



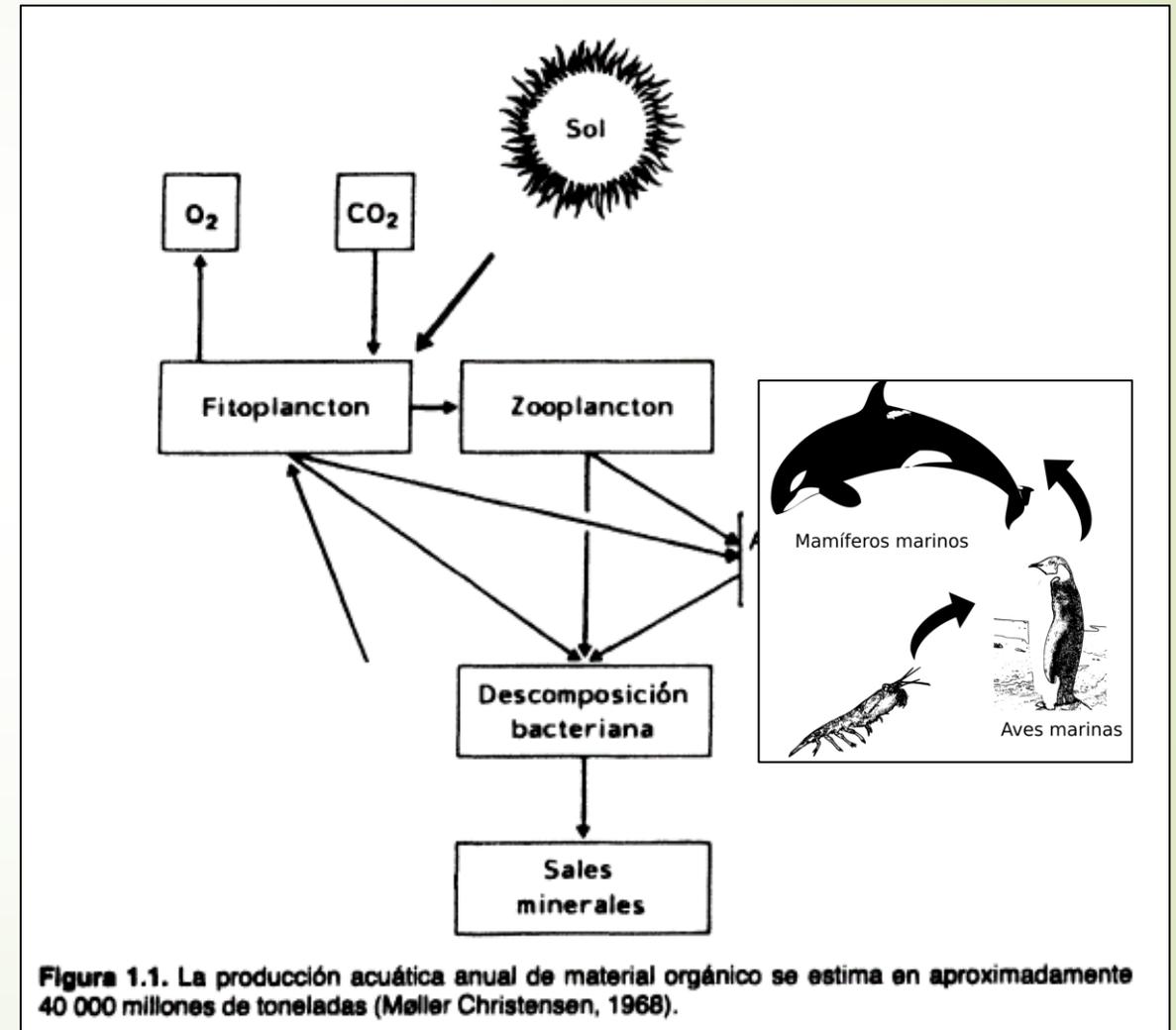
# Tecnología del Producto Pesquero I

## Clase n°3 Composición del músculo del pescado



# Recursos acuáticos y su utilización

Esta enorme producción primaria es el primer eslabón en la cadena alimenticia y constituye la base para toda vida en el mar. Cuánto pescado de esta producción primaria resulta capturable, es un tema que ha sido objeto de muchas especulaciones teóricas.



# Recursos acuáticos y su utilización

Objetivo en la Industria:

- 1) Reducir pérdidas de MP.
- 2) Aprovechamiento de especies.
- 3) A futuro: Investigar y desarrollar acuicultura.

Utilidades del Pescado:

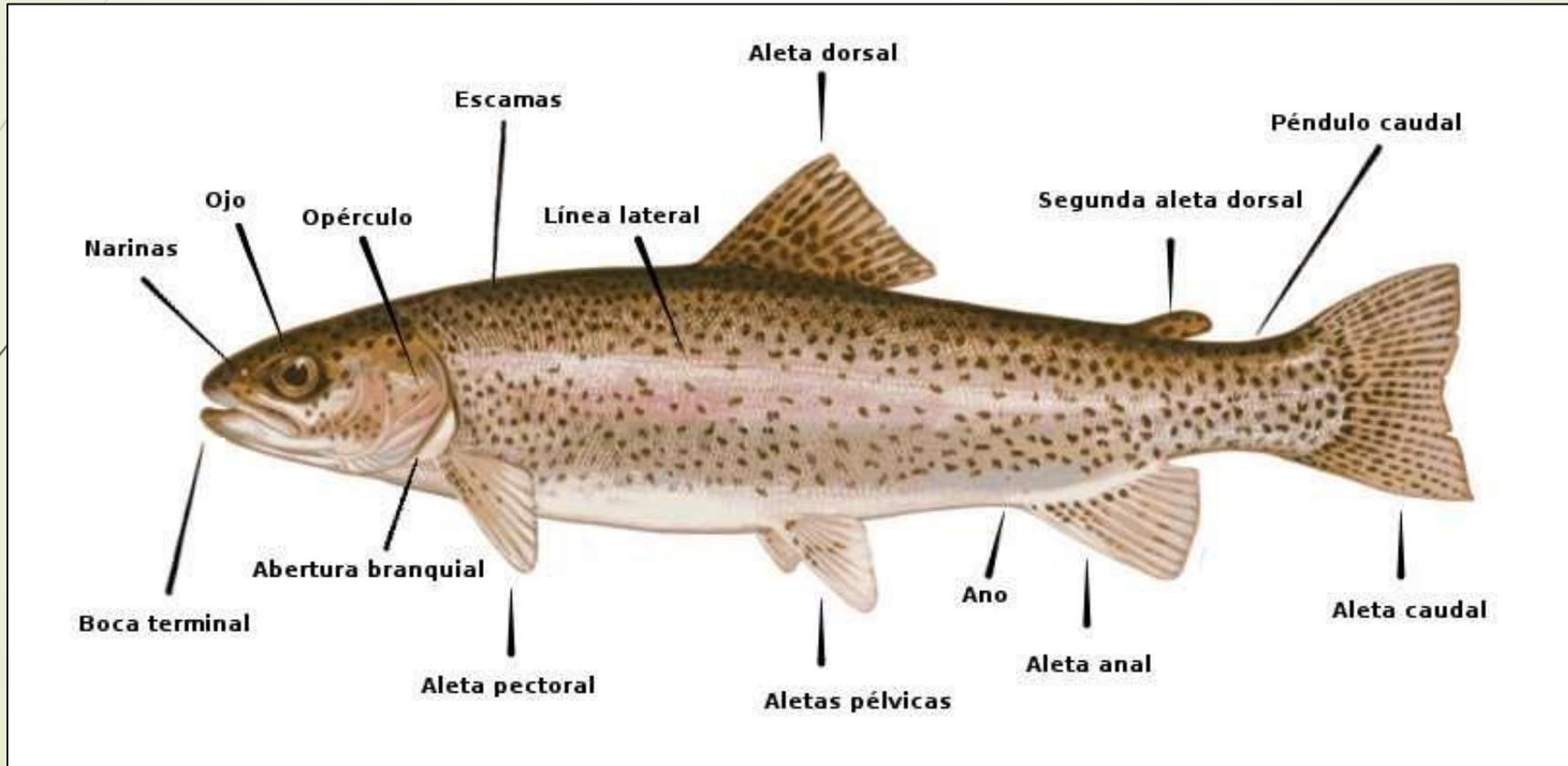
- Alimento humano directo
- Harina de pescado
- Aceite de pescado: Se elabora mediante el calor y presión y a raíz de prensarlo, se consigue el líquido una vez refinado. Omega 3.
- Colágeno
- Gelatina: Proteínas. También surge la gelatina de residuos de pescado.
- Combustible: la grasa del pescado se puede utilizar para producir combustible. Lo realizaremos extrayendo aceite de pescado y se modifica añadiendo metanol.
- Concentrado de pescado: el concentrado se extrae del pescado fresco y puede ofertarse bien como tipo harina o bien en polvo.
- Las tipo a: son las utilizadas para la alimentación humana y no tienen color ni llevan olor a pescado.
- Las tipo b: este tipo de harina lleva el olor propio del pescado.

## Composición de los peces

- Estructura: El pescado puede contener estructura ósea o cartilaginosa.
- Movilidad: Los músculos que forman la parte comestible dan cuenta de la mayor parte del peso de los peces.
- Protección/ recubrimiento: La piel forma una cubierta, a menudo con una capa exterior de escamas y segrega una sustancia viscosa, que lubrica el pescado y sella la superficie.
- Respiración: Las branquias son la parte principal del mecanismo de la respiración y toman el oxígeno del agua. Los órganos en la cavidad del cuerpo, incluyendo el estómago, el intestino y el hígado son conocidos como las vísceras.

La extracción de las vísceras es normalmente el primer paso en el manejo y la conservación.

# Anatomía exterior del pez



## Principales constituyentes del músculo del pescado:

- Agua (80%)
- Lípidos: varía según especies y estación del año (0,2- 25%)
- Proteínas - pueden preservarse con poco o ningún cambio (15-20%)
- Cenizas (1,2%)
- Minerales, Hidratos de carbono y vitaminas (bajas cantidades).

*(FAO Constituyentes del músculo de pescado)*

## Esqueleto del pescado (peces óseos)

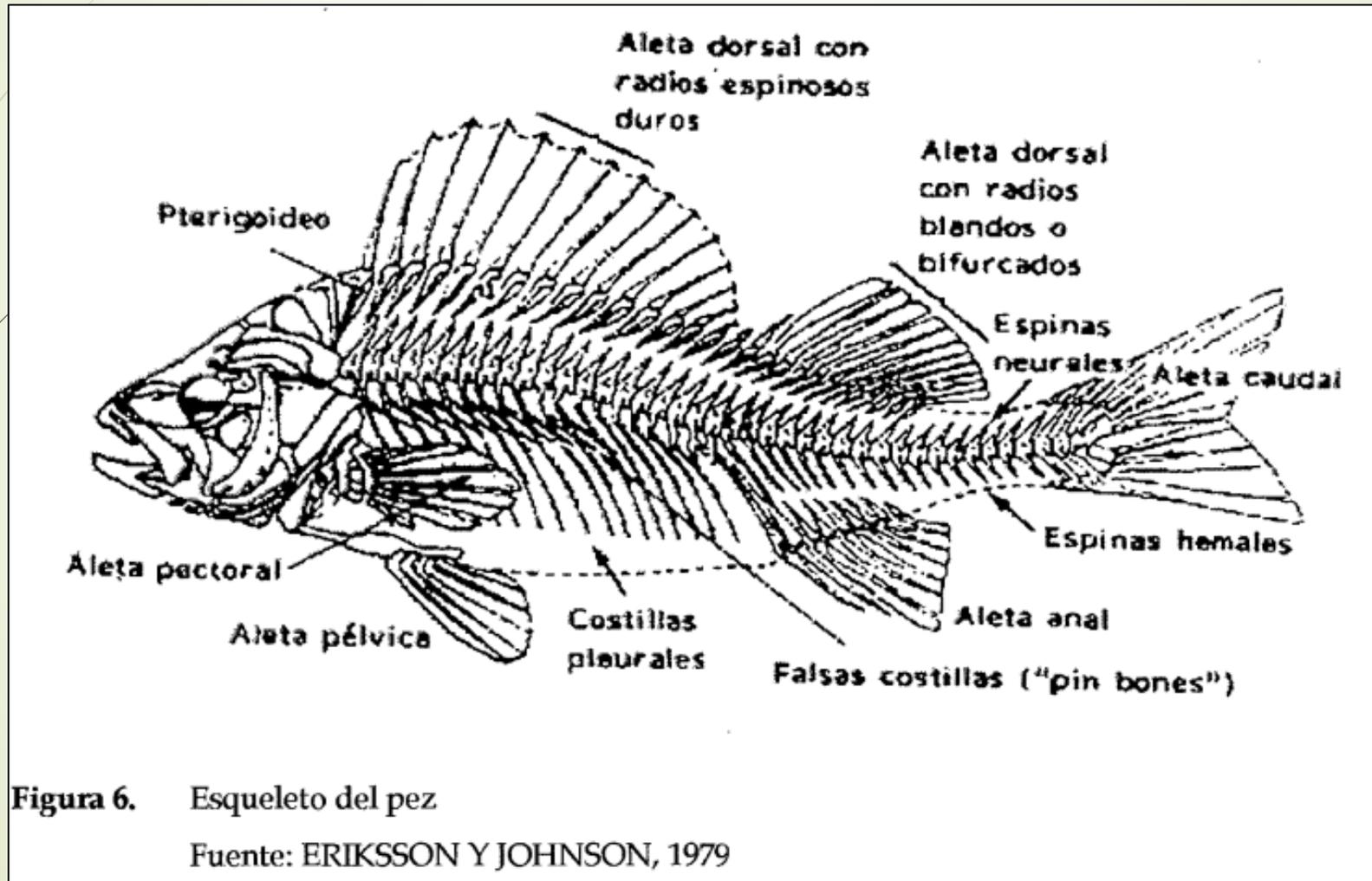
Siendo un vertebrado, el pez tiene columna vertebral y cráneo cubriendo la masa cerebral. La columna vertebral se extiende desde la cabeza hasta la aleta caudal y está compuesta por segmentos (vértebras).

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 y ubicadas entre los segmentos musculares.

*(FAO, 1993b).*

# Esqueleto del pescado



## Músculo de pescado (Tesis Pennisi Forel 2013)

- En las especies con tejido óseo, el músculo de pescado se compone químicamente de **proteínas, agua, lípidos y cenizas**.
- En los pescados, los hidratos de carbono tienen valores muy bajos ya que durante la captura los individuos gastan su glucógeno de reserva, reduciendo aún más su contenido.
- La composición química varía significativamente entre las diferentes especies, y dentro de cada especie, a su vez, varía según la edad, el sexo, el desarrollo de las gónadas, la estación de año y la fase migratoria.
- Además, en cada individuo presenta variaciones en sus características fisiológicas y bioquímicas según la zona del cuerpo (lomo, cola, vientre) y clase de músculo (claro, oscuro) que se considere

## Músculo de pescado

- Básicamente la estructura muscular del pescado consiste en dos paquetes musculares sobre cada lado de la columna vertebral y cada uno de ellos nuevamente dividido en una masa muscular superior una masa muscular ventral ubicada por debajo.
- Si bien la anatomía del músculo de pescado es muy simple presenta diferencias en la composición química en las diferentes secciones del músculo.
- La masa muscular oscura se caracteriza por ser una delgada línea que corre lateralmente a lo largo del pez. Se ubica entre el músculo claro y la piel.

## Cuadrante de músculos del cuerpo

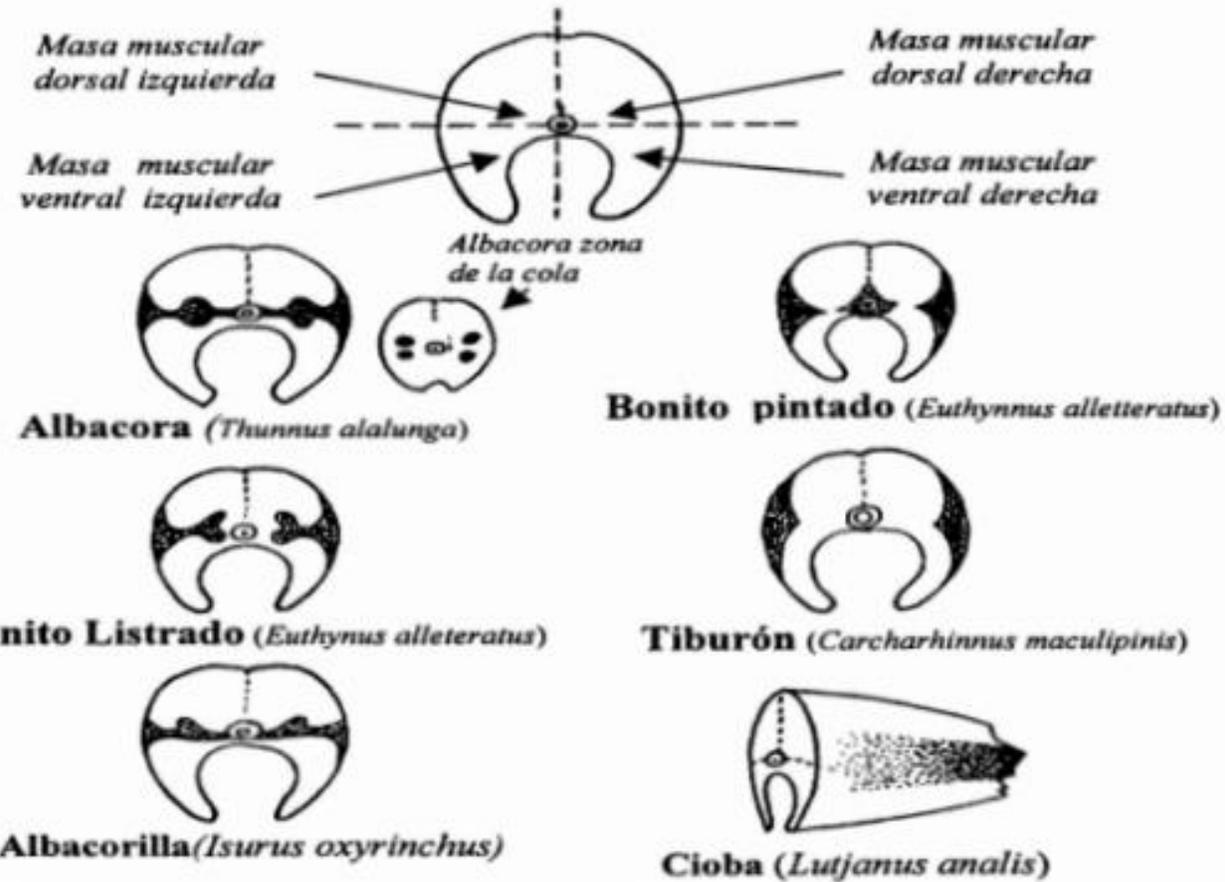


Figura I-2: Macroestructura de los músculos de especies pelágicas de importancia comercial, mostrando la estructura que asume el músculo oscuro.

Contreras-Guzman, (2002)

## Músculo de pescado

El músculo oscuro presenta un mayor contenido de lípidos y de mioglobina que el músculo claro, lo que es requerido por las especies pelágicas para alcanzar máximas velocidades.

El músculo esquelético está constituido por células largas y angostas denominadas fibras. Se distribuyen en segmentos de fibras musculares llamados miotomas y están separados por tabiques de tejido conectivo llamado mioseptos.

Los miotomas se caracterizan por presentar forma de W y se distribuyen a lo largo de la columna vertebral.

# Músculo de pescado

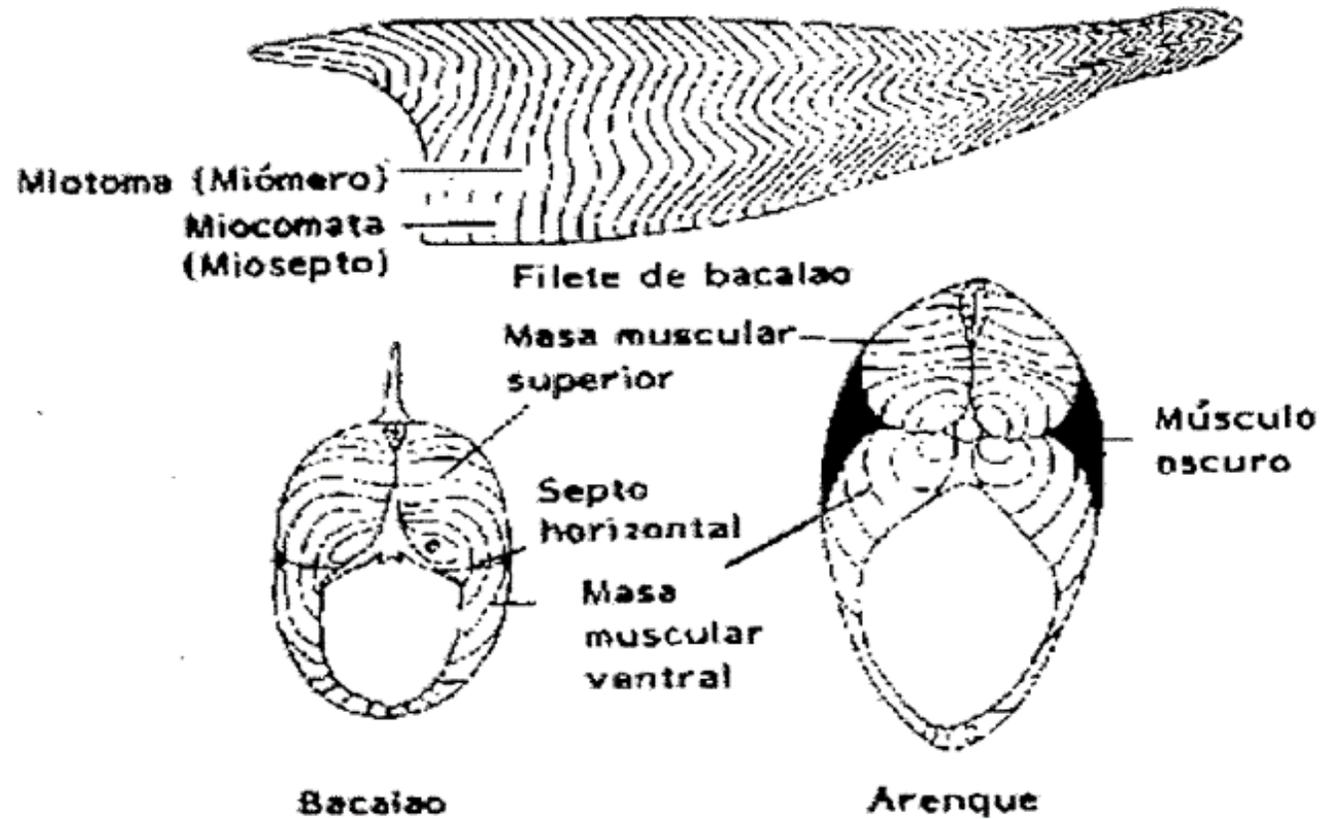


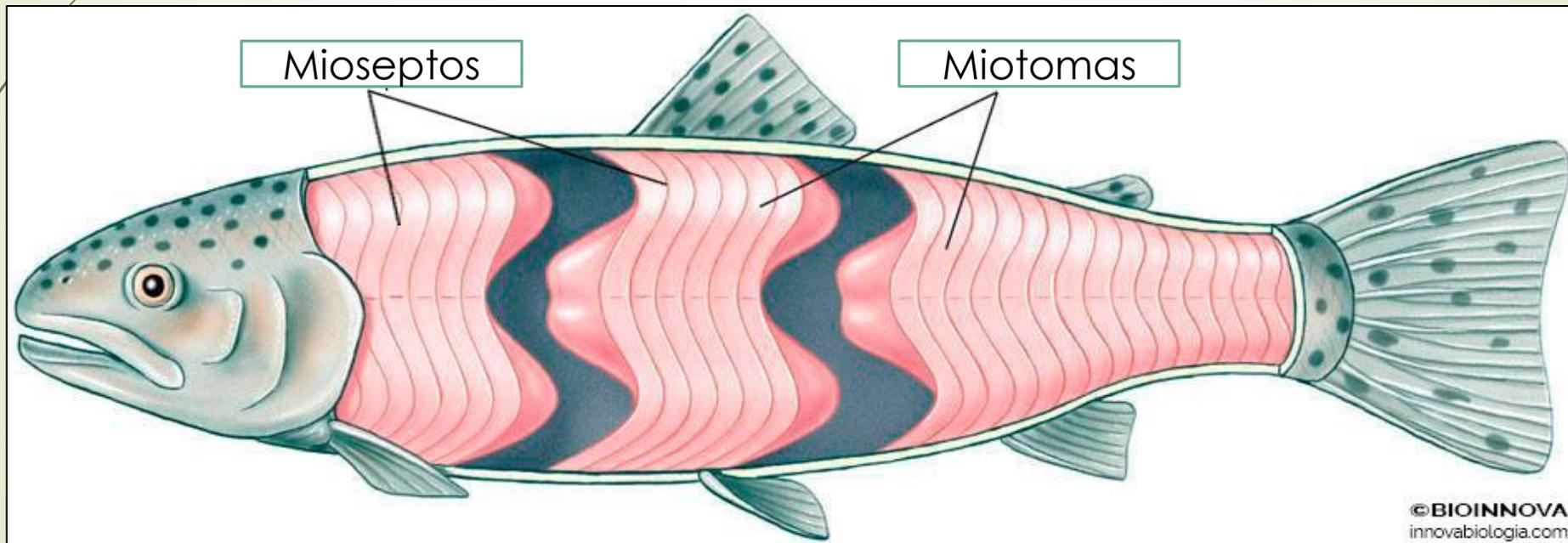
Figura 7. Musculatura esquelética del pez

Fuente: KNORR (1974)

## Músculo de pescado

Los mioseptos 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** (LOVE, 1970).



## Músculo de pescado

- ▶ 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 (FAO, 1993b).
- ▶ El largo de las células musculares del filete es heterogéneo, variando desde el final de la cabeza (anterior) hasta el final de la cola (posterior).

## Músculo de pescado

- La mayor parte de los compuestos nitrogenados(1) del pescado están formando parte de las proteínas.
- El músculo del pescado tiene como característica principal una menor cantidad de tejido conectivo, y dentro del mismo, menor proporción de elastina que de colágeno.
- Esto se pone de manifiesto ante la acción húmeda, las proteínas pueden separarse con facilidad.

(1): Los compuestos nitrogenados del pescado, en los que se incluyen las proteínas y otros componentes tales como ácidos nucleicos, nucleótidos, TMA y su óxido OTMA, aminoácidos, urea, etc., se pueden clasificar en dos grupos: nitrógeno proteico (NP) y nitrógeno no proteico (NNP).

## Músculo de pescado

- La proporción entre músculo oscuro y músculo blanco varía con la actividad del pez.

En los pelágicos, que nadan más o menos en forma continua, hasta el 48 % de su peso puede estar constituido por músculo oscuro (LOVE, 1970).

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.



Caballa



Lenguado

## Variaciones y cambios en la composición

Las variaciones en la composición química del pez están estrechamente relacionadas con:

- La alimentación
- Nado migratorio
- Cambios sexuales relacionados con el desove
- Estación del año

El pez tiene períodos de inanición por razones naturales o fisiológicas (como desove o migración) o bien por factores externos como la escasez de alimento.

## Energía del pez

- Usualmente el desove, migratorio o no, requiere mayores niveles de energía.
- Los peces que tienen energía almacenada en la forma de lípidos recurrirán a ella.
- Las especies migratorias degradarán -además de los lípidos- las proteínas almacenadas para obtener energía, agotando las reservas tanto de lípidos como de proteínas, originando una reducción de la condición biológica del pez.
- Muchas especies generalmente no ingieren mucho alimento durante la migración para el desove y por lo tanto no tienen la capacidad de obtener energía a través de los alimentos.

Por lo tanto....

## Pregunta tecnológica:

¿ Como se ve afectado el proceso industrial si estamos procesando una materia prima con reducción de la condición biológica del pez?



## Pregunta tecnológica:

¿ Como se ve afectado el proceso industrial si estamos procesando una materia prima con reducción de la condición biológica del pez?

### 1. Fresco y congelado:

- Rendimiento
- Disminución del tiempo de producción: es más difícil el fileteado
- Presentación del producto: características visuales, desgajamiento, roturas, manchas en la carne.
- Calidad del producto: cambios en el sabor
- Pérdidas por piezas rotas
- Disminución de la vida útil.

## Pregunta tecnológica:

¿ Como se ve afectado el proceso industrial si estamos procesando una materia prima con reducción de la condición biológica del pez?

### 2. Salado:

- Rendimiento
- Pérdidas por piezas rotas y clasificación.
- Calidad del pescado: Mayor riesgo de deterioro por ser especie grasa.

## Pregunta tecnológica:

¿ Como se ve afectado el proceso industrial si estamos procesando una materia prima con reducción de la condición biológica del pez?

### 3. Conservas:

- Rendimiento
- Pérdidas por piezas rotas y clasificación.
- Calidad del pescado: Mayor riesgo de deterioro por ser especie grasa.

## Pregunta tecnológica:

¿ Como se ve afectado el proceso industrial si estamos procesando una materia prima con reducción de la condición biológica del pez?

### 4. Harina de pescado:

- Calidad de la harina: Incrementa sus niveles de TVN (Nitrógeno básico volátil).

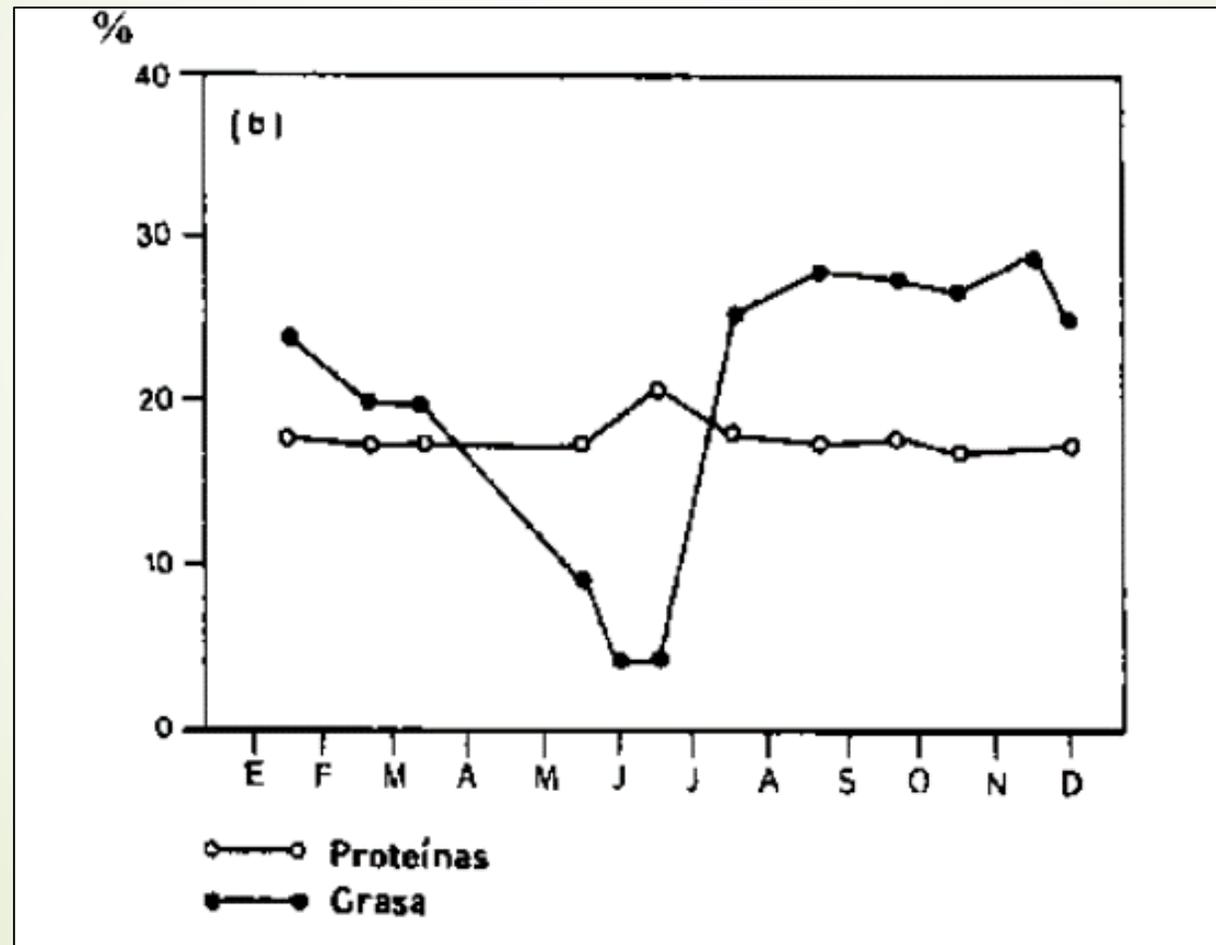
### 5. Aceite de pescado:

- Calidad del aceite: turbidez y acidez

## Lípidos/ proteínas

- ▶ Durante los períodos de intensa alimentación, el contenido de proteínas del músculo aumenta hasta una extensión que depende de la cantidad de proteína agotada.
- ▶ Posteriormente, el contenido de lípidos muestra un marcado y rápido aumento. Después del desove el pez recobra su comportamiento de alimentación y generalmente migra hasta encontrar fuentes adecuadas de alimento.
- ▶ La fracción lipídica es el componente que muestra la mayor variación.
- ▶ A menudo, dentro de ciertas especies la variación presenta una curva estacional característica con un mínimo cuando se acerca la época de desove.

## Variación estacional en la composición química de filetes de caballa (*Scomber scombrus*): Mar del norte



# Lípidos

- El contenido de grasa en el pescado, independientemente de que sea magro o graso, tiene consecuencias sobre las características tecnológicas *post mortem*.
- Los cambios que ocurren en el pescado magro fresco pueden ser anticipados mediante el conocimiento de las reacciones bioquímicas en la fracción proteica, mientras que en las especies grasas deben incluirse los cambios en la fracción lipídica.
- Las implicaciones pueden ser una reducción en el tiempo de almacenamiento debido a la oxidación lipídica, o deberán tomarse precauciones especiales para evitar este problema.

# Lípidos

Los lípidos presentes en las especies de peces óseos pueden ser divididos en dos grandes grupos: los fosfolípidos y los triglicéridos.

1. Los fosfolípidos constituyen la estructura integral de la unidad de membranas en la célula (lípidos estructurales).
2. Los triglicéridos son lípidos empleados para el almacenamiento de energía en depósitos de grasas, generalmente dentro de células especiales rodeadas por una membrana fosfolipídica y una red de colágeno. (depósitos de grasa).

# Lípidos

- ▶ Los depósitos de lípidos en las especies grasas están localizadas generalmente en el tejido subcutáneo, en los músculos del vientre y en los músculos que mueven las aletas y la cola.
- ▶ En algunas especies que almacenan cantidades elevadas de lípidos, la grasa también puede ser depositada en la cavidad ventral.
- ▶ Los depósitos de grasa también se encuentran esparcidos por toda la estructura muscular. El músculo oscuro contiene algunos triglicéridos dentro de las células musculares, incluso en peces magros, dado que este músculo es capaz de metabolizar directamente lípidos para la obtención de energía.



## Lípidos

- ▶ La movilización de energía es mucho más rápida en el músculo claro que en el oscuro, pero la formación de ácido láctico genera fatiga, dejando el músculo incapacitado para trabajar por largos períodos a máxima velocidad.
- ▶ De esta forma, el músculo oscuro es usado para actividades de nado continuo y el músculo claro para movimientos súbitos como cuando el pez está a punto de atrapar una presa o para escapar de un depredador.

# Proteínas

Las proteínas del músculo del pez se pueden dividir en tres grupos:

1. Proteínas estructurales (actina, miosina, tropomiosina y actomiosina), que constituyen el 70-80 % del contenido total de proteínas. Estas proteínas son solubles en soluciones salinas neutras de alta fuerza iónica.
2. Proteínas sarcoplasmáticas (mioalbúmina, globulina y enzimas), que son solubles en soluciones salinas neutras de baja fuerza iónica. Esta fracción constituye el 25-30 % del total de proteínas.
3. Proteínas del tejido conectivo (colágeno), que constituyen aproximadamente el 3- 10% del total de las proteínas.

# Proteínas

- Las proteínas estructurales conforman el aparato contráctil responsable de los movimientos musculares .
- La estructura conformacional de las proteínas de los peces es fácilmente modificada mediante cambios en el ambiente físico. Las características de solubilidad de las proteínas miofibrilares (estructurales) cambian después de una congelación/deshidratación.
- Tratamientos con altas concentraciones salinas o calor pueden ocasionar la desnaturalización, causando cambios irreversibles en la estructura nativa de la proteína.

# Proteínas

Cuando las proteínas son desnaturalizadas bajo condiciones controladas, sus propiedades pueden ser utilizadas con propósitos tecnológicos.

¿Conocen algún ejemplo?

Ejemplo:

La producción de productos a partir de surimi, en los cuales se emplea la capacidad de las proteínas miofibrilares para formar geles. Las proteínas forman un gel muy resistente cuando se añade sal y estabilizadores a una preparación de proteínas musculares (carne finamente picada), que posteriormente se somete a un proceso de calentamiento y enfriamiento controlado (Suzuki, 1981).



# Proteínas

- La mayor parte de las proteínas sarcoplasmáticas son enzimas que participan en el metabolismo celular. Están muy bien adaptadas y permiten distinguir entre diferentes especies de peces.
- Las propiedades químicas y físicas de las proteínas de colágeno difieren según el tipo de tejido como la piel, vejiga natatoria y los miocomatas del músculo (*Mohr, 1971*). Las fibras de colágeno forman una delicada estructura de redes, según los diferentes tipos de tejido conectivo.
- Diferentes especies contienen diversas cantidades de colágeno en sus tejidos corporales. Esto ha llevado a una teoría: la distribución del colágeno puede reflejar el comportamiento natatorio de las especies (*Yoshinaka et al., 1988*).

## Agua

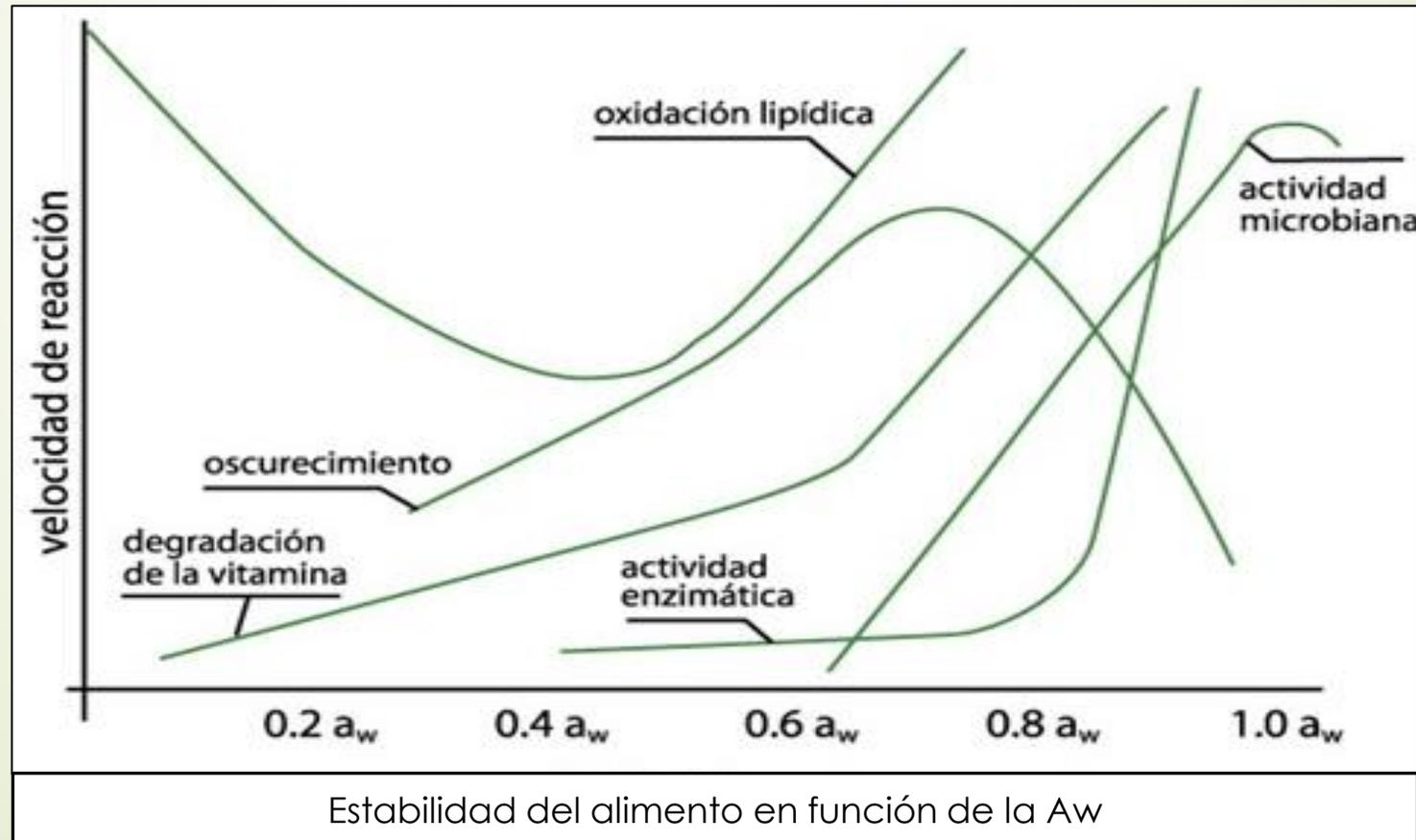
Cuanto menor es la actividad de agua de un alimento, mayor es su vida útil. Es importante diferenciar entre cantidad de agua y actividad de agua.

- ▶ Cantidad de agua: es la cantidad total de agua presente en el alimento, aunque puede ser que no esté libre para interaccionar.
- ▶ Actividad de agua: es la cantidad de agua libre en el alimento y disponible para reaccionar, es decir, la que puede facilitar la contaminación del producto.

El contenido en agua de la carne del pescado magro fresco es de alrededor del 80%. Cuando este valor se reduce por debajo de aproximadamente el 25%, el deterioro por bacterias se frena, y por debajo de 15% las levaduras dejan de desarrollarse.

# Agua

Puesto que los microorganismos compiten con los solutos por el agua que necesitan para crecer, en todo el intervalo de  $A_w$  en el que son viables, el conocimiento de la actividad del agua de un alimento, entre otros factores, es una indicación de su estado de conservación (HALL, 2001).



# Agua

¿Cuáles creen que son las metodologías para reducir la cantidad de agua?

Tecnología de conservación:

- Las dos maneras más importantes de reducir la actividad de agua de los alimentos pasan por el **secado** y la **incorporación de sal o azúcar** para atrapar las moléculas de agua.
- La adición de sal es más efectiva que la adición de azúcar porque la sal se ioniza en un catión sodio y un anión cloruro, cada uno de los cuales está rodeado de moléculas de agua.
- Estas moléculas de agua asociadas iónicamente no están disponibles para ser utilizadas por los microorganismos y tienden a extraer agua de las células bacterianas debido a la fuerza iónica, deshidratándolas hasta el punto de su muerte, esporulación o letargo (BRENNAN, 1994).

## Vitaminas y Minerales

- ▶ Las vitaminas y minerales es específica de la especie. Varía con la estación del año.

En general, la carne de pescado es una buena fuente de vitamina B y en el caso de las especies grasas, también de vitaminas A y D.

- ▶ Los minerales, la carne de pescado se considera una fuente particularmente valiosa de calcio y fósforo, así como también de hierro y cobre.
- ▶ Debe señalarse que el contenido de sodio en la carne de pescado es relativamente bajo lo cual le hace apropiado para regímenes alimenticios de tal naturaleza.

## Peces de acuicultura

- ▶ Los peces criados en acuicultura también pueden mostrar variaciones en la composición química, pero en este caso varios factores son controlados y por lo tanto se puede predecir la composición química.
- ▶ El acuicultor tiene la posibilidad de diseñar la composición del pez, ¿de que forma?

### **Seleccionando las condiciones de cultivo.**

- ▶ Se ha reportado que factores como la composición del alimento, ambiente, tamaño del pez y rasgos genéticos, tienen un impacto en la composición y la calidad del pescado de acuicultura (Reinitz *et al.*, 1979).



## Peces de acuicultura

- Se considera que el factor de mayor impacto en la composición química del pez es la composición de su alimento.
- El acuicultor esta interesado **en hacer crecer el pez lo más rápido posible empleando la menor cantidad de alimento**, dado que el alimento constituye el mayor componente del costo en acuicultura.
- El potencial de crecimiento es mayor cuando el pez es alimentado con una dieta rica en lípidos, para propósitos energéticos, y alto contenido de proteínas con una composición balanceada de aminoácidos.

## Peces de acuicultura

Sin embargo, la cantidad de lípidos que pueden ser metabolizados con relación a la proteína, está limitada por el patrón del metabolismo básico del pez (especie).

