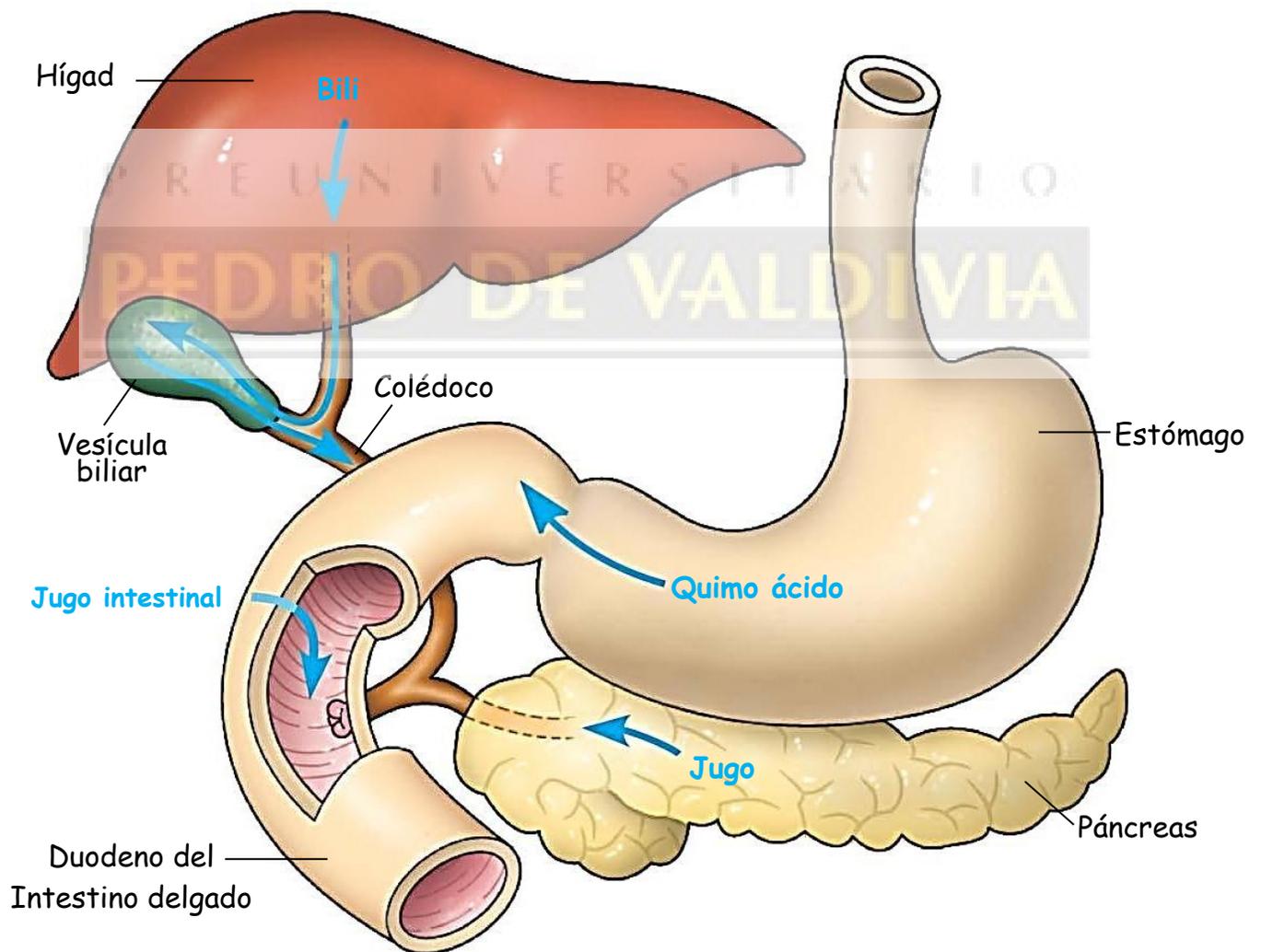


DIGESTIÓN



1. SISTEMA DIGESTIVO

Los alimentos contienen diversos nutrientes necesarios para que se formen nuevos tejidos, se reparen los dañados y constituyan la fuente de energía para las reacciones químicas que ocurren en todas las células. Sin embargo, tal como se ingieren, muchos alimentos no pueden utilizarse como fuente de energía celular. En primer término, se requiere su desdoblamiento en moléculas suficientemente pequeñas para cruzar la membrana celular, proceso llamado **digestión**, de esta manera pueden pasar hacia la linfa y sangre proceso denominado **absorción**.

Los órganos que realizan conjuntamente estas funciones conforman el **sistema digestivo**, el cual se compone del **tubo digestivo**; de 9 metros de longitud y que comprende a la boca, faringe, esófago, estómago e intestinos y a los **órganos accesorios**; dientes, lengua, glándulas salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas (Figura 1).

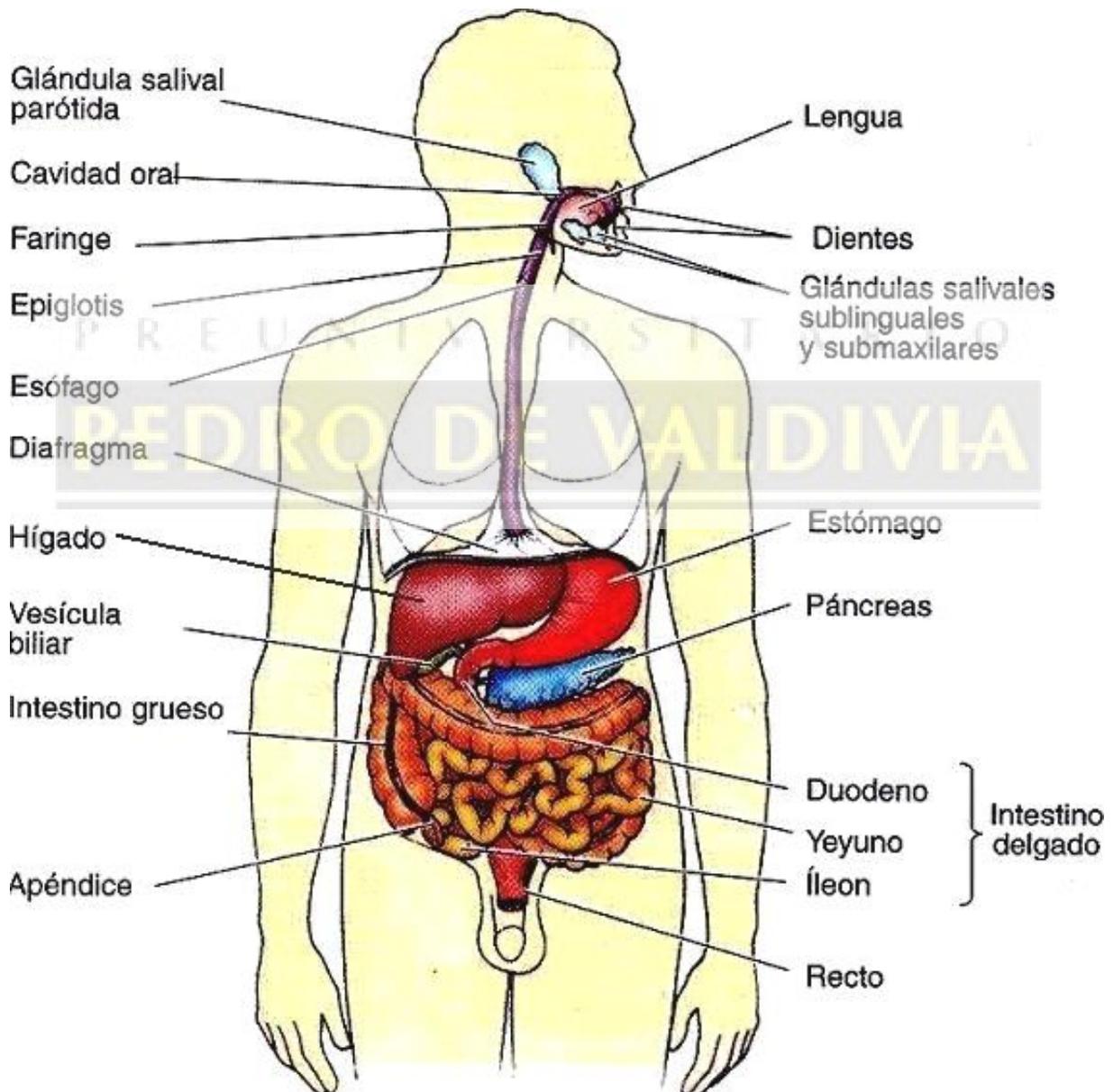


Figura 1. Esquema general del sistema digestivo. Diferentes compartimientos dentro del largo tracto tubular se especializan en digerir los alimentos, absorber los nutrientes, almacenar y eliminar los residuos. Los órganos accesorios contribuyen con la síntesis de jugos digestivos.

2. ESTRUCTURA DEL TUBO DIGESTIVO

El tubo digestivo, en una sección transversal, presenta cuatro capas desde adentro hacia fuera (Figura 2).

- **Mucosa:** Capa más interna con abundantes vasos sanguíneos y glándulas que en el estómago e intestino, está muy plegada para incrementar la superficie secretora y absorbente.
- **Submucosa:** Capa rica en vasos sanguíneos, linfáticos y con abundantes fibras nerviosas.
- **Capa muscular:** Presenta dos subcapas una **interna** con fibras dispuestas circularmente, y otra **externa** con fibras en dirección longitudinal. La contracción coordinada de estos músculos produce unos movimientos llamados **movimientos peristálticos**, los cuales permiten el mezclado y traslado de los alimentos. En varias zonas del tubo digestivo, la capa muscular circular se engruesa formando un músculo llamado **esfínter**, los cuales regulan el movimiento del alimento desde una zona a otra del tubo digestivo.
- **Serosa:** Cubierta más externa que forma el peritoneo.

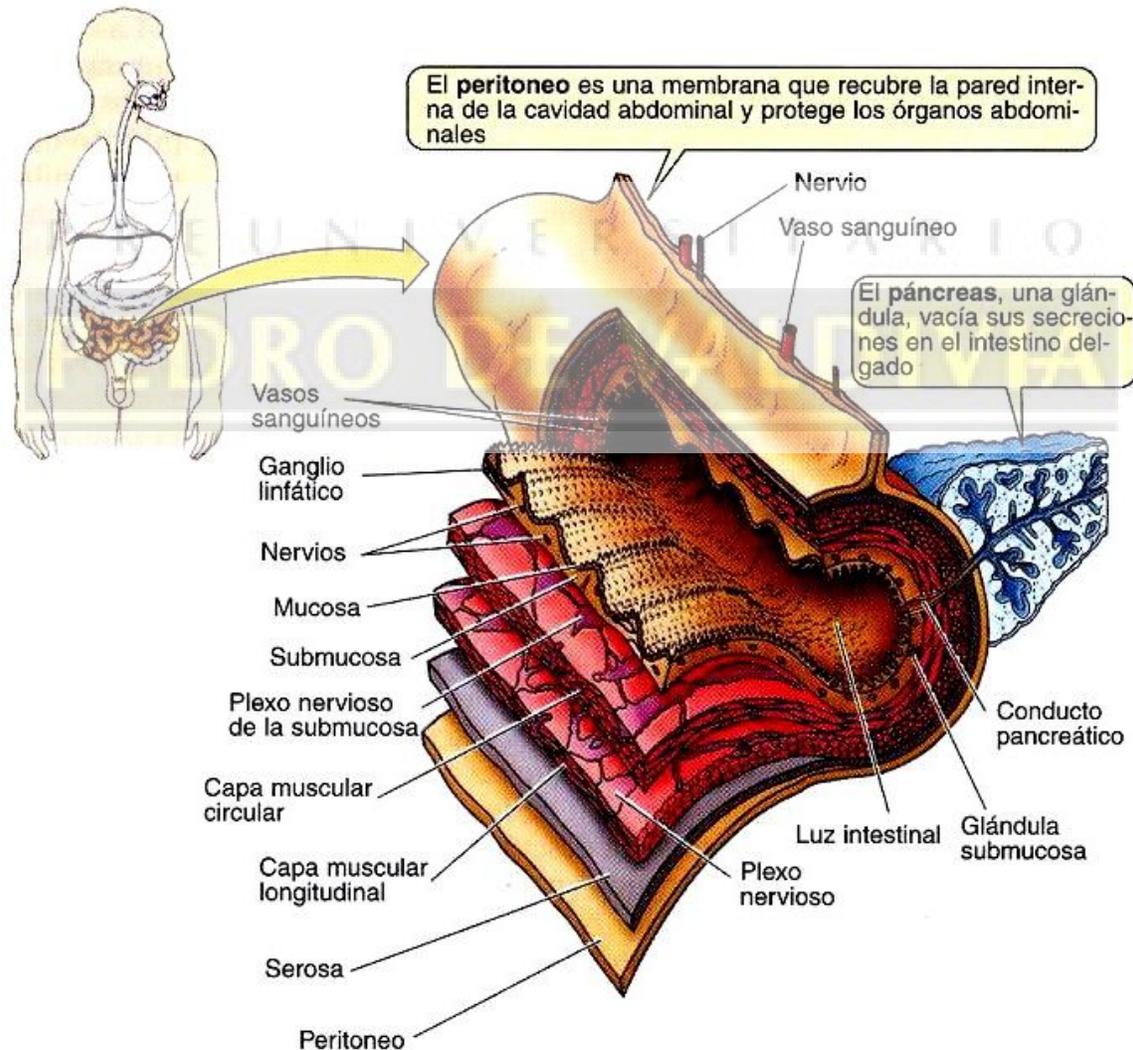


Figura 2. La imagen muestra las capas del tubo digestivo. Note que en general el tubo digestivo tiene unas prolongaciones como "dedos" llamadas vellosidades, y adicionalmente, estas vellosidades tienen otras prolongaciones llamadas microvellosidades, que aumentan el área de digestión y de absorción.

3. ANATOMIA Y FISIOLOGIA DEL TUBO DIGESTIVO

Boca

Especializada en la ingestión y en la etapa inicial del proceso digestivo (Figura 3). La saliva humedece los alimentos triturados por los dientes (digestión mecánica) y contiene: **amilasa salival** (ptialina); que cataliza la hidrólisis del almidón, **lipasa lingual**; que desdobla lípidos de la leche (solo en lactantes) y además la **lisozima**; que destruye bacterias que pueden perjudicar la dentadura. La saliva es producida y secretada por tres pares de glándulas que funcionan bajo el control del sistema nervioso (parótidas, sublingual y submaxilar (Figura 4). Lo que es tragado o deglutido se llama **Bolo alimenticio**.

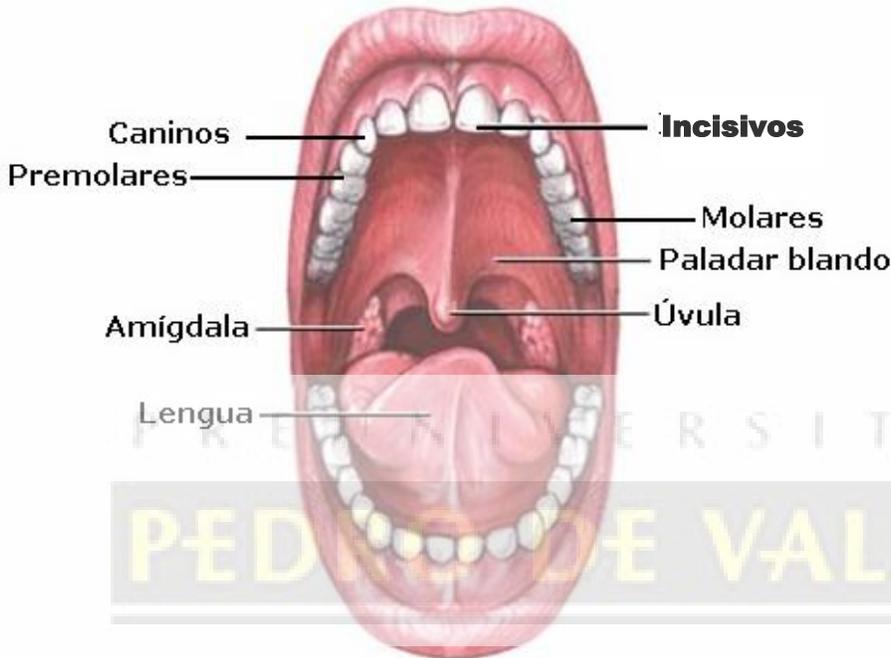


Figura 3. Anatomía de la cavidad bucal.

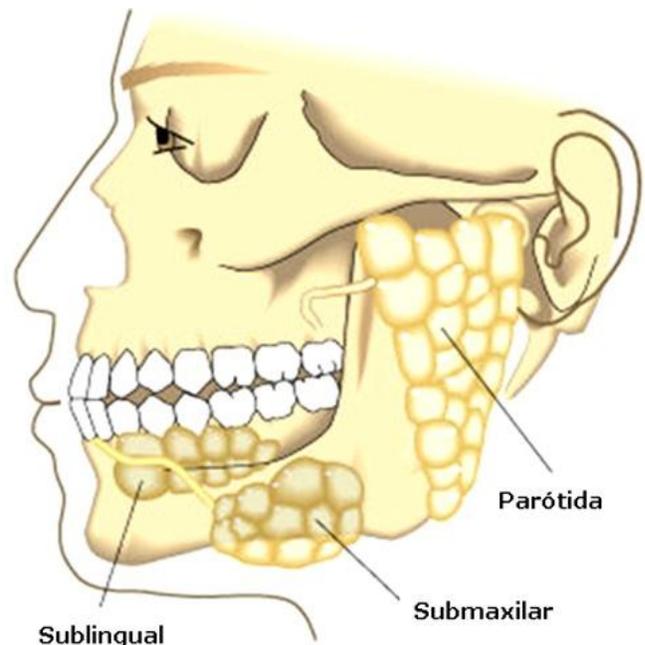


Figura 4. Glándulas salivales, son tres pares: Parótidas, sublinguales y submaxilares.

Esófago

El bolo alimenticio pasa a través de la faringe hacia el esófago. Durante la deglución, la abertura hacia el aparato respiratorio es cerrada por una pequeña placa de tejido llamado **Epiglotis** (Figura 5). El esófago es un tubo muscular, recto, de paredes gruesas que conecta la faringe con el estómago y contienen glándulas que secretan **mucina**, sustancia que libera el conducto en el momento de pasar el bolo alimenticio. Las paredes del esófago se contraen rítmicamente en un movimiento llamado **peristaltismo**, que garantiza el desplazamiento del bolo (Figura 6).

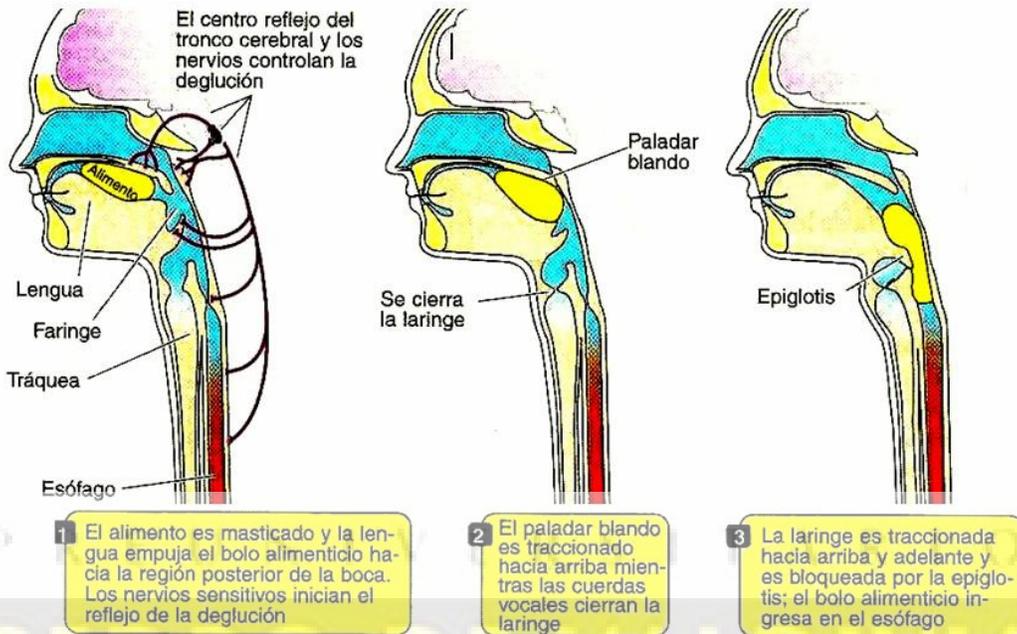


Figura 5. Proceso de deglución.

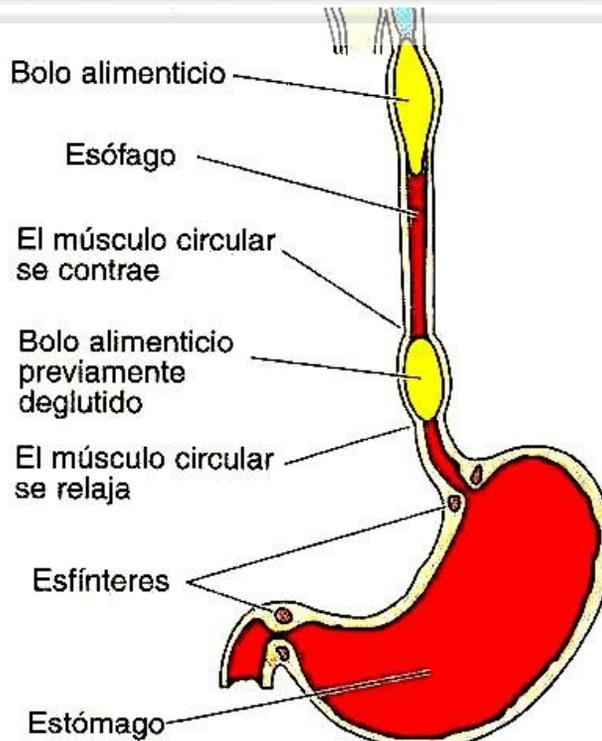


Figura 6. Las contracciones peristálticas impulsan el bolo alimenticio hacia el estómago.

Estómago

Es un órgano localizado en la parte superior de la cavidad abdominal y en sus paredes internas se ubican millones de pequeñas glándulas gástricas, que secretan **ácido clorhídrico** (HCl), una glucoproteína llamada **factor intrínseco** (necesaria para la absorción de la vitamina B₁₂) y **pepsinógeno** (forma inactiva de la enzima **pepsina**), los que en conjunto forman el **jugo gástrico**.

Cuando llega alimento al estómago, sus paredes musculares se contraen vigorosamente mezclando el bolo alimenticio con el jugo gástrico, realizándose de esta manera digestión mecánica y química principalmente de proteínas y secundariamente de lípidos. No ocurre digestión de carbohidratos, también se elimina gran parte de la flora bacteriana que acompaña a los alimentos y desde el punto de vista de la absorción, en él se absorben una pequeña cantidad de agua, algunos iones, aspirina y drogas (entre ellas el alcohol) (Figura 7).

Intestino delgado

En una persona adulta el intestino delgado mide alrededor de 7 metros de largo y 2,5 cms de diámetro y se distinguen tres partes: **duodeno**; que corresponde al lugar donde ocurre la digestión final de nutrientes y el **yeyuno** e **íleon**; en donde son absorbidas las unidades básicas de los nutrientes a través de su pared.

Al **duodeno** se vierten tres secreciones, la **Bilis** (proveniente del hígado), el **jugo pancreático** (el cual contiene enzimas y proviene del páncreas) y el **jugo intestinal** (también con enzimas pero producido por el duodeno) las que actúan sobre el **quimo** realizando en secuencia la **digestión terminal** y, conjuntamente la **absorción de nutrientes**, la cual ocurre exitosamente debido a la presencia de las vellosidades y microvellosidades intestinales.

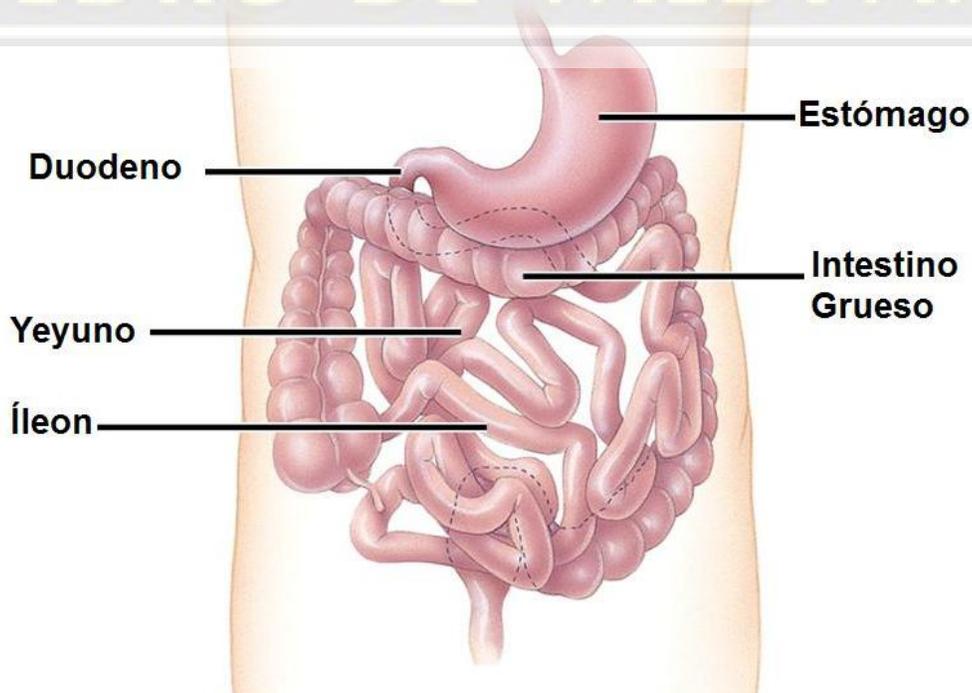


Figura 7. Estómago, intestino delgado y grueso.

Hígado

Es la glándula más grande del cuerpo. Una sola célula hepática puede realizar más de 500 actividades metabólicas especializadas distintas y en el procesamiento de los alimentos se destacan la Inactivación de toxinas, el almacenamiento de reservas de hierro, de vitaminas liposolubles, de glucógeno y lípidos. También la síntesis e intercambio de nutrientes, de colesterol unido a proteínas de transporte y de proteínas plasmáticas. Además mantiene la concentración plasmática normal de la glucosa, aminoácidos y ácidos grasos y finalmente contribuye en la digestión mecánica de las grasas, a través de la secreción de **Bilis**, líquido alcalino, que sale del hígado por el conducto hepático, y puede pasar a la vesícula biliar a través del conducto cístico, o seguir hacia abajo por el colédoco, conducto formado por la unión del cístico con el hepático (Figura 8).

Después de una comida, cuando el quimo ácido se pone en contacto con la mucosa intestinal, la bilis es impulsada al duodeno y **emulsiona las grasas**, es decir, las moléculas de grasa se separan formando pequeñas micelas, lo que favorece la acción de las enzimas que degradan lípidos, **como no contiene enzimas**, solo realiza digestión mecánica sobre las grasas.

También participa en la neutralización de ácidos y excreción de sustancias inorgánicas y pigmentos. Sus principales componentes son las **sales biliares** (de potasio y de sodio), **pigmentos biliares** (bilirrubina y biliverdina) y **colesterol**, por lo tanto la bilis es al mismo tiempo una excreción y una secreción digestiva.

Páncreas

Glándula situada por detrás del estómago, en la cavidad que le forma el duodeno. Su conducto excretor desemboca en la porción terminal del colédoco (Figura 8). Su secreción se denomina **jugo pancreático**, líquido alcalino, de pH 8, que neutraliza al quimo ácido que proviene del estómago. Contiene **bicarbonato de sodio**, responsable de su alcalinidad y variadas enzimas.

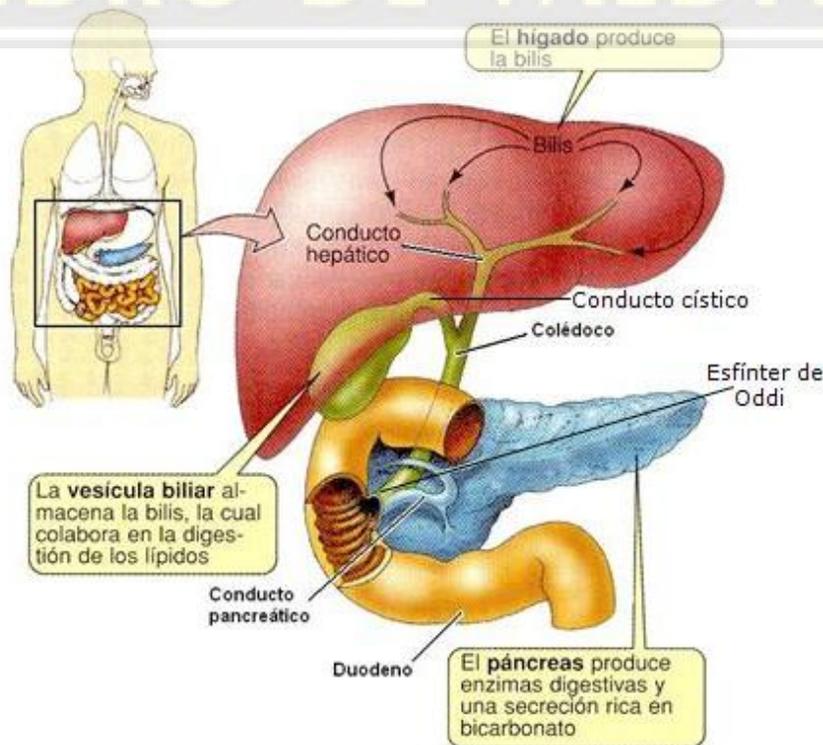


Figura 8. Relaciones anatómicas entre hígado, vesícula biliar y páncreas.

Absorción de los nutrientes

Cuando el jugo digestivo ha degradado los nutrientes, son absorbidos por las células del intestino delgado. Para cumplir con esta tarea, su superficie interior está comprimida, formando cientos de pliegues llamados **vellosidades** y revestido por millones de prominencias, denominadas **microvellosidades intestinales**, aproximadamente 600 por cada célula.

Una vellosidad intestinal consta de una sola capa de células epiteliales. Su cantidad varía entre 10 a 40 por milímetro cuadrado (mm^2). En su estructura interna se distinguen una arteriola, una vénula, una red capilar y un vaso linfático (**quilífero central**) (Figura 9).

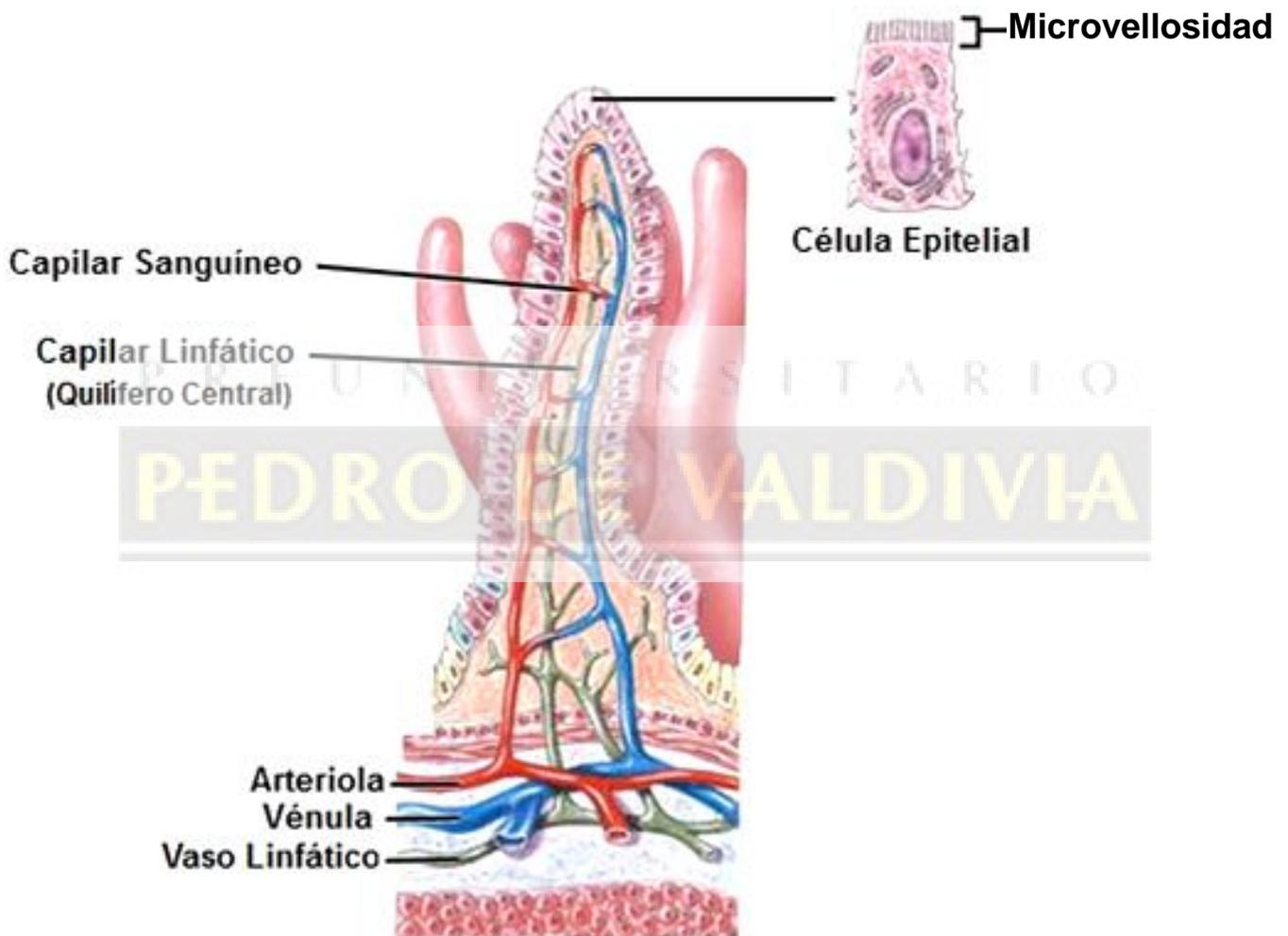


Figura 9. Las prolongaciones alargadas corresponden a las vellosidades intestinales y se destaca una célula epitelial de la vellosidad intestinal. Las prolongaciones que se ven en estas células, corresponden a la microvellosidades en donde se adhieren tanto las secreciones pancreáticas como las propias enzimas del jugo intestinal.

Es diferente el destino de las sustancias hidrosolubles y liposolubles al momento de ser absorbidas. Los aminoácidos, ácidos grasos de cadena corta (menos de 8 carbonos), agua, monosacáridos y minerales son **sustancias hidrosolubles e ingresan directamente en el interior de la vellosidad intestinal y luego a la vena sanguínea, que posteriormente formará parte del sistema porta-hepático**. En cambio los ácidos grasos de cadena larga, mono glicéridos, vitaminas liposolubles y colesterol, que son **sustancias liposolubles ingresan al quilífero central, no sin antes reestructurar los quilomicrones (lipoproteínas), que una vez formados se dirigen al quilífero que se conecta finalmente con el sistema venoso sanguíneo en vena subclavia izquierda** (Figura 10).

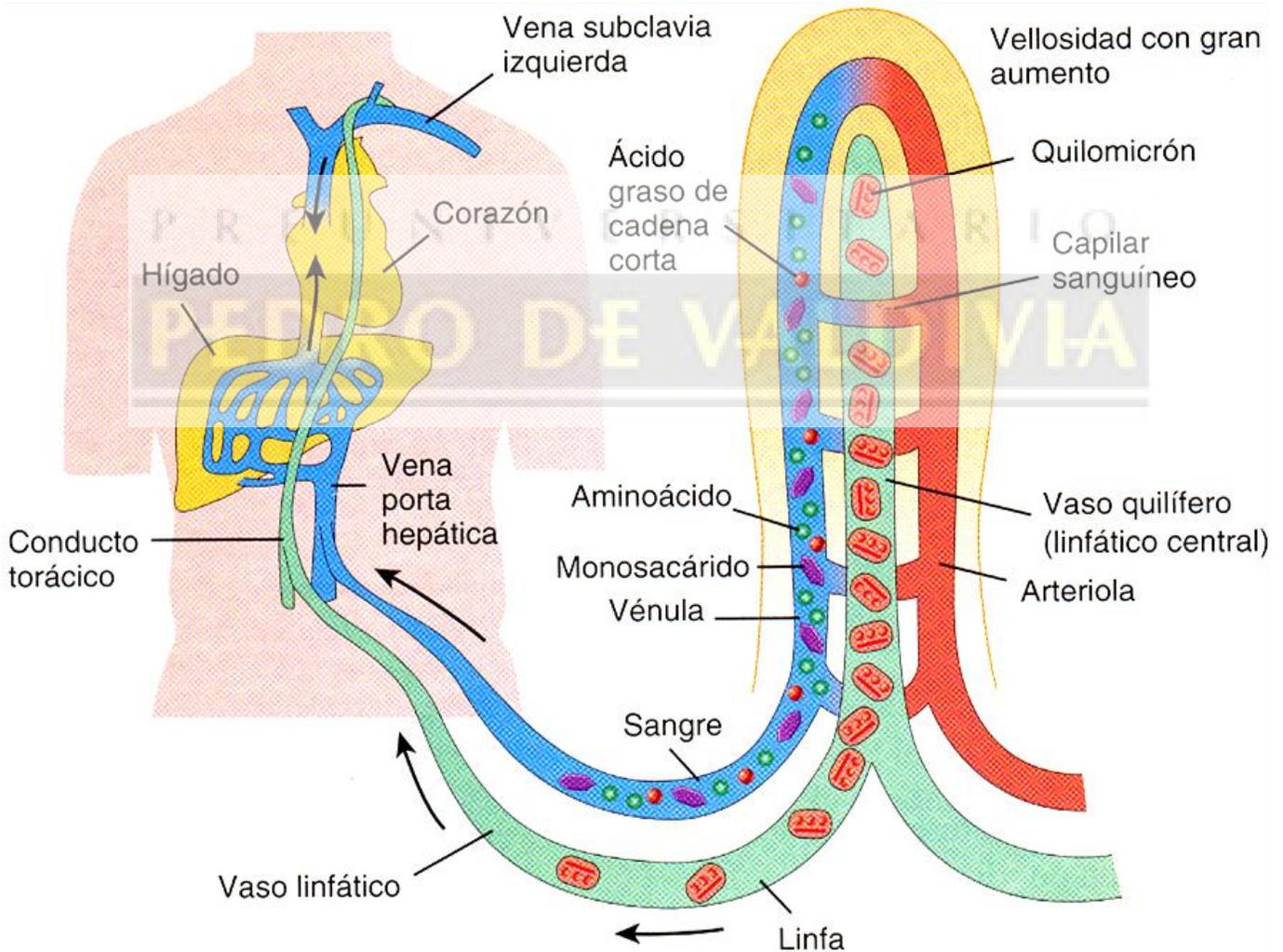


Figura 10. Transporte de los nutrientes absorbidos en la sangre y la linfa

Intestino grueso

Anatómicamente, el intestino grueso se encuentra dividido en **ciego, colon, recto y ano** (Figura 11). El intestino grueso **no secreta enzimas digestivas**. La principal función de este segmento es la de **absorber el agua de las materias sin digerir**, por lo que se absorbe solo el agua que no alcanzó a absorberse a nivel del intestino delgado. La absorción de agua contribuye a aumentar la consistencia del contenido intestinal hasta que éste adquiera el estado semisólido característico de las sustancias que pasan desde el intestino delgado al grueso.

La defecación o vaciamiento del intestino grueso es desencadenado por la distensión de las paredes del recto por acumulación de materias fecales, las cuales estimulan la relajación del esfínter anal interno. Si el esfínter anal externo es relajado voluntariamente, se produce la defecación.

Las materias fecales o heces contienen agua, alimentos no digeridos, ciertas sustancias excretadas por el organismo y una gran cantidad de bacterias muertas. La presencia de estas últimas se explica porque el intestino grueso aloja una enorme población de bacterias que constituyen la flora intestinal. De estas bacterias, la más conocida es la *Escherichia coli*, especie que los biólogos utilizan a menudo en sus experimentos de genética y bioquímica. En el intestino grueso, la flora bacteriana normal metaboliza los desechos de putrefacción y fermentación, lo que genera los gases intestinales y contribuyen a producir el olor peculiar de los excrementos. **Estas bacterias también sintetizan algunas vitaminas del complejo B y vitamina K**, que luego son absorbidas por el intestino grueso. Es importante recordar que los antibióticos administrados por vía oral, pueden perturbar la proporción natural de la flora bacteriana, lo que posibilita el desarrollo de otras bacterias capaces de provocar trastornos orgánicos.



Figura 11. Anatomía del intestino grueso.

Finalmente, durante el día ingresa al tubo un volumen muy grande de sólidos y líquidos. El origen de este material en tránsito es la alimentación y también las secreciones digestivas. La figura 12 resume la cantidad de líquidos que circulan en el sistema digestivo.

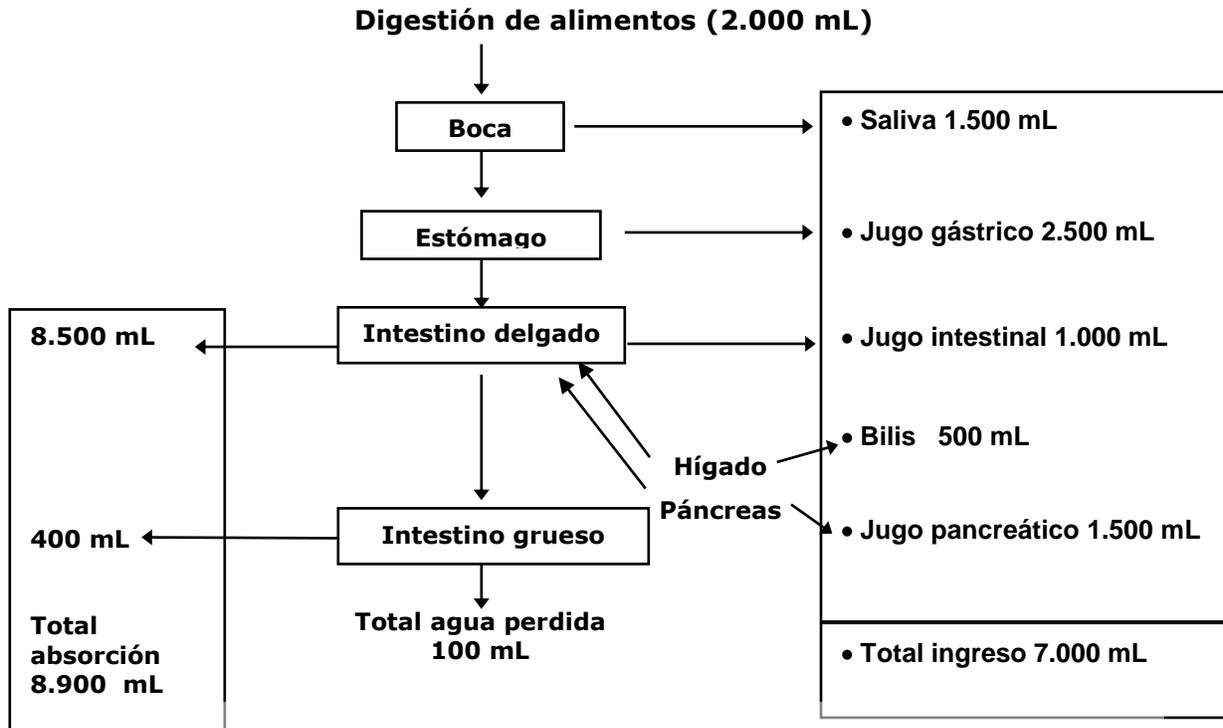


Figura 12. Contribución de cada vía del tubo digestivo en el proceso de digestión de alimentos.

4. ENZIMAS DIGESTIVAS

Al ingerir los alimentos, estos sufren profundas transformaciones metabólicas desde su ingreso hasta su incorporación a nuestras células. El proceso de digestión se inicia en la boca, donde comienza su trabajo. El proceso digestivo es gradual y secuencial, por ello se requiere de muchas enzimas que van a ir actuando concertadamente. Existen enzimas para cada compuesto químico, por lo que son altamente específicas.

El siguiente esquema ejemplifica la acción enzimática que actúa sobre un sustrato determinado.

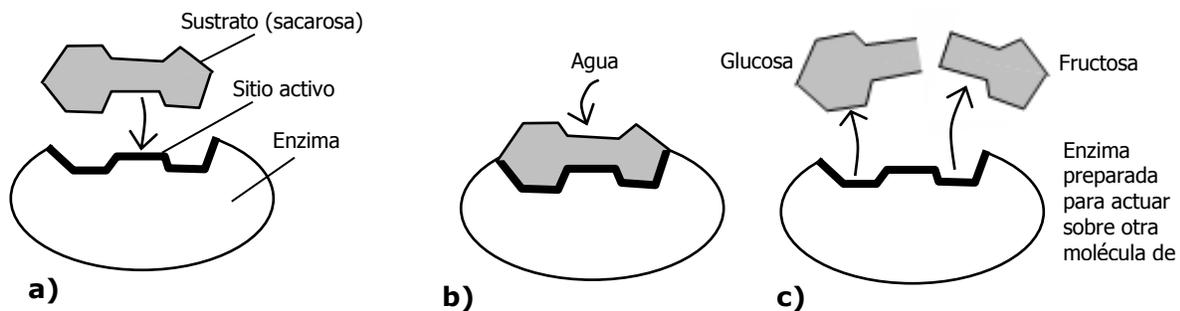


Figura 13. Mecanismo de acción enzimática.

A continuación, la tabla 1, resume, entre otros aspectos, la ubicación y función de diversas enzimas que actúan a lo largo del sistema digestivo.

Tabla 1. Resumen de las enzimas digestivas.

| Fuentes y funciones de las principales enzimas digestivas humanas | | | |
|--|----------------------------|--|------------------------------------|
| Enzima | Fuente | Mecanismo de acción enzimática | Sitio de acción |
| Amilasa salival | Glándulas salivales | Almidón → Maltosa | Boca |
| Pepsina | Estómago | Proteínas → Péptidos; autocatálisis | Estómago |
| Amilasa pancreática | Páncreas | Almidón → Maltosa | Intestino delgado (Duodeno) |
| Lipasa pancreática | Páncreas | Grasa → Ácidos grasos y glicerol | Intestino delgado (Duodeno) |
| Nucleasa | Páncreas | Ácidos nucleicos → Nucleótidos | Intestino delgado (Duodeno) |
| Tripsina | Páncreas | Proteínas → Péptidos; activación de zimógenos | Intestino delgado (Duodeno) |
| Quimotripsina | Páncreas | Proteínas → Péptidos | Intestino delgado (Duodeno) |
| Carboxipeptidasa | Páncreas | Péptidos → Péptidos y aminoácidos | Intestino delgado (Duodeno) |
| Aminopeptidasa | Intestino delgado | Péptidos → Péptidos y aminoácidos | Intestino delgado (Duodeno) |
| Dipeptidasa | Intestino delgado | Dipéptidos → Aminoácidos | Intestino delgado (Duodeno) |
| Enterocinasa | Intestino delgado | Tripsinógeno → Tripsina | Intestino delgado (Duodeno) |
| Nucleasa | Intestino delgado | Ácidos nucleicos → Nucleótidos | Intestino delgado (Duodeno) |
| Maltasa | Intestino delgado | Maltosa → Glucosas | Intestino delgado (Duodeno) |
| Lactasa | Intestino delgado | Lactosa → Galactosa y glucosa | Intestino delgado (Duodeno) |
| Sacarasa | Intestino delgado | Sacarosa → Glucosa y fructosa | Intestino delgado (Duodeno) |

RESUMEN DE LAS ETAPAS DEL PROCESO DIGESTIVO

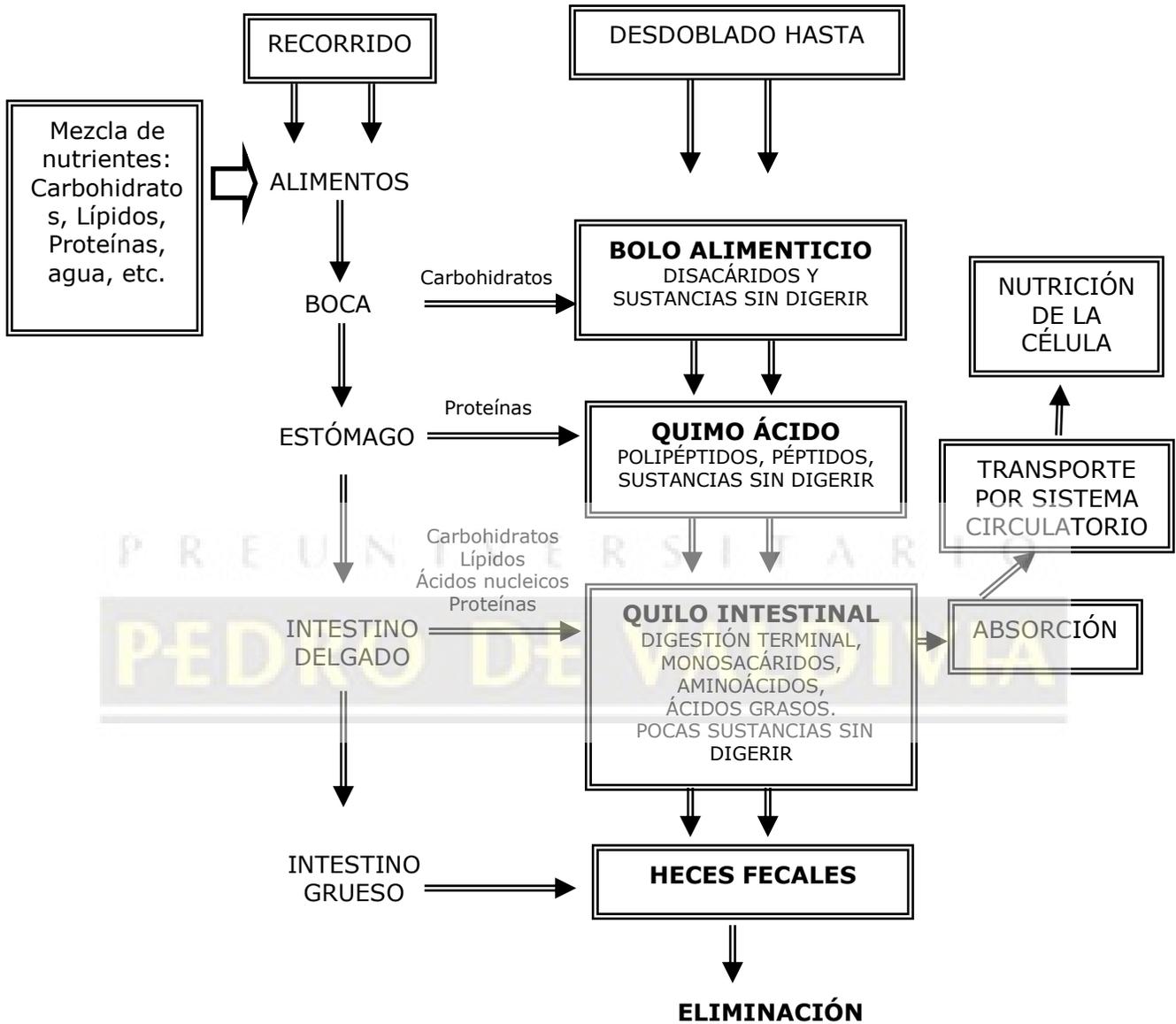


Figura 14. Cada nutriente que ingresa al sistema digestivo experimenta una serie de “diversas transformaciones”, gracias a la acción mecánica y enzimática en las diferentes secciones del tubo digestivo, para que finalmente dicho nutriente sea absorbido, o bien, las sustancias no digeridas ni absorbidas sean eliminadas a través del proceso de egestión.

5. PRINCIPALES PATOLOGIAS DEL SISTEMA DIGESTIVO

Cálculos biliares o coleditiásis: Su incidencia aumenta con la edad y existen dos tipos de cálculos: de bilirrubinato de calcio y de colesterol. El más común es el de colesterol.

Gastritis: Inflamación de la mucosa del estómago, causada por sustancias irritantes presentes en la comida o situaciones de estrés. Como consecuencia las personas padecen dolores abdominales. Otros factores pueden ser infecciones virales, bacterianas, desnutrición, ingesta de alcohol, ingesta de medicamentos.

Úlcera: La ulceración gástrica y duodenal en la especie humana se relaciona de manera principal con una pérdida de continuidad de la barrera que evita en condiciones normales la irritación y la autodigestión de la mucosa por las secreciones gástricas. La infección con una bacteria, *Helicobacter pylori*, rompe esta barrera. Igual sucede con la aspirina y otros fármacos antiinflamatorios no esteroideos, que se usan mucho para combatir el dolor y tratar la artritis. Una tercera causa de ulceración es la secreción excesiva y prolongada de ácido.

Colitis: Inflamación del intestino grueso. La persona sufre ataques de diarrea y dolores abdominales. Puede ser consecuencia de estrés emocional.

Síndrome colon irritable (colon espástico): Se caracteriza por síntomas tales como: dolor abdominal, estreñimiento y diarrea. Consiste en una irritación de la mucosa del colon. Se asocia frecuentemente a estados de estrés y ansiedad.



Preguntas de selección múltiple

1. De las siguientes alteraciones, la que más directamente causaría una disminución de la absorción de nutrientes es
 - A) aumento de la secreción de jugo gástrico.
 - B) disminución de la secreción de jugo pancreático.
 - C) dificultad para el escurrimiento de bilis por el colédoco.
 - D) disminución del aparato de Golgi en las células intestinales.
 - E) disminución del número de microvellosidades por célula intestinal.
2. ¿En cuál de los siguientes segmentos del tubo digestivo se produce la mayor parte de la absorción de nutrientes?
 - A) Intestino delgado.
 - B) Intestino grueso.
 - C) Estómago.
 - D) Esófago.
 - E) Boca.

3. Es (son) función(es) del páncreas

- I) secreción exocrina de bicarbonato.
- II) secreción exocrina de enzimas.
- III) secreción exocrina de insulina.

- A) Solo I.
- B) Solo II.
- C) Solo III.
- D) Solo I y II.
- E) I, II y III.

4. En relación con el sistema porta hepático, es correcto afirmar que

- I) el hígado se interpone entre el intestino delgado y el resto de los órganos.
- II) la vena porta hepática está entre aquellas cuya glicemia más varía.
- III) este es esencial para en la regulación de la glicemia.

- A) Solo I.
- B) Solo II.
- C) Solo I y II.
- D) Solo II y III.
- E) I, II y III.

5. La digestión consiste, básicamente en

- A) hidrolizar nutrientes para que se puedan absorber.
- B) hacer transitar los nutrientes por el intestino.
- C) incorporar nutrientes al medio interno.
- D) expulsar desechos en la materia fecal.
- E) incorporar nutrientes al organismo.

6. Es un producto de la digestión el (la)

- A) calcio.
- B) glucosa.
- C) almidón.
- D) celulosa.
- E) vitamina C.

7. Entre las funciones del colon está absorber

- I) algo de agua.
- II) los aminoácidos.
- III) algunas vitaminas.

- A) Solo I.
- B) Solo II.
- C) Solo I y II.
- D) Solo I y III.
- E) I, II y III.

8. Los esfínteres son una especialización localizada de la capa
- A) serosa.
 - B) mucosa.
 - C) muscular.
 - D) peritoneo.
 - E) submucosa.
9. Son correctos los pares: Porción del tubo digestivo – proceso que ocurre allí
- I) esófago – secreción de enzimas.
 - II) intestino grueso – bacterias sintetizan vitaminas.
 - III) estómago – digestión de proteínas y secundariamente de lípidos.
- A) Solo I.
 - B) Solo II.
 - C) Solo I y II.
 - D) Solo II y III.
 - E) I, II y III.
10. NO corresponde(n) a enzima(s) activa(s)
- I) tripsinógeno.
 - II) pepsinógeno.
 - III) carboxipeptidasa.
- A) Solo I.
 - B) Solo II.
 - C) Solo III.
 - D) Solo I y II.
 - E) I, II y III.

RESPUESTAS

| | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Preguntas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Claves | E | A | D | C | A | B | D | C | D | D |

DMDO-BC16

Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra Web
<http://www.pedrovaldivia.cl/>