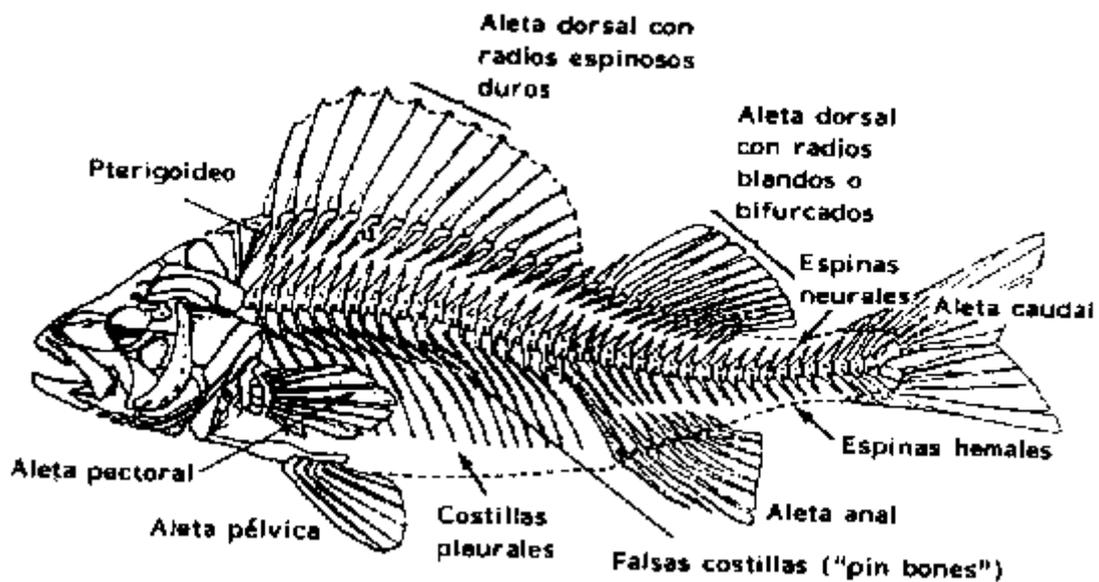


Elementos bromatológicos: Anatomía y Fisiología

El esqueleto

Siendo un vertebrado, el pez tiene columna vertebral y cráneo cubriendo la masa cerebral. La columna vertebral se extiende desde la cabeza hasta la aleta caudal y está compuesta por segmentos (vértebras). Estas vértebras se prolongan dorsalmente para formar las espinas neurales y en la región del tronco tienen apófisis laterales que dan origen a las costillas. Estas costillas son estructuras cartilaginosas u óseas en el tejido conectivo (miocomata) y ubicadas entre los segmentos musculares (miotomas). *Por lo general, hay también un número correspondiente de costillas falsas o "pin bones" ubicadas más o menos horizontalmente y hacia el interior del músculo. Estos huesos causan problemas importantes cuando el pescado se ha fileteado o ha sido preparado de otra manera para alimento.*

Esqueleto del pez



ESQUELETO

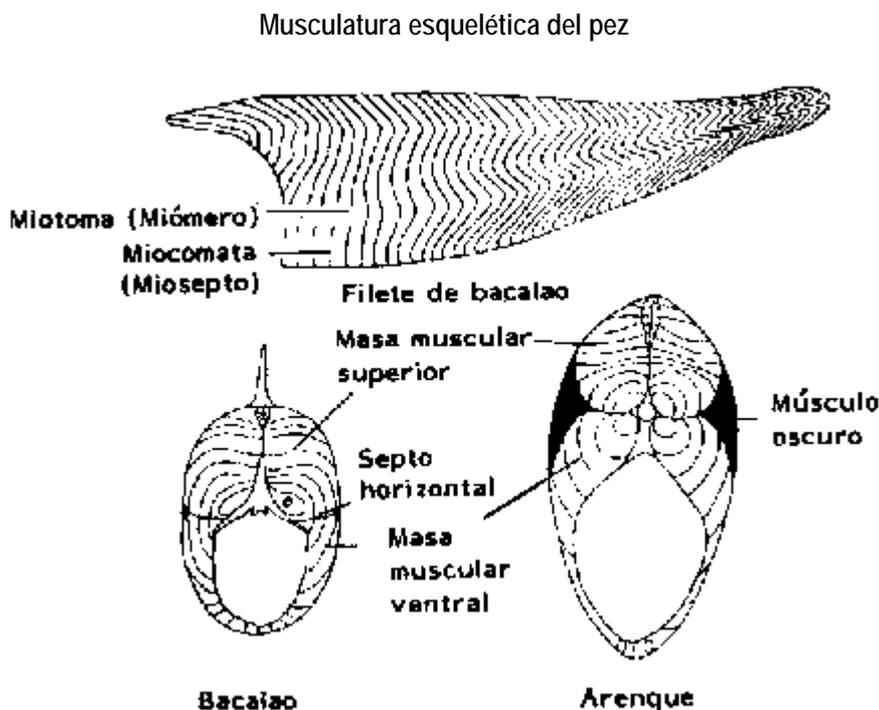
- AXIAL: COLUMNA - PERIFÉRICO: ALETAS		
FUNCIÓN	SOPORTE DE LA MASA MUSCULAR	
ALETAS	- TORÁCICAS Y ABDOMINALES: EXTREMIDADES - DORSAL Y ANAL: ESTABILIZADORAS	
CABEZA	CRANEO ENCEFALICO	ORGANOS SENSORIALES: OJOS, NARIZ, OIDOS
	CRANEO VISCERAL	AP. MANDIBULAR OPÉRCULOS HUESOS FARÍNGEOS ORGANOS GUSTATIVOS CAVIDAD BUCAL: DIENTES
COLUMNA VERTEBRAL	- NÚMERO VARIABLE DE VÉRTEBRAS (DIFERENCIACION DE RAZAS)	
COSTILLAS	- DORSALES - VENTRALES, CON FORMACIONES OSEAS (EPIPLEURALES)	
ESPIÑA	REFUERZO DE TEJIDO CONJUNTIVO ---> ESPINAS DE LA CARNE	
ALETAS: - PECTORALES PENDEN DEL CINTURÓN ESCAPULAR - ABDOMINALES, DEL CINTURÓN PÉLVICO	- RADIOS GENERALMENTE BLANDOS - ARTICULADOS A LOS SOPORTES - INMERSOS EN LOS MÚSCULOS	

ESQUELETO EXTERNO: PIEL + ESCAMAS.

PIEL	- EPIDERMIS: CÉLULAS MUCOSAS CON REVESTIMIENTO DE FINA CUTÍCULA
	- CORION O CUTIS DEL QUE SE ORIGINAN LAS ESCAMAS
ESCAMAS	PLACOIDEAS ---> DENTÍCULOS GANOIDEAS ---> OSTEÍNA (ESTURIÓN) CTENOIDEAS ---> TELEÓSTEOS
OSIFICACIONES CUTÁNEAS	PUAS ESPINAS PLACAS ÓSEAS

### Anatomía del músculo y su función

La anatomía del músculo del pez difiere de la anatomía de los animales terrestres, porque carece del sistema tendinoso (tejido conectivo) que conecta los paquetes musculares al esqueleto del animal. En cambio, los peces tienen células musculares que corren en paralelo, separadas perpendicularmente por tabiques de tejido conectivo (miocomata), ancladas al esqueleto y a la piel. Los segmentos musculares situados entre estos tabiques de tejido conectivo se denominan miotomas.



Todas las células musculares extienden su longitud total entre dos miocomatas, y corren paralelamente en el sentido longitudinal del pez. La masa muscular a cada lado del pez forma el filete. La parte superior del filete se denomina músculo dorsal y la parte inferior músculo ventral.

Los miocomatas corren en forma oblicua, formando un patrón de surcos perpendiculares al eje longitudinal del pez, desde la piel hasta la espina. Esta anatomía está idealmente adaptada para permitir la flexibilidad del músculo en los movimientos necesarios para propulsar el pez a través del agua.

El tejido muscular del pez, como el de los mamíferos, está compuesto por músculo estriado. La unidad funcional, es decir, la célula muscular, consta de sarcoplasma que contiene el núcleo, granos de glucógeno, mitocondria, etc. y un número (hasta 1.000) de miofibrillas. La célula está envuelta por una cubierta de tejido conectivo denominada sarcolema. Las miofibrillas contienen proteínas contráctiles, actina y miosina. Estas proteínas o filamentos están ordenados en forma alternada muy característica, haciendo que el músculo parezca estriado en una observación microscópica.

Generalmente el tejido muscular del pez es blanco pero, dependiendo de la especie, muchos presentan cierta cantidad de tejido oscuro de color marrón o rojizo. El músculo oscuro se localiza exactamente debajo de la piel a lo largo del cuerpo del animal.

La proporción entre músculo oscuro y músculo blanco varía con la actividad del pez. En los pelágicos, es decir, especies como el arenque y la caballa, que nadan más o menos en forma continua, hasta el 48 por ciento de su peso puede estar constituido por músculo oscuro. En los peces demersales,

o sea, especies que se alimentan en el fondo del mar y se mueven sólo periódicamente, la cantidad de músculo oscuro es muy pequeña.

Hay muchas diferencias en la composición química de los dos tipos de músculo, siendo algunas de las más notables el alto contenido de lípidos y hemoglobina presentes en el músculo oscuro. Desde el punto de vista tecnológico, el alto contenido de lípidos del músculo oscuro resulta importante debido a los problemas asociados con la rancidez.

#### SISTEMA MUSCULAR

DIVISIONES	TRONCO: <b>MIÓMEROS</b> - DORSOVENTRALMENTE: APÓFISIS VERTEBRALES Y RADIOS DE LAS ALETAS - HORIZONTALMENTE: SEPTOS
ENVOLTURAS DE TEJIDO CONJUNTIVO	- ENVOLTURAS TRANSVERSALES: MIOCOMATAS (CURSO RECTILINEO) - ENVOLTURAS HORIZONTALES: MIOSEPTOS (CURSO SERPENTEANTE)
CARACTERISTICAS	- FORMA DE "W" O "U" (IDENTIFICACION EN FILETES)
MOVIMIENTO SERPENTEANTE DEL PEZ	CONTRACCIÓN ALTERNATIVA DE LOS MÚSCULOS LATERALES DERECHOS E IZQUIERDO
TIPOS DE CARNE DE PESCADO	- ROJAS (OSCURAS): MIOGLOBINA E HISTIDINA - CLARAS

El color rojizo de la carne del salmón y la trucha de mar, no se origina a partir de la mioglobina sino que es debido a un carotenoide rojo, la astaxantina. La función de este pigmento no está claramente establecida, pero se ha propuesto que el carotenoide podría actuar como antioxidante. Además, su acumulación en el músculo puede funcionar como un depósito de pigmento, necesario durante el desove cuando el macho desarrolla una fuerte coloración rojiza en la piel y la hembra transporta carotenoides dentro de los huevos. El apropiado desarrollo después de la fertilización parece depender fuertemente de la cantidad de carotenoides. Se observa claramente que el color del músculo de los salmónidos se desvanece durante el desove.

El pez no sintetiza astaxantina y, por lo tanto, depende de la ingesta del pigmento a través del alimento. Algunos salmónidos viven en aguas donde la presa natural no contiene mucho carotenoide, por ejemplo el Mar Báltico, dando como resultado una coloración menos rojiza del músculo en comparación con los salmónidos de otras aguas. Esto puede ser tomado como una indicación de que la función fisiológica propuesta para la astaxantina en salmónidos, explicada en el párrafo anterior, resulte ser menos importante.

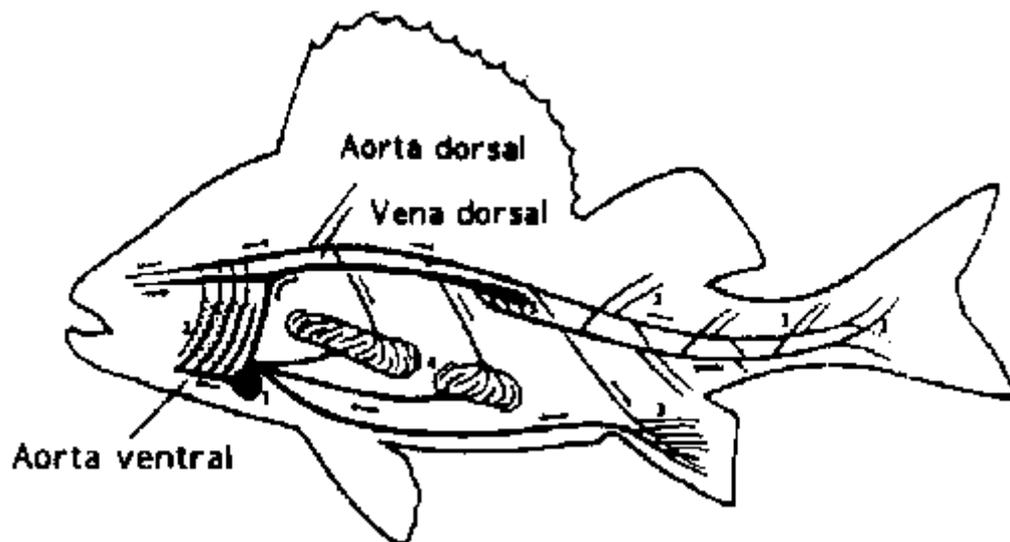
En la acuicultura del salmón, astaxantina es incluida en la alimentación, dado que el color rojo de la carne es uno de los más importantes criterios de la calidad para esta especie.

### El sistema cardiovascular y el desangrado del pescado

El sistema cardiovascular es de considerable interés para el tecnólogo pesquero dado que en algunas especies es importante desangrar el pescado (eliminar la mayor parte de la sangre) después de la captura.

El corazón del pez está diseñado para una circulación simple. En los peces óseos el corazón consiste de dos cámaras consecutivas que bombean sangre venosa hacia las branquias, vía la aorta ventral.

Circulación de la sangre en el pez



#### Notas

1.	El corazón bombea sangre hacia las branquias.
2.	La sangre es aireada en las branquias.
3.	La sangre arterial es dispersada dentro de los capilares, donde tiene lugar la transferencia de oxígeno y nutrientes al tejido circundante.
4.	Los nutrientes del alimento ingerido son absorbidos del intestino y transportados al hígado y posteriormente dispersados en la sangre a lo largo de todo el cuerpo.
5.	En los riñones la sangre es "purificada" y los productos de desecho son excretados por vía urinaria.

Después de airearse en las branquias, la sangre arterial es recogida en la aorta dorsal que corre exactamente debajo de la columna vertebral y desde aquí es dispersada en el interior de los diferentes tejidos por medio de los capilares. La sangre venosa retoma al corazón corriendo por venas de tamaño cada vez mayor (la mayor es la vena dorsal, que también se encuentra debajo de la columna vertebral). Todas las venas se juntan en un sólo vaso sanguíneo antes de entrar al corazón. El volumen total de sangre en el pez fluctúa entre el 1,5 y el 3,0 por ciento del peso del animal. La mayor parte está localizada en los órganos internos, mientras que el tejido muscular, que constituye dos tercios del peso corporal, contiene sólo el 20 por ciento del volumen de sangre. Esta distribución no cambia durante el movimiento del pez porque el músculo blanco, en particular, no está muy vascularizado. Los glóbulos rojos a diferencia de los mamíferos son nucleados.

Evidentemente, la circulación simple de la sangre en el pez es fundamentalmente diferente del sistema que presentan los mamíferos, donde la sangre pasa a través del corazón dos veces y es impulsada hacia el cuerpo a alta presión debido a las contracciones del corazón.

**El corazón del pez no representa un papel importante en impulsar la sangre de regreso al corazón desde los capilares.** Esto ha sido confirmado en un experimento donde se analizó el efecto de diferentes procedimientos de desangrado sobre el color de filetes de bacalao. No se encontraron diferencias independientemente de la técnica de desangrado empleada: ya sea cortando delante o detrás del corazón antes de eviscerar, o sin haber efectuado ningún tipo de corte antes del sacrificio.

En algunas pesquerías, la operación de desangrado es muy importante porque se desea obtener filetes blancos uniformes. Para lograr esto, un número de países ha recomendado que el pescado se deje desangrar por un período (15-20 minutos) previo al inicio del eviscerado. Esto significa que las operaciones de desangrado y eviscerado deben efectuarse en forma separada y deben proporcionarse arreglos especiales (tanques de desangrado) en la cubierta. Esto complica el proceso de trabajo (dos operaciones en vez de una), ocasiona consumo adicional de tiempo para el pescador e incrementa la demora antes de enfriar el pescado.

Además, se requiere de espacio extra a bordo de la embarcación o de lo contrario la cubierta permanece constantemente congestionada.

Se ha cuestionado la necesidad de manipular el pescado mediante un procedimiento de dos etapas, involucrando un período especial de desangrado. Parece existir un consentimiento general en relación con lo siguiente:

- El tiempo que el pescado permanece a bordo antes de las operaciones de desangrado/eviscerado, afecta mucho más el desangrado que las propias operaciones de desangrado/eviscerado.
- Se obtiene un mejor desangrado si el pescado se corta estando vivo, pero es de mayor importancia cortar el pescado antes de que entre en *rigor mortis*, dado que son las contracciones del músculo las que fuerzan la sangre a salir de los tejidos.

También existe desacuerdo en cuanto al método de corte. Sin embargo, es necesario señalar que el efecto del desangrado debe ser considerado en relación con las ventajas de un procedimiento de manipulación adecuado, mediante un enfriamiento rápido y eficiente de las capturas.

La decoloración de los filetes, también puede ser el resultado de una manipulación inadecuada durante la captura o mientras el pez continúa vivo. Maltrato físico en la red (prolongado tiempo de arrastre, grandes volúmenes de capturas) o en la cubierta (pescadores caminando sobre el pescado o arrojando cajas, contenedores y otros artículos sobre el pescado) puede causar contusiones, ruptura de los vasos sanguíneos y sangramiento dentro del tejido muscular (hematomas).

La aplicación de fuertes presiones sobre el pescado muerto, cuando la sangre está coagulada (por ejemplo: sobrellenando las cajas con pescado) no causa decoloración, pero el pescado puede sufrir serias pérdidas de peso.

*Otros órganos*

En cuanto a los otros órganos, sólo las huevas y el hígado representan un papel importante como productos comestibles. Sus tamaños dependen de la especie y varían con el ciclo biológico, la alimentación y la estación del año. En el bacalao, el peso de las huevas varía desde un pequeño porcentaje hasta el 27 por ciento del peso corporal y el peso del hígado oscila entre el 1 y el 4,5 por ciento. Además, la composición puede cambiar y el contenido de grasa del hígado puede variar entre el 15 y el 75 por ciento, el valor más alto se ha encontrado en la época de otoño.

**ORGANOS INTERNOS**

<b>CAVIDAD ABDOMINAL (ORGANOS DIGESTIVOS)</b>	ESÓFAGO, ESTÓMAGO, INTESTINO MEDIO, INTESTINO TERMINAL, HÍGADO, VESÍCULA, DIVERSAS GLÁNDULAS, BAZO, RIÑONES Y GÓNADAS
<b>INTESTINO</b>	- MÁS LARGO EN HERBÍVOROS QUE EN DEPREDADORES - MOLLEJA EN LOS HERBÍVOROS - TELEÓSTEOS: APÉNDICES GLANDULARES - ELASMOBRANQUIOS: INTESTINO MEDIO DESCRIBE ESPIRALES: <b>VÁLVULA ESPIRAL</b> - TELEÓSTEOS: <b>VEJIGA NATATORIA</b>
<b>CORAZON</b>	EN LA CAVIDAD PERICÁRDICA VENTRALMENTE A LAS BRANQUIAS
<b>RIÑONES</b>	SOBRE VEJIGA NATATORIA Y BAJO EL PERITONEO
<b>GÓNADAS</b>	TAMAÑO VARIABLE SEGUN ESTADO DE DESARROLLO
<b>VESÍCULA BILIAR</b>	PRESENTE EN CASI TODOS LOS PECES
<b>ISLOTES DE LANGERHANS</b>	- JUNTO AL PÁNCREAS - OBTENCIÓN DE INSULINA
<b>SANGRE</b>	MENOS CANTIDAD QUE EN MAMÍFEROS GLÓBULOS ROJOS NUCLEADOS