

PIGMENTACIÓN DE LOS SALMONES

Ing. Agr. Susana Muñoz M. 2000. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile,
Departamento de Producción Animal, Publicación Técnico Ganadera N° 26.
www.produccion-animal.com.ar

[Volver a: Piscicultura](#)

ASPECTOS GENERALES

Los peces que tienen importancia como alimento para el hombre presentan variadas diferencias. Estas van desde su composición química, que son la base de su aporte de nutrientes y palatabilidad, hasta aspectos que tienen relación con su apariencia física y el color de su carne, los que generan una mayor o menor aceptación por el consumidor. En general, todas estas diferencias están determinadas por las características genéticas de la especie.

Indudablemente que los aspectos relacionados con el aporte nutritivo de los peces, como son su contenido en proteínas de excelente calidad y de ácidos grasos poli-insaturados lo hacen atrayente para el consumidor y constituyen el factor determinante de su explotación tanto en extracción en forma artesanal e industrial como en condiciones de cultivo intensivo.

SALMONICULTURA

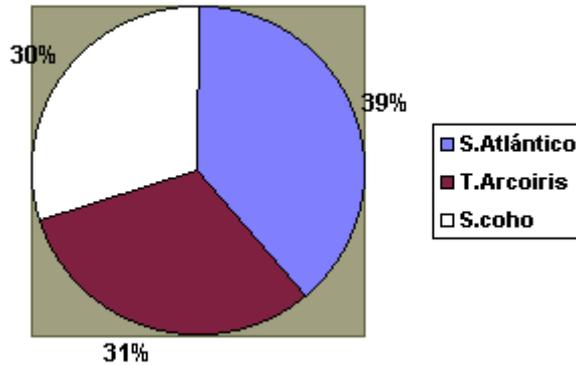
En Chile la acuicultura ha tenido un desarrollo espectacular en los últimos años (Cuadro 1). Aún cuando existen varias especies interesantes como es el cultivo de ostiones (220 millones de unidades en 1999 en la IV Región), ostra del Pacífico, choritos, algas, turbot, y otras que todavía están en cultivo experimental; se destaca el cultivo comercial de salmónidos, constituyéndose en una de las actividades más importantes y de mayor crecimiento en la década recién pasada.

Cuadro 1. Cosechas anuales de especies en cultivo (tons).

Especie	1991	1997	%Incremento
Salmón del Atlántico	14.957	96.675	646
Salmóncoho (plateado)	17.954	73.408	409
Salmón rey	1.059	738	---
Trucha arcoiris	8.393	77.110	919
Turbot	1	278	278
Chorito	5.710	8.635	151
Ostión del Norte	1.158	11.482	991
Ostra del Pacífico	371	3.203	863
Gracilaria	57.679	102.767	178

La industria piscícola basa su actividad en el cultivo de salmón del Atlántico (*Salmo salar*), salmón coho o plateado (*Oncorhynchus kisutch*) y trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) (Figura 1).

FIGURA 1. Producción de especies salmónidas (%), temporada 1997.
(Adap. de Compendio de la Acuicultura y la Pesca de Chile. Vol VI, 1999)



El crecimiento de la salmonicultura ha estado estrechamente ligado con la demanda del mercado externo, representado principalmente por Japón, Estados Unidos, Latinoamérica y la Unión Europea, alcanzando en 1999 un volumen de exportación cercano a las 155.000 toneladas (Cuadro 2), de los cuales un 41 % corresponde a salmón del Atlántico, 34 % a salmón coho y 23 % a trucha arcoiris

Cuadro 2. Exportaciones de salmónidos según destino 1999.
(Aquanoticias. Año 12, N° 54. Abril-Mayo 2000. Fundación Chile)

Mercado	Cantidad (Ton)
Japón	91.822
Estados Unidos	44.530
Europa	7.053
Latinoamérica	8.890
Otros mercados	2.607
Total	154.902

Los salmónidos poseen una característica muy particular, anexa a su calidad nutritiva y cualidades organolépticas, que los identifica y en cierta forma es parte de su imagen de producto de elite, esta particularidad es el color de su carne. El **color** constituye uno de los criterios de calidad más importante al momento de la comercialización, junto con el contenido graso y la textura.

PERO: ¿QUÉ DETERMINA LA PIGMENTACIÓN DE LA CARNE EN LOS SALMONES?

Los salmónidos se "pigmentan" porque tienen genéticamente la capacidad de almacenar pigmentos en el músculo, en la piel y también en los ovocitos. Otros animales también los usan para "colorearse", especialmente pájaros y una gran variedad de animales invertebrados.

Los pigmentos que le confieren el color a la carne de los salmones se identifican en el grupo de los carotenoides. Estos compuestos son familiares a través del color naranja- rojizo de alimentos como naranjas, tomates, zanahorias, al color amarillo de muchas flores. También se agregan como colorantes a muchos alimentos manufacturados, bebidas y alimentos para animales, ya sea en forma de extractos naturales o como compuestos puros obtenidos por síntesis química.

Los carotenoides son propios de las plantas que fotosintetizan, pero también se encuentran ampliamente distribuidos en bacteria, hongos, algas (*Haematococcus pluvialis*), levaduras (*Phaffia rhodozyma*), micro crustáceos constituyentes del plancton y otros crustáceos como el krill, estos últimos lo obtienen de las microalgas, que son su principal alimento.

¿CÓMO SE PIGMENTAN LOS SALMÓNIDOS?

Los salmónidos no tienen la capacidad de sintetizar carotenoides por sí mismo y por lo tanto son absolutamente dependientes de la dieta para lograr la pigmentación normal que le conocemos, el característico color **rosado-naranja**. **La ausencia de pigmento en la dieta de salmones y truchas en cautiverio daría como resultado un músculo pálido, sin color y por lo tanto poco atractivo para el consumidor, razón por la cual ellos deben ser agregados al alimento que se les proporciona.**

Se ha identificado la presencia de alrededor de 20 carotenoides en salmones, entre los cuales predomina la astaxantina, constituyéndose en el principal pigmento responsable del color en condiciones de vida silvestre de

estos peces y lo obtienen del krill, crustáceos planctónicos y peces pequeños que constituyen normalmente parte de su dieta.

En condiciones de cultivo, se ha probado la efectividad de varios carotenoides y sustancias que los contienen como agentes pigmentantes, con énfasis en astaxantina y cantaxantina sintética y es común que se usen ambas, en diferentes proporciones.

El costo de suplementar las dietas con carotenoides, especialmente sintéticos, ha llevado a investigar sobre los factores que afectan la pigmentación como son: la especie, el tamaño, la edad, la dieta, fuente de carotenoides y la tasa de suplementación, de tal manera de minimizar el efecto sobre el costo de la dieta, el cual fácilmente bordea el 20 %.

Por otra parte, se han encontrado factores genéticos aditivos que afectan el color dentro de poblaciones en cultivo de salmón del Atlántico, trucha arcoiris y salmón coho. Estas variaciones genéticas en el color de los salmónidos sugieren la factibilidad de seleccionar en esta dirección.

En cuanto a la especie, hay antecedentes que señalan que la trucha arcoiris utiliza los carotenoides dietarios mas eficientemente que el salmón del Atlántico y la trucha de mar; lo que significa que se puede producir una trucha con color satisfactorio para el mercado en corto tiempo. Truchas de mas de 1.5 kg. pueden alcanzar valores de 20-25 mg/kg. de astaxantina en la carne, niveles semejantes a los encontrados en salmón coho silvestre. Todavía no se ha encontrado una razón metabólica que explique las diferencias en la habilidad innata de los salmónidos para utilizar los carotenoides de la dieta.

Respecto a la dieta, los valores observados para el coeficiente de digestibilidad, expresado como la diferencia entre los carotenoides ingeridos y excretados, fluctúa entre un 40 a 60% , mientras que la capacidad de retención, definida como la proporción de lo ingerido que es retenido en la carne o en el cuerpo como un todo, se estima entre un 4 a 20%.

La retención de carotenoides esta influenciada positivamente por el contenido de lípidos en la dieta; esto significa que el coeficiente de digestibilidad aparente de la astaxantina y cantaxantina, es decir el aprovechamiento o absorción, aumenta con el contenido de lípidos de la dieta lo que da como resultado niveles mas altos de carotenoides en la carne. También se ha observado que el tipo de lípidos y su digestibilidad afecta la concentración de carotenoides en la carne; las grasas saturadas reducen la digestibilidad de los carotenoides y por lo tanto su incorporación en la carne.

Algunos autores señalan que niveles altos de vitamina E en la dieta afectaría positivamente el depósito de astaxantina en el músculo, sin embargo, aún no hay consenso al respecto.

La astaxantina libre es utilizada más eficientemente que la cantaxantina, siendo el coeficiente de retención entre 1,3 y 1,5 veces mayor para la primera, en parte esto se explica por diferencias en la digestibilidad y a que la astaxantina se une más fuertemente que cantaxantina a la actomiosina en el músculo. También le da a la carne un color más rojizo que la cantaxantina a niveles comparables de concentración de carotenoides en carne.

En cuanto a la conservación, los dos carotenoides tienen una estabilidad comparable durante el almacenamiento de productos congelados; se ha informado de pérdidas cercanas al 5% de ellos en filetes envasados al vacío y guardados a - 20° C durante seis meses.

Ambos carotenoides pueden ser metabolizados a vitamina A en el pez, sin embargo estudios *in vitro*, han demostrado que esta transformación no ocurre cuando la dieta se suplementa adecuadamente con vitamina A.

La concentración de pigmentos en la dieta genera respuestas distintas dependiendo de la especie, ya que la retención del pigmento es diferente; es más alta en salmón coho que en salmón del Atlántico, mientras que en trucha la retención es baja al inicio, cuando es pequeña, y aumenta con la edad y el tamaño llegando a tasas semejantes a las observadas en salmón coho.

La falta de respuesta ante niveles superiores a 50 mg/kg de astaxantina en dietas para trucha arcoiris, se relaciona con la disminución de la digestibilidad observada cuando se aumentan los niveles de pigmento en la dieta. Una excepción ocurre en hembras maduras sexualmente, donde se ha observado una menor tasa de despigmentación cuando se concentran los carotenoides en la dieta

Con la madurez sexual los carotenoides son transferidos desde el músculo hacia la piel y las gónadas. Una trucha inmadura es capaz de acumular alrededor de un 10% del total de carotenoides en la piel, encontrándose principalmente en la banda rosada a lo largo de la línea lateral.

Durante la maduración sexual una proporción considerable de los carotenoides son transportados hacia los ovocitos, lo cual tiene como consecuencia una despigmentación importante del músculo, especialmente en especies que dejan de comer uno o dos meses previo al desove, como es el caso del salmón coho.

¿ CÓMO SE MIDE EL COLOR EN LOS SALMÓNIDOS?

El color es un atributo sensorial, subjetivo, de gran importancia en la aceptación de un alimento. Es un hecho que el consumidor espera que los alimentos, ya sean naturales o formulados, tengan el color que " la naturaleza" les dio. Como ejemplo, el jugo de naranja debe ser "naranja", los tomates y jugo de tomate deben ser rojos, y por

supuesto el salmón debe ser color "**rosado-naranja**", por lo tanto, se tenderá a rechazar los alimentos coloreados en forma inadecuada o que tengan un color que se considere inaceptable de acuerdo a lo que se conoce.

Los métodos comúnmente usados para determinar el grado de pigmentación de la carne se dividen en dos grupos: análisis químico para la cuantificación de los pigmentos en la carne y métodos basados en la estimación del color.

Para la cuantificación de los pigmentos se extraen éstos del músculo con solventes, posteriormente se identifican a través de H.P.L.C. (High Performance Liquid Chromatography) y se cuantifican. También se usa actualmente el método N.I.R.S. (Near Infrared Reflectance System) para medir la concentración de astaxantina en músculo y en ovas.

Para estimar el color existen básicamente dos métodos: uno está basado en la comparación del color del filete o del "steak" (éste último corresponde a un corte transversal al nivel de la aleta dorsal, cuyo ancho varía dependiendo del tamaño del pescado) con la carta de colores o con el abanico colorimétrico de Roche; el otro está basado en la medición de la intensidad del color usando métodos instrumentales.

La carta tiene una gama de colores de 11 a 18, fue creada basada en salmón del Atlántico y va desde el rosado pálido hasta rojo intenso; el color ideal depende de la especie y del mercado importador, fluctúa entre 14 y 16, siendo el valor menor para salmón del Atlántico y el mayor para trucha.

El abanico colorimétrico (Roche SalmoFan) reemplaza a la carta, tiene una gama más amplia de colores que va desde el 20 al 34. Dependiendo de la especie y del mercado varía la preferencia del consumidor, pero el color ideal está alrededor de 30 a 33.

Se ha observado que hay una relación directa entre el color del músculo medido visualmente y la concentración de astaxantina hasta un cierto nivel que corresponde más o menos a 6 - 7 mg/kg. El ojo humano tiene una capacidad limitada para distinguir diferencias en el color de la carne con concentraciones superiores a éstas.

La estimación del color por este método es el comúnmente usado en la industria, la principal razón es su costo, comparado con métodos instrumentales, y lo fácil de usar. Un punto importante a considerar cuando se usa este método es la estandarización de las condiciones bajo las cuales se compara el color con la carta o el abanico, porque el medio ambiente puede modificar la percepción del color. Para evitar esto se han diseñado "cajas de luz", las cuales tienen una dimensión, un color y una intensidad de luz determinada.

Los métodos instrumentales para medir color están basados en medidas de reflectancia y se usan preferentemente cuando se necesita información más objetiva, especialmente en investigación, teniendo un costo bastante más alto.

La colorimetría medida por instrumento es una metodología que permite especificar la sensación de color en unidades matemáticas, localizando un punto en un espacio tridimensional. El color puede ser evaluado usando diferentes métodos, pero el más usual en salmónes es el sistema "L a b" (Commission Internationale de l'Éclairage, 1976). El color aquí está caracterizado por tres parámetros: la luminosidad (L), la cromaticidad roja/verde (a^*) y la cromaticidad amarilla/azul (b^*): a mayor valor de a^* más rojo tiene la muestra.

¿ QUE IMPORTANCIA TIENE EL COLOR DE LAS OVAS?

La astaxantina es movilizada desde el músculo hacia los ovarios durante el proceso de maduración sexual. Sin embargo, no se ha comprobado aún ninguna función biológica de los carotenoides en las ovas; los resultados diferentes y numerosos ensayos no señalan diferencias en el porcentaje de fertilidad, mortalidad a ova-ojo ni mortalidad entre ova-ojo a eclosión. Basado en estos resultados, no hay aún antecedentes que indiquen que la pigmentación deba ser usada como un parámetro de calidad en ovas. Sin embargo, hay información que demuestra su efecto positivo en la etapa de crecimiento y supervivencia durante primera alimentación, por lo que se debe continuar la investigación que permita aclarar el papel de la astaxantina en esta etapa.

¿QUE PAPEL JUEGA EL PIGMENTO EN LOS SALMONES?

Es un hecho que los carotenoides son importantes en relación con el camuflaje y el comportamiento relacionado con la reproducción durante el cortejo, en condiciones naturales de vida silvestre. El control interno de los cambios de color es complejo, se ha demostrado que los carotenoides son constituyentes de cromatóforos y xantóforos y como tales están involucrados en la foto-respuesta del pez y por lo tanto un déficit de pigmento podría tener un efecto negativo en el comportamiento general del animal.

¿QUE IMPORTANCIA TIENE EL COLOR PARA EL CONSUMIDOR?

Solo la aceptación del producto y la certeza que lo que está consumiendo es salmón

[Volver a: Piscicultura](#)