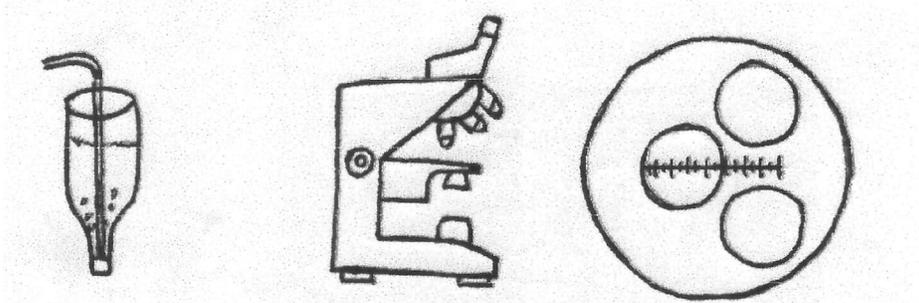


Figura 11: Medición de quistes

Determinación de la eficiencia y porcentaje de eclosión de quistes de *Artemia*

Materiales

- Lugol
- Placas Petri
- Micropipeta
- Papel milimetrado
- Lupa
- Capilares
- Clorinda o cloro
- Calculadora

Procedimiento

- Luego que los quistes han estado 24 horas en las botellas con agua de mar, luz y aire, con un capilar tome una muestra del agua y deposítela en la placa Petri.
- Agregue unas gotas de lugol y observe en la lupa.
- Podrá ver distintas formas: encontrará quistes que aún no eclosionan, embriones en estado de "paraguas" y larvas nauplii de *Artemia*.
- Con una micropipeta tome una muestra (0.1 ml) de agua de las botellas y deposítela en la placa Petri.
- Cuente el número de nauplii que puede observar.

Número de larvas nauplii:

Agregue a la misma placa unas gotas de clorinda. Ahora observe nuevamente con la lupa. Verá que algunos quistes son de color naranja intenso. Estos son los embriones. Cuente el número de embriones que ve en la placa.

Número de embriones

- La eficiencia de eclosión indica el número de nauplii que eclosionan por cada gramo de quistes que fue usado.

Para calcular necesitamos recordar:

- ¿ Cuántos mililitros de agua de mar hay en cada botella?

- ¿ Cuántos gramos de quistes se agregaron en cada botella?

- ¿ Cuántos mililitros de agua de muestra fueron usados?

- Cálculo de la Eficiencia de Eclosión (EE):

$$EE = \frac{N \times V \text{ (ml)}}{M \times C \text{ (ml)}}$$

N= Número de nauplii
 V= mililitros de agua de mar
 M= mililitros de agua de la muestra
 C= gramos de quistes utilizados

- Calculo del porcentaje de Eclosión (%E):

$$\%E = \frac{N \times 100}{N + E}$$

N= Número de nauplii
 E= número de embriones

- Observe el ejemplo de la Fig. 12:

$$EE = \frac{42 \times 1000}{0.1 \times 2}$$

EE = 210.000 nauplii/gramo de quistes

$$\% E = \frac{42 \times 100}{42 + 9}$$

% E = 82,3 % de los quistes eclosionó

- Ahora utilice los datos obtenidos de las botellas

N =
 V =
 M =
 E =
 C =
 E =

- Calcule la eficiencia de eclosión de los quistes:

$$EE = \frac{N \times V}{M \times C}$$

EE = _____

EE = _____ nauplii/ gramo de quistes

- Calcule el porcentaje de eclosión de los quistes

$$\% E = \frac{N \times 100}{N + E}$$

$$\% E = \frac{\quad \times 100}{\quad + \quad}$$

% E = _____ % de los quistes que eclosionó.

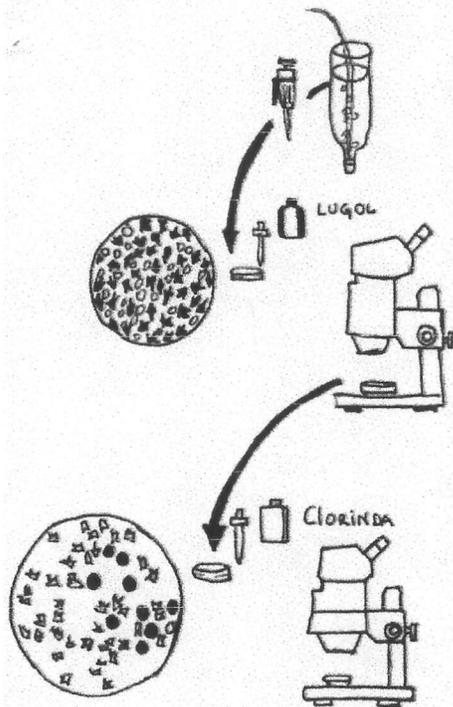


Figura 12: Conteo de larvas y embriones de *Artemia*.

4. Metodología para la recolección de quistes y biomasa de *Artemia*.

4.1.1 Cosecha de los quistes.

La calidad de los quistes de *Artemia* depende principalmente de la manera en que son procesados, por lo que la eliminación de material no deseado debe ser prioritaria. Además de la pureza, el contenido de agua de los quistes es un importante criterio que marca la calidad. La condición ideal es que los quistes tengan menos de un 10% de humedad. Por lo tanto, una vez que los quistes han sido limpiados deben ser cuidadosamente secados, para ser envasados posteriormente.

Los quistes de *Artemia* deben ser cosechados lo antes posible desde a superficie de los estanques, preferentemente durante la mañana. Para coleccionar los quistes se debe utilizar una red (Figura 13). Esta red debe ser construida de manera que impida el paso de *Artemia* adultas y otros materiales (hojas, plumas, etc), pero que asegure la captura de los quistes. Por ello debe estar construida con dos tipos de redes 500 micras y 120 micras.

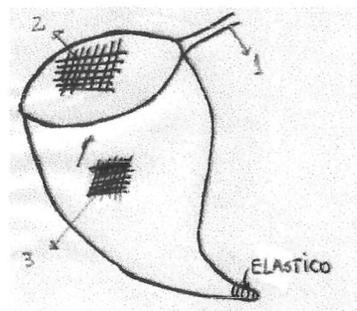


Figura 13: Red para coleccionar quistes. 1. Mango; 2. Red de 500 micras; 3. Red de 120 micras; 4. Elástico

Cuando coseche tenga en cuenta que:

- Los quistes de color blanco o muy pálidos no están protegidos contra la luz solar y su calidad es dudosa.
- Los quistes que están en el borde de los estanques se secan y son llevados por el viento.
- Los quistes que se acumulan en el borde de los estanques se secan y humedecen varias veces lo que reduce la energía lo que se refleja, por ejemplo en el porcentaje de eclosión.
- Los quistes cosechados pueden ser almacenados en estanques con salmuera y agitados una vez al día. La presencia de cristales en el fondo de los estanques asegura un exitoso almacenaje. Sin embargo, los quistes no pueden ser almacenados en salmuera más de 1 mes, y debe entonces continuar con los pasos de limpieza, secado y envasado.

4.1.2 Limpieza

El proceso de limpieza considera la separación de quistes y desechos utilizando salmuera y agua dulce. Primero los quistes son mantenidos en estanques con salmuera y aireación hasta 24 horas. Este proceso permite que las partículas más pesadas se vayan al fondo. Los quistes que permanecen flotando son colectados y trasladados al estanque esta vez con agua dulce. En este proceso los quistes no deben permanecer más de 15 minutos, de otro modo los quistes se hidratarán y activando su metabolismo y futura eclosión. Esta vez los quistes se encontrarán en el fondo del estanque y los desechos flotando.

4.1.3 Secado

Para el proceso de secado se requiere de un secador (Fig. 14). Este secador debe ser construido con un genero fino (por ejemplo batista) que permita dispersarlos en finas láminas (3 a 5 milímetros de grosor), moverlos continuamente y posibilite un buen intercambio de aire. El secado debería realizarse en un periodo de entre 2 y 3 días, aunque esto depende de las condiciones climáticas de cada localidad. Una vez que el peso de los quistes no varía entre un día y otro, el porcentaje de humedad fluctúa entre 8 y 10% y pueden ser envasados para su futura comercial.

Recuerde:

- Los quistes nunca deben ser expuestos directamente al sol durante el proceso de secado, ya que la luz ultravioleta y las temperaturas los dañan.
- Durante la noche, cuando la humedad relativa del aire aumenta, los quistes deben ser guardados y continuar al día siguiente el proceso de secado.



Figura 14: Secador de quistes de *Artemia*

4.1.4 Envasado y almacenamiento.

Una vez que los quistes son secados y envasados su calidad no será alterada durante 1 año y no es necesario mantenerlas refrigeradas. Sin embargo si el

periodo de almacenaje es mayor debería ser envasado al vacío y mantener a bajas temperaturas

4.2 Biomasa de *Artemia*

4.2.1 Cosecha de biomasa de *Artemia*

Los adultos pueden ser colectados manualmente con redes. Alternativamente, las redes pueden ser instaladas en la salida de los estanques y la biomasa es cosechada cuando el agua pasa de un estanque al próximo. El tamaño de la red utilizada dependerá de la cantidad de *Artemia* presente en las instalaciones.

En la construcción de la red deberá tener en cuenta:

- Use una red con una abertura de 1 a 2 milímetros para seleccionar adultos y juveniles.
- Al construir la red, utilice una malla de menor abertura al final de la red para evitar que los organismos se destruyan.
- Si la red es instalada a la salida del estanque vacíelas cada una hora.

4.2.2 Proceso

Según la forma de comercializar adultos de *Artemia* se puede optar por los siguientes métodos:

- a) *Artemia* como alimento de peces dentro de 12 horas post-cosecha:
 - Trasladar la biomasa a estanques con aireación.
 - Lavar la biomasa con abundante agua dulce.
 - Trasladar la biomasa a frascos o estanques con agua de mar a una densidad máxima de 300g de biomasa por litro de agua de los estanques de cultivo.
- b) *Artemia* como alimento de peces dentro de 24 horas post-cosecha:
 - Traslade la biomasa a estanques con aire.
 - Lave la biomasa con abundante agua dulce.
 - Prepare bolsas de plástico de 9 litros de capacidad llenándolas con 3 litros de agua de los estanques de cultivo.
 - Agregue los individuos a una densidad de 100 gramos por litro de agua.
 - Llene el resto de la bolsa con oxígeno y cierre con un elástico.
 - Trasládelos a cajas de plumavit con hielo.
- c) *Artemia* seca para la fabricación de dietas de peces o crustáceos:
 - Utilización de cámaras de frío donde la temperatura baja rápidamente (no es factible en este caso)
 - Se pueden secar durante los meses de verano en los cuales la temperatura ambiente es alta. Sin embargo, debido a la luz solar los organismos cambian de color (negro) perdiendo calidad. La construcción de secadores, como los utilizados para el secado de frutos y especias puede ser una buena opción.

Cosecha, procesamiento y secado de quistes de *Artemia*

Cosecha de quistes

Materiales

- Quistes de *Artemia* colectados en las salinas de Cáhuil.
- Malla (400 micras)
- Salmuera
- Frascos (1/2 o 1 litro)

Procedimiento

- Con un tamiz (120 micras) colecte los quistes presentes en la superficie del agua de los estanques sancochador o resancochador.
- Traslade los quistes colectados a los frascos con salmuera.

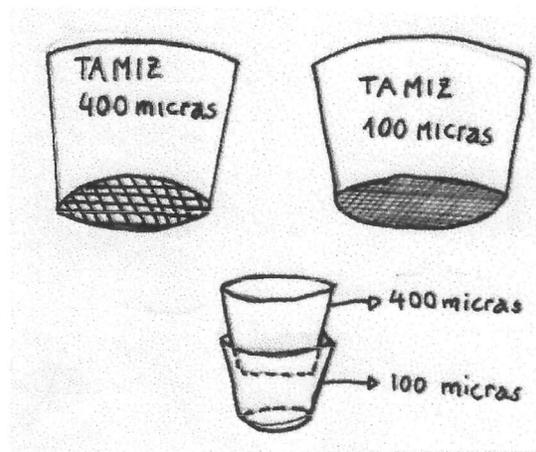


Figura 15: Tamices

A. Limpieza

Materiales

- Mangueras
- Tamiz (100micras)
- Tamiz (400micras)
- Bomba de aire
- Salmuera
- Agua dulce
- Batea de acrílico transparente.
- Género (saco de harina)
- Balanza
- Bolsas plásticas

Procedimiento

- Lave los quistes colectados rápidamente (menos de 5 minutos) con abundante agua dulce utilizando los tamices (Figura 15).

- Observe el tamiz de 400 micras, en el podrá encontrar plumas, hojas y basuras.
- Observe el tamiz de 100 micras, en el podrá ver los quistes de *Artemia*.
- Traslade los quistes colectados a la batea y manténgalos durante 5 a 10 minutos en salmuera y con abundante aireación. Observe que aún permanecen algunos desechos, los que se irán al fondo de la batea, mientras que los quistes de buena calidad permanecerán en la superficie.
- Traslade con una manguera (sifoneando) los quistes que se encuentran en la superficie del estanque a la batea con agua dulce y abundante aireación Manténgalos en la batea durante 15 minutos
- Observe que esta vez los desechos se encuentran en la

superficie mientras que los quistes están en el fondo.

- Coléctelos y trasládelos a una bolsa de género (género del tipo batista)
- Estruje la bolsa para eliminar el exceso de agua. Pese en la balanza la bolsa con los quistes y anote su valor

- Muévalos suavemente varias veces durante el día para acelerar para el proceso.
- Una vez que el peso de la bolsa no varíe entre un día y otro, envase los quistes en bolsas plásticas. Anote siguientes datos en la bolsa:

B. Secado

- Deje secar los quistes recolectados sobre un secador durante algunos días.

Fecha de colecta:.....
Lugar de colecta:.....
Gramos de quistes:

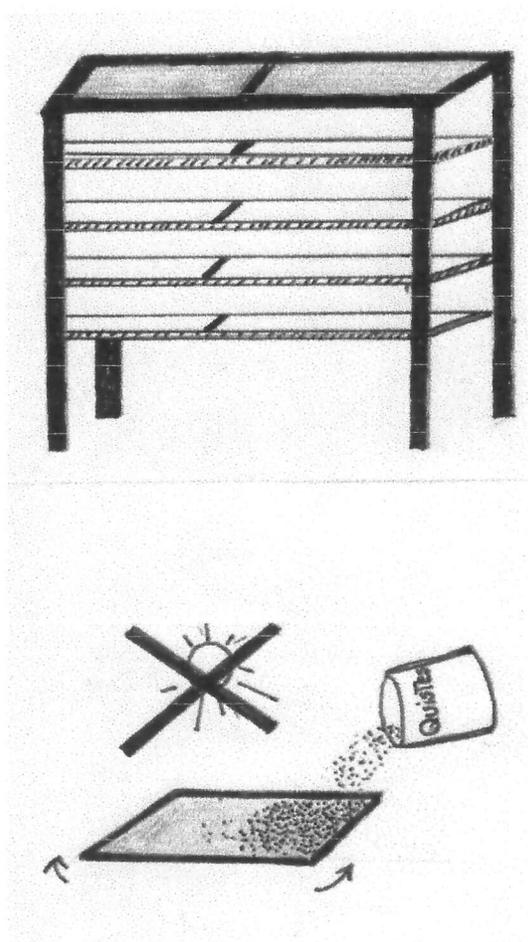


Figura 16: Secador de quistes de *Artemia*

5 Productos y mercados

El principal uso que se le otorga a *Artemia* es en la acuicultura.

- **Quistes:** los quistes de *Artemia* pueden ser comercializados en bolsas plásticas o enlatados.
- **Nauplii:** son comercializados vivos y congeladas para la acuicultura de peces y crustáceos.
- **Adultos:** pueden ser comercializados vivos en bolsas plásticas para ser utilizados como alimento por acuicultores o en tiendas de acuario o como mascotas.
- **Adultos y juveniles secos:** son comercializados para crear harinas que son utilizadas para la formulación de dietas.

Sin embargo, los uso y aplicaciones de *Artemia* no sólo están limitados a la acuicultura. Algunas otras aplicaciones de *Artemia* son:

- Filtro biológico en plantas de tratamiento de aguas servidas
- Estudios de toxicología, biología, genética, entre otros
- Fertilizantes orgánicos
- Su pigmento (caroteno) es utilizado en la industria de químicos finos

6 Cultivo de *Artemia* en operaciones salineras

Los principios básicos para la producción de *Artemia* en operaciones salineras temporales son los siguientes:

1. Aumento de la profundidad del o los estanques que contendrán *Artemia* (con un rango de salinidad de 100 a 180 ppm) a 40 o 50 cm como mínimo, 70 a 100 cm de preferencia. Esto es muy importante ya que en este tipo de operaciones de extracción de sal la profundidad de los estanques va de 10 a 15 cm, lo que genera temperaturas fatales para *Artemia* (35° C y más). Además, promueve la producción de algas en el fondo más que las necesarias microalgas.
2. Uso de fertilizantes agrícolas (urea, nitrato de amonio, fosfato mono o di-amonio) o abonos orgánicos (guano de aves) para aumentar la producción de plancton en los estanques.
3. Fertilizar apropiadamente (disponibilidad de alimento) para mantener la predominancia de un modo reproductivo ovovivíparo para aumentar la población de *Artemia* (100 individuos o más por litro).
4. Comenzar a cosechar biomasa (sobre la base de la productividad), que sumado a una fertilización apropiada permitirá un reclutamiento continuo.
5. La exposición de *Artemia* a niveles más altos de salinidad y/o aumento en la fertilización conseguirá provocar mayores niveles de estrés y con ello estimular la producción de quistes.

I. Profundización de estanques

La tasa de evaporación depende de la relación "superficie del estanque:volumen del estanque". En los estanque más profundos la tasa de evaporación disminuye lo que se traduce en que el aumento de la salinidad es más lento. En virtud de esto, si bien, la profundización de los estanques podría hacerse considerando todo el fondo del estanque, no es del todo recomendable en operaciones temporales ni en lugares donde no existen temperaturas muy altas. Lo más recomendable en estas circunstancias es la profundización parcial. (Fig. 17 a, b y c). Si bien, la profundización periférica (b) del interior del estanque presenta ventajas respecto del manejo del plantel de *Artemia* (cosecha, desdoble), disminuye bastante la superficie de evaporación. Por otra parte, la profundización por medio de un canal central puede presentar ciertas desventajas desde el punto de vista del manejo, sin embargo, no altera demasiado la relación superficie : volumen. Cualquiera sea el método que se emplee para la producción de *Artemia*, debe tenerse presente que el proceso de salinización del agua por evaporación será más prolongado. La experiencia de Vietnam, bastante similar a la situación de las salinas de Pichilemu, significó un retraso de aproximadamente un mes en la producción de sal.

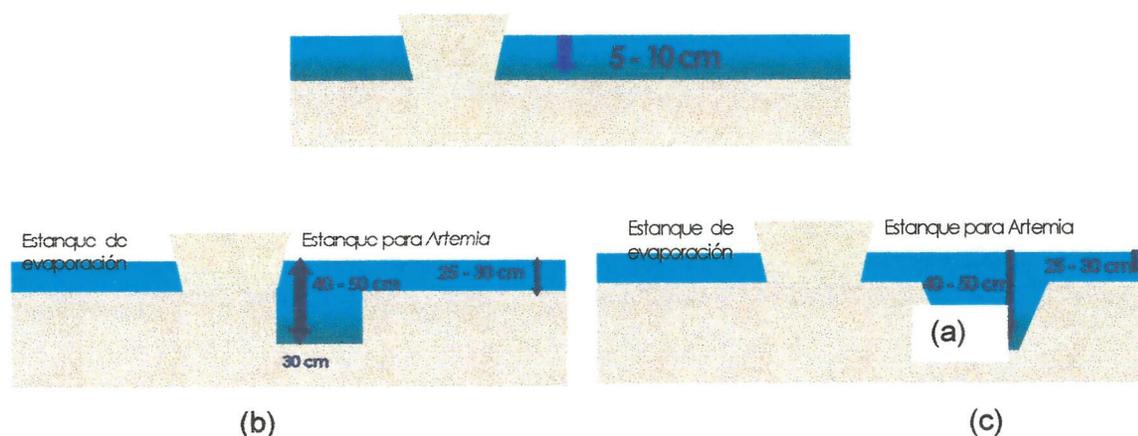


Figura 17: a: Tipo de estanque utilizado normalmente en salinas comerciales.
b: Modificación sugerida para estanques de cultivo de *Artemia*. Profundización alrededor de todo el perímetro interior del estanque.
c: Profundización efectuada en un área del centro del estanque.

II. Preparación de estanques

Normalmente los estanques utilizados para cultivo de *Artemia* en salinas no requieren que se les agregue limo. Las aguas con altas salinidades tienen una dureza mayor a 50 mg de CaCO_3 por litro (debido a la presencia de carbonatos). La adición de limos puede ser considerada cuando el agua de cultivo tiene un pH menor a 7,5 lo que dificulta la proliferación de microalgas.

El uso de CaO y Ca(OH)_2 podría aumentar rápidamente el pH a alrededor de 10. Esto elimina patógenos y depredadores. Por ello, estas sustancias son utilizadas para desinfectar el fondo de los estanques. Después de 2 a 3 días el pH cae a 7,5, después de lo cual la mineralización se realiza normalmente. Las dosis recomendadas varían desde 500 a 1.000 kg por hectárea.

III. Fertilización de estanques

Los fertilizantes son adicionados a los estanques para promover la producción primaria (producción de algas). Incrementar la producción no es un proceso fácil, en especial en aguas con alta salinidad. Existen numerosos factores que influyen la química de los fertilizantes (composición iónica del agua salada, pH, fondo del estanque, etc.), el crecimiento de las algas (temperatura, salinidad, radiación solar) y la composición de especies (relación N : P, presión de consumidores selectivos).

Los fertilizantes pueden ingresar al sistema de cultivo por diferentes vías. Los nutrientes inorgánicos C, N, P ingresan por la ruta foto autotrófica, usada por las algas fotosintetizadoras, mientras que los nutrientes orgánicos son procesados a través de la vía heterotrófica, utilizada por las bacterias heterotróficas, o son consumidas directamente por las especies objetivo.

Algunas algas son aprovechadas de mejor manera que otras como alimento por **Artemia**, la manipulación de la composición algal, más que un arte es una ciencia. Usualmente, se recomienda una relación alta de N:P (N : P de 10) si lo que se desea es el crecimiento de algas verdes (*Tetraselmis*, *Dunaliella*) y diatomeas (*Chaetoceros*, *Navicula*, *Nitschia*). Sin embargo, como el fósforo no se disuelve bien en agua salada y es absorbido rápidamente por el fondo, la relación N:P de 3 a 5 podría ser más apropiada.

Cuando se agrega mucho fósforo, especialmente a temperaturas altas (> 28°C) y con baja turbidez (fondo visible), se promueve la proliferación de algas bentónicas. Del mismo modo, concentraciones altas de fósforo combinadas con bajas salinidades podrían estimular el crecimiento de algas azul-verdosas (*Lyngbya*, *Oscillatoria*), ambas generalmente de tamaño muy grande para ser consumida por **Artemia**.

3.1 Nitrógeno. La necesidad de fertilizar con nitrógeno varía ampliamente y debería determinarse experimentalmente para cada sitio. Aunque, en términos generales, la adición entre 1 mg por litro (en aguas muy productivas) a 10 mg por litro (en aguas poco productivas) podría inducir una proliferación algal.

3.2 Fósforo. En casos donde el uso de fósforo como fertilizante es necesario, se recomienda el uso de gránulos de pequeño tamaño que se disuelven fácilmente. Al igual que con el nitrógeno, su disolución previa podría mejorar su disponibilidad. La principal recomendación es que sea usado en pequeñas cantidades, tan frecuentemente como sea posible. En general, se considera una práctica normal dos veces por semana.

Para llevar a cabo la fertilización se establecen las siguientes recomendaciones:

- (a) Disolver el fertilizante en agua dulce, aún cuando éste sea líquido. Luego la mezcla debe ser esparcida sobre la totalidad del estanque.
- (b) Los fertilizantes líquidos que contienen nitrato son más efectivos que otros fertilizantes nitrogenados.
- (c) No fertilizar en un día nublado, el crecimiento de las algas podría ser limitado por los bajos niveles de luminosidad.
- (d) Es mejor fertilizar los estanques con baja salinidad. La fertilización de estanques de alta salinidad es más difícil y los resultados podrían observarse recién luego de un mes.
- (e) La condición fertilización de los estanques debiera ser mantenida tan constante como sea posible para asegurar las condiciones óptimas de crecimiento para las algas deseadas.
- (f) El uso de fertilizantes agrícolas no es recomendado en los estanques de cultivo de **Artemia**.
- (g) Como regla general el fósforo se adiciona en cantidades 3 a 5 veces menos que el nitrógeno.

Tabla 3. Fertilizantes fosfóricos

Superfosfato	16 a 20% P ₂ O ₅ Alta solubilidad
Fosfato di-calcio	35 a 48% P ₂ O ₅ baja solubilidad
Superfosfato triple	42 a 48% P ₂ O ₅ Buena solubilidad
Polifosfato de sodio	46% P ₂ O ₅ líquido
Ácido fosfórico	54% P ₂ O ₅ líquido

Fuente: FAO, 1996

2.3. Fertilizantes orgánicos. Los más frecuentemente usados son el guano de pollos, patos y otras aves. Si bien puede utilizarse la bosta de cerdos, vacas y cabras, éstas podrían estimular el crecimiento de algas en el fondo de los estanques.

(a) Los niveles recomendados de desechos orgánicos son de 500 a 1.250 kg por hectárea al comienzo de la estación productiva con dosis de 100 a 200 kg por hectárea cada 2 a 3 días.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de los fertilizantes orgánicos.

Ventajas

Los fertilizantes orgánicos contienen además de nitrógeno y fósforo otros minerales que podrían ser benéficos para el crecimiento del plácton.

Los fertilizantes orgánicos tienen un efecto benéfico sobre el fondo del estanque. La capacidad de absorción se puede incrementar enormemente (mayor potencial de buffer) lo que podría aumentar la microflora. Sin embargo, el incremento de las bacterias sólo es benéfico si la relación C:N es menor a 30. Si este no es el caso, las bacterias podrían utilizar el nitrógeno presente en la columna de agua para sostener su desarrollo. En este caso se recomienda usar fertilizantes inorgánicos.

Los fertilizantes orgánicos contienen proteínas, grasas y fibra. Las partículas de fertilizante adheridas a bacteria pueden ser utilizadas directamente por *Artemia* debido a que es un animal filtrador no selectivo.

Debido a que los fertilizantes orgánicos (guano de pollo) flota, la pérdida de fósforo es reducida.

Usando fertilizantes orgánicos se reciclan productos de desecho, el uso de otros tipos de fertilizante podría aumentar los costos.

Desventajas

La composición de los fertilizantes orgánicos es variable. Tienen un alto contenido de fósforo, lo que puede generar problemas con la aparición de algas de fondo y otras microalgas no deseadas.

Los fertilizantes orgánicos a pesar de ser utilizados, su incorporación es lenta, incrementando los riesgos de pérdida.

Los fertilizantes orgánicos estimulan el crecimiento de bacterias, las que usan grandes cantidades de oxígeno. El uso en exceso de estos fertilizantes pueden disminuir la cantidad de oxígeno y causar la muerte de *Artemia*.

El uso de fertilizantes orgánicos puede incrementar el riesgo de infecciones. Este riesgo puede minimizarse haciendo compost del guano antes de ser usado.

Una de las principales desventajas de los fertilizantes orgánicos es su volumen, lo cual eleva los costos por conceptos de mano de obra y transporte.

Fuente: FAO, 1996

Cálculo para determinar la cantidad de fertilizante necesario para incrementar el nivel de nitrógeno 1 mg por cada litro de agua (1 ppm).

Ejemplo:

Volumen del estanque = 1.000 m³.

Como ppm = g por m³ en total se deben adicionar al estanque 1.000 gramos de fertilizante.

1 gramo → 1.000 litros
x gramos → 1.000.000 litros

(1 gramo * 1 millón litros) / 1.000 litros
= 1.000 gramos

Si el fertilizante utilizado fuera urea (46% de N)

1 gramos urea → 0,46 gramos de N
x gramos urea → 1.000 gramos de N

(1 g urea * 1.000 g N) / 0,46 g N
= 2.174 g de urea (2,2 Kg de urea)

Considere que:

- (a) Si las algas no aparecen después de 2 días, agregue nuevamente una dosis de 1 mg por litro hasta obtener una turbiedad de 30 a 40 cm.
- (b) Una vez que la población de algas se haya establecido, fertilice al menos una vez por semana.
- (c) Si durante la semana la turbidez cae hasta menos de 50 cm, disminuya el tiempo entre fertilizaciones.

- (d) Si la turbidez aumenta a 15 cm o más, se debe incrementar el tiempo entre las fertilizaciones o bien, utilizar menos fertilizante.
- (e) Idealmente la turbidez debiera mantenerse entre 20 y 40 cm en los estanques de cultivo de *Artemia*.
- (f) Una turbidez de menos de 20 cm podría causar una disminución de oxígeno durante la noche, especialmente en lugares donde las temperaturas son altas
- (g) Otros factores que podrían afectar la producción de algas son: temperatura, salinidad y luz. Si las condiciones climáticas no son buenas, la fertilización extra no aumentará la producción de algas.

Captación y distribución de agua

Para establecer las características que deberá tener la toma de agua hay que conocer la cantidad de agua que demanda nuestro sistema productivo. Vale decir, debemos conocer el volumen y caudal.

a) Volumen (V) de estanques

$V = \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Profundidad}$

- Determine el volumen de sus estanques.

Materiales: Huincha de 50 m y un palo graduado y calculadora.

Procedimiento: Mida largo, ancho y profundidad de un estanque. Multiplique los valores obtenidos.

Largo:

Ancho:

Profundidad

V=

b) El caudal es la cantidad de agua que circula en un período de tiempo, como por ejemplo: litros por minuto (LPM); m^3 por segundo (m^3/seg); litros por hora (l/h), etc.

- Mida el caudal de sus instalaciones.

Materiales: huincha, reloj o cronómetro y un corcho o un pedazo de palo seco.

Procedimiento: Mida y marque un tramo en el canal de abastecimiento, mida el ancho. Luego mida la profundidad en tres puntos del tramo marcado (partida, medio y fin). Arroje En la marca inicial ponga el corcho en el agua y anote el tiempo que este demora en llegar a la segunda marca.

Tiempo 1:

Tiempo 2:

Tiempo 3:

Tiempo 4:

Tiempo 5:

Sume los tiempos y divídalos por 5

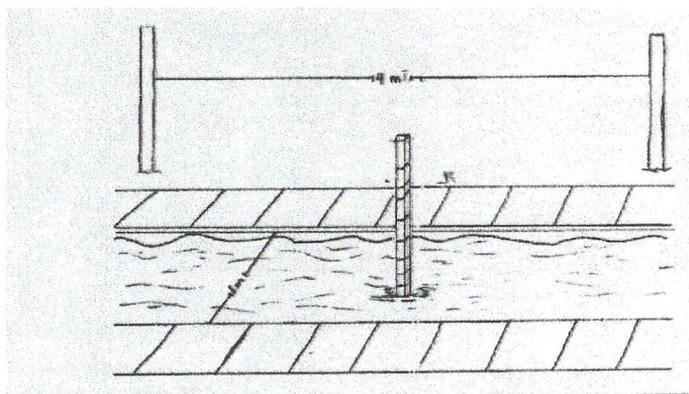


Figura 18: Cálculo de caudal.

7 Filtrado, control de nivel e intercambio de agua entre estanques

Una vez que se han dimensionado las instalaciones se debe evitar el ingreso de elementos como plumas, algas etc. y de animales que se alimentan de *Artemia*. Para ello es necesario implementar barreras o filtros. El primero de tales filtros debe construirse en el ingreso al estanque acumulador pensando disminuir el riesgo de que pueda taparse. Se recomienda el uso de monjes dado que estas estructuras permiten controlar los niveles e incorporarles un marco con una red antes de las compuertas (Figura 19). Tal estructura podría tener cierto ángulo de manera que mantenga la velocidad del flujo del agua. Para el filtrado del agua que pasa desde el estanque con quistes se recomienda una tela con una abertura de 100 a 120 μm .

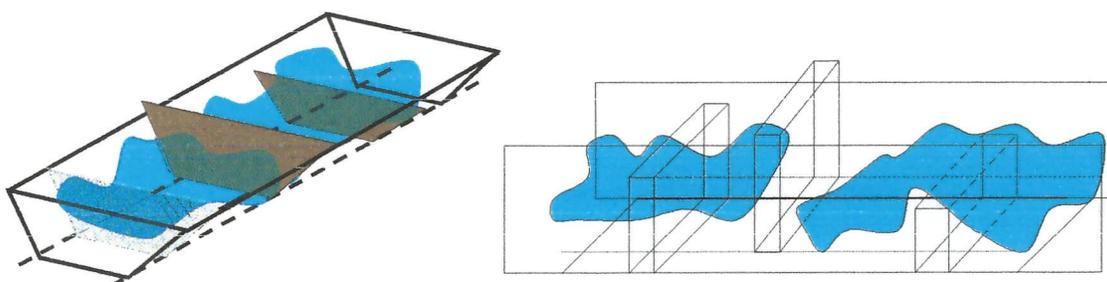


Figura 19: Compuertas de control de ingreso de agua con rejilla de filtrado.

También, los filtros pueden ser construidos con tubería de PVC dada la facilidad para trabajar que presenta este material (Figura 20). Estos filtros podrían

incorporarse fácilmente al sistema telescópico de control de nivel. No obstante lo práctico que resulta este sistema desde el punto de vista de su manejo, su implementación podría requerir de algunos cambios como profundización de canales de alimentación y/o reforzamiento y levantamiento de diques.

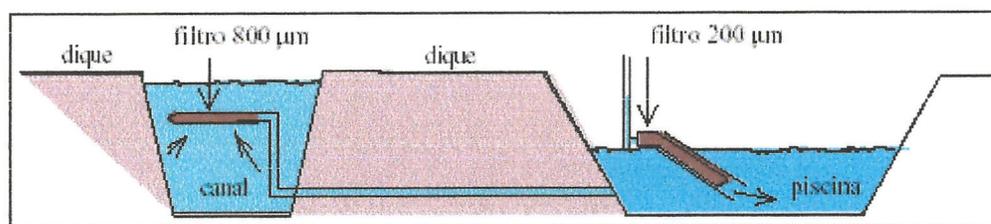


Figura 20: Sistema de filtración y conducción de agua con tubería de PVC.

Aspectos generales

Es importante en la transformación de instalaciones salineras para la producción de *Artemia* considerar algunas características del sitio para facilitar las operaciones de las nuevas actividades.

1.- Dirección del viento. Este aspecto es importante para la construcción de los colectores de quistes en el lugar más apropiado. Se debe recordar que esto flotan y son arrastrados por el viento (Figura 21).

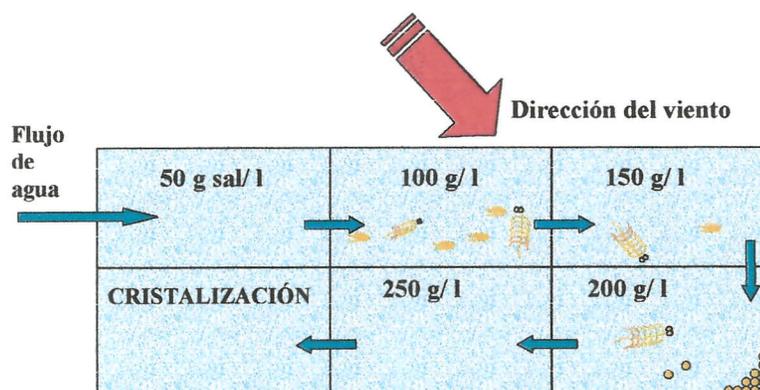


Figura 21: esquema general de distribución de una salina modificada para el cultivo de *Artemia*. Considera salinidades en cada estanque, circulación de agua y dirección del viento.

2.- Salinidad del agua. Se debe hacer un control diario de este aspecto, tanto en el agua que ingresa al sistema como en la que permanece en los estanques. Esto, con el fin de poder mantener en los estanques las condiciones ideales para la mantención de *Artemia* y la producción de quistes (Figura 21).

3.- Turbidez del agua. Es una forma indirecta para evaluar la cantidad de algas presentes en los estanques. Por medio de su medición se puede controlar tanto la periodicidad como la dosificación de los fertilizantes.

4.- Temperatura del agua. Es recomendable tener un registro diario de la temperatura. A pesar de que *Artemia* tolera rangos de temperatura (desde 6 a 35° C). Se recomiendan temperaturas entre 15 y 35° C.

Uso de instrumentos

- **Refractómetro.** Es utilizado para medir salinidad.

Procedimiento: Tome una muestra de agua desde el lugar que quiera medir. Con un gotario tome una gota de agua, levante la cubierta transparente que tiene el instrumento en su parte más delgada. Deposite una gota sobre la placa de vidrio. Ubíquese en un lugar con abundante luz y observe por el ocular.

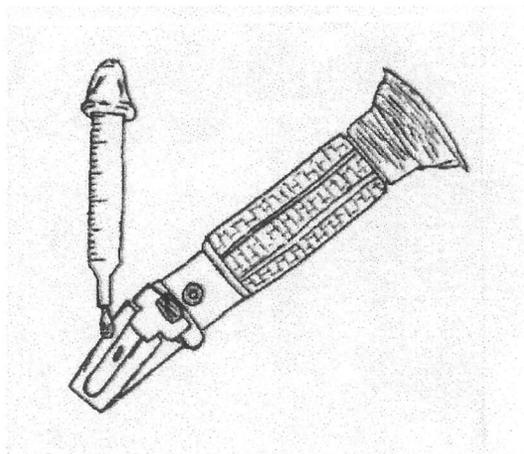


Figura 22: Refractómetro.

Salinidad 1:
Salinidad 2:
Salinidad 3:
Salinidad 4:
Salinidad 5:

- **Densímetro.** Este instrumento se puede utilizar para medir salinidad de manera indirecta.

Procedimiento: Tome una muestra de agua desde el estanque en que quiere medir la salinidad. Registre el valor que marca el flotador y busque su equivalencia en la tabla de referencia.

Vierta el agua en una botella (sin gollete). Introduzca el densímetro y registre el valor que indica el nivel del agua. Anote los valores obtenidos.

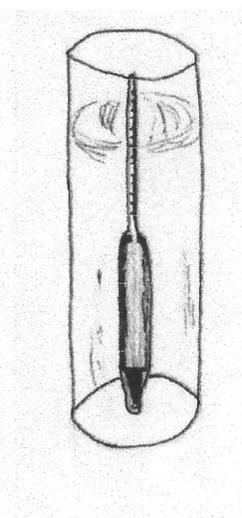


Figura 23: Esquema funcionamiento del densímetro (hidrómetro).

Densidad 1:
Densidad 2:
Densidad 3:
Densidad 4:
Densidad 5:

- **Disco Secchi:** Es un disco de acrílico que mide 20 cm de diámetro atado al extremo de una cuerda marcada (centímetros, metros, etc.). Se utiliza para medir turbidez en el agua.

Procedimiento: Introduzca el disco secchi en el estanque que desee controlar. Registre el valor obtenido.

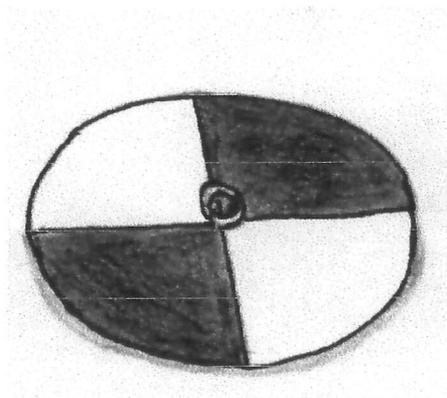


Figura 24: Disco Secchi.

- Profundidad 1:
- Profundidad 2:
- Profundidad 3:
- Profundidad 4:
- Profundidad 5:

- **Termómetro.** Con éste se obtiene un registro de la temperatura del agua.

Procedimiento: Verifique que esté en cero. De no ser así, agítelo hasta que el indicador baje. Introdúzcalo en el estanque que desea controlar y registre el resultado. Repita el procedimiento cada vez que efectúe una nueva medición.

- Temperatura 1:
- Temperatura 2:
- Temperatura 3:
- Temperatura 4:
- Temperatura 5:

8 Bibliografía

Gajardo, G. Mercado, C., Beardmore, J. Sorgeloos. 1999. International study on *Artemia*. LX. Allozyme data suggest that a new *Artemia* population in southern Chile (50°29'S; 73°45'W) is *A. persimilis*. *Hidrobiologia* 405, 117-123.

Lavens, P., Sorgeloos, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Publicado por FAO, 375pp.

Lavens, P., Sorgeloos, P. 2000. The history, present status and prospects of the available of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture* 182, 397-403.

Triantaphyllidis, G., Abatzopoulos, T., Sorgeloos, P. 1998. Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *J. Biogeogr.* 25, 213-226.

Sorgeloos, P. 1980. The use of the brine shrimp *Artemia* in aquaculture. En: The brine shrimp *Artemia*: ecology, culturing, use in aquaculture. Vol. 3 25-46. Editado por Persoone, G., Sorgeloos, P., Jaspers, O.

Sorgeloos, P. y J. Beardmore, 1995. Correct taxonomic identification of *Artemia* species. *Aquaculture* 26, 147.

Van Stapen, G., Sorgeloos, P. 1993. The cosmopolitan brine shrimp. *Aquaculture International* 4, 45-49.