

**Manual técnico para la
producción de jaiba suave
en el Pacífico mexicano**

Manual técnico para la producción de jaiba suave en el Pacífico mexicano

Fernando Vega-Villasante

Colaboradores

Edilmar Cortés Jacinto

Abraham Reyes Juárez

Fabio Germán Cupul Magaña

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Centro Universitario de la Costa
2006

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

José Trinidad Padilla López

Rector general

Raúl Vargas López

Vicerrector ejecutivo

Carlos Jorge Briseño Torres

Secretario general

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA

Javier Orozco Alvarado

Rector

Melchor Orozco Bravo

Secretario académico

Antonio Ponce Rojo

Secretario administrativo

Ilustración de portada y corrección de texto: Olimpia Chong Carrillo (Universidad de La Habana).

Dibujos: Abraham Reyes Juárez, Michel Torres Noguera, Olimpia Chong Carrillo.

Fotografías: Fabio Cupul Magaña, Saúl Guerrero Galván, Abraham Reyes Juárez, José M. Mazón Suástegui y Edilmar Cortés Jacinto. Las imágenes marcadas como 3, 4 y 5 son reproducidas con la amable autorización de sus autores: Wehrtmann, I.S., y D. Mena-Castañeda de su artículo «Molt sign description of the Pacific blue crab *Callinectes arcuatus* Ordway 1863 (Decapoda, Portunidae). Nauplius 11(2): 135-139 (2003). Se agradece la gestión de la revista Nauplius (Brasil).

Primera edición, 2006

D.R. © 2006, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de la Costa

Av. Universidad de Guadalajara 203, Delegación Ixtapa

48280 Puerto Vallarta, Jalisco, México

ISBN 970-27-0991-1

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

Índice

Prefacio /7

Introducción /9

Identificación de las jaibas en premuda /19

Cuidados de las jaibas en premuda /29

Operación de instalaciones /31

Condición física, clasificación y manejo de las jaibas /

31

Oxigenación del agua de los tanques de muda /33

Salinidad y temperatura del agua /35

Sanidad del sistema /37

Efecto de fenómenos atmosféricos /38

Instalaciones /41

Tanques y soportes /41

Bombas /44

Plomería /46

Pasos para la operación de un sistema

de producción de jaiba suave /57

Clasificación, limpieza y

congelado de las jaivas suaves /61

Análisis económico teórico de una

producción de jaiba suave /69

Bibliografía consultada /73

Prefacio

ESTE MANUAL PRETENDE OFRECER el conocimiento práctico para construir y operar un sistema productor de jaiba suave en la costa del Pacífico mexicano. Para su creación se tomaron como base documentos publicados por diversos autores (ver bibliografía anexa) dirigidos a la producción de jaiba suave en diversas zonas del Golfo de México y Atlántico de los EE. UU., sin embargo no se trata de una simple traducción de los mismos sino una adaptación, modificación, actualización y corrección dirigida a las condiciones y necesidades de nuestro país y particularmente a las zonas productoras de jaiba del Pacífico. Los diseños de las instalaciones son los clásicos referidos por varios autores y pueden modificarse según la disponibilidad de materiales y equipos. Se ha tratado de cuidar el manejo del lenguaje técnico para hacerlo comprensible a todos los que pueden integrar la cadena de producción, desde pescadores hasta niveles gerenciales. Gran parte de la información para este tipo de producción es conocida para la costa del Atlántico, sin embargo para la del Pacífico es necesario determinar algunos parámetros que influyen en los sistemas de producción, para lo cual será imprescindible realizar estudios pertinentes en cada región de esta zona.

Introducción

SEGÚN SE HA EXPRESADO EN diversos foros los recursos pesqueros han sufrido las consecuencias de la sobre-explotación, de la contaminación y el cambio climático, por lo tanto las poblaciones de organismos marinos de importancia comercial han disminuido sensiblemente. Las alternativas para paliar esta disminución de especies económicamente importantes son la diversificación de la actividad pesquera y la acuicultura. En ambos casos la demanda es la que orienta a la oferta, por lo tanto las producciones de ambas se limitan a un número determinado de especies. En la acuicultura (los maricultivos específicamente) a pesar del gran crecimiento que han experimentado algunos cultivos como el de camarón, el número de especies que se encuentran sujetas a manejo son muy pocas, mientras que por otro lado existe un número muy grande de especies susceptibles de cultivo que no son utilizadas. Esto último es debido a que no se ha desarrollado o adaptado la tecnología que permita su explotación o por desconocimiento o falta de interés de los acuicultores. Por otro lado, la introducción de especies exóticas sometidas a cultivo en determinadas zonas puede afectar el equilibrio natural de especies nativas. Por lo anterior se requiere de estudios que conlleven a un desa-

rollo tecnológico que permita el manejo sustentable de especies nativas con potencial acuicultural. La acuicultura comprende la producción de especies marinas y de agua dulce, donde el hombre interviene en parte o la totalidad del ciclo de vida de las mismas: selección, reproducción natural o artificial, engorda, protección contra depredadores o enfermedades, así como las acciones sobre el medio para el control de la calidad de las aguas y el diseño de instalaciones de producción.

Los cangrejos pertenecen al orden Decápoda, orden de crustáceos que también incluye a las langostas y camarones. Todos los decápodos poseen un caparazón completo y cinco pares de patas caminadoras. Sus tres primeros pares de apéndices torácicos se modifican en maxilípedos o patas alimentadoras. En los cangrejos y langostas el primer par de apéndices caminadores sirven como garras para la defensa y para asir y manipular la comida. Hay más de 4,500 especies de cangrejos a nivel mundial. Muchos son pequeños o habitan nichos de difícil acceso para su captura. Los cangrejos verdaderos, un grupo que incluye las especies comerciales, se distinguen de otros decápodos por poseer los segmentos abdominales adelgazados, acortados y plegados bajo el cefalotórax. Esta característica da a los cangrejos verdaderos el nombre del suborden Brachyura, o cangrejos de «cola corta». Como artrópodos todos los cangrejos tienen un dermatoesqueleto o exoesqueleto quitinoso que debe eliminarse de forma repetitiva a medida que el animal crece. El control hormonal de este proceso de cambio de exoesqueleto es uno de los mecanismos fisiológicos más intrincados conocidos en las

ciencias marinas. En los cangrejos verdaderos las hembras pueden copular sólo e inmediatamente después de que han realizado el cambio de exoesqueleto y este se conserva aún suave. Después de copular las hembras guardan la esperma hasta que las condiciones sean las adecuadas para ovopositar. La hembra retiene los huevos fertilizados en su abdomen durante semanas o meses hasta que eclosionan. A las hembras que portan una masa de huevos fertilizados se les conoce como «cangrejos de esponja».

A nivel mundial, especies nativas o introducidas de cangrejos decápodos portúnidos del género *Callinectes* Stimpson, 1860 (Decapoda: Portunidae) se distribuyen a lo largo de las costas europeas, el Japón, la región oriental del Mediterráneo, África occidental, ocasionalmente en el Indopacífico y, en ambas costas y hemisferios de América. Para México, se ha registrado la ocurrencia de seis especies de *Callinectes*. En el litoral del Atlántico se encuentra la jaiba azul *C. sapidus* Rathbun, 1896; la jaiba prieta *C. rathbunae* Contreras, 1930 y la jaiba enana *C. similis* Williams, 1966. En la vertiente costera del Pacífico sobresalen la jaiba azul o cuata *C. arcuatus* Ordway, 1863; la jaiba guerrera o jaibón *C. bellicosus* Stimpson, 1859 y la jaiba gigante o negra *C. toxotes* Ordway, 1863.

Una de las características distintiva de todos los miembros agrupados bajo el género *Callinectes*, es la capacidad natatoria aportada por la modificación, en forma de remo o pala, observada en su último par de patas. De hecho, el nombre genérico de *Callinectes* (del latín Calli = hermosa y nectes = nadador), resalta ésta parti-

cularidad. Asimismo, las jaibas exhiben dimorfismo sexual, donde los machos presentan un abdomen largo y delgado en forma de T invertida, que en los inmaduros está pegado al abdomen y en los maduros cuelga libremente; en cambio, las hembras se caracterizan por el abdomen triangular y sellado al cuerpo, en el caso de las inmaduras y redondeado y ancho en el de las maduras. Las ovígeras son todas aquellas hembras con huevos expuestos en sus diferentes estadios gonádicos.

Las tres especies de jaibas del Pacífico mexicano son de amplia distribución. *C. arcuatus* se distribuye desde California, EE.UU., incluyendo el Golfo de California, hasta el Perú; *C. bellicosus*, a diferencia de las otras dos especies típicamente tropicales que viven en aguas salobres de lagunas costeras y estuarios y de donde salen a desovar al mar, es una especie de aguas más frías y de tipo marino con una distribución que abarca desde el sur de California, EE.UU., incluido el Golfo de California, hasta el Golfo de Tehuantepec, México; finalmente a *C. toxotes* se le encuentra desde Sinaloa hasta el norte del Perú.

Las dos características que mejor ayudan a diferenciar entre sí a las tres especies de *Callinectes* del Pacífico son, la forma y el tamaño de los cuatro dientes frontales del margen del caparazón. Sin embargo, es preciso notar que en algunos especímenes, el examen de estos dientes no es suficiente para lograr una identificación definitiva, por lo que es recomendable completar el examen con una observación cuidadosa del abdomen del macho o del telson de la hembra y, de ser posible, del primer pleópodo del macho. La talla máxima media

de ancho de caparazón que pueden alcanzar las jaibas, después de pasar por sucesivas mudas, es de 146 mm para *C. arcuatus*, 170.33 mm para *C. bellicosus*, y de 209 mm para *C. toxotes*.

Las tres especies de *Callinectes* registradas para la región del Pacífico mexicano son sujetas a una pesquería comercial, dada la exquisitez de su carne, por parte de todos sus Estados costeros. En el 2003, la producción conjunta de estas entidades federativas fue de alrededor de 6,003 toneladas de producto vivo y, donde Sinaloa y Sonora sobresalieron por aportar alrededor del 83% de la producción total anual.

El manejo del género *Callinectes* en la producción de jaiba suave (blanda o mudada) a partir de organismos obtenidos del medio natural se perfila como una alternativa acuicultural viable para dar a este recurso pesquero un mayor valor agregado que el que actualmente posee. Ejemplos de la bondad de este proceso los tenemos en el Golfo de México, tanto en la costa de EE.UU. como en la costa de Veracruz, Tabasco y Campeche, donde la producción de jaiba suave es una actividad exitosa utilizando a *Callinectes sapidus* o «jaiba azul» como organismo base. De hecho esta actividad en EE.UU. tiene más de cien años de haberse iniciado mientras que las primeras granjas en la costa mexicana apenas datan de los años setenta. Es a través de la experiencia de tantos años acumulados que ha sido posible perfeccionar las técnicas actualmente utilizadas con *Callinectes sapidus* y sentar las bases de la producción de jaiba suave con las especies de *Callinectes* del Pacífico.

Los sistemas de producción de jaiba suave se pueden resumir en tres principales tipos:

- Jaulas flotantes,
- Sistemas terrestres de circulación abierta,
- Sistemas terrestres de circulación cerrada.

El primer sistema es el más barato de todos pero tiene la desventaja de estar expuesto a los efectos de variaciones climáticas que producen mortandades importantes.

El sistema terrestre de circulación abierta es el que permite una circulación de agua casi constante en las unidades de producción, requiere de una toma de agua de buena calidad y de filtros mecánicos.

El sistema terrestre de circulación cerrada permite autonomía con respecto al suministro de agua gracias a la instalación de un filtro biológico, su desventaja es el encarecimiento del proceso, la probabilidad de que el filtro falle y se produzcan mortandades y los nulos beneficios en cuanto a producción con respecto al sistema abierto.

Actualmente las mayores producciones de jaiba suave se encuentran en EE.UU. y en los países del sudeste asiático. En Latinoamérica el único registro que se tiene de producciones de este tipo se encuentra en México, en la costa del Golfo de México. Los mayores consumidores son EE.UU. y Japón. Existe una demanda insatisfecha que permitiría a países de Latinoamérica abordar la producción de jaiba suave para exportación.

Es de particular interés la posibilidad de integrar esta actividad acuícola a los grupos de pescadores ribereños



Imagen 1 Jaiba macho *Callinectes arcuatus*.

que pudieran dedicarse a la producción artesanal de jaiba suave o integrar a los mismos a las empresas estatales dedicadas a la industria pesquera para conformar sistemas de carácter intensivo con producciones a gran escala.

No se puede llamar a la tecnología de producción de jaiba blanda como propiamente un «cultivo». El proceso implica únicamente el manejo final de los organismos utilizando el proceso de muda natural. Sin embargo lo anterior requiere de un conocimiento que permita la detección de las «señales» de premuda lo que constituye el fundamento de la técnica. De igual manera se requiere conocer el tiempo que demora la jaiba en llegar a la muda con relación a cada estadio de muda y a la talla de los organismos.

La muda es el resultado de una serie de procesos que, mediante la eliminación del exoesqueleto (caparazón) permite el crecimiento de las jaibas. Es un fenómeno periódico que se produce con una frecuencia variable a lo largo de la vida de la jaiba.

Además del crecimiento (aumento de tamaño y peso) la muda permite otros procesos vitales como la limpieza del aparato respiratorio, expulsión de parásitos, aligeramiento y reproducción. El intervalo que separa dos mudas es de duración variable pues depende del tamaño del animal y de la estación del año. Cuanto menor es un individuo más frecuentemente muda.

Las fases o estadios del ciclo de la muda en los crustáceos, incluida la jaiba son los siguientes:

- *Postmuda*: El animal acaba de mudar, absorbe agua, crece y el caparazón se endurece. Antes de

este endurecimiento es cuando se le conoce como «jaiba suave».

- *Intermuda*: Las reservas se reconstituyen, se finaliza el caparazón, ya no hay crecimiento. En este momento la jaiba se conoce como «jaiba dura».
- *Premuda*: El nuevo caparazón comienza a formarse y el viejo caparazón poco a poco comienza a debilitarse (descalcificación). A medida que se avanza más en el tiempo, el caparazón adelgaza y se separa en las juntas, se vuelve quebradizo y el consumo de alimento disminuye (jaiba quebrada).
- *Muda*: El animal absorbe agua y se hincha, ejerciendo presión sobre el viejo caparazón. El caparazón se abre y el animal sale del mismo. El animal entra en un periodo de adormecimiento.

Los sistemas de producción de jaiba suave se han diseñado para instalar jaibas en el proceso de mudar, bajo condiciones controladas que permitan su cosecha durante las pocas horas que el caparazón se encuentra suave.

En este manual se explicará como sistema básico el de circulación abierta de agua marina.

Identificación de las jaibas en premuda

LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE jaiba suave tienen dos requerimientos básicos:

1. Un suministro confiable y constante de jaibas en premuda (JP), y
2. Métodos adecuados para capturar las JP en el medio natural.

Ambos requerimientos van ligados y el uno sin el otro limitará la producción.

Las JP pueden ser identificadas por inspección visual pues existen «señales» o «signos» de que la muda se aproxima. El método más usual y confiable es el que involucra las señales de cambio de color asociadas con la formación del nuevo caparazón e indican de igual manera el tiempo aproximado en que ocurrirá la muda.

A medida que las jaibas avanzan en el proceso de premuda el nuevo caparazón formado comienza a ser visible bajo el caparazón duro. Para visualizar el nuevo caparazón se utilizan las partes más delgadas del caparazón duro. La experiencia práctica indica que el borde de los dos últimos segmentos de las patas natatorias (quinto par de pereiópodos) es la mejor zona de reconocimiento. Lo anterior debido a que son apéndices apla-

nados y translúcidos por lo que el nuevo exoesqueleto es fácilmente identificable (véase imagen 2).

Las señales visuales se limitan a la aparición de líneas de diversos grosores y transparencias y en ciertos casos de tonalidades particulares. Estas líneas no se aprecian en el estadio de intermuda (IM) (véase imagen 3). En las fases tempranas de la premuda (JP1) aparece una banda blanca apenas perceptible entre dos líneas más oscuras, en el borde mencionado. Esto no es sino la separación del antiguo caparazón con respecto al nuevo que se forma (véase imagen 4), esta línea indica que la muda se llevará a cabo entre diez y quince días en dependencia de la talla de la jaiba (véase tabla 1).

A medida que avanza la premuda las líneas oscuras se separan y la banda blanca se hace más evidente

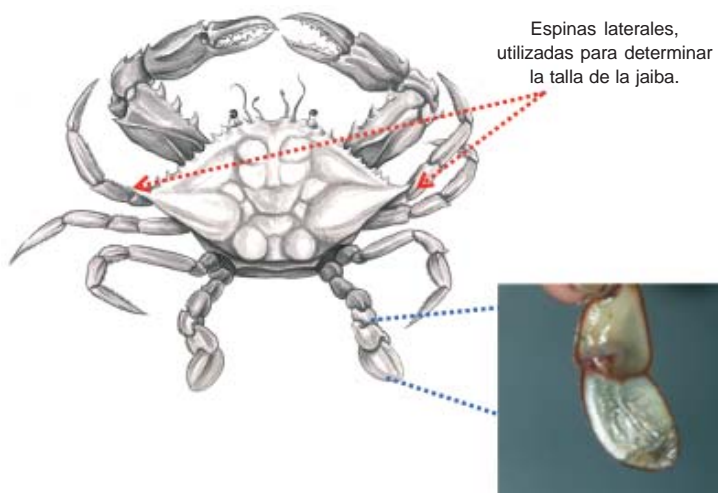


Imagen 2 Las señales de muda son identificables en los dos últimos segmentos de la pata natatoria.

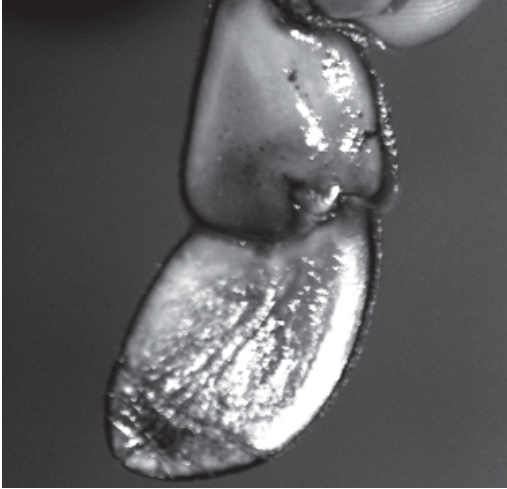


Imagen 3 Zona translúcida de la pata natatoria donde se realiza la observación de las señales de premuda. En la foto se observa una jaiba en intermuda que no presenta señales de separación entre el nuevo y el antiguo caparazón.

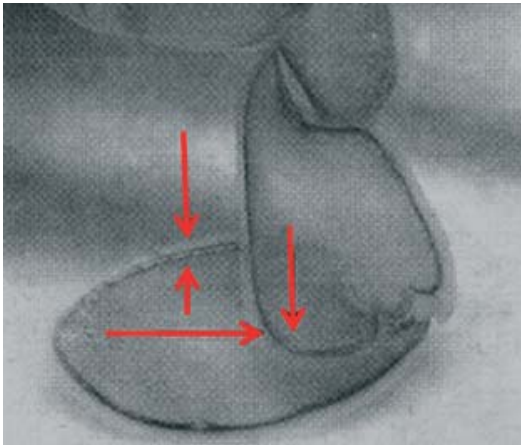


Imagen 4 La flecha apunta hacia la doble línea que indica una jaiba en premuda temprana. La línea interna es el nuevo caparazón en formación y la línea externa el viejo caparazón que será desechado en la muda.

siguiendo el mismo borde de los dos últimos segmentos de la pata mencionada (generalmente es más apreciable en el penúltimo segmento) (véase imagen 5). En ocasiones la línea externa adquiere una tonalidad rojiza. La jaiba se encuentra en este momento en premuda intermedia (JP2) y mudará en aproximadamente una semana (véase tabla 1).

Finalmente la banda blanca se ensancha aún más y las líneas oscuras que la bordean se hacen más evidentes (véase imagen 6). La jaiba se encuentra en premuda avanzada (JP3) y mudará en aproximadamente tres días (véase tabla 1). En este momento la pata del animal adquiere una consistencia «acolchonada», fácilmente identificable con una ligera presión de los dedos.

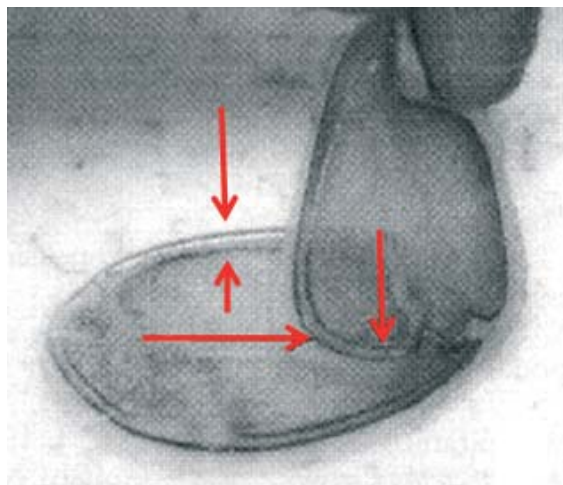


Imagen 5 Las flechas apuntan hacia la línea blanca que se ha ensanchado e indica una jaiba en premuda intermedia. Las líneas que bordean la banda blanca se han oscurecido, la externa puede tomar una coloración rojiza (cáparazón viejo).

Cuando la jaiba entra en el proceso final de la muda el viejo caparazón se vuelve quebradizo y sus uniones se separan con la finalidad de permitir la salida del animal, cuando esto sucede la jaiba demorará un tiempo máximo de 24 horas en mudar (ver imágenes 7a y 7b).

En la Tabla 1 se presentan los días aproximados en que las jaibas mudarán de acuerdo al estadio de la muda que presenten en el momento de la captura y a su talla. Jaibas más grandes demorarán más días en completar el ciclo de la muda mientras que las más pequeñas mudaran con más frecuencia. Debido a la poca información existente sobre estas especies de jaibas (en el Pacífico) no se pueden tomar como definitivos los datos presentados en la tabla mencionada. Los días para alcanzar la

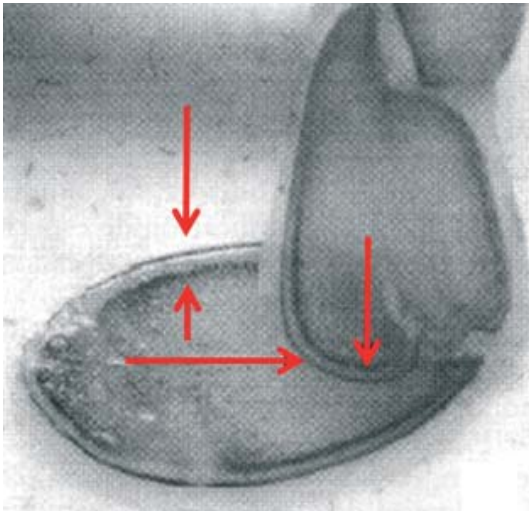


Imagen 6 Las flechas apuntan hacia la banda blanca que se ha ensanchado aún más y las líneas que la bordean han intensificado su color y son fácilmente apreciables a simple vista. Jaiba en premuda avanzada.

muda pueden variar dependiendo de las diferentes regiones donde las jaibas sean capturadas, la temperatura y las estaciones del año. Hay otros autores que consideran que los tiempos para alcanzar la muda son más cortos que los aquí presentados. La correcta identificación de los patrones de muda y la experiencia que da el manejo cotidiano de un sistema de producción permitirán ajustar los tiempos a las características particulares de cada región. Sin embargo la tabla 1 ofrece la información esencial para un comienzo eficiente.

Otras señales de color en el abdomen (técnicamente llamado «apron») de la jaiba pueden ser usados para determinar la proximidad de la muda. Las hembras inmaduras (juveniles) poseen un abdomen de forma triangular (véase imagen 8). Las hembras maduras poseen un abdomen de forma semicircular (véase imagen 9). Una jaiba hembra adulta, no mudará. Las hembras inmaduras que mudarán (por última vez) para alcanzar la madurez reproductiva muestran (al aproximarse la muda) una coloración en el abdomen que puede ir de rosada a púrpura muy diferente al color uniforme normal que va de blanco a crema (véase imagen 10).

Tabla 1 DÍAS APROXIMADOS QUE DEMORARÁN LAS JAIBAS EN MUDAR DEPENDIENDO DE SU TALLA (EN CM DE ESPINA LATERAL A ESPINA LATERAL)

Jaibas (tallas en cm)	Postmuda	Intermuda (IM)	Premuda Inicial (JP1)	Premuda Intermuda (JP2)	Premuda Avanzada (JP3)
5 a 6	25	19	10	5	3
6 a 7	25	20	10	5	3
7 a 8	35	30	13	7	5
8 a 9	40	35	15	10	6



Imagen 7a Jaiba en el proceso final de la muda. El caparazón se abre por detrás y la jaiba sale. Una vez fuera se le conoce como jaiba mudada o suave.



Imagen 7b Jaiba en el proceso final de la muda dentro del sistema de producción.

Cabe hacer mención que los patrones de muda, tanto los de líneas y bandas de las patas como los del abdomen, son muy similares para las tres especies de jaibas del Pacífico mexicano, por lo tanto pueden ser usados sin necesidad de llevar a cabo la identificación de los organismos. De hecho en los tanques de producción es muy probable que se encuentren coexistiendo al menos dos especies de jaibas.

En los machos el aprón es delgado en forma de T invertida (véase imagen 11). En los machos jóvenes próximos a mudar la región que rodea al aprón (de color blanco o crema en la intermuda) tiende a mancharse de color amarillo a medida que la premuda avanza (véase imagen 12).



Imagen 8 Hembra inmadura en intermuda.

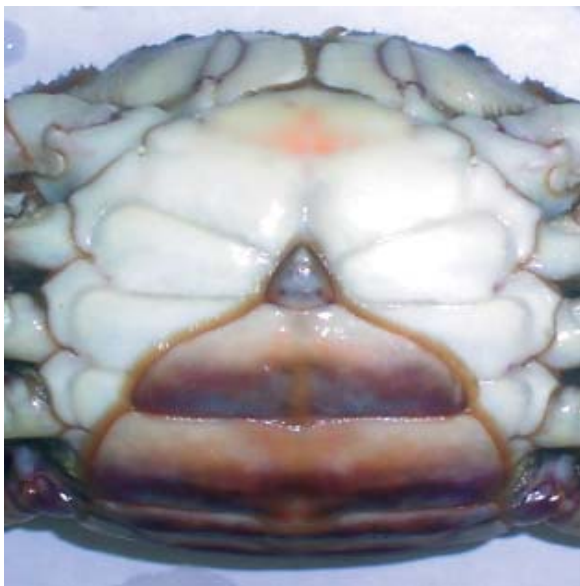


Imagen 9 Hembra madura.



Imagen 10 Hembra inmadura a punto de mudar y llegar a etapa reproductiva.



Imagen 11 Macho en intermuda con abdomen blanco uniforme.



Imagen 12 Macho en premuda con abdomen manchado de amarillo.

Cuidados de las jaibas en premuda

EL CUIDADO CON QUE SE MANEJE a las JP durante su captura y transportación al sistema de muda será esencial para el éxito de la producción. Cualquier tipo de método de captura afectará la supervivencia pero aquellos que produzcan un menor daño en términos de cortes, aplastamientos o heridas punzantes producirán una mejor calidad de JP que alcancen exitosamente la muda.

Las JP deben ser manejadas tan cuidadosamente como sea posible durante la captura y movilización hacia el área de producción. Los cuidados en este momento pueden hacer una diferencia notable en el proceso de mudar. La meta principal de los pescadores dedicados a esta actividad debe ser minimizar las heridas punzantes y cortes y la pérdida de quelas (pinzas, muelas) y patas. Por lo tanto se debe evitar sacudir las nasas con fuerza o colocar las JP una arriba de la otra en varios niveles.

Las JP deben ser de inmediato separadas de las otras a medida que se van sacando de las nasas. Si las JP se colocan en cestas o cajas plásticas se debe evitar el efecto de aplastamiento limitando el número de animales en cada contenedor. La utilización de pastos marinos o algas, como protección, en el confinamiento de las JP para su movilización puede reducir la posibilidad

de daños por aplastamiento. Las jaibas que se encuentran ya en las cajas y preparadas para transporte no deben ser expuestas a la luz solar directa sino mantenidas a bordo en un área sombreada, tampoco deben ser puestas en contacto con gasolina, diesel, aceite o humo. Es necesario siempre recordar que mientras más rápido sean transportadas las jaibas después de su captura más probabilidades de éxito tendrá la muda. Un manejo cuidadoso de la JP puede hacer la diferencia entre un 50% de muda y un 90%.

Operación de instalaciones

LOS TEMAS RELACIONADOS con las operaciones cotidianas de un sistema productor de jaiba suave van desde aspectos de manejo y clasificación de las jaibas hasta calidad del agua y se aplican en cualquier tipo de instalación. El tiempo dedicado a la producción de jaiba suave es también un factor determinante para obtener los beneficios esperados pues demanda una labor intensiva por parte de los productores. Las jaibas tienen que ser clasificadas cuando entran a la unidad de producción, deben ser clasificadas frecuentemente durante su estancia en la misma y finalmente las jaibas suaves deben ser retiradas, congeladas y empaçadas.

Condición física, clasificación y manejo de las jaibas

Gran parte del éxito de producir jaibas suaves dependerá de la condición física, del sexo y de las señales de premuda de las jaibas que se ingresen al sistema de muda. La condición física es dependiente del manejo que se da durante la captura y transporte de las jaibas al sistema de producción y ha sido ya tratado anteriormen-

te. En relación al sexo conocemos ya que las hembras maduras no mudarán, los machos adultos mudarán con menos frecuencia que los jóvenes. Las señales de premuda son entonces el punto crítico de una producción exitosa.

Las JP en diferentes estadios de muda nunca deben mezclarse en un solo tanque, cada estadio debe ser aislado en el tanque correspondiente. Una vez ingresadas al sistema, las JP3 deben ser manejadas hasta que mudan. Ingresar únicamente JP3 en el sistema de producción es una condición ideal pero que no siempre es posible, por lo tanto la identificación y clasificación debe ser muy cuidadosa. Los tanques en los que se colocan JP1 deben ser revisados cada 3 a 4 días para retirar las jaibas que han avanzado hacia los estadios siguientes. Si no se hace esto, existe una gran probabilidad de que las jaibas en premuda inicial ataquen y coman a las JP3 o a las jaibas quebradas. Las JP1 que en la segunda revisión (6 a 8 días) no hayan avanzado a un estadio superior deben ser desechadas por el riesgo de mortalidad asociada a heridas o debilitamiento de las mismas. No es económicamente viable mantener JP1 más allá de la segunda revisión.

Cuando se agregan o clasifican jaibas en los tanques se debe tener cuidado en el manejo. Las JP no pueden ser arrojadas o volcadas en masa dentro del tanque. Una agitación innecesaria debe ser evitada.

A intervalos regulares durante el día es necesario revisar los tanques para cosechar las jaibas que hayan realizado la muda. El tiempo de esta actividad es crítico; si la jaiba suave es dejada en el agua por mucho tiempo

su caparazón se endurecerá produciendo un producto de menor calidad. Cuando la jaiba es retirada del agua el proceso de endurecimiento se detiene. Sin embargo es necesario permitir que la jaiba se expanda a su máximo tamaño antes de sacarla del tanque para su procesamiento final.

Es necesario hacer notar que durante el proceso de la muda la jaiba no debe ser manipulada o molestada de ninguna forma para asegurar su salida exitosa del caparazón. La única manipulación recomendada y que requiere de gran experiencia en la producción es la de «ayudar» a las jaibas que se considere han interrumpido la salida del caparazón y no lograrán la muda. Las heridas, la baja oxigenación del agua o una alta temperatura pueden provocar que la jaiba detenga su muda. La ayuda consiste en tomar a la jaiba y halarla suavemente hacia atrás tratando de evitar la pérdida de patas y pinzas (quelas). Esto no siempre es exitoso y lo mejor es evitar por todos los medios que se den las condiciones que requieran este tipo de manipulación.

Oxigenación del agua de los tanques de muda

Mantener un alto nivel de oxígeno en el agua de los tanques es muy importante para el buen desarrollo de la muda. La segunda causa de mortalidad dentro de un sistema de muda, después de la pobre condición física de las jaibas, es la deficiencia de oxígeno. A medida que la temperatura y la salinidad del agua se incrementan, la

cantidad de oxígeno disuelto disminuye. El agua fresca contiene los máximos niveles de oxígeno por unidad de volumen de agua.

Una jaiba activa debe tener disponible concentraciones moderadas o altas de oxígeno. Los niveles de oxígeno debajo de 2.5 partes por millón son críticos para la vida, debido a que la jaiba es incapaz de ajustar su respiración debajo de este punto. Cuando la jaiba comienza a mudar el consumo de oxígeno disminuye o puede incluso cesar. Lo anterior es debido a que los órganos respiratorios no funcionan por la pérdida de estructuras que son eliminadas junto con el caparazón durante la muda y las de reposición son demasiado suaves para cumplir su función. En este momento la jaiba se mantiene con el oxígeno almacenado en su organismo y adquiere una deuda de oxígeno que debe ser pagada rápidamente después de la muda. En la postmuda las estructuras respiratorias nuevas comienzan a endurecerse, el consumo de oxígeno se incrementa rápidamente, a veces a niveles por arriba de los normales. Si las jaibas comienzan la muda en un estado de estrés ocasionado por los reducidos niveles de oxígeno en el agua o por un insuficiente almacenamiento de oxígeno dentro de su cuerpo, es posible y probable que no cuente con el suficiente oxígeno para llevar el proceso de la muda hasta su final y puede morir tratando de liberarse del caparazón. Aún más, si después de la muda el agua posee un bajo contenido de oxígeno, la jaiba puede no ser capaz de reparar la deuda de oxígeno y morir. Es por estas razones que las concentraciones de oxígeno deben ser mantenidas tan altas como sea posible dentro

de los tanques de muda. Si el agua es deficiente en oxígeno una aireación suplementaria utilizando aire comprimido puede no ser suficiente. Existen otras estrategias que pueden ayudar a incrementar el nivel de oxígeno, la más sencilla de todas es la forma en que se introduce el agua en el tanque de muda, esto será explicado con detalle posteriormente cuando se aborde el tema del diseño de instalaciones. Es también útil conservar una buena circulación de agua que asegure la distribución del oxígeno. En días cálidos el número de jaibas por tanque debe ser reducido, lo que implica que cada jaiba tendrá más capacidad de adquirir el oxígeno disponible.

Salinidad y temperatura del agua

Algunos factores como temperatura y salinidad del agua se combinan para determinar cuan rápido la jaiba se expandirá a su tamaño máximo o se endurecerá. Se ha demostrado que a una mayor temperatura del agua el tiempo de endurecimiento y expansión es menor. De igual forma las bajas salinidades producen un endurecimiento más rápido que las altas. Debido a variaciones en estos factores se considera que pueden pasar de 15 minutos a varias horas para alcanzar una máxima expansión. Por estas razones la programación de los tiempos de revisión de las jaibas suaves dentro del tanque es muy difícil de establecer. El riesgo de no llevar a cabo el retiro de la jaiba suave en el tiempo adecuado es que el

caparazón adquiera una consistencia demasiado dura conocida «como caparazón de papel», lo que imposibilita su venta como producto de máxima calidad. Por lo tanto las revisiones de las jaibas en el proceso de mudar (quebradas) deben ser prácticamente constantes o con programaciones de revisión regulares que permitan un retirado adecuado. Revisiones cada 30 minutos pueden ser establecidas como adecuadas para detectar las jaibas que estén ya plenamente expandidas considerando un tiempo de 15-20 minutos de permanencia en el agua en postmuda. De cualquier forma los tiempos mínimos y máximos de la expansión total deben ser determinados según las características de salinidad y temperatura del agua de cada región. Estas revisiones regulares deben hacerse más acuciosas a partir del ocaso, debido a que la actividad de la muda se incrementa durante la noche.

No existe una salinidad óptima para producir jaiba suave. Las jaibas pueden tolerar rangos amplios de salinidad, sin embargo su aclimatación a los cambios es lenta. Fluctuaciones grandes y abruptas pueden causar estrés y mortalidad en las JP, sobretodo en las JP3 y en las jaibas «quebradas». Por esta razón las JP deben ser capturadas en aguas que posean una salinidad aproximada a la que se encuentra en el sistema de producción. La salinidad donde las JP son capturadas no debe de ser mayor ni menor de 5 partes por mil con respecto a la salinidad del agua del sistema de producción.

La muda de la jaiba es regulada por la temperatura del agua. Se han determinado temperaturas mínimas para que el proceso de la muda se lleve a cabo de forma óptima. En la costa Atlántica de EE.UU. se considera que

una temperatura cercana a 21°C es requerida para una muda exitosa. Sin embargo las condiciones de temperatura para mudar cambian de acuerdo con los ecotipos. Aún no se han establecido temperaturas óptimas de muda para las diferentes zonas geográficas de México, sin embargo algunos autores han determinado que un rango entre 25-26 a 28-29°C como temperaturas óptimas y máximas para una muda adecuada. También se ha reportado que temperaturas mayores a 30°C son letales debido al descenso del oxígeno en el agua.

Es poco probable que el incremento de la temperatura del agua en el sistema de producción durante la estación de mayor calor en la costa del Pacífico mexicano produzca problemas en el sistema de producción si se considera un sistema abierto de circulación de agua marina. En el caso de los sistemas de circulación cerrada sería necesario establecer sistemas de enfriamiento de agua. Es claro que en las zonas de México donde se planifique establecer sistemas productores de jaiba suave será necesario determinar la temperatura y salinidad durante las diferentes épocas del año y de igual forma se tienen que determinar estos mismos parámetros en las zonas de captura de jaiba.

Sanidad del sistema

Dados los requerimientos actuales de calidad sanitaria, es imprescindible mantener el sistema de producción (tanques, líneas de conducción de agua y drenaje e instalaciones adyacentes), tan limpio como sea posible. Los

tanques deben ser limpiados frecuentemente para retirar fango, caparazones liberados (mudas), excretas, apéndices perdidos (patas, pinzas) y jaibas muertas. Las acumulaciones de estos materiales consumen oxígeno y pueden ser la puerta de entrada de bacterias y por lo tanto enfermedades. De igual manera un buen manejo de la higiene de las instalaciones adyacentes al sistema de producción ayudarán a mantener alejada la presencia de animales que pueden convertirse en plagas. Sin embargo no es recomendable el uso de ningún tipo de veneno o repelente alrededor de los tanques de muda o cerca de la fuente de abastecimiento de agua.

Efecto de fenómenos atmosféricos

La temporada de lluvias y por supuesto la ciclónica puede influir en la producción y por lo tanto debe ser tomada en cuenta, sobretodo en zonas que son reconocidas como de alto riesgo de que impacte un huracán. Una lluvia copiosa o prolongada puede disminuir la salinidad del agua utilizada para alimentar los tanques de producción y provocar que las jaibas suaves se endurezcan más rápido de lo normal. Tormentas que produzcan turbulencias en las aguas de la zona donde se capturan las jaibas, pueden remover los sedimentos del fondo y provocar que las branquias de las jaibas se saturen de partículas y el intercambio gaseoso (respiración) en la superficie de las branquias se reduzca. Cuando estas jaibas son incorporadas a los tanques de muda se incrementa

la mortalidad. De igual forma es necesario evitar que durante las lluvias las tomas de agua sean contaminadas con corrientes de agua dulce que arrastren pesticidas y otros contaminantes agrícolas que pueden ser tóxicos para las jaibas, por lo tanto es indispensable un estudio previo a la instalación de un sistema de producción de jaiba suave que garantice que los posibles aportes de aguas dulces por arroyos o ríos no posean niveles de contaminantes que hagan peligrar la producción.

Durante la temporada de huracanes y una vez definida una alta probabilidad de que una tormenta tropical o huracán pueda impactar la zona geográfica donde se localiza el sistema de producción, será necesario tener establecido un protocolo de emergencia para el desmantelamiento de las instalaciones, prestando especial atención al cuidado de los equipos de difícil reposición, tinas e instalación de abastecimiento y drenaje. Todo deberá ser almacenado en algún área previamente definida que garantice su seguridad. En caso de que no se cuente con áreas seguras para su alojamiento, las jaibas que se encuentren en los tanques de muda deberán ser liberadas o dirigidas hacia su procesamiento para la venta convencional.

Un dato curioso (y quizá útil) es la creencia por parte de los productores de jaiba suave del Golfo de México, el hecho, no demostrado científicamente, de que los periodos de luna llena ejercen una influencia en el incremento de mudas en los tanques de producción. Según testimonios reportados por los productores, se observa un mayor número de mudas algunos días antes, durante la luna llena y algunos días después de la misma.

Instalaciones

TANTO EL SISTEMA DE CIRCULACIÓN CERRADA como el de circulación abierta pueden ser empleados en una instalación terrestre y la elección de uno u otro dependerá de la localización del sistema y las preferencias del productor. El sistema de circulación abierta es comúnmente utilizado en producciones situadas a una distancia razonable de bombeo de una fuente de agua de buena calidad.

El agua es bombeada hacia los tanques, pasa a través del sistema de tuberías y es regresada al mar. El sistema cerrado involucra la recirculación de un volumen determinado de agua dentro de una serie de tanques y unidades de filtración. Este tipo de instalaciones se localiza usualmente en áreas donde es impráctico o imposible bombear agua desde una fuente natural o bien debido a la baja calidad del agua. Existen características únicas para cada uno de estos sistemas pero poseen los mismos componentes básicos. En este manual se describirá el sistema de circulación abierta.

Tanques y soportes

El tipo de tanque más común es el construido en madera o en fibra de vidrio, con dimensiones de (aproximada-

mente) un metro de ancho por 2.4 m de largo y 25-30 cm de profundidad. Las medidas y los materiales pueden variar de acuerdo con las capacidades económicas, de espacio y de materiales, sin embargo los tanques construidos con fibra de vidrio poseen ventajas que los hacen deseables sobre otros: (véase figura 1)

- Resistencia,
- Impermeabilidad,
- No tóxicos,
- Durabilidad,
- Higiene,
- Facilidad de desmontar, apilar y guardar,
- Facilidad de reparar cuando sea necesario,
- Se apegan a los controles y normas de sanidad internacional.

No existe un diseño específico para los soportes de los tanques. Los soportes son construidos con los materiales más diversos como madera, bloques de concreto, acero, etc. El detalle más importante del uso de cualquier tipo de soporte es que deben soportar el peso del agua y de las jibas. Al considerar las dimensiones de los tanques antes mencionadas y un volumen de llenado de 15 cm se tendría un volumen de agua de 0.36 m^3 por tanque, un peso considerable que se debe tener en cuenta en el momento de diseñar los soportes que darán sustento a los tanques (véase figura 2).

Es conveniente que la altura de los tanques (considerando los bordes de cada tanque como la altura máxima) debe estar a un nivel en que los operarios trabajen con comodidad pues gran parte de su tiempo lo dedica-

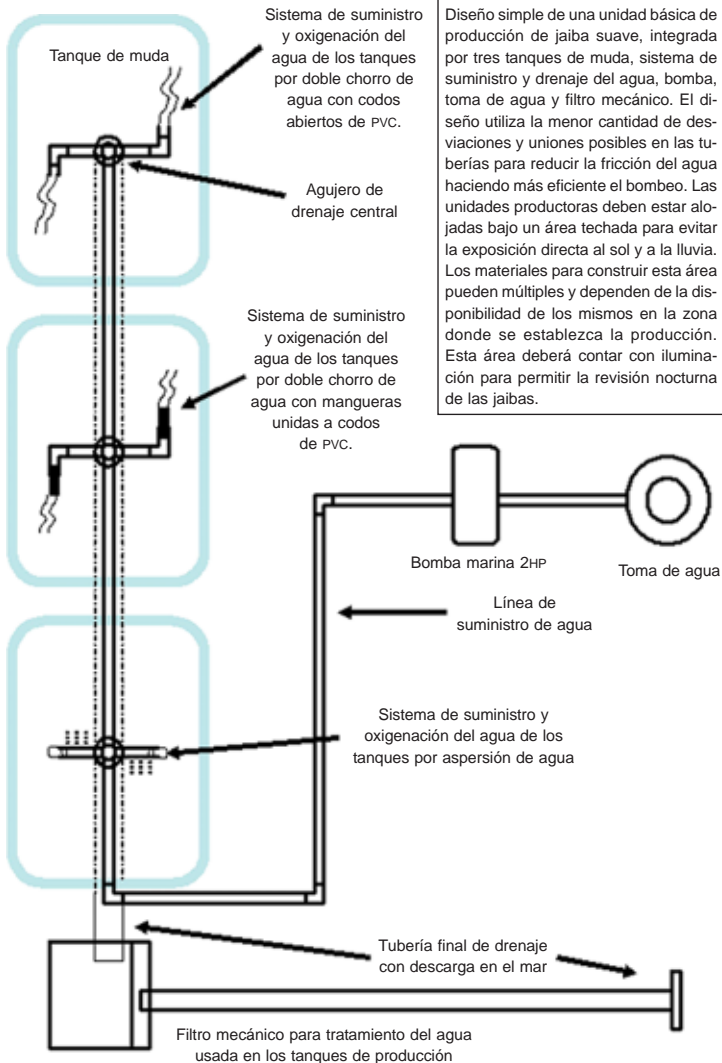


Figura 1 Todas las tuberías son de PVC, no está recomendado el uso de tuberías de metal por su posible contribución a la intoxicación de las jaibas en premuda. La medida convencional de la tubería del sistema de alimentación o suministro es de $1\frac{1}{2}$ o 2 pulgadas de abertura. Con el uso de varias uniones de reducción se puede disminuir de $\frac{1}{2}$ a 1" en el punto o cabeza de suministro.

rán a la clasificación de jaibas en los tanques. Una altura aproximada de 1.20 m al borde del tanque permite mantener una postura cómoda del operario, en el caso de operarios de baja estatura se colocarán tarimas que permitan su labor, con la lógica de que es más fácil esto último que sufrir el riesgo de lesiones posturales por una altura inadecuada en las actividades de los operarios de estatura media.

Bombas

La capacidad de las bombas dependerá del volumen de operación. Es necesario garantizar que una eficiente circulación del agua sea mantenida para airear el agua y remover los desechos propios de la producción.

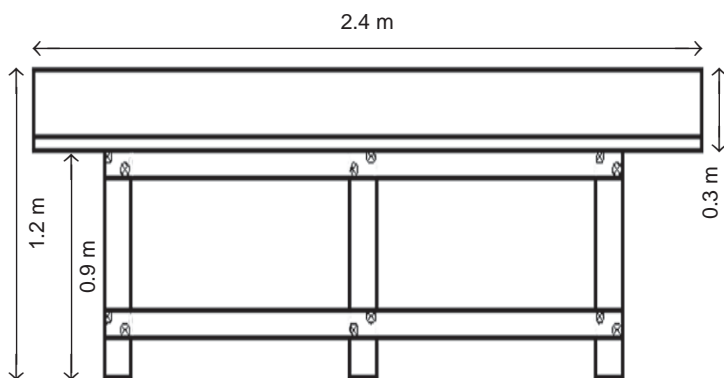


Figura 2 Vista lateral de un diseño convencional de un tanque de producción de jaiba suave con las estructuras de soporte. El ancho del tanque es de un metro. Los materiales más usuales son madera y fibra de vidrio para los tanques y madera y metal para los soportes.

Factores que deben ser tenidos en cuenta para escoger una bomba: capacidad de succión desde la toma de agua hasta la bomba, el largo y diámetro de la línea de succión, la capacidad de descarga, el largo y diámetro de la línea de descarga, el número y tipo de uniones en las líneas, el flujo de agua deseado.

Las bombas usadas en la industria de jaiba suave son principalmente de tipo centrífuga. Se deben elegir bombas cuyas piezas de repuesto se oferten en el mercado local. Además, los impelentes y otras partes internas de la bomba deberán estar fabricadas con materiales no tóxicos como plástico o acero inoxidable. El cobre, plomo o zinc no debe ser empleados en ninguna parte de la bomba que entre en contacto con el agua.

Los tamaños de bombas usualmente utilizados para una planta productora de hasta doce tanques son de 1½ a 2 HP pues garantizan un suministro de agua que permite realizar una aireación y remoción de desechos adecuada. Sistemas que utilicen más de 12 tanques deben incrementar el número de bombas de acuerdo a sus necesidades. Dadas las necesidades de oxigenación del agua para lograr un positivo proceso de muda en las jaibas y disminuir las mortalidades por causa de bajos niveles de este gas en el agua, es imprescindible contar con una bomba de repuesto para solventar posibles fallas de la bomba en funcionamiento. De igual forma se debe establecer un programa de mantenimiento periódico de las bombas para evitar fallas que pongan en peligro la producción.

Plomería

Tan importante como las bombas es la plomería del sistema de producción. Todas las tuberías y uniones deben estar fabricadas con materiales resistentes a la corrosión y no tóxicos. Materiales como PVC son los más recomendados y de hecho utilizados por la mayoría de los productores de jaiba suave. Las ventajas del PVC son muchas:

- Resistente a la corrosión,
- No tóxico,
- Fácil adquisición (menor precio que otras instalaciones),
- Sencillo de trabajar,
- Presentaciones en diversas formas y tamaños.

La elección del tamaño de tubería (diámetro interno) para ser utilizado en un sistema de producción dependerá de la capacidad de la bomba seleccionada. Las tuberías con diámetros de 1 a 2 pulgadas son usadas normalmente para la toma de agua y la línea de distribución. La utilización de uniones («couplings» o «coplins») de varios diámetros pueden reducir el diámetro a $\frac{1}{2}$ -1 pulgada en el punto de salida del agua en los tanques de muda.

En el momento de instalar las líneas de alimentación de agua se debe tener en cuenta la premisa de «mientras más simple mejor». Mientras menos uniones y desvíos tenga la tubería se evitarán más fricciones del agua en las mismas y por ende una mejor utilización de la bomba en términos de duración y gasto energético.

En el caso del sistema de drenaje se deben evitar tramos muy largos antes de la tubería final de descarga con la intención de preservar la «caída» del agua por gravedad, indispensable para una buena succión de los desechos contenidos en el agua de los tanques.

La toma de agua debe ser localizada en la mayor profundidad de la columna de agua. Una localización profunda es preferible debido a que el agua es usualmente más fría y tiene una salinidad constante, contrario a lo que pasa en aguas superficiales. La toma de agua debe ser suspendida por lo menos a 40 cm del fondo para que el fango y sedimentos no ingresen al sistema. Un sistema de mallas de al menos dos diferentes diámetros es recomendable para evitar el paso de materiales gruesos. La bomba debe ser colocada tan cerca del agua como sea posible. De igual forma la toma de agua debe ser localizada tan lejos como sea posible de la tubería de descarga de aguas provenientes del sistema de producción pues en caso contrario la captación de aguas bajas en oxígeno y con materia en descomposición que ingrese al sistema puede ocasionar los problemas que ya han sido mencionados antes.

Organismos como balanos, quitones, ostras y otros pueden invadir las tuberías e impedir el flujo del agua. La limpieza periódica con agua dulce de las líneas de suministro ayuda a liberarlas de estas obstrucciones. Otra forma de limpiar las tuberías de este tipo de organismos es llenarlas con agua marina y dejarla estancada durante una semana dentro de las mismas, de esta manera se propiciará un ambiente anaerobio (sin oxígeno) que matará los organismos bloqueadores haciendo más fácil su

remoción. Es claro que estas labores tendrán que hacerse en momentos en que la captura de JP disminuya y permita las labores de mantenimiento. Las temporadas en que la captura de JP disminuya deberá ser determinada en cada localidad donde se haya instalado un sistema de producción y dependerá de las informaciones de los pescadores (véase figura 3).

La introducción del agua dentro de los tanques de muda y su descarga posterior debe ser el producto de un diseño que provea una buena circulación. Existen algunas formas en que los productores han solucionado el suministro de agua y el drenaje en sus producciones. El método más popular implica la introducción de agua por atomizado sobre la superficie del espejo de agua del tanque. El agua es atomizada a presión de forma verti-

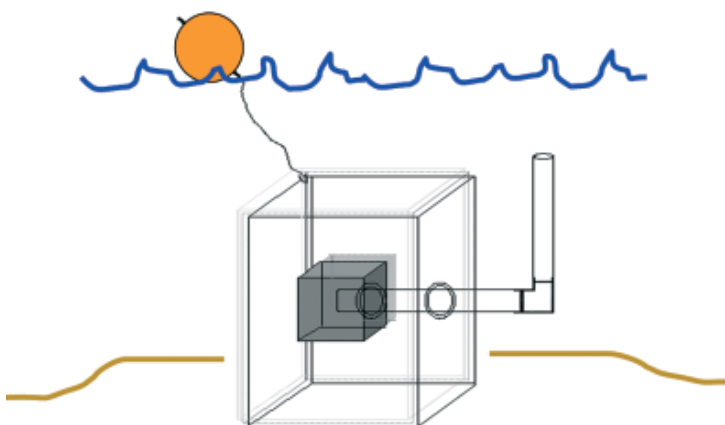


Figura 3 Detalle de construcción de toma de agua de dos cajas con malla. La caja pequeña (interior) debe ser manufacturada con tela de malla con abertura de $\frac{1}{4}$ de pulgada. La caja más grande debe ser construida con una malla más grande (1"). Una línea con boya debe ser atada al sistema para permitir su localización y subida a bordo para su limpieza periódica.

cal o en un ángulo suave en uno o varios chorros de agua. Estos chorros pueden venir de uno solo o de múltiples agujeros hechos en la tubería terminal. Este método agita la superficie mezclando el aire con el agua. Su desventaja es no propiciar la circulación del agua en el tanque (véase figura 4).

Otro método para introducir agua al tanque y permitir una buena circulación involucra tuberías donde la salida del agua es inmediata a la superficie del espejo de agua o sobre la superficie del mismo en esquinas encontradas del tanque. Este sistema crea un movimiento circular dentro del tanque y tiende a concentrar los desechos en el centro del tanque, lo que permite su fácil limpieza. Esto es muy práctico cuando existe en el tanque un drenaje central.

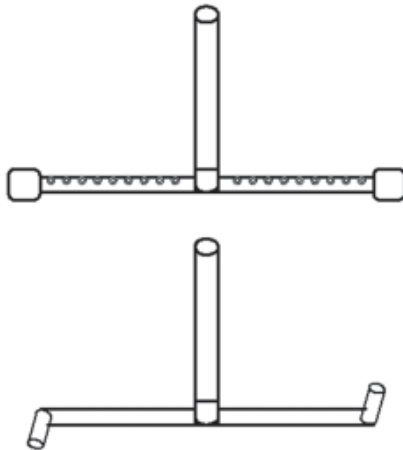


Figura 4 Detalle de las cabezas de suministro de agua. En la parte superior se presenta la cabeza de suministro por aspersión y en la inferior el suministro por chorro con codo abierto.

El agua es drenada de los tanques por agujeros hechos en el fondo o paredes del tanque. El agua en el tanque sólo debe llegar a un nivel en que se sobrepase por unos pocos centímetros el dorso de las jaibas. El agua drenada es regresada al mar por un sistema similar al de la toma de agua pero tratando de que se encuentre alejado de esta.

El drenaje de los tanques debe contar con un sistema de vaciado de emergencia que permite la eliminación total o parcial del agua. Generalmente se hace con un tubo removible en el drenaje central del tanque cuando el drenaje ha sido concebido de tal forma (véase figura 5).

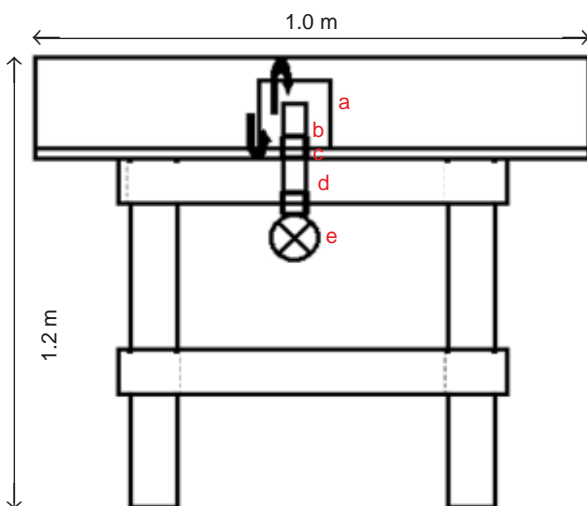


Figura 5 Vista posterior de un tanque de muda donde se detalla el sistema de drenaje de un tanque de producción. Las medidas convencionales usadas en el mismo son: a) Tubo PVC para drenaje externo de 6" ancho y 6" largo, aserrado en la base, b) Tubo PVC para drenaje interno de 2" de ancho y 4" alto, c) Uniones de PVC de 2", d) Tubo PVC 2", e) «T» de PVC de 4" x 4" x 2" unida a un tubo PVC de 4".

Para un vaciado parcial se remueve el tubo de drenaje normal y se cambia por otro que permita el nivel de agua deseado. Esto es muy útil en los casos en que ocurre un fallo en la bomba que suministra agua a los tanques.

La población de jaibas en el tanque puede consumir con gran rapidez el oxígeno disuelto en el agua ocasionando mortalidades importantes. Cuando el tanque es vaciado parcialmente a un nivel donde las branquias apenas queden cubiertas las jaibas respirarán burbujeano en el agua y de esa manera lograrán adquirir parte del oxígeno atmosférico permitiendo su mantenimiento mientras se corrigen las fallas en el suministro de agua (véase figura 6).

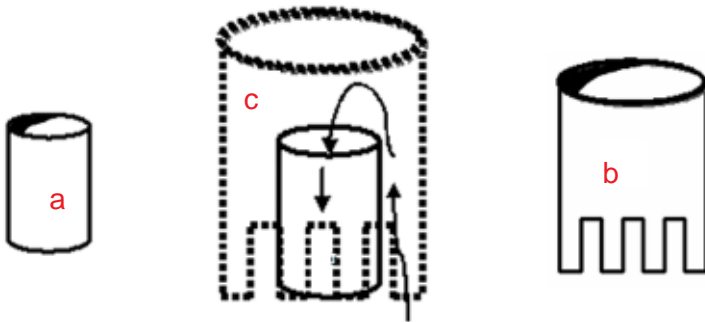


Figura 6 Alternativas de tubos de drenaje central para los tanques de muda: a) el drenaje más sencillo consta de una simple pieza de tubo de PVC (2 pulgadas) que se corta al tamaño que convenga para dar una profundidad deseada de agua en el tanque (generalmente se usa una profundidad de 15 cm). Debe ser posible su remoción para un drenaje total del tanque; b y c) diseño de drenaje de doble tubo donde la profundidad está dada por un tubo interior y un tubo exterior garantiza que el agua sea succionada desde el fondo del tanque, lo que ayuda a una mejor remoción de fango, excretas y otros desechos sólidos (tubo exterior 6" de diámetro y 6" de largo, aserrado en su base; tubo interior 2" de diámetro y 4" por arriba del fondo del tanque).

Aún y cuando las aguas residuales de una producción de jaiba suave resultan poco contaminadas es aconsejable realizar un tratamiento de las mismas antes de que regresen a los cuerpos de agua de donde son alimentados los tanques de muda. Para tal efecto el sistema más sencillo es la instalación de un sistema de filtrado mecánico que permite la remoción de excretas, fango y otros residuos. Un sistema asequible que puede ser adquirido o fabricado por el productor es el que utiliza una matriz filtrante de fibra de vidrio. El agua residual es descargada por gravedad en el depósito que contiene la fibra de vidrio donde son atrapadas las partículas sólidas y sale por gravedad por el extremo opuesto del filtro. Esto garantiza que las aguas regresadas a la fuente de suministro sean limpias y libres de materia orgánica que impacte negativamente en los ecosistemas circundantes (ver figuras 7, 8, e imágenes 13, 14, 15, 16).

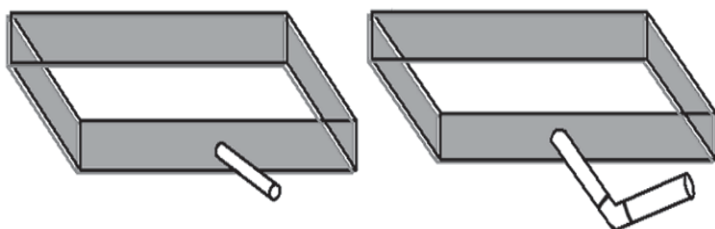


Figura 7 Sistemas de drenaje a través de la pared posterior de un tanque. En la alternativa a) se instala un tubo simple que permite mantener el nivel del agua a la profundidad deseada. Este nivel no puede ser regulado. La alternativa b) incluye la instalación de un codo y una sección adicional de tubo. Este sistema permite que la profundidad del agua se regule cambiando el ángulo del codo (en la figura las dimensiones del tanque presentado no son las reales).

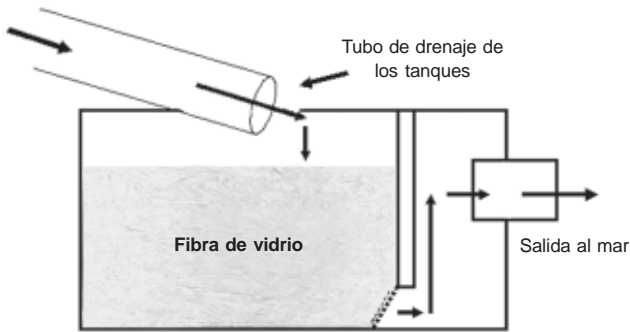


Figura 8 Corte longitudinal de un filtro mecánico a base de fibra de vidrio como material filtrante de los residuos producidos en los tanques de muda. Las aguas residuales se conducen a través del drenaje principal hasta el filtro donde las fibras atrapan los sólidos suspendidos en el agua. El agua es conducida posteriormente al mar.



Imagen 13 Sistema de producción de jaima suave de circulación abierta con nueve tanques de fibra de vidrio sobre soportes metálicos. El suministro de agua es por chorro y el drenaje a través del fondo en un extremo del tanque. Nótese la altura del tanque con respecto al operario.



Imagen 14 Sistema de producción de jaiba suave de circulación cerrada con tanques de fibra de vidrio sobre soportes metálicos. El suministro de agua es por chorro y el drenaje a través del fondo en el centro del tanque. Nótese el sistema de tubería de PVC instalado para el suministro de agua. La flecha apunta al filtro biológico.



Imagen 15 Jaibas en premuda inicial en un sistema de producción de jaiba suave de circulación abierta. Los tanques pueden albergar hasta 300 jaibas si la calidad del agua y la oxigenación son adecuadas.



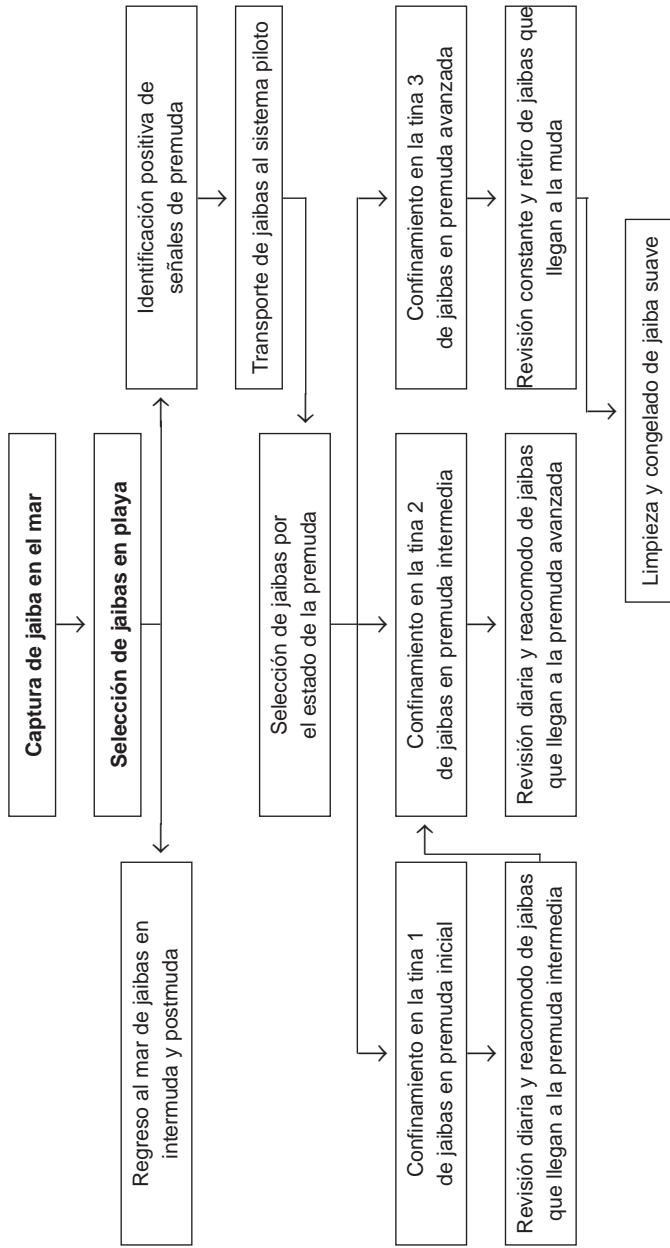
Imagen 16 Jaibas en premuda final en un sistema de producción de jaiba suave de circulación abierta en tanques de cemento. Las jaibas quebradas son aisladas del resto con un cerco de malla metálica.

Pasos para la operación de un sistema de producción de jaiba suave

- *Colecta de jaibas en el mar:* El abasto de organismos es el aspecto fundamental, es necesario capacitar al pescador acerca de las tallas y el sexo que deben ser capturadas. Se evita la captura de machos de tallas grandes y hembras maduras (grávidas o no) por lo que se restringe a machos y hembras jóvenes.
- *Selección de jaibas en playa o barco:* De los organismos capturados se hace una selección de tallas y estado de la muda. Se regresan al mar los organismos que no lleguen o rebasen el tamaño adecuado (mínimo 7 cm de ancho con espina). Todos los organismos (aún y cuando tengan el tamaño adecuado) que se encuentren en intermuda serán regresados al mar o procesados como jaiba dura.
- *Transporte:* Los organismos se transportan vivos en cestas, cajas o cubos con los cuidados mencionados con anterioridad.
- *Selección de jaibas por estadio de muda:* Guiados por los patrones de muda detectados por inspección visual se separarán las jaibas en las diferentes tinajas según el estado de la premuda en que se encuentren.

- *Revisión diaria:* En las tinas de premuda inicial y premuda intermedia, se requiere hacer al menos una revisión de la población total de jaibas cada 3 días y 12 horas respectivamente. Los organismos de la tina de premuda inicial que lleguen a la premuda intermedia serán transferidos a la siguiente tina. Los organismos de la tina de premuda intermedia que lleguen a premuda avanzada son transferidos a la siguiente tina. La revisión de los organismos de la tina de premuda avanzada debe ser de al menos una vez cada dos horas. Las jaibas que hayan entrado al proceso final de la muda («jaibas quebradas»), son transferidas a pequeños cercos de malla dentro de la misma tina para evitar que sean molestadas por las otras jaibas. Las jaibas que completan con éxito la muda son dejadas dentro de la tina un tiempo máximo de 20 minutos para que adquieran la consistencia adecuada.
- *Limpieza y congelado:* Las jaibas que han mudado y alcanzado la consistencia adecuada se retiran del sistema y limpian. Este proceso incluye el corte del abdomen, el rostro y las branquias. Posteriormente son lavadas con agua corriente y congeladas a por lo menos -20°C .

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE SISTEMA PRODUCTOR DE JAIBA SUAVE



Clasificación, limpieza y congelado de las jaibas suaves

Las jaibas suaves se comercializan en el mercado internacional bajo dos formas: vivas y congeladas. El manejo de las jaibas vivas para su comercialización no será explicado en este manual, se referirán los temas dirigidos a la comercialización de jaibas limpias congeladas.

Después de cosechar las jaibas suaves, una vez que han adquirido el máximo tamaño dentro del estanque, será necesario realizar algunas tareas para su procesamiento final.

La clasificación por tamaños es el primer paso. Existen en el mercado diversas tallas comerciales que se venden a diferentes precios y en presentaciones establecidas (véase tabla 2).

Tabla 2

TALLA COMERCIAL	DIMENSIONES		PESO PROMEDIO	
	Pulgadas	Centímetros	Onzas	Gramos
Whales	Mayores a 5.5	Mayores a 14.1	5.9	168
Jumbos	5.0 - 5.5	12.8 - 14.1	4.5	128
Primes	4.5 - 5.0	11.5 - 12.8	3.3	94
Hotels	4.0 - 4.5	10.2 - 11.5	2.5	71
Mediums	3.5 - 4.0	8.7 - 10.2	1.8	51

Las tallas se determinan midiendo el ancho de la jaiba de espina lateral a espina lateral.

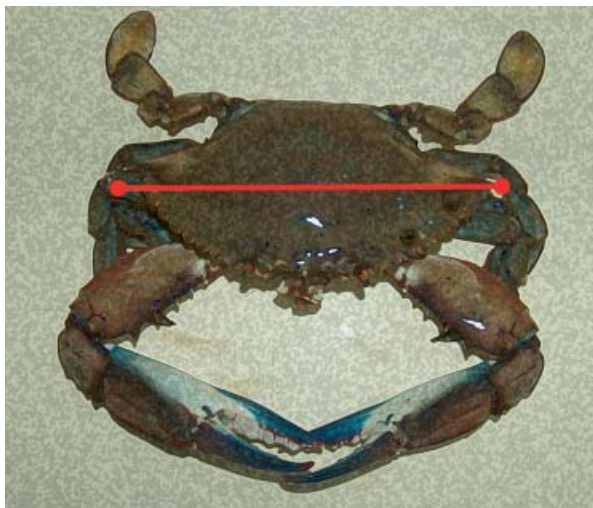


Imagen 17 La línea roja marca la distancia que debe ser medida para la clasificación de las jaibas de acuerdo a su talla.



Imagen 18 Jaiba suave recién cosechada de tamaño aproximado a «medium».



Imagen 19 Jaiba suave recién cosechada en proceso de clasificación por talla. En este caso se muestra una regla pero generalmente la medición se hace con marcas hechas en la mesa de procesamiento para facilitar y agilizar esta actividad. La jaiba es de una talla aproximada a «prime». En la imagen se muestra detrás de la jaiba suave el caparazón liberado en la muda.

Una vez que las jaibas son clasificadas se lleva a cabo la limpieza de las mismas con ayuda de una tijera. El mercado demanda jaibas suaves que llevan el siguiente proceso de limpieza (ver imágenes 20a, 20b y 20c):

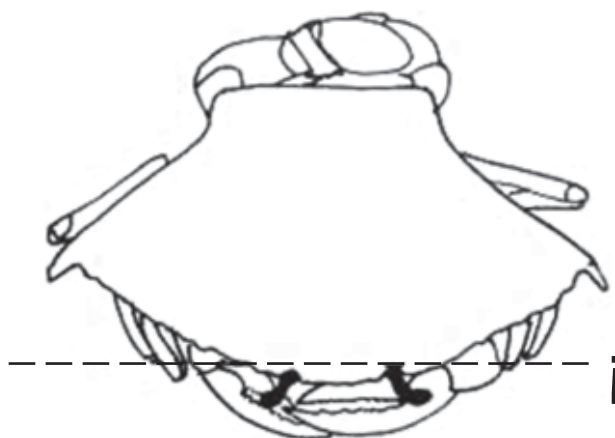


Imagen 20a 1) Corte de los ojos y partes bucales a aproximadamente 1.0 cm del borde anterior o frente de la jaiba.

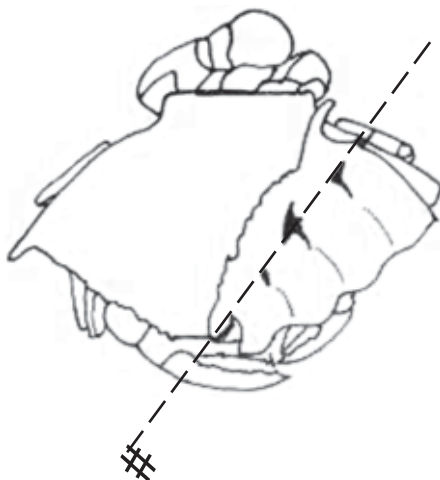


Imagen 20b 2) Corte de las branquias. Para realizar esto se levanta la parte superior de la jaiba jalando hacia arriba la espina lateral para dejar al descubierto las branquias.

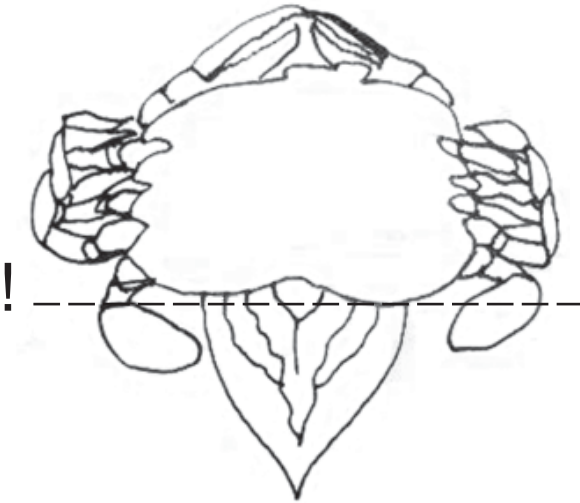


Imagen 20c 3) El paso final es seccionar el abdomen o aprón desde su base y lavar la jaiba completa con agua corriente antes de congelar.

Las jaibas limpias son introducidas en cajas de cartón encerado para su congelación. Cada pieza dentro de las cajas es envuelta en nylon. Las jaibas son colocadas en las cajas con el vientre hacia arriba y las pinzas recogidas hacia el frente de la misma. El número de jaibas por caja será determinado por las tallas. Estas mismas cajas son las que se utilizan para su envío y comercialización. El tamaño convencional de las cajas es de 23 cm de ancho, 30 cm de largo y 7.5 cm de alto (véase imagen 21).



Imagen 21 Una vez limpias las jaibas se clasifican de nuevo y se cuentan para determinar las docenas que llevará cada caja. La comercialización de las jaibas en el mercado internacional es por docena/caja de acuerdo a la talla.

Con relación al tamaño estándar de la caja el mercado exige el siguiente número de jaibas congeladas:

- 5 docenas de jaibas tipo «medium», empacadas en tres capas con dos filas por capa, 10 jaibas por fila.
- 4 docenas de jaibas tipo «hotel» en tres capas, dos filas por capa, ocho jaibas por fila.
- 3 docenas de jaibas tipo «prime» en tres capas, dos filas por capa, seis jaibas por fila.
- 2 docenas de jaibas tipo «jumbo» en tres capas, dos filas por capa, 4 jaibas por fila.
- 1½ docenas de jaibas tipo «whale» en tres capas, una fila por capa, 6 jaibas por fila.

Los pesos aproximados por caja son los siguientes (dependen de la adecuada clasificación de las jaibas):

- Caja jaibas medium: 5.5 a 5.75 libras
- Caja jaibas hotel y prime: 6.0 a 6.3 libras
- Caja jaibas jumbo y whales: 5.3 a 5.5 libras

Después de empacar las jaibas deben ser congeladas lo más rápido posible para asegurar mejor calidad. La temperatura óptima de congelación debe ser de entre -20 y -30°C . Las cajas que contienen las jaibas deben ser cerradas antes de la congelación para evitar «quemaduras» por baja temperatura. Después de la congelación las jaibas pueden ser almacenadas a -20°C hasta por un año sin que pierdan su calidad (véase imagen 22).



Imagen 22 Las jaibas suaves deben congelarse inmediatamente después de su limpieza y clasificación. La temperatura de congelación debe ser de al menos -20°C . Una vez limpias las jaibas se clasifican de nuevo y se cuentan para determinar las docenas que llevará cada caja. La comercialización de las jaibas en el mercado internacional es por docena/caja de acuerdo a la talla.

Análisis económico teórico de una producción de jaiba suave

Para efectos prácticos de manejos de costos del sistema de producción se asume la utilización de un sistema de producción de tres tanques (unidad básica), de igual forma se asume que en un Kg de jaiba hay 25 organismos de 40 gramos, de una longitud de 7.5 a 8.5 cm de ancho con espina. De acuerdo con datos actuales de precio de jaiba al mayoreo, el kilogramo ronda los 25 pesos (junio 2006, Secretaría de Economía, México). El precio de cada organismo (de acuerdo con los datos anteriores) sería de un peso por jaiba. Considerando que la selección de organismos en premuda requiere de un adiestramiento y esfuerzo adicional por parte del pescador, se otorga un precio mas elevado a los mismos. Un precio teórico para efectos de cálculos de costo-beneficio se ha fijado *a priori* en 3 pesos/jaiba en premuda.

En este mismo sentido se fija un precio de 16 dólares por docena, similar al precio internacional de jaibas suaves tipo «medium». Se fija de igual forma una temporada de producción de seis meses aunque esta puede ser mayor. Para efectos de conversión monetaria se fija el valor del dólar americano en 11.0 pesos m.n. (véase tabla 3).

Tabla 3 CONDICIONES BÁSICAS IDEALES
DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

Producción	Precios y costos de operación
<ul style="list-style-type: none"> — En cada tanque (3) se alojan hasta 200 jaibas en premuda. — Dos de cada 10 jaibas morirán antes de mudar. — Todas las jaibas que sobrevivan mudaran en un plazo ideal de 7 días (jaibas en premuda intermedia y avanzada), esto significa que el 130% de los organismos se repondrá semanalmente. — La producción es constante entre 40 y 60 docenas por semana (36-54 Kg semanales). — Todas las jaibas poseen tamaño comercial y calidad para la venta — La temporada de producción se fija en seis meses por año (24 semanas). 	<ul style="list-style-type: none"> — Las jaibas en premuda tienen un precio de \$3.0 pesos por organismo. — El precio de venta se fija en \$16 USD/ docena. — Los costos de operación (electricidad, mantenimiento, reparaciones, etc.) se fijan en \$2,500 pesos mensuales. — Los salarios de 3 operadores se fijan en \$7,500 pesos (2,500 x 3) mensuales.

Bajo las anteriores premisas se puede realizar el siguiente ejercicio:

- *Producción*: 200 jaibas en premuda por tanque (jaibas en premuda intermedia y jaibas en premuda avanzada x 80% de supervivencia = 160 jaibas x 1.3 de reposición semanal = 208 jaibas/12 = 17.3 docenas x 3 tanques = (5.9) 52 docenas semanales.
- *Jaibas en premuda*: 200 jaibas en premuda por tanque x \$3.0 pesos cada una = \$600 pesos x 1.3 de reposición semanal = \$780 pesos x 3 tanques =

\$2,340 pesos por semana.

- *Costos de operación*: \$2,500 pesos mensuales para operación del sistema completo de tres tanques, sumado al salario mensual de \$7,500 pesos de 3 operadores = \$10,000 pesos mensuales.
- *Ingresos por ventas*: 17.3 docenas de jaiba suave por tanque x 3 tanques = 52 docenas semanales x \$16 USD = \$832 USD semanales x 4 semanas = \$3,328 USD mensuales = 36,608 pesos (m.n.).
- *Ganancia neta mensual*: \$36,608 pesos mensuales por ventas - \$9,360 pesos por compra de jaibas en premuda = \$27,248 pesos - \$10,000 pesos por gastos de operación = \$17,248 pesos mensuales de ganancia neta.

De acuerdo a los datos anteriores los ingresos por venta, los costos de operación y la ganancia neta mensual y por temporada (seis meses) serían los siguientes (véase tabla 4):

Tabla 4 INGRESOS, COSTOS DE OPERACIÓN Y GANANCIA NETA MENSUAL Y SEMESTRAL

	Mensual	Por temporada (seis meses)
Ingresos por ventas	\$36,608.00	\$219,648.00
Costo compra jaibas en premuda	\$9,360.00	\$56,160.00
Costos de operación	\$10,000.00	\$60,000.00
Total costos operación	\$19,360.00	\$116,160.00
Ganancia neta	\$17,248.00	\$103,488.00

Tabla 5 COSTOS DE OPERACIÓN Y GANANCIA NETA DE UNA TEMPORADA DE PRODUCCIÓN DE SEIS MESES, CUANDO LAS CONDICIONES BÁSICAS SE MODIFICAN (EN PESOS MEXICANOS)

	10	14	a) 16	18	20	24
Precio de mercado (docena)						
Costos de operación	116,160.00	116,160.00	116,160.00	116,160.00	116,160.00	116,160.00
Ganancia neta	21,120.00	76,032.00	103,488.00	130,944.00	158,400.00	213,312.00
Precio de las JP	\$ 2.00	b) \$3.00	\$3.50	\$ 4.00	\$4.50	\$5.00
Costos de operación	97,440.00	116,160.00	125,520.00	134,880.00	144,240.00	153,600.00
Ganancia neta	122,208.00	103,488.00	94,128.00	84,768.00	75,408.00	66,048.00
Densidad por tina	100	150	c) 200	250	300	
Costos de operación	88,080.00	102,120.00	116,160.00	130,200.00	144,240.00	
Ganancia neta	21,744.00	62,616.00	103,488.00	144,360.00	185,232.00	
Supervivencia (%)	60	70	d) 80	90		
Costos de operación	116,160.00	116,160.00	116,160.00	116,160.00		
Ganancia neta	48,576.00	76,032.00	103,488.00	130,944.00		
Recambio semanal de jaibas	0.5	1	e) 1.3	1.5	2	
Costos de operación	81,600.00	103,200.00	116,160.00	124,800.00	146,400.00	
Ganancia neta	2,880.00	65,760.00	103,488.00	128,640.00	191,520.00	
Número de tanques	f) 3	6	9	12		
Costos de operación	116,160.00	187,320.00	258,480.00	329,640.00		
Ganancia neta	103,488.00	251,976.00	400,464.00	548,952.00		

Con gris se marcan las condiciones establecidas como «básicas». a) Precio de venta establecido en el mercado internacional: docena de jaibas talla «medium»; b) Precio teórico establecido para jaibas en premuda; c) Densidad convencional de jaibas por tina; d) El porcentaje de supervivencia del 80% es considerado ideal; e) El recambio del 130% semanal de los organismos confinados es moderado, recambios mayores pueden ser esperados en dependencia de la eficiente clasificación de las premudas; f) El número mínimo de tanques utilizados es de tres con tres operadores requeridos para un número máximo de seis tanques, para una instalación de nueve a doce tanques será necesario incrementar el número de operadores con los obvios incrementos en costos de operación.

Bibliografía consultada

- Anuario Estadístico de Pesca. 2003. Anuario Estadístico de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Díaz, A.H. 2002. Soft shell crab production using preferred temperature. *World Aquaculture*, 33(1):55-57.
- Fernández-Luna, I., R.M. Chávez, M. Preciado, M. Oliva, S. López-López, H. Nolasco & F. Vega-Villasante. 1999. Contribution to the knowledge on growth and molting of the crab *Callinectes arcuatus* Ordway (1863) in Nayarit, Mexico. *Revista de Investigación*. Mar. 20(1-3):94-100.
- Hendrickx, M.E. 1984a. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México. III. Clave de identificación de los cangrejos de la familia Portunidae (Crustacea: Decapoda). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 11(1):49-64.
- 1984b. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, Mexico. II. The decapod crustaceans of estero El Verde. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 11(1):23-48.
- 1993. Crustáceos decápodos del Pacífico. Pp. 271-318. En: S.I. Salazar-Vallejo & N.E. González (Eds.):

- Biodiversidad marina y costera de México. CONABIO, CIQRO, México. 865 pp.
- 1995. Cangrejos. Pp. 565-636. En: Fisher W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem (Eds.): Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. 1 Plantas e invertebrados. FAO. Roma. I. 646 pp.
- Hernández-Bernal, J.B. & B.E. Sánchez-García. 1996. Desarrollo de sistemas productivos para la utilización integral de crustáceos en forma suave. III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Puerto Vallarta, Jalisco. Noviembre 1996.
- Hernández-Bernal, J.B. & B.E. Sánchez-García. 1995. Sistemas de producción de cangrejos de concha suave en el Estado de Veracruz. II Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Guaymas, Sonora. Noviembre 1995.
- Host, G. 1992. Soft shelled crab production. Options and opportunities. Louisiana Sea Grant College Program. Louisiana State University. Baton Rouge. Louisiana. USA.
- Jackson D. & D. Sweat. 1997. Crab shedding systems design. Florida Sea Grant College Program.
- Osterling, M. & C. Adams. 1997. Economic and business considerations for small scale soft crab production. Virginia Sea Grant Marine Resource Advisory Program. Gloucester Point. Virginia. USA.
- Osterling, M.J. 1984. Manual for handling and shedding blue crabs (*Callinectes sapidus*). Special Report in

-
- Applied Marine Science and Ocean Engineering No. 271, Mar. Adv. Ser. Vir. Inst. Mar. Sci., 76 pp.
- Ramírez, E. & J. Singh. 2003. La Pesquería de Jaiba (*Callinectes* spp.) en el Pacífico Mexicano: Diagnóstico y Propuesta de Regulación. Instituto Nacional de la Pesca, Mazatlán, México. 54 pp.
- Rocha-Ramírez, A., S. Cházaro-Olvera & P.M. Mueller-Meier. 1992. Ecología del género *Callinectes* (Brachyura: Portunidae) en seis cuerpos de agua costeros del estado de Veracruz, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, 19(1):33-41.
- Rodríguez-de-la-Cruz, M.C. 1987. Crustáceos decápodos del Golfo de California. Secretaría de Pesca, México. 306 pp.
- Román-Contreras, R. 1986. Análisis de la población de *Callinectes* spp (Decapoda: Portunidae) en el sector occidental de la Laguna de Términos, Campeche, México. I. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, 13(1):315-322.
- Supan, J., Horst, J. & D. Bankston. 1986. Soft-shelled crabs: onboard shedding for extra income. Louisiana Sea Grant College Program. Center for Wetland Resources. Baton Rouge. Louisiana. USA.
- Wehrtmann, I.S., & D. Mena-Castañeda, 2003. Molt sign description of the Pacific blue crab *Callinectes arcuatus* Ordway 1863 (Decapoda, Portunidae). Nauplius 11(2):135-139.

*Manual técnico para la producción
de jaiba suave en el Pacífico mexicano*
terminó de imprimirse en julio de 2006
en los talleres de Ediciones de la Noche,
noche@megared.net.mx,
Guadalajara, Jalisco, México.

Composición tipográfica: Laura Biurcos Hernández.

Tiraje: 1 000 ejemplares.