

EL SALMON EN JAPON

Irma Vila Pinto (*)

R E S U M E N

Se describe en líneas generales el ciclo de vida de las especies comerciales del género *Oncorhynchus* (Salmonidae) de Japón. Se pone especial énfasis en *O. keta*, especie que se está introduciendo en Aysén, Chile.

Se detallan las técnicas de captura, fecundación artificial, crianza, siembra y regulaciones pesqueras de las pisciculturas de salmónidos en Japón.

A B S T R A C T

A general outline of the japanese commercial species of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae) is described. Special emphasis is given to *O. keta*, species which is being introduced in Aysén, Chile.

Particular relations are given on capture techniques, artificial spawning, planting and fisheries regulations on salmonids of Japan.

INTRODUCCION

Por siglos el "salmón" ha sido considerado como uno de los recursos pesqueros más apreciados y de alto valor comercial en Japón.

El "salmón del Pacífico", pertenece al género *Oncorhynchus* e incluye cinco especies: *O. keta* "salmón keta", *O. gorbuscha* "salmón rosado", *O. nerka* "salmón rojo", *O. kisutch* "salmón plateado" y *O. tshawytscha* "salmón rey" distribuidos en el Pacífico Norte y con migraciones a las costas este y oeste del mismo. Además, dos especies, *O. masou* "masu" y *O. rhodurus* cuya distribución se limita a la zona costera de Japón.

De los salmones que migran a ríos japoneses, *O. keta* constituye el 85%, *O. gorbuscha* el 10% y el *O. masou* el 5% de la población comercial de salmones.

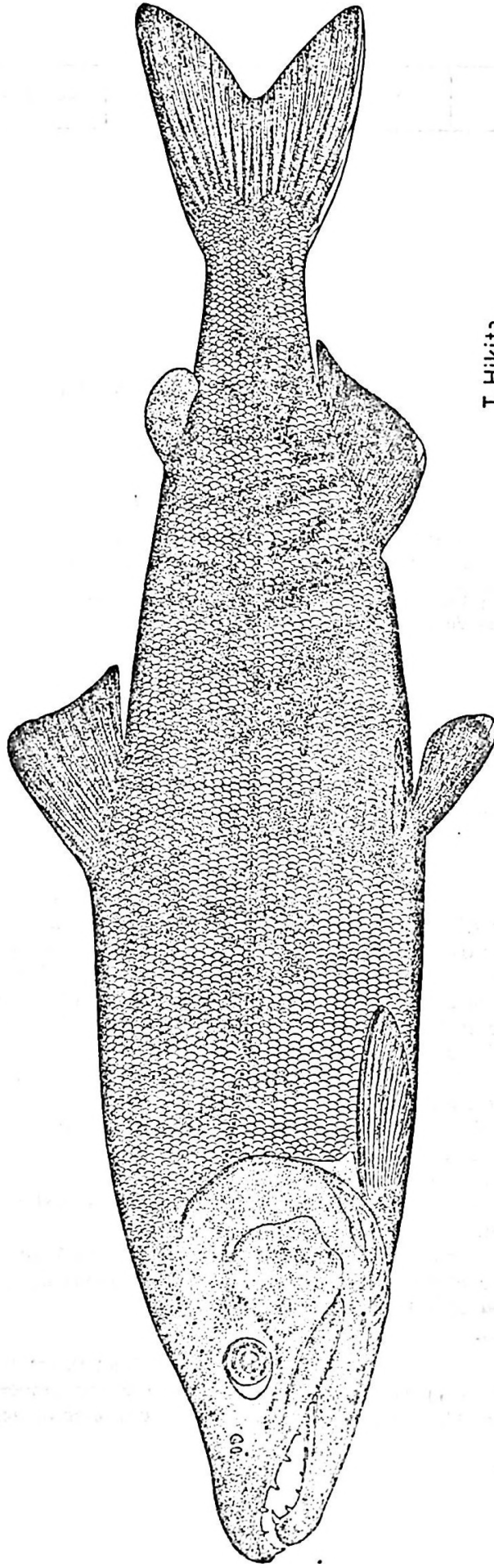
Estadísticas pesqueras japonesas del año 1974 señalan una producción de 600.000.000 de huevos de "salmón keta", 60.000.000 de "rosado" y 10.000.000 de "masu", obtenidos en las pisciculturas de Hokkaido.

Esta producción se ha logrado fundamentalmente por la reproducción artificial y por un cuidadoso programa de conservación, mejoramiento y adecuación de los ríos salmoníferos. Severas regulaciones pesqueras en estrecha coordinación con las investigaciones realizadas han permitido conocer los hábitos de este género y las condiciones ambientales de los ríos y sectores costeros donde se distribuye el salmón.

Chile, está introduciendo *O. keta* proveniente de Hokkaido, Japón, en la Provincia de Aysén.

1. Descripción taxonómica de *O. keta*
Género *Oncorhynchus* Suckley, 1861.
Especies comerciales que habitan en Japón.

* Depto. de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Casilla 147. Santiago.



T. Hikita

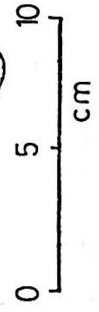


Fig. 1. *Macho adulto de Oncorhynchus keta.*

- O. keta** (Walbaum)
- O. gorbuscha** (Walbaum)
- O. masou** (Brevoort)
- O. rhodurus** Jordan et Mc. Gregor

Se detallan a continuación los caracteres diagnósticos de **O. keta** (Fig. 1) en Japón por ser la especie que se está introduciendo en Chile.

Cuerpo más bien alargado, comprimido. Pedúnculo caudal delgado. Caudal emarginada. Cabeza moderadamente cónica. Boca moderada. Hocico más bien puntiagudo. Dientes pequeños y débiles, cónicos durante la permanencia en el mar pero que en los adultos maduros se presentan muy encorvados, particularmente en los machos. Branquiales comparativamente cortas, finas y espaciadas, sin espículas o una corrida. En los ejemplares frescos el color es gris azulado a azul metálico en el dorso, los costados y la parte ventral blanco plateado, sin manchas negras en el dorso y los costados; ocasionalmente moteados en la base de la dorsal y en la parte posterior de la cabeza.

Los ejemplares en desove se presentan totalmente negros en el dorso y los costados con franjas laterales rojizas, negras y amarillas. Extremos de las aletas ventral y anal blancos; margen inferior de la caudal blanco (Hikita, 1971).

Longitud total varía entre 36.2 a 78.7 cm. Cabeza de 3.6 a 4.9 de longitud standard.

Aleta dorsal 11-16 (usualmente 14); Pectoral 14-17 (15); Anal 14-18 (17); Ventral 10-12 (11); Caudal 41-44; Branquiostegales 11-15 (13); Vértebras 62-69 (65-66); Ciegos pilóricos 125-215 (160-180); Branquiales 21-25 (23); Rango dentario 8-10 (40-42);

12-16 21-28

Dientes vomerianos 4-8; Dientes palatinos 9-10; Pseudobranquias 17-20; Línea lateral 132-146 (135-137); Primera corrida sobre la línea lateral 135-153; Escamas transversales 34-52.

Subespecies:

En el caso del salmón "keta" se diferencian dos razas estacionales en Japón, la población de verano y la de otoño. La primera se distribuye en la península de Kamchatka, la costa norte del mar de Okhotsk y el río Amur.

La segunda migra en las costas del norte de Japón y Sakhalin. Se diferencian morfológicamente porque la primera posee mayor número de ciegos pilóricos y no tiene espículas en las branquias.

2. Distribución

El género **Oncorhynchus**, en sus diferentes etapas se distribuye desde latitud 36° N. a 42° N, abarcando toda la región subártica del Pacífico y el mar de Bering.

Se encuentran preferentemente en los primeros 10 m. de profundidad, pero su hábitat se extiende desde la superficie a 200 m. Los especímenes en maduración comienzan a desplazarse uno a dos meses antes del desove hacia la desembocadura de los ríos, a una velocidad promedio de 55 km. diarios. Los inmaduros efectúan migraciones de alimentación que se repiten año a año en dirección opuesta a los punteros del reloj.

En el caso de **O. masou** y **O. krhodurus**, el rango de migración se limita a la zona costera del Pacífico Oriental.

O. keta se encuentra en la costa occidental de Hokkaido, Kamchatka y principalmente Alaska. Retorna solamente a los ríos que desaguan un lago o una laguna. Tanto en Japón como en Estados Unidos hay ejemplares que permanecen en el lago y no migran al mar. (Scott. Crossman, 1973).

O. keta tiene la distribución más amplia, desde el río Sacramento en California, 122° 30' W, 37° 50' N, hasta la costa ártica de Alaska. Retorna solamente a los ríos que desaguan al río Tone, 141° E, 36° N por el Pacífico y a 130° E, 33° N en el mar de Japón. Hacia el norte alcanza a 125° E y 73° N en la costa de Rusia. (Bakkala, 1972).

La mayor parte de **O. keta** desova en los límites inferiores de los ríos, a veces en la zona intermareal. Los alevines apenas eclosionan comienzan a migrar río abajo en abril y mayo.

Las poblaciones asiáticas y occidentales se mezclan en el Pacífico norte y en el mar de Bering.

Generalmente entre los tres y seis años, **O. keta**, inicia su migración a aguas costeras de los ríos de desove, donde deposita sus huevos entre junio y noviembre.

3. Ciclo de vida

3.1 Reproducción

En condiciones naturales todos los salmones desovan en la grava (entre 0,5 cm. a 3 cm.) de los remansos de los ríos. Allí hacen una excavación con la cola y los cubren con la grava. La fecundación es externa y la expulsión de los óvulos es casi simultánea con la expulsión del esperma del macho. El número promedio de huevos en *O. keta* asiático fluctúa entre 2.000 y 4.000 huevos por hembra. En *O. gorbuscha* entre 1.500 a 2.000. En *O. masou* entre 1.900 y 2.400.

En todas estas especies existe un marcado dimorfismo sexual. En general los machos tienen el hocico más grande y ganchudo que las hembras. Los caracteres sexuales secundarios se hacen más notorios en el período de madurez sexual. Los machos adquieren marcada coloración durante el desove. En el caso de *O. keta* la aleta adiposa en las hembras es más pequeña y de formas más suaves en el macho. La aleta anal de las hembras es pequeña y cuadrangular, en cambio en el macho es grande y triangular.

La proporción sexual se aproxima a 1.

Todas las especies de *Oncorhynchus* mueren después de desovar. El mayor número de *O. keta* desova desde septiembre a diciembre. En Hokkaido de los 160 ríos en los cuales desova este salmón, solamente 24 tienen más de 100 km. de longitud.

Generalmente eligen aguas surgentes y con corrientes de 10 a 20 cm³/seg.

O. gorbuscha desova desde fines de agosto a septiembre.

O. masou lo hace en agosto y septiembre.

Los huevos son esféricos y anaranjados con un diámetro de 6 a 9,5 mm. promedio.

La eclosión puede variar entre 1,5 a 4,5 meses, ya que depende principalmente de la temperatura ambiental.

3.2 Juveniles

3.2.2 Fase larval o alevín

Período que se extiende desde la eclosión hasta la emergencia de la grava, cuando el saco vitelino es totalmente absorbido.

El vitelo contenido en el saco vitelino es la única fuente de alimento en la primera etapa de vida libre que dura entre 30 a 35 días.

3.2.3 Juveniles

Etapa que se extiende desde que emerge de la grava, en agua dulce hasta alcanzar la madurez sexual en el mar.

En el momento de emerger de la grava miden entre 20 mm. a 30 mm. de longitud total.

La migración de *O. keta* y *O. gorbuscha* río abajo comienza en abril y mayo para finalizar en junio. *O. masou* migra al mar en los mismos meses del año siguiente. Permanecen en zonas costeras hasta julio, agosto. En esta etapa han alcanzado hasta 500 mm. de longitud total.

3.3 Adultos

Se considera adulto el salmón maduro sexualmente y capaz de desovar, la duración de este período fluctúa de 6 meses a 1 año, ya que todos los salmones mueren después de desovar.

O. keta madura entre uno y seis años. Pero la mayor parte de la población lo hace a los tres y cuatro años.

O. gorbuscha a los dos años de edad.

O. masou permanece un año en el río, en la primavera siguiente.

3.4 Alimentación y crecimiento

Hasta la emergencia de la grava los salmones reabsorben su saco vitelino. Después se alimentan de organismos de fondo que son arrastrados por la corriente del río, fundamentalmente insectos acuáticos. En el mar los alevines se alimentan de eufásidos, anfípodos, ostrácodos, larvas de crustáceos y peces.

Al eclosionar *O. keta* mide 22 mm. promedio de longitud total y pesa 0.16 g. Al finalizar la absorción del saco vitelino alcanzan 27 a 32 mm. de longitud total y 0.20 a 0.23 g. de peso. Entre marzo y mayo cuando llegan al mar tienen un promedio de 35 mm. de longitud. Al dejar las aguas costeras y migrar hacia altamar han alcanzado entre 10 y 15 cm. de longitud.

El crecimiento en longitud y peso se obtiene en el mar, fundamentalmente en verano.

En general los salmones que maduran más temprano crecen más rápido y tienen mayor longitud que los inmaduros.

En Hokkaido, a los tres años las longitudes para machos fluctúan entre 53 y 57 cm. Para las hembras varía entre 50 y 57 cm. El peso varía entre 4 y 5.5 kg. para los machos y 3.8 a 5.4 kg. en las hembras.

O. gorbuscha a los dos años promedia los 50 cm. de longitud total y *O. masou* alcanza a los tres años un promedio de 47 cm.

3.5 Migraciones

Los salmones migran durante la mayor parte de su vida. Después de emerger de la grava se mueven río abajo, en el mar continúan migrando hacia el oeste, al sur de la península de Alaska. Al iniciar su madurez sexual vuelven a aguas costeras para desovar en el mismo río donde nacieron. Esta migración se efectúa solamente en la noche, salvo cuando el agua está muy turbia (Royce, 1968).

Su distribución vertical alcanza hasta los 50 m. de profundidad, pero se les encuentra hasta los 200 m. La velocidad promedio con que se trasladan los adultos es de 55 km. diarios.

Los alevines migran en cardúmenes hacia el mar, poco tiempo después de haber nacido, en el caso de *O. keta* y *O. gorbuscha*. *O. masou* permanece un año en el río, para migrar al año siguiente. Una parte de la población de esta especie permanece toda su vida en agua dulce.

4. Población natural

Las poblaciones de *O. keta* de la costa asiática están constituidas casi totalmente por machos de un año. Al segundo año hay más machos que hembras, pero al tercer año la proporción sexual es casi uno. A los cuatro y cinco años, predominan las hembras.

Hay una considerable variación anual en la composición por edades de esta especie. La edad predominante es siempre tres años.

Los tamaños de *O. keta* durante su permanencia en el mar varían desde los 3.5 cm. a 100 cm. de longitud total.

Entre las capturas de la flota japonesa con redes agalleras cuya distancia entre nudos varía entre 12 a 13 cm. (malla estirada) los tamaños medios observados son los siguientes:

43 a 50 cm. a los dos años, 50 a 57 cm. a los tres años y 53 a 60 cm. a los cuatro años.

Los peces maduros miden, en promedio, entre 45 y 90 cm. de longitud y pesan entre 1 a 10 kl.

O. gorbuscha es más común en las costas del mar de Okhotsk y el estrecho de Nemuro, pero alcanza hasta el Artico.

Miden entre 25 y 40 mm. de longitud al alcanzar el mar, al retornar ya maduros miden un promedio de 43 a 48 cm. de longitud.

O. masou, especie nativa de Japón, es el más pequeño de los salmones comercializados. Es abundante en Hokkaido. Sube a desovar a la parte superior de los ríos y los alevines permanecen en agua dulce por uno o más años antes de migrar al mar. Su estada aquí es generalmente de un año y permanecen en regiones cercanas a la costa.

5. Pesquerías en Japón

5.1 Antecedentes históricos y organización

Las actividades pesqueras en salmón se remontan al año 1721, época en la que se adecuaban lugares de desove en los ríos. En el siglo 19, por influencia europea y norteamericana, se estableció la primera piscicultura en Shitose, Hokkaido.

En 1890 se creó una segunda piscicultura y simultáneamente se prohibió la pesca comercial y deportiva en los ríos de Hokkaido.

En 1934 se creó el centro de reproducción de Hokkaido, actual Agencia Nacional de Pesquerías de Salmón, organizada en una oficina central y 37 estaciones de piscicultura distribuidas en 6 distritos. Esta Agencia además controla y coordina estaciones nacionales y particulares de captura y crianza.

Las líneas básicas de acción son las siguientes:

- a) Cultivo artificial. Captura, crianza y propagación de salmones.
- b) Medidas tendientes a favorecer propagación y protección de la especie.
- c) Medidas legales. Control de contaminación del agua, usos de agua, flujo, etc.
- d) Investigación de recursos.

El cultivo artificial ha venido a suplir la falta de lugares de desove naturales y en los últimos años, especialmente con *O. keta* se ha logrado subir la tasa de retorno de 0.1 a 2%.

La actividad pesquera de salmones de Honshu es privada.

5.2 Captura

Los sistemas más usados son las barreras, trampas y redes, este último no es recomendable porque daña mucho al pez, especialmente al *O. masou* que debe ser mantenido hasta cinco meses en lagunas hasta que sus huevos maduren.

Las barreras se construyen de madera, acero y vinil. Las más usadas en Japón son confeccionadas de bambú, especialmente en los ríos de mayor corriente.

La mayor parte de las estaciones de captura, se localizan muy cerca de las desembocaduras de los ríos. La barrera se instala entre un lugar con corriente fuerte y el remanso inferior; perpendicular a la corriente. Es además, muy importante que el lugar tenga buena accesibilidad y espacio para instalar lagunas de mantención de los salmones en maduración.

En el caso de ríos de amplia variación de nivel de agua y/o gran corriente, como es el caso de Chile, debería usarse materiales que presenten la menor resistencia a la acción del agua y alturas variables.

Las separaciones de las trampas deben ser de tres centímetros de ancho en el caso de *O. keta* y dos centímetros y medio para *O. masou*.

En Japón, normalmente se construyen las barreras en paneles para reemplazar las partes deterioradas en forma expedita.

5.3 Técnicas de fecundación artificial

En Japón, el 57% de los adultos que retorna a los ríos madres es capturado para fecundación artificial de huevos.

La captura del salmón no coincide con su período de madurez, por lo que es necesario mantenerlos en lagunas o estanques de maduración que reproduzcan las condiciones del río. Las condiciones de ellos son las siguientes:

— Ser lugares aislados, poco ruidoso y sombreado.

— Tener 1 m. de profundidad.

— Deben ser capaces de contener un promedio de 50 ejemplares por metro cúbico.

— Disponer de una tonelada cúbica de agua por minuto.

— La temperatura promedio debe ser semejante a la de Hokkaido: 6° a 7° C (agua de vertiente).

A mayor temperatura hay mayor demanda de oxígeno.

— Su fondo debe ser de piedras.

Es recomendable además, separar los sexos para evitar fecundación natural. Los machos deben colocarse en la parte superior de la corriente y las hembras en la parte inferior para acortar el período de maduración de los huevos.

O. keta llega próximo a la madurez, *O. masou* demora algunos meses.

Se seleccionan para el desove artificial palpando uno por uno los peces y se reconoce su madurez por las siguientes características:

Hembra madura:

— Aparición de caracteres secundarios (color, forma).

— Al ser inclinadas hacia adelante en el agua, los huevos se mueven.

— Estómago muy blando.

— La vulva se arruga para facilitar la salida de los huevos.

Macho maduro:

— Aparición de caracteres secundarios (cambios de forma y color, hocico se alarga y encorva).

— Al moverlos sale semen.

Cuando hay pocos machos es recomendable extraer el semen y devolverlos a la pileta de maduración, de este modo se puede repetir esta operación dos o tres veces.

Se matan a garrotazos en la cabeza para evitar el deterioro de la carne que posteriormente es vendida en el mercado.

Es fundamental sincronizar la matanza con la extracción de huevos porque éstos son viables hasta 30 minutos después de muerto el salmón, el semen sólo 20 minutos a temperatura ambiental. En el caso de sobrar semen se puede conservar refrigerado por 12 o más horas a 0° C.

Una vez sacrificados los salmones se trasladan inmediatamente a la sala de incubación, cuya temperatura debe fluctuar entre 5° y

15° C, siendo la temperatura ideal de 10° C. Se colocan con el estómago hacia arriba para que no se caigan los huevos. Luego con un cuchillo corto y triangular se corta desde el ano a las branquias, cuidando de no romper los huevos. Los huevos de 3 a 5 hembras son colocados en un lavatorio enlozado y se inseminan con 2 a 3 machos. Se revuelven con una pluma, se les coloca 300 cc de agua corriente a 7° - 8° C. promedio y se dejan reposar por 10 minutos, luego se trasladan a bateas de hidratación en las que se mantienen por 60 minutos. Se limpia la espuma, restos de semen y otras impurezas. El huevo absorbe agua y se pone resistente. Tiene gran resistencia a la presión, pero es muy débil a los golpes. Por esto, en el caso que se necesite trasladarlos, se hace en cajas de madera y se apretan con frazadas húmedas para luego taparse; todo esto para que no se muevan con el traslado.

Se utiliza diferentes sistemas de incubación:

a) Sets de bandejas con 2.500 huevos por bandeja (al colocar dos capas por bandeja). Cada set lleva generalmente siete bandejas con huevos. Los sets van colocados en cajas generalmente de dos a cuatro por caja. Requieren 12.1 lt. de agua por minuto.

b) Directamente en cajas con capacidad para 100.000 huevos, con un requerimiento de 30 lt. de agua por minuto.

Cajas para 500.000 huevos y con un requerimiento de agua de 50 lt. por minuto.

c) Bandejas verticales de incubación, tipo Heath norteamericano. Necesitan 9 lt. de agua por minuto.

Durante este período es recomendable desinfectar dos o tres veces por semana con verde de malaquita por dos o tres horas en una dilución de 200 : 1.

El desarrollo de los huevos de *O. keta* hasta "estado con ojo" demora aproximadamente 30 días o el equivalente a 240° C de temperatura acumulativa. (La mayoría de la piscicultura posee agua a 8° C).

Eclosionan con un total de 480° C de temperatura acumulativa (60 días).

O. masou demora menos, eclosiona con 440° C de temperatura acumulativa. El "estado con ojo" aparece a 220° C.

El período que transcurre hasta "estado con ojo" es el más delicado del huevo por lo que no se debe mover.

A la semana de aparecer el ojo, la larva, adquiere gran resistencia. En esta etapa se sacan los huevos de las bandejas, se mueven y aplastan con las manos, efectuando así el "shocking" con el objeto de eliminar los huevos débiles. Luego se trasladan a las bandejas nuevamente.

Dependiendo del método de mantención de los huevos se efectúa posteriormente el traslado de alevín. Los incubados en bandejas verticales no necesitan ir a lagunas pero, sí se aumenta el flujo de agua a 12 lts. por minuto. Al comenzar a eclosionar se rompe la membrana y se observa espuma en el agua. En el sistema de bandejas es necesario levantarlas, sacando las tres primeras porque los alevines caen y se acumulan. Los huevos de las siete bandejas del set demoran entre 1 y 3 días en eclosionar.

Hasta la absorción del saco vitelino no nada ni come. Las lagunas de mantención de alevines en esta etapa deben poseer las siguientes características:

— Dimensiones. 20 a 30 m. de longitud y 1,80 de ancho.

— Cantidad de agua. 300 lt/min. El nivel del agua debe alcanzar 15 cm. de altura.

— Deben llevar piedras en el fondo de 3 a 4 cm. de longitud y 5 cm. de espesor.

— Deben ir tapadas porque los alevines en esta etapa son muy sensibles a los rayos ultravioletas.

— Con estas características, se colocan 10.000 a 12.000 alevines por metro cuadrado, en las lagunas.

Se disponen desde el curso inferior de la corriente hacia arriba cuando se trasladan en forma simultánea. Si se hace en etapas, se efectúa desde el curso superior.

En el caso de lagunas nuevas es necesario tratarlas con $Al_2(SO_4)_3$, K_2SO_4 + $2H_2O$; se coloca 300 g. por cada 3.3 m. cuadrados y se deja durante dos días con agua. Si no es posible usar este reactivo, se dejan con agua corriente por una semana. Es necesario desinfectar las lagunas año a año. Se utiliza para esto 600 g. de cal viva por cada 3.3 m. cuadrados y se dejan durante dos días con agua. También se usa cal apagada, 1.200 g. por cada 3.3 m. cuadrados.

A 8° C de temperatura promedio, reabsorben el saco vitelino entre los 30 y 40 días, es decir 240° C a 300° C de temperatura acumulativa.

Cuando el alevín ha reabsorbido el saco vitelino en un 80%, es necesario destapar las

piletas, y subir el nivel del agua a 25-30 cm. y el flujo a 500 lt/min. Se inicia la alimentación artificial o se trasladan a piletas de alimentación. Estas últimas tienen iguales características que las piletas de crianza pero, el agua debe tener 80 cm. de altura. Se colocan 20.000 a 21.000 alevines por metro cuadrado. En las bandejas verticales se mantienen los alevines hasta que absorben el saco vitelino.

Una vez absorbido el 80% del saco vitelino, se inicia la alimentación artificial. Se utiliza alimento en tabletas cuyas fórmulas son secretas porque éstas se fabrican a nivel industrial. La cantidad de alimento para los alevines se calcula utilizando las tablas pertinentes de Leitritz (1962), expresadas en porcentaje del peso del alevín, tamaño y temperatura del agua. Al iniciarse la alimentación, ésta se efectúa a cada hora y el granulado debe esparcirse en forma regular. No es necesario dar el peso exacto si los peces dejan alimento, porque éste se acumula en el fondo contaminando el agua.

En la mayoría de las pisciculturas, la alimentación la realiza siempre la misma persona que al mismo tiempo observa los peces, especialmente al iniciarse el período de alimentación.

También se usan máquinas automáticas, las que no parecen dar resultados óptimos.

Los alevines al nacer, pesan en promedio 0.33 a 0.35 g. En las piletas de crianza alcanzan 0.7 g. de peso a 8° C. Con 9° a 10° C el peso se triplica.

5.5 Siembra

a) Siembra directa. Se efectúa desde las piletas, cuyas compuertas se levantan y los alevines pasan directamente al río.

La fecha exacta de siembra es un factor importante de determinar pues disminuye enormemente la mortalidad de los alevines cuando éstos son sembrados en el período adecuado. Se siembra cuando hay diferencias de menos de dos o tres grados entre el mar y el río, para evitar shock en los peces. Esta se efectúa generalmente entre abril y junio (primavera en el Hemisferio Norte).

b) Siembra transportada. Se eligen los especímenes en mejor estado. Se utiliza estanques de lona revestidos interiormente de vinilo y con soportes de madera; por cada tonelada de agua se colocan 200 kl. de peces. Además, se

usan estanques de aluminio de 1.500 lts. en los cuales se colocan 300 kg. de alevines.

En ambos casos la temperatura debe mantenerse a 5° C para lo cual se pone hielo en una red con el objeto de no golpear los peces. Además, deben llevar oxígeno cuya presión no debe provocar turbulencias.

Un tercer sistema de transporte se hace en bolsas plásticas de 20 lt., en una proporción de 10 lt. de agua por 1 k. de alevines. Se le coloca oxígeno y se cierra.

Es necesario homogeneizar la temperatura del río con la del estanque.

Los alevines deben estar sin comer desde dos días antes del transporte.

5.6. Enfermedades

En general la mortalidad causada por enfermedades en las pisciculturas japonesas es muy baja, debido fundamentalmente a la calidad y temperatura del agua. Las más importantes son:

a) Fungosis (*Saprolegnia*). Se trata con verde de malaquita.

b) Desnutrición, cuyos síntomas más evidentes se manifiestan en fatiga de los alevines. Se trata con Dimetón mezclado en el alimento. Científicos norteamericanos y japoneses han comprobado la presencia de más de 30 especies de parásitos protozoarios y metazoarios en los salmones.

6. Protección y manejo

6.1. Regulación pesquera

6.1.1. Pesca de altamar y costera

La Comisión Pesquera Internacional del Pacífico Norte, a la cual pertenece Japón protege la pesca en altamar en los siguientes aspectos:

a) Restricción de tiempo de pesca. La pesca es permitida sólo en los períodos de máxima abundancia.

b) Determina áreas de pesca.

c) Regula las artes de pesca especificando número y tipo de redes y barcos pesqueros.

El tratado de Japón con Estados Unidos y Canadá limita la pesca en altamar, a una línea provisional, 175° W, en el Pacífico Norte.

Por el tratado de pesquerías del Pacífico Noroeste, celebrado con Rusia se impuso a Japón las siguientes limitaciones de pesca:

a) Se prohibió la pesca de altamar en el mar de Okhotsk, las Islas Kuriles y la costa este de la Península de Kamchatka.

b) Tamaño mínimo de malla de las redes, para disminuir la captura de salmones inmaduros (Japan Fisheries Resources, 1966).

c) Cuotas máximas de pesca.

Por otra parte, Japón regula la pesca restringiendo el número de barcos de la flota pesquera y el período de pesca. Solamente pescadores autorizados pueden capturar salmones.

En Hokkaido, está también reglamentada la pesca costera del salmón:

a) Las actividades pesqueras deben estar autorizadas por el Gobierno de Hokkaido.

b) Sólo se puede utilizar un máximo de 600 redes las que tienen un mínimo de 10 cm. de malla extendida. Su profundidad y extensión están también delimitadas.

6.1.2. Pesca fluvial

En Japón está prohibido por Ley capturar salmones en los ríos. La captura para fines de reproducción es realizada por instituciones privadas creadas por el Gobierno o que, trabajan en coordinación con él. Además, está prohibida la pesca en la desembocadura de los ríos en un área aproximada de 1.000 m².

La pesca deportiva está reglamentada mediante vedas. En Hokkaido existen aproximadamente 200 ríos salmoneros. De éstos, 60 ríos se encuentran protegidos en forma especial para investigación y estudio de recursos y en 18 de ellos no se puede extraer nada.

6.2. Control y protección del medio ambiente

Con el objeto de proteger los ríos en los cuales desova el salmón, en 1951 se dictó una Ley General de uso de ríos y lagos, en Hokkaido. Para efectuar labores de protección se coordina actividades con otras Agencias de Desarrollo, especialmente del Ministerio de

Agricultura. Estas actividades están destinadas a mantener en mejor estado los ríos y proteger los ejemplares que se siembran, las más importantes son las siguientes:

a) Establecer normas y controles biológicos para cada río.

b) Control de industrias en la eliminación de desechos de agua.

c) Patrullaje en los cursos de agua.

d) Labores de difusión de protección, especialmente en la época de migración de los alevines al mar. Con este objeto se coloca avisos en los periódicos, se da instrucciones en las escuelas, se exhiben afiches, etc.

e) Se instalan trampas para control de depredadores.

f) Programas de investigación de recursos de altamar, costeros y fluviales.

g) Restricciones de uso de agua.

6.3. Siembra artificial

A partir de 1935, se iniciaron en Japón actividades de investigación destinadas a conocer la biología y técnicas de reproducción del salmón, para incrementar y proteger esta especie cuya pesca disminuía año a año.

En la actualidad Japón es el país que sostiene las mayores actividades piscícolas del "salmón keta". El incremento de este recurso se debe a un conjunto de factores que inciden fundamentalmente en las investigaciones de la ecología de esta especie y las medidas de protección y regulación adoptadas.

Los científicos japoneses consideran que la propagación artificial es el único método para mantener las poblaciones de las distintas especies de salmón en aumento. Análisis recientes de las poblaciones de estos peces han demostrado que en las pesquerías de Hokkaido (90% de la producción de salmón en Japón), se produce el doble de retorno por ejemplar desovado artificialmente, en comparación con los desoves naturales.

Hasta 1970 se trabajó con un promedio de 500.000 reproductores; en 1980 se pretende alcanzar una captura de 1.400.000 reproductores para sembrar 10.000.000 de ejemplares de *O. keta*.

El costo de un alevín que ha sido alimentado por un período corto es de 1 yen (0.3 centavos de dólar). Considerando el 2% de retorno alcanzado por las técnicas de piscicultura, éste se convierte en 50 yenes (15 centavos de dólar) tomando como punto de referencia el valor comercial del salmón en Japón.

El avanzado desarrollo de las técnicas de captura, desove, incubación, alimentación y siembra de salmones en Japón, se debe fundamentalmente a la gran importancia e impulso que desde 1960 se ha dado en este país a la investigación de las condiciones naturales de vida de estas especies y a la reproducción y mejoramiento de las mismas en condiciones artificiales. Estudios como los que a continuación se mencionan han sido de importancia trascendental para alcanzar los altos porcentajes de retorno, comparados con los de Estados Unidos, Canadá y Rusia.

— Razas y características de los salmones en los diferentes ríos.

— Análisis poblacional, crecimiento y migraciones.

— Requerimientos abióticos (cantidad de agua necesaria para adultos y juveniles, temperaturas, oxígeno, luz).

— Ecología de zonas costeras y de altamar.

— Alimentación natural. Alimentación artificial.

— Fisiología y Embriología.

— Condiciones de óptima reproducción. Número y lugar de siembra.

7. Conclusiones

Japón posee en la actualidad las pisciculturas de "salmón keta" más desarrolladas del mundo. El elevado grado tecnológico alcanzado, especialmente en la reproducción artificial de *O. keta*, permite a Japón programar las capturas anuales.

Se describen a continuación algunos factores que han contribuido a alcanzar este desarrollo:

— La gran importancia dada a las investigaciones sobre ecología del salmón y la aplicación de estos conocimientos en la reproducción artificial.

— Estaciones de captura ubicadas cerca del mar, lo que permite obtener ejemplares en mejores condiciones y aumentar las probabilidades de pesca.

— Uso de agua de vertiente que presenta la ventaja de ser fría (7° C a 8° C) y mantenerse relativamente constante durante todo el año.

— Organizados sistemas de control y protección de los recursos en coordinación con las cooperativas pesqueras de salmón.

LITERATURA CITADA

Bakkala, R. G., 1972. Synopsis of Biological Data on the Chum Salmon, *Oncorhynchus keta* (Walbaum) 1972. FAO Species Synopsis. 41.

Hikita, T., 1971. Ecological and Morphological Studies of the Genus *Oncorhynchus* (Salmonidae) with particular consideration on Phylogeny. Sci. Rep. of the Hokkaido Salmon Hat. 17.

Japan Fisheries Resources.
Conservation Association.

1966. Propagation of the Chum Salmon in Japan. Jap. Fish. Resour. Conser. Ass., Tokyo, 55 pp.

Japan Marine Products
Photo Materials

Association. 1972. Fisheries in Japan Salmonidae. 1-287. Dai Nippon Print. Co. Japan.

Leitritz, E., 1962. Trout and Salmon Culture. State of California Department of Fish and Game. Fish. Bull. 107.

Royce, W. F., 1968. Model of Oceanic Migrations and Comments on Guidance Mechanisms. U.S. Fish and Wildlife Service Fish. Bull. 66 (3) 441-462.

Scott, W. B., Crossman, E. J. 1973. Freshwater Fishes of Canada. Fish. Res. Bd. Can. Bull. 184 i-ix. 1-966.