

INDICE:

| | |
|--|----|
| CAPITULO 1. METABOLISMO, NUTRICION Y CRECIMIENTO | 3 |
| 1. METABOLISMO Y ENERGIA..... | 3 |
| 1.1. Tipos de metabolismo | 3 |
| 1.2. Factores que influyen sobre la actividad metabólica | 4 |
| 2. CRECIMIENTO..... | 4 |
| 2.1. Factores que influyen sobre el crecimiento | 4 |
| 3. NUTRICION..... | 6 |
| 3.1. La nutrición en los peces: Ingestión, digestión y excreción | 6 |
| CAPITULO 2. LOS NUTRIENTES. REQUERIMIENTOS DE LOS PECES | 9 |
| 1. PROTEINA..... | 9 |
| 1.1. Función | 9 |
| 1.2. Intervención en la dieta | 9 |
| 1.3. Digestibilidad | 9 |
| 1.4. Utilización de la proteína en el alimento | 9 |
| 2. LIPIDOS..... | 11 |
| 2.1. Digestión de lípidos | 11 |
| 2.2. Importancia de los ácidos grasos en la alimentación de peces | 11 |
| 3. HIDRATOS DE CARBONO..... | 13 |
| 3.1. Los hidratos de carbono en la alimentación de peces | 13 |
| 3.2. Digestión de los hidratos de carbono | 13 |
| 4. VITAMINAS..... | 14 |
| 4.1 Vitaminas liposolubles | 15 |
| 4.2 Vitaminas hidrosolubles | 16 |
| 5. SALES MINERALES..... | 17 |
| CAPITULO 3. LOS PIENSOS Y SU FORMULACION | 22 |
| 1. TIPOS DE PIENSOS..... | 22 |
| 1.1. Tipos de piensos | 22 |
| 1.1.1. Piensos húmedos..... | 22 |
| 1.1.2. Piensos semihúmedos..... | 22 |
| 1.1.3. Piensos secos..... | 23 |
| 2. COMPOSICION, FORMULACION Y FABRICACION DE PIENSOS..... | 23 |
| 2.1. Materias primas | 23 |
| 2.1.1. Fuentes de proteínas..... | 23 |
| 2.1.2. Fuentes de lípidos..... | 24 |
| 2.1.3. Fuentes de hidratos de carbono..... | 24 |
| 2.1.4. Otros compuestos..... | 24 |
| 2.2. Formulación | 24 |
| 2.3. Fabricación | 25 |
| CAPITULO 4. ALIMENTACION | 27 |
| 1. TASA DE ALIMENTACION. ELABORACION DE TABLAS..... | 27 |
| 1.1. Expresión de la tasa de alimentación | 27 |
| 1.2. Tablas de alimentación | 27 |
| 1.3. Índice de Conversión | 27 |
| 2. DISTRIBUCION DE COMIDA. ALIMENTADORES AUTOMATICOS..... | 28 |
| 2.1. Alimentación manual | 28 |
| 2.2. Alimentadores automáticos | 29 |
| 2.2.1. Autoalimentadores..... | 29 |
| 2.2.2. Alimentadores automáticos de banda..... | 29 |
| 2.2.3. Alimentadores automáticos con dispersión..... | 29 |
| TERMINOS DEL TEXTO RECOGIDOS EN EL GLOSARIO | 31 |

Desde los primeros años de este siglo, cuando se realizaron las primeras experiencias de engorde de salmones en agua de mar, hasta la actualidad, los conocimientos acerca de los requerimientos nutricionales de los peces marinos, su metabolismo y fisiología, se han ampliado considerablemente. Resultado de ello es la elaboración de nuevos piensos, que cubren todas las necesidades de los peces, a la vez que reducen el coste del cultivo, mediante el empleo de productos, formulaciones y técnicas de elaboración adecuadas.

Este texto tiene por objeto hacer un repaso de los conocimientos acerca de los requerimientos de los peces en cuanto a una serie de nutrientes esenciales (proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales), los efectos negativos y positivos que su deficiencia o exceso tienen sobre el metabolismo y crecimiento de los peces, los factores (oxígeno, temperatura, salinidad, luz, manejo, etc) que influyen sobre el crecimiento y la alimentación, así como, por otro lado, describe las distintas técnicas de formulación, fabricación y conservación de los diferentes tipos de piensos utilizados y, por último, describe el manejo, tanto de los peces como del pienso, en una piscifactoría con el fin de hacer del engorde de peces marinos una industria rentable.

1

Metabolismo, Nutrición y Crecimiento

1 METABOLISMO Y ENERGÍA

En el concepto de metabolismo se engloban todas aquellas reacciones químicas que sirven, bien para incorporar y construir nuevas sustancias (**anabolismo**), bien para destruirlas (**catabolismo**), con un continuo trasvase de energía, de manera que con las reacciones anabólicas se acumula energía, mientras que con las catabólicas se pierde esa energía acumulada.

Esta energía es la utilizada por los seres vivos para realizar sus funciones vitales (movimiento, reproducción, respiración, etc), compensar las pérdidas de sustancia debidas al desgaste o a la excreción y atender al crecimiento del organismo.

Toda la energía que se emplea en estos procesos tiene un origen alimentario. El alimento, una vez ingerido, sufrirá una serie de procesos de digestión extracelular, en los que actúan una serie de enzimas, cuyo resultado final será el desdoblamiento de unas sustancias complejas en otras más sencillas con liberación de energía (catabolismo).

Como se ha dicho anteriormente esta energía se utilizará en la realización de una serie de procesos vitales entre los que se destacan la respiración, el crecimiento o la reproducción. En el caso de los animales de sangre caliente (**homeotermos**), capaces de regular su temperatura corporal, parte de la energía se empleará con este fin. Sin embargo, los animales de sangre fría (**poiquilotermos**), entre los que se encuentran los peces, no utilizarán energía en el mantenimiento de su temperatura corporal.

1.1. TIPOS DE METABOLISMO

Podemos diferenciar distintos tipos de actividad metabólica en función de la actividad que realizan los seres vivos:

- **Metabolismo basal:** es el que se realiza cuando permanece en reposo, sin desempeñar ninguna actividad y sin que existan alteraciones externas.

- **Metabolismo de rutina:** El organismo realiza una actividad normal, no se alimenta, se mueve pausadamente y no se encuentra sometido a ningún tipo de estrés.

- **Metabolismo de actividad I :** Los seres vivos están agrupados, se alimentan y se desplazan libremente.

- **Metabolismo de actividad II :** Se encuentran sometidos a esfuerzos intensos (competencia entre unos y otros por la comida, reproducción, etc) y a estrés. Es el nivel de máxima actividad metabólica.

Es evidente que el consumo de energía es mayor al aumentar la actividad desempeñada por el organismo y mayor serán también sus requerimientos de comida, que les proporciona esa energía.

Contenido

1. Metabolismo y energía

- 1.1. Tipos de metabolismo
- 1.2. Factores que influyen en la actividad metabólica

2. Crecimiento

- 2.1. Factores que influyen sobre el crecimiento

3. Nutrición

- 3.1. La nutrición en los peces: Ingestión, digestión y excreción

Una manera de medir el consumo energético de los seres vivos es realizando un control de la respiración, es decir, del consumo de oxígeno necesario para realizar todas las actividades metabólicas.

1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACTIVIDAD METABOLICA

Muchos son los factores que influyen en el metabolismo de los animales. Entre ellos, destacamos como fundamentales:

- **La talla:** Un organismo adulto presenta un crecimiento y unos requerimientos energéticos inferiores a los de otro en los primeros estadios de desarrollo, cuando una gran parte de la energía del alimento se destina al crecimiento corporal.

- **La temperatura externa:** Cuando está por encima del óptimo en que se sitúa la especie, el consumo energético es mayor, mientras que si la temperatura es baja, el organismo disminuye su actividad y, por lo tanto, su metabolismo (p.ej: hibernación de reptiles y algunos mamíferos).

- **El oxígeno:** Dado que el oxígeno es necesario para desempeñar cualquier actividad, cuando se encuentra en niveles altos, la actividad (el metabolismo) aumenta, disminuyendo en caso contrario. Un ejemplo claro es la ascensión a cumbres altas, donde la concentración de oxígeno es muy baja, provocando una disminución de la actividad. En estos casos de carencia de oxígeno es frecuente la formación de un mayor número de glóbulos rojos y un aumento de la actividad cardíaca. De ahí la coloración rojiza de los cuerpos sometidos a síntomas de asfixia.

- **La salinidad:** En los seres acuáticos, como los peces marinos migradores (el salmón o la anguila) la salinidad influye grandemente en su metabolismo, debido a los procesos de regulación osmótica.

- **El ejercicio y la ingestión de alimento:** Ambas actividades exigen un consumo de energía (y de oxígeno) aumentando, por tanto, el metabolismo.

- **El ayuno:** Todos los seres vivos sometidos a condiciones de ayuno reducen su actividad metabólica. Las necesidades energéticas para mantener su metabolismo basal o de rutina, las cubren gracias a las reservas corporales, lo que provoca una pérdida de peso.

2 CRECIMIENTO

Cuando un ser vivo ingiere mayor cantidad de comida de la que necesita para su metabolismo, la metaboliza y destina a la formación de nuevos tejidos y de reservas corporales, que utilizará en los momentos de escasez.

La formación de nuevos tejidos conlleva un crecimiento. Este puede medirse mediante los incrementos periódicos en talla (L) o peso (P).

En el caso de los peces es frecuente hallar la relación entre ambos, lo que se denomina factor de condición y se expresa con la fórmula:

$$f.c. = P/L^3 \times 100$$

Cuanto mayor sea el factor de condición mayor será el crecimiento experimentado por el pez.

Otra forma de expresar el crecimiento de los peces (y otros organismos), muy utilizada a nivel industrial, es por medio de la tasa de crecimiento.

$$t.c. = (L_n \text{ peso final} - L_n \text{ peso inicial}) / n' \text{ de días}$$

Para su cálculo se realizan controles periódicos (generalmente mensuales) del peso, o también de la talla de los peces. En el numerador expresamos la diferencia de peso observada entre los controles inicial y final (al cabo de un mes), haciendo una transformación mediante logaritmos neperianos (la curva de crecimiento sigue una distribución exponencial). Dividiendo por el número de días transcurridos entre ambos controles y multiplicando por 100, obtendremos la tasa de crecimiento diaria del pez en g/día.

Existe otra fórmula más sencilla para el cálculo del crecimiento que suele denominarse eficiencia de crecimiento y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$e.c. = P_f - P_i / P_i (\%)$$

Siendo P_f el peso final (al cabo de un mes) y P_i el peso inicial (del mes anterior).

Con los datos de crecimiento podemos trazar una curva que relacione el tiempo, en el eje de ordenadas, con la talla o peso, en el eje de las abscisas.

Esta curva sigue una distribución exponencial en la cual se observa que durante una etapa en la vida del pez el crecimiento es muy rápido, hasta llegar un momento, que suele coincidir con la madurez sexual, durante el cual el crecimiento se ralentiza hasta llegar a una meseta en la que prácticamente no hay crecimiento.

2.1. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL CRECIMIENTO

Dado que el crecimiento es una de las funciones vitales, con elevado requerimiento energético, todos los factores indicados anteriormente, con una gran influencia en el metabolismo, influyen también sobre el crecimiento, junto con otros, entre los que destacaremos:

- **La luz:** Influye sobre todo en la captura de alimento. Su influencia depende de la especie, ya que algunas se alimentan y aumentan su actividad preferentemente en la oscuridad.

Indices de crecimiento

• FACTOR DE CONDICION

$$f.c. = \frac{P}{L^3} \times 100$$

• TASA DE CRECIMIENTO

$$t.c. = \frac{(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial})}{n^{\circ} \text{ de días}} \times 100$$

• EFICIENCIA DE CRECIMIENTO

$$e.c. = \frac{P_f - P_i}{P_i} (\%)$$

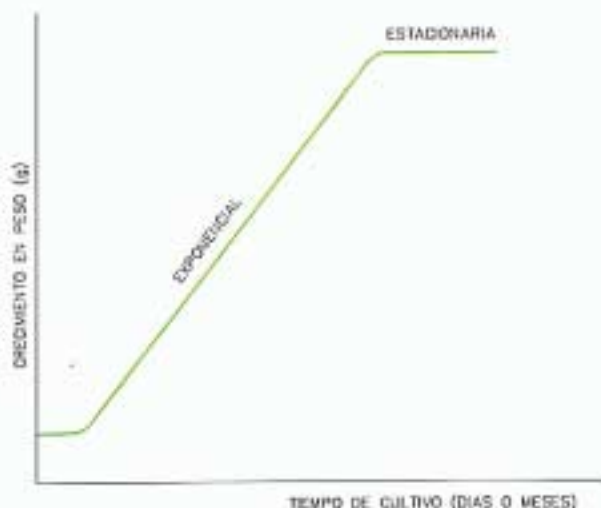
Donde: **P** = Peso, **L** = Longitud, **Ln** = Logaritmo neperiano, **P_f** = Peso final y **P_i** = Peso inicial.

• **La salinidad:** Tiene una gran influencia en el crecimiento de ciertas especies de peces, en especial los salmónidos. Las tasas de crecimiento de la trucha, por ejemplo, se ven incrementadas cuando es transferida a agua salada, alcanzando la talla comercial mucho antes que si el engorde se realiza en agua dulce. Otras especies marinas, como la lubina o el rodaballo, muestran mejores tasas de crecimiento cuando se sitúan en salinidades intermedias (15-20 ‰).

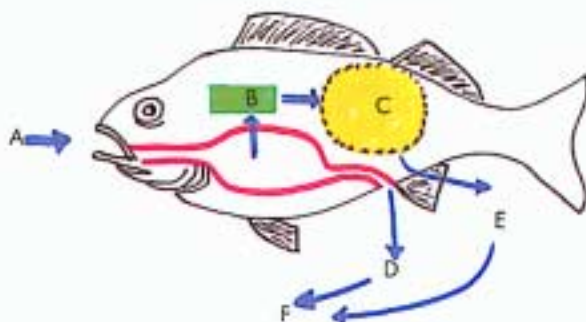
• **La densidad:** El crecimiento de las especies destinadas al engorde para la alimentación humana, bien sean peces, pollos, etc., se ve disminuido cuando se realiza a altas densidades. La formación de grandes poblaciones conlleva un aumento de la competencia por la comida, a la vez que se crean grupos jerárquicos en los que los individuos de mayor talla dominan a los más pequeños.

En el caso de los peces, además, el mantenimiento de densidades muy altas en los tanques de cría, provoca un incremento en la emisión de sustancias de excreción (lo que puede acarrear problemas de toxicidad) y una disminución en la concentración de oxígeno disuelto. Todos estos factores (competencia, jerarquías, toxicidad y poco oxígeno) contribuyen a aminorar el crecimiento.

• **La cantidad y calidad del alimento:** La carencia o ausencia de comida provoca un consumo de las reservas



Curva tipo del crecimiento exponencial de un pez, en la que se observan las fases de crecimiento exponencial y estacionario. Esta última suele coincidir con el momento en que se adquiere la madurez sexual.



Utilización del alimento por un pez. A. Alimento. **B.** Absorción. **C.** Crecimiento, Gametogénesis, Metabolismo. **D.** Heces. **E.** Excreción. **F.** Detritos.

corporales del organismo y una disminución del peso. El exceso de alimento, por otra parte, provocará un desaprovechamiento del mismo y una acumulación de restos que contribuirán a empobrecer la calidad del medio provocando toxicidad y pérdida de oxígeno.

Si el alimento carece de algún elemento indispensable para el organismo (p. ej. : vitaminas) aparecerán enfermedades y el crecimiento se verá a su vez afectado.

• **El estado de salud:** Un ser vivo enfermo, por causas infecciosas, metabólicas o nutricionales, presenta siempre una disminución en el crecimiento. Será necesario un cambio en las condiciones del entorno (aumentando la higiene, eliminando la causa que ha producido la enfermedad) y de la alimentación (incorporando medicinas, etc) para recuperar los niveles iniciales y recomenzar el crecimiento.

3 NUTRICION

En este término se engloban los intercambios de material y energía que mantiene el ser vivo con el medio ambiente.

El proceso íntimo de la nutrición tiene lugar en el interior de las células, donde se desarrollan las reacciones químicas que transforman el alimento en sustancia propia (tejidos corporales) y donde este alimento es destruido a fin de liberar la energía que necesita el organismo para desarrollar sus funciones vitales.

A fin de que los nutrientes contenidos en el alimento lleguen al interior de las células, éste ha de ser descompuesto en sustancias más sencillas que puedan atravesar la membrana celular sólo permeable al agua, a los gases y a ciertas sustancias disueltas. Este desdoblamiento en sustancias más sencillas se produce durante la **digestión**, con la intervención de enzimas y la producción de energía.

Como resultado de este proceso se liberan ciertos compuestos que el organismo no utiliza y que liberará al exterior mediante un fenómeno de **excreción**.

3.1. LA NUTRICION EN LOS PECES: INGESTION, DIGESTION Y EXCRECION

• **Ingestión:** Proceso mediante el cual se produce la captura del alimento, siendo desdoblado posteriormente en partículas más sencillas mediante el proceso de digestión.

• **Digestión:** Tiene lugar en el tubo digestivo, compuesto de una serie de tramos más o menos desarrollados (esófago, estómago, intestino, etc) y una abertura bucal y anal independientes.

En este tubo digestivo los alimentos son desintegrados por medio de enzimas (proteínas de complicada estructura) que son vertidas a dicho tubo por varias glándulas que desembocan en él (vesícula biliar, páncreas, etc).

Los compuestos más sencillos, resultado de este proceso, son absorbidos por las células de la pared del tubo digestivo y transportadas por medio del sistema circulatorio a todas las células del organismo.

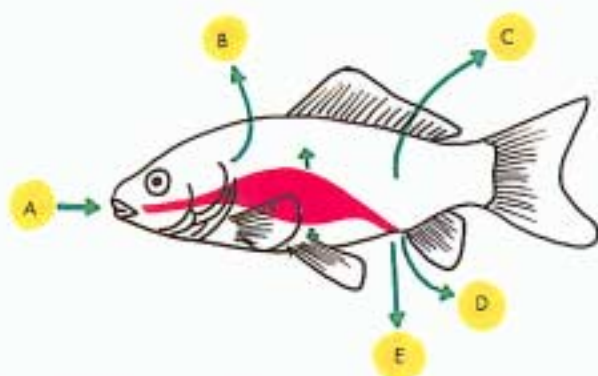
La digestión que se produce en los peces y en todos los vertebrados superiores se denomina **digestión extracelular** ya que no tiene lugar en el interior de las células, como ocurre con los animales inferiores (p. ej.: los protozoos que digieren el alimento en el interior de las llamadas vacuolas digestivas), sino que los enzimas son vertidos al tubo digestivo.

• **Excreción:** Una vez realizado el desdoblamiento de los nutrientes en moléculas más sencillas, no todas las que se han producido va a ser transportadas por la corriente circulatoria. Muchas de estas moléculas, bien sea por su naturaleza tóxica o porque el organismo no las necesita, serán excretadas al exterior.

En los vertebrados superiores, la excreción se realiza a través de los riñones, que se sitúan, en número de dos, en la región lumbar, próximos a la columna vertebral.

Estos riñones están formados por millones de túbulos microscópicos que se ocupan de la eliminación de los productos de deshecho así como de la regulación del contenido de agua y de sales minerales del cuerpo.

El riñón se ocupa también de la elaboración de la orina (en el caso de los vertebrados terrestres) o del ácido úrico (en el caso de los peces), lo que conlleva un elevado consumo de oxígeno (de ahí la coloración rojiza del riñón, muy irrigado por la corriente circulatoria, que le proporciona el oxígeno necesario).



Excreción de un pez teleosteo marino. A. Deglución de agua de mar. B. Agua y sales minerales expulsadas por las branquias. C. Agua expulsada a través de la piel. D. Orina hipotónica. E. Heces, con los sulfatos cálcico y magnésico.

Tipos de nutrición

Según sea la naturaleza de las sustancias nutritivas (o nutrientes) que toman los seres vivos y la forma de adquirir energía, se distinguen dos tipos de nutrición: **Autótrofa** y **heterótrofa**.

La nutrición autótrofa sólo la realizan los vegetales con clorofila (plantas verdes) y algunas bacterias. Los nutrientes que emplean estos seres autótrofos son de naturaleza inorgánica, tales como sales minerales, agua, anhídrido carbónico, siendo necesaria la incorporación de energía libre, procedente de la luz solar (**fotosíntesis**, llevada a cabo por las plantas verdes o seres **fotosintéticos**) o de reacciones químicas (**quimiosíntesis**, llevada a cabo por bacterias nitrificantes, sulfobacterias y ferrobacterias).

Los seres autótrofos son capaces, pues, de crear materia orgánica rica en energía a partir de materia mineral.

En la nutrición heterótrofa los nutrientes son de naturaleza orgánica, ricos en energía: hidratos de carbono o azúcares, lípidos y proteínas.

Los seres heterótrofos, que viven a expensas de los seres autótrofos o de materia orgánica en descomposi-

ción, agrupan a todos los animales, vegetales sin clorofila (hongos) y la mayoría de las bacterias.

Dentro de la nutrición heterótrofa existen varios tipos, según cual sea el origen de la materia orgánica utilizada:

- **Saprofitismo** : Realizado por levaduras, hongos y bacterias que se alimentan de materia orgánica en descomposición. Desintegran la materia orgánica mediante reacciones de fermentación y putrefacción.

- **Parasitismo** : Los seres parásitos obtienen su alimento a expensas de otro ser vivo, al que parasitan, denominado hospedador. En este grupo estarían englobados los virus, las bacterias productoras de enfermedades, muchos protozoos, y gran número de animales invertebrados.

- **Simbiosis** : Dos organismos se unen de modo que ambos obtienen beneficios nutritivos de su asociación.

- **Biofagia** : Se presenta cuando los organismos se alimentan de otros seres vivos a los que capturan. Es el tipo de nutrición más extendido en el reino animal.

- **Necrofagia** : Cuando el alimento lo constituyen organismos muertos (cadáveres) o excrementos, llamándose, en este último caso, **coprofagia**.

Actividades

Autoevaluación

1 Relaciona las dos series de términos:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| A. Nutrición autótrofa | 1. Reposo |
| B. Ayuda mutua | 2. Quimiosíntesis |
| C. Sangre fría | 3. Índice de crecimiento |
| D. Metabolismo basal | 4. Poiquiloterma |
| E. Factor de condición | 5. Simbiosis |

2 Encuentra el término definido en cada una de estas frases:

- A. Animal capaz de regular su temperatura corporal.
- B. Desdoblamiento biológico de sustancias complejas en otras más sencillas.
- C. Índice calculado dividiendo la diferencia de los logaritmos neperianos del peso final y el peso inicial de un individuo por el número de días que han pasado entre ambas mediciones.
- D. Conjunto de seres que se alimentan a expensas de la materia orgánica en descomposición.

Aplicaciones

1 Señala dos especies animales y dos vegetales que presenten los diferentes tipos de nutrición y acceso a las distintas fuentes de materia orgánica:

| | VEGETALES | ANIMALES |
|--------------|-----------|----------|
| Heterótrofos | | |
| Saprotitos | | |
| Parásitos | | |
| Simbióticos | | |
| Biófagos | | |

2 Elabora una escala metabólica de seis niveles que se corresponda con otros tantos niveles de actividad que hayas desarrollado, p. ej., el día de ayer.

3 Basándote en tu única experiencia y capacidad de observación, elabora una teórica curva de crecimiento de la especie humana. ¿Coincide con el modelo propuesto en el texto para los peces? ¿Cuáles son las diferencias?

4 Entre las zonas que se nombran señala aquellas dónde esperarías que la población humana tuviera una cantidad mayor de hemoglobina en la sangre (ordénalas de menor a mayor):

- a) Sierra de los Ancares
- b) Santiago de Compostela
- c) Alturas de Machu-Pichu
- d) Ría de Arosa

Conoce tu entorno

1 Elaborar una dieta de adelgazamiento no debe hacerse sin un estudio previo del metabolismo y de las actividades más frecuentes de la persona que ha de cumplirla. ¿Por qué?

2 ¿Qué relación existe entre los siguientes términos:

- Esfuerzo - Respiración intensa
- Esfuerzo - Aceleración del ritmo cardíaco
- Esfuerzo - Entrar en calor

3 ¿Qué aparatos intervienen directamente en la nutrición de los mamíferos?

4 Frecuentemente los muros albergan una cantidad y variedad importante de seres vivos. Acércate a uno que esté expuesto en una zona húmeda de tu entorno. Observa con atención y trata de hallar algunos organismos:

- a) Autótrofos
- b) Heterótrofos
- c) Simbióticos
- d) Biófagos
- e) Saprotitos

2

Los nutrientes. Requerimientos de los peces

Contenido

1. Proteínas

- 1.1. Función
- 1.2. Intervención en la dieta
- 1.3. Digestibilidad
- 1.4. Utilización de las proteínas en el alimento

2. Lípidos

- 2.1. Digestión de lípidos
- 2.2. Importancia de los ácidos grasos en la alimentación de peces

3. Hidratos de carbono

- 3.1. Los hidratos de carbono en la alimentación de peces
- 3.2. Digestión de los hidratos de carbono

4. Vitaminas

- 4.1. Vitaminas liposolubles
- 4.2. Vitaminas hidrosolubles

5. Sales minerales

Hasta ahora se ha hablado de cómo los animales transforman y asimilan los alimentos y de cómo los metabolizan a fin de obtener la energía necesaria para la vida. Se han citado varias veces los componentes del alimento (proteínas, lípidos, hidratos de carbono) pero aún desconocemos su estructura, función y la forma en que los peces los utilizan.

1 PROTEINAS

Son compuestos de carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H) y nitrógeno (N), si bien son frecuentes el azufre (S) y el fósforo (P) y, en ocasiones, el hierro (Fe) y el cobre (Cu). Todos estos elementos se asocian, dando lugar a los **aminoácidos**, cuya combinación formará las proteínas.

1.1. FUNCION

Son la fuente principal de energía de los peces. En mamíferos, sin embargo, esta función suele corresponder a los hidratos de carbono y grasas, mientras la proteína es un elemento estructural.

1.2. INTERVENCION EN LA DIETA

Suelen encontrarse en niveles en torno al 30-60% de la composición global de la dieta natural de los peces. Por debajo de estos niveles se producen enfermedades carenciales, reduciéndose el crecimiento de los individuos.

Sólo 10 de los aminoácidos componentes de las proteínas, son esenciales para los peces (Arginina, Histidina, Leucina, Isoleucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Triptófano, Tirosina y Valina). La carencia de cualquiera de estos aminoácidos provoca enfermedades, como la **escoliosis** (columna vertebral torcida) causada por la carencia de Triptófano.

1.3. DIGESTIBILIDAD

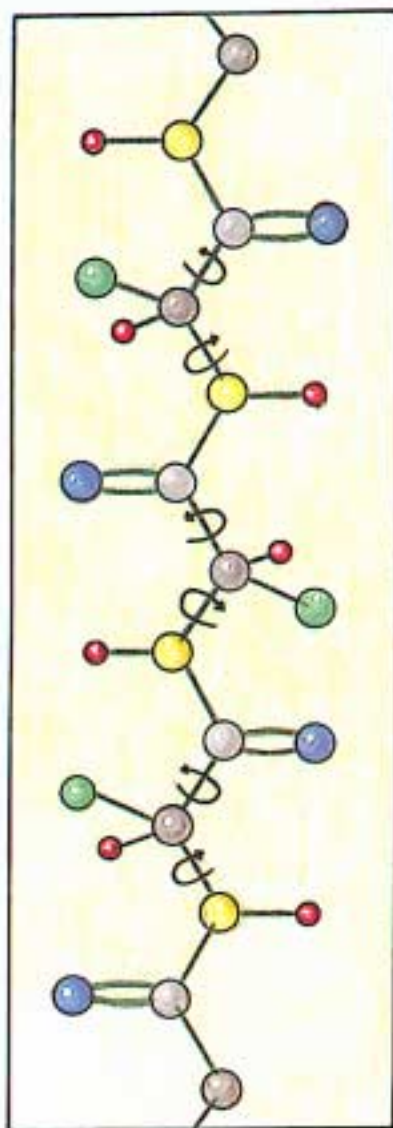
La digestibilidad de las proteínas va a depender de la talla de los peces (los más grandes cuentan con un tubo digestivo más desarrollado), de la temperatura del agua (a mayor temperatura mayor digestibilidad), del contenido de oxígeno disuelto y también de la composición global del alimento, así como de su tamaño.

1.4. UTILIZACION DE LA PROTEINA EN EL ALIMENTO

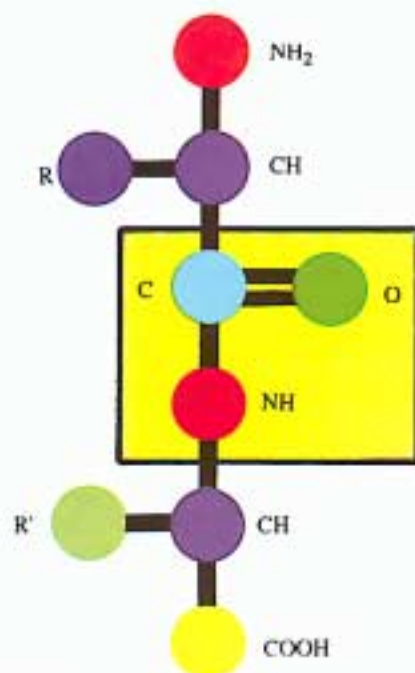
Se aprovecha principalmente en la formación de tejidos, es decir, en el crecimiento. Parte de ella se utiliza además para la obtención de energía.

Cuando se alimenta a los peces con pienso de composición conocida, una manera de comprobar si la composición del mismo es la adecuada es hallar el **índice de eficiencia de la proteína** expresado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PER} = \text{Aumento de peso del pez (g)} / \text{Proteína consumida (g)}$$



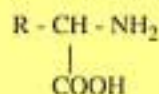
Estructura primaria de las proteínas. Los enlaces señalados con la flecha tienen capacidad de giro.



Enlace peptídico.

Los aminoácidos

Cuentan con una composición en la que destacan un grupo **amino** (- NH₂) y otro **ácido** (- COOH), con la siguiente fórmula:



Son compuestos orgánicos que se comportan como ácidos, cuando se encuentran en un medio básico, y como bases, si el medio es ácido. Son solubles en agua, incoloros y cristalizables.

Hasta el momento se han aislado algunas más de 30 aminoácidos, aunque sólo 20 se consideran esenciales para los animales superiores y tan sólo 10 lo son para los peces.

Las uniones peptídicas

Cuando los aminoácidos se unen entre sí forman cadenas de **peptidos**. Esta unión se realiza mediante un **enlace peptídico** (CO - NH -) entre el grupo amino de un aminoácido y el grupo ácido del otro aminoácido, desprendiéndose agua.

Si se unen 2 aminoácidos se forma un **dipeptido**, si lo hacen 3, un **tripéptido** y si son **n** los aminoácidos que se unen originan un **polipeptido**.

Estructuras peptídicas

Los péptidos pueden adoptar distintas estructuras: **primaria**, **secundaria** y **terciaria**.

En la estructura primaria se forma una sucesión de aminoácidos, situando sus radicales (**R**) alternativamente a uno y otro lado de la línea quebrada formada por el enlace peptídico.

En la estructura secundaria, hay una rotación a nivel del Carbono del aminoácido. Dentro de esta estructura, existen dos **configuraciones** posibles, una **helicoidal** (la que se da, p. ej., en las proteínas del pelo) y otra en **lámina plegada**, presente p. ej., en la estructura de las uñas.

La estructura terciaria es muy complicada, originándose por dobladuras y plegamientos de la estructura secundaria.

2 LIPIDOS

Químicamente están formados por carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H), a los que pueden añadirse también, fósforo (P), nitrógeno (N) y azufre (S). Contienen en su molécula **ácidos grasos**.

Importantes productores de energía, los lípidos actúan también como reguladores del metabolismo y son imprescindibles en la utilización de las vitaminas liposolubles.

2.1. DIGESTION DE LOS LIPIDOS

La digestión tiene lugar en el hígado, vesícula biliar y en el intestino y suelen depositarse en el músculo, el hígado y la grasa mesentérica, utilizándose cuando la comida es escasa a fin de producir la energía necesaria para el metabolismo.

Gran parte de los ácidos grasos se emplean con fines energéticos y otra parte, se utiliza en la síntesis de las grasas.

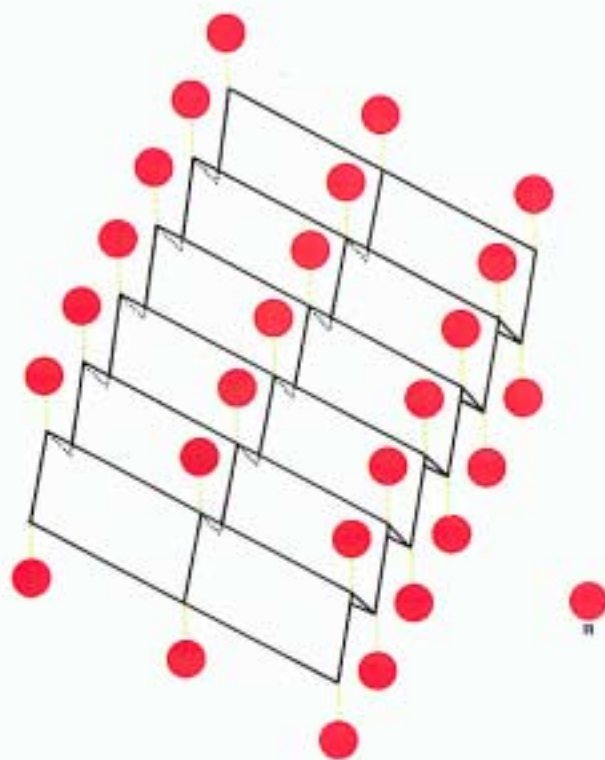
2.2. IMPORTANCIA DE LOS ACIDOS GRASOS EN LA ALIMENTACION DE PECES

La grasa de los peces es muy rica en ácidos grasos insaturados (con uno o varios dobles enlaces en la cadena). Los peces de agua dulce, cuentan, sobre todo, con ácidos grasos del grupo n6 (primer doble enlace en el carbono número 6), mientras que en los peces marinos, predominan los del grupo n3 (primer doble enlace en el tercer carbono).

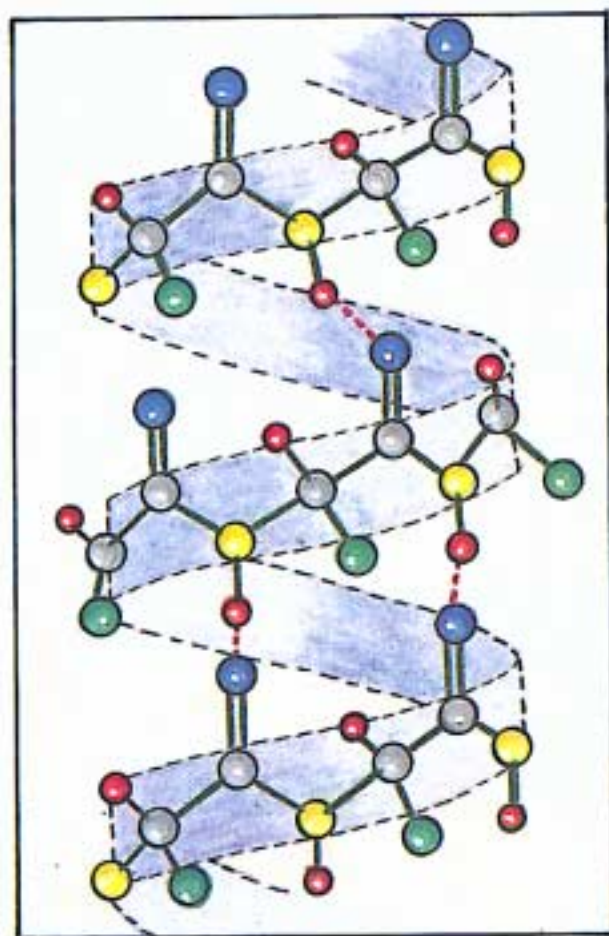
Dos de los ácidos grasos que son esenciales para los peces son el ácido **linolénico** (18:3n3) y el **linoléico** (18:2n6). Su carencia retrasa el crecimiento, a la vez que provoca enfermedades carenciales que pueden conducir a la muerte. Ambos son utilizados por los peces para construir otros ácidos grasos, bien alargando la cadena de átomos de carbono (por reacciones químicas de elongación), bien añadiendo dobles enlaces en la cadena (mediante reacciones de desaturación). Ambos, especialmente el 18:3n3, deben suministrarse siempre en la comida, a fin de evitar la aparición de enfermedades carenciales. La adición conjunta de 18:3n3 y de 18:2n6, mejora el crecimiento, más que si se añade sólo el 18:3n3.

En el rodaballo, la capacidad para elongar y desaturar los ácidos grasos está muy reducida. Por ello deben suministrarse en la dieta, además del linoleico y linolénico, los ácidos grasos 20:5n3 (eicosapentaenoico) y 22:6n3 (docosahexaenoico).

Dado que los requerimientos de los peces en ácidos grasos son altos, además de los citados, es conveniente añadir al alimento otros ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga con el fin de prevenir enfermedades carenciales, asegurar un crecimiento rápido y favorecer la reproducción.



Estructura secundaria de las proteínas (en lámina plegada).



Estructura secundaria de las proteínas (en hélice).

Otros lípidos

Además de las grasas, destacan por su importancia biológica otros lípidos, tales como las **ceras**, **fosfolípidos**, **glucolípidos**, **carotenoides** y **esteroides**.

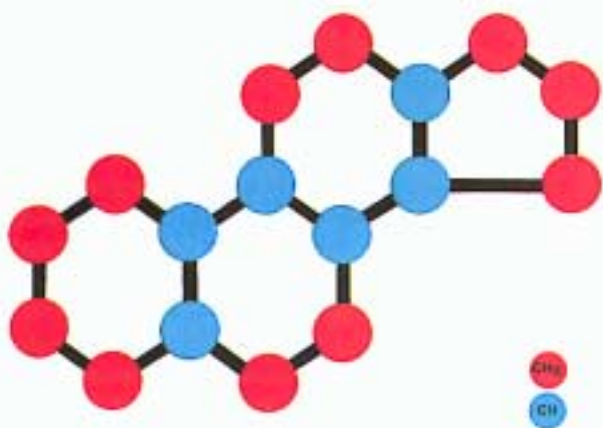
Las **ceras** son, como las grasas ésteres, pero en lugar de la glicerina interviene otro alcohol de cadena larga que se une a un ácido graso también de cadena larga, como p. ej., los ácidos palmítico o esteárico. Las ceras son sólidas a temperatura ambiente, consistentes e insolubles. Actúan como protectoras de las superficies corporales de los seres vivos: en los vegetales evitando la evaporación y en los animales como protección frente al agua. En ciertos organismos zooplanctónicos se acumulan también en las superficies corporales, como reserva de energía, durante los períodos de escasez de alimentos.

Los **fosfolípidos**, forman parte de las membranas celulares permitiendo su permeabilidad. En su molécula cuentan, además de carbono, hidrógeno y oxígeno, con nitrógeno y fósforo.

Los **glucolípidos**, contienen en su molécula hidratos de carbono y su principal acción biológica es actuar como fuentes de reserva de energía.

Los **carotenoides** están formados por cadenas lineales de isopreno y son coloreados, dando lugar, p. ej., al color anaranjado-rojizo típico de los copépodos u otros organismos del zooplancton.

Los **esteroides**, al igual que los carotenoides están formados por cadenas de isopreno, pero las cadenas se disponen cíclicamente formando el anillo llamado **ciclopentano perhidrofenantreno**. Tienen esta estructura muchos compuestos orgánicos importantes, tales como, la vitamina D, muchas hormonas, los ácidos biliares, etc.



Estructura del ciclopentano - perhidrofenantreno.

Estructura y características de los lípidos

Son compuestos de carbono, oxígeno e hidrógeno a los que pueden añadirse fósforo, nitrógeno y azufre. Con una fórmula general del tipo **R - COOH**, contienen en su molécula ácidos grasos.

Untuosos al tacto, tienen una densidad inferior a la del agua, por lo que flotan. Aunque son solubles en los disolventes orgánicos (cloroformo, éter, alcohol, etc), son insolubles en el agua.

En el organismo de los seres vivos muy frecuentemente se depositan formando tejidos de reserva (**tejido adiposo**), utilizándose como reserva energética y actuando como aislantes térmicos.

Las grasas

Las grasas o lípidos simples son **ésteres** de la glicerina con distintos ácidos grasos con número par de átomos de carbono. Entre los ácidos grasos más importantes destacan:

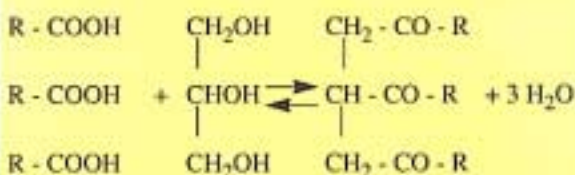
Acido Butírico : $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$ (4 átomos de C)

Acido Palmítico : $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$ (16 átomos de C)

Acido Esteárico : $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$ (18 átomos de C)

Acido Oleico : $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 = (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$
(16 átomos de C)

Una grasa se formará mediante una reacción química de **esterificación**, en la que tres ácidos grasos se unen a una molécula de glicerina, dando lugar a la grasa y liberándose tres moléculas de agua:



La reacción en sentido contrario al de la esterificación se denomina **saponificación**, que tiene lugar durante la formación de jabones, en los que además interviene la sosa (NaOH).

Las grasas pueden ser, a temperatura ambiente, sólidas (sebo, manteca, etc) o líquidas (aceites). Las primeras presentan en su composición ácido palmítico y esteárico, mientras que las segundas contienen sobre todo ácido oleico.

3 HIDRATOS DE CARBONO

Cuentan con una composición en la que intervienen el carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), estos dos últimos elementos en una proporción de 2:1, siendo su fórmula general del tipo $C_nH_{2n}O_n$.

Aunque en los vertebrados terrestres son, junto con las grasas, la principal fuente de energía, los peces apenas los utilizan. Cuando se suministran en la comida, los peces sólo los utilizan para constituir el almacén de hidratos de carbono de los aminoácidos no esenciales, para la síntesis de las grasas y como suministradores de energía.

3.1. LOS HIDRATOS DE CARBONO EN LA ALIMENTACION DE PECES

Los azúcares más importantes para los peces son el glucógeno, la glucosa, el ácido láctico y el ácido pirúvico.

El glucógeno se acumula en el hígado y el músculo. Los peces utilizan el glucógeno muscular como fuente energética cuando realizan movimientos, formándose ácido láctico que pasa a la sangre. Si como consecuencia del esfuerzo, el glucógeno muscular se agota, los peces lo sustituyen por glucógeno de origen hepático.

En cuanto a la glucosa, se acumula muy lentamente. Puede transformarse en aminoácidos, glicerol y ácidos grasos.

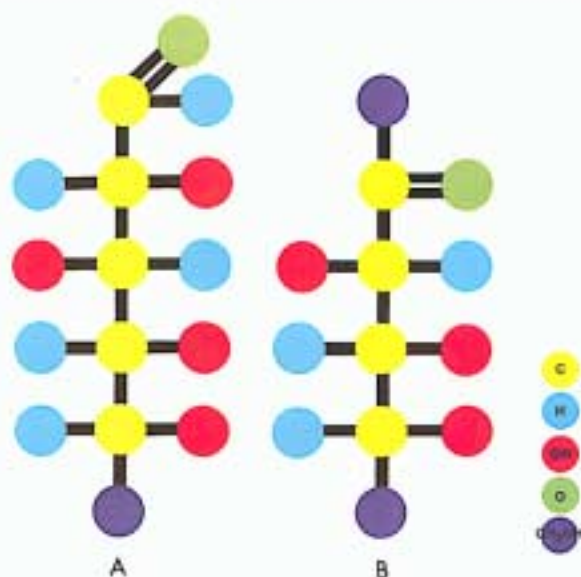
También puede administrarse almidón en la dieta de los peces, pero previamente ha de ser tratado con calor a fin de facilitar su digestión.

3.2. DIGESTION DE LOS HIDRATOS DE CARBONO

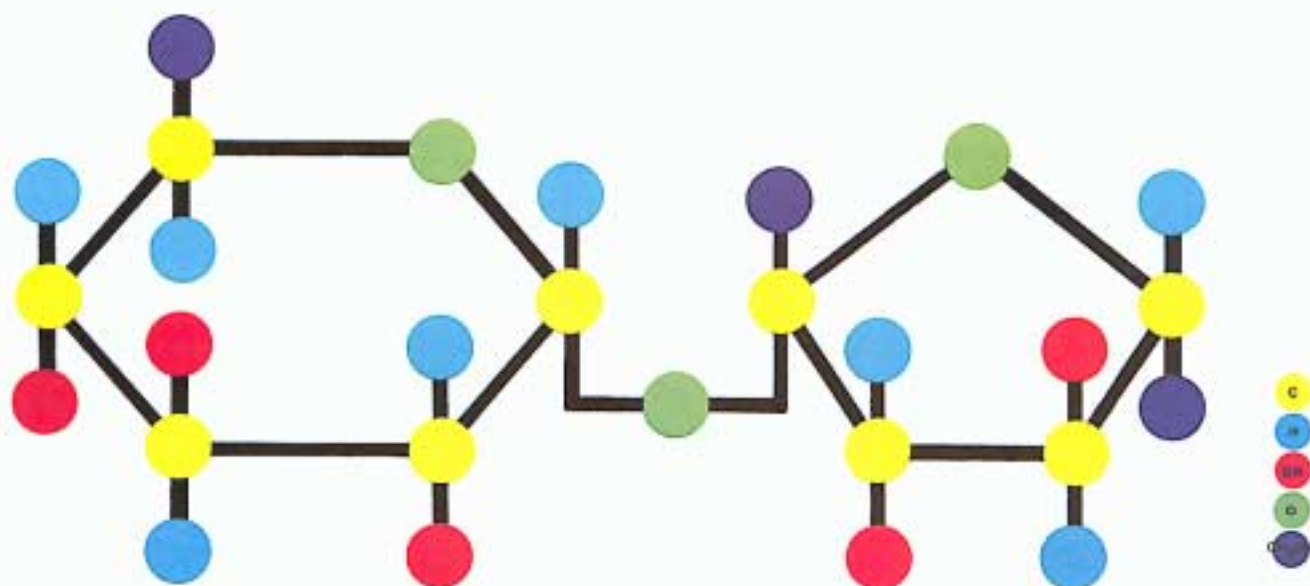
Se digieren en el estómago y ciegos pilóricos, dónde se segregan algunos enzimas responsables de su hidrólisis, así como en el intestino y páncreas, que segregan otro tipo de enzimas.

Cuanto mayor sea el tamaño de la molécula del azúcar, tanto menor es su digestibilidad.

Por otra parte, si se suministran azúcares en exceso al alimento de los peces, provocan alteraciones en la estructura del hígado y en su actividad metabólica, disminuyendo el aprovechamiento del alimento por parte de los peces.



Composición bioquímica de las hexosas. A. D- Glucosa. B. D- Fructosa.



Formación de un disacárido (sacarosa \rightarrow glucosa + fructosa).

Estructura de los hidratos de carbono

Son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, de fórmula general $C_nH_{2n}O_n$. Son el resultado de sustituir uno de los grupos alcohol (-CHOH-) de un polialcohol como la glicerina, por un

grupo aldehído (-CHO) o un grupo cetona (-CO-)

Se nombran atendiendo al número de átomos de carbono presentes en su molécula, de manera que las **triosas** tienen 3 átomos de carbono, las **tetrosas**, 4, las **pentosas**, 5, las **hexosas**, 6 y así sucesivamente.

4 VITAMINAS

Con este término se agrupan una serie de sustancias de composición muy variada pero que cuentan con unas características comunes:

- Tienen actividad enzimática.
- Sólo las plantas pueden sintetizarlas. Los animales las incorporan a través del alimento.
- Su carencia provoca graves perturbaciones en el organismo.
- Son requeridas, en mayor o menor cantidad, por los individuos en función de su edad (mayor en individuos jóvenes), del tipo de dieta ingerida (una alta ingestión de hidratos de carbono hace aumentar la necesidad de vitaminas), de si el organismo las sintetiza o no y de si se incorporan varias vitaminas al mismo tiempo (las vitaminas A y D se favorecen mutuamente).
- Se designan por letras mayúsculas, por la enfermedad que provoca su carencia o por su constitución bioquímica.
- Hay dos grupos: **liposolubles** (solubles en grasas o en los disolventes de estas) e **hidrosolubles** (solubles en agua).

Todas las vitaminas se producen, en la actualidad, industrialmente, de manera que pueden suministrarse, en forma de complejos correctores, en la alimentación de los peces. Las necesidades aumentan en individuos jóvenes y en condiciones de estrés y enfermedad.

Tipos de hidratos de carbono

Se distinguen los **Monosacáridos**, **Disacáridos** y **Polisacáridos**.

Los **Monosacáridos** están formados por un sólo hidrato de carbono y responden a la fórmula general $C_nH_{2n}O_n$. Entre sus características destacan el tener sabor dulce, color blanco, ser solubles en agua y tener poder reductor.

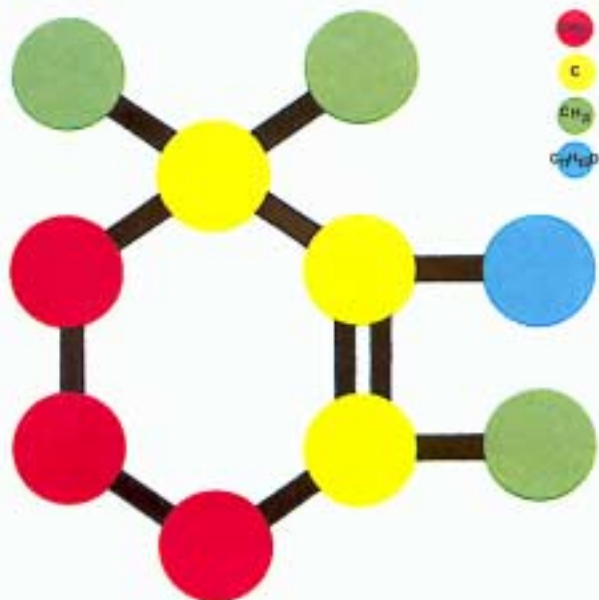
Los monosacáridos más conocidos y abundantes en la naturaleza son las hexosas ($C_6H_{12}O_6$), como la **glucosa**, **fructosa** y **galactosa** que forman parte de los azúcares de la fruta, leche, etc, y las pentosas ($C_5H_{10}O_5$) **ribosa** y **desoxirribosa**, que forman parte de los ácidos nucleicos, coenzimas, etc.

Los **Disacáridos**, se forman por la unión de 2 moléculas de monosacáridos con separación de una molécula de agua, por lo que responden a la fórmula general: $C_nH_{2n-2}O_{n-1}$. Tienen sabor dulce, son cristalizables y solubles en agua.

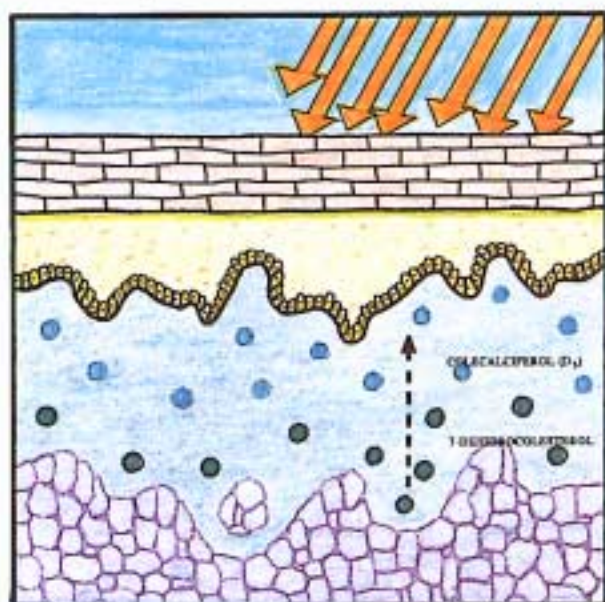
Los más importantes son la **sacarosa**, formada por la unión de una molécula de glucosa y otra de fructosa, la **maltosa**, formada por la unión de dos moléculas de glucosa y la **lactosa**, formada por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa.

Los **Polisacáridos**, se forman por la unión de n moléculas de monosacáridos con separación de $(n-1)$ moléculas de agua. Al contrario que los mono y disacáridos no tienen sabor dulce, ni cristalizan y son insolubles en agua, formando coloides. Por hidrólisis se descomponen en disacáridos y, por último, en monosacáridos.

Los polisacáridos más importantes son el **almidón**, que es un polímero de la glucosa y constituye la sustancia de reserva más importante de los vegetales, el **glucógeno**, que se acumula en el hígado y músculo de los animales, la **celulosa**, formada por polimerización de la glucosa y que interviene en la estructura de la membrana de las células vegetales y la **quitina**, que es un polisacárido nitrogenado que constituye la membrana de los hongos y el exoesqueleto de los artrópodos.



Vitamina A (Antixeroftálmica o Retinol).



La vitamina D₃ o calciferol es un compuesto que se encuentra en muchos animales y es abundante en el hígado de muchos peces. También se forma en el organismo humano, por activación del 7-dehidrocolesterol que hay en la piel (Según Enciclopedia Sarpe de la Salud, modificada)

4.1. VITAMINAS LIPOSOLUBLES

Las principales son la vitamina A, D, E y K.

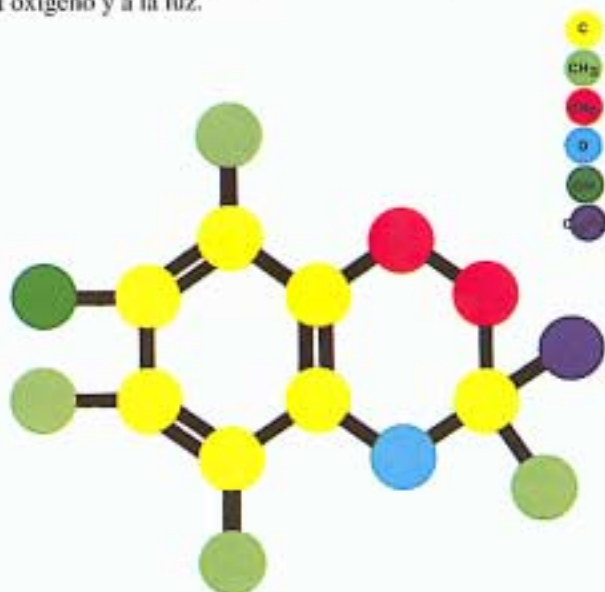
• **Vitamina A (Antixeroftálmica o Retinol):** Su precursor, el beta-caroteno, se encuentra en los vegetales. Puede incorporarse en el alimento de los peces en forma de aceite de pescado, o en forma de acetato de retinol. Los peces transforman el beta-caroteno de los alimentos en vitamina A.

Es una enzima sensible al oxígeno y relativamente termoestable. Su carencia provoca, en los peces, anemia, hemorragias en ojos, piel y base de las aletas y puede llegar a provocar altas mortalidades.

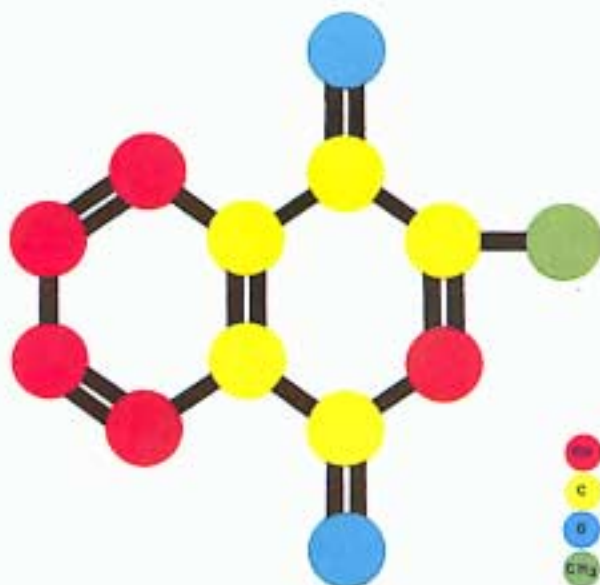
• **Vitamina D (Antirraquitica o calciferol):** La acción de la luz natural transforma las provitaminas en vitaminas. Se encuentra en levaduras, forrajes verdes secados al sol y en el hígado y grasa corporal de los peces. Su carencia o hipovitaminosis provoca un retraso del crecimiento y un mal aprovechamiento de la comida.

• **Vitamina E (Antiestéril o Tocoferol):** Impide la oxidación de las grasas (que conlleva toxicidad). El requerimiento de esta vitamina es mayor cuanto mayor sea la cantidad de ácidos grasos insaturados suministrados en el alimento. Es sensible al oxígeno y a la luz. Su hipovitaminosis trae consigo un engrosamiento del hígado, anemia, mal crecimiento y elevada mortalidad.

• **Vitamina K (Antihemorrágica o Naftoquinona):** Se encuentra en el forraje verde. Es antihemorrágica y desarrolla su actividad principalmente en el hígado. Es sensible al oxígeno y a la luz.



Vitamina E (Antiestéril o Tocoferol).



Vitamina K (Antihemorrágica o Naftoquinona).

4.2. VITAMINAS HIDROSOLUBLES

Las principales son las vitaminas B₁, B₁₂, ácido pantoténico, PP, B₆, H, Inosita, ácido fólico, colina y la vitamina C.

• **Vitamina B₁ (Antineurítica o Tiamina):** Es abundante en los vegetales, en especial la levadura y los cereales. Es muy sensible a la cocción. Actúa en el metabolismo de los hidratos de carbono. Su carencia provoca movimientos de natación convulsivos y torpes, oscurecimiento, atrofia muscular, lesiones hepáticas y, por lo tanto, escaso apetito, mal crecimiento y desaprovechamiento de la comida.

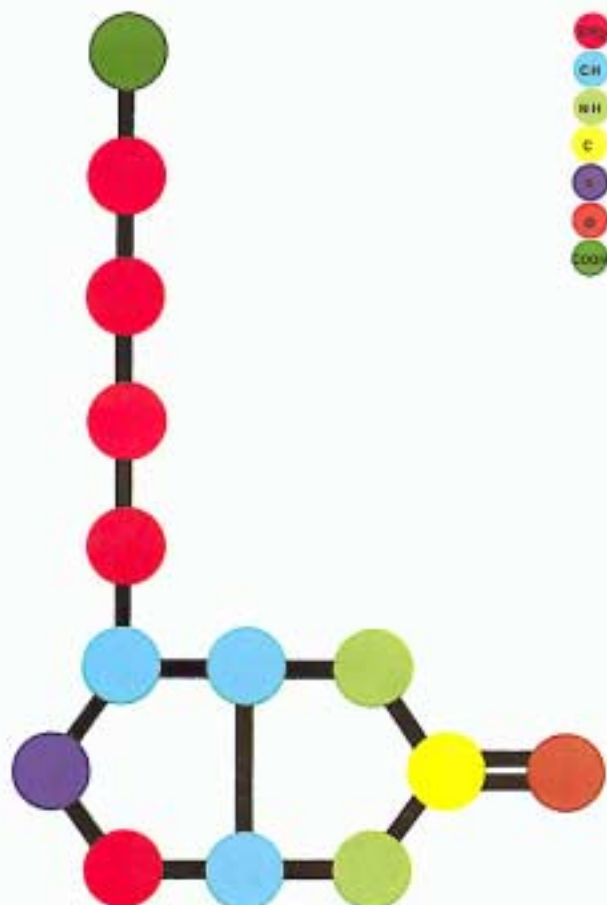
• **Vitamina B₁₂ (Riboflavina):** Se encuentra en la levadura, la leche en polvo, harina de pescado y plantas verdes. Estimula el crecimiento y es muy importante para el funcionamiento normal de la visión. Es termoestable y fotosensible.

Su carencia conlleva problemas de desgarramiento (necrosis) de las branquias, opérculos y bordes de las aletas; provoca hemorragias en los ojos, enturbiamiento del cristalino, escaso apetito, mal crecimiento y alta mortalidad.

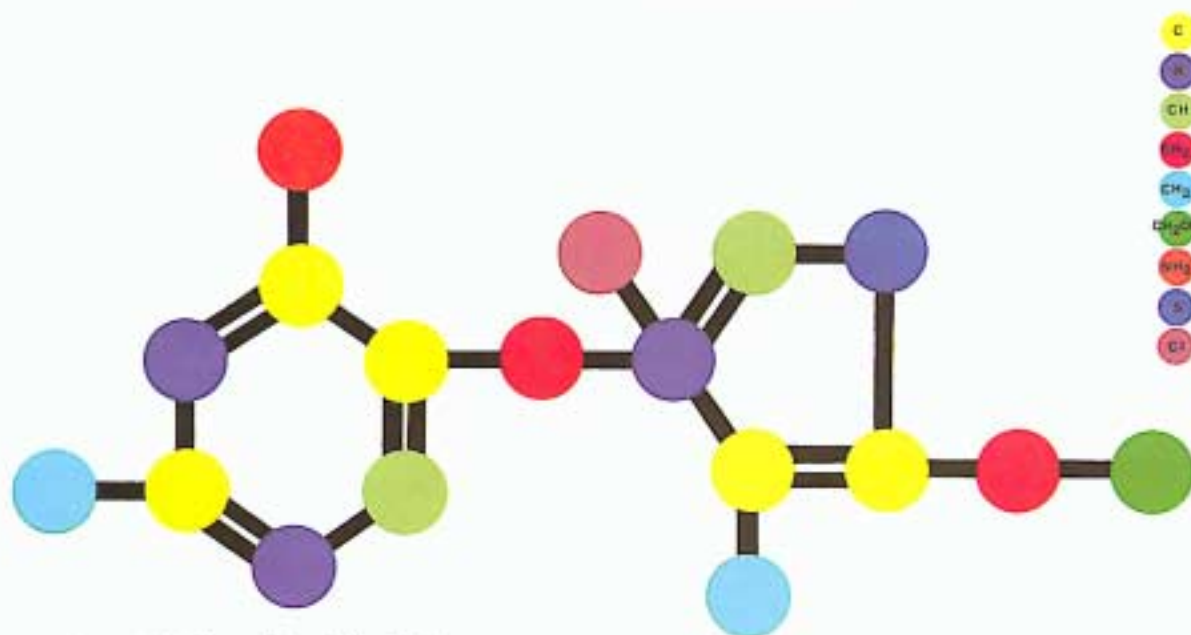
• **Acido pantoténico:** Se encuentra en la levadura y vegetales. Actúa en el metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas y grasas. Es necesario para los procesos de combustión.

Su carencia provoca también mal crecimiento y aprovechamiento de la comida, dificultad en la natación, abultamiento de las branquias, engrasamiento hepático y anemia.

• **Vitamina PP (Antipelagra o ácido nicotínico):** Algunos animales la sintetizan a partir del Triptófano. Suministrada en exceso (hipervitaminosis) provoca la acumulación de grasa.



Vitamina H o Biotina.



Vitamina B1 (Antineurítica o Tiamina).

Su carencia provoca abultamiento de las branquias, separación de los opérculos y mal crecimiento.

- **Vitamina B₆ (Piridoxina):** Se encuentra en levadura y vegetales. Es fotosensible. Su carencia provoca trastornos nerviosos, anemia y mal crecimiento.

- **Vitamina H (Biotina):** Se encuentra en la levadura y el hígado. Su carencia provoca atrofas musculares, escaso apetito y mal crecimiento.

- **Inosita:** Se encuentra en las plantas. Actúa en el metabolismo de hidratos de carbono e impide la degeneración del hígado.

- **Acido fólico:** Se encuentra en la levadura. Actúa en la síntesis de ácidos nucleicos.

Su carencia provoca anemia, pérdida de la aleta caudal, aumento en el tamaño del hígado y alta mortalidad.

- **Colina:** Se encuentra en el hígado y la harina de pescado. Estimula el transporte de grasas desde el hígado, evitando la degeneración grasa de éste. Cuanto mayor sea la cantidad de grasa del alimento, mayor ha de ser la adición de colina.

- **Vitamina C (Antiescorbútica o ácido ascórbico):** Se sintetiza en el hígado a partir de los hidratos de carbono. Tiene un efecto beneficioso cuando se suministra después de una enfermedad, ya que estimula el sistema inmunitario, permitiendo una mejor recuperación de la salud. Es muy sensible al oxígeno y al calor.

Su hipovitaminosis conlleva deformaciones en los opérculos y cartilagos branquiales, torcimientos en la columna vertebral (**Jordosis** y **escoliosis**), anemia, hemorragias en distintos órganos; impide o retarda la curación de heridas y puede provocar alta mortalidad.

5 SALES MINERALES

Desempeñan numerosas e importantes funciones en los seres vivos: se depositan en los órganos esqueléticos dándoles consistencia, intervienen en los procesos de contracción muscular y transmisión nerviosa, regulan los fenómenos osmóticos y el equilibrio ácido-base en el organismo.

Al igual que sucede con las vitaminas, existen actualmente en el mercado complejos correctores de minerales que se pueden incorporar en suficiente cantidad al alimento de los peces.

Citaremos los fundamentales y más importantes:

- **Calcio:** Actúa en la formación del esqueleto y escamas, funcionamiento de nervios y músculos, coagulación de la sangre, permeabilidad de las membranas, metabolismo de vitaminas, etc.

- **Fósforo:** Actúa, junto con el calcio, en la formación del esqueleto.

- **Magnesio:** Eleva la intensidad del metabolismo del hígado. Se suministra siempre en el alimento de peces de agua dulce, ya que ésta presenta una proporción muy baja de este elemento.

- **Potasio y sodio:** Actúan en la regulación osmótica. Son abundantes en el agua del mar.

- **Cloro:** Actúa en la osmorregulación, a la vez que favorece la tolerancia de los peces a los cambios de temperatura.

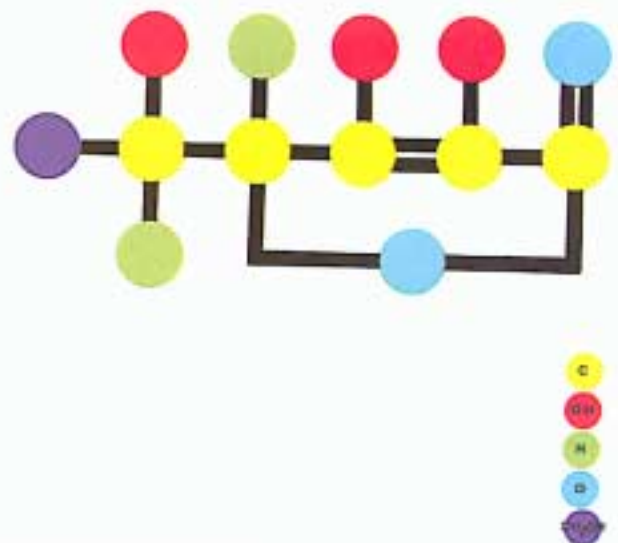
- **Hierro:** Forma parte de la molécula de la hemoglobina de la sangre. Actúa, junto con el **cobre**, en los procesos de oxidación y reducción.

- **Manganeso:** Forma parte de varios enzimas

- **Zinc:** Su carencia provoca mal crecimiento. En exceso es tóxico.

- **Cobalto:** Es un componente de la vitamina B₁₂. Su insuficiencia provoca avitaminosis. Al igual que el zinc, es tóxico a dosis altas.

- **Iodo:** Es necesario en la síntesis de ciertas hormonas que regulan la actividad metabólica. Se capta a través de las branquias. Su carencia provoca inflamación de la tiroides.



Vitamina C (Antiescorbútica o ácido ascórbico).

Práctica I: HIDROLISIS DE LA SACAROSA Y PROPIEDADES REDUCTORAS DE LOS HIDRATOS DE CARBONO (GLUCOSA, LACTOSA, MALTOSA)

Material:

- 9 Tubos de ensayo
- Nuez doble
- Gradilla
- Pinzas de madera
- Pipetas 10 ml
- Sacarosa
- Probeta 100 ml
- Glucosa
- Espátula
- Lactosa
- Vaso de precipitado 250 ml
- Maltosa
- Vaso de precipitado 1 l
- Ácido clorhídrico
- Mechero
- Sosa
- Varilla soporte con base metálica
- Reactivo de Fehling
- Rejilla de amianto
- Agua destilada
- Arandela soporte

Método:

1. Colocar en la gradilla 9 tubos de ensayo y numerarlos del 1 al 9.
2. Preparar una disolución de sacarosa al 5%, otra de ácido clorhídrico al 10% y otra de hidróxido sódico, también al 10%, así como disoluciones diluidas de glucosa, maltosa y lactosa.
3. Calentar agua en un vaso de precipitados y mantenerla caliente.
4. Escoger tres tubos de ensayo y echar en cada uno con la pipeta 5 ml de la disolución de sacarosa (tubos de ensayo 1, 2 y 3).
5. Introducir los 3 tubos de ensayo en el vaso con agua caliente y añadir volúmenes iguales, al primer tubo, de agua, al segundo tubo, de la disolución de ácido clorhídrico y al tercer tubo de la disolución de hidróxido sódico.

6. En seis tubos de ensayo verter 5 ml de reactivo de Fehling (tubos 4, 5, 6, 7, 8, y 9). Colocarlos en la gradilla.

7. Calentar todos los tubos (del 1 al 9) al baño María durante unos cinco minutos.

8. Añadir a cada uno de los tubos de ensayo 4, 5, 6, 7, 8 y 9 con reactivo Fehling unas gotas de las disoluciones preparadas según el apartado 2:

En el tubo 4, unas gotas del contenido del tubo de ensayo 1.

En el tubo 5, unas gotas del contenido del tubo de ensayo 2.

En el tubo 6, unas gotas del contenido del tubo de ensayo 3.

En el tubo 7, unas gotas de la disolución diluida de glucosa.

En el tubo 8, unas gotas de la disolución diluida de maltosa y

En el tubo 9, unas gotas de la disolución diluida de lactosa.

9. Observar lo que ocurre en cada uno de los tubos:

- Tubo 4 (Sacarosa + Agua), no cambia de color
- Tubo 5 (Sacarosa + Agua + ácido clorhídrico), enrojece
- Tubo 6 (Sacarosa + Agua + Sosa), no cambia de color
- Tubo 7 (Glucosa), cambia hacia color rojizo
- Tubo 8 (Maltosa), cambia hacia color marrón
- Tubo 9 (Lactosa), cambia hacia color marrón oscuro.

¿Qué ha ocurrido? La glucosa (monosacárido), maltosa (disacárido) y la lactosa (disacárido) tienen propiedades reductoras y reaccionan con el reactivo de Fehling. La sacarosa (disacárido) no tiene propiedades reductoras y, por tanto, solamente cambia de color cuando, al reaccionar con el agua y el ácido clorhídrico, se hidroliza en los monosacáridos que la componen: glucosa y fructosa (la glucosa es la responsable del cambio de color).

Práctica II: OBSERVACION DE AMILOPLASTOS Y REACCION DEL ALMIDON ANTE EL IODO

Material:

- 2 Tubo de ensayo
- Papel de filtro
- Vaso de precipitado de 250 ml
- Portaobjetos
- Varilla soporte con base metálica
- Cubreobjetos
- Mechero o resistencia
- Microscopio
- Cuchilla
- Agua destilada
- Pipeta 10 ml
- Agua iodada
- Espátula
- Almidón
- Patata

Método:

1. Mondar una patata. Con la cuchilla raspar un poco la pulpa y colocarla en el portaobjetos con una gota de agua destilada. Cubrirla con el cubreobjetos. Con el papel de filtro secar el agua sobrante en los laterales del cubre.

Observar directamente al microscopio. Se distinguen con claridad los **amiloplastos**, en forma de granos ovoides con estrías concéntricas, las **estrías de crecimiento**, alrededor de un punto, el **hilio**.

2. Con una espátula coger un poco de almidón en polvo, aproximadamente 1 gramo, y mezclarlo con un poco de agua destilada (de 20 a 25 ml).

3. Calentar unos 200 ml de agua destilada en el vaso de precipitados y, una vez caliente, verter la anterior mezcla de almidón. Dejar enfriar.

4. Con la pipeta recoger unos 20 ml de este último preparado y colocarlo en un tubo de ensayo. Añadirle unas gotas de agua iodada. Se observará que adquiere una coloración azul intensa, que desaparece si se calienta de nuevo.

5. Volver a raspar un poco la pulpa de la patata y colocarla en el portaobjetos. En esta ocasión añadirle una gota de agua iodada. Dejar que impregne la pulpa y secar el agua sobrante con el papel de filtro. Observar al microscopio. Se distinguirán los amiloplastos por estar coloreados de azul oscuro.

Práctica III: SAPONIFICACION

Material:

- Balanza
- Tubos de ensayo
- Papel de aluminio
- Matraz Kitasato 1 l
- Gradilla
- Embudo Büchner
- Varilla soporte con base metálica
- 2 Cápsulas de porcelana
- Arandela soporte
- Probeta 100 ml
- 2 Nueces dobles
- Pipeta 10 ml
- Pinza de bureta
- Espátula
- Rejilla de amianto
- Sal (Cloruro sódico)
- Mechero
- Estearina
- Vaso precipitado 250 ml
- Hidróxido sódico
- Vaso precipitado 1 l
- Agua destilada

Método:

1. Sujetar a la varilla soporte con base metálica la rejilla de amianto y la pinza de bureta para sujetar el tubo de

ensayo (de modo que quede a una altura un poco por encima de la que alcanzará el borde superior del vaso de precipitado). Colocar encima de la rejilla el vaso de precipitado de 250 ml con agua destilada (unos 100 ml).

2. Preparar una disolución de hidróxido sódico con 5 gr de hidróxido y 10 ml de agua.

3. Introducir en el tubo de ensayo unos 25 gr de estearina. Colocar el tubo de ensayo de modo que su tercio inferior quede dentro del agua del vaso de precipitado y sujetarlo con la pinza de bureta.

4. Calentar suavemente hasta que la estearina se haya disuelto. Añadir la disolución de hidróxido sódico. Continuar el calentamiento durante una hora.

5. Al cabo de la hora pasar la disolución al vaso de precipitados de 1 litro y añadir 250 ml de agua destilada. Hervir la disolución durante unos minutos.

6. Cuando el jabón se haya disuelto completamente, mientras el líquido continúa hirviendo, añadir a los pocos unos 100 gr de sal.

7. Al cortarse el jabón y formarse grumos en la superficie, cesar el calentamiento y filtrar en el embudo Büchner. Recoger el precipitado en la cápsula de porcelana y calentarlo suavemente. Cuando el jabón esté fundido, verterlo en otra cápsula y dejarlo enfriar: es el jabón.

Práctica IV: OBSERVACION DE GOTAS LIPIDICAS

Material:

- Pequeño mortero
- Cuchilla
- Portaobjetos
- Cuentagotas
- Microscopio
- Semillas de ricino
- Colorante Sudán III (tres íes)

Método:

1. En el mortero se aplasta una semilla de ricino. Se le añaden unas gotas del colorante Sudán III. Al observar la preparación se encontrarán las gotitas de sustancias lipídicas en forma de glóbulos de color rojizo anaranjado.

Práctica V: DETERMINACION DE LA VITAMINA C EN VARIOS PRODUCTOS. INESTABILIDAD DE LA VITAMINA C

Material:

- 8 Tubos de ensayo
- Rejilla de amianto • Pipeta 10 ml
- Batidora
- Acido ascórbico (Vitamina C pura)
- Tenedor
- 2-6 diclorofenol-indofenol
- Plato
- Agua destilada
- Cubetas de porcelana
- 1 Naranja
- Cuchillo
- 1 Limón
- Varilla de vidrio
- 1 Manzana
- Cuentagotas
- Mejillones
- Gradilla
- 1 huevo
- Mechero
- Varilla de soporte con base metálica
- Zumo de naranja comercial

(zumo de limón), 4 (zumo demanzana), 5 (extracto de mejillones), 6 (clara de huevo), 7 (zumo de naranja comercial), 8 (zumo de limón hervido).

2. Preparar una disolución de ácido ascórbico al 1% y, con la pipeta, verter 2 ml en el Tubo de ensayo 1.

3. Con un exprimidor obtener, por separado, del naranja, limón y manzana un poco de zumo de cada fruta. Abrir el mejillón, despegar la vianda y con la batidora obtener el zumo. Abrir un huevo y batirlo. De cada uno de los zumos extraer, con la pipeta (bien lavada para cada ocasión) 2 ml y verterlos en sus tubos de ensayo respectivos: 2, 3, 4, 5 y 6.

4. Recoger, con la pipeta, 2 ml de zumo de naranja comercial y verterlo en el tubo de ensayo respectivo, nº 7.

5. Calentar el zumo de limón restante (una vez extraídos los 2 ml vertidos en el tubo de ensayo 3) durante unos minutos. Verter 2 ml en el tubo de ensayo nº 8.

6. Con el cuentagotas, añadir gota a gota la solución de 2-6 diclorofenol-indofenol a cada tubo, cuidando de, al mismo tiempo, ir agitando con la varilla de vidrio. Continuar la adición del diclorofenol-indofenol hasta que el líquido se vuelva incoloro, observando y anotando el número de gotas empleado en cada tubo. Si algún tubo, tras añadirle suficientes gotas de la solución, permanece con su color rosado, anotarlo.

Hacer una escala en base al contenido de vitamina C de cada una de las muestras (según el número de gotas de la solución empleado).

Por comparación con el tubo de ensayo nº 1 (Vitamina C al 1%), calcular el contenido vitamínico de cada una de las muestras restantes.

Condiciones:

La experiencia se basa en el gran poder reductor de la vitamina C que es capaz de reducir el compuesto 2-6 diclorofenol-indofenol y transformarlo en un compuesto incoloro.

Método:

1. Colocar los 8 tubos de ensayo en la gradilla y etiquetarlos del 1 al 8 : 1 (ácido ascórbico), 2 (zumo de naranja), 3

Autoevaluación

- 1** Marca con SI, NO o DEPENDE la característica que corresponda a cada uno de los principios inmediatos, en los peces:

| | PROTEINAS | HIDRATOS DE CARBONO | LIPIDOS |
|---|-----------|---------------------|---------|
| Contienen en su molécula N | | | |
| Pueden cristalizar | | | |
| Se disuelven en agua | | | |
| Son solubles en disolventes orgánicos | | | |
| Son específicos para cada especie biológica | | | |
| Tienen función energética | | | |
| Tienen función plástica | | | |

- 2** Describe la relación que existe (en peces) entre los siguientes conceptos:

- A. Aminoácidos - Escoliosis
- B. Lípidos - Pigmentos anaranjados - Vitamina D
- C. Azúcares - ácidos nucleicos - código genético

Aplicaciones

- 1** Ordena por el número de átomos de Carbono, de menor a mayor, los siguientes compuestos orgánicos:

Acido oléico - Glucosa - Almidón - Glicerina - Lactosa - Acido linolénico - Ribosa

- 2** En el texto se han estudiado los principales trastornos por avitaminosis que pueden sufrir los peces. También en la especie humana, la avitaminosis, parcial o total, provoca graves enfermedades, por lo que es necesario que la dieta las contenga en una determinada proporción. Elabora un cuadro con las principales vitaminas para la persona, la enfermedad que provoca su carencia y los productos en los que se encuentran más abundantemente. Destaca las que son abundantes en determinados órganos de los peces.

Conoce tu entorno

- 1** Los lípidos son muy abundantes y están muy extendidos tanto en el reino animal como en el vegetal. Cita algunos órganos de animales y estructuras de plantas, especialmente ricas en lípidos.

- 2** Los esteroides tienen una estrecha relación con las hormonas sexuales, con las de la especie humana también. Con ayuda de la bibliografía adecuada, describe que hormonas sexuales de nuestra especie son esteroides y especifica la función de cada una.

- 3** En el texto se han estudiado los aminoácidos indispensables para los peces. Con ayuda de la bibliografía adecuada, investiga cuales son imprescindibles para la especie humana. Compara ambas tablas.

- 4** Relaciona algunos fenómenos que ocurren en la cocina con el carácter **inestable** y la **desnaturalización** de las proteínas.

3

Los piensos y su formulación

Todos los nutrientes anteriormente indicados son imprescindibles para que el ser vivo mantenga las condiciones de vida adecuadas, con ausencia de enfermedades y cubriendo sus requerimientos energéticos a fin de permitir el crecimiento. Dado que la única manera que tienen los seres vivos de incorporar estos nutrientes es a través de alimento, debe cuidarse especialmente este punto.

En el caso de los peces marinos cultivados, la alimentación, que suele basarse en la utilización de piensos, es una de las manipulaciones más importantes que se efectúan en las instalaciones.

1 TIPOS DE PIENSOS

Con el nombre de piensos denominamos el conjunto de materias primas, de composición conocida, que se mezclan con el fin de suministrar los nutrientes (en cantidad y calidad adecuadas) necesarios para cubrir los requerimientos del pez.

1.1. TIPOS DE PIENSOS

Según cual sea su contenido en agua (**humedad**), distinguiremos:

- **Pienso Húmedo**, con más del 55% en agua.
- **Pienso Semi-húmedo**, que contiene entre un 20 y un 50% de agua.
- **Pienso Seco**, con un contenido en agua inferior al 20%, generalmente en torno al 10-12%.

1.1.1. Piensos Húmedos

Suele estar compuesto de pescado troceado, al que se añaden vitaminas, minerales, etc., a fin de incrementar su valor nutritivo. Se conservan congelados, a -18 ó -20 °C, durante meses. Se utilizan en lugares donde la materia prima (el pescado) es muy barata.

Estos tipos de pienso, tienen varios inconvenientes:

- Composición variable a lo largo del año.
- Manejo complicado durante su conservación y utilización (se necesita mucha mano de obra).
- Inducen enfermedades (los parásitos del pescado que forma parte del pienso pueden pasar a los peces cultivados).

1.1.2. Piensos semi-húmedos

Tiene dos tipos de componentes principales: Pescado triturado (parte húmeda) y harina de pescado (parte seca), preparada industrialmente.

El pienso se prepara mezclando las harinas con aceite de pescado triturado y algún aglutinante que le dé consistencia (generalmente almidón). Tras realizar la masa se prepara el gránulo, de distinto diámetro y longitud (dependiendo de la talla del pez).

Contenido

1. Tipos de piensos

- 1.1. Tipos de piensos
 - 1.1.1. Piensos húmedos
 - 1.1.2. Piensos semihúmedos
 - 1.1.3. Piensos secos

2. Composición, formulación y fabricación de piensos

- 2.1. Materias primas
 - 2.1.1. Fuentes de proteínas
 - 2.1.2. Fuentes de lípidos
 - 2.1.3. Fuentes de hidratos de carbono
 - 2.1.4. Otros compuestos
- 2.2. Formulación
- 2.3. Fabricación

Los piensos semihúmedos son blandos, tienen una composición menos variable que el pienso húmedo y, aunque se conservan también congelados, son de manejo más sencillos que aquellos.

1.1.3. Piensos secos

Se obtiene a partir del pienso semi-húmedo por congelación o calentamiento (menos de 60°C durante 24 horas). Entre sus ventajas citaremos las siguientes:

- Menor coste por animal producido.
- Regularidad en el suministro y composición.
- Fácil almacenamiento y distribución.
- Mínima manipulación.
- Reducción del riesgo de transmisión de enfermedades.
- Mejor consistencia, digestibilidad y estabilidad en el agua.
- Pueden tener forma de gránulo o escama (alimentación de peces tropicales de acuario).

Este tipo de piensos es el que se está imponiendo en la mayoría de las industrias dedicadas al engorde peces, especialmente si estas son grandes ya que, por su sencillo manejo, permiten abaratar los costes de mano de obra.

2 COMPOSICION, FORMULACION Y FABRICACION DE PIENSO

Nos referiremos aquí al componente seco del pienso semi-húmedo y al pienso seco.

2.1. MATERIAS PRIMAS

Son los alimentos o subproductos alimenticios que se usan como ingredientes para la preparación del pienso. Debe satisfacer los requerimientos del pez, tanto energéticos como nutricionales, a un coste mínimo.

Suelen utilizarse productos naturales, subproductos agrícolas o industriales, harinas de pescado, de carne, de sangre, leche desnatada o en polvo, harinas de soja, de leguminosas, semillas, levaduras, aceites de pescado y vegetales y aditivos como vitaminas, minerales, aglutinantes y saborizadores.

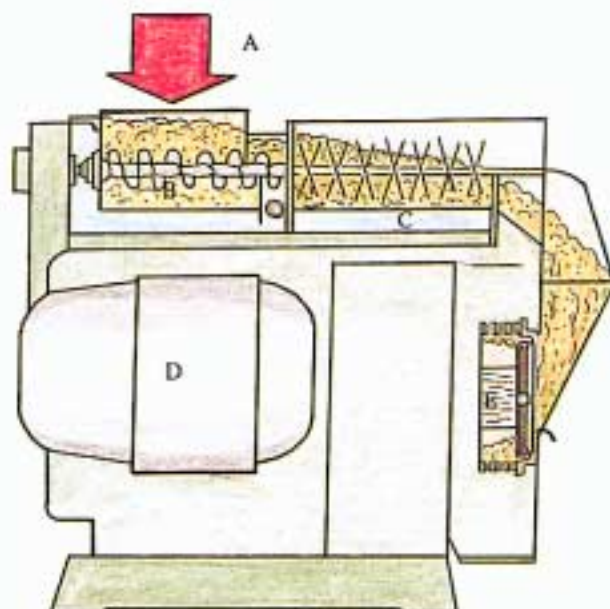
La composición de estas materias primas es variable. Por ello, los fabricantes de piensos suelen mezclar varios componentes a fin de asegurar una composición global correcta.

Antes de proceder a la mezcla de los componentes se suele realizar un análisis bioquímico a fin de conocer su contenido en nutrientes y en energía, así como prevenir y evitar la aparición de mohos y la presencia de sólidos de origen no biológica, larvas de insectos, pelos, etc, que acarrearían posibles toxicidades.

Todas las materias primas deben mantenerse en lugares secos, ventilados y a baja temperatura.

2.1.1. Fuentes de proteínas

Las proteínas pueden proceder de vegetales, animales o microorganismos.



Granuladora para la fabricación de gránulos duros.

A Alimentación. B, Alimentador. C, Acondicionador. D, Rotor. E, Mazo lateral [Según I. Martínez Millán, A. Vian y J. Cañas].

• De vegetales

Pueden ser *cereales*, que cuentan con un 8 - 15% de proteínas, pero presentan carencias en algunos aminoácidos, u *oleaginosas*, que contienen de un 20 a un 50% de proteína, si bien algunas de estas plantas tienen componentes tóxicos o no digeribles que se eliminan mediante un tratamiento por calor. El vegetal más utilizado como fuente de proteínas, es la soja.

• De animales

Se emplean, sobre todo, *harinas de pescado, de carne y de desperdicios de matadero* (huesos, sangre y plumas). Tienen un alto valor nutritivo y contienen todos los aminoácidos esenciales. La más utilizada es la harina de pescado (60 a 65% de proteína), aunque tiene el inconveniente de poseer un alto contenido en cenizas.

• De microorganismos

Se pueden utilizar *algas microscópicas*, con un 40 a 65% de proteína, pero tienen el inconveniente de su alto coste de producción, debido a lo complicado de su recolección y secado. También pueden usarse *levaduras* (45% de proteína), aunque son deficientes en algunos aminoácidos.

2.1.2. Fuentes de lípidos

Se utilizan *aceites vegetales y de pescado*. Suelen añadirse a la materia seca (las harinas mencionadas anteriormente) bien durante el proceso de fabricación del pienso o antes de administrárselo a los peces.

Varían la textura de la masa, de ahí que sea necesario añadir emulsionantes o ligantes.

Como aceites vegetales se usan, frecuentemente, el de maíz y cacahuete (ricos en ácido linoléico) y los de soja y girasol, mezclados con aceites de pescado (principalmente de hígado de bacalao y sardina), que, aunque caros, son muy ricos en ácidos grasos poliinsaturados.

2.1.3. Fuentes de hidratos de carbono

Son elementos secundarios en la dieta de los peces. Se añaden al pienso a fin de mejorar su digestibilidad y ahorrar proteína (el componente más caro del pienso).

Se utiliza sobre todo, el *almidón* de maíz o de trigo, tratado con calor a fin de mejorar su digestibilidad.

2.1.4. Otros compuestos

Se añaden también complejos vitamínicos y minerales, antioxidantes (evitan la oxidación de la grasa, que sería tóxica), atrayentes, pigmentos y emulsionantes. Su adición depende de las necesidades de la especie y de las materias primas empleadas.

2.2. FORMULACION

Consiste en la combinación de las materias primas de manera que cubran los requerimientos del pez al coste más bajo posible. Su cálculo se realiza mediante la utilización de sistemas de ecuaciones, como en el ejemplo siguiente:

• Contamos con una serie de materias primas A, B, C, que cuentan con un contenido en proteína P_a, P_b, P_c , un contenido en grasa G_a, G_b, G_c , y un contenido en hidratos de carbono HC_a, HC_b, HC_c , y queremos saber en que proporción ha de añadirse cada una de ellas a fin de obtener un pienso con un contenido total en proteínas P_t , en grasas G_t y en hidratos de carbono HC_t determinado, de manera que cubra las necesidades del pez.

El sistema de ecuaciones que nos resuelve la formulación es el siguiente:

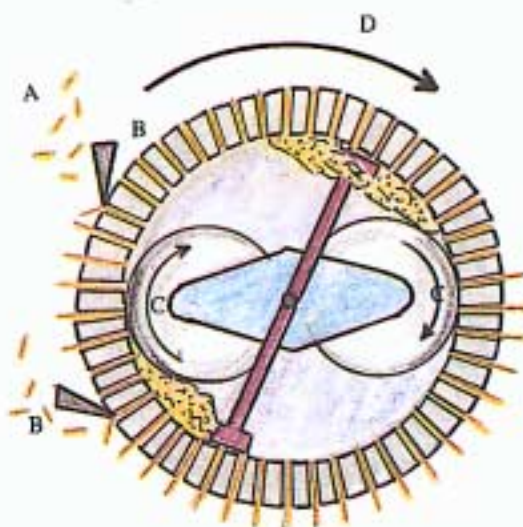
$$P_a X_a + P_b X_b + P_c X_c = P_t$$

$$G_a X_a + G_b X_b + G_c X_c = G_t$$

$$HC_a X_a + HC_b X_b + HC_c X_c = HC_t$$

$$X_a + X_b + X_c = 100$$

Siempre se tiende a elegir la formulación que sea más económica. Hoy en día, estas formulaciones de piensos se llevan a cabo mediante ordenadores.



Detalle de la matriz y el corte por cuchillas de una granuladora. A. Gránulos. B. Cuchilla. C. Rodillo. D. Dirección de la matriz. (Según I. Martínez Millán, A. Vian y J. Cañas).

2.3. FABRICACION

Las operaciones que tienen lugar durante el proceso de fabricación de un pienso son las siguientes:

• Molienda

Las materias primas se muelen a fin de reducir las a un tamaño homogéneo. Cuanto más pequeña es la partícula mejor es su digestibilidad.

• Mezcla

Se mezclan todos los ingredientes hasta obtener una combinación homogénea. Primero se mezclan los componentes que entran en proporciones muy bajas (vitaminas, minerales, medicinas, antioxidantes, etc), luego los sólidos (harinas, almidón, etc) y, en último lugar, los líquidos (aceites, agua, etc).

• Aglomeración

La aglomeración en gránulos de la mezcla, será tanto mejor cuanto mayor sea su resistencia a manipulaciones posteriores (empaquetado, transporte, almacenamiento, distribución) y cuanto mayor sea su estabilidad en el agua.

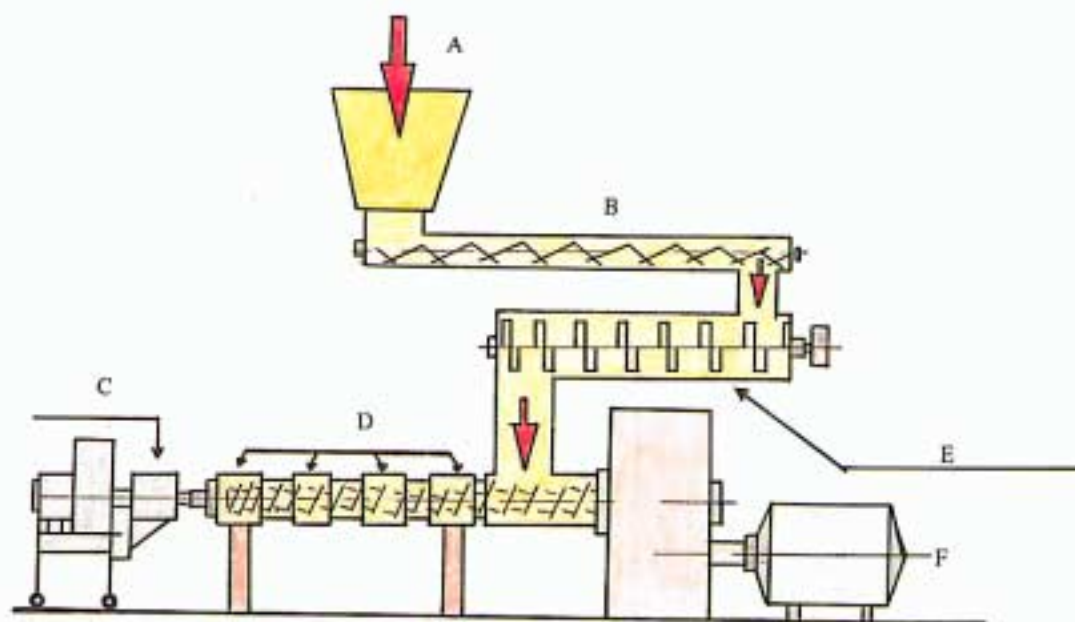
Durante la aglomeración, debido a las altas temperaturas que se producen, suele haber pérdidas de vitaminas, que deben corregirse una vez enfriado el pienso.

• Laminación

La laminación sólo se produce cuando se elabora pienso en forma de escamas, utilizado principalmente para la alimentación de peces tropicales de agua dulce.

• Empaquetado y almacenamiento

Son las últimas faenas y se realizan, siempre en lugares frescos, secos y ventilados con el fin de evitar cualquier tipo de degradación posterior.



Granuladora de extrusión para piensos de peces. A. Alimentación. B. Rasca alimentación. C. Máquina de corte. D. Cámaras de extrusión. E. Melazadora incorporación de vapor. F. Motor Principal. (Según I. Martínez Millán, A. Vian y J. Cañas).

Autoevaluación

1 Señala las principales ventajas e inconvenientes de los piensos **húmedos** respecto de los piensos **secos**.

2 Define los conceptos que se enumeran a continuación, con relación a su papel en los piensos para peces:

- a) Aglomerantes
- b) Gránulos
- c) Materias primas
- d) Ligantes
- e) Atractantes

Aplicaciones

1 ¿Sería posible alimentar una persona únicamente con un pienso para peces? Explica la respuesta.

2 El empleo de piensos es muy frecuente en las distintas industrias de cría de animales. Señala las principales diferencias y similitudes entre los piensos utilizados en la cría de los siguientes animales:

- A. Pollos
- B. Vacas
- C. Cerdos
- D. Caballos
- E. Perros

Conoce tu entorno

1 Entre las fuentes de proteínas, lípidos e hidratos de carbono utilizadas para la fabricación de piensos y que a continuación se relacionan, indica cuáles son abundantes en la comarca en que vives y cuáles no.

| | ABUNDANTE | FRECUENTE | ESCASA | MUY RARA |
|-------------------|-----------|-----------|--------|----------|
| Soja | | | | |
| Harina de pescado | | | | |
| Harina de carne | | | | |
| Maíz | | | | |
| Cacahuete | | | | |
| Girasol | | | | |
| Trigo | | | | |

4

Alimentación

No todos los peces toman el mismo tipo ni la misma cantidad de comida. Ya hemos visto que existen requerimientos distintos entre los peces de agua dulce y los marinos, en lo que se refiere a los ácidos grasos.

Lo mismo ocurre cuando alimentamos peces pequeños y peces grandes: los más pequeños se encuentran en la fase de crecimiento exponencial, con lo que sus necesidades en cuanto energía y, por lo tanto, en cuanto a comida serán mucho mayores que las de los peces próximos a la talla comercial.

La actividad de los peces también influye en la alimentación, de manera que los peces presentan una actividad de natación muy intensa (dorada, lubina, salmón) consumen mayor cantidad de comida y energía que aquellos que permanecen en el fondo con muy poca actividad (lenguado, rodaballo).

La temperatura y el contenido en oxígeno disuelto también influyen en la alimentación.

1 TASA DE ALIMENTACION. ELABORACION DE TABLAS

La tasa de alimentación establece la cantidad de comida que debe distribuirse al pez. Varía en función de su talla (los peces grandes comen menos que los pequeños, al tener un consumo energético menor) y de la temperatura del agua (a alta temperatura la actividad del pez aumenta y come más).

1.1. EXPRESION DE LA TASA DE ALIMENTACION

Esta tasa de alimentación, suele expresarse en tantos por cien con respecto al peso del pez. Por ejemplo, una dorada de 2-5 gramos de peso mantenida a 19°C necesita diariamente un 3% de pienso con respecto a su peso, lo que equivale a 0,06 - 0,15 gramos de pienso.

1.2. TABLAS DE ALIMENTACION

Cada fabricante de pienso tiene sus propias tablas de alimentación, que elabora tras realizar ensayos con peces de distinto tamaño mantenidos a temperatura distinta.

1.3. INDICE DE CONVERSION

Una forma de comprobar si el pienso es adecuado para los peces es calcular la **tasa de crecimiento**, a la vez que se calcula el **Índice de conversión**, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Conversión} = \frac{\text{Kg de pienso ingerido}}{\text{Incremento en peso (Kg)}}$$

Este Índice nos indica la cantidad de pienso que es necesario para producir 1 kg de peces. El valor óptimo de este índice es 1 (con 1 Kg de comida obtendría-

Contenido

1. Tasa de alimentación. Elaboración de tablas

- 1.1. Expresión de la tasa de alimentación
- 1.2. Tablas de alimentación
- 1.3. Índice de Conversión

2. Distribución de comida. Alimentadores automáticos

- 2.1. Alimentación manual
- 2.2. Alimentadores automáticos
 - 2.2.1. Autoalimentadores
 - 2.2.2. Alimentadores automáticos de banda
 - 2.2.3. Alimentadores automáticos con dispersión

mos 1 Kg de peces o un incremento de peso en los peces de 1 kg), lo que nos indicaría que toda la comida ingerida por el pez ha sido destinada al crecimiento. El mejor pienso y dado en las condiciones más adecuadas, sería aquél cuyo **Índice de conversión** más se acercara a 1.

Dado que para calcular este índice se utiliza la cantidad de comida **ingerida** es imprescindible que ésta se suministre en cantidad adecuada, ni en exceso (nos introduciría un error el cálculo, al hacer demasiado grande el numerador, además de provocar una acumulación de desperdicios en el tanque, posible causa de toxicidad), ni por defecto, ya que poca comida provocaría problemas de retardo en el crecimiento.

La mayoría de los piscicultores alimentan a los peces "ad libitum", o lo que es lo mismo, a **saciedad**. El pez sube a la superficie del tanque a capturar su comida hasta que llega un momento en que, saciado su hambre, deja de alimentarse. En ese momento debe interrumpirse la distribución de comida a fin de evitar desperdiciarla.

2 DISTRIBUCION DE COMIDA. ALIMENTADORES AUTOMATICOS

Una vez estimada la cantidad de comida que ha de suministrarse a los peces, por medio de las tablas de alimentación, hay que definir la frecuencia de la administración.

Para obtener un máximo aprovechamiento y evitar la acumulación de desechos es mejor alimentar a intervalos cortos, bien mediante alimentación manual o por medio de alimentadores automáticos.

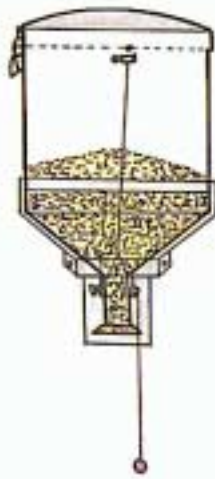
2.1. ALIMENTACION MANUAL

Suele utilizarse con piensos húmedos o semihúmedos, que hacen imposible el uso de alimentadores. Se precisa mucha mano de obra, tanto para la preparación como para la administración del pienso.

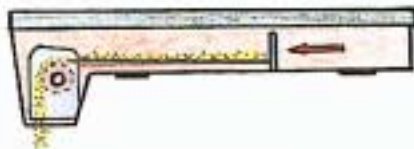
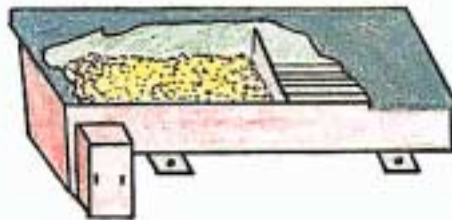
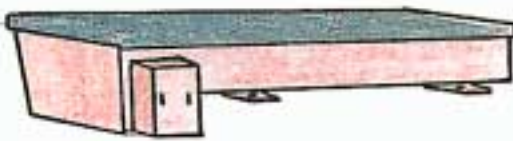
Se usa en la alimentación de rodaballos y lenguados, no acondicionados aún al pienso seco (además de que

| Temperatura del agua (°C) | Clases de peso/animal | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|---|---|---|---|-----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ... | n |
| 10 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | |

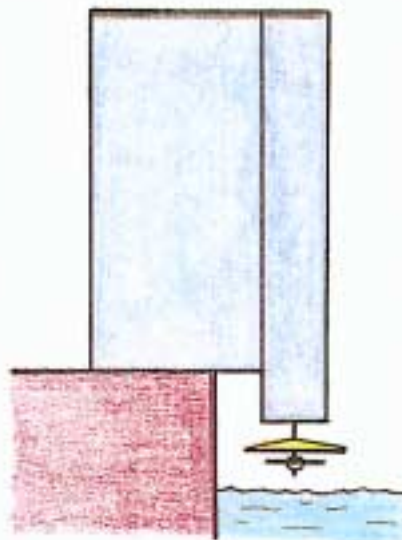
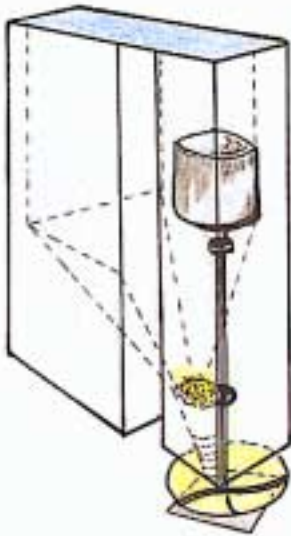
Esquema de una carta de alimentación (Según Coll): la cantidad de alimento necesario aumenta en función del tamaño del animal y de la temperatura del agua.



Alimentador o self-feeder.



Distribuidor automático a banda.



Distribuidor automático con disco de dispersión
(Según Coll).

hay pocos piensos secos comerciales adecuados para el engorde de estas especies y los que existen proporcionan un crecimiento muy bajo en comparación con los húmedos y semihúmedos).

Tiene la ventaja de que se ejerce un control mejor sobre las poblaciones, observando su reacción frente a la comida y la actividad en los tanques. Se consigue además una distribución homogénea en toda la superficie del tanque.

2.2. ALIMENTADORES AUTOMATICOS

Se usan únicamente con piensos secos y con peces cuya reacción frente al alimento es conocida. También suele utilizarse en la alimentación de peces pequeños (preengorde) que requieren un suministro de comida muy frecuente. Se consideran 3 tipos de alimentadores automáticos:

- **Autoalimentadores**, alimentadores de libre servicio o self-feeders,
- **Alimentadores automáticos de banda**
- **Alimentadores automáticos con dispersión**

2.2.1. Autoalimentadores

El pez golpea una varilla, que al moverse destapa la boca del contenedor donde se encuentra la comida, permitiendo su caída sobre la superficie del tanque.

Este sistema tiene la ventaja de que sólo se produce la liberación del pienso cuando los peces lo requieren y la desventaja de que es necesario "enseñar" a los peces su forma de uso.

Se utiliza para la alimentación de truchas, doradas y lubinas.

2.2.2. Alimentadores automáticos de banda

Constan de una caja, en cuyo interior hay una banda de tela (o similar) que avanza poco a poco gracias a un pequeño motor. Sobre la banda se dispone la comida, que cae al avanzar ésta. La duración del movimiento de la banda puede ser de 12 a 24 horas, reponiéndose con la dosis de pienso estipulada, una vez transcurrido ese tiempo.

2.2.3. Alimentadores automáticos con dispersión

Pueden ser de varios tipos, aunque todos ellos tienen en común un depósito de pienso, un temporizador de doble función que regula la periodicidad del suministro de comida - minutos -, así como la duración del mismo - segundos -, y un sistema de dispersión, mediante aire a presión o mediante un disco que gira dejando caer la comida y distribuyéndola por el tanque de forma más o menos homogénea.

Manejo del alimento en la piscifactoría

Los capítulos anteriores han servido para conocer cuáles son los requerimientos de los peces en cuanto a los principales nutrientes, así como para saber de qué manera éstos se incorporan a los distintos tipos de pienso. Ahora estudiaremos el cómo se realiza el manejo del alimento en una piscifactoría, eligiendo el caso del rodaballo, por ser la especie que cuenta con un mayor interés comercial en Galicia.

Las labores relacionadas con la alimentación y el crecimiento de los peces, son las siguientes:

- Preparación del pienso
- Distribución de la comida
- Limpieza de los tanques
- Control del crecimiento
- Estimación de los parámetros de crecimiento y de consumo de comida.

1. PREPARACION DEL PIENSO

Ya se ha indicado anteriormente cual es el procedimiento y la composición del pienso de rodaballos (piensos húmedos o semihúmedos, con alimentación manual).

Por lo general se prepara 2 a 3 veces por semana, conservándose el resto del tiempo en el congelador para evitar problemas de pérdida de calidad del pienso.

Antes de preparar el pienso el biólogo o el encargado, habrán calculado las cantidades necesarias de cada tamaño que hay que fabricar y señalarán cualquier cambio en la composición del pienso o si es necesario adicionar antibióticos o complejos vitamínicos extra.

2. DISTRIBUCION DE LA COMIDA

Cada tanque de peces dispondrá de la ración de comida que corresponda al día, calculada en función de la talla del pez y de la temperatura del agua.

Esta ración se suministrará en varias dosis a lo largo del día: 4 a 6 dosis para los peces entre 2 y 5 g y 2 dosis (mañana y tarde) para los peces próximos a la talla comercial.

Antes de cada distribución se encenderá la luz de los tanques, que el resto del tiempo permanecen en semioscuridad a fin de evitar cualquier problema de estrés.

Tras la última distribución del día se pesará la comida que sobre, a fin de conocer la cantidad real de comida suministrada a los peces.

Si la granja dispone de pienso seco y de alimentadores automáticos, se rellenarán cada día con la

ración correspondiente y se programará el número de suministros y la duración de los mismos.

3. LIMPIEZA DE LOS TANQUES

Al menos una vez a la semana se procederá a una limpieza minuciosa de los tanques para eliminar restos de comidas o heces que provocan una reducción del contenido de O_2 disuelto y, por lo tanto, pueden influir en la tasa de crecimiento del pez o en la aparición de enfermedades.

4. CONTROL DEL CRECIMIENTO

Mensualmente, de cada tanque, se extraerá una muestra de 20 a 50 peces que se pesarán uno a uno, estimándose después su peso medio. Dicho peso medio, junto con el obtenido en el control del mes anterior, nos servirá para calcular las tasas de crecimiento. También nos servirá para calcular la **densidad** o **carga** de peces en el tanque:

$$\text{Densidad (Kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{número de peces} \times \text{peso medio (Kg)}}{\text{tamaño del tanque (m}^3\text{)}}$$

Conocida la densidad o carga, comprobaremos si es necesario proceder a una clasificación, caso de que las tallas de los peces sean muy desiguales, o a un desdoble, si la densidad en los tanques es excesiva.

5. ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO Y CONSUMO DE COMIDA

Diariamente se anotarán en una tabla de control de cada tanque, los parámetros de: temperatura, salinidad, oxígeno, número de peces muertos, cantidad de comida ingerida, etc.

Mensualmente se recopilarán estos datos, a fin de estimar:

- Tasa de mortalidad mensual
- Cantidad mensual de comida suministrada
- Crecimiento, calculado a partir de las fórmulas de tasa de crecimiento diaria y de eficiencia de crecimiento.
- Índice de conversión

Con todos estos datos, se elaborarán curvas de crecimiento y evaluarán los costes, procediendo a una comparación con los datos de meses anteriores. De este modo se podrá evaluar si la cantidad de pienso y el manejo de la alimentación son los adecuados o si, por el contrario, es preciso recurrir a modificaciones en los mismos.

Términos del texto recogidos en el glosario

| | | |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|
| A | Hidrosoluble Homeotermo | Soluto Solvente |
| Acuicultura | | |
| Aditivo | I | T |
| Aglutinante | Infección | |
| Alimentación exógena | Ingestión | |
| Alimentación endógena | | Tejido |
| Alimento | L | Toxina |
| Anabolismo | Liposoluble | |
| Autotrofo | Lordosis | V |
| B | | Vacuola |
| Biliar | M | Vesícula |
| Biofago | Maduración | Vitamina |
| C | Madurez sexual | |
| Cardiaco | Metabolismo | |
| Carga | Metabolismo basal | |
| Catabolismo | Metabolito | |
| Curva de crecimiento | Microorganismo | |
| D | N | |
| Dieta | Necrosis | |
| Densidad | Nutrición | |
| Digestión | Nutriente | |
| Disolución | O | |
| Disolvente | Opérculo | |
| E | Orgánico | |
| Emulsión | Osmosis | |
| Enzima | P | |
| Escoliosis | Parásito | |
| Especie | Permeabilidad | |
| Excreción | Piscifactoría | |
| F | Poiquílotermo | |
| Fisiología | Preengorde | |
| Fotosíntesis | Q | |
| G | Quimiosíntesis | |
| Gel | S | |
| Glándula | Salinidad | |
| H | Saprófito | |
| Hemoglobina | Síntesis | |
| Hepático | Solubilidad | |
| Heterótrofo | | |