

CARRERA TÉCNICA EN ACUACULTURA

Módulo 5. Produce crustáceos

Sexto semestre



Submódulo 3

Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar

Créditos

Desarrollo de Contenido

*Juan Carlos Espinoza León
Ana Nallely Cerón Ortiz
Juani Guadalupe Tzeek Tuz
Cecilia Hernández Díaz
Jorge Rafael García Valdez
Víctor Manuel Ceballos Suarez
Gabriel Heredia Ochoa
Manuel Mariano Téllez Arce
Ana María Jiménez Martínez*

Revisión técnico – pedagógica y edición

*Arit Furiati Orta
Itandehui García Flores
Judith Doris Bautista Velasco*

México, 2021.

Presentación

Actualmente los procesos de enseñanza y de aprendizaje se han diversificado en las formas, métodos y medios a través de los cuales se realizan para brindar una educación de calidad, por lo que cada día las instituciones educativas deben coadyuvar en dichos procesos a través de estrategias y acciones que favorezcan en los alumnos la adquisición de los aprendizajes tanto con la mediación de un docente de manera presencial como, en ocasiones singulares, a distancia.

Acorde con los principios de la Nueva Escuela Mexicana, los alumnos son sujetos activos y responsables de su propio aprendizaje, por lo que Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (**DGETAyCM**) pone a disposición de los estudiantes el presente material de apoyo que tiene el propósito de brindar elementos teóricos de los módulos profesionales de la carrera técnica en **Acuicultura**, así como el reforzamiento de estos a través de actividades de aprendizaje.

El material está organizado de modo progresivo para abordar los contenidos de la carrera Técnico en Acuicultura en el presente material se analizarán el **Módulo V “Produce crustáceos”** con sus respectivos submódulos:

- Submódulo 1. Produce y desarrolla larvas de crustáceos
- Submódulo 2. Cosecha, transporta y siembra postlarvas de crustáceos
- Submódulo 3. Engorda crustáceos

En este cuadernillo se abordará el **Submódulo 3. Engorda crustáceos**.

El primer apartado de cada lección denominado **“Contextualizando”** se muestra un primer acercamiento a los conceptos que se abordan, articulándolos con escenarios y situaciones de la vida cotidiana, con la intención de realizar asociaciones derivadas de los conocimientos previos de los estudiantes. En el apartado **“Vamos a aprender”** se integra información para analizar los conceptos y características de la temática. En la sección de **“Actividades de aprendizaje”** se proponen actividades para para asimilación de los principales conceptos y características del tema. En el apartado **“Autoevaluación”** se plantean una serie de indicadores de desempeño que buscan evaluar los aprendizajes e identificar los contenidos a reforzar. Finalmente, en la sección **“Para saber más”** se proporcionan recomendaciones para complementar los contenidos como videos y lecturas.

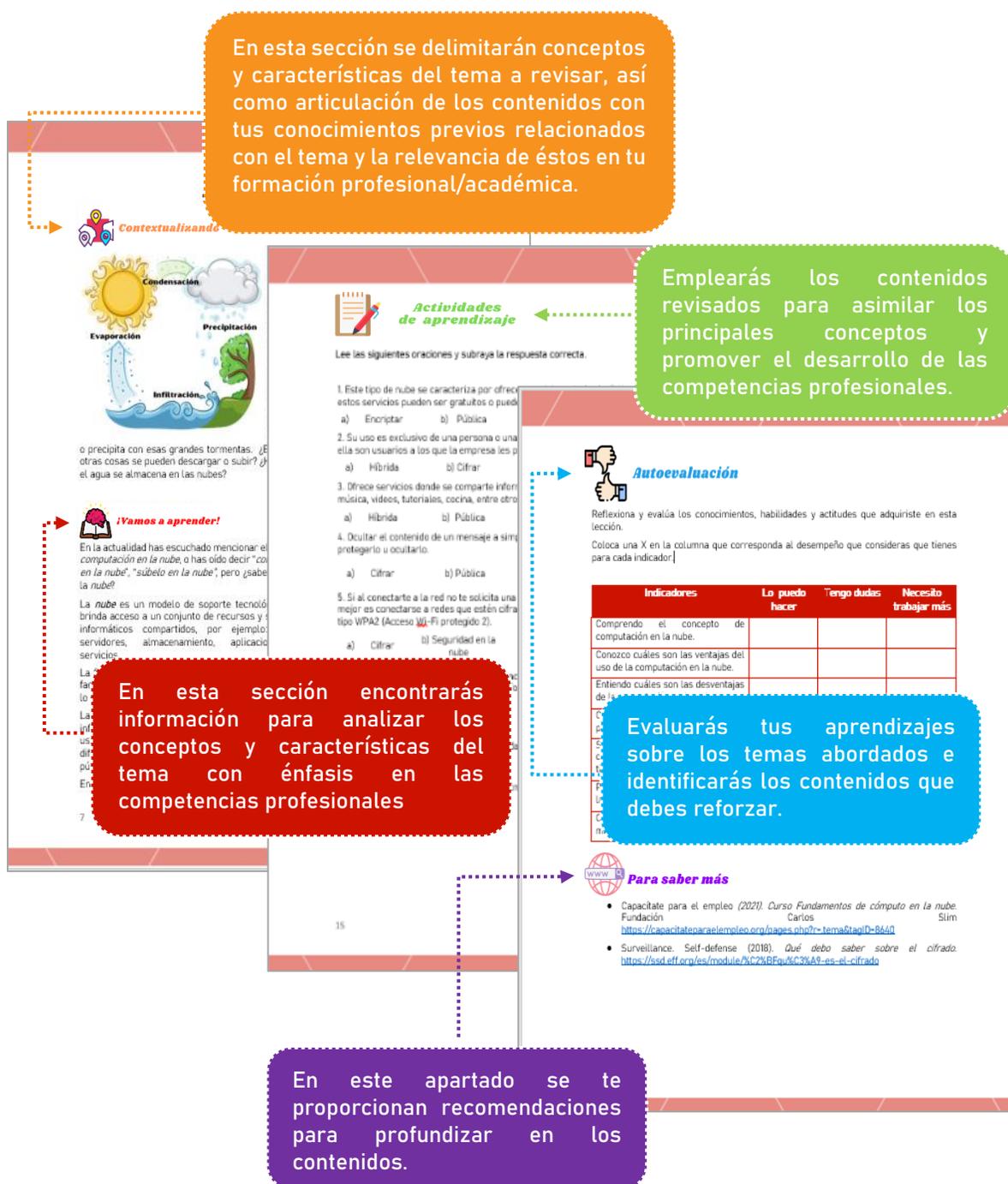
Deseamos que este material apoye la formación académica y sea una herramienta de utilidad en los procesos de aprendizaje para los estudiantes.

Índice

	Pág.
Submódulo 3. Engorda de crustáceos.	
Prepara el área de engorda----- (Juan Carlos Espinoza León)	7
Siembra de postlarvas----- (Ana Nallely Cerón Ortiz y Juan Carlos Espinoza León)	17
Monitorea las condiciones ambientales----- (Juani Guadalupe Tzeek Tuz y Juan Carlos Espinoza León)	29
Biometrías y biomasa----- (Juani Guadalupe Tzeek Tuz, Juan Carlos Espinoza León, Cecilia Hernández Díaz)	46
Características y consumo de alimento----- (Juan Carlos Espinoza León)	58
Suministro de alimento balanceado con base en la Biomasa----- (Juan Carlos Espinoza León y Juani Guadalupe Tzeek Tuz)	75
Cosecha de crustáceos ----- (Jorge Rafael García Valdez, Juan Carlos Espinoza León, Ana Nallely Cerón Ortiz)	95
Buenas prácticas en la producción: inocuidad y sanidad acuícola----- Víctor Manuel Ceballos Suarez, Jorge Rafael García Valdez, Gabriel Heredia Ochoa, Manuel Mariano Téllez Arce)	105
Comercialización ----- (Ana María Jiménez Martínez y Ana Nallely Cerón Ortiz)	118

Estructura didáctica

Este material está dividido en submódulos y a lo largo de cada uno de ellos encontrarás diferentes secciones las cuales te facilitarán el abordaje de cada contenido.



Submódulo



Engorda de crustáceos

Competencias profesionales

Prepara el área de engorda

Siembra poslarvas

Realiza biometría y monitorea las condiciones ambientales

Alimenta a los organismos durante el cultivo de acuerdo con la biomasa

Cosecha crustáceos

Prepara el área de engorda



Contextualizando

Al inicio de un nuevo ciclo de producción, la planificación o implementación de un protocolo ajustado a las condiciones de la granja y el manejo adecuado de la misma, permiten alcanzar al final del proceso productivo, los resultados económicos esperados. Un aspecto importante en el manejo de la granja es que desde la primera fase se establezca y mantengan las condiciones ambientales óptimas en el estanque, para que las postlarvas o juveniles se desarrollen normalmente. Esto implica la implementación de secados sanitarios, la preparación del fondo del estanque, una adecuada eliminación de depredadores y competidores, dar las condiciones al estanque para que se reduzcan las posibilidades de estrés de los organismos sembrados, lo que implica además, la apropiada fertilización para promover la productividad natural del estanque para que las postlarvas o juveniles complementen su alimentación artificial con fitoplancton y zooplancton que se desarrolla en los estanques.

En esta lección, aprenderemos preparar los estanques de engorda al inicio del ciclo de producción, desde el secado, la eliminación de desechos o basura producto del ciclo que ha terminado, las condiciones que debe tener el suelo para realizar el arado del terreno, estimaremos las necesidades de cal para corregir el pH del suelo ligeramente ácido que normalmente queda después de que finaliza la cosecha, el llenado y los cuidados que se le deben de dar a los filtros para evitar que entren al sistema depredadores de los crustáceos, los tipos y cantidad de fertilizantes necesarios para fomentar la productividad primaria y llegar a las condiciones deseadas para la siembra de las postlarvas.



¡Vamos a aprender!

La limpieza de los estanques debe convertirse en una práctica de rutina antes de iniciar el ciclo de producción y durante el mismo. La presencia de materiales extraños dentro de los estanques (alambres, troncos, piedras, palos, etc.) puede afectar el buen desarrollo de las actividades de producción, así como la integridad física y bienestar de los trabajadores y de los animales.

Al final de la cosecha, para esperar un nuevo ciclo productivo, se debe realizar la limpieza y desinfección de compuertas de entrada y salida, tuberías, tablas y bastidores. La basura y todo el resto de material plástico, madera, metal o vidrio utilizado durante el ciclo de cultivo, debe recogerse y ser manejado en sitios previamente establecidos o clasificados para su reciclaje, según sea el caso. Se debe evitar la incineración debido a la liberación de residuos contaminantes para el ambiente.

El vaciado sanitario aplicado en toda la granja o en una parte de esta, permite tener el tiempo necesario para un buen secado y preparación de los estanques. Esto contribuye al desarrollo de camarones sanos ya que favorece un equilibrio químico, físico y biológico en el estanque. El drenado, secado, manejo de sedimentos, limpieza, evaluación del estado del fondo y encalado, son actividades que contribuyen a disminuir los riesgos de enfermedades en los estanques.

La desinfección del estanque comprende limpieza y tratamiento de estructuras y del fondo luego de cada cosecha, para lo cual se combina la acción de la radiación solar durante el secado, con la aplicación de cal u otros agentes químicos (ej. cloro). El cloro y demás agentes químicos se deben usar de manera responsable ya que arrojados al medio ambiente podrían ocasionar mortalidad de la flora y fauna silvestre.

Drenado total

El estanque debe ser drenado totalmente una vez finalizada la cosecha. Las áreas que no puedan ser drenadas totalmente deben ser desinfectadas con hipoclorito de sodio (calcio) u óxido de calcio (cal viva). Una vez finalizado el drenaje, las compuertas de entrada y salida de agua de los estanques deben ser selladas para evitar la entrada de agua durante las mareas altas, permitiendo de esta manera que el sol y el viento realicen el proceso de secado total.

Los canales de drenaje que cuentan con estructuras de control deben sellarse herméticamente para evitar la entrada de las mareas y hacer efectivo el secado y preparación del estanque luego de la cosecha. Los fondos de los estanques deben dejarse secar por diez a quince días o hasta que se formen grietas de aproximadamente 10cm de profundidad.



(Fotografía: Rojas, et. al., 2005)

Secado

Es necesario dejar reposar o restaurar el medio ambiente en granjas camarонерías, mediante la interrupción de la producción; durante la estación seca (verano) se puede conseguir un secado total y en la estación lluviosa un secado parcial dadas las condiciones propias del clima. Esta estrategia conocida como vacío sanitario, tiene como uno de sus objetivos el poder romper los ciclos de reinfección, eliminando así las fuentes de una enfermedad en los estanques y reservorios (mata los patógenos y hospederos que pudieran existir en el suelo). El vacío sanitario que se realiza durante la estación seca permite también realizar mejoras y reparaciones importantes en la infraestructura de las granjas, así como acondicionar los fondos de los estanques para crear un ambiente saludable para los camarones del siguiente ciclo.

Dentro del vacío sanitario cuya implementación se sugiere como una medida de BPM, las unidades de producción y estructuras de abastecimiento de agua deben ser sometidas a un período prudente de secado por la acción del sol y viento en la estación seca, hasta que el fondo desarrolle cuarteaduras. Esto permite oxidar sustancias reducidas (sulfuros inorgánicos presentes en el suelo del estanque), acelerar la descomposición de la materia orgánica y desinfectar el fondo.

Evaluación de la condición del fondo de los estanques

Se deben establecer programas rutinarios de toma de muestras de suelo para el análisis de laboratorio y con base en los resultados, aplicar la cantidad requerida del insumo que

se necesite (cal o fertilizante) para cada estanque. Un análisis de suelo debe incluir información básica sobre composición de materia orgánica (%), pH, nitrógeno, fósforo, sulfatos, hierro, carbonato de calcio, magnesio y potasio.

Los principales parámetros que determinan el estado o condición del fondo de los estanques son el porcentaje de materia orgánica y el pH del fondo. Si el suelo del estanque presenta condiciones ácidas (pH <7), se deberá aplicar preferiblemente cal agrícola para corregir la acidez (subir el pH). Para medir el pH, mezcle 10 o 20 gr de muestra seca pulverizada con 10 o 20 ml de agua destilada, agítela intermitentemente por 20 minutos y mida luego el pH con un electrodo de vidrio.

Requerimiento de cal agrícola para el tratamiento del fondo de los estanques (Boyd, 2001)

pH (Suelo)	Carbonato de calcio CaCO ₃ (Kg/ha)
Arriba de 7.0	0
7.0-6.5	500
6.5-6.0	1000
6.0-5.5	2000
Debajo de 5.5	3000

La cal agrícola debería ser regada dentro de los 3 o 4 días después de que los estanques han sido drenados, pero antes de que el fondo esté demasiado seco. La cal debe regarse en suelo húmedo de manera uniforme para que se disuelva y penetre en el suelo, de otra manera no habrá reacción y no se neutralizará la acidez.

En estanques donde las enfermedades han sido un problema serio, el fondo puede ser tratado con un agente capaz de matar los organismos causantes de las enfermedades para disminuir la posibilidad de que la enfermedad reaparezca en el ciclo siguiente. La manera más efectiva y económica de desinfectar un estanque es aplicar cal viva (óxido de calcio, CaO) o cal hidratada (hidróxido de calcio, Ca(OH)₂) para elevar el pH del suelo arriba de 10 y matar los patógenos. Una dosis de 1000 kg/ha de cal viva o 1500 kg/ha de cal hidratada es usualmente suficiente para desinfectar el fondo de los estanques, elevar el pH y matar los patógenos y sus hospederos.

El cloro ha sido usado como desinfectante del fondo, pero debido a que la materia orgánica en el suelo de los estanques reduce rápidamente el cloro residual a cloruro no tóxico, la desinfección puede requerir de unos 500 ppm de hipoclorito de calcio es decir cerca de 1000 kg/ha de hipoclorito de calcio (Ca(OCl)₂), por consiguiente, la cloración es mucho más cara que el tratamiento con cal.

Manejo de sedimentos

El camarón pasa la mayor parte de su tiempo en el fondo del estanque, por lo que es esencial para su salud que los suelos sean mantenidos en buenas condiciones de manera permanente. Un problema mayor es la acumulación de sedimento suelto, ya sea de fuentes externas al lugar o del sitio mismo.

Usualmente no es necesario remover los sedimentos, pero si los canales interiores se llenan o particularmente si los estanques pierden volumen debido a la acumulación de sedimentos, su remoción puede ser necesaria. La eliminación y depósito de estos sedimentos requiere de métodos específicos para cada granja, de modo que se evite que los sedimentos sean lavados por la lluvia hacia los estanques y canales, o que impacten de modo adverso fuera de los estanques.

Una práctica común y adecuada de las granjas es extraer la capa de sedimento que se acumula en el fondo después de varios ciclos de cultivo y usarla para restaurar las secciones transversales de los bordos, mejorando así los taludes, la altura y la corona. En esta operación se debe hacer una buena compactación, para evitar que este material contamine el estanque por erosión o deslizamientos.

Aplicación de cal agrícola (encalado de los fondos)

El encalado se lleva a cabo para subir el pH en el caso de suelos ácidos y para mejorar la alcalinidad del agua. Muchos suelos son ácidos por naturaleza, ya que tienen bajas concentraciones de iones básicos o altas cantidades de materia orgánica. Suelos con sulfato ácido potencial, llegan a ser altamente ácidos cuando se secan, porque la pirita férrica contenida en ellos es oxidada a ácido sulfúrico. En el cultivo de camarón, el encalado es altamente efectivo para neutralizar los ácidos del suelo y se constituye en una actividad de manejo útil y económicamente viable.



La aplicación de cal incrementa el pH y la capacidad amortiguadora o buffer del agua y proporciona un hábitat adecuado para los camarones. Fotografías: Chávez Sánchez y Montoya Rodríguez, 2006.

Roturación del fondo de los estanques

Es recomendable el roturado (arado o volteado) del fondo de los estanques cada uno o dos años, según las condiciones propias de cada estanque o de la empresa. Con esto, se logra dar mejores condiciones al suelo para garantizar un ambiente apropiado para el engorde del camarón (aireación, mineralización, desinfección y oxidación).

Para lograr un resultado eficiente de la operación de roturación del suelo, este debe tener una adecuada humedad ya que, en suelos extremadamente húmedos o excesivamente secos, no se logra un rendimiento adecuado del equipo, ni del proceso de roturación como tal (El gradeo debería realizarse mientras el fondo continua húmedo, pero lo bastante secos como para soportar el tractor y evitar que sus huellas formen senderos).

Para una adecuada roturación del suelo, se deben utilizar equipos agrícolas adecuados como la rastra o la semi-roma, ya que son más eficientes para esta operación. Debería usarse una grada de discos a una profundidad de 10-15 centímetros. Se debe aprovechar la faena de roturación de un estanque, para incorporar cal u otros insumos destinados al mejoramiento de las características del suelo. Es recomendable que, si quedan terrones muy grandes luego de la roturación, se utilice un “rotovator”, equipo que rompe la tierra en trozos más pequeños y permite un mejor manejo del terreno.



El rastreo y arado desintegra los aglomerados terrígenos del fondo para exponer los sedimentos e incrementar la oxidación de la materia orgánica, empareja el fondo, elimina patógenos y eficientiza la aplicación de cal. (Fotografías: Chávez Sánchez y Montoya Rodríguez, 2006.

Llenado y fertilización del estanque

Una vez que el fondo ha sido secado y tratado, el estanque puede ser llenado. Usualmente es necesario aplicar nutrientes para promover el desarrollo de plancton y bentos, el alimento natural del camarón. Los dos nutrientes claves son Nitrógeno y Fósforo. La fuente común de fósforo es el ortofosfato, pero el nitrógeno puede ser suplido como urea, nitrógeno amonio, o nitrato. La urea se hidroliza rápidamente en amonio y el amonio no es deseable en los estanques por tres razones:

1. Puede ser tóxico para el camarón a relativamente bajas concentraciones;
2. Es convertido a nitrato por organismos nitrificantes productores de iones de hidrógeno y bajan el pH en el proceso; y
3. El proceso de nitrificación requiere de una gran cantidad de oxígeno disuelto.

Esto significa que los compuestos con base en nitratos tienen ventajas como fertilizantes nitrogenados porque no son tóxicos, no producen acidez, y no demandan oxígeno. Además, el nitrato es una fuente de oxígeno para las bacterias y cuando es desnitrificado, eleva el pH., sin embargo, los fertilizantes con base en nitratos son más caros.

Las mejores tasas de aplicación de fósforo y nitrógeno para un bloom de fitoplancton varían según la disponibilidad de estos nutrientes en el suelo y en el agua que ingresa. Una buena tasa de aplicación para propósitos generales es de 2 a 4 kg/ha de N y P2O5 (ortofosfato). Es mejor comprar fertilizantes mezclados que ya contienen nitrógeno y fósforo en las proporciones apropiadas y no comprar fertilizantes por separado para mezclarlos en la granja. La aplicación de fertilizantes debe realizarse a intervalos de 2-3 días hasta que se establezca un buen bloom de fitoplancton.

Los fertilizantes granulares deben premezclarse y diluirse con agua del estanque por unos minutos, y la mezcla regarse en el estanque. En dos semanas o menos, debería haber un buen bloom de algas y el bentos habrá empezado a crecer. Ése es el momento de sembrar postlarvas.

Algunos granjeros usan fertilizantes orgánicos de origen animal para mejorar el bloom de algas. El estiércol puede causar bajos niveles de oxígeno disuelto y deteriorar la condición del fondo, tiene concentraciones altas de metales pesados y puede tener antibióticos que pueden contaminar al camarón.

Agregar materia orgánica puede sin duda mejorar la disponibilidad del bentos en estanques con bajas concentraciones de materia orgánica en su suelo, y es efectivo para promover rápidos blooms de zooplancton. Si desea usar fertilizantes orgánicos, las harinas vegetales son mejores que el estiércol. Por ejemplo, un buen programa es aplicar 500 kg/ha de semolina de arroz momentos antes llenar, y después del llenado 5-10 kg/ha por día hasta el día de la siembra del camarón. También son adecuados la harina de soya, de granos molidos, y alimento barato para aves.

El proceso de llenado debe ser lento y con supervisión estricta, para garantizar un filtrado puntual (limpieza de mallas y bolsos); además se debe implementar una revisión diaria de los mismos para garantizar su condición. Los filtros no deben ser removidos de las estructuras de entrada y salida durante por lo menos los primeros 30 días de cultivo, con el fin de evitar la fuga accidental de las postlarvas.



"Calcetes" de filtración (300 micras) del agua que alimenta al reservorio. Fotografías: Chávez Sánchez y Montoya Rodríguez, 2006.

Se debe establecer un plan de manejo de filtros y bolsos, que contemple la reducción de entrada de organismos no deseables al sistema de producción, los cuales afectan los rendimientos por ser fuentes de depredación, competencia y contaminación con patógenos. Durante el llenado se debe hacer un análisis de las condiciones fisicoquímicas del agua del estanque, con base en lo cual se establece el programa de fertilización.

Fuentes

- Boyd, C. E., 2001. Prácticas de manejo para reducir el impacto ambiental del cultivo de camarón. En Haws, M.C. y Boyd, C.E. eds. Métodos para mejorar la

camaronicultura en Centro América. Managua, Nicaragua. Editorial Imprenta. p. 267-295p.

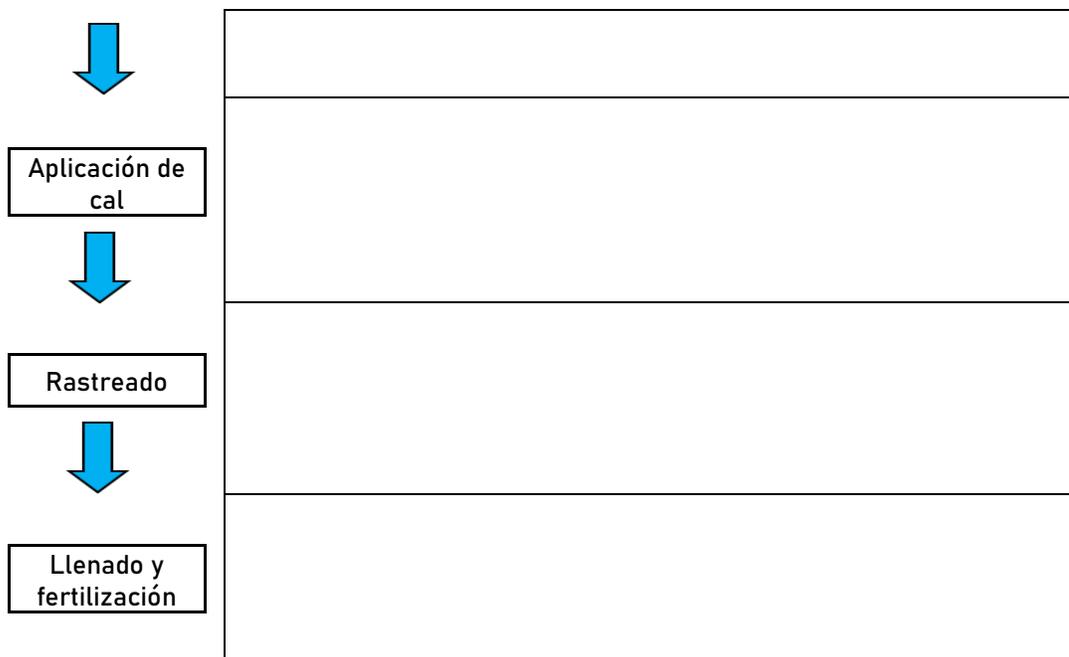
- COSAES, 2005. Protocolo sanitario 2005 para las juntas locales de sanidad acuícola. Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, 60pp.
- Chávez Sánchez, M. C. y Montoya Rodríguez, L. 2006. Buenas Prácticas y Medidas de Bioseguridad en Granjas Camaronícolas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. pp. 95.
- Cuéllar-Anjel, J., Lara, C., Morales, V., De Gracia, A. y García Suárez, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA- OSPESCA, C.A. pp. 132.
- Granvil, D. T., 2001. Aclimatación y siembra de postlarva. En Haws, M.C. y Boyd, C.E. eds. Métodos para mejorar la camaronicultura en Centro América. Managua, Nicaragua. Editorial Imprenta. p. 109-120p.
- Haws, M.C., Boyd, C.E, y Green, B.W. 2001. Buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón en Honduras. Ed. Coastal Resources Center University of Rhode Island. U.S.A.101 pp.
- Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).



Actividad de aprendizaje

Explica en el cuadro de la derecha las acciones a desarrollar en cada aspecto de la preparación de estanques para la siembra

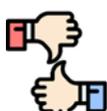
Drenado total	
↓	
Secado	
↓	
Evaluación del fondo	
↓	
Manejo de sedimentos	



Escribe la letra "F" o "V" según corresponda en los siguientes enunciados

Enunciado	Falso (F) o Verdadero(V)
Los fondos de los estanques deben dejarse secar por diez a quince días o hasta que se formen grietas de aproximadamente 10cm de profundidad.	
Las áreas que no puedan ser drenadas totalmente deben ser desinfectadas con hipoclorito de sodio (calcio) u óxido de calcio (cal viva) y alcohol.	
El vacío sanitario, tiene como uno de sus objetivos el poder romper los ciclos de reinfección, eliminando así las fuentes de una enfermedad en los estanques y reservorios.	
El estiércol como fertilizante orgánico puede causar bajos niveles de oxígeno disuelto y deteriorar la condición del fondo, tiene concentraciones altas de metales pesados y puede tener antibióticos que pueden contaminar al camarón.	
Los principales parámetros que determinan el estado o condición del fondo de los estanques son el porcentaje de materia orgánica, la temperatura y el pH del fondo	
La manera más efectiva y económica de desinfectar un estanque es aplicar cal viva (óxido de calcio, CaO) o cal hidratada (hidróxido de calcio, Ca(OH) ₂) para elevar el pH del suelo arriba de 10 y matar los patógenos.	

El rastreo y arado desintegra los terrones del fondo para exponer los sedimentos e incrementar la oxidación de la materia orgánica, empareja el fondo, elimina patógenos y efficientiza la aplicación de cal.	
El requerimiento de cal agrícola para el tratamiento del fondo de estanques con un pH menor a 5.5 es de 2,000 kg de cal por hectárea.	
Es necesario aplicar nutrientes para promover el desarrollo de plancton y bentos, el alimento natural del camarón. Los dos nutrientes claves son Nitrógeno y Fósforo.	
Los filtros no deben ser removidos de las estructuras de entrada y salida durante por lo menos los primeros 30 días de cultivo, con el fin de evitar la fuga accidental de los peces.	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia de la preparación de la estanquería en el inicio de un nuevo ciclo de producción.			
Identifico las principales actividades que se realizan en una granja de engorda de crustáceos, antes de la siembra de las postlarvas.			
Puedo explicar el método para evaluar el pH del suelo en un estanque y determinar la cantidad de cal agrícola que se necesita para acondicionarlo para un nuevo ciclo de producción.			
Puedo describir los procedimientos y bases del encalado de los fondos empleada para corregir la acidez del suelo y como desinfectante y su incorporación mediante el rastreo de los estanques,			
Entiendo el papel de los fertilizantes que se emplean en el llenado de los estanques para promover el desarrollo del fitoplancton y zooplancton como fuentes de alimentos naturales para la siembra exitosa de postlarvas.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Encalado y fertilización del estanque
<https://www.youtube.com/watch?v=sfAQwxAAXEw>
- Desinfecte los estanques después de cada cosecha
<https://www.youtube.com/watch?v=lvXIP8yVDQM>
- Cría de Camarón Preparación de estanques
<https://www.youtube.com/watch?v=wFo-qD09Cg0&t=169s>
<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-preparacion-del-estanque-de-camarones-es-crucial-para-la-produccion-y-prevencion-de-enfermedades/>
<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/como-la-descomposicion-de-la-materia-organica-impacta-los-estanques-acuicolas/>
- Tratamiento de los estanques por encalado
http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s05.htm

Siembra de postlarvas



Contextualizando

Posterior a la preparación del área de engorda se realizan algunas actividades que permiten integrar a los nuevos organismos en estas instalaciones, en las que, se lleva a cabo el crecimiento de los organismos que es llamado coloquialmente “engorda”. Imagínate, si estuviéramos cultivando alguna semilla como el maíz, después de que el agricultor prepara la tierra, sigue el proceso de colocar esas semillitas en los surcos. Si te preguntaran como se llama ese proceso ¿Sabrías?, ¿Conoces cuál es su función?, ¿Podrías enlistar los pasos a considera en el proceso? Bien, esto mismo sucede en la acuicultura, ya que seleccionaste a los reproductores, indujiste la reproducción y obtuviste a las crías, el siguiente paso es incluirlas en los estanques de crecimiento o engorda que previamente preparaste. ¡Listo!, vamos entonces a profundizar un tema que, si bien ya leíste en los submódulos uno y dos, estos fueron enfocados a las áreas de laboratorio. Ahora nos toca hablar de la siembra, pero a nivel del proceso de engorda, un área de mayor densidad y dimensiones.



¡Vamos a aprender!

En la acuicultura, la siembra es la acción y efecto de esparcir organismos en el área de cultivo preparada para tal fin. Sin embargo, este proceso considera algunos pasos previos a su realización y depende ampliamente de la etapa y lugar donde se realiza. En el submódulo I aprendiste que la siembra puede darse incluso en las instalaciones pequeñas a nivel laboratorio, ya que implica la colocación de las crías en un nuevo espacio, en donde se da el mantenimiento de estas hasta que alcanzan la talla pertinente para colocarlas en los estanques de engorda a cielo abierto. En el siguiente esquema se mencionan las actividades relacionadas con el proceso de siembra. Las cuales se profundizarán en los apartados posteriores.



Acciones relacionadas con el proceso de siembra de la cría en estanques de engorda.

Evaluación de la calidad de la cría

La selección es una pieza clave en el aseguramiento de crías saludables para el inicio del ciclo de cultivo. Recuerda que las crías se adquieren del medio natural o de laboratorios certificados de producción de crías. Obviamente, cuando las crías se compran en estos laboratorios, se asegura su calidad a través de los certificados emitidos por las autoridades correspondientes. Pero al capturarlas del medio natural, será indispensable aplicar algunas de los métodos de evaluación de la calidad de la cría que aprendiste en el submódulo I. Además, si se compran crías de dudosa calidad, no solo afectas el éxito del cultivo (tasas de crecimiento elevadas), también incrementas la posibilidad de tener altos porcentajes de mortalidad o introducir animales enfermos o portadores de agentes infecciosos. Por ejemplo, el camarón ha presentado problemas derivados de la transmisión y dispersión de enfermedades contagiosas. Así, las recomendaciones para evaluar el estado de la cría y mejorar la compra en los laboratorios son:

1. Organismos libres de organismos infecciosos.
2. Un buen estado de salud en apéndices y cuerpo en general.
3. Identificar que el desarrollo y estado nutricional sea acorde con su edad.
4. Haber sido producidas en un laboratorio certificado dedicado a la generación de crías bajo estrictas normas de inocuidad acuícola.

Sin embargo, los laboratorios de producción de cría de crustáceos se enfocan principalmente en camarón. Por lo cual, si las crías se importan de otro país, es importante solicitar permiso a las autoridades mexicanas competentes (SAGARPA) e incluir un protocolo de cuarentena de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales.

También, las granjas deben asegurar la vigilancia sanitaria de las certificaciones expedidas por parte de la Autoridad Competente y cuando sean importadas deberán de incluir por lo menos los principales agentes patógenos tales como: Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV), Virus de la Necrosis Infecciosa Hipodérmica y Hematopoyética (IHHNV), Virus del Síndrome de la Cabeza Amarilla (YHV), Virus del Síndrome de Taura (TSV), Nodavirus del *Penaeus vannamei* (PvNV), *Baculovirus penaei* (BP) y Virus de la Mionecrosis Infecciosa (IMNV) y, bacterias como la alfa Proteobacteria causante de la Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP) y el *Vibrio penaeicida*. Lo anterior es muy claro en especies como el camarón, especie donde se han implementado granjas específicas de producción de larvas. Pero, hay otras especies de crustáceos cuya producción de larvas o postlarvas no es tan avanzada y en muchos casos las crías se obtienen del medio natural o bien se generan en laboratorios no certificados. Por lo cual, es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Buscar la historia clínica de los organismos de la zona a través de instancias gubernamentales o bien de granjas que previamente han utilizado crías de ese lugar.
2. Identificar las características de la calidad del agua en la zona para ser consideradas en el transporte, aclimatación y siembra.
3. Antes de la captura de la cría se pueden realizar análisis de su calidad mediante la evaluación en el laboratorio de diagnóstico.

4. Los diagnósticos de nivel I (simple observación) se dan a nivel del grado de actividad de la larva, fototropismo, hilo fecal, presencia/ausencia de bioluminiscencia, uniformidad de tallas y contenido intestinal.
5. El diagnóstico de nivel II (observación al microscopio) incluye la determinación del grado, presencia o ausencia de cantidad de gotas de grasa presentes en el hepatopáncreas, contenido intestinal, deformidades, necrosis, presencia de epibiontes, enfermedad de las bolitas, BP (*Baculovirus penne*) y grado de desarrollo branquial
6. Una evaluación de nivel III considera el diagnóstico molecular (análisis de PCR) que es más preciso y costoso.

La evaluación macroscópica o de simple observación en las crías se realiza en una muestra al azar de 20 individuos, y bajo el microscopio. Además, se observa la actividad motora para determinar que al menos un 95% de las crías nadar en contra de la corriente generada por aeración artificial. La presencia de deformidades solo se permite en un porcentaje menor al 5 % de las crías, cuyo rostrum este deforme o doblado, tenga daños de apéndices causados por bacterias, problemas de muda y pérdida de apéndices etc. El tamaño de las crías debe ser homogéneo para evitar canibalismo e impulsar una mayor resistencia a enfermedades. Al aplicar pruebas de tolerancia a cambios relativamente bruscos de salinidad y temperatura deben arrojar resultados de supervivencia en al menos el 90 % de la muestra evaluada.



Crías de langosta azul *Cherax quadricarinatus* (Cetac 02).

Una vez en el área de cuarentena se recomienda verificar que el consumo de alimento sea



Crías de acocil de río *Cambarellus montezumae* (Cetac 02).

continuo y agresivo, pues una conducta contraria se asocia a estrés. Incluso una revisión de su tracto intestinal da una perspectiva del movimiento intestinal (peristalsis) caracterizado por movimientos rítmicos del cordón intestinal relacionados con un buen funcionamiento del sistema digestivo. Aunado a lo anterior, si el color del hepatopáncreas es oscuro permite asegurar un estado alimentario adecuado. En cuanto a su exoesqueleto se aconseja esté libre de epibiontes (organismos adheridos al caparazón,

apéndices o branquias). Los cuales están asociados a pobres condiciones de calidad de agua y un bajo índice de muda debido a las condiciones contaminantes del medio. Además de reflejar también una opacidad muscular relacionado con el estrés causado por inadecuadas condiciones ambientales. En algunos crustáceos la coloración y melanización de las crías es un reflejo de una nutrición deficiente, manejo inapropiado (estrés), infecciones bacterianas y estrés. Las células pigmentarias (cromatóforos) se expanden generando bandas continuas de pigmento.

En el submódulo I se comentó las pruebas de estrés osmótico y térmico; ambas ayudan a medir la calidad de las postlarvas a través de la medición de su resistencia a ciertas concentraciones de sales y temperaturas. Recuerda también que dependerán de las condiciones ambientales de su medio natural para evitar exponerlas a rangos por encima de sus límites biológicos. Por ello, si el organismo es de agua salada o salobre, las pruebas serían a salinidades bajas y de ser de agua dulce, entonces serían a concentraciones de sales elevadas. Lo mismo ocurre con la temperatura, especies de lugares cálidos, la prueba sería a temperaturas bajas y viceversa (puedes volver a consultar el manual del submódulo 1 para afianzar este conocimiento). Los resultados del porcentaje de supervivencia es un indicativo de la calidad de la cría, valores por encima del 90% es una calidad excelente, entre 85-89% es aceptable, de 80 a 84% regular y menor al 80% no es aceptable. Y no olvides, siempre es recomendable aplicar más de una valoración para incrementar la certeza de la calidad. En la siguiente tabla conocerás los criterios que BANCOMETX considera para la evaluación de postlarvas de camarón.

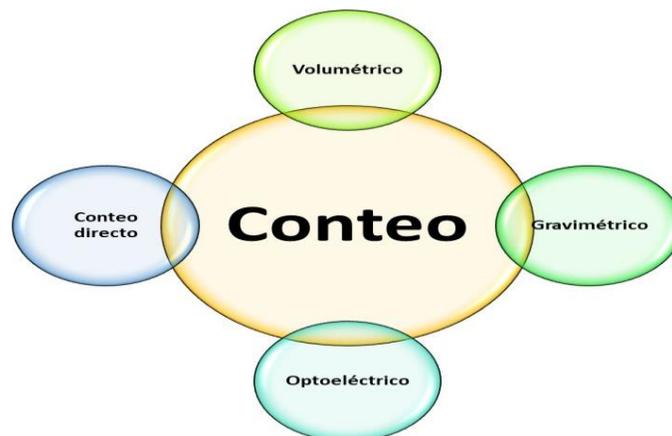


Criterio	Inaceptable o condicionada	Aceptable	Recomendable
Tolerancia a los cambios de salinidad	Menor a 85%	85 - 90%	90 - 100%
Edad	Menor a 12 días	12 días	12 a 20 días
Peso	Menor a 3 mg	3-3.5 mg	Mayor a 3.5 mg
Dispersión de tamaños	Menor a 8 mm Mayor a 15% C V	8 mm 15% C V	Mayor a 8 mm Menor de 15% C V
Desarrollo branquial	Menor a 4 lamelas	4 a 5 lamelas completas	mayor a 5 lamelas completas
Ciego del intestino	Ausencia	Presencia	Presencia
Actividad	Inactivas, nado lento e irregular	Activas en agua sin movimiento	Nado rápido a contracorriente
Intestino	Vacío	Lleno	Muy lleno
Transparencia muscular	Opaco, blanquecino, hialino	Traslúcido, cristalino	Traslúcido, cristalino

Limpieza de apéndices	Sucia	Limpia	Limpia
Protozoarios	Epibiontes Gregarinas	Sin	Sin
Excoriaciones	Con	Sin	Ninguna
Virus	Sin	Sin	Sin
Necrosis	Con	Sin	Ninguna

Conteo de crías

El conocer el número de organismos que serán sembrados en los estanques de engorda influyen en la clasificación del tipo de cultivo (intensivo, semi-intensivo, hiper-intensivo) debido a la densidad final. También, el saber el número de crías que se tiene en una unidad de área permite determinar las tasas de alimentación y raciones necesarias en el proceso de engorda. Ayuda a establecer los periodos de monitores de las condiciones ambientales y tener un seguimiento más puntual de los parámetros fisicoquímicos para estar preparados ante cualquier contingencia. En el submódulo I se estudiaron algunas técnicas aplicadas en laboratorio para determinar el número de crías en los tanques de mantenimiento. Las cuales pueden ser aplicadas cuando se están empacando las crías para su transporte hacia el área de siembra e incluso en el mismo momento de la siembra. No olvides que independientemente de la técnica debes de tener cuidado de tomar mínimo tres muestras y homogeneizar el medio para que la distribución de las postlarvas sea homogénea, pues algunas especies tienden a irse al fondo o nadar paralelas a las paredes.



Tipos de conteo utilizados para determinar el número de crías.

Aclimatación y transporte de crías

El manejo de las crías desde su empaque hasta el momento de la siembra son periodos críticos previos al proceso de engorda. La manipulación de los organismos durante su empaque debe realizarse con sumo cuidado, ya que la exposición a situaciones de estrés puede



incrementar los porcentajes de mortalidad e impactar la calidad de la larva. Asimismo, será necesario realizar un proceso de acclimatación a ciertas condiciones que permita disminuir sus tasas metabólicas durante el empaque y



el transporte. Recuerda que la acclimatación es un proceso que ya viste en el submódulo I; el cual consiste inducir a un organismo para que se adapte fisiológicamente a ciertos cambios en las condiciones fisicoquímicas de su ambiente. La concentración de solutos (salinidad) y la temperatura son las variables que mayor peso tienen en este proceso; durante el cual, se recomienda que los cambios sean graduales y previos al empaque de las crías. El proceso se realiza en instalaciones que mantienen condiciones de inocuidad tanto de agua y aire. Para camarón se recomienda una densidad de crías durante la acclimatación aproximadamente de entre 400 y 500 organismos por litro. Una densidad que se modificará de acuerdo con el tamaño de la cría y al periodo de duración del proceso de acclimatación que en general es de 24 horas. Los cambios recomendados en la concentración de solutos son de 1 ppt/30 minutos hasta salinidades de 15 ppt y de 1 ppt/40-45 minutos para alcanzar los 0 ppt. Los cambios en la temperatura son a una tasa de cambio de 1°C por hora, y mantener constante mientras se modifica la salinidad. También es importante verificar los niveles de oxigenación y amonio durante las primeras horas de acclimatación, ya que los niveles de oxígeno son bajos y los de amonio suelen ser altos. Los valores recomendados de oxígeno están por arriba del nivel de saturación (12 mg\L) y de amonio menores al 0.1 mg\L). La velocidad de acclimatación dependerá de las observaciones registradas en los tanques de acclimatación; disminuyendo si se aprecia la inducción a la muda o a estrés. La alimentación durante la acclimatación provee de energía y nutrimentos que ayudan a las crías a dar respuestas a los cambios en su medio, siendo los nauplios vivos o congelados de Artemia, la yema de huevo (cocida) u alimento balanceado los más recomendados.

Las granjas de engorda reciben a las crías y es necesario aplicar un periodo de cuarentena y acclimatación para adecuarlas a las condiciones fisicoquímicas del área de engorda. Por lo cual, se recomienda tener las mismas precauciones mencionadas en el párrafo anterior con el propósito de disminuir el estrés y la mortalidad antes de la siembra. Durante el periodo de cuarentena y acclimatación se recomienda dar un seguimiento contante para identificar las condiciones de salud de las crías; verificar el movimiento, consumo de alimento y cambios en su estructura. En muchos casos, la acclimatación y transporte de las crías depende del laboratorio donde se adquieren, y el personal tiene que asegurar una tasa de supervivencia mayor a 90%, incluso algunos laboratorios mandan más crías para solventar las que mueran en el proceso. En cuanto al transporte, puede llevarse a cabo desde los laboratorios de producción de crías hasta la distancia entre las tinas de acclimatación y los estanques de engorda. El tamaño o edad de las crías también es importante durante el transporte de las éstas para evitar altas densidades en los

empaques y disminuir el riesgo de altas mortalidades. Por lo cual, de acuerdo con el momento y la distancia del traslado serán las recomendaciones de empaque y medio de transporte. A mayor distancia, se recomienda el transporte por avión con el propósito de disminuir los tiempos de traslado; y conforme la distancia disminuye, se utilizan camionetas adecuadas para asegurar un viaje sin movimientos bruscos y a bajas temperaturas.



Aunque en todos ellos se recomienda colocar a la cría en bolsas con inyección de oxígeno y temperaturas por debajo de los 22-25 °C, con densidades que no excedan las 15 crías por litro si el traslado será de varias horas. Las esquinas de las bolsas deben ser redondeadas para evitar que la cría se atore en ellas. Si el transporte es por avión, las bolsas no deben inflarse mucho para evitar el rompimiento por el cambio de presión. También se recomienda meterse en una segunda bolsa o introducirse en cajas de poliestireno o hielo seco si la temperatura es elevada o se van a enviar por avión. En viajes terrestres, las bolsas deben colocarse en tanques aislados térmicamente y bien aireados similares a los que se usan para transportar peces, no debes olvidar colocar separadores para evitar el movimiento



excesivo del agua y aireación. Si el tiempo de transporte es menor a una hora se pueden usar tanques tipo hielera de entre 40 y 80 litros de agua para llevar unas 30,000 postlarvas por un tiempo aproximado de una hora.

Siembra de crías

La granja debe coordinar oportunamente con el Laboratorio de Producción de Postlarvas (LPP), la fecha, hora, cantidad, edad y condiciones para el transporte de las postlarvas. Cuando se ha hecho un tratamiento del agua del estanque (ej.: fertilización, aplicación de melaza, probióticos, etc.) o se ha cerrado el ingreso de agua por haber alcanzado el nivel de operación, se deben esperar 3 días antes de hacer la siembra de las postlarvas para permitir que se estabilicen las condiciones de este. De igual manera, se debe confirmar con anticipación mediante monitoreos periódicos de parámetros fisicoquímicos y biológicos, que las condiciones del agua de los estanques son aceptables para recibir las postlarvas. Recuerda, cuando las crías tengan la talla óptima de siembra de acuerdo con la elección del acuicultor y posterior al proceso de aclimatación a las condiciones ambientales del área de engorda, entonces ha llegado el momento de vaciarlas a los estanques de cielo abierto. Lo cual se conoce como la "siembra de crías". Previo a este día, no olvides que la preparación del área de cultivo debe haberse realizado por lo menos cinco días antes y el agua del estanque haberse madurado (bloom de algas y fauna béntica) mínimo cuatro días. Verificar que los parámetros fisicoquímicos sean similares al de los tanques de aclimatación para evitar estrés y mortalidad en las crías; si hay diferencias

entre los 2 °C y una unidad de pH, se puede vaciar agua del estanque a los recipientes que contienen las crías para complementar su adaptación.



Previo a la siembra se aplica una técnica de conteo para asegurar que la densidad de siembra sea la que corresponda al tipo de cultivo y con base a ello se establezcan la alimentación. Ahora sí, las crías de liberan al vaciar las bolsas o el transportador sobre una malla de plástico tipo mosquitero, ligeramente sumergida dentro del estanque, de esta forma los organismos muertos o maltratados quedarán sobre la maya y el resto nadará fuera de ella, así se podría estimar el número de organismos que se sembraron. La liberación o siembra se recomienda realizarse en las horas más frescas del día y liberarse a intervalos de 50 metros para ayudar a su distribución en el área. Algunos acuicultores recomiendan poner algunos organismos en cajas flotantes de malla para verificar la respuesta al cambio de espacio, teniendo una estimación más confiable de la tasa de mortalidad y la respuesta a la alimentación.



Para camarón se recomienda liberar a las postlarvas a intervalos de 50 metros desde los tanques de transporte al estanque con la ayuda de una manguera parcialmente sumergida. También se debe tener el cuidado de liberar las postlarvas del lado del estanque que está a favor del viento pues así el viento y las olas ayudan a dispersarlas después de la siembra. Para monitorear la sobrevivencia después de la siembra se pueden usar jaulas forradas con tela de filtro. Se usan dos por estanque y se las coloca cerca del borde a una profundidad mínima de 50 cm. Se siembran 100 postlarvas en cada jaula y 48 horas después se las retira y se calcula el porcentaje de sobrevivencia. Promedios de sobrevivencia de 85% son considerados aceptables. Si se obtienen promedios menores se debe realizar siembras adicionales hasta completar la densidad de siembra planeada.

Densidad de siembra

Determinar las densidades de siembra es una de las decisiones más críticas para maximizar la eficiencia en la producción. El objetivo es cosechar la más alta densidad del crustáceo en un tamaño específico, pero sin incrementar los costos unitarios. La tasa de siembra depende de un sin número de factores, tales como la tasa de mortalidad esperada, la habilidad para manejar la calidad del agua, los costos de la postlarva y otros costos operativos. Las tasas máximas de siembra para un cultivo semi-intensivo, serán aquellas que puedan mantenerse sin aireación y sin mortalidad excesiva. Las densidades excesivas de siembra y las altas tasas de alimentación conllevan a una pobre calidad de agua que provocará estrés al organismo y lo hará más susceptible a las enfermedades. Asimismo, hay que considerar la calidad de agua, el diseño del estanque, las tasas de recambio de agua, la posibilidad de aireación mecánica, experiencia del personal y de la capacidad técnica en general. Las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) proveen guías que pueden

ayudar a determinar rangos razonables para un cultivo semi-intensivo, que resulten en cosechas rentables.

La densidad de siembra también debe determinarse con base en la supervivencia y la capacidad de carga; esto es, depende del sitio, las tasas típicas de mortalidad para cada área y las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), productividad, calidad de suelo y agua. Producir cosechas más frecuentes de crustáceos más pequeños o cosechas menos frecuentes de camarón grande, son opciones de manejo que necesitan ser consideradas en relación con los ingresos totales y con los potenciales impactos ambientales. Para estanques semi-intensivos de camarón, sin aireación mecánica, las densidades de carga en la cosecha deberán estar generalmente en el rango de 10 a 15 camarones/m². Exceder este rango requerirá generalmente de más alimento que resultará en un abundante crecimiento de fitoplancton y en una baja del oxígeno a menos que se use aireación mecánica.

Fuentes

- Anaya-Rosas, R. E. (2005). Cultivo de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, Boone (1931), en sistema cerrado a alta densidad. Tesis de maestría. Disponible en: <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1144/1/167251.pdf>
- Boyd, E. C. (s. f.). Prácticas de manejo para reducir el impacto ambiental del cultivo de camarón. Ver de la página 11 a la 22. Disponible en: <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/10%20Practicas%20de%20manejo.pdf>
- FAO. (s. f.). Cultivo de camarón. Disponible en: <http://www.fao.org/3/AB466S/AB466S03.htm>
- Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05). Disponible en: https://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf



Actividades de aprendizaje

La infografía es una interpretación visual de la información textual. Por lo cual, elabora una donde integres las actividades (aclimatación, transporte, conteo de crías y evaluación de la calidad de crías) que componen la siembra de crías en los estanques de engorda.

Responde las siguientes preguntas de acuerdo con el conocimiento adquirido en la lección.

1. Indica la importancia de medir la calidad de la cría previo a la siembra de ésta en los procesos de engorda.

2. Menciona por lo menos tres aspectos que debes considerar cuando determinas la densidad de siembra en un cultivo de crustáceos.

3. ¿Cuándo es necesario realizar el conteo de la cría en la etapa de siembra?

4. Describe de manera breve cada una de las actividades que acompañan el proceso de siembra.



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Conozco el concepto de siembra.			
Describo la relación entre las diferentes actividades que acompañan el proceso de siembra.			
Distingo la diferencia entre transporte terrestre y aéreo de crías.			
Explico las consideraciones en cada tipo de traslado.			
Describo como realizar la siembra de la cría en los estanques de engorda.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

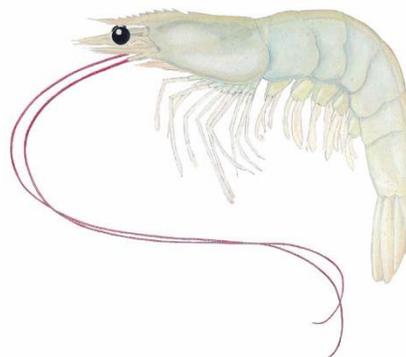
- Cría y proceso de camarón en Sinaloa
<https://www.youtube.com/watch?v=S6SyvtcgcQs>
- Salinidad ambiental y crecimiento en teleósteos. Consultado el 11 de febrero del 2021.
http://www.ipacuicultura.com/noticias/opinion/10986/salinidad_ambiental_y_crecimiento_en_teleosteos.html
- Observa la fotografía sobre siembra.
https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Siembra_de_camaron_marino_en_El_Salvador
- Observa la fotografía sobre siembra. Consultado el 5 de julio del 2021. Disponible en <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/construyendo-un-mejor-pre-criadero-de-camarones-parte-1/>

Monitorea las condiciones ambientales



Contextualizando

Los camarones son organismos delicados que se estresan con facilidad ante condiciones ambientales adversas. En estas condiciones de estrés no comen bien, tienden a enfermarse y su crecimiento se alenta, por lo que, al mantener las condiciones ambientales adecuadas en los estanques se puede incrementar la supervivencia, la conversión alimenticia y la producción del cultivo.



Cuando hablamos del medio ambiente en un estanque nos referimos esencialmente al suelo y agua, por lo que los factores que más afectan a los organismos son las variables referentes a la de calidad de estos. De ahí la importancia de realizar de manera adecuada la preparación del área de engorda, que vimos en la primera lección, incluyendo desde la elección del sitio, con sus respectivos análisis de calidad de suelo y agua. El monitoreo constante de los parámetros ambientales durante todo el proceso de la engorda, permite identificar cuáles estanques y tomar decisiones sobre posibles métodos preventivos, de filtración, recirculación o de algún correctivo, dependiendo del tipo de sistema de cultivo, con el fin de mantener la calidad de agua, ya que esto resulta fundamental para la sanidad y el éxito del cultivo, su calidad e inocuidad.

Los efluentes de las granjas pueden llegar y afectar a las aguas costeras con el incremento de nutrientes, materia orgánica y sólidos suspendidos, sin embargo, estos pueden reducirse si las granjas son adecuadamente manejadas y se mantienen buenas condiciones en la calidad de suelo y agua.

El propósito de esta lección es proporcionar información sobre la calidad de suelo y agua en los estanques y las buenas prácticas de manejo que se debe seguir para su mantenimiento, protección y para minimizar el impacto ambiental en los ecosistemas vecinos a las granjas.



¡Vamos a aprender!

La calidad del medio donde se desarrollan los organismos debe ser acorde a los requerimientos fisicoquímicos de cada crustáceo, por tanto, se presentan a continuación los parámetros óptimos de algunas especies que se encuentran distribuidas en el país y que son cultivadas comercialmente, a modo de fomento o con potencial acuícola.

Nombre común	Especie	Parámetros	Intervalo
Camarón	<i>Panaeus vannamei</i>	Temperatura	20 - 30°C (varía con el estado de vida)
		Oxígeno disuelto	4 ppm - saturación
		pH	7.8 - 8.3
		Salinidad	20 - 35 ppm
		Nitritos	< 0.1 mg/L
		Amoniaco	< 0.12 mg/L
		Turbidez	25-50 cm
(Chávez & Higuera, 2003)			
Acocil	<i>Procambarus acanthophorus</i>	Temperatura	22 - 28°C
		Oxígeno disuelto	3.8 - 6 mg/L
		pH	8.0 - 9.0
			(INAPESCA, 2018)
Acocil	<i>Cambarellus montezumae</i>	Temperatura	11.5 - 25.3°C
		Oxígeno disuelto	3.3 - 7 mg/L
		pH	7.6 - 7.8
		Nitritos	< 0.5 mg/L
		Nitrógeno amoniacal	< 3.8 mg/L
(Arredondo Figueroa et. al, 2015)			
Jaiba	<i>Callinectes spp</i>	Temperatura	25 - 30°C
		Oxígeno disuelto	< 4 ppm
		pH	7 - 8
		Salinidad	20 - 30‰
		Turbidez	50 cm
Fuente: Ortega, 1994			

A continuación, explicaremos con detalle la importancia de la calidad del agua y los parámetros mencionados.

I.- Calidad de agua

Los principales parámetros de calidad de agua que se deben considerar para mantener las condiciones adecuadas en el estanque para un buen crecimiento y sobrevivencia del camarón son: salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, sustancias y partículas disueltas, alcalinidad, turbidez, la materia orgánica y nutrientes, particularmente el nitrógeno y el fósforo, así como sus compuestos metabólicos. Digamos que es técnicamente imposible pretender manejar la producción en una granja, sin contar con equipos apropiados para el monitoreo de los parámetros. Éstos incluyen por lo menos un disco Secchi, medidor de oxígeno disuelto (oxímetro), medidor de pH, termómetros, microscopio, medidor de salinidad (refractómetro) y kits de sustancias químicas. Debe existir una rutina de calibración de los aparatos utilizados, con el propósito de garantizar certeza y confiabilidad en los datos obtenidos. El monitoreo de la calidad del agua debe involucrar: 1) medición de los parámetros físico-químicos, 2) elaborar y mantener

cuidadosamente registros con los valores obtenidos, 3) análisis e interpretación frecuente de los datos obtenidos y 4) aplicación de las conclusiones con el fin de mejorar las prácticas de cultivo.

A. Temperatura

Se ha reportado que las especies de camarón crecen mejor a temperaturas entre 25°C y 32°C. Dado que la temperatura controla en gran medida el crecimiento de los camarones, este se puede considerar también como un factor económicamente importante. En general, se ha determinado que el camarón crece en temperaturas cercanas a las que predominan en su hábitat natural (Ponce-Palafox, 1997). Por ejemplo, se encontró que el peso y la talla de *Penaeus monodon* se incrementan más rápidamente a temperaturas entre 25°C y 32°C y se ha observado un mayor crecimiento y sobrevivencia en juveniles de *L. vannamei* a temperaturas de 30-35°C; esta especie parece tener una mayor sensibilidad a bajas temperaturas que otras especies de camarones peneidos, con un rango crítico mínimo de 7.5°C a 11°C, mientras que temperaturas tan altas como 34°C parecen no representar algún problema de riesgo.

La temperatura tiene alto impacto en los procesos químicos y biológicos, tanto de los camarones cultivados, como de los otros organismos que comparten el cultivo, como bacterias, fitoplancton y zooplancton.

Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general, por cada 10 °C que aumenta la temperatura (a consideración de los rangos óptimos y de tolerancia de cada especie). Esto significa que el camarón crece dos veces más rápido y consume el doble de oxígeno a 30 °C que a 20 °C, por lo que el requerimiento de oxígeno disuelto es mayor en temperaturas más cálidas que en las frías. El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas, como la descomposición de la materia orgánica, en su agua y suelo, se incrementan también conforme aumenta la temperatura. Es por eso, que los factores ambientales, y en particular las variables de calidad del agua son más críticos conforme aumenta la temperatura.

También hay que tener en cuenta que el calor penetra por la superficie del agua y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo. Como la densidad del agua (peso por unidad de volumen) disminuye conforme aumenta su temperatura sobre los 4 °C, la capa superficial puede ser tan caliente y ligera que no se mezcla con la más fría del fondo, originando una separación de las capas del agua que se denomina estratificación termal. Esta estratificación tiene a menudo un patrón diario: durante el día la temperatura del agua aumenta y se forma una capa cálida, durante la noche la temperatura de la capa superficial disminuye a la misma que la del agua del fondo, por lo que las capas se mezclan.

La temperatura de agua se mide directamente en el agua del estanque usando un termómetro común o a través de sondas multiparámetros que incorporan medidores de oxígeno, pH y similares. El termómetro se ubica en el estanque de tal forma que el extremo quede unas pocas pulgadas sumergido en el agua o, se puede tomar una muestra de agua en un recipiente y medir la temperatura en este. Esperar por un momento a que el termómetro se estabilice antes de registrar la medición. Además del valor obtenido, también se debe anotar la hora de la medición. Hay que asegurarse de usar siempre el mismo termómetro para obtener mediciones consistentes.



Diferentes termómetros usados en cultivos acuáticos.

B. Oxígeno disuelto (OD)

Una baja concentración de oxígeno disuelto (OD) ha sido considerada como la principal causa de estrés, lo cual provoca un bajo apetito, crecimiento lento, susceptibilidad a enfermedades y mortalidad en los cultivos acuícolas. En los estanques de cultivo, la concentración de oxígeno disuelto puede variar dependiendo de la profundidad del estanque y su estratificación, la temperatura en general o en los diferentes estratos, el crecimiento algal y el horario del día y la noche, así como, de la turbidez y la cantidad de sedimentos del fondo.

El ciclo que sigue la concentración de oxígeno disuelto es diario. La concentración más baja corresponde a la madrugada, durante el día aumenta por efecto de la fotosíntesis por lo que, la máxima concentración de oxígeno disuelto es por la tarde.

Durante el día, las plantas producen oxígeno mediante la fotosíntesis, a menudo tan rápidamente que la concentración de OD en el agua sobrepasa la de saturación (sobresaturación). Durante la noche, la fotosíntesis se detiene y la respiración de los camarones, peces, plantas y otros organismos provoca que la concentración de OD disminuya. El ciclo diario del oxígeno disuelto es más pronunciado en estanques con brotes fuertes de fitoplancton.



Medidor de oxígeno de la marca YSI de uso común en granjas camaroneras

Se recomienda medir los niveles de oxígeno en el agua de los estanques por la mañana hacia la salida del sol (6 a.m.) y por la tarde entre las 2 y las 4 p.m. Es importante hacer lecturas de OD en horas de la noche, cuando las concentraciones de la tarde estén por debajo de 6 mg/L; de esta manera, se pueden implementar correctivos necesarios para evitar episodios de hipoxia, tales como recambio de agua de profundidad y aplicación de insumos oxigenantes (Nitrato de amonio o de calcio y permanganato de potasio). Para mantener consistencia en el monitoreo del oxígeno, se recomienda medir el mismo, en cada estanque, siempre en el mismo orden, a la misma hora y a la misma profundidad (a 1 pie del fondo) todos los días. Cada vez que se determine el OD en un cuerpo de agua, debe tenerse calibrado el equipo de medición, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El medidor de oxígeno debe calibrarse antes y después de haber realizado una serie de mediciones.

Concentración de OD	Efecto
Menor de 1 - 2 mg/L	Mortal si la exposición dura más que unas horas
2 - 4 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga
4 - 12 mg/L	Mejor condición para crecimiento adecuado
> 12 mg/L	Sobresaturación: riesgo de la "enfermedad de la burbuja de gas"; puede ser indicativo de alta concentración de microalgas

Uso de aireadores

La importancia del mezclado de agua por medio de aireadores mecánicos para la transferencia de oxígeno entre la atmósfera y el agua es sumamente importante. El mezclado hace a la superficie irregular rompiendo la tensión superficial del agua y por lo tanto incrementa el área de transferencia, además produce el movimiento de la masa de agua y distribuye el oxígeno desde la superficie hacia otras partes dentro del cuerpo de agua. Por otra parte, el mezclado del agua del estanque por los aireadores reduce la estratificación vertical de la temperatura y las sustancias químicas, evitando la anoxia del fondo, producida por la descomposición de la materia orgánica sedimentada. Tradicionalmente, la aireación se ha utilizado como una alternativa para mejorar la calidad del agua en los estanques, incrementar la producción y reducir las tasas de recambio de agua.



Vistas de aireadores de paletas flotantes, pequeños, eléctricos, de estilo asiático (Fotografías tomadas de *School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences Auburn University* <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/uso-de-energia-en-la-aireacion-de-estanques-acuicolas-parte-2/>)

Se ha encontrado que, con valores mínimos de oxígeno disuelto durante la mañana, de 3.89 mg/L, se logra un incremento del 20% en sobrevivencia, del 50% en producción y se reduce el factor de conversión alimenticia de 2.64 a 1.96, en comparación con valores de 2.32 mg/L de oxígeno disuelto. La tasa de aireación presenta un efecto significativo sobre el desempeño productivo del cultivo, por ejemplo, se ha encontrado mejor sobrevivencia y rendimiento al utilizar 12 o 24 h de aireación en comparación con 0 o 6 h.

C. pH, acidez y alcalinidad

El pH, la acidez y la alcalinidad son términos que en muchos casos pueden llegar a crear confusión. Mientras que el pH es un indicador de la concentración del ion hidrógeno en el agua (H^+), la acidez y la alcalinidad son factores de capacidad. El pH indica cuán ácida o básica es el agua. El agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica, sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica.

Por otro lado, la acidez representa la capacidad de neutralizar bases fuertes y la alcalinidad de neutralizar ácidos fuertes.

Una sustancia común que causa acidez en el agua es el CO_2 . Esta sustancia no existe en el agua a niveles de pH superiores a 8.3. La alcalinidad usualmente es el resultado del bicarbonato (HCO_3^-) y el carbonato (CO_3^{2-}) provenientes de la disolución de la roca caliza, el silicato de calcio y el feldespato. Estas sustancias no existen en el agua a niveles de pH menores a 4.5. En los estanques de cultivo, este parámetro estará influenciado en mayor medida por el proceso fotosintético de las microalgas.

Si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye (<7) y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno también disminuye y el pH aumenta (>7). Durante el día el fitoplancton utiliza el dióxido de carbono en la fotosíntesis, haciendo que este disminuya y el pH del agua aumente (pH alcalino). Por la noche, no hay fotosíntesis y todos los organismos del

estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración, ocasionando que se acumule el dióxido de carbono y el pH baje (pH ácido).

Debido a lo anterior, en los estanques de cultivo, el pH suele ser menor en la mañana y su fluctuación suele ser mayor cuando el fitoplancton es abundante. De igual manera suele ser menor en estanques con alta alcalinidad debido a la capacidad de amortiguación. Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9.

La medición del pH es de suma importancia ya que, dependiendo de su valor, afectará el metabolismo del camarón y ocasionando diferentes efectos.

Influencia del pH en el camarón (Boyd, 2001).

pH	Efecto
4	Punto de acidez letal
4-5	No reproducción
5-6	Crecimiento lento
6-9	Mejor crecimiento
9-11	Crecimiento lento
11	Punto de alcalinidad letal

Cuando el pH del agua es muy bajo, se puede aplicar cal en el estanque para mejorarlo, pero si este es muy alto no hay procedimientos confiables para reducirlo.

Mediciones de pH en estanques

Dado que las mediciones de pH cambian con rapidez, este parámetro debe medirse directamente en el campo.

Procedimiento de medición

1. Calibre el medidor de pH de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Use dos soluciones estándar, una solución estándar neutro (pH 7) y una solución ácida o básica en dependencia de si va a medir pH en agua dulce o en aguas salobres (La alcalinidad generalmente desciende en estanques con suelos ácidos y con baja salinidad.).
2. Tome una muestra de agua en un recipiente plástico o de vidrio limpio. La muestra de agua debe ser suficiente para que la sonda quede sumergida al momento de hacer la medición. Enjuague la sonda con un poco de agua de la muestra a medir y luego coloque la sonda en el recipiente que contiene la muestra moviéndola suavemente.
3. Espere a que el medidor de pH se estabilice y luego registre la medición. No agite la muestra de agua vigorosamente ya que esto puede afectar la exactitud de la medición.

Para evitar daños a la sonda del medidor de pH, una vez concluidas las mediciones, enjuague la sonda con agua destilada. Dentro de la tapa protectora de la sonda se recomienda poner un trozo de algodón o esponja impregnado con solución calibradora de pH 4. Esta solución impedirá el crecimiento de bacterias en la superficie de la sonda y la mantendrá húmeda mientras no esté en uso.

D. Salinidad

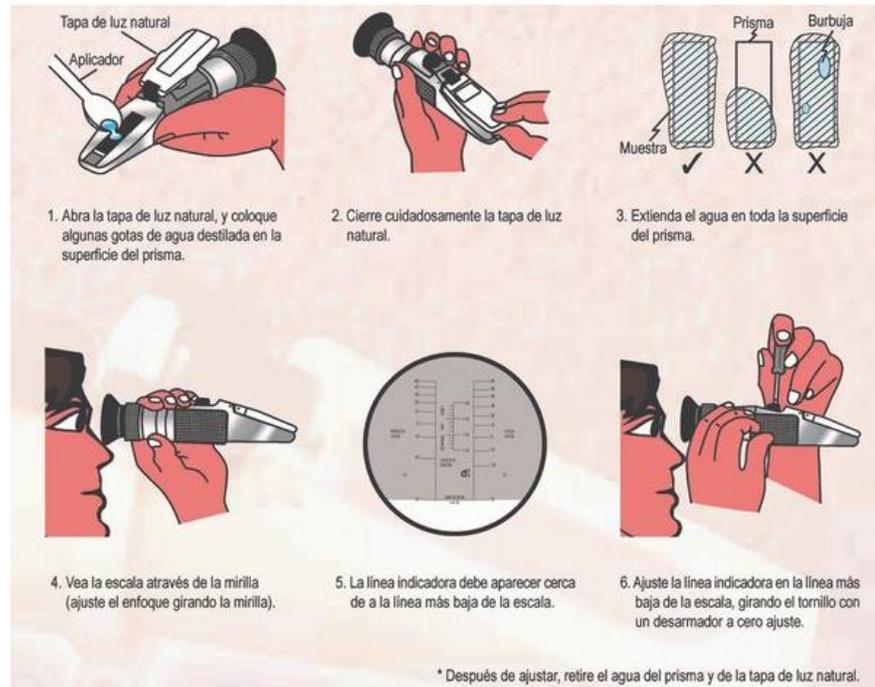
La salinidad es la concentración total de los iones disueltos en el agua. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm), conteniendo iones de sodio, Magnesio, Calcio, Potasio, Cloruro, Sulfato, Bicarbonato, entre otros. En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo con la salinidad de la fuente de agua.

La presión osmótica de una solución incrementa conforme aumenta la salinidad. Dado que las diferentes especies acuáticas difieren en cuanto a sus requerimientos de presión osmótica, cada especie presenta diferencias en el rango óptimo y de tolerancia a la salinidad. Esto quiere decir que, cada especie requiere SU salinidad óptima para que establezcan los procesos metabólicos de manera adecuada, ya que, si la salinidad en los fluidos corporales de los camarones es más alta que el ambiente, el agua del ambiente entrará en el cuerpo de los camarones, por presión osmótica, para lograr equilibrar la salinidad de los dos medios acuosos, ocasionando que las células del cuerpo de los camarones, se hinche. Por el contrario, si la salinidad ambiental es mayor que la salinidad de los fluidos corporales de los camarones, el agua del cuerpo de los camarones saldrá hacia el medio, haciendo que los camarones se deshidraten.

La mayoría de los camarones peneidos son especies eurihalinas y *Litopenaeus vannamei* ha sido cultivado exitosamente en salinidades desde 3 ppt a >50 ppt, sin embargo, se ha reportado que bajas salinidades pueden afectar la fisiología del camarón y la calidad del agua, al aumentar la excreción de amonio, la tasa de respiración y producción de CO₂, lo que explicaría un menor crecimiento debido a la energía utilizada para la osmorregulación.

Por otro lado, se ha demostrado que *L. vannamei* es más tolerante al amonio en altas salinidades que a bajas salinidades, y se han reportado mayores tasas de sobrevivencia y crecimiento y un menor FCA en salinidades de 36 ppt en comparación con 18 y 9 ppt. Sin embargo, salinidades tan altas como 50 ppt pueden reducir significativamente el crecimiento, debido a que, bajo condiciones hipersalinas, el camarón se ve forzado a gastar más energía en la osmorregulación. Numerosos estudios mencionan que la salinidad óptima a la que *L. vannamei* presenta un mayor crecimiento es entre 17-20 ppt y que salinidades mayores e inferiores afectaran adversamente el crecimiento.

Para el monitoreo de la salinidad, hay que poner especial atención a las diferentes épocas del año, considerando que un exceso de lluvias o evaporación por calor afectan directamente la concentración de sales en los estanques. Durante el verano, se debe reponer el agua perdida por evaporación, para evitar que suba demasiado la salinidad. En casos extremos en los que se presente alta salinidad, será necesario hacer recambio del agua de fondo, disminuyendo los niveles del estanque y recuperándolos nuevamente con agua nueva del reservorio.



Calibración de refractómetro. Imagen recuperada de <https://labexco.com/instructivo-de-uso-refractometros-brixco/>

La medición de la salinidad se puede realizar con un refractómetro o con una sonda multiparámetro. Ambos aparatos deben calibrarse con anterioridad y limpiarse con agua destilada posterior a la medición de la salinidad.

E. Turbidez. Partículas suspendidas y sedimentables

En los estanques de cultivo la turbidez del agua se incrementa tanto por los organismos fitoplanctónicos (el cual es un rasgo deseable), como por la suspensión de partículas de arcilla (lo cual es indeseable). Las partículas mayores se depositarán en el fondo y las más pequeñas permanecerán suspendidas por largo tiempo. Los sedimentos a menudo contienen una gran cantidad de materia orgánica, la cual puede consumir una gran cantidad de oxígeno al ser degradada por bacterias y este proceso disminuye la disponibilidad de oxígeno para los organismos cultivados.

Los efectos perjudiciales de los sólidos suspendidos en los organismos y los sistemas acuícolas incluyen: incremento del estrés, daño y obstrucción de branquias, reduce las tasas de crecimiento, mortalidad, incrementa la susceptibilidad a enfermedades, obstruye los filtros biológicos, incrementa la demanda bioquímica de oxígeno y la mineralización para producir amonio. Además, se ha observado que, sin una estrategia de control de sólidos, la comunidad microbiana en los sistemas cerrados de cultivo de camarón, tiende a cambiar de, uno con abundancia de algas, a uno dominado por comunidades bacterianas

y se ha demostrado que el incremento en la turbidez puede conducir a altas tasas de infestación de zooplancton perjudicial.

Disco Secchi

El disco Secchi está pintado con cuadrantes alternos de negro y blanco y tiene 20 centímetros de diámetro. Bajo el disco hay un peso y desde su centro emerge una cuerda con medidas calibradas. La medición de la visibilidad del disco Secchi se refiere a la profundidad, en centímetros, a la cual el disco de Secchi deja de ser visible cuando se sumerge en el agua del estanque, teniendo especial cuidado en estandarizar el procedimiento utilizado en la lectura del disco. En muchas aguas existe una relación directa entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton, siendo que a medida que aumenta el plancton, la visibilidad disminuye, sin embargo, a veces la turbidez es causada por partículas suspendidas de arcilla, sedimentos o detritus orgánicos y no por la cantidad de fitoplancton. Antes de la toma de decisiones con base en la turbidez hay que tener claro el origen de esta.

La relación general entre la visibilidad del disco Secchi y las condiciones de plancton se proporciona en la siguiente tabla.

Profundidad (cm)	Concentración de fitoplancton
< 25 cm (Estanque demasiado turbio)	Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto por la noche o antes de la salida del sol. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas, la productividad será baja
25-30 cm	Turbidez es alta y conviene bajar la concentración de fitoplancton
30-45 cm	Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones
45-60 cm	El fitoplancton está escaso
> 60 cm	El agua está demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas en el fondo de los estanques

El oleaje excesivo, fuertes vientos, o luz solar pueden afectar las mediciones de disco Secchi. Se aconseja tomar mediciones en días calmos y soleados a medio nublados. Usualmente la hora más adecuada para realizar esta medición es entre las 9 y las 11 de la mañana.

Se debe sumergir el disco Secchi del lado donde da la sombra, de tal forma que la persona que va a realizar la medición quede parcialmente de espaldas al sol, que la sombra no tape el disco y que el brillo del sol no afecte la visión del observador. Tratar de agregar peso adicional bajo el disco para que se sumerja más rápido al momento de la medición.

Procedimiento de medición

1. Lentamente deje que el disco se sumerja exactamente hasta la profundidad en que desaparece.
2. Coloque un colgador de ropa o algo similar a la cuerda que sostiene el disco exactamente al nivel de la superficie del agua para señalar esta primera profundidad.



3. Deje que el disco continúe descendiendo unas cuantas pulgadas más para luego elevar la cuerda lentamente deteniéndose de inmediato en el punto exacto en que el disco se vuelve visible nuevamente. Coloque otro colgador de ropa para señalar esta nueva profundidad.

4. El punto medio entre las dos marcas representa la lectura promedio de disco Secchi. Se aconseja graduar la cuerda que sostiene el disco para una lectura más rápida.

Las mediciones o lecturas de disco Secchi son subjetivas dado que varían según la agudeza visual del que ejecuta la medición y de las condiciones del tiempo. Por esta razón, la misma persona debe realizar estas mediciones diariamente.

Transparencia del disco de Secchi. (Fotografía tomada de:

<https://www.luisvinatea.com/post/par%C3%A1metros-de-calidad-de-agua>

F. Nutrientes

El nitrógeno y el fósforo son los nutrientes más importantes en los estanques, porque de su concentración depende el crecimiento óptimo de fitoplancton. Si hay poco fósforo y nitrógeno, habrá muy poco fitoplancton, el agua estará clara y habrá escasez de comida para el camarón; si hay mucho fósforo y nitrógeno existirá exceso de fitoplancton, y durante la noche caerá el oxígeno disuelto.

El amonio y nitratos son la principal fuente de nitrógeno para las plantas. El nitrógeno presente en la materia orgánica (nitrógeno orgánico) se convierte en amonio mientras las bacterias la descomponen. Este amonio puede convertirse en nitrato al ser nitrificado por las bacterias.

En los estanques de camarón la principal fuente de nitrógeno es el alimento y los fertilizantes. Generalmente de un 20 a 40% del nitrógeno en el alimento se transforma a nitrógeno en el tejido del camarón y el resto es defecado al agua en forma de amonio. Las bacterias descomponen el alimento no consumido liberando amonio, por lo que un incremento en el alimento producirá una mayor concentración de amonio en el agua, lo cual puede llegar a niveles tóxicos.

El nitrógeno consumido por las plantas tiende a ser reciclado cuando las plantas mueren. El nitrógeno puede liberarse de los estanques a través de la desnitrificación, un proceso en el que cierta bacteria convierte el nitrito en nitrógeno gaseoso, algo usual en sedimentos anaeróbicos. El amonio puede dispersarse al aire, favorecido por un pH alto y por el viento que sopla sobre la superficie del estanque. El nitrógeno también se pierde en los flujos de recambio de agua y durante la cosecha.

El agua que llega al estanque además de contener amonio, nitrato y nitrógeno orgánico, también tiene fósforo en forma de fosfato inorgánico disuelto y en la materia orgánica. De igual forma el suelo es otra fuente de nitrógeno orgánico y puede liberar fosfato, pero la concentración natural de fósforo es baja, por lo que las principales fuentes de fósforo también son los alimentos y fertilizantes.

Así como con el nitrógeno, las plantas absorben formas inorgánicas de fósforo del agua y las bacterias convierten el fósforo orgánico en fósforo inorgánico. Los camarones también liberan entre el 60 y 80% del fósforo que consumen. La gran diferencia entre la dinámica del nitrógeno y del fósforo, es que el fósforo que entra en el estanque se acumula en el suelo en forma de fosfatos de hierro, de aluminio o de calcio. El fósforo del suelo no es muy soluble y está poco disponible para los organismos del estanque por lo que el fósforo debe de ser aplicado continuamente al estanque para mantener los brotes de fitoplancton. No obstante, una sobre fertilización o un exceso de alimento puede generar una excesiva concentración de fósforo en el agua y un exceso de fitoplancton.

El fósforo no absorbido por el suelo se pierde con el recambio de agua o durante la cosecha.

Para la medición de los nutrientes se utilizan diversos kits de medición de nitritos, nitratos, amonio y fósforo, que ya cuentan con sus utensilios, reactivos e instructivos de uso para la valoración adecuada de la concentración de cada sustancia. Es importante realizar estas pruebas en un lugar adecuado y siguiendo las debidas instrucciones del proveedor del kit.



Kit de medición de nutrientes tipo Hach para agua marina.

Las aplicaciones excesivas de alimento y fertilizantes incrementan los costos de producción de la operación y pueden producir desequilibrios en las condiciones químicas y biológicas del agua de cultivo y de los efluentes drenados durante los recambios como medida correctiva.

II.- Suelos

El suelo desempeña un papel importante en los estanques debido a que libera tanto nutrientes, como materia orgánica y es el medio para el desarrollo de organismos bénticos y bacterias asociadas. Estos organismos pueden ser una fuente de alimento para los camarones, además de que reciclan los nutrientes y degradan la materia orgánica.

Aunque el fondo de los estanques proviene de suelos terrestres, su condición es distinta a la de la superficie terrestre. La materia orgánica añadida o producida en el estanque, el suelo introducido por las lluvias, los carbonatos, hidróxidos férricos y fosfatos provenientes de la columna de agua y las partículas del fondo resuspendidas por las corrientes de agua son continuamente depositadas en el fondo como una capa de sedimento. La concentración de oxígeno disuelto en dicha capa usualmente es baja y la descomposición de materia orgánica progresa a menor paso que en el suelo terrestre. Las muestras de suelo pueden ser analizadas en los laboratorios especializados para este fin.



Análisis de muestras de suelo (imagen recuperada de <https://emendigurensa.com.ar/laboratorio-de-suelos/>)

Textura

La textura del suelo se refiere al porcentaje de grava, arcilla, limo y arena que contiene. El análisis del porcentaje presente de estos materiales y el tamaño de las partículas del suelo, dan el nombre a la textura, por ejemplo: suelo limo-arenoso. Suelos con más del 25% de arcilla suelen ser muy viscosos, altamente reactivos, difíciles de esparcir y compactar durante la construcción, y los diques hechos de este material tienen la tendencia a desmoronarse. Por otra parte, el secar y aplicar otros tratamientos a los estanques con suelos con alto contenido de arcilla entre cosechas es muy difícil.

Acidez y PH

El rango óptimo de pH para el suelo es de 7 a 8. Dado que en el mar o en los estuarios el agua tiende a altas concentraciones de sodio y otros iones básicos, los estanques usualmente tienen suelos de base saturada y un pH superior a 7. En suelos de agua dulce, la cal en forma de carbonato de calcio neutraliza la acidez del lodo por medio del encalado. Suelos potencialmente ácidos por sulfatos son frecuentes en los manglares o áreas ocupadas previamente por manglar. Si no se incluyen suelos de manglar en los estanques usualmente se puede evitar esos problemas.

En condiciones aeróbicas, los suelos ácidos por sulfatos tienen un pH inferior a 4.0. El pH de suelos ácidos por sulfatos disminuye hasta en 3 unidades cuando se secan. La identificación de suelos ácidos por sulfatos puede hacerse a partir del olor a sulfuro de hidrógeno al remover el suelo, pero lo mejor es medir el pH antes y después del secado.

Materia orgánica

La materia orgánica se acumula en la interfase agua-suelo, donde la actividad microbiana es alta. Como el agua no se mueve con libertad dentro del sedimento, la actividad microbiana rápidamente reduce el oxígeno disuelto en el agua de este, dejando en condiciones aeróbicas solo los primeros milímetros del sedimento. En la medida que la degradación de materia orgánica en el fondo reduce la concentración de oxígeno y prosperan las condiciones anaeróbicas, aparecen sustancias reducidas como nitritos,

amonio, hierro ferroso, manganeso manganoso, sulfuro de hidrógeno, metano, y muchos compuestos orgánicos producto de las reacciones químicas y de la respiración de bacterias anaeróbicas.

Es de mucho interés saber la cantidad de materia orgánica en el sedimento, pero es difícil conocerla ya que la materia orgánica se descompone y se mezcla con las capas más profundas de fango por efecto de diferentes procesos físicos y biológicos, que hacen que su concentración disminuya de acuerdo con la profundidad. La capa floculante de sedimento recién depositado puede tener un 50% de contenido orgánico, pero la primera capa (la cual es de 1 ó 2 cm) pocas veces va a tener una concentración superior a 10%, excepto cuando el estanque es construido sobre suelos con un alto contenido de materia orgánica



Acumulación de materia orgánica en suelos acuícolas (Fotografía recuperada de

<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/como-la-descomposicion-de-la-materia-organica-impacta-los-estanques-acuicolas/>

(suelos orgánicos). Cuando la materia orgánica se descompone, los materiales más degradables se descomponen primero y los más resistentes se acumulan, por lo que la mayor parte del suelo se forma con material resistente a la degradación. La excesiva demanda de oxígeno en el fondo se relaciona más con la cantidad de nuevas depositaciones de materia orgánica, que con la cantidad de materia residual la cual es más resistente y se ha acumulado con el tiempo. Hasta el momento no se cuenta con métodos confiables que puedan distinguir adecuadamente los dos diferentes tipos de materia orgánica.

Fuentes

- Boyd, C. 2001. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. En: Haws, M.C., Boyd, C.E. (eds.). Métodos para Mejorar la Camaronicultura en Centroamérica. Editorial- Imprenta UCA, Managua, Nicaragua, pp. 1-27.
- Boyd, C. E., 2001. Prácticas de manejo para reducir el impacto ambiental del cultivo de camarón. En Haws, M.C. y Boyd, C.E. eds. Métodos para mejorar la camaronicultura en Centro América. Managua, Nicaragua. Editorial Imprenta. p. 267-295p.
- COSAES, 2005. Protocolo sanitario 2005 para las juntas locales de sanidad acuícola. Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, 60pp.
- Chávez Sánchez, M. C. y Montoya Rodríguez, L. 2006. Buenas Prácticas y Medidas de Bioseguridad en Granjas Camaronícolas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. pp. 95.

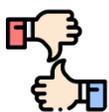
- Cuéllar-Anjel, J., Lara, C., Morales, V., De Gracia, A. y García Suárez, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA- OSPESCA, C.A. pp. 132.
- Haws, M.C., Boyd, C.E, y Green, B.W. 2001. Buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón en Honduras. Ed. Coastal Resources Center University of Rhode Island. U.S.A.101 pp.
- Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).



Actividad de aprendizaje

Completa el siguiente cuadro comparativo con la información proporcionada en la lectura monitorea las condiciones ambientales.

Parámetros calidad agua/suelo	Influencia en el cultivo	Aparato y forma de medición	Acción correctiva
Temperatura			
Oxígeno disuelto			
Salinidad			
pH			
Turbidez			
Nutrientes			
Suelo			



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia de monitorear constantemente las condiciones ambientales en el cultivo.			
Identifico la influencia de cada parámetro en el crecimiento y supervivencia de los organismos.			
Identifico los instrumentos de medición y la forma y momento de utilización.			
Describo las acciones correctivas a seguir ante posibles valores de riesgo obtenidos del monitoreo de los parámetros.			
Reconozco la importancia de actuar oportunamente para restablecer los valores óptimos del cultivo.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón.
<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón.
https://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf
- Manual de buenas prácticas de cultivo de camarón OIRSA
https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/11/Manual_de_Buenas_Practicas_en_Camarones_OIRSA-OSPESCA_-_2010.pdf

- Recopilación de documentos por el Comité estatal de sanidad acuícola de Sinaloa (CESASIN)

<https://cesasin.mx/documentos-de-consulta-crustaceos/>

- Producción de camarón de agua dulce. Parte 2

<https://www.youtube.com/watch?v=7PP18JDjFI&t=77s>

- Manejo sanitario del cultivo de camarón SENASICA

<https://www.youtube.com/watch?v=xZnElrzqP8U>

- Cultivo intensivo de camarón blanco con mínimo recambio de agua.

<https://www.youtube.com/watch?v=o1TCL0n2lUo>

Biometrías y biomasa



Contextualizando

La evolución del crecimiento de los organismos de los estanques es de suma importancia en una granja de engorda. El principal objetivo es lograr el aumento de talla y peso de la población en el menor tiempo posible, para lograr la viabilidad de los gastos de operación de la granja. Para poder cumplir con dicho propósito es necesario cubrir las necesidades metabólicas de las especies cultivadas proporcionando las condiciones ambientales óptimas, como vimos en la lección anterior, y una alimentación balanceada que provea de los nutrientes requeridos por los organismos.

En este sentido, es importante conocer los hábitos de las diferentes especies de crustáceos cultivados, para poder elegir las características y raciones más adecuadas del alimento, el momento y la forma idónea para proporcionar las raciones, así como, las condiciones ambientales óptimas que eviten el estrés de los organismos y les permitan alimentarse de manera adecuada. Una forma de evaluar el resultado del manejo de estos factores es monitoreando el crecimiento y la supervivencia de los organismos del estanque, pero utilizando solo a algunos animales capturados en los comederos y/o extrayendo muestras mediante atarraya.



Modelo de comedero de camarones

Los muestreos se realizan de manera periódica, según el estadio y la especie, y la evaluación del crecimiento y la biomasa total, se hace por medio de mediciones, conocidas como biometrías, que nos permiten obtener la talla (del organismo completo y del cefalotórax) y el peso de la muestra obtenida y extrapolarla a la población total.

El término biometría (bio = vida y métrico = medida), es la ciencia de medir los seres vivos. Una base científica para utilizar datos métricos para estudiar estadísticamente las características físicas. Los materiales utilizados son el vernier, el ictiómetro, la balanza y la bitácora.

Finalmente, todos estos procedimientos, son de fundamental importancia, ya que, con base en sus resultados, se realiza el ajuste de las cantidades de alimento suministradas a los organismos y de algunas condiciones ambientales.

En esta lección conocerás el método para obtener la muestra semanal del estanque y la forma de calcular la población y biomasa total del cultivo por medio de las biometrías realizadas a los organismos, así como la importancia de estas para el ajuste de las raciones de alimento según los requerimientos nutricionales de los organismos en cada etapa.



Biometrías de camarón utilizando vernier y balanza. Imagen recuperada de <https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Biometrías-de-camaron-realizadas-en->



¡Vamos a aprender!

Muestreo semanal en el estanque

El suministro de alimento para camarones debe ser racional, medido y bajo una buena distribución, para evitar el deterioro de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua y del fondo del estanque, y el estrés de los organismos, ya que un mal manejo conduciría a pérdidas económicas para la empresa y a un impacto ambiental importante. Con el fin de realizar el ajuste adecuado de la ración de alimento a suministrar es imprescindible hacer un estimado de la biomasa total lo más cercano posible a la realidad. La biomasa es la cantidad en peso (gr, Kg) de todos los organismos vivos que tienes en un área determinada.

Existen dos formas de medir la biomasa de los camarones en los estanques:

1. Deducida de la mortalidad o la supervivencia teórica.
2. Calculada según los resultados del muestreo semanal.

La estimación da mejores resultados cuando se trabaja con las dos metodologías en conjunto junto a una persona especializada.

El muestreo semanal es muy importante porque permite observar a los camarones y determinar si hay algún problema o enfermedad que deba ser tratado para obtener los mejores resultados del cultivo, asegurando que la cantidad del alimento esté siempre de acuerdo con las condiciones observadas en cada estanque.

Para asegurar el éxito de todo el proceso, empecemos por una adecuada planeación del muestreo semanal, el cual debe considerar algunos pasos antes de sembrar los estanques. El método para obtener una muestra representativa de la población consiste en dividir el estanque en doce sectores iguales, imaginarios, y elegir cuatro de ellos (o más, según el tamaño del estanque) al azar. Estos cuatro puntos de muestreo son marcados con estacas y debe limpiarse el suelo en torno a ellas, en un radio de tres metros, de cualquier material que pueda afectar la exactitud del muestreo.

El muestreo puede empezar a los 10-15 días de la siembra para conocer la condición fisiológica del camarón, pero para asegurar la exactitud de los cálculos de biomasa, es mejor iniciar el muestreo, 30 días después de la siembra o cuando los camarones pesan cerca de dos gramos. La obtención de la muestra, por hectárea, se realiza generalmente cada semana en un horario de entre 7 y 10 de la mañana, porque los camarones aún están activos y se facilita su captura, obteniendo una muestra más representativa de la población total. Para ello se utiliza una red tipo atarraya, lanzada en cada uno de los cuatro puntos marcados con anterioridad en el estanque.

Para mayor consistencia en los resultados, todas las redes de muestreo deben ser del mismo modelo y tamaño. En general se requiere de una red de dos metros de radio (un área de 12 m²), un peso entre 6-8 libras (2.72-3.6kg) y una luz de malla de 1/4 de pulgada (0.6cm) para la captura del camarón pequeño. El atarrayador o atarrayero, deber ser personal entrenado para los muestreos, debe ser siempre el mismo y se requiere que lo haga tan uniformemente como sea posible, con el propósito de evitar errores en los cálculos. Otros factores que pueden influir en la uniformidad de la muestra y que deben considerarse son:



Red tipo atarraya de distintos

- ✓ El nivel del agua debe estar siempre entre los 60-80 centímetros.
- ✓ Se debe evitar cualquier disturbio en el agua (no usar motores fuera de borda).
- ✓ Estar en silencio mientras se muestrea.
- ✓ Cada lanzamiento de la red debe ser a un área (estaca) nueva.
- ✓ Si un lanzamiento resultó malo y el número de camarones capturados va a ser inseguro, el siguiente lanzamiento debe hacerse en un área adyacente.

Observaciones directas de 400 o más camarones en un estanque en particular es ideal para la estimación del crecimiento. Menor o igual cantidad puede no ser una muestra significativa, pero es suficiente para establecer una tendencia general de la población.

Algunos granjeros creen que la fase lunar influye en la muda del camarón y ésta, en los resultados de la muestra, porque el camarón tiende a enterrarse durante este período. Haya o no relación, lo importante es que se anote el número de camarones en muda para considerarlo en las tendencias de la biomasa.

Al finalizar el ciclo de engorde se verificará la confiabilidad de los muestreos permitiéndose un margen de error de ± 150 kg con relación a la biomasa final.

Los datos a registrar y guardar de cada muestreo son:

1. Área de la red atarraya.
2. % de la reducción del área de la red cuando se hace el lanzamiento.
3. Área corregida de la red (con basen en 1 y 2)
4. Identificación del estanque.
5. Área del estanque en hectáreas.
6. Densidad de siembra (postlarvas/ha).
7. Camarones capturados por lanzamiento.
8. Camarones capturados por m²
9. Factor de corrección
10. % sobrevivencia
11. Peso promedio
12. Población estimada

13. Biomasa estimada

Cálculos y obtención de datos para el registro.

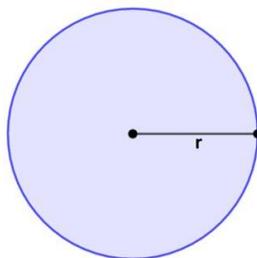
- 1) Se determina el área de la atarraya, midiendo el radio con la red completamente extendida y usando la fórmula:

$$A = \pi r^2$$

Donde:

$\pi = 3.14$

r=radio



- 2) En algunos casos se utiliza una corrección previa a los cálculos del área de la atarraya que supone un % de la reducción del área de la red cuando se hace el lanzamiento. Esta puede ser de 0.25, 0.45 o 0.5 dependiendo de la eficiencia que se haya obtenido para los lanzamientos en cada estanque en particular. Se debe tener en cuenta que no hay un método 100 % confiable por sí mismo y depende mucho de la experiencia del técnico responsable.
- 3) El área corregida de la red considerando el punto anterior, se realiza por medio de una regla de tres. En el que el área total de la red representa el 100% y se calcula el porcentaje elegido de reducción dependiendo de la eficiencia de lanzamiento.

Área de red ----- 100%
X (Área corregida) ----- 50, 45 ó 25 %

- 4) Datos del estanque proporcionados por la granja.
- 5) Medidas o hectáreas del estanque proporcionado por la granja.
- 6) Densidad de siembra (postlarvas/ha) proporcionado por la granja.

- 7) En cada una de las cuatro muestras (lanzamientos) se cuenta el número de animales, se suma el total de camarones capturados y se divide entre el número de lances para obtener el promedio de los organismos capturados por lanzamiento.

$$\frac{\sum N}{4} = \bar{N}$$

Donde:

Σ = Sumatoria.

N= número de organismos.

1, 2, 3, 4= lanzamientos

\bar{N} = Promedio de organismos capturados

Muestra (lanzamiento)	Nºindividuos
1	N ₁
2	N ₂
3	N ₃
4	N ₄
PROMEDIO= \bar{N}	$\frac{\sum N}{4} = \bar{N}$

- 8) Se obtiene un número de organismos capturados por m², dividiendo el promedio de organismos capturados en los lanzamientos entre el área de la atarraya utilizada.

$$\frac{\bar{N}}{A} = \text{Número de organismos capturados por m}^2(Nm^2)$$

Donde:

\bar{N} = promedio de organismos capturados.

A= área de la atarraya-

- 9) Cada granja camaronera en particular y cada estanque, tienen un factor de corrección. Este factor corrige el cálculo del número de camarones capturados, al suponer que la atarraya cae al 100 % abierta, lo cual es falso y se basa en: la profundidad del estanque, velocidad del viento, acción del atarrayero y ensayos de muestreos. Algunos utilizan el factor 1.78 y otros el factor 2.50. Entonces para aplicar el factor de corrección se multiplica el número de organismos capturados por m² x el valor de corrección elegida.

$$F \times Nm^2 = FC$$

Donde:

F= valor del factor

Nm²= Número de organismos capturados por m²

- 10) Utilizando los datos de la densidad de siembra y el promedio de organismos capturados por lance, con el factor de corrección aplicado, se puede estimar la sobrevivencia de los organismos del cultivo. Un valor útil al momento de ajustar las raciones de alimento. La fórmula utilizada es:

$$\frac{FC}{\text{Densidad de siembra}} \times 100\% = \% \text{ de Sobrevivencia}$$

FC= promedio de organismos por m² con factor de corrección.

- 11) Con base en los datos obtenidos con anterioridad, sobre el número promedio de individuos muestreados con factor de corrección y el área del estanque proporcionada por los encargados de la granja, calculamos la población total del estanque a partir de la siguiente fórmula:

$$FC \times \text{área del estanque} = P$$

Donde:

P= población total del estanque.

FC= número promedio de individuos muestreados con factor de corrección

A= Área del estanque

- 12) El cálculo del peso promedio, se hace contando y pesando los organismos capturados de los lanzamientos y el total del peso de este, se divide entre el número de organismos obtenidos de los lanzamientos. No es útil pesar los animales individualmente (trabajo lastimoso que va contra la eficiencia), es mejor pesarlos por lotes de 10 a 20 camarones y considerando su talla, lo cual da una pequeña idea de la dispersión de la población.

$$\frac{\sum W}{\sum N} = \bar{W}$$

Los datos se registran en una tabla de la siguiente manera:

Muestra (Lanzamientos)	Nº indiv.	Peso (g)
1	N ₁	W ₁
2	N ₂	W ₂
3	N ₃	W ₃
4	N ₄	W ₄
	∑N	∑W

N= Número de individuos muestreados

W= peso total de organismos capturados.

\bar{W} = peso medio de organismos muestreados

13) Ahora, con la estimación de la población total del estanque y el peso promedio de los organismos, se calcula la biomasa total existente. Para ello utilizamos la siguiente fórmula:

$$P \times \bar{W} = \text{Biomasa total (BT)}$$

Donde:

P= Población total del estanque

\bar{W} = Peso promedio de los organismos.

BT= Biomasa total

Como mencionamos anteriormente, de acuerdo a la tasa de crecimiento observada, se deben hacer ajustes semanales en cada estanque. La determinación de la ración diaria debe ser hecha por personal experimentado y debe ser basada en estos datos confiables de sobrevivencia y peso total de todos los camarones presentes en el estanque (biomasa).

Durante el muestreo semanal de crecimiento, hay una buena oportunidad para evaluar la presencia/ausencia de señales generales y fisiológicas que indiquen estrés/enfermedad en los animales o su buen estado.

Un camarón saludable muestra una respuesta activa de alimentación, es decir intestinos llenos. Inferior al 75% de llenura puede indicar un consumo reducido debido a estrés, raciones inadecuadas, o muestro inadecuado.

Otros indicadores visuales que podemos observar son: frecuencia de mudas, cantidad de infestación de hongos, la presencia de bacterias quitínicas en la cutícula, integridad de las antenas, coloración de las branquias y anomalías anatómicas.

También se debe examinar si hay exceso de alimento flotando o desintegrados en el fondo. Toda observación relacionada al exceso de alimento debe ser reportada de inmediato, y se deben implementar medidas correctivas.

Si después de un análisis de los muestreos de las semanas pasadas, no se puede concluir definitivamente, hará falta realizar un muestreo de población. Este es mucho más largo de realizar, se hace antes de la cosecha, una vez al mes para todos los estanques y para los estanques que presenten problemas de crecimiento o mortalidad. Para este muestreo hacen falta por lo menos 500 camarones.

Al concluir cada cultivo, estos valores deben corroborarse con los resultados obtenidos en la cosecha de los estanques y se debe determinar un factor de ajuste en porcentaje.

En general, todos estos datos pueden ayudar a interpretar los datos de crecimiento del camarón y biomasa y si son analizados adecuadamente, se pueden implementar procedimientos correctivos de manejo que eviten pérdidas financieras significativas, debido a pobres factores de conversión alimenticia.

Ejemplo práctico de estimación de la biomasa en el estanque.

Se tiene un estanque de 6.2 ha (62,000m²). En el muestreo poblacional se hicieron 70 lances de atarraya y se capturaron un total de 1585 camarones. Para saber el promedio de camarones por lance se divide el número total de camarones entre el número de lances

Nº promedio de organismos capturados (\bar{N}) = 1585 / 70 = 22.64 organismos.

1) La atarraya de supervivencia responde a las siguientes características: *Radio = 2 metros*

Se ha determinado el área de la atarraya como:

$$A = \pi r^2$$

Calculemos:

$$A = 3.1416 \times (2.0\text{m})^2$$

Donde: $r = 2.0\text{m}$

$$A = 3.1416 \times 4.0\text{m}^2$$

$$\pi = 3.1416$$

$$A = 12.56\text{m}^2$$

2 y 3) Considerando un 50% en la reducción de la abertura de la atarraya, el cálculo del área de la red podría quedar de la siguiente manera:

Área de red ----- 100%

X (Área corregida) --- 50, 45 ó 25 %

$$12.56 \text{ m}^2 \text{ ----} 100\%$$

$$\frac{12.56\text{m}^2 \times 50\%}{100\%} = 6.28 \text{ m}^2$$

$$X \text{ ----} 50\%$$

4) Para calcular los camarones capturados por m², consideremos que si la atarraya tiene 12.56 m² y capturamos 22.64 camarones en promedio por lance, entonces:

$$\bar{N}/A = \text{Camarones} / \text{m}^2$$

$$= 22.64 / 12.56 \text{ m}^2 = 1.8 \text{ camarones/m}^2$$

5) Al aplicar el factor de corrección (F.C.), multiplicamos los camarones capturados por m²

$$Nm^2 \times F.C. = 1.8 \text{ camarones} / m^2 \times F.C.$$

$$= 1.8 \times 1.78 = 3.21 \text{ camarones} / m^2$$

6) utilizando una densidad de siembra de 8 juveniles por m² calculemos la sobrevivencia de la población.

$$FC / \text{densidad} \times 100 = \% \text{ de sobrevivencia}$$

$$3.21 \text{ camarones} m^2 / 8 \text{ camarones} m^2 \times 100 = 40.12 \% \text{ de sobrevivencia}$$

7) Sigamos con el cálculo de la población estimada, considerando:

$$\text{Área total del estanque} = 6.2 \text{ ha} = 62,000 m^2 \qquad \text{Camarones} / m^2 = 3.21 \text{ camarones} / m^2$$

$$FC \times \text{Área estanque} = \text{Población estimada}$$

$$3.21 \text{ camarones} \times 62,000 m^2 = 199,020 \text{ camarones en todo el estanque}$$

8) Para el peso promedio del camarón se pesaron 400 camarones resultando en 8440g. Entonces:

$$\begin{aligned} \bar{W} &= 8,440g / 400 \text{ camarones} \\ &= 21.1g \end{aligned}$$

9) Finalmente obtengamos la Biomasa total del estanque con base en:

$$BT = P \times \bar{W}$$

$$= 199,020 \text{ camarones} \times 21.1g$$

$$= 4,198,000 \text{ g} \quad \text{ó} \quad 4,198 \text{ kg} \quad \text{o bien} \quad 4.198 \text{ toneladas de camarón}$$

Para concluir la lección, esta Biomasa Total es la que utilizaremos en la siguiente lección, para calcular el alimento a suministrar diariamente, dependiendo de la talla de organismos y las tablas guía de alimentación establecidas para la especie.

Fuentes

- Fox, J., et al. (2001). Nutrición y manejo del alimento. En Haws, M.C. y Boyd, C.E. eds. Métodos para mejorar la camaronicultura en Centro América. Managua, Nicaragua. Editorial Imprenta. p. 65-90p.
- Cuéllar-Anjel, J., Lara, C., Morales, V., De Gracia, A. y García Suárez, O. (2010). Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSA- OSPESCA, C.A. pp. 132.
- Haws, M.C., Boyd, C.E, y Green, B.W. (2001). Buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón en Honduras. Ed. Coastal Resources Center University of Rhode Island. U.S.A.101 pp.
- Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).
- Salinas, U. (2009). Evaluación del crecimiento y rendimiento productivo de los camarones *Litopenaeus vannamei* en dos estanques manejados con Sistema Hiperintensivo en la granja camaronera Salinitas, Poneloya, en el Período de Abril a septiembre del año 2008. Tesis ingeniería acuícola. UNAN. Nicaragua.



Actividad de aprendizaje

Con la información proporcionada en la lección, responde las siguientes preguntas.

1.- ¿Por qué es importante evaluar el crecimiento de los organismos?

2.- ¿Qué condiciones pueden influir en la evolución del crecimiento y supervivencia de los organismos?

3.- ¿Por qué es importante la uniformidad en el muestreo?

4.- ¿En qué consiste y cuál es la función de la realización de biometrías?

Empleando los valores proporcionados a continuación, calcula el promedio de número de organismos capturados, con factor de corrección, la sobrevivencia, el peso promedio, la población estimada y la biomasa total del cultivo.

DATOS	OPERACIONES Y FÓRMULAS	SOLUCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • 4 lanzamientos • 666 camarones capturados 	Promedio de organismos capturados:	
<ul style="list-style-type: none"> • 2 m² De radio de atarraya 	Área de atarraya:	
<ul style="list-style-type: none"> • 1.78 Factor de corrección 	Organismos capturados con factor de corrección:	
<ul style="list-style-type: none"> • Organismos capturados por m² con factor de corrección • Densidad de siembra: 6 camarones/m² 	% de sobrevivencia:	
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño del estanque en 40000 m² 	Población estimada:	
<ul style="list-style-type: none"> • 1998 g peso total de organismos capturados. • 666 camarones capturados 	Peso promedio:	
<ul style="list-style-type: none"> • Peso promedio • Población estimada 	Biomasa total:	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia de la evaluación del crecimiento de los organismos, para el ajuste de las raciones de alimento y la aplicación de medidas correctivas durante el cultivo.			
Comprendo que hay condiciones fisiológicas de los organismos y del ambiente que influyen en la evolución del crecimiento y los resultados de los monitoreos periódicos.			
Comprendo la importancia de la uniformidad en el muestreo en la confiabilidad de los resultados.			
Comprendo la función de la realización de biometrías en la evaluación del crecimiento de los organismos.			
Puedo identificar los datos, la fórmula y realizar los cálculos del promedio de número de organismos capturados.			
Puedo identificar los datos, la fórmula y realizar los cálculos del promedio de número de organismos capturados, con factor de corrección.			
Puedo identificar los datos, la fórmula y realizar los cálculos de la sobrevivencia.			
Puedo identificar los datos, la fórmula y realizar los cálculos del peso promedio.			
Puedo identificar los datos, la fórmula y realizar los cálculos de la población estimada.			



Para saber más

- Manual para la cría de camarones Peneidos
<http://www.fao.org/3/ab466s/AB466S04.htm>
- Camaronera de río cauta
<http://www.fao.org/3/ac397s/AC397S02.htm>
- Cría y proceso de camarón en Sinaloa
<https://www.youtube.com/watch?v=S6SyytcgcQs>

Características y consumo de alimento



Contextualizando

La acuicultura de camarón, como actividad productiva rentable, tiene como fin la obtención de la máxima producción sustentable del crustáceo, en el menor tiempo y al menor costo posible. Por medio de prácticas de alimentación que proporcionen la cantidad y calidad adecuadas de alimento artificial o formulado a los organismos y con un costo aproximado entre el 30 y 40% del total de los costos de las camaroneras (se ha reportado hasta un 60%).

La calidad del alimento es muy importante para una mejor asimilación y menor desecho. Los ingredientes del alimento deben ser de alta calidad y no estar contaminados con pesticidas u otros químicos agrícolas. El alimento debería contener un buen aglutinante que asegure que el camarón pueda comerlo antes que se desintegre en el fondo del estanque. Debe evitarse alimentos que contengan gran cantidad de partículas pequeñas y polvo (llamados "finos") pues los camarones no pueden comerlas. Los alimentos no deben contener más nitrógeno y fósforo de lo necesario para los requerimientos dietéticos del camarón, pues incrementará las entradas de nitrógeno y fósforo al agua (nutrientes) y producirá crecimiento excesivo de fitoplancton, lo que contribuye a alto consumo de oxígeno y condiciones de baja en su concentración, que es estresante y potencialmente mortal para el camarón.

En esta lección de introducción a uno de los más importantes temas del curso (junto con el tema de calidad de agua y fertilización que ya hemos revisado en lecciones anteriores), aprenderemos las características y los criterios que se emplean para identificar los alimentos artificiales de alta calidad y las Buenas Prácticas de cultivo de camarón relacionadas con la inocuidad durante el manejo del alimento, así como las diferentes situaciones que determinan su consumo en los camarones cultivados.



¡Vamos a aprender!

La acuicultura de camarón enfrenta retos importantes para su consolidación como actividad económicamente viable y ecológicamente sostenible. Entre los más importantes se destaca, la maximización eficiente de la utilización de los nutrientes de los alimentos balanceados mediante la formulación de granulados cada vez mejores, así como la implementación de prácticas adecuadas de manejo del alimento. El costo del alimento artificial representa entre el 30 y 40% del total de los costos variables de las camaroneras y, además, constituye la principal fuente de deterioro de la calidad del agua, lo cual repercute en una pobre respuesta productiva de los organismos en cultivo y en la rentabilidad económica del mismo, situación que depende de diferentes factores como son: especie y sistema de cultivo, productividad natural del estanque, calidad y manejo del alimento balanceado, entre muchos otros.

Las mejores prácticas de alimentación son las que proporcionan la cantidad y calidad adecuadas de alimento a los organismos, para lograr el máximo rendimiento, con el menor costo, tanto económico como ecológico. En sistemas de cultivo semi-intensivos, gran parte de la nutrición de los camarones depende del alimento natural que crece en los estanques que se promueve con el uso de fertilizantes; la productividad natural puede soportar la alimentación de la población en cultivo hasta por aproximadamente 30 días a partir de la siembra de postlarvas (entre el 20 y el 30% de la duración de un ciclo típico), dependiendo de la densidad de siembra, sin embargo, se dificulta mantener una adecuada biomasa de estos organismos durante todo el período de cultivo para que puedan representar una contribución significativa a la nutrición de los mismos, por lo que se requiere suministrar alimento formulado en dependencia de la fase del cultivo.

La nutrición del camarón es un asunto complejo porque sus requerimientos cambian a lo largo de sus ciclos de vida, por lo que las fórmulas de los alimentos fabricados deben ser específicas para cada ciclo. Más aún, los alimentos naturales suplementan a los manufacturados y los granjeros deben manejar los estanques como un ecosistema, y agregar entradas que maximicen los beneficios de los alimentos naturales y manufacturados.

Las fuentes de nutrientes pueden variar, pero ciertos nutrientes son requeridos por todos los animales en crecimiento, y son conocidos como nutrientes esenciales o indispensables. Un nutriente esencial es aquel que no puede ser sintetizado a un nivel requerido para un normal crecimiento y mantenimiento y pueden ser muy bien diferenciados en términos cuantitativos. Las proteínas, lípidos y carbohidratos son referidos frecuentemente como macronutrientes. Su presencia en el alimento comprende una porción substancial del peso de la dieta. Los micronutrientes (ej. minerales y vitaminas) son requeridos, relativamente en poca cantidad por el camarón. El término "micro", sin embargo, no debe ser interpretado como implicando que ciertos nutrientes son menos importantes. Algunas vitaminas son requeridas en muy pocas concentraciones para la producción comercial de alimentos (ej. ácido ascórbico, alrededor de 100 mg/kg. de materia seca), sin embargo, su inclusión es absolutamente necesaria para un adecuado mantenimiento y crecimiento. En otras palabras, la reducción del requerimiento de cualquier nutriente esencial del alimento puede resultar no solo en crecimiento lento, sino en una mortalidad substancial.

Proteínas y aminoácidos

El nutriente que más atención recibe en el caso de alimentos balanceados para camarones es la concentración de proteína. A pesar de que la proteína es requerida para el crecimiento, no hay proteínas esenciales, sino aminoácidos esenciales (las proteínas están compuestas por aminoácidos).

Para algunos granjeros, un camarón es carnívoro porque requiere de un nivel relativamente alto de proteína en su alimentación, aunque esto es erróneo. La proteína puede y es provista a través de una amplia gama de fuentes dietéticas, como de las plantas (por ejemplo, la soya) y de animales (como la harina de pescado). La proteína es usualmente el nutriente más costoso y el rango de contenido proteico (referido como proteína cruda) en los alimentos va desde 18% hasta 45%. La diferencia de contenido

proteico es usualmente atribuida a las diferencias de "requerimiento" mostrada por las especies (se sabe que *Marsupenaeus japonicus* crece bien con dietas con altas concentraciones de proteína, mientras al *Litopenaeus vannamei* se le ofrece alimentos con bajos niveles de proteína (aproximadamente 30-35%).

El punto más importante con relación a la proteína está relacionado con su uso como fuente de energía para el camarón, cuando en realidad, la proteína tiene un efecto "escaso" en la energía. *Si las fuentes de energía (ej. carbohidratos) son deficientes en el alimento, el camarón usará la proteína en vez de los carbohidratos para mantener las funciones metabólicas en lugar de emplearla para crecimiento.* En otras palabras, continuará consumiendo el alimento para satisfacer las necesidades primarias de energía. Si el alimento está sobrecargado con proteína, alguno de estos caros componentes será utilizado para energía; por el contrario, en un alimento con un buen balance la mayoría de *las proteínas idealmente serán usadas para crecimiento.*

Lípidos y carbohidratos: fuentes de energía



La fuente de energía más adecuada para alimento de camarón son los ingredientes con alta cantidad de carbohidratos, típicamente granos. La fuente de carbohidrato más adecuada para camarón son los ingredientes prácticos y de bajo costo (ej. harina de trigo, harina de calidad media, salvado de arroz, etc.). La digestibilidad de los carbohidratos puede ser incrementada durante el proceso de elaboración del alimento. El

contenido de energía digerible de alimentos extruidos (alta temperatura) puede ser mayor que los paletizados (temperatura menor). Además, ciertas fuentes de carbohidratos como harina de trigo pueden promover la Hidroestabilidad del pelet y, como tal, servir como aglutinantes naturales.

Los lípidos (aceites y grasas) son considerados fuentes de energía dietaria, pero su uso en la forma purificada es generalmente prohibitivo en costo. Los lípidos generalmente sirven como fuente de energía y como attractante. Fuentes de lípidos purificados (ej. aceites de pescado) son incluidos



en dietas comerciales para camarón para asegurar el contenido mínimo de lípidos y satisfacer los requerimientos de ácidos grasos marinos esenciales.

La concentración de lípidos en la mayoría de los alimentos comerciales es menos del 8% de la dieta (como base alimenticia). Concentraciones mayores pueden resultar en pobre aglutinación y reducir la Hidroestabilidad. La calidad de los lípidos puede reflejar la calidad del alimento. Si se almacena inadecuadamente, el ácido graso del alimento puede conllevar a la autooxidación, resultando en una condición inadecuada de

rancidez/toxicidad, los cuales van a dar origen al mal sabor en los aceites de pescado rancios; así también reaccionan con otros ingredientes dietéticos (vitaminas, proteínas y otros lípidos) reduciendo su valor biológico y digestibilidad.

Minerales y vitaminas

Con frecuencia, el fósforo y calcio son los minerales más limitantes en la formulación de alimentos comerciales para la producción de camarones. El fósforo es único ya que se encuentra únicamente como un sólido y no se solubiliza en agua. Puede encontrarse en muchas plantas verdes o granos en forma indigerible conocido como fitato o ácido fítico. Por esta razón, al analizar su digestibilidad, solo un tercio a un cuarto del fósforo en alimentos a base de soja es considerado disponible para el camarón. Para proveer una adecuada dieta en fósforo, se debe incluir en una forma purificada (ej., fósforo monobásico, dibásico, tribásico). El contenido de fósforo total de alimentos para camarón usualmente es de 1.5-2.5% (como base alimenticia), pero solo alrededor de 50% de ello está disponible para el crecimiento del camarón. Se considera que suficiente calcio debe estar disponible en el agua del estanque para propósitos dietéticos a través de la absorción por las branquias. En efecto, éste es probablemente el caso de la mayoría de trazas o micro minerales encontrados.

Los paquetes vitamínicos (con suplementos minerales) son componentes necesarios de los alimentos comerciales para camarón solo cuando la productividad natural del estanque no es adecuada (muy altas densidades de siembra). Muchos alimentos para camarón son frecuentemente suplementados con paquetes de premezclas de vitaminas o precursores de vitaminas. Estos son generalmente incluidos de una forma preventiva contra infecciones de virus y bacterias patógenos. Por ejemplo, los carotenoides (ej betacaroteno) son a veces recomendados para prevenir epizootias. A bajas densidades de siembra (15/m²), las premezclas de vitaminas y minerales generalmente no se incluyen en alimentos comerciales.

Probablemente el mejor criterio para decidir sobre el uso de premezclas requerirá la evaluación de los niveles de productividad, prevalencia de enfermedades, densidades de siembra y factores ambientales individuales para cada granja. El paquete de vitaminas/minerales será más necesario para lograr buenas producciones cuando se encuentre baja productividad natural, alta densidad de siembra, mayor incidencia de enfermedades y más estrés al camarón por condiciones de ambiente adversas. También ayuda a tomar una buena decisión el analizar que, un paquete completo de vitaminas y minerales, puede incrementar el costo de los ingredientes en el alimento.

Ingredientes no-nutricionales del alimento

El término ingrediente no-nutricional del alimento típicamente se refiere a aglutinantes, antibióticos, preservantes y pigmentos. Los aglutinantes son incluidos en el alimento para asegurar que los nutrientes en el pelet no se lixivien antes de su consumo. Es importante notar, sin embargo, que la aglutinación adecuada no solamente depende del aglutinante sino también del proceso de elaboración, del tamaño de la partícula del ingrediente, del tiempo de acondicionamiento y temperatura, característica del dado, y temperaturas de cocido y secado.

Los antibióticos se adicionan generalmente para combatir infecciones patógenas bacterianas. Los alimentos comerciales suplementados con antibióticos son referidos como "alimentos medicados" y generalmente contienen 2,000-4,000 mg/kg de uno de los siguientes antibióticos: oxitetraciclina, ácido oxálico, sulfamerazina, sulfonamidas, por nombrar unos cuantos. A pesar de que la adición de antibióticos al alimento resulta en un incremento de gastos de alrededor de \$50/TM (Toneladas Métricas = 1000kg), típicamente son fortificados en exceso para asegurar la dosis correcta después del proceso de manufactura. Generalmente, se han levantado muchas voces en contra, sin sustento, sobre el uso desmedido o sobre fortificación de los alimentos con antibióticos. El uso continuo de antibióticos puede llevar a desarrollo de resistencia de los patógenos a los antibióticos y quebrar la jerarquía trófica de ecosistemas estuarinos frágiles. El uso de antibióticos en alimentos para camarón está prohibido en los Estados Unidos, esto ha conducido a incrementar la investigación enfocada en la suplementación de alimentos para acuicultura con bacterias probióticas para controlar las enfermedades, particularmente vibriosis.

Los preservantes del alimento son componentes químicos incluidos para evitar las aflatoxinas, una toxina generada por un hongo, *Aspergillus flavius*. Este hongo requiere condiciones de alta humedad (>14%) para crecimiento y es generalmente aislado de granos. Estos son los mismos granos usados como fuente de carbohidratos. Al ser las aflatoxinas estables al calentamiento, estas pueden pasar al camarón a través del alimento, resultando, posiblemente, en mortalidades debido a aflatoxicosis. El preservante usualmente usado para evitar *Aspergillus flavius* en el alimento es el ácido propiónico (propionato), incluido en alimentos a un nivel de alrededor de 0.5%.

Los antioxidantes se añaden al alimento para evitar la oxidación/rancidificación de ácidos grasos. Los ácidos grasos (encontrados en dietas lipídicas), y vitaminas, al exponerse al aire, se pueden oxidar y formar peróxidos y otros tóxicos, con lo cual el requerimiento de ácidos grasos esenciales posiblemente no se logre y el crecimiento será restringido. Además, el alimento no será consumido a una tasa normal y, si se consume, puede ser tóxico para el camarón. El antioxidante más común usado en los alimentos es el hidroxianisol butilado (BHA) e hidroxitolueno butilado (BHT). Otros antioxidantes pueden ser encontrados como componentes naturales en alimentos para camarón: estos incluyen vitaminas E (ethoxyquin, alfa tocoferol) y C (ácido ascórbico).

Los pigmentos son usados principalmente para lograr un color adecuado en el camarón. El más común es la astaxantina, un pigmento común derivado del beta caroteno y encontrado en el camarón y cangrejo.

Características físicas del alimento

Las características físicas son cualquier atributo que pueda afectar su manufactura, apariencia o integridad una vez sumergido en el agua, tales como: color, hidroestabilidad, tamaño de la partícula del ingrediente (nivel de molienda de ingredientes del pelet), tamaño del pelet y en cierto grado, atractabilidad.

Color del pelet

El color del pelet no es importante en términos de atractabilidad o consumo eventual, pero indica la composición y la calidad de manufactura. Un color no uniforme indica que hubo problemas en la molienda o en el mezclado de los ingredientes, tiempo de cocción en la peletizadora irregular, mala distribución del agua al momento de peletizar o con el baño de aceite de pescado que se da por lo general al final de la peletización. La mayoría de alimentos son de color marrón oscuro, debido no solo al proceso sino al color de los ingredientes (la mayoría son relativamente oscuros). Algunas veces el alimento se vuelve más claro debido a la exposición prolongada a altas temperaturas y luz directa del sol.

Hidroestabilidad

Los balanceados acuícolas difieren de otros alimentos por requerir un alto nivel de gelatinización de los almidones para asegurar su estabilidad en el agua, lo cual se logra con una molienda de los ingredientes en un tamaño de partículas más fino, y con la acción de temperaturas >90 °C propias del procesamiento. La mayoría tienen características que permiten alrededor de 4-6 horas de estabilidad del pelet. El incremento en la estabilidad del pelet es de poco valor comercial porque muchos atrayentes se pierden con este tiempo de exposición. La aglutinación de la mayoría de pelets se logra durante la manufactura, usando ingredientes naturales con potencial de aglutinación (ej., carbohidratos tales como harina de trigo) o componentes artificiales (ej., polimerasa sintética). La mayor parte de aglutinantes artificiales son adicionados al alimento en una tasa de alrededor de 0.5-1.0% de la dieta.



Alimento estándar para camarones. Cortesía de: Aquanasa

Tamaño de la partícula del ingrediente

La mayoría de alimentos utilizan ingredientes que han sido molidos y pasados a través de un tamiz de al menos 500 μm (micras, malla de 35). La necesidad de moler los ingredientes a tamaños menores es para: 1) Aumentar la aglutinación y formación física del pelet a medida que pasa por el extruidor; y 2) El camarón no es capaz de rechazar/seleccionar pequeñas partículas, (el camarón puede seleccionar partículas tan pequeñas como 10 μm en diámetro). Además, todas las partículas del alimento son incluidas en el pelet por una razón válida. Cualquier pérdida antes del consumo puede equivaler a una inadecuada nutrición. Si puede identificar fácilmente grandes partículas, el fabricante no ha realizado una molienda adecuada y se puede perder la disponibilidad de los nutrientes. Los alimentos peletizado, producen de 1% a 2% de finos durante su manejo, mientras que los alimentos extruidos producen menos de 1%. Entre más finos presenta un balanceado, se produce más desperdicio y ocurre una mayor contaminación del agua y el fondo de estanques. La presencia de finos depende del procesamiento del alimento y su manejo.

Tamaño del pelet

El tamaño del pelet es frecuentemente considerado como un tema de manejo del alimento, pero es también un atributo físico. Las partículas del alimento pueden variar en tamaño desde muy pequeñas (menos de 50 μm , como dietas para larvas) hasta sobre 1/8 de pulgada en diámetro (algunos alimentos para maduración), la mayoría, sin embargo, está en 3/32 en diámetro. De este diámetro se derivan casi todos los tamaños. La fabricación de partículas finas, medianas y mayores (aprox. 0.5 mm, 1.0 mm y 2.0 mm, respectivamente) implica fracturar pelets de 3/32 con un tambor tipo "fracturador". Las partículas "fracturadas" son separadas en tamaños por un tamiz, para obtener partículas de alimento de diámetro uniforme y clasificados de acuerdo con el tamaño del camarón. Si los ingredientes han sido adecuadamente mezclados, todas las partículas tendrán una composición nutricional similar.



Camarón recogiendo alimento peletizado

Diámetro recomendado del alimento peletizado de acuerdo con el tamaño del camarón. Tomado de Molina Poveda y Villarreal Colmenares (2008)

Peso del camarón (g)	Diámetro del pellet
0,002 - 0,02	400 - 600 μm
0,02 - 0,08	600 - 850 μm
0,08 - 0,25	850 - 1200 μm
0,25 - 1,0	1200 - 1800 μm
1,0 - 2,5	3/32" (2,4 mm)
>2,5	1/8" (3,2 mm)

La lógica detrás de ofrecer pelets pequeños a camarones pequeños está en relación con el comportamiento alimenticio y la distribución adecuada del alimento. El camarón consume cada pelet, tomándolo con unos pequeños apéndices ubicados en el vientre, triturándolo con sus mandíbulas. El camarón debe tener la habilidad de localizar fácilmente los pelets. Pelets muy pequeños, por unidad de peso corporal, incrementa el esfuerzo de localizar múltiples pelets y no es energía/eficiente. La adecuada distribución del alimento requiere que las raciones sean distribuidas en los estanques en áreas de alta densidad del camarón, de tal manera que el camarón no gaste energía innecesariamente para localizar los pelets. A medida que se hace la transición desde un tamaño de peletizado hacia el próximo, es conveniente alimentar con una mezcla de los dos tamaños por una semana, para permitir que el camarón se adapte al balanceado con pellets más grande antes de discontinuar el alimento más pequeño.

Flotabilidad

Otro de los parámetros físicos que se deben revisar frecuentemente es la flotabilidad, la cual se define como la capacidad que tienen los pellets de mantenerse en la superficie de agua debido a su menor peso específico con respecto al agua. El tipo de fabricación del balanceado, tipo de carbohidratos y aglutinantes, el volumen del pelet, así como la salinidad, temperatura y concentración de materia orgánica del agua afectan en forma directa la flotabilidad de los pelets.

Digestibilidad

Para obtener buenas tasas de crecimiento se necesita que una dieta no sólo supla los requerimientos cualitativos y cuantitativos de nutrientes, sino que también debe ser ingerida, digerida y absorbida en la cantidad adecuada. Por lo tanto, la biodisponibilidad de nutrientes o energía en los alimentos para organismos acuáticos puede definirse principalmente en términos de digestibilidad la cual representa la fracción del nutriente en el alimento ingerido que no es excretado en las heces.

Buenas prácticas de cultivo de camarón relacionadas con la inocuidad durante el manejo del alimento

Criterios de selección de los alimentos para el cultivo del camarón en granjas de engorda. Las buenas prácticas de nutrición-alimentación en la camaronicultura, significan proporcionar una dieta adecuada a los requerimientos de los camarones en el estanque de cultivo de tal manera que permita una alta producción, con tasas de conversión adecuadas, con efectos mínimos al medio ambiente y al menor costo posible. Para efectos de la inocuidad, los alimentos utilizados en acuicultura deben de cumplir con los lineamientos establecidos en el Codex Alimentarius (El Codex Alimentarius es una colección de normas alimentarias y textos afines aceptados internacionalmente establecida por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) con la finalidad de proteger la salud de los consumidores y promover prácticas leales en el comercio alimentario) y tomar en cuenta las regulaciones nacionales sobre los alimentos para la acuicultura, de tal manera que no constituyan un peligro para la salud humana, los camarones o el medio ambiente.

A continuación, se exponen de manera resumida los lineamientos más relevantes para la inocuidad alimentaria relacionados con este tópico:

- Investigar si la planta fabricante cuenta con el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o Hazard Analysis and Critical Control Points, también conocido como sistema HACCP*) para garantizar que no hay peligros para la inocuidad.
- Los pelets deben ser estables en el agua. Es decir, que conserven su estructura durante un tiempo mínimo para que el camarón pueda consumirlos.
- Los ingredientes no deben de contener plaguicidas, contaminantes químicos, toxinas microbianas u otras sustancias adulterantes. En particular, deben estar libres de aflatoxinas, que son altamente tóxicas para el camarón.
- Los alimentos de fábrica deben de estar perfectamente empacados y etiquetados indicando los ingredientes que contiene y sus características.
- Los ingredientes secos y húmedos deben ser frescos y con una calidad química y microbiológica adecuada. Los alimentos elaborados tanto en fábrica o en granja, deben contener solamente aquellos aditivos, pigmentos, antioxidantes, agentes quelantes, medicamentos veterinarios permitidos para la acuicultura, de tal manera que no afecten el producto final para el consumidor.

*El sistema de HACCP, que tiene fundamentos científicos y carácter sistemático, permite identificar peligro específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final.

Criterios para el uso de alimentos medicados

El uso de antibióticos y otros medicamentos de uso veterinario, se debe realizar de acuerdo con las buenas prácticas, es decir, como método metafiláctico (cuando la enfermedad está en sus inicios) y no como profiláctico (antes de que los animales se enfermen), así como tampoco cuando los animales ya no se alimentan. Esta práctica evitará la formación de

bacterias resistentes a los antibióticos, así como la acumulación de residuos en los organismos y la contaminación del medio ambiente.

Criterios de monitoreo y diseño de formatos para la inspección y control de calidad de los alimentos

Para la compra de los alimentos

- Comprar alimentos en fábricas que elaboren productos de calidad.
- Asegurar que el alimento cubre los requerimientos de la especie.
- Asegurarse que el alimento esté empacado y etiquetado apropiadamente.
- Que tenga fecha de elaboración y de caducidad.
- Verificar con los vendedores que los ingredientes son de alta calidad y que no contienen agentes químicos que dañen la salud de los camarones y/o del hombre.
- Asegurarse que los aditivos como pigmentos, antioxidantes, quelantes etc., son aprobados para su uso en la acuicultura y que se encuentran en los alimentos en las cantidades adecuadas.
- Cuando se solicite la elaboración de alimentos medicados, deben de cerciorarse que están utilizando el antibiótico en la dosis establecida.
- Verificar que el alimento se almacena, maneja y transporta adecuadamente.

Para el almacén de los alimentos en la granja

- Contar con un almacén independiente de tamaño adecuado para la demanda de la granja, con la suficiente aireación y protección de la luz y la humedad.
- Contar con personal que esté a cargo de la entrada y salida de lotes de alimentos, de tal manera que sepa siempre, cuál es el alimento más antiguo y cuál el recién comprado, evitando que haya lotes que se queden almacenados demasiado tiempo en la bodega.
- Contar con un sistema de limpieza diario de la bodega para eliminar basura, acumulación de alimento y la entrada de plagas como roedores, cucarachas, palomillas etc.
- No almacenar en el mismo lugar plaguicidas, herbicidas, combustibles, cal, fertilizantes, etc.
- Estabular los alimentos adecuadamente de tal manera que se permita la circulación del aire.

Factores que afectan el consumo

Para la mayoría de las especies cultivadas la ingesta de alimento varía primariamente con el tipo de alimento, tamaño del camarón, temperatura del agua, condiciones climáticas, densidad de cultivo y salud. Los productores de camarón deben tomar todos estos factores en consideración para maximizar la eficiencia del programa de alimentación. Es por lo tanto fundamentalmente importante que los periodos preferidos de ingesta de alimento sean determinados y las cantidades apropiadas de alimento sean suministradas a saciedad.

1. Características del alimento artificial

✓ Atractabilidad

Los crustáceos a diferencia de los peces tienen una alta capacidad de recepción sensorial a distancia mediante el uso de quimiorreceptores y una baja capacidad de recepción sensorial por efecto de la visión. Por lo tanto, la telorrecepción o identificación del estímulo químico a distancia es clave para que los crustáceos puedan identificar el alimento o la fuente alimenticia, determinando el tiempo de reacción del camarón frente al balanceado como una manera de estimar la atractabilidad que éste produce.

✓ Palatabilidad

Se han descrito varias modalidades para medir el comportamiento alimenticio en diversas especies. Las pruebas de estimulación alimenticia de posibles atractantes evalúa la ingestión o consumo de la fuente de estimulación, mediante el uso de disco de agar, pelets de agar, pelets de almidón o dietas purificadas y semipurificadas. Una forma adecuada de determinar el grado de aceptabilidad de un balanceado es a través de la determinación del consumo de alimento.

✓ Textura

Mantener la integridad física de un alimento, con mínima desintegración y lixiviación de nutrientes en el agua no es tarea fácil, especialmente para especies bentónicas como el camarón que posee hábitos lentos de consumo y requieren roer el alimento antes de la ingestión. En vista de esto, se ha tratado de controlar los factores que se relacionan con la estabilidad del alimento en el agua. Los aglutinantes se han estudiado debido a que tienen efecto, además de la hidroestabilidad, sobre la textura. Aglutinantes artificiales tienen menor capacidad de retener agua dentro del pellet sin disgregarse mientras que los aglutinantes naturales como el agar, alginato, gluten de trigo, almidón de yuca, entre otros no presentan esta desventaja. De ahí que dependiendo del tipo de aglutinante usado en la fabricación se pueda formar un pelet esponjoso o elástico y suave, o un alimento duro difícil de roer, proporcionando poco o ningún beneficio nutricional al camarón.

2. Condiciones fisiológicas del camarón

Si bien es cierto que actualmente existen métodos ya tradicionales de calcular la cantidad de alimento que se debe agregar a un estanque de producción, estos se basan principalmente en la biomasa total que se calcula basándose en biometrías periódicas de los organismos del estanque en cuestión. No obstante, aun cuando este método permite conocer la cantidad de alimento a agregar diariamente (y que es un porcentaje determinado con base en la biomasa total), es necesario hacer notar que dentro de la población de camarones no todos se encuentran en las mismas condiciones fisiológicas a la vez. Esto debido a los ritmos biológicos propios de cada especie, los cuales han sido estudiados por diversos autores.

✓ Ciclo de Muda

Uno de estos ritmos biológicos es el fenómeno de la muda, el cual tiene una relación directa con el proceso de alimentación del camarón en cultivo. La muda o ecdisis representa para los crustáceos la posibilidad de llevar a cabo los procesos normales de crecimiento. Esto ocurre de forma cíclica cada vez que el organismo está preparado para aumentar de talla y peso. El viejo exoesqueleto es liberado rápidamente y es producida una nueva capa quitinosa que tenderá a endurecerse hasta adquirir la consistencia y dureza del exoesqueleto anterior. Durante este proceso el cuerpo del camarón ha absorbido agua y la división celular se ve favorecida provocando el incremento de volumen y peso del animal. Se han definido en *Palaemon serratus* (Gamba plateada, langostino) cinco estadios principales de intermudas, los cuales se encuentran también en el resto de los crustáceos.

Esquemáticamente el ciclo de muda del camarón y los crustáceos en general es el siguiente.

MUDA >> POSTMUDA >> INTERMUDA >> PREMUDA >> MUDA

Este ciclo se repite a todo lo largo de la vida del camarón y disminuye su frecuencia según el organismo se vaya haciendo más viejo.

Un hecho comprobado es que, dentro de un estanque de cultivo, siempre tendremos camarones en diferente estadio del ciclo de muda. Por lo tanto, un porcentaje importante de estos camarones estarán en los estadios de premuda, muda y postmuda, donde no consumen alimento. Si esto es un hecho, entonces la pregunta es la siguiente: ¿por qué calcular la ración diaria de alimento con base a una biomasa de camarones que no comerán en un cien por ciento? Las tablas de ajuste de las raciones no consideran a la muda dentro de sus cálculos y seguramente una parte del alimento que se está agregando al estanque no está siendo consumido ni aprovechado por los camarones. El costo de esta sobrealimentación puede ser altísimo. Como ejemplo, consideremos que en un sistema de estanques, el 30% de la población se encuentra en estadios de premuda tardía, muda y postmuda temprana (incapacitados para comer); tenemos entonces que el 30% del alimento diario se está agregando sin razón alguna; esa cantidad de alimento multiplicada por los días de alimentación y el número de estanques representará una cantidad asombrosa de dinero que prácticamente se estará aplicando sin necesidad alguna. Más aún, el costo ambiental tanto interno como externo de agregar este material orgánico a los estanques debe ser considerado. En la medida que la materia orgánica no utilizable dentro del sistema de producción se incrementa, la demanda (química) de oxígeno aumenta y más altas serán las probabilidades de que estos nutrientes sean utilizados como caldo de cultivo para bacterias y parásitos, mismos que incrementan la demanda (bioquímica) de oxígeno, propician enfermedades en el cultivo, disminuyen el rendimiento y en casos extremos provocan la muerte de los camarones.

✓ El ritmo circadiano

Se ha dicho que en el cultivo del camarón el alimento juega un papel importante, especialmente la ración, la frecuencia y el horario de alimentación. Se han evaluado

diversas frecuencias y horarios de alimentación en el crecimiento del camarón. Los resultados de estos estudios indican una considerable variación al respecto y sugieren la importancia de considerar factores bióticos (actividad enzimática) y abióticos (fotoperíodo) como efectores en el comportamiento alimentario del camarón. Estudios recientes señalan que los horarios de alimentación pueden ajustarse considerando la actividad circadiana de los organismos. Ya se mencionó el efecto cíclico del fotoperíodo sobre el consumo de alimento. En particular, la variación de las enzimas digestivas ha sido reconocida como parte importante de la fisiología y el comportamiento alimentario del camarón. Por esta razón, la determinación de la variación circadiana de las enzimas digestivas y el tiempo de inducción de la actividad enzimática resulta importante en el establecimiento de frecuencias y horarios de alimentación. La aplicación de la tecnología de ajuste de los horarios de alimentación en el cultivo de camarón blanco, ha demostrado su efecto positivo al incrementar la tasa de crecimiento hasta en un 35%. Esta sección permite, conocer las técnicas para determinar la variación circadiana de las proteasas digestivas y la determinación de los horarios de alimentación para el camarón blanco, *L. vannamei*, en cultivo semi-intensivo.

3. Calidad Del Agua

✓ Temperatura

Como vimos en lecciones anteriores, la temperatura tiene alto impacto en los procesos químicos y biológicos. El crecimiento y la respiración de los camarones y de los otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo, se incrementan conforme aumenta la temperatura. Por ello los factores ambientales, y en particular las variables de calidad del agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura.

El consumo de alimento es óptimo entre 27 y 31 °C. Cuando la temperatura cae por debajo de los 25 °C, el *L. vannamei* se enterrará en el lodo del fondo del estanque por periodos de tiempo y por consiguiente la tasa de consumo de alimento declinará alrededor de un 50% por la disminución de su metabolismo (se recomienda reducir la ración en 50%). Cuando la temperatura del agua cae bajo los 20 °C, la alimentación se detiene, no alimentar.

. Suministrar alimento con temperaturas bajas (disminuye el metabolismo del camarón) y/o con concentraciones bajas de OD, puede significar un desperdicio de la ración, porque los camarones en estas condiciones reducen el consumo de alimento. Adicionalmente, los procesos bioquímicos que sufre el alimento en el agua del estanque, consumen oxígeno y, por consiguiente, se agravaría el problema si se alimenta durante episodios de hipoxia.

✓ Oxígeno disuelto (OD)

La alimentación debe realizarse cuando la temperatura no sea baja (mín. 26°C) y las concentraciones de OD (oxígeno disuelto) en el agua del estanque sean adecuadas (mín.

4.5 mg/L). Los efectos usuales del oxígeno disuelto bajo se manifiestan en crecimientos lentos o en mayor susceptibilidad frente a enfermedades. En estanques con una baja crónica en la concentración de OD, los camarones comerán menos y no habrá una conversión alimenticia comparable con la de un estanque con niveles normales.

El ciclo que sigue la concentración de oxígeno disuelto es diario y su efecto sobre los camarones es poco conocido, pero un buen crecimiento se logra cuando las concentraciones de oxígeno no descienden más de 30 o 40% de saturación durante la noche y no perduren más de 1 o 2 horas. Si las concentraciones de OD son bajas durante un tiempo prolongado (días o semanas), las raciones diarias de alimentación son probablemente excesivas para la capacidad asimilativa de los camarones en dicho estanque, por lo que es recomendable reducirlas o suspenderlas hasta normalizar la situación.

De acuerdo con la disminución en la concentración promedio de oxígeno disuelto el ajuste de la ración de alimento debe ser el siguiente:

2.8 a 3.0 mg/L	Reducir la ración en 25%
2.5 a 2.7 mg/L	Reducir la ración en 50%
< de 2.5 mg/L	No alimentar.

Fuentes

- Chávez, S. M. C. e Higuera C.I. (2003). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria. (1a Ed.). México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., P.92
- Cuéllar Anjel, J., C.; Lara, V.; Morales, A.; De Gracia y García Suárez, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA, C.A. pp. 132.
- Martínez Córdova, A.L. (2008). Importancia de la alimentación artificial en el cultivo de camarón. En: C. Molina Poveda y H. Villarreal Colmenares (eds.) Estrategias de alimentación en la etapa de engorde del camarón. CIBNOR, S.A., CYTED y PRONACA, 110 pp.
- Molina Poveda, C.; Nolasco Soria, H.; Vega, F.; Casillas Hernández, R.; Carrillo, O.; García Galano, T y Martínez-Córdova, L. 2008. Factores que afectan el consumo. En Molina Poveda, C. y Villarreal Colmenares, H. (Editores). Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón. CIBNOR, S.A. , CYTED y PRONACA, La Paz, B.C.S. 53-68pp.



Actividad de aprendizaje

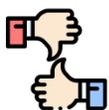
Coloca en los espacios vacíos la palabra que complementa correctamente el enunciado.

Antibióticos	Prebióticas	Palatabilidad	Pellet
Microelementos	Finos (alimento)	Macroelementos	Canibalismo
Buenas prácticas acuícolas	Hidroestabilidad	Registro o Bitácora	

- 1)_____ Conducta que consiste en la práctica de alimentarse de miembros de la propia especie.
- 2)_____micro-partículas de alimento peletizado producidas por el roce del alimento durante el empaque, almacenamiento y transporte de los sacos con pellets.
- 3)_____ es la propiedad física que tienen los pellets de mantenerse intactos dentro del agua sin perder su forma o estructura.
- 4)_____consideraciones y procesos de producción que buscan garantizar que el consumo de los alimentos no cause daño en la salud de los consumidores.
- 5)_____conjunto de características organolépticas de un alimento, independientemente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo sea más o menos placentero al comerlo.
- 6)_____es una denominación genérica del idioma inglés, utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido. El término es utilizado en acuicultura para referirse alimento procesado y listo para ser suministrado a los animales en cultivo (producto terminado).
- 7)_____son microorganismos vivos que se adicionan a un alimento que permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos.
- 8)_____documento que presenta los resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.
- 9) Los _____ (ej. minerales y vitaminas) son requeridos, relativamente en poca cantidad por el camarón.
- 10) Los _____se adicionan generalmente para combatir infecciones patógenas bacterianas. Los alimentos comerciales suplementados con antibióticos son referidos como "alimentos medicados".
- 11) Las proteínas, lípidos y carbohidratos son referidos frecuentemente como_____. Su presencia en el alimento comprende una porción substancial del espacio disponible o peso de la dieta.

Contesta marcando con una F si es Falso o una V si es Verdadero cada uno de los enunciados que se presentan a continuación.

Pregunta	F o V
El término ingrediente no-nutricional del alimento típicamente se refiere a aglutinantes, antibióticos, preservantes, pigmentos y carbohidratos	
El camarón consume cada pelet, tomándolo con unos pequeños apéndices ubicados en el vientre, triturándolo con sus mandíbulas.	
Un nutriente no-esencial es aquel que no puede ser sintetizado a un nivel requerido para un normal crecimiento y mantenimiento.	
Los antibióticos se adicionan generalmente para combatir infecciones patógenas bacterianas. Los alimentos comerciales suplementados con antibióticos son referidos como "alimentos medicados"	
La presencia de los micronutrientes en el alimento comprende una porción substancial del espacio disponible o peso de la dieta, como lo son las proteínas, lípidos y carbohidratos.	
Los pellets deben estar fabricados de tal manera que sean estables en el agua, es decir, que conserven su estructura durante un tiempo mínimo para que el camarón pueda consumirlos.	
Los lípidos generalmente sirven como fuente de energía y como attractante. Fuentes de lípidos purificados (ej. aceites de pescado)	
Hidroestabilidad del pelet se define como la capacidad que tienen los pellets de mantenerse en la superficie de agua debido a su menor peso específico con respecto al agua.	
En el fenómeno de la muda, el viejo exoesqueleto del camarón es liberado y es producida una nueva capa quitinosa que se endurecerá hasta adquirir la consistencia y dureza del exoesqueleto anterior.	
Las características físicas de los alimentos incluyen factores tales como: color, hidroestabilidad, tamaño de la partícula del ingrediente, tamaño del pelet y en cierto grado, atractabilidad.	
Los pigmentos son usados principalmente para lograr un color adecuado en el camarón. El más común es la astaxantina, un pigmento común derivado del beta caroteno y encontrado en el camarón y cangrejo.	
La fuente de energía más adecuada para alimento de camarón son los ingredientes con alta cantidad de carbohidratos, típicamente granos en forma de harina de trigo, harina de calidad media, salvado de arroz.	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia del uso de alimentos de alta calidad en el desarrollo y crecimiento del camarón en cultivo.			
Reconozco las alteraciones en la calidad del agua, el fondo de los estanques y en el medio ambiente, el uso de alimentos en el cultivo de camarón, si no se emplean Buenas Prácticas de Manejo.			
Comprendo la importancia del alimento natural en los estanques de camarón durante las primeras semanas de cultivo.			
Puedo describir las características físicas de los alimentos que me sirven para identificar productos de primera calidad.			
Logro explicar los factores de las variables físico-químicas del agua, las características del alimento y las condiciones fisiológicas de los organismos que afectan el consumo de alimentos en el cultivo de crustáceos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Buenas prácticas en acuicultura <https://www.youtube.com/watch?v=Z8tHAh-TwD0>
- Cómo se elaboran los Concentrados para Nutrición animal <https://www.youtube.com/watch?v=4Sb2aaTUpsQ>
- Conoce nuestra Planta de Alimentos Balanceado para Animales - Recorrido Virtual Línea Pecuaria <https://www.youtube.com/watch?v=aE923CQ1jnl&t=27s>
- Cómo funciona una peletizadora <https://www.youtube.com/watch?v=NqnTLi9N3rQ>
- How shrimp feed and molting implications <https://www.youtube.com/watch?v=R92EQeoeP0o>

Suministro de alimento balanceado con base en la biomasa



Contextualizando

Como se ha mencionado en la lección anterior, la alimentación es uno de los temas más importante en el cultivo de camarón, un mal manejo de alimento pudiera provocar el deterioro de la calidad del agua y de los fondos del estanque si se está sobre alimentando, lo que causará mucho estrés en los organismos y nos elevará los costos de producción. Por otra parte, si se proporciona menos alimento del requerido, no se satisfacen los requerimientos del camarón y estará más expuesto a enfermedades y no se desarrollará con la rapidez esperada. ¿Cuándo alimentar? ¿Cómo alimentar? y ¿Cuánto alimento ofrecer? son cuestionamientos de cuya respuesta puede depender la diferencia entre obtener una ganancia importante o no; en esta lección aprenderemos las bases para calcular la cantidad de alimento que se necesita en nuestro cultivo, de acuerdo con la cantidad y peso del camarón, determinado mediante los muestreos poblacionales y biometrías practicadas. Conoceremos las formas tradicionales y novedosas de distribución del alimento peletizado, como lo son la alimentación manual al boleado, mecanizada y automática, y el empleo adecuado de charolas de alimentación para un mejor control del alimento a suministrar.



¡Vamos a aprender!

¿Cuánto alimentar? Ajuste de la ración

Uno de los problemas con el cultivo del camarón es que el camaronero no puede observar a sus animales. Una vez sembradas las postlarvas, el camaronero no ve a sus animales hasta su cosecha final, excepto muestras pequeñas de vez en cuando. Los camarones no vienen a la superficie para alimentarse como la mayoría de los peces en cultivo. Además, cuando un camarón muere durante el cultivo, raramente flota, como lo hace un pez muerto, por lo general, se lo come otro camarón. Entonces, no hay indicador visual que permita al camaronero seguir de cerca la sobrevivencia en cada uno de sus estanques, haciéndose importante establecer muestreos periódicos de la población en los estanques para no alimentar a ciegas.

Como resultado de muchos proyectos de investigación, se ha podido establecer la cantidad de alimento que requiere un camarón según su tamaño. Ahora cada fabricante de alimento balanceado, y hasta casi cada granja camaronera, ya tienen su tabla de alimentación, en forma de un porcentaje de la biomasa por día, según el peso promedio individual. Estas tablas fueron las primeras bases para definir la estrategia de alimentación en estanques. A partir de la estimación del peso promedio individual, medido durante un muestreo semanal en cada estanque y de un modelo más o menos teórico de sobrevivencia semanal,

se puede estimar la biomasa que requiere ser alimentada, como vimos en una lección anterior. Las tablas dan una ración diaria "teórica" que se aplica al voleo.

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculada la Tasa o Factor de Conversión Alimenticia (TCA o FCA). La TCA es una medida del peso del camarón producido por kilogramo de alimento abastecido. El factor de conversión alimenticia en los animales es considerado mediante la relación del alimento consumido durante el periodo de engorde y el aumento de peso generado por el mismo. Esta medición nos permite estimar el valor nutricional en la cantidad de alimento otorgado y empleado en el cultivo de la especie. Ya que un animal ingiere mayor cantidad de alimento mientras más bajo sea el potencial nutricional del mismo. Por ejemplo, los alimentos de alta calidad son generalmente promovidos bajo el supuesto de que su uso resultará en Mejores Factores de Conversión (FCA), lo cual es usualmente cierto; muchas compañías del hemisferio este promueven FCA de alrededor de 1.8 (lb de alimento: lb camarón entero producido) con una tasa de crecimiento de 3g/10 días para el camarón tigre, *P. monodon*, usando sus líneas "premium" (las tasas de crecimiento de *P. monodon* son mayores que las especies del hemisferio oeste). Los alimentos de menor calidad pueden generar FCA alrededor de 2.5:1. Para granjas en Centro y Sud América, los valores de FCA pueden variar entre 1.2 y 1.8.

El determinar la cantidad de alimento que se va a proporcionar al camarón, debe tomar en cuenta diferentes factores que intervienen en el proceso de producción. Los más comúnmente utilizados hasta ahora y las nuevas tendencias, se detallan a continuación.

A. Mediante Tablas de Alimentación

Internacionalmente son escasos los informes sobre tablas de alimentación en la literatura especializada, la mayoría de los datos sobre esta temática se encuentran en propagandas de compañías productoras de alimentos balanceados que establecen diferentes criterios, basados en el nivel de proteína de este y el comportamiento del crecimiento de las especies de camarones peneidos más estudiados.

Las tablas de alimentación establecen tasas de acuerdo con un porcentaje de la biomasa de camarones del estanque, que se va reduciendo a medida que los animales aumentan de talla, de ahí la importancia de los muestreos poblacionales y de crecimiento para su correcta y eficiente utilización, los que deben realizarse con una frecuencia quincenal y semanal respectivamente. La base para el desarrollo de estas guías de alimentación es relativamente simple: un camarón juvenil de crecimiento rápido generalmente consumirá más alimento por unidad de peso corporal que uno más grande, sub-adulto que crece lentamente.

Las tablas de alimentación deben variar de acuerdo con la composición del alimento utilizado, disponibilidad de alimento natural, calidad del agua (concentración de oxígeno disuelto y temperatura del agua), así como de las especies de camarones, su edad, densidad de siembra y carga.

No existen tablas de alimentación "universales", estas deben ser ajustadas de acuerdo con las condiciones de cada granja y hasta de cada estanque.

Las guías de alimentación realmente solo son guías. Las estimaciones de las raciones diarias no pueden ser un estricto resultado de un cálculo matemático. Tal como se ha mencionado, hay múltiples factores que afectan directa o indirectamente el crecimiento del camarón: calidad de agua, estado fisiológico del camarón, cantidad de producción primaria y secundaria, etc.

Tabla 1.- Determinación de la tasa de alimentación por peso vivo del camarón en estanques de engorde en siembra directa a 12.5-18.5 postlarvas/m². Tomada de Fox, et. al. (2001)

Peso Promedio por camarón (g)	Tasa de alimentación (% peso vivo por día)
0.008	7 libras por ha por día
2.000	7 libras por ha por día
2.000	5.50
3.000	4.65
4.000	4.22
5.000	3.90
6.000	3.60
7.000	3.27
8.000	3.00
9.000	2.85
10.000	2.75
11.000	2.63
12.000	2.55
13.000	2.50
14.000	2.41
15.000	2.30
16.000	2.25
17.000	2.19
18.000	2.10
19.000	2.00
20.000	1.95
21.000	1.88
22.000	1.80

La determinación de la ración diaria es relativamente subjetiva y potencialmente costosa en operaciones semi-intensivas, y debe ser realizada por personal experimentado. El alimento debe ser usado de manera conservadora ya que, si no se administra bien, puede contaminar el fondo del estanque, e incrementar la demanda bioquímica de oxígeno (BOD) y la mortalidad. La "sobrealimentación" prolongada puede resultar en una acumulación de sulfuro de hidrogeno en los sedimentos anaeróbicos del estanque. Esto también puede causar un incremento en la mortalidad o que el camarón no se alimente por periodos

prolongados. Finalmente, grandes áreas del fondo requerirán eliminar el sulfuro de hidrogeno sulfurado a través de oxidación química. Contrariamente la "sub-alimentacion" puede resultar en tasas reducidas de crecimiento y mortalidad debido a estrés elevado y/o infecciones secundarias. Las guías de alimentación presentadas, han sido desarrolladas con base en resultados de operaciones comerciales exitosas semi-intensivas de camarón.

Tabla 2.- Sobrevivencia estimada de camarón por edad y peso en estanques de engorde de siembra directa. Tomada de Fox, et. al. (2001)

Edad (semanas)	Peso Vivo (g)	% Sobrevivencia
1	0.1	100.0
2	0.12	90.0
3	0.25	85.0
4	0.5	83.0
5	1.2	80.0
6	2.1	78.5
7	3.02	77.0
8	3.93	75.6
9	4.83	74.2
10	5.75	72.7
11	6.65	71.3
12	7.56	69.8
13	8.47	68.3
14	9.38	66.9
15	10.28	65.4
16	11.2	64.0
17	12.1	62.5
18	13	61.0
19	13.92	59.6
20	14.83	58.1
21	15.73	56.7
22	16.64	55.2
23	17.55	53.8
24	18.46	52.3

La efectividad de estas tablas depende de la precisión de la estimación de la población y de la determinación del promedio del peso vivo, vistos con anterioridad, debido a que las tasas de las tablas de alimentación están expresadas en porcentaje del peso vivo por día. La tabla inmediata anterior, muestra las sobrevivencias estimadas en función al promedio de peso y días.

El cálculo de la ración diaria de alimentación incorpora datos de dos tablas. Por ejemplo: un estanque sembrado directamente con 155,000 postlarvas por hectárea (15.5 postlarvas/m²). El peso promedio del camarón en la población es de 9.5 g tenemos que realizar el siguiente cálculo:

1. $\left(155,000 \frac{\text{postlarvas}}{\text{ha}}\right) \times (66.9\% \text{ sobrevivencia } *) = 103,695 \left(\frac{\text{camarones que sobreviven}}{\text{ha}}\right)$
2. $\frac{\left(103,695 \frac{\text{camarones}}{\text{ha}}\right) \times \left(9.5 \frac{\text{g}}{\text{camarón}}\right)}{1,000} = 985.10 \text{ Kg}$
3. $\frac{\left(985.1 \text{ kg} \frac{\text{camarones}}{\text{ha}}\right) \times (2.85\% \text{ tasa de alimentación**})}{\text{día}} = 28.07 \text{ kg} \frac{\text{alimento}}{\text{ha}}$.

Por ello, el estanque debe recibir una ración diaria de 28.7 kg de alimento.

* Se consulta la tabla 2; Supervivencia estimada de camarón por edad y peso cuando el peso promedio del camarón es 9.38 g

** Se consulta la primera Tabla 1; Tasa de alimentación diaria en relación con el peso vivo cuando el peso promedio de la población es 9 g.

Otra forma de calcular la ración de alimento diario con base en la biomasa total del estanque, calculada a partir de los muestreos semanales (hecho en la lección pasada de biometría y biomasa), es por medio de una regla de tres, en la que la biomasa total representa el 100% del peso de los organismos y el porcentaje de alimento diario en relación con el peso promedio, se obtiene de la tabla 1.

Por ejemplo, para un camarón de 21.0g, calculamos una tasa de alimentación del 1.8% (porcentaje del peso corporal representado por el alimento) de la biomasa, entonces:

$$4,198 \text{ kg} \text{-----} *100\%$$

$$\text{¿Kg de alimento?} \text{-----} **1.8\%$$

$$\frac{1.8\% \times 4198 \text{ kg}}{100\%} = 75.58 \text{ Kg de alimento}$$

*porcentaje del peso total de los organismos del estanque.

** porcentaje de alimento diario con relación al peso promedio de los organismos tomado de la tabla 1.

Por otro lado, también se puede estimar la Biomasa total de la población de camarones con base en la ración de alimento consumido por día, el peso promedio de los camarones y la tabla correspondiente de alimento según el peso promedio del camarón.

Por ejemplo:

En un estanque de 4 Hectáreas (40000 m²), el peso promedio semanal del camarón es de 21 g, el porcentaje de la biomasa corporal en alimento correspondiente para ese peso es aproximadamente del 1.8 % según la Tabla 1; el suministro y consumo máximo total de alimento por día mediante el control de los comederos es de 120 Kg.

Con estos datos, se puede obtener la biomasa de camarón a partir del cociente entre el alimento consumido y el porcentaje de la biomasa corporal, multiplicado por 100 %, por lo que:

$$\frac{120 \text{ Kg}}{1.8\%} \times 100 = 6,666.66 \text{ Kg de biomasa de camarón}$$

Luego, si quisiéramos obtener el número de individuos de la población del estanque, se convierte la biomasa hallada en Kg a g y se divide entre el peso promedio semanal, como sigue:

$$\frac{6,666.66 \text{ Kg} \times 1000 \text{ gr}}{21 \text{ gr. camarón}} = 317,460 \text{ camarones}$$

Ahora, la densidad de camarones por hectárea se puede obtener a partir del cociente entre el número de camarones en el estanque, dividido por el área del estanque; así:

$$\frac{317,460 \text{ camarones}}{4 \text{ Ha}} = 79,365 \text{ camarones por ha}$$

Una vez determinada la ración, es necesario averiguar si el incremento semanal de peso promedio es adecuado. Incrementos entre 0.85 y 1.20 gramos por semana son probablemente adecuados. Sin embargo, si el incremento de peso semanal cae por debajo de 0.7 gramos, existe la posibilidad de que el estanque esté subalimentado como resultado de una mayor sobrevivencia o un error en la siembra. Esto puede resultar en una subestimación de la ración. Por otro lado, si el incremento de peso promedio está entre 1.3 y 2.0 gramos, los operadores deben estar pendientes de una sobrealimentación como resultado de una densidad de siembra menor en el estanque.

El cálculo de la ración de alimento debe ser realizado semanalmente para todos los estanques para un seguimiento eficiente del crecimiento del camarón y de la conversión de alimento. Un mal manejo no solo puede afectar el crecimiento y sobrevivencia, sino también incrementar significativamente los costos de producción. El riesgo de problemas aumenta cuando los cálculos son bimensuales.

¿Como alimentar?

A. Al boleo: Manual o mecánica

Respecto a la manera de poner el alimento a disposición de los organismos en cultivo, las dos formas más comunes hasta ahora son:

1. la alimentación al boleo, es decir, esparciendo este sobre el estanque, distribuido lo más homogéneamente posible, y
2. la de proporcionarlo en charolas de alimentación y
3. empleando alimentadores automáticos.

Respecto a la primera forma de alimentación, esta se puede llevar a cabo manual o mecánicamente.

Para la alimentación al boleo de forma manual se puede hacer desde la orilla del estanque en carretillas o carros, o se pueden utilizar pequeñas lanchas, que hacen recorridos en zigzag por todo el estanque, cambiando el recorrido en el siguiente suministro, para alcanzar a cubrir la mayor superficie del estanque y evitar así que se acumule en ciertas áreas.



Alimentación de camarones al boleo de forma manual

En el segundo caso de alimentación al boleo, el suministro se lleva a cabo desde la orilla del estanque, utilizando carros con alimentadores

capaces de enviar y dispersar el alimento hasta distancias considerables. Entre los defectos de la alimentación al voleo están la posible degradación del fondo, especialmente si se aplica alimento en zonas poco visitadas por el camarón y/o si la sobrevivencia es menor de lo estimado, y el riesgo permanente de no percibir un cambio de comportamiento alimenticio de la población en cultivo, en caso de reducción del apetito por enfermedad, mortalidad o cambio climático, conllevando a concluir el ciclo de producción con un factor de conversión alimenticia excesivo.

A continuación, se describen las ventajas y desventajas de la alimentación manual, mecánica y los alimentadores automáticos.

Ventajas de la alimentación manual:

- ✓ El alimento puede ser distribuido eficientemente en estanques de cualquier tamaño.
- ✓ La competencia por el alimento se reduce al mejorar la distribución (comprobado con charolas).
- ✓ El viento y la lluvia no interfieren.

Desventajas de la alimentación manual:

- Se requiere una supervisión muy eficiente.
- El costo laboral es 12% superior y el de combustible 50% más alto que en la alimentación mecánica.
- La bioseguridad es más problemática debido al movimiento de equipo y personal, de un estanque a otro.

Ventajas de la alimentación Mecánica:

- ✓ La posibilidad de alimentar una superficie de 100 hectáreas con solo 3 empleados (la forma tradicional en lancha ocupa una persona por cada 4 hectáreas).
- ✓ El costo de un alimentador mecánico es poco menor que dos botes con sus motores, que servirían para alimentar 100 hectáreas.
- ✓ La frecuencia y logística de alimentación se pueden optimizar.
- ✓ Una camioneta pick up puede cargar el alimento y el alimentador.
- ✓ El costo del combustible es 50% más bajo.

Desventajas de la alimentación mecánica:

- Se requieren accesos y muros en buen estado.
- No es efectiva en estanques demasiado grandes (alcance de 30 m).
- El viento puede restringir la alimentación a solo un lado del estanque.
- El alimento se puede concentrar en ciertas áreas con efectos negativos al fondo del estanque.
- En períodos lluviosos se dificulta la alimentación.

Ventajas y Desventajas de los alimentadores automáticos.

Ventajas

- ✓ Proporciona alimento las 24 horas los 7 días de la semana, con dosis y tiempo de intervalos graduadas mediante un software.
- ✓ Reduce el factor de conversión alimenticia.
- ✓ Reduce la mano de obra.
- ✓ No desperdicia alimento balanceado esparciéndolo cuando el camarón así lo requiera mostrándolo según los niveles de actividad alimenticia que muestre.
- ✓ Aumenta el índice de sobrevivencia en los estanques de cultivo, ya que al no tener desperdicio no se fomenta la presencia de entes patológicos.
- ✓ Acelera el aumento de biomasa del camarón, al aprovechar la calidad total de los alimentos balanceados.
- ✓ Control alimenticio y monitoreo ambiental

Desventajas

- El precio de los alimentadores automáticos hace que el producto no sea muy accesible y que los productores se detengan al momento de invertir en estos equipos.
- El manejo y adecuaciones también son un factor que hacen un poco complejo el uso de estas herramientas

2. Uso de Charolas de Alimentación para el Cultivo de Camarón.

Con el incremento de enfermedades, y otras causas de mortalidad en estanques, que hacen variar la supervivencia y provocan malas sorpresas al momento de la cosecha, así como el incremento de varios costos de producción, como el combustible para el bombeo y el propio alimento balanceado, ciertos camaroneros buscaron mejorar el sistema de ajuste de la ración a las variaciones de las necesidades del camarón en alimento balanceado. Fue así como se implementó el uso de "comederos" o "bandejas" o "charolas" en los sistemas semi-intensivos.

Estos equipos ya estaban empleados rutinariamente por la industria camaronera intensiva de Taiwán en los años 80, sin embargo, los cultivos semi-intensivos latinoamericanos se desarrollaron en piscinas por lo menos 5 a 10 veces más extensas que los intensivos de Taiwán, obligando ciertos ajustes.

Camaroneros del Perú fueron pioneros en la aplicación de la alimentación completa en comederos para piscinas de hasta 12 hectáreas, y fueron seguidos por camaroneros de Honduras y de casi toda Latinoamérica. Sin embargo, muchos de ellos probaron modificar el sistema para reducir ciertos inconvenientes como el incremento en la carga laboral. De allí se concibió el sistema de charola "testigo" o "indicador" del apetito del camarón en la piscina. Este sistema se aplica con éxito en cultivo semi-intensivo de *P. monodon* en Asia y Madagascar.

Comederos o charolas de alimentación

El comedero es un dispositivo diseñado para contener alimento, su tamaño puede variar entre 0,50 y 0,80m de diámetro, debiendo permitir el fácil y completo acceso de los camarones. Cada comedero debe reunir ciertas características básicas que permitan su adecuado manejo, entre las principales tenemos: maniobrabilidad para una rápida medición del alimento sobrante y un peso adecuado que posibilite su monitoreo.

Se han definido dos tipos de comederos: el modelo Taiwanés (cuadrado) y el modelo modificado para el medio ecuatoriano (circular), este último es construido con uno o con doble marco de tubo de PVC (cloruro de polivinilo) de 3/4 de pulgada o 1 pulgada, relleno de arena para darle capacidad de hundimiento, a este marco se cose una malla preferentemente plástica, el diámetro del ojo de malla comúnmente usada es de 1 mm para todo el ciclo productivo.

Los comederos opcionalmente pueden llevar un objeto pesado para hacer más fácil su inmersión, antes de lo cual se sujetan por medio de cordeles a una estaca (2,5 m de longitud), debe tenerse en cuenta colocar la estaca en sitios previamente establecidos con suelo en buenas condiciones para facilitar y hacer más efectiva esta operación. Aunque también puede prescindirse de la estaca y usarse pequeñas boyas que tienen un cordel atado al comedero, con el fin de poder ubicarlos. Para una rápida localización en los turnos de alimentación nocturna se recomienda numerar o pintar la estaca. la vida útil promedio de los comederos es de 5 ciclos, y su mantenimiento es mínimo por ser de fácil limpieza. En el Brasil, predominan charolas circulares y el material empleado son la parte interna de neumáticos de automóviles.



Comederos tipo circulares

Instalación, localización y número de comederos

La instalación de los comederos es diferente en cada sistema de producción empleado, para los cultivos intensivos se recomienda instalarlos a partir del primer muestreo de crecimiento, generalmente entre los 20 o 30 días posteriores a la siembra. En los cultivos semi-intensivos es común la instalación más temprana de los comederos, de acuerdo a experiencias que demuestran que el camarón juvenil se acostumbra más rápido al consumo de alimentos pelletizados. Se indica que al ubicar los comederos deberían evitarse las áreas o zonas con alto nivel de materia orgánica, como canales interiores de drenaje hacia la compuerta de salida donde se han acumulado la mayor cantidad de sedimentos anaeróbicos. Se considera también una distribución de los comederos de acuerdo a la dinámica del estanque, colocando un mayor número en las zonas con una profundidad de por lo menos 80cm, lo cual es indicado como aceptable.

La cantidad de comederos utilizados puede aumentar dependiendo de la habilidad que tenga el productor para suministrar el balanceado, recomiendan en sistemas semi-intensivos que se utilicen de 15 a 20 por ha, incrementándose conforme aumenta la biomasa hasta 30/ha. Aunque también se recomienda utilizar una cantidad de 8 - 10 comederos por ha en piscinas pequeñas (< 1 ha). Otro criterio usado empíricamente es que las charolas deben ser introducidas en el estanque de forma equidistante en número proporcional a las densidades de cultivo de camarón (1 charola para cada 10.000 camarones). En cambio, cuando los comederos son usados para monitorear el consumo de alimento se recomienda un mínimo de 2/ha independientemente del tamaño de la misma.

Operación de comederos

Los comederos en determinada cantidad pueden ser manejados por una sola persona y para su adecuado control es necesario contar con canoas de fibra de vidrio, remos y un dosificador de alimento por cada operario, se recomienda establecer una ruta para cubrir todos los comederos de la piscina teniendo en cuenta la dirección del viento.

Un operario puede revisar cerca de 200 comederos en un período de 6 horas o por ración diaria, se recomienda que no se cambie de puesto continuamente al operario ya que esto

provoca desconcierto y el trabajo con los comederos pierde continuidad, generándose un mal manejo e información errática. Para los sistemas semi-intensivos un método preciso y cuantificado en cuanto a las reglas de ajustes de la alimentación total en comederos, pero que es riesgoso si el personal no capta el nivel de precisión requerido, como se muestra en la siguiente tabla.

Ajustes recomendados a la tasa de alimentación basados en el promedio de alimento sobrante en el comedero (Bador, 1998) Citado por Molina Poveda, et. al. (2008)

Cantidad promedio (%) de alimento remanente en el comedero	Ajuste de la tabla de alimentación
0	Incrementar 10%
< 10%	Mantener la misma ración
10 - 25%	Reducir 10%
25 - 40%	Reducir 20%
> 40%	Suspender la ración

El ajuste de alimentación en cultivos intensivos puede efectuarse tomando en consideración población, crecimiento y estado del camarón examinado en el sitio (Tabla 4). Las raciones al inicio del cultivo son pequeñas, especialmente en casos de siembra directa. Normalmente no se alimenta en comederos las dos primeras semanas ya que estudios con diferentes especies de camarón demuestran que habiendo fertilizado correctamente la piscina (orgánica o inorgánica) las larvas tienen suficiente alimento en el plancton y bentos presente.

Ajustes recomendados a la tasa de alimentación basados en el promedio de alimento sobrante en el comedero (Akiyama y Polanco, 1995) Citado por Molina Poveda, et. al. (2008)

Cantidad promedio (%) de alimento remanente en el comedero	Ajuste de la tabla de alimentación
0	Aumentar 20 - 30%
< 5 %	Mantener la misma ración
> 5 %	Reducir 5%
Requerimiento fuerte	Aumentar 40%

Mejoras en el Manejo y en el diseño de las charolas

Factores asociados al manejo y al diseño de las charolas, que antes eran ignorados, ahora están siendo considerados puntos críticos para mejorar los niveles de conversión alimenticia. La pérdida de ración en el momento de alimentar, ocurre cuando es colocado el alimento en la charola y ocurre también durante el trayecto de la charola, es decir desde que es soltada en la superficie del agua hasta llegar al fondo del estanque.

Experimentos realizados en laboratorio demostraron que la velocidad ideal para el descenso de los comederos es de 10 cm/seg. El uso de comederos sin la segunda boya, apropiada al peso de la charola, proporciona pérdidas de ración que varían en torno de 8,0% a 83,4 % del peso colocado en la misma. Tales porcentajes varían en función de la profundidad del estanque, la velocidad de sumergida del comedero, el choque con el suelo, la densidad del agua, la cantidad de ración colocada, la velocidad de levantamiento de la charola, entre otros, como suciedad en los comederos y la sumergida irregular. La caída de la ración de la charola puede llevar al funcionario a concluir que todo el alimento ofrecido está siendo consumido, generando sobre estimaciones de consumo y excesos en la alimentación. La expulsión de la ración de la charola es resultado de innumerables factores, la mayoría por falla humana. Puede ser utilizado también el uso de pedazos de madera para que el comedero no toque el fondo, lo que reduce tanto las suciedades como la misma posibilidad de aplastar camarones. Con el objetivo de disminuir pérdidas, algunos productores utilizan un cono de PVC de 150 mm de diámetro, con un lastre de plomo en su parte inferior para llevar la ración al fondo del estanque juntamente con la charola.



Los comederos tradicionales vienen siendo equipados con pertrechos que varían desde los bordes más elevados en los costados, pies de PVC y/o maderas fijadas en la base hasta boyas dobles en las cuerdas. La suma de estas mejoras tiene como objetivo impedir la salida de ración, amortiguar el impacto de la charola con el fondo, reducir la velocidad de bajada y propiciar un mejor equilibrio horizontal del comedero en el momento del hundimiento. Con esto, comenzaron también a prosperar innumerables ideas de nuevos diseños para las tradicionales charolas de alimentación, algunos cuestionables en relación con su eficiencia, otros más persuasivos. Recientemente han surgido charolas industriales manufacturadas de tubos de PVC o polipropileno, y algunas de estas ya contemplan algunas mejoras alcanzadas en granjas camaroneras.

3. Alimentación con alimentadores automáticos.

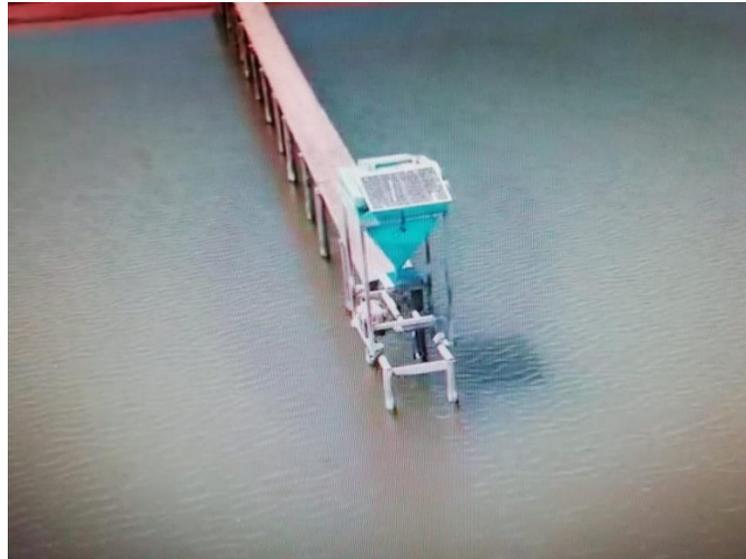
Aunque los alimentadores automáticos se han utilizado en la cría de peces, los sistemas de alimentación automática para el cultivo de camarones fueron recientemente desarrollados en Tailandia, donde se utilizan con éxito en más del 60% de los productores de camarón en el país. Los alimentadores automáticos son equipos que tienen la capacidad

de dispensar alimentos secos para camarones y peces en diversas formas gránulos y pellets en el estanque, de manera controlada y durante un tiempo estipulado.

La automatización de un proceso consiste en la sustitución de aquellas tareas tradicionalmente manuales por las mismas realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatismo. Se describe este proceso como la creación de maquinarias más el empleo de componentes como sensores, actuadores y controladores que le permiten ejecutar aquellas tareas consideradas pesadas, peligrosas y repetitivas para el ser humano; facilitando la gestión de operaciones y minimizando costos. Recientemente se opera la alimentación asistida por software, que consiste en un alimentador automático que realiza el proceso varias veces al día pero de forma temporizada, de manera que la alimentación se hace dosificada basados en el sistemas acústicos de alimentación de camarones a través del ruido emitido por los crustáceos al momento de alimentarse, lo que se analiza a través de un dispositivo llamado hidrófono que envía los datos, que permiten que los algoritmos del software de control alimenticio y monitoreo ambiental realicen el control del ritmo de alimentación y se informa al biólogo responsable de la camaronera a través de una PC o asistente digital personal, lo que permite adaptar el ritmo de alimentación en caso de requerirse.

Los alimentadores automáticos son muy adecuados para grandes estanques ya que están diseñados para distribuir alimento en un radio de aproximadamente 10 m. La eficiencia de una máquina de alimentación se relaciona con el tamaño y la forma del estanque. La máquina de alimentación debe ser colocada en un pequeño muelle que se extiende de 12 a 15 m hacia el centro del estanque y se coloca en la zona más profunda. El surtidor del distribuidor de alimento debe estar a unos 60 -80 cm por encima de la superficie del agua. Cuanto más alto se coloca la máquina, mayor será el radio de distribución de alimento. Si se necesitan dos máquinas de alimentación para un estanque, deben ser colocadas paralelas entre sí y a 25 -30m de distancia entre ellas, para que la distribución del alimento no se superponga. Si el estanque es largo y estrecho, las máquinas deben ser colocadas en los extremos opuestos.

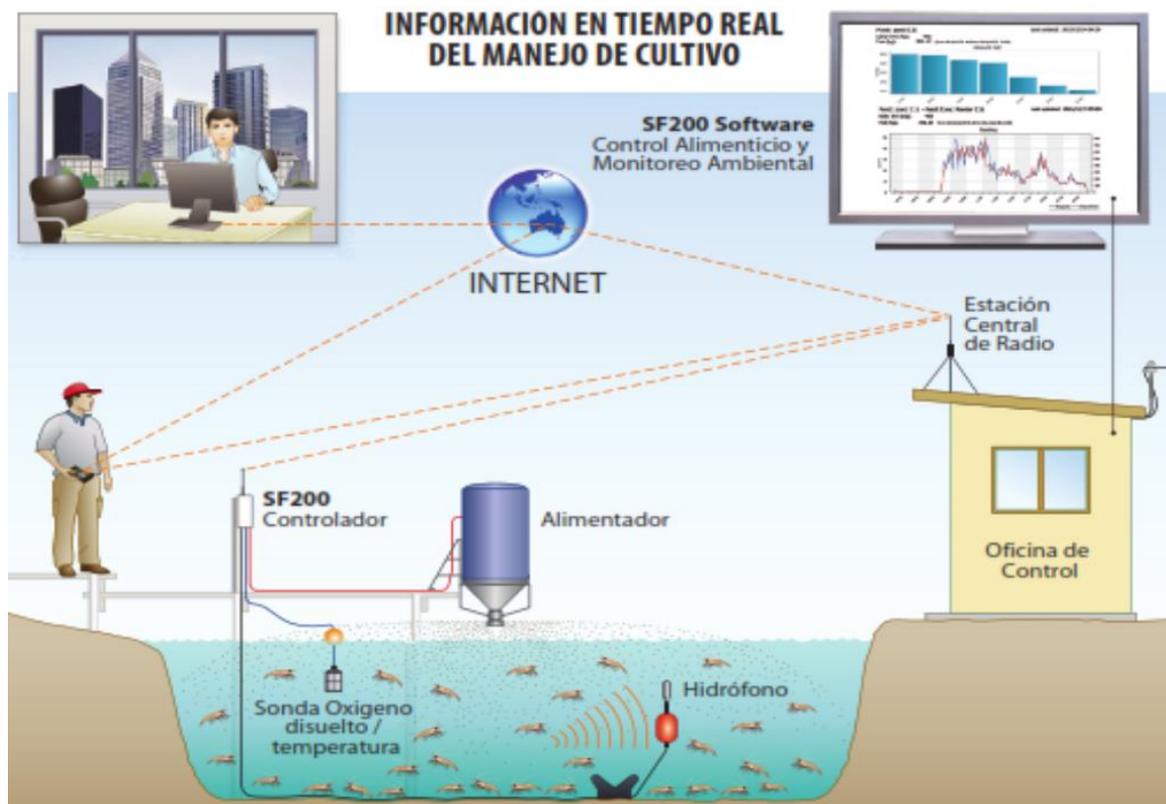
El alimento distribuido por la máquina no debe estar demasiado cerca de aireadores, debido a que la corriente causada por los aireadores podría empujar el alimento a donde el camarón no lo puede alcanzar fácilmente.



Comedero automático y muelle que comunica al comedero con el bordo

Las máquinas automáticas de alimentación se deben utilizar primero cuando el camarón tiene de 15 a 25 días de edad o cuando los productores comienzan a usar pellets de 1,8 a 2,0mm de diámetro. Antes de eso, la alimentación se debe hacer con los métodos tradicionales. Algunos productores tailandeses empiezan a utilizar los alimentadores automáticos cuando se realizan las primeras estimaciones de la tasa de supervivencia y el tamaño de los camarones.

Un conjunto de temporizadores controla el tiempo de difusión de alimento en intervalos de unos pocos segundos a varios minutos, dependiendo de la dosis deseada de alimentación, tamaño de camarones y biomasa. La mayoría de los productores comienzan con tiempos de distribución e intervalos más cortos cuando los animales son pequeños, pero a medida que el camarón crece, los períodos e intervalos se hacen más largos. Otro tipo de temporizador controla los periodos de tiempo en que los alimentadores automáticos trabajan durante el día. Algunos productores prefieren períodos de 7 a.m.-8 p.m., y otros utilizan los alimentadores automáticos las 24 horas del día.



Esquema del sistema de alimentación por ecosonar AQ1

Para evaluar el consumo de alimento se usan bandejas de alimentación, pero sólo se necesitan dos bandejas para cada máquina de alimentación. La primera bandeja debe estar situada a 1,5-2,0m de la máquina, y la segunda bandeja colocada a unos 6,0 -8,0 m de distancia. No se debe permitir que toquen el fondo del estanque, pero deben ser suspendidas a 10 -15cm por encima del fondo.

Las bandejas deben utilizarse cuando se distribuye mucho alimento, o al menos tanto como en otras áreas. Nada de alimento debe ser aplicado manualmente en las bandejas. Los productores suelen revisar las bandejas cada dos horas, cuatro o cinco veces al día. Si hay restos de alimentos en las bandejas, la máquina de alimentación debe ser ajustada para intervalos más largos entre las dispersiones de alimento, o la tasa de distribución puede reducirse. Idealmente, nada de alimento debe ser dejado en las bandejas. Los productores deben verificar los pesos medios de los camarones cada semana y ajustar las tasas de alimentación según sea necesario.

Fuentes

- Bador, R.F. 2000. Uso de charolas de alimentación para el cultivo de camarón en Sudamérica. pp 540-549 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del

IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México

- Boyd, C. E. 2001. Managua. Prácticas de manejo para reducir el impacto ambiental del cultivo de camarón. En Haws, M. y Boyd, C. E. (eds.) (2001) Método para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Imprenta UCA, 267-295pp.
- Cuéllar Anjel, J., C.; Lara, V.; Morales, A.; De Gracia y García Suárez, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA, C.A. pp. 132.
- Fox, J., Granvil, D. y Sánchez, D. 2001. Nutrición y manejo del alimento. En Haws, M. y Boyd, C. E. (eds.) (2001) Método para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Imprenta UCA, 65-90pp.
- Limswan, C. y Ching, C.A. 2013. Alimentación automática: la nueva opción de los productores de camarón para mejor crecimiento, conversión de alimento. Global Aquaculture Advocate / Global Aquaculture Alliance. Consultado 23 mar 2014. Disponible en <http://www.gaalliance.org/mag/2013/SP-Mar-Apr/download.pdf>
- Molina-Poveda, C.; Quadros, W.; Martínez-Córdova, L. y Fraga, I., 2008 Dosificación y distribución del balanceado en granja. En: Molina Poveda, C. y Villarreal Colmenares, H., (Eds). Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón. La Paz, B.C.S.: CIBNOR, S.A. , CYTED y PRONACA, 2008. 68-82pp.
- Chávez, S. M. C. e Higuera C.I. (2003). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria. (1a Ed.). México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., P.92
- Molina Poveda, C.; Nolasco Soria, H.; Vega, F.; Casillas Hernández, R.; Carrillo, O.; García Galano, T y Martínez-Córdova, L. 2008. Factores que afectan el consumo. En Molina Poveda, C. y Villarreal Colmenares, H. (Eds). Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón. CIBNOR, S.A. , CYTED y PRONACA, La Paz, B.C.S. 53-68pp.



Actividades de aprendizaje

Responde las siguientes preguntas

1. ¿Por qué se dice que uno de los problemas con el cultivo del camarón es que el camaronero no puede observar a sus animales?

2. Explica por qué la alimentación del camarón en cultivo debe ser realizada por personal experimentado. ¿Por qué es importante la capacitación?

3. ¿Cómo funciona un equipo alimentador automático para alimentar al camarón?

4. Enlista las ventajas del uso de alimentadores automáticos.

5. La alimentación durante los periodos de incremento de actividad (es decir, durante la noche) puede resultar en mejores consumos de alimento y, por tanto, mejores factores de conversión (FCR). ¿Qué es el TCA o FCA?

6. ¿Por qué es extremadamente importante que los pelets se distribuyan uniformemente en el estanque? Explica.

7. ¿Cómo funciona un equipo alimentador terrestre para alimentar al camarón?

8. Explica detalladamente que datos debe tener las tablas de alimentación.

9. Explica cómo se usan las tablas de alimentación para camarón.

10. Describe una bandeja o charola de alimentación y explica cómo se usan.

11. Menciona las ventajas y desventajas de la alimentación mecánica.

12. Enlista las mejoras en el manejo y en el diseño de las charolas.

13. ¿Qué acciones mal realizadas provocan la caída del alimento al sumergir las charolas?

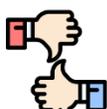
14. Enlista los factores que influyen en el consumo del alimento del camarón

Resuelve el siguiente Problema de tablas de alimentación

Empleando las tablas de alimentación del manual, calcula la biomasa, sobrevivencia y la cantidad de alimento que se debe proporcionar a un estanque de 6.5ha a las 12 semanas de cultivo. La siembra inicial fue de 18 postlarvas /m²

DATOS	OPERACIONES	SOLUCIÓN
Tamaño del estanque en m ²	Si 1ha = 10,000 m ² 6.5 ha = ?	
Densidad inicial (Pl's/m ²)	18 postlarvas = 1m ² Cuántas Pl's en los m ² totales?	
Sobrevivencia estimada a las 12 semanas de cultivo:	Toma en cuenta la tabla a las 12 semanas	
Peso en gramos del camarón a las 12 semanas:	Solución en la tabla	
Total de camarones a las 12 semanas	Sobrevivencia estimada a las 12 semanas de cultivo	
Densidad final (Pl's/m ²)	Total de camarones a las 12 semanas / Tamaño del estanque en m ²	

Biomasa a las 12 semanas de cultivo	Total de camarones a las 12 semanas X Peso individual del camarón	
Tasa de alimentación por peso vivo	Solución en la tabla	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la influencia del uso de alimentos de alta calidad en el desarrollo y crecimiento del camarón en cultivo, reflejada en el FCA.			
Comprendo la importancia de los muestreos poblacionales en el cálculo de las raciones de alimento.			
Puedo describir las bases del uso de las charolas como indicadoras de la alimentación de camarones.			
Distingo los diferentes métodos que se emplean para proporcionar alimento a los crustáceos en cultivo.			
Conozco las características físicas de los alimentos que me sirven para identificar productos de primera calidad.			
Puedo explicar cómo funciona un alimentador automático para acuicultura, equipado con hidrófono.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Cría y proceso de camarón en Sinaloa
<https://www.youtube.com/watch?v=S6SvytcgcQs>
- El sistema Peruano y la charola-indicador del apetito en piscinas
https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/33bador.pdf
- Cañon Alimentador acuicola FFF para peces y camarones - PROAQUA
<https://www.youtube.com/watch?v=IW5SzmdAN88>
- Alimentador solar automático por radio frecuencia RF
<https://www.youtube.com/watch?v=Ue3uRPdhLDA>
- Eficiencia de los Alimentadores Automáticos para Camarón.
<https://www.youtube.com/watch?v=k8W110HOT6o>

Cosecha crustáceos



Contextualizando

Después del proceso de la siembra de postlarvas de camarón utilizando el proceso de engorda en un sistema semi intensivo con el uso de estanquería, se llega a un proceso donde los productores de camarón deciden la fecha de su cosecha sobre todo basados en el tamaño del camarón (peso corporal promedio óptimo de los camarones en el estanque en particular, determinado mediante muestreos poblacionales periódicos), y teniendo en cuenta las demandas del mercado.

Por lo que antes de iniciar la cosecha, se debe elaborar un plan donde quede definido en cada paso quién, cuándo, cómo y dónde deben cumplirse las actividades de la operación, personal, materiales y equipo. Además, para asegurar la preparación de los estanques y el cumplimiento de los tiempos de retiro de los alimentos medicados

Para la cosecha, el productor considerara cuidadosamente la condición de los camarones, para lo cual, se lleva a cabo un muestreo preliminar con un pequeño número de camarones para comprobar y determinar:

- Tamaño apropiado
- Buen estado sanitario (ausencia de enfermedades en ese momento)
- Características organolépticas apropiadas
- Condiciones físicas aceptables según las exigencias del mercado.

La calidad que los camarones presentan al momento de su llegada a la planta de proceso depende de los cuidados y precauciones tomadas en los días previos a la cosecha, así como también durante la realización de la misma.

Un manejo inadecuado del producto durante la cosecha puede ocasionar pérdidas de la calidad e inocuidad y con ello pérdidas económicas y riesgos para la salud humana. En la presente lección se brindarán los elementos necesarios para este proceso.



¡Vamos a aprender!

Durante la producción, el monitoreo de rutina sobre el tamaño, cantidad y condición del camarón realizado mediante biometrías y poblacionales brindan una excelente oportunidad para juzgar la calidad e inocuidad del camarón, tomando acciones anticipadas en caso de ser necesario, ya que una vez que se ha cosechado, no hay mucho que el acuicultor o procesador pueda hacer para corregir ciertos problemas de la calidad e inocuidad.

La relevancia de este proceso se relaciona con la elaboración de un plan de cosecha para establecer el personal, el material, el equipo y la logística general en cuanto a recepción y salida de las unidades de transportación del producto.

Para lograr estas condiciones donde las observaciones y análisis sobre la talla de los organismos forman parte de lo denominado “precosecha, se recomienda que antes de 15 días de la fecha de cosecha, se realicen los muestreos para determinar estas características de los camarones y tomar acciones para asegurar la calidad del producto.



Muestreo de camarones para determinar su calidad antes de decidir la cosecha del estanque (Fotografía tomada de J.Cuellar-Anjel y C.Lara 2010)

Una situación que afecta la calidad del camarón es la alta concentración de bacterias y algas, principalmente las cianobacterias y actino bacterias. Estos agentes producen mal olor y sabor al camarón (a “choclo”), problemas durante el cocido como hepatopáncreas oscuros o reventados y, cabezas flojas. Sólo deben cosecharse los estanques con olores y sabores aceptables. Como es difícil eliminar ciertos sabores naturales después de la cosecha, el camarón debe mantenerse en los estanques hasta que estos sabores sean purgados.

Cuando el camarón se cosecha con alimentos todavía dentro de su sistema digestivo se produce una coloración rojiza dentro del cefalotórax. Otros colores pueden aparecer dependiendo de la dieta del camarón, se recomienda retirar la alimentación entre 24 y 48 horas antes de la cosecha, para evitar que la repleción (que quede repleto o lleno) por alimento en descomposición dentro del camarón luego de la cosecha, cause problemas en el hepatopáncreas durante el procesamiento.

El camarón debe ser tratado en la granja para prevenir el desarrollo de melanosis (manchas negras) y para reducir el potencial de bacterias nocivas. Los tratamientos de las manchas negras (bisulfitos o Everfresh) son más eficaces si se aplican inmediatamente después de cosechar, incluso mientras el camarón está todavía vivo.

Cuando se utilice metabisulfito u otro preservante durante la cosecha, los mismos deben manejarse de manera adecuada y responsable, a fin de cumplir con los requisitos exigidos por los países importadores. Para ello, se deben utilizar las cantidades indicadas por la planta de proceso para el producto que se esté utilizando. El MetaBisulfito de Sodio BASF actúa como agente conservante y anti-oxidante. Es principalmente utilizado en la industria pesquera y acuícola para evitar el desarrollo en especies de crustáceos y peces, de la melanosis.



(Fotografía tomada de <https://inversiones247.com/metabisulfito-de-sodio-e223-metabisulfito-de-sodio-basf/>)

El tratamiento más eficaz es colocar el camarón que va a ser tratado en un cesto, luego sumergirla en la solución de inmersión de 1,25% sulfitos por 1 a 3 minutos. Seguidamente, el camarón se drena, se enjuaga y después se almacena en hielo para ser transportado a la planta procesadora.

Durante el proceso de cosecha, es de gran importancia tener personal con experiencia y entrenado para dirigir las acciones, que no presente condiciones de salud deteriorada (heridas, infecciones respiratorias o digestivas y otras infectocontagiosas) y llevar registros adecuados por cada recipiente de cosecha, con respecto a la cantidad de hielo, cantidad de camarón, tiempo de llenado, tiempo de captura por cada alzada y cantidad de metabisulfito. Estos registros son parte de la rastreabilidad (trazabilidad) y permitirán hacer correcciones oportunas en caso de pérdida de la calidad del producto.

El nivel del agua en el estanque debe bajarse lo suficiente para permitir una cosecha rápida y completa, el personal responsable de cuadrillas de cosecha debe tener un buen conocimiento de todos los estanques para determinar correctamente el nivel de agua óptimo para comenzar la cosecha.



Procedimientos en la cosecha de camarón, bajando los niveles de los estanques para extraer el organismo y limpieza como parte de los procedimientos de buenas prácticas. (Fotografía tomada de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivo-del-camaron-marino/>)

Debido a que muchos estanques dentro de una granja pueden ser diferentes, no hay sustituto para la experiencia. Idealmente, una cosecha de estanque debe concluirse en unas pocas horas (4 a 8, dependiendo del área del estanque) para mantener los camarones en buenas condiciones. Cuando se baja el nivel del agua, debe hacerse con cuidado a fin de no estresar al camarón, lo que generalmente induce una muda masiva.

Es importante el vaciado completo del estanque (esto se logra quitando tabloncitos paulatinamente durante el día anterior a la cosecha) de modo que todo el camarón salga por gravedad y no se tenga que recurrir a atarrayas o redes de arrastre, técnicas poco recomendables, es preferible recurrir a la cosecha mecánica.



Uso de una bomba de cosecha en un estanque de una granja de camaronera, equipo con el cual se logra una mejor calidad del producto (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010)

Las cosechadoras mecánicas permiten una recolección más rápida de grandes cantidades de camarones de los estanques, y requieren menos gente que la cosecha manual.

Si la cosecha es manual o mecanizada, el personal que participa siempre debe estar al tanto del tiempo y de la temperatura. Los camarones deberán enfriarse tan pronto como sea posible cuando se remueven del estanque, y esto se logra mediante la inmersión del camarón en un tanque con agua y hielo. Después de retirar los camarones de este tanque, se pueden colocar en cajones o cestas plásticas de 30 o 40 litros o en contenedores (500 a 1,000 l); ambos funcionan correctamente si se siguen los procedimientos adecuados. Si se usan bins para procesarlos y transportarlos, los bins por lo general ya están llenos parcialmente con la mezcla adecuada de hielo suspendido en agua (50 por ciento de hielo y 50 por ciento de agua) por cada 400 kg de camarones.



La cosechadora de camarón permite extraer el producto del agua separándolo de la misma y destinándolo en el recipiente correspondiente. Fotografía toma de <https://seinmex.com/productos/>

La calidad del hielo usado en las cosechas y plantas de proceso, debe cubrir los estándares internacionales de agua potable establecidos por la FAO y la OMS. Los camarones cosechados deben ser enhielados de forma inmediata y en la medida en que van saliendo del estanque. Ya que se debe manejar de manera rápida y eficiente y que muera por choque térmico para no afectar su calidad. Además, por ningún motivo se debe romper la cadena de frío durante el transporte a las plantas de proceso o mercados.



El uso del hielo es fundamental para poder llevar a cabo la cosecha por lo que se debe de tener una fuente estable y de excelente calidad para así mantener el producto lo más fresco posible, evitando la descomposición y malos olores del camarón (Fotografías tomadas de IRNA 2019 y Cosaes 2015)

El agua utilizada para enfriar los camarones y/o para el tratamiento de SMBS debe cumplir con todas las normas requeridas para la calidad microbiológica de alimentos y la inocuidad. El hielo utilizado para la cosecha y en el procesamiento al lado del estanque o en la granja debe fabricarse con agua potable que cumpla con las normas internacionales microbiológicas pertinentes.

La temperatura de la mezcla de hielo/agua y los camarones se debe controlar con un termómetro, no por la sensación de la mano. La temperatura en el núcleo o centro de los camarones se debe bajar lo más rápidamente posible hasta por debajo de 2-3°C para frenar rápidamente todas las reacciones bioquímicas que provocan un debilitamiento irreparable del tejido.



Proceso del enhielado inmediato durante una cosecha en una granja camaronera, produciendo la muerte de los camarones por choque térmico e iniciando de esta manera la cadena de frío. Fotografía: J.Cuellar-Angel et. al., 2010

Este uso de la sal resulta en una reducción significativa del consumo de hielo durante la cosecha, con una manera más eficiente para alcanzar las temperaturas más bajas deseadas para el producto. La falta de control de las temperaturas conduce inevitablemente al fenómeno de “cabeza roja” en camarones, que degrada la calidad del producto.

Según varios manuales de buenas prácticas y por la experiencia de los operarios de una granja, el mejor momento para llevar a cabo el proceso de la cosecha pueden ser durante las primeras horas de la mañana o llevar a cabo durante las horas de la tarde y la noche ya que las temperaturas suelen ser más suave y más adecuadas. Para así, evitar las temperaturas altas y su impacto en la descomposición del tejido muscular del organismo posterior a su muerte. Puede variar debido a la capacidad de producción de las granjas, por las condiciones del organismo (por situaciones de enfermedades, el clima) entre otros puntos.



Procedimientos de buenas prácticas y manejo de buena calidad, se cosecha el camarón y es puesto en jivas con hielo listo para llevarlos a las plantas procesadoras, mercados o restaurantes para su consumo. Fotografías tomadas de <https://tusbuenasnoticias.com> y <https://laprensadesanluis.wordpress.com>)

También se tienen que tomar en cuenta otros procesos de inocuidad aparte de los procesos de cosecha antes mencionados:

- Los operarios en la actividad de cosecha deben cumplir con los requisitos mínimos sanitarios y cualquiera que presente síntomas de enfermedad, debe ser excluido de la actividad de cosecha hasta su recuperación. De igual manera, el cumplimiento de las medidas de seguridad laboral, reducirán el riesgo de que los operarios tengan algún accidente.

Es importante que los operarios porten ropas limpias y eviten el uso de implementos que puedan ser vehículos de contaminación del producto cosechado. Los equipos utilizados en la cosecha, deben estar limpios y ser desinfectados para asegurar la inocuidad del producto

Es importante desarrollar un sistema de análisis de peligro y puntos críticos de control (HACCP = APPCC) en la granja, es considerado importante para garantizar la inocuidad del producto cosechado en cada estanque. Un sistema APPCC- Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control tiene fundamento científico y carácter sistemático, permite identificar peligros específicos y medidas para su control y está basado en la aplicación de técnicas y bases científicas para los procesos de producción de alimentos. Tiene importantes beneficios como:

- Es más económico controlar el proceso que el producto final.
- Implica medidas preventivas que evitan la pérdida de lotes enteros y del tiempo empleado.
- Los controles durante el proceso permiten respuestas rápidas cuando son necesarias y la oportuna adopción de medidas correctivas en los casos de desviación y
- Los alimentos presentan un mayor nivel sanitario que se traduce en reducción de reclamos, devoluciones, reproceso y rechazos para quien lo produce, elabora, comercializa o transporta.

Es importante y necesario realizar un muestreo y/o gramaje al finalizar la cosecha, con la finalidad de establecer promedios y/o parámetros de preclasificación enviados a la empacadora y comparar los resultados de la clasificación que realice la empacadora, además nos sirven para completar la bitácora del estanque. Una vez que la cosecha ha terminado, el camarón debe ser enviado tan pronto como sea posible a la planta de empaque.

Fuentes

- Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).

- Haws, M.C., Boyd, C.E, y Green, B.W. 2001. Buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón en Honduras. Ed. Coastal Resources Center University of Rhode Island. U.S.A.101 pp.
- Chávez Sánchez, M. y Higuera Ciapara, I., 2003: Manual de Buenas Prácticas de producción acuícola del camarón para la inocuidad alimentaria. SENASICA, CIAD, A.C. Unidad Mazatlán, Sinaloa, México. 10 14 pp.
- Cuéllar Anjel, J., C.; Lara, V.; Morales, A.; De Gracia y García Suárez, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA, C.A. pp. 132
- Alva Moreno, M., Gaxiola Sáenz, L.M., y Alcalá Gonzales, H.M. 2003. Protocolo sanitario para el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) Baja California México. 42 pp.
- Hervé Lucien, B. (21 de octubre 2016). Decisiones críticas para la cosecha y empaque de camarón parte 1. [aquaculturealliance.org https://www.aquaculturealliance.org/advocate/decisiones-criticas-para-la-cosecha-y-empaque-de-camaron-parte-1/](https://www.aquaculturealliance.org/advocate/decisiones-criticas-para-la-cosecha-y-empaque-de-camaron-parte-1/)
- Hervé Lucien, B. (31 de octubre 2016). Decisiones críticas para la cosecha y empaque de camarón parte 2. [aquaculturealliance.org https://www.aquaculturealliance.org/advocate/decisiones-criticas-para-la-cosecha-y-empaque-de-camaron-parte-2/](https://www.aquaculturealliance.org/advocate/decisiones-criticas-para-la-cosecha-y-empaque-de-camaron-parte-2/)
- Hervé Lucien, B. (4 de noviembre 2016). Decisiones críticas para la cosecha y empaque de camarón parte 3. [aquaculturealliance.org https://www.aquaculturealliance.org/advocate/decisiones-criticas-para-la-cosecha-y-empaque-de-camaron-parte-3/](https://www.aquaculturealliance.org/advocate/decisiones-criticas-para-la-cosecha-y-empaque-de-camaron-parte-3/)



Actividades de aprendizaje

Indica si la siguiente oración es Falsa (F) o verdadera

Oración	F	V
Cuando el camarón se cosecha con alimentos todavía dentro de su sistema digestivo se produce una coloración rojiza dentro del cefalotórax.		
El MetaBisulfito de Sodio BASF actúa como agente conservante y anti-oxidante en el cultivo de camarón.		
Si se rompe la cadena de frío en el transporte del camarón, no se afecta el producto, siempre que actúes rápidamente para volver a ponerlos en hielo.		
Las cosechadoras mecánicas limitan una recolección rápida de grandes cantidades de camarones de los estanques.		
Cualquier persona puede apoyar en el proceso de cosecha del camarón para facilitar el proceso.		
La melanosis es una de las enfermedades que afectan al cultivo del camarón.		
Durante la cosecha no es necesario realizar un muestreo y/o gramaje al finalizar la cosecha.		

Una alta concentración de bacterias y algas, principalmente las cianobacterias y actino bacterias no representan ninguna afectación para la producción de camarón.		
El tamaño apropiado, el buen estado sanitario (ausencia de enfermedades en ese momento) y las características organolépticas apropiadas, no son elementos importantes durante la cosecha de camarón.		



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia de implementar Buenas Prácticas de Manejo en el camarón en cultivo para obtener producto inocuo de alta calidad.			
Reconozco las alteraciones en la calidad del producto cosechado, resultados de un mal manejo en la cosecha.			
Comprendo la importancia de los muestreos previos a la cosecha de camarón para obtener las más altas ganancias.			
Conozco las características físicas de los alimentos que me sirven para identificar productos de primera calidad.			
Puedo explicar detalladamente y paso a paso las operaciones para la cosecha manual o mecánica de un estanque de camarón.			
Reconozco la importancia de la cadena de frío que se debe mantener en el producto desde que sale del estanque hasta que llega al consumidor.			



Para saber más

- Cosecha de camarones. https://www.youtube.com/watch?v=FPAA_PEHg5s
- Cosecha de camarón en Ecuador. <https://www.youtube.com/watch?v=8lxnoP42SnY>
- Producción acuícola del sur de Sonora: proceso de cosecha de camarón de granja: <https://www.facebook.com/126413310795698/posts/3622759667827694/?flite=scwspnss>
- Producción de camarón. <https://www.youtube.com/watch?v=u9fv1Fu-xzo>
- Cosechando camarón con cosechadora en Acuícola los ahumada
<https://www.youtube.com/watch?v=UxwQfV3b7mo>

Buenas prácticas en la producción: inocuidad y sanidad acuícola



Contextualizando

En todo lo referente al proceso del cultivo de camarón en sistemas semi intensivos con el uso de estanquería de engorda, comprende un período de cuidados en el que las crías alcanzan las características que las hacen aprovechables comercialmente y es fundamental procurar una vigilancia de la salud de los animales durante su manipulación

Con el propósito de que el encadenamiento desde la producción al consumo de los alimentos garantice la preservación de la calidad y la inocuidad, se han concebido unas estrategias de calidad en cada fase del proceso, que permiten alcanzar el objetivo de obtener un alimento inocuo y de calidad.

Tales estrategias se conocen con el nombre de *"Buenas Prácticas"*, que en términos generales son las condiciones y prácticas operativas básicas, necesarias para la producción primaria de alimentos inocuos.

Estas prácticas establecen un proceso racional y documental para asegurar la calidad de los productos, identificando con precisión los procedimientos más adecuados en la producción, transformación, transporte, preparación y aun el consumo de los alimentos.

En este sentido, el establecimiento de Buenas Prácticas en las explotaciones acuícolas hace parte de una estrategia integral para vincular el eslabón de la producción rural en un sistema de aseguramiento de calidad que involucra los otros eslabones de la cadena alimentaria, como la transformación, el transporte y la comercialización. La estrategia de Buenas Prácticas puede responder o derivarse de una norma oficial o ser adoptada como un sistema de autorregulación por parte de los productores. Tal vez lo más conveniente es la combinación de ambos sistemas para una adopción completa y participativa.

La aplicación de estas normas previene que los productos obtenidos en las explotaciones acuícolas se vean afectados por condiciones tales como:

- contaminación por descargas industriales, agrícolas o de asentamientos
- ausencia de instalaciones de producción adecuadas
- la carencia de prácticas de higiene adecuadas para el personal que labora en la explotación acuícola
- procesos de limpieza de los equipos e instalaciones
- la utilización no controlada de productos químicos y fármacos, y el uso de alimentos contaminados.

La producción de camarones para consumo humano en su formato nacional e internacional, requiere que todas las actividades antes, durante y después de la misma estén encaminadas hacia la obtención de productos de calidades sanitarias e inocuas. Por

tanto, es necesario aplicar los principios de Buenas Prácticas en todos los eslabones de producción de la cadena alimentaria.



¡Vamos a aprender!

En la Acuicultura siempre busca reproducir organismos acuáticos de excelente calidad, por lo que para lograr que estos sistemas de cultivo funcionen hacen uso de las directrices:

- 1) Inocuidad: que se define como la garantía de que los alimentos de origen acuícola o pesquero no causarán daño al consumidor. Ésta se procura llevando a cabo diversas actividades, desde el origen (pesca o cultivo) hasta el consumo de dichos productos.
- 2) la sanidad acuícola: comprende todas las prácticas encaminadas a prevenir, diagnosticar y controlar enfermedades en organismos producidos por acuicultura.

Por lo que, para llevar a cabo estas dos directrices para la producción Acuícola para el consumo humano, entra en juego las Buenas Prácticas de producción que juegan un papel muy importante para éxito de los cultivos, evitar enfermedades y lograr productos de excelente calidad

Las buenas prácticas de producción acuícola son procedimientos rutinarios que tienen como objetivo, el alcanzar una acuicultura sustentable, es decir, una acuicultura que garantice un producto aceptable al público y los consumidores en términos de precio, calidad, inocuidad y bajos costos medioambientales.

La implementación de las Buenas Prácticas en la explotación acuícola genera entre otras las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la calidad sanitaria y de la inocuidad de los productos obtenidos en las explotaciones.
- Contribuye a consolidar la buena imagen y la credibilidad de su empresa frente a los consumidores, a la vez que le brinda mayor competitividad frente al mercado nacional e internacional.
- Contribuye a reducir costos al disminuir significativamente la destrucción o re-procesamiento de productos, lo que contribuye al aumento de la productividad.
- Aumenta la conciencia del trabajo en grupo y la autoestima de los individuos; al considerar que la producción en la que participan se realiza con un alto margen de seguridad.
- Facilita las relaciones de los acuicultores con las autoridades sanitarias, ya que, al comprometerse la empresa en la implementación y el cumplimiento de las Buenas prácticas sanitarias y el control de procesos, asegura así la calidad sanitaria y la inocuidad de los productos obtenidos, que es el principal objetivo que deben poseer las políticas de alimentos de cualquier gobierno.

Las medidas de bioseguridad son parte complementaria de las Buenas Prácticas de Producción, que tienen como objetivo salvaguardar la salud de los camarones.

Las medidas de protección que tienen como objeto evitar la entrada de patógenos al sistema y la otra son las medidas de prevención, que se encargan de darle al camarón las mejores condiciones posibles, para evitar factores estresantes y mantener su sistema inmune en las mejores condiciones posibles para resistir la presencia de patógenos que hayan entrado a pesar de las medidas de protección.

Estas mismas medidas se pueden aplicar perfectamente para lograr un alimento inocuo para el consumidor, ya que con ellas se logra el no utilizar o utilizar al mínimo productos químicos que puedan interferir con la calidad sanitaria final del producto y al mismo tiempo, se impida la entrada no solamente de patógenos importantes para la salud de los camarones, sino también para la salud del hombre.

Estas medidas son las siguientes:

En lo referente a la operación de una granja

La planificación, implementación de un protocolo ajustado a las condiciones de la granja y el manejo adecuado de la misma, permiten alcanzar al final del proceso productivo, los resultados económicos esperados. Un aspecto importante en el manejo de la granja, es que desde la primera fase se establezca y mantengan las condiciones ambientales óptimas en el estanque, para que las postlarvas o juveniles se desarrollen normalmente. Esto implica:

- la implementación de vacíos sanitarios
- reparación del fondo del estanque
- una adecuada eliminación de depredadores y competidores
- reducción de las posibilidades de estrés y manejo de la productividad natural.

Preparación de los estanques

El vaciado sanitario aplicado en toda la granja o en una parte de esta, permite tener el tiempo necesario para un buen secado y preparación de los estanques. Esto contribuye al desarrollo de camarones sanos ya que favorece un equilibrio químico, físico y biológico en el estanque.

La desinfección del estanque comprende limpieza y tratamiento de estructuras y del fondo luego de cada cosecha, para lo cual se combina la acción de la radiación solar durante el secado, con la aplicación de cal u otros agentes químicos (ej.: cloro).

1) Buenas prácticas de manejo (BPM) para drenado total (de estanques):

- Incorporar adecuadamente definidas, las acciones de esta actividad en el protocolo de la granja
- Cerrar herméticamente las estructuras de entrada y salida del estanque inmediatamente después de finalizada la cosecha
- En caso de contar con estructuras de control en los drenajes, se deben mantener cerradas para impedir el acceso de las mareas y facilitar la operación de secado



Estanque que ha sido cosechado y que se encuentra en proceso de drenado total, para su posterior exposición al sol y el viento para el secado (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010).

2) BPM para secado (de estanques):

- Incorporar el vacío sanitario dentro del protocolo como actividad prioritaria
- Someter rutinariamente las unidades de producción y estructuras de abastecimiento de agua a un período prudente de secado por la acción del sol y viento, hasta que el fondo desarrolle cuarteaduras de aproximada mente 5 a 10 cm de profundidad.
- Para facilitar la operación de roturación (arado o volteado) del fondo del estanque, se debe tener definido hasta que nivel de secado se va a llevar el suelo; fondos muy secos se compactan demasiado y no permiten una buena roturación.
- El secado del fondo de los estanques puede hacerse después de cada cosecha o en intervalos más largos si se desea, pero secados largos y frecuentes no son siempre necesarios. El secado incrementa la aireación del suelo, que estimula la descomposición de la materia orgánica.



Secado y desinfección del fondo de un estanque, mediante la acción de los rayos solares y el viento, nótese cuarteaduras las cuarteaduras profundas en el suelo (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010)

3) BPM para manejo de sedimentos

- Los sedimentos deben dejarse secar lo suficiente antes de ser extraídos para evitar el mal olor y así afectar a los vecinos o comunidades vecinas.
- Si los sedimentos son almacenados fuera del área de producción, el sitio debe estar diseñado para minimizar la infiltración de los nutrientes y contaminación de las aguas subterráneas.
- Para evitar acumulación de sedimentos en los estanques, es recomendable un área de sedimentación previa al canal reservorio para retener los sólidos suspendidos. Se debe hacer un manejo adecuado del régimen de alimentación y de fertilización para reducir los sedimentos en el estanque.
- Un fondo nivelado o ligeramente inclinado se drena más rápidamente y previene charcos donde los depredadores y los organismos que causan enfermedades pueden sobrevivir.
- La compactación ayuda a reducir la tendencia a la erosión por medios mecánicos durante el ciclo de producción.



Labores de eliminación de sedimentos y restablecimientos de canales de cosecha del fondo de estanques camaroneos; así como conformación de los muros. (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010).

4) BPM para aplicación de cal agrícola (encalado de los fondos)

- El encalado debe ser implementado de acuerdo con los resultados del análisis del suelo
- Usar sólo cal de buena calidad y con granulometría fina para lograr una mejor eficiencia en su reacción en el fondo del estanque.



Encalado manual de un estanque camaronero, como parte de su preparación antes de la siembra. Nótese la uniformidad con la que está siendo esparcida la cal en el suelo (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010).

- La cal viva (óxido de calcio) y la cal hidratada (hidróxido de calcio) son más reactivas y cáusticas que la cal agrícola (carbonato de calcio), por lo que deben ser utilizadas para desinfectar el fondo de los estanques, especialmente en aquellas zonas con drenaje deficiente y materia orgánica elevada donde es necesario romper el ciclo de los patógenos.
- Los materiales para encalar deben aplicarse uniformemente sobre la superficie del fondo del estanque y roturar el suelo a una profundidad de 5 a 10 cm acelerará la reacción del material calizo.



Encalado mecánico de un estanque de camaronero. El uso de un equipo especializado permite aplicar la cal sobre el suelo de manera uniforme, en menos tiempo y con mayor seguridad para los trabajadores (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010).

5) BPM para llenado del estanque

- Realizar una correcta instalación de filtros (mallas) en las compuertas de entrada y salida de los estanques, para asegurar una adecuada filtración que minimice el ingreso de partículas y organismos indeseables y que evite la fuga de postlarvas
- Establecer períodos de maduración para las aguas del reservorio (cuando aplique) y del estanque (mínimo 7 días).
- Establezca un plan de muestreo para productividad primaria y carga microbiana en el agua del estanque, con el propósito de asegurar que las condiciones sean buenas para la siembra
- Cuando sea necesario, se debe hacer fertilización del agua de los estanques durante el llenado, para obtener un buen nivel de madurez de la misma antes de la siembra de las postlarvas (Disco Secchi entre 30 y 50 cm).
- Implementar el uso de microorganismos benéficos para la preparación de los estanques (probióticos y prebióticos), a cambio de sustancias químicas comerciales



Proceso inicial de llenado de un estanque en una granja camaronera, utilizando filtros de madera y de bolsos con malla de ojo fino, con la propiedad de retener el ingreso de material biológico no deseable (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010).

6) Buenas prácticas de manejo (BPM) para la siembra de postlarvas de camarón

- Evitar la importación de postlarvas y, de haber necesidad de la misma, hacerlo de acuerdo con la regulación nacional y con las normas internacionales, primando en buen criterio de la autoridad competente
- Utilizar densidades de siembra que no comprometan la capacidad que tenga el estanque para soportar una determinada biomasa (capacidad de carga), evitando estrés a los camarones y el deterioro de la calidad del agua, así como pérdidas económicas y efectos ambientales no mitigables
- Las densidades de siembra dentro de una granja de camarón cultivado, deben estar planeadas para optimizar la productividad y minimizar costos
- Las postlarvas utilizadas deben estar garantizadas como libres de microorganismos patógenos y presentar un buen estado de salud general

- Realizar una evaluación exhaustiva de cada lote de postlarvas antes de adquirirlo, asegurando que las postlarvas presenten condiciones saludables y alta calidad.



Transporte de postlarvas en tinas con oxigenación, aclimatación de las postlarvas a la llegada de la granja (imagen de la izquierda) y (imagen a la derecha) monitoreo de los parámetros fisicoquímicos durante la aclimatación. (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel, et. al., 2010).

- Tener un adecuado nivel de agua en el estanque en el momento de sembrar las postlarvas
- Monitorear parámetros fisicoquímicos y biológicos en el agua del estanque antes de la siembra, para asegurar adecuadas condiciones de cultivo para los camarones
- Implementar técnicas de manipulación y manejo de las postlarvas, enfocados a la reducción del estrés y de la mortalidad
- Ubicar en los estanques jaulas "Control" (testigos), que permitan determinar después de 24 o 48 horas, el éxito de la siembra realizada.



Revisión macroscópica de postlarvas de camarón por personal de la granja de camarones, para determinar su calidad y condiciones sanitarias antes de realizar la compra (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010).

7) BPM para el manejo del alimento

- No se debe usar dieta fresca para alimentar los camarones en engorde (excepto reproductores), debido a que causa más problemas de calidad de agua que los causados por los alimentos peletizados y podría transmitir enfermedades.
- Utilizar alimento artificial proveniente de un establecimiento certificado, que tenga implementado un programa de aseguramiento de control de calidad e inocuidad (ej.: BPA, BPM y HACCP).
- Los ingredientes del alimento deben ser de primera calidad (incluyendo los aglutinantes) y de fuentes conocidas y confiables.

- El contenido nutricional de los alimentos de camarón debe ser el requerido por parte de la especie y estado del ciclo de vida de camarón. Esto para evitar el desperdicio del alimento.
- Las bodegas de almacenamiento de alimento deben contar con un programa de control de plagas, que sea diseñado, instalado y monitoreado por una empresa especializada y certificada.
- En las bodegas debe llevarse un sistema estricto de registro para la entrada y salida de sacos de alimento, el cual es indispensable para el control interno de la empresa y para la rastreabilidad (trazabilidad) de cada lote. (Alimento almacenado temporalmente en estibas de una bodega en una granja camaronera.



Condiciones de ventilación, iluminación y limpieza de la bodega; así mismo, el uso de tarimas de madera y el orden y espacio en el sistemas de estibas. (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010).

- El régimen alimenticio debe estar diseñado para que el camarón consuma la mayoría del alimento suministrado, evitando un exceso que contribuya a la reducción de la calidad del agua, acumulación de materia orgánica y deterioro del fondo del estanque
- La tasa de alimentación debe ser calculada con base en las curvas de alimentación teóricas y ser ajustada según: a) el monitoreo del consumo diario, b) las características fisicoquímicas del agua del estanque y c) la biomasa. El uso de bandejas de alimentación permite el monitoreo del consumo del alimento y previene la sobrealimentación
- Se deben mantener registros de las cantidades de alimentación diaria por estanque y por ración, para poder calcular el factor de conversión alimenticia (FCA), lo que permitirá ser más eficientes con la alimentación y reducir la carga de residuos orgánicos en los estanques
- El uso de alimento medicado debe estar autorizado por las autoridades nacionales, ser sometido a registro detallado, estar debidamente etiquetado (información sobre la sustancias farmacológicamente activas) y estar dirigido al control de una enfermedad específica diagnosticada por personal calificado; se deben respetar los protocolos de uso y el tiempo de retiro
- El alimento debe ser periódicamente evaluado por técnicos para asegurar su calidad. Se deben tomar muestras al azar de todos los embarques de alimento enviados a la granja y realizar inspecciones para determinar la presencia de humedad u hongos. Las muestras de alimento para camarón deben ser enviadas

periódicamente a laboratorios independientes para determinar su composición química aproximada y así compararlas con los valores dados por el fabricante

- Los camarones pueden encontrar el alimento de manera más fácil si el alimento se distribuye de manera uniforme por todo el estanque. Esto también evitará la acumulación de alimento sin consumir en ciertas áreas
- Los alimentos no deben contener más nitrógeno y fósforo que los necesarios para los requerimientos del camarón



Operario revisando un comedero en un estanque de una granja de camaronera (imagen de la izquierda); (imagen de la derecha) comedero circular de malla en el cual se observa alimento y camarones consumiéndolo, durante la revisión de rutina en un estanque de una granja de camarón (Fotografía tomada de J.Cuellar-Angel et. al., 2010)

8) BPM para el manejo durante la cosecha

- Un sistema de APPCC en la granja es considerado como importante para garantizar la inocuidad del producto cosechado en cada estanque
- Disponer de un plan definido en cada paso, quién, cuándo, cómo y dónde deben cumplirse las actividades de la operación, personal, materiales y equipo, además para asegurar la preparación de los estanques y el cumplimiento de los tiempos de retiro de los alimentos medicados
- Se debe utilizar un protocolo específico para el uso de metabisulfito durante la cosecha en la granja. Estas soluciones no pueden ser vertidas directamente al ambiente, porque causan reducciones casi totales de oxígeno disuelto en el agua
- Levantar y mantener registros adecuados por cada recipiente de cosecha, con respecto a la cantidad de hielo, cantidad de camarón, tiempo de captura, tiempo de llenado del recipiente y cantidad de metabisulfito
- El equipo de cosecha, transporte y proceso así como los contenedores para camarón, deben de estar limpios y desinfectados para evitar la contaminación del producto. Contar con suficiente material y equipos para llevar a cabo la cosecha adecuadamente (redes, chinchorros, recipientes, cubetas, mangueras, etc.)
- Se debe asegurar un buen abastecimiento de hielo elaborado con agua potable
- Durante la cosecha y transporte del camarón cultivado, la temperatura debe ser controlada; el camarón debe ser cubierto de hielo inmediatamente después de haber sido cosechado; capas alternas de hielo y camarón son recomendadas para evitar bolsas de altas temperaturas o fluctuaciones en la temperatura

- Se deben minimizar posibles daños físicos y contaminación; camarón tratado con metabisulfito u otros preservativos, debe ser etiquetado mencionando fecha de cosecha, cantidad cosechada, uso de metabisulfito, planta procesadora y/o comprador
- Desde la cosecha y hasta el congelamiento del camarón en la planta de proceso, no se debe romper la cadena de frío en ningún momento, pues esto afectaría la calidad e inocuidad del producto.



Cosecha de camarón en granjas acuícolas de Sinaloa (foto de la izquierda) y (foto de la derecha) Buena producción de camarón han arrojado los estanques de la granja acuícola. Fotografías tomadas de Vega Javier y Ayala Daniel, <https://www.debate.com.mx/>

En la siguiente tabla se encuentran algunas de las normas aplicadas a la producción de crustáceos en México, son normas que siguen todos los laboratorios de producción de postlarvas y Granjas de cultivo, asegurando así la inocuidad y sanidad que deben de mantener las buenas prácticas de manejo .

Legislación	Normas
Control de enfermedades	NOM-030-PESC-2000 <ul style="list-style-type: none"> • Establece requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos vivos y muertos, sus productos y sub-productos para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo.
	NOM-EM-006-PESC-2004 <ul style="list-style-type: none"> • Establece medidas adicionales a la norma anterior en cuanto a los requisitos de sanidad acuícola para la producción de crustáceos vivos y muertos, sus productos y sub-productos. • Regula la introducción de crustáceos vivos y muertos en el territorio nacional.
Seguridad de los alimentos	NOM-029-SSA1-1993 <ul style="list-style-type: none"> • Establece normas sanitarias para crustáceos frescos, enfiados y congelados.
	NOM-030-SSA1-1993 <ul style="list-style-type: none"> • Establece normas sanitarias para crustáceos en conserva.

Fuentes

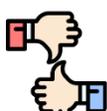
- Cuéllar Anjel, J., C.; Lara, V.; Morales, A.; De Gracia y García Suárez, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. OIRSAOSPESCA, C.A. pp. 132.
- Chávez Sánchez, M. y Higuera Ciapara, I., 2003: Manual de Buenas Prácticas de producción acuícola del camarón para la inocuidad alimentaria. SENASICA, CIAD, A.C. Unidad Mazatlán, Sinaloa, México. 10 14 pp.
- Soto Villanueva, M.A., Cardona, T., Garzón, A.T. y Barbosa, A. 2007. Buenas Prácticas en la producción. Directrices sanitarias y de inocuidad para la producción acuícola destinada al consumo humano



Actividades de aprendizaje

De acuerdo con la información presentada, clasifica como **Falso** o **Verdadero** los siguientes supuestos colocando una **X** dentro del paréntesis.

a) Un proyecto que consiste en establecer una granja acuícola destinada a la producción en tierra firme del crustáceo proveniente de Australia conocido como langosta roja (<i>Cherax quadricarinatus</i>), deberá aplicar las normas NOM-030-PESC-2000 y NOM-EM-006-PESC-2004.	Verdadero	()	Falso	()
b) No es necesario que una empresa de cultivo de camarón <i>Penaeus vannamei</i> en el país siga las NOM-029-SSA1-1993 y NOM-030-SSA1-1993 para almacenar su producción fresca, solamente si necesita refrigeración.	Verdadero	()	Falso	()
c) Controlar la proliferación de las algas, cuidar la calidad del agua, el manejo del alimento, la densidad de siembra y la aireación ayuda a evitar la propagación de bacterias en los cultivos de camarón.	Verdadero	()	Falso	()
d) Es importante atender todos los protocolos de sanidad e inocuidad establecidos únicamente en los momentos de preparación de las instalaciones.	Verdadero	()	Falso	()



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia de la sanidad y la inocuidad acuícola.			
Puedo explicar la relevancia del control sanitario en el cultivo de crustáceos.			
Comprendo y puedo explicar la funcionalidad de las BPM para el cultivo de camarón en un sistema semi intensivo mencionadas en el aprendizaje.			
Conozco algunas de las normas aplicadas a la producción de crustáceos en México.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Buenas prácticas en acuicultura <https://www.youtube.com/watch?v=Z8tHAh-TwDQ>
- Sanidad Acuícola para cultivo de camarón clase 1: <https://www.youtube.com/watch?v=LlmwYYzPbTs&t=305s>
- Sanidad Acuícola para cultivo de camarón clase 2: <https://www.youtube.com/watch?v=f835PqFmrkc>
- Sanidad Acuícola para cultivo de camarón clase 3(volumen del video bajo): <https://www.youtube.com/watch?v=enMV3BJgzEI>
- Enfermedades Virales en Camarones de Cultivo: <https://www.youtube.com/watch?v=yAHFeKdSb44>

Comercialización



Contextualizando

Como ya aprendiste en la lección anterior un manejo inadecuado del producto durante la cosecha, puede ocasionar pérdidas de la calidad e inocuidad y con ello bajas económicas y riesgos para la salud humana.

Se recoge el producto obtenido durante el ciclo de cultivo, el cual debe dar continuidad al proceso de comercialización.

Previo al mercadeo la demanda del producto debe ser relativamente alta, para poder vender a un costo justo en el mercado local, nacional e internacional. Generalmente esta actividad representa la etapa final de producción y se realiza cuando los organismos han alcanzado la talla y peso ideal, según los requerimientos del mercado.



¿Cómo se venden los crustáceos en tú región?, ¿Cuál es la especie más vendida?, ¿Qué criterios se consideran previo a la comercialización? En esta lección aprenderás sobre este importante tema.



¡Vamos a aprender!

Preparación del área

La comercialización de un producto consiste en las acciones y procedimientos para introducir eficazmente los productos en el sistema de distribución. Dicho de otra forma, son acciones que se realizan desde que el producto sale del establecimiento y llega al consumidor.

Los mercados tradicionales de alimentos usualmente son cautelosos con estas nuevas fuentes y métodos de producción. La continuidad de la demanda y el alto costo de estos productos dependerá de su calidad, por lo que se debe ofrecer al consumidor un producto cultivado de manera sustentable, tan bueno o mejor que el tradicional, con sabor y olor similar, que mantenga la misma apariencia fresco o cocinado.

En México, el principal crustáceo que se produce y consume por medio de la acuicultura es el camarón, las granjas acuícolas para la producción del crustáceo se han convertido en la industria de más rápido crecimiento dentro del sector primario y casi triplican ya a los volúmenes

obtenidos por los métodos de pesca en estero, lagunas y alta mar. Siendo los Estados de Sinaloa y Sonora las entidades de mayor producción de camarón en cautiverio con 140 mil toneladas producidas en 2018.



Fotografía: Claro de los Santos, 2021

Aunado a lo anterior se debe considerar que la **NORMA Oficial Mexicana NOM-047-SAG/PESC-2014**, Para la identificación del origen de camarones cultivados, de aguas marinas y de esteros, marismas y bahías establece en el apartado **4. Las Regulaciones aplicables para la diferenciación de camarones** con énfasis en el punto **4.3 El procedimiento para la emisión del "Certificado de Origen para el Camarón Mexicano"**. Lo que permite una comercialización legal en el interior y exterior del país.

El camarón se consume en diversas tallas y presentaciones, misma que se concentra en la Ciudad de México, Estado de México, Guadalajara, Monterrey, y destinos turísticos. Algunas formas de comercializar son las siguientes:

- ✓ Fresco enhielado con cáscara y con cabeza
- ✓ Frisado en salmuera con y sin cabeza
- ✓ Cocido y pelado sin cabeza
- ✓ Precocido y con cascara
- ✓ Congelado con y sin cabeza



*Camarón blanco Panameus, Vanamei
Foto: Escobar Pérez, 2021*



*Camarón Seco salado
Foto: Ramírez Gutiérrez, 2021.*

Los países compradores de camarón mexicano son Estados Unidos y Japón. Sin embargo, a nivel del mercado interno el consumo apenas alcanza un kilogramo al año por habitante. Su precio para el mexicano promedio sigue siendo alto, debido a los costos de inversión que se generan durante su producción en condiciones controladas.

Su distribución regional abarca centros comerciales, tiendas de autoservicio, congeladoras privadas, pescaderías, mercados públicos y restaurantes.

El precio se fija por la ley de la oferta y la demanda, además de considerar el origen de la especie, la presentación y preparación del producto. Un punto más que influye en el precio, es la época del año y la preferencia del consumidor. Por ejemplo, el camarón silvestre debido al sabor característico que adquiere en el medio natural y si se adquiere fresco su valor es más apreciado.

Consideraciones de calidad del camarón cultivado previo a la comercialización

La calidad del camarón es esencial para mantener su valor. La baja calidad no solo reduce su valor económico, sino que también daña la reputación de la granja, del procesador o el país. En cuanto a la inocuidad del producto, se deben considerar ciertos controles para mantener la calidad.

Los defectos de apariencia, defectos en el olor y/o sabor y defectos de textura con frecuencias son problemas y controles que se han experimentado de la industria, especificaciones y regulaciones relacionadas con el camarón producido y vendido mundialmente.



Defectos de la apariencia

Mancha Negra o Melanosis:



La Melanosis es una reacción química natural que ocurre en el camarón consistente en una decoloración que puede variar de marrón, verde oscuro a negro.

Este proceso ocurre primero en la cáscara, y si su progreso es permitido se expandirá a la superficie de la carne. Los lotes con melanosis severa deben ser rechazados o devaluados.

Medidas Preventivas: usando bisulfito o metabisulfito de sodio.

Camarón Maltratado y Dañado: Cualquier camarón machacado, mutilado, cortado, que le falte segmentos del cuerpo o las aletas de la cola, puede considerarse roto o dañado.

Medidas Preventivas: El manejo cuidadoso, uso apropiado de la proporción del camarón y el hielo, y el empaquetado cuidadoso ayudan a prevenir daños durante el transporte.

Decoloración por Abuso de Calor: Esta condición es causada por la exposición excesiva al calor. Si el camarón no se enhiela correctamente después de la cosecha, comenzará a verse como que si estuviese cocinado. La temperatura elevada promoverá el crecimiento bacteriano y por consiguiente la descomposición. La decoloración rosada ocurre comúnmente a lo largo del borde dorsal (sobre la espalda), en las extremidades ventrales (en la parte de abajo y en los pleópodos), y en la cola.



Medidas Preventivas: Mantener el camarón en hielo siempre previene este problema. Cosechar en la noche mientras no hay luz solar y la temperatura es más fresca.

Cabezas Caídas: Esta condición ocurre cuando la cabeza (cefalotórax) se ha separado del cuerpo del camarón, y se debe a la actividad enzimática, por el manejo inapropiado del camarón o porque ha sido cosechado cerca de la muda. Es una muestra del mal manejo y abuso en la temperatura del camarón.

Medidas Preventivas: el enfriamiento apropiado con hielo limpio y el transporte en bins del camarón apropiadamente enhielado.

Camarones con Apariencia Lechosa: Los camarones con carne de aspecto blancuzco, y lechoso son conocidos como “camarones lechoso o algodonoso”. Esto es causado por la infección microscópica natural de parásitos; no se considera como un problema de inocuidad alimenticia, pero devalúa el valor del producto.



*Camarón *P. vannamei* infectado con Ameson (arriba) y presentando la enfermedad del camarón algodonoso. En contraste, camarón sano (abajo). Nótese en el camarón enfermo, la apariencia blanquecina del músculo estriado (flechas), así como su coloración oscura y su pigmentación azulosa tenue. Imagen tomada de Morales, V. y Cuéllar-Anjel, J. 2014.*

Medidas Preventivas: el camarón que muestra este problema debe ser rechazado durante el proceso de selección y limpieza.

Especies Mezcladas: El color del camarón debe ser uniforme dentro del paquete. Los colores mezclados indican generalmente mezcla de especies, algunos de los cuales pueden ser de tipo o calidad inferior. Esto también puede resultar de la mezcla de camarones de estanques y granjas diferentes.

Medidas Preventivas: Este defecto se asocia solamente a las granjas con ventas directas puesto que la separación de tipo de camarones ocurre durante el procesamiento. La separación apropiada y cuidadosa del camarón por especies y fuentes puede prevenir este problema.

Cáscaras Picadas o Arenosas: En algunos casos el bisulfito o el metabisulfito de sodio no se disuelve completamente en el agua antes de ser aplicado al camarón. Este aditivo, en cantidades excesivas, puede corroer las cáscaras del camarón, dejando una textura similar al papel de lija.

Medidas Preventivas: La aplicación apropiada implica que el bisulfito o el metabisulfito de sodio sea primero disuelto en el agua antes de que el camarón sea inmerso en la solución del tratamiento. Nunca aplique el polvo del bisulfito o el meta bisulfito de sodio en el camarón o sobre el hielo usado para empaquetarlo.

Cabezas Rojas: Cuando el camarón se cosecha con alimentos todavía dentro de su sistema digestivo se produce una coloración rojiza dentro del cefalotórax. Otros colores pueden aparecer dependiendo de la dieta del camarón. Esto no es un problema de calidad o de inocuidad, pero los compradores pueden percibirlo así.

Medidas Preventivas: Suspender la alimentación por lo menos 48 horas antes de la cosecha.

Cáscaras Suave: Esta es una condición natural que se podría considerar un defecto si el producto es vendido entero o con la cáscara.

Medidas Preventivas: Los acuicultores deben supervisar los ciclos de muda y cosechar el camarón solamente cuando un 5% o menos de la población tiene cáscaras suaves.

Coloración Amarillenta: Puede ser causada por el uso excesivo del bisulfito de sodio. Las indicaciones de esta situación se presentan como una coloración amarillenta inusual en la superficie inferior del camarón (pleópodos, cola, etc.), así como, un aspecto blancuzco.

Medidas Preventivas: El mantener la concentración y tiempo de tratamiento apropiado del metabisulfito de sodio en la solución previene este problema.

Defectos en el Olor y/o Sabor

Olores de Descomposición: Olores no aceptables, debidos al deterioro bacteriológico

Medidas Preventivas: El enhielado apropiado y el control de la temperatura.

Olor a Cloro o Productos Químicos: Son resultado del lavado y saneamiento del camarón con una solución muy concentrada de cloro. El cloro es utilizado también con el fin de enmascarar los olores en camarones de calidad inferior. El FDA no permite la presencia de este olor.

Medidas Preventivas: Supervisión sobre cantidades de cloro o cualquier otro compuesto en el agua y tiempos apropiados de enjuague.

Olor a Choclo / Tierra: El crecimiento no deseado de ciertas algas en el estanque puede causar este mal olor. Una vez que el camarón es cosechado, el procesador no puede eliminar este olor inaceptable.

Medidas Preventivas: La práctica común indica que la mejor forma de tratar estos olores es por medio de la evaluación sensorial del camarón antes de cosecha.

Olor Petroquímico: La exposición mínima del camarón al diesel o aceite por el contacto directo o por gases impregnará indirectamente un olor a este tipo de químicos en el camarón.

Medidas Preventivas: La supervisión de los productos químicos para prevenir la contaminación potencial durante la cosecha.

Cabeza Amarga: Cuando la cabeza del camarón tiene un sabor amargo debido a descomposición o el uso de ciertos alimentos. Este defecto afecta la comercialización del camarón entero.

Medidas Preventivas: Evaluación sensorial antes de la cosecha.

Defectos en la textura:

Textura Esponjosa o Suave: Ocurre cuando cantidades excesivas de hielo son colocadas en el camarón resultando en el aplastado del producto. La textura suave puede también provenir de la descomposición del camarón.

Medidas preventivas: Almacene el camarón en hielo en una proporción no menor de una porción de hielo por una de camarón, preferiblemente una proporción de camarón por dos de hielo.

Fuentes

- ASOCAE ONGD. (2021). Cultivo de crustáceos. Consultado el 10 de julio del 2021. Disponible en: <https://natureduca.com/acuicultura-indice-cultivos-crustaceos.php>
- Castillo-Leyva, J. A. (s.f.). Mercado del Camarón. Perspectivas. Capítulo 24. Consultado el 11 de julio del 2021. Disponible en <https://www.cibnor.gob.mx/images/stories/posgrado/otros/Capitulo%2024.pdf>
- El cultivo de los crustáceos. (s.f.). Consultado el 11 de julio del 2021. Disponible en http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/090/html/sec_9.html
- Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05). Disponible en: https://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf
- Ley federal de pesca y acuicultura de aguas interiores para la producción de crustáceos. Consultado el 30 de agosto del 2021. Disponible en http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5355/sagarpa11_C/sagarpa11_C.html



Actividad de aprendizaje

Responde las siguientes preguntas de acuerdo con lo aprendido en la siguiente lección.

1.- ¿Cuál es el crustáceo más comercializado debido a sus altos índices de producción?

2.- ¿Cómo se puede definir el concepto de comercialización?

3.- Enlista al menos cuatro formas de comercializar el camarón.

4.- Menciona los establecimientos que dominan el mercado local de camarón.

5.- ¿Actualmente países importadores de camarón en México?

6.- ¿Cuáles son las principales problemáticas que enfrenta la industria acuícola durante la producción de camarón?

Usando las frases del recuadro, escribe las respuestas según corresponda.

- El bisulfito en cantidades excesivas puede corroer las cáscaras del camarón.
_____.
- Los camarones con carne de aspecto blancuzco, y lechoso.
_____.
- Pueden aparecer dependiendo de la dieta del camarón.
_____.
- Exposición mínima del camarón al diesel o aceite _____.
- consistente en una decoloración que puede variar de marrón, verde oscuro a negro.
_____.
- Condición natural que se podría considerar un defecto si se vende fresco.
_____.

- Cantidades excesivas de hielo son resultando en el aplastado del producto.
_____.
- Causado por el crecimiento no deseado de ciertas algas en el estanque.
_____.
- Causada por la exposición excesiva al calor _____.
- Debido al manejo inapropiado del camarón o porque ha sido cosechado cerca de la muda. _____.

cabezas rojas	olor a choclo	cascaras suaves	decoloración
textura esponjosa	cabezas caídas	olor petroquímico	
melanosis	apariciencia lechosa	cascaras picadas	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Reconozco que el camarón es el crustáceo más comercializado en todo el mundo.			
Logro explicar las formas más comunes de comercializar el camarón, sin que pierda su valor comercial.			
Puedo describir cuales las principales problemáticas de inocuidad que presentan los productores camaronícolas al momento de comercializar.			
Identifico las diversas formas en las que se comercializan los camarones para el mercado, regional, nacional e internacional.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes:

- Pronóstico de Comercialización de Camarón. Invitado Lic. Baldemar Ahumada

<https://www.youtube.com/watch?v=7s8R3s8z1v0>