



Tercer Semestre

# Anatomía y fisiología II

Sistema digestivo

**Unidad 4**

Programa desarrollado





# Sistema digestivo



Aparato digestivo. Fuente: <http://goo.gl/BJcMvm>



## Índice

Presentación.....	4
Competencia específica.....	6
Logros .....	6
4. Anatomía y fisiología del aparato digestivo .....	7
4.1 Tubo digestivo alto.....	11
4.1.1 Boca .....	11
4.1.2 Faringe .....	15
4.1.3 Esófago .....	16
4.1.4 Estómago .....	17
4.2 Tubo digestivo bajo.....	20
4.2.1 Intestino delgado .....	20
4.2.2 Intestino grueso .....	26
4.3 Órganos anexos .....	30
4.3.1 Dientes .....	30
4.3.3 Glándulas salivales .....	32
4.3.4 Hígado .....	33
4.3.5 Páncreas .....	36
4.3.6 Peritoneo .....	38
4.3.7 Bazo .....	39
4.4 Etapas del proceso de digestión .....	40
Actividades .....	44
Cierre de la unidad .....	45
Para saber más .....	46
Fuentes de consulta .....	47



## Presentación

Para que el ser humano cumpla sus funciones vitales es necesario aprovechar todos los nutrientes que los alimentos nos brindan, el nutriólogo para poder desempeñar su profesión debe conocer el sistema digestivo, se compone por el tracto digestivo que funciona como una serie de órganos huecos como si fuera una tubería.

Es por ello que cuando ingieres un alimento comienzan el proceso de masticación, mientras que la lengua y la saliva lo van convirtiendo en un bolo para tragarlo, es el sistema digestivo que se encarga de descomponerlo y clasificarlo de acuerdo a su composición: proteínas, carbohidratos, grasa, vitaminas y minerales que en trabajo conjunto de diversos órganos transforman los nutrientes de los alimentos en sustancias más sencillas para que puedan ser absorbidas y llegar a todas las células del organismo.

Los órganos que conforman el sistema digestivo son: cavidad bucal, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso, que por su ubicación y para su posterior estudio se dividirá en tubo digestivo alto y bajo.

Participan también los conocidos como órganos anexos y glándulas accesorias. Entre los órganos anexos se encuentran: lengua, piezas dentarias, vesícula biliar y apéndice vermiforme. Mientras que las *glándulas accesorias*: *glándulas* salivales, hígado y páncreas.

Te invito a conocer más sobre el sistema digestivo a lo largo de la unidad.

De este modo la unidad 4 *Anatomía y fisiología del aparato digestivo*, se encuentra organizada de la siguiente manera, como lo muestra la figura1:

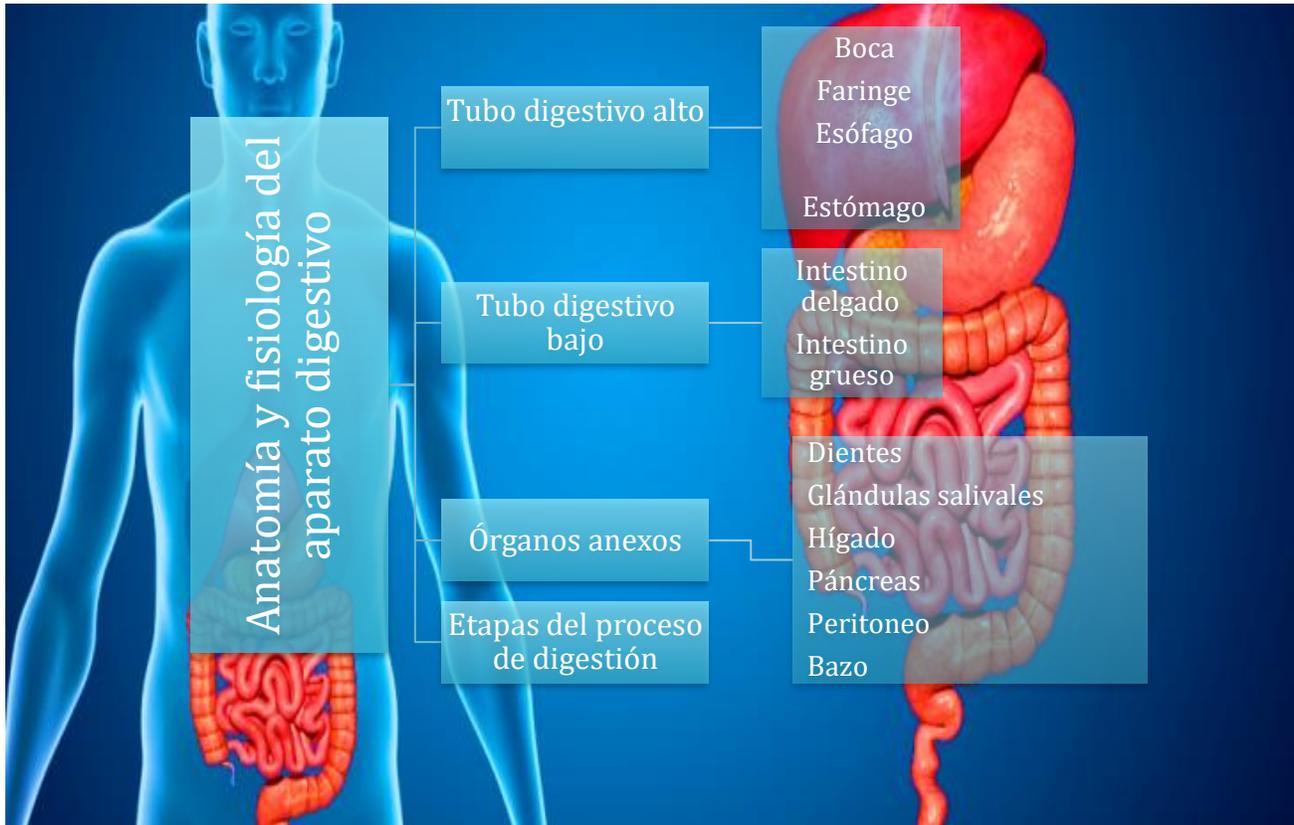


Figura 1. Anatomía y fisiología del aparato digestivo



## Competencia específica

Identifica la anatomía y fisiología del sistema digestivo, a través de los esquemas y modelos anatómicos, para reconocer sus características y funciones en el proceso de digestión.

## Logros

Reconocer las estructuras que forman parte del tubo digestivo alto y bajo

Describir las funciones de cada órgano del sistema digestivo

Identifica el proceso de digestión de los alimentos



## 4. Anatomía y fisiología del aparato digestivo

El sistema digestivo está constituido por un tubo abierto por sus extremos se encuentra la boca y el ano, a esto se le denomina tubo digestivo o también conocido como tracto digestivo. La longitud total varía de persona a persona, en un adulto puede llegar a medir entre 6 y 12 metros aproximadamente

Dentro de las principales funciones del sistema digestivo son:

- La digestión
- Absorción de líquidos, electrolitos y nutrientes
- Eliminación de productos de desecho
- Metabolismo de materiales exógenos y medicamentos

La estructura de los tejidos, en esencia es la misma, sólo varía en algunos momentos de acuerdo al proceso de la digestión. De este modo la estructura el tubo digestivo se compone de (Saladin K. 2012):

1. **Capa interna o mucosa:** el recubrimiento del tubo digestivo, se constituye de un epitelio interno, lámina propia, capa muscular de la mucosa (donde pueden encontrarse glándulas secretoras de moco y ácido clorhídrico (HCl), vasos linfáticos y algunos nódulos linfoides).

Es de resaltar que el **HCl** se encuentra al 5% en los jugos gástricos por ser altamente corrosivo, y se encarga de descomponer los alimentos y provocar la liberación de enzimas que posteriormente contribuyen a la digestión, además de que tiene otra función; el HCl se encarga de proteger al organismo eliminando los patógenos que se encuentran en los alimentos.

Los jugos gástricos en su conjunto se denominan ácidos gástricos, su pH se encuentra de 1-2, y se componen de una serie de compuestos químicos como el HCl, el cloruro de potasio (KCl) y el cloruro de sodio (NaCl).

Es de resaltar que el HCl es muy fuerte para el estómago, que si no se tuviera la membrana mucosa que protege el recubrimiento estomacal, el mismo ácido digeriría el estómago. (Fort, Soll, 1989)

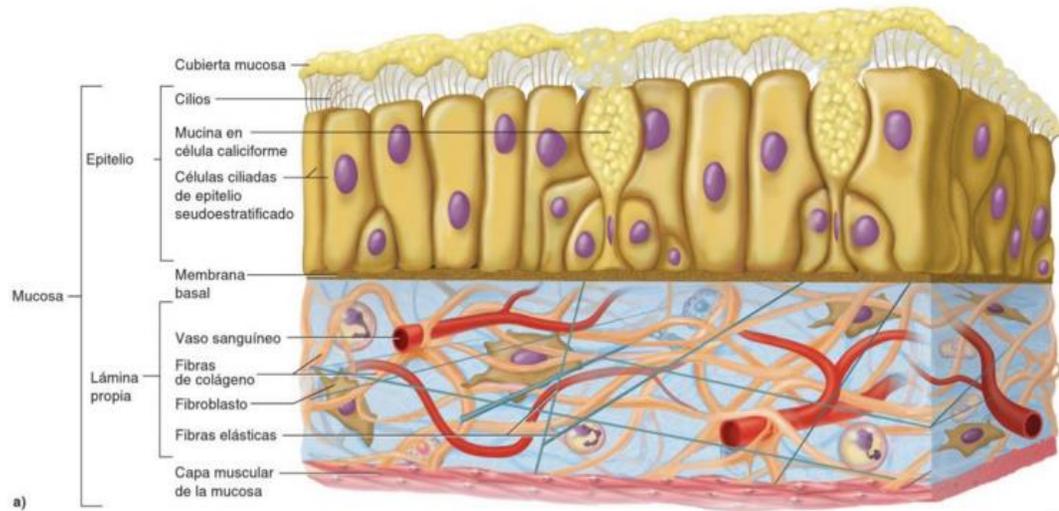


Figura 2. Estructura interna de la Mucosa. Saladin, 2013

2. **Capa submucosa:** compuesta de tejido conectivo denso irregular fibroelástico. Es denso y de gran calibre, conformado por una gran cantidad de células errantes, fibras de colágeno y elásticas. Contiene varios vasos sanguíneos y linfáticos, un plexo nervioso y en algunos lugares glándulas que secretan moco lubricante hacia la luz (lumen).

En la capa más externa contiene el llamado plexo submucoso de Meissner que:

- Regula la actividad de la mucosa, el musculo liso de los vasos sanguíneos.
- Inerva las células secretoras de las glándulas de la mucosa.
- Controla las secreciones del tracto digestivo.

Es de notar que el plexo de Meissner, es un componente del Sistema Nervioso Entérico (SNE).

El SNE (es una subdivisión del sistema nervioso autónomo), produce y almacena el 95% de la serotonina, sustancia química que tiene que ver con las emociones como la ira, agresión, temperatura corporal, apetito, placer en general. En específico en el sistema digestivo sus funciones son:

- Mantener un orden y control de cada uno de los procesos digestivos, como la rotura de los alimentos, la absorción de los nutrientes, expulsión de los desechos etc., sin que el cerebro intervenga directamente.
- Controla la motilidad de la mucosa, mediante movimientos parecidos a las olas y facilitar el movimiento del bolo alimentario por su trayecto, y en menor grado la de la submucosa, y las actividades secretoras de las glándulas.



Regula el flujo sanguíneo.

3. **Capa muscular externa compuesta:** posee una capa circular interna y otra longitudinal externa de músculo liso (excepto en el esófago, donde hay músculo estriado). Esta capa muscular tiene a su cargo los movimientos peristálticos que desplazan el contenido de la luz a lo largo del tubo digestivo. Entre sus dos capas se encuentra otro componente del sistema nervioso entérico, el plexo mientérico de Auerbach que proporciona inervación (conexión) motora a ambas capas, longitudinal y circular, de la túnica muscular, con aportes simpático y parasimpático, mientras que el plexo de Meissner tiene sólo fibras parasimpáticas. También proporciona inervación secretomotora a la mucosa.

La importancia de esta capa radica en que también apoya a la movilidad, frecuencia y fuerza de impulso de los alimentos y los residuos por el tubo digestivo.

4. **Capa serosa o adventicia:** está conformada por una capa delgada de tejido areola. La faringe, la mayor parte del esófago y recto carecen de serosa en su lugar están rodeados por una capa de tejido conjuntivo llamado **adventicia**. Se denomina según la región del tubo digestivo que reviste, como serosa si es intraperitoneal o adventicia si es retroperitoneal. La adventicia está conformada por un tejido conectivo laxo. La serosa aparece cuando el tubo digestivo ingresa al abdomen, y la adventicia pasa a ser reemplazada por el peritoneo.

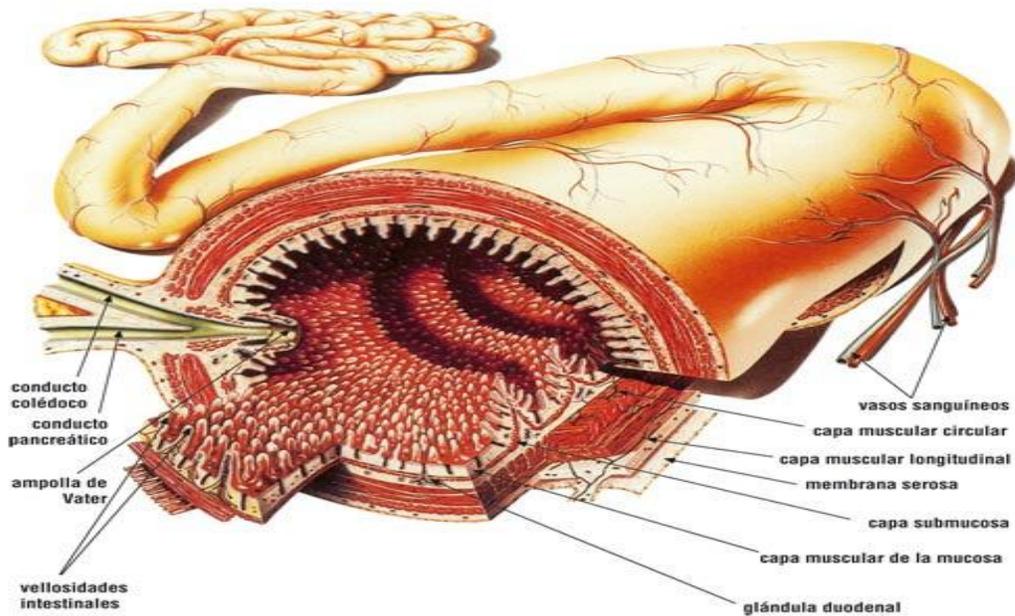


Figura 3. Estructura interna del tubo digestivo. Fuente: Saladin K., 2013

Para ir cerrando el tema de la estructura interna del tubo digestivo, es de mencionar que también se encuentran células intestinales en las diferentes regiones del intestino, que despliegan diferentes proteínas transportadoras y, por consiguiente, tienen distintas habilidades para transportar moléculas a través de célula.

En el siguiente subtema se identificarán las estructuras de los siguientes órganos del tubo digestivo: la boca o cavidad oral, la faringe, el esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso. Consideradas como estructuras u órganos accesorios. Igual de importante es el sistema digestivo, los dientes, la lengua, glándulas salivales, hígado, páncreas, peritoneo y bazo.

Para analizar estos órganos de manera ordenada, se estudiará el sistema digestivo en dos secciones: el tubo digestivo alto y el tubo digestivo bajo.

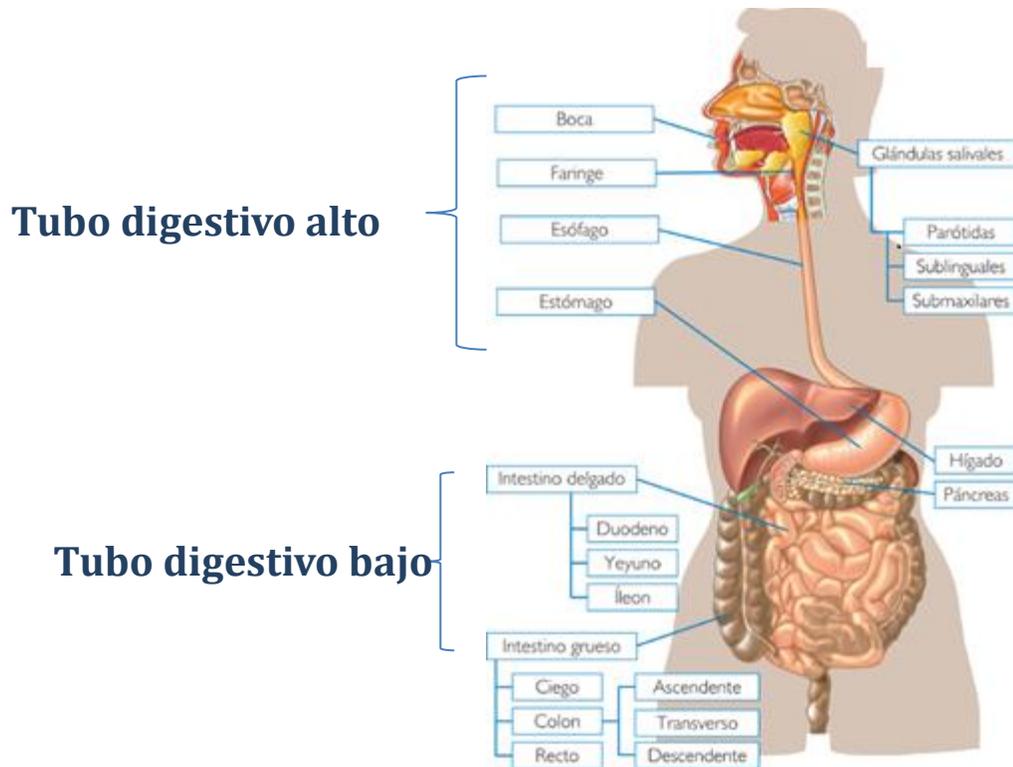


Figura 4. Estructura del sistema digestivo. Fuente: <http://goo.gl/aluftK>

## 4.1 Tubo digestivo alto

El tubo digestivo alto es la porción superior de la vía digestiva y su función es la de conducir los alimentos hasta la zona de procesamiento, que los degradará en estructuras moleculares más simples, haciendo posible su absorción.

Dentro de los órganos participantes del tubo digestivo alto, se encuentran la boca, faringe, esófago y estómago, mismos que se describen a continuación.

### 4.1.1 Boca

La boca también conocida como cavidad oral o bucal, se considera la primera parte del sistema digestivo. Es una cavidad cubierta por mucosa, se pueden identificar dos partes:

1.- **El vestíbulo de la boca.** Que es el espacio que queda entre la parte interna de los labios y la cara externa de los dientes.

2. **La cavidad oral** propiamente dicha, que va desde la cara interna de los dientes hasta la entrada de la faringe. La cavidad oral está limitada, 1) por delante por los labios, 2) a los lados por las mejillas, 3) por debajo el piso de la boca y por arriba el paladar duro y blando,



que está formado por músculos y recubierto por mucosas. En la línea media del paladar blando se proyecta hacia abajo una pequeña masa llamada úvula.

La boca se comunica con la faringe a través de las fauces, que se encuentran en la parte posterior de la cavidad oral. Bordeando las fauces se encuentran cuatro pliegues o pilares del paladar que parten desde la úvula hacia los lados formando dos arcos, entre los cuales están situadas las **amígdalas palatinas**.

En el suelo de la boca se encuentra la **lengua** que está formada por una masa de músculo esquelético que se estudiará en otro apartado de esta unidad.

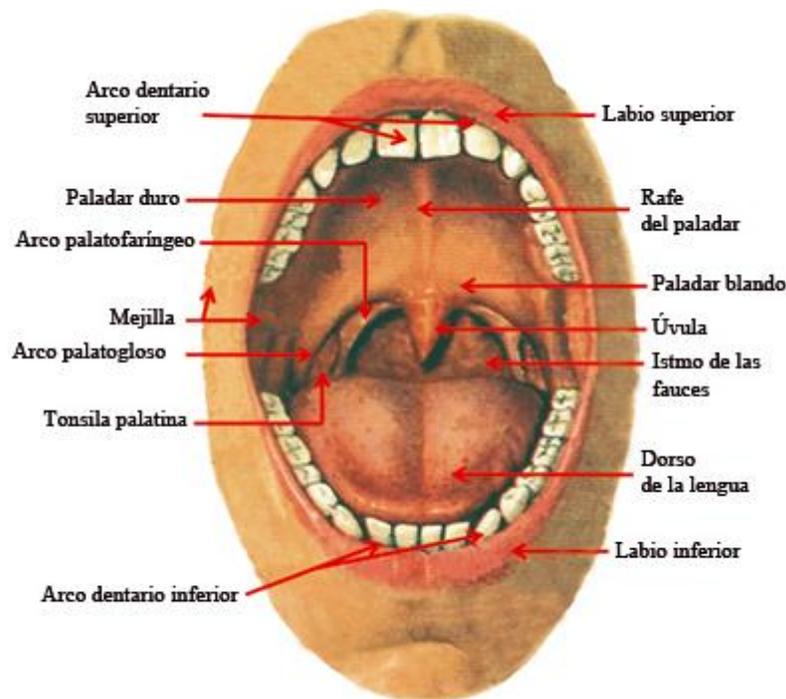


Figura 5. Anatomía de la boca. Fuente: <http://goo.gl/4jKlvx>

En la boca se puede distinguir tres tipos de mucosa:

- De revestimiento:** Presenta submucosa.
- Masticatoria:** Con probable ausencia de submucosa, queratinizada o paraqueratinizada y en contacto directo con el tejido óseo.
- Especializada:** Se presenta en ciertas regiones de la lengua. Se refiere a la mucosa relacionada con los receptores de gusto.

A continuación, expliquemos las funciones de la boca: salivar, hablar, percibir el sentido del gusto, la deglución y la masticación:



**Salivar.** Gracias a la desembocadura de los conductos de las glándulas salivales, se produce el primer jugo digestivo (saliva), que realiza una degradación química de los alimentos. (En otro apartado de la unidad “Órganos anexo” se explicará más sobre el tema).

**Habla.** A través de la boca se produce el sonido laríngeo y la voz articulada gracias a sus cavidades especiales.

**Sentido del gusto.** En la boca se encuentran los receptores sensoriales del gusto, sobre todo en la lengua, llamadas papilas gustativas.

**Deglución.** La deglución en si misma presenta 3 tiempos. El primero llamado **bucal**, el cual es voluntario, un segundo **tiempo faríngeo** el cual es involuntario y reflejo, y por ultimo un tercero tiempo, **esofágico** también involuntario.

Durante la deglución se produce una reducción de la presión del esfínter esofágico superior (quien normalmente presenta una presión de 100mmHg), formado por el constrictor inferior de la faringe y el musculo cricofaríngeo.

Se divide en dos:

- a) **Fase voluntaria:** La lengua se eleva hacia el techo de la cavidad bucal, impulsando el bolo alimenticio para que entre en la faringe.
- b) **Fase involuntaria:** La epiglotis va hacia atrás y cierra el orificio superior de la laringe. Por causa de este reflejo, la faringe queda convertida solo en una vía digestiva transitoria, impidiendo así el ingreso de trozos a la vía aérea (tráquea). Para hacer más ilustrativa se presenta la figura siguiente:

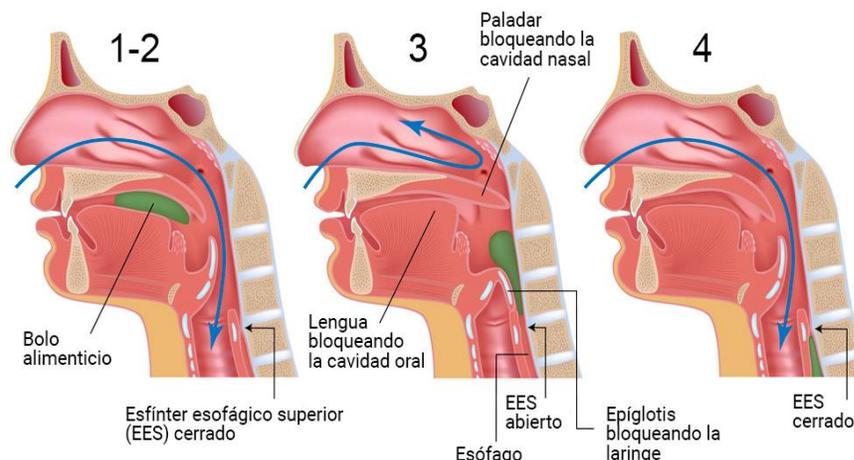




Figura 6. Fases de la deglución. Fuente: <http://goo.gl/EjFsgW>

**Masticar.** Por medio de los movimientos de la mandíbula y a la presión de los dientes se produce este tratamiento mecánico que degrada los alimentos. Resulta importante masticar y deshacer el alimento, ya que el metabolismo de los alimentos comienza en la boca y la saliva, las papilas, los dientes y las muelas.

En la siguiente figura se presentan algunas recomendaciones que el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) menciona acerca de comer y masticar despacio los alimentos:

**¿Porque debo comer despacio y masticar bien los alimentos?**

Comer despacio y masticar adecuadamente la comida trae beneficios notables a la salud, por lo que te recomendamos considerar el adquirir estos hábitos.

- Desde antes de poner el alimento en la boca, el sistema digestivo comienza a trabajar generando mayores cantidades de saliva. Al iniciar la masticación, **el alimento se muele e impregna de enzimas como la amilasa y la lipasa**, favoreciendo una correcta digestión.
- El contacto de la saliva con el alimento ayuda a lubricarlo para que transite mejor por el esófago. Si se mastica y muele en partes más pequeñas, se reduce el estrés **disminuyendo el riesgo de padecer reflujo gastroesofágico**.
- Por el contrario, **los fragmentos grandes de comida evitarán que haya una buena digestión**, lo cual puede causar el crecimiento de bacterias en el colon, generando síntomas como flatulencia e indigestión. Además, los nutrientes contenidos en el alimento no podrán ser utilizados completamente porque las enzimas no pueden penetrarlo, causando una nutrición inadecuada.
- La función de **masticar está relacionada con el movimiento de la comida en el tracto digestivo**, del estómago hacia el intestino delgado. El píloro, esfínter que se encuentra localizado al final del estómago, se debe relajar para liberar la comida hacia el intestino, ayudando al vaciamiento gástrico. Además estimula la acción del páncreas colaborando así a la metabolización de grasas y proteínas.
- Comer despacio **ayuda a mantener el peso adecuado**, pues así damos tiempo a las hormonas encargadas de producir la sensación de saciedad y consumimos sólo lo que necesitamos.
- Además, adquirir el hábito de comer despacio y disfrutar la comida **mejora los niveles de estrés**.

Figura 7. Recomendaciones para masticar los alimentos (IMSS, 2015). Recuperado de <http://goo.gl/EIGPxB>

Una vez visto la anatomía de la boca y sus principales funciones, a continuación, se revisará la faringe.



### 4.1.2 Faringe

La faringe es un órgano que comparte funciones tanto con el aparato digestivo como con el aparato respiratorio. Como se estudió en la unidad anterior, por la faringe pasa el aire desde las fosas nasales hacia la laringe, pero también pasa el alimento desde la cavidad oral hacia el esófago. Termina en la epiglotis, un pliegue cartilaginoso que impide la entrada de alimentos en la tráquea, pero no obstaculiza su paso al esófago. Recuerda que la faringe consta de tres porciones: la nasofaringe, la orofaringe y la laringofaringe que puedes repasar en la unidad 3.

Como se abordó en líneas anteriores y reforzaremos posteriormente, la deglución es el paso del alimento desde la boca a la faringe y posteriormente hasta el esófago. El bolo alimenticio se mueve hacia la parte de atrás de la boca, donde la lengua lo empuja hacia la faringe. En este lugar se producen las contracciones musculares (producidas por los músculos circulares constringentes), y donde el reflejo de la deglución se dispara.

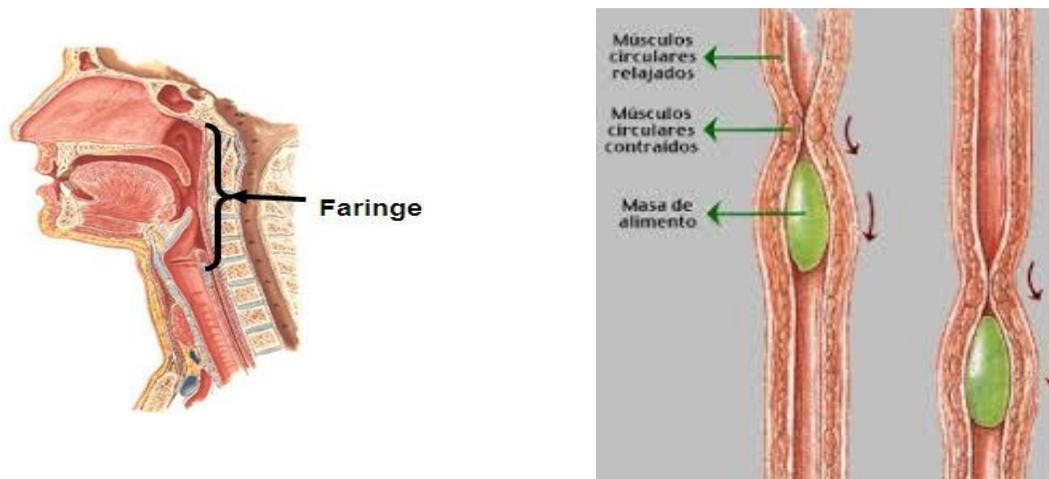


Figura 8. Corte sagital de la faringe y representación de los movimientos musculares.

Fuente: <https://goo.gl/SEdEc8>

Finalmente, y como dato curioso, cuando sientes sensación de ahogamiento, es porque la comida (alguna partícula) se dirigió a la laringe.

Una vez que ya se identificaron las funciones de la faringe y su anatomía, a continuación, se estudiará al esófago.



### 4.1.3 Esófago

El esófago es un tubo de aproximadamente 25 cm de largo, es la continuación de la faringe, se sitúa detrás de la tráquea, por la línea media y atraviesa el diafragma por un orificio llamado *hiato esofágico* y termina en la porción superior del estómago. El epitelio estratificado de los labios, la boca, la lengua, la orofaringe y el esófago brinda considerable protección contra la abrasión por las partículas de alimento que se degluten.

Se compone de dos esfínteres el esófago:

- 1) Esfínter esofágico superior de músculo esquelético. Regula la progresión del alimento desde la faringe hasta el esófago.
- 2) Esfínter esofágico inferior de músculo liso. Regula el paso de alimentos desde el esófago hacia el estómago.

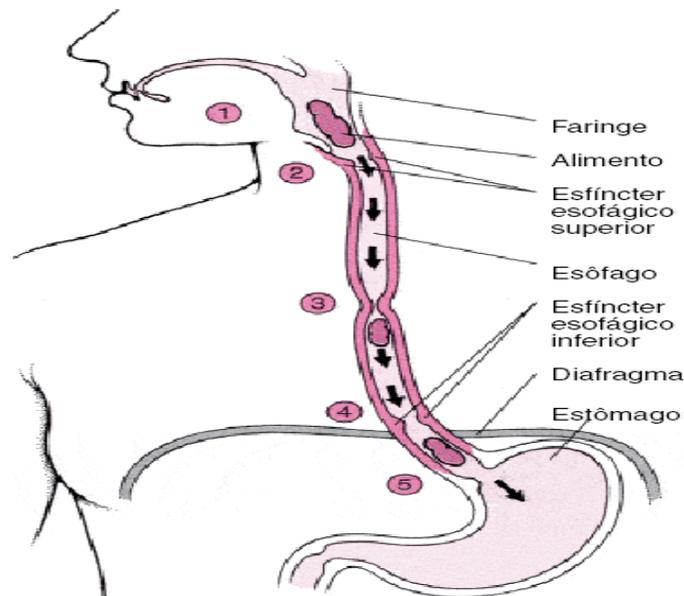


Figura 9. Esófago. Fuente: <https://goo.gl/Nw5wgt>

La función principal del esófago es ser un conducto de paso de los alimentos al estómago. Las células de revestimiento abundan y se regeneran activamente en él, al estar expuestas al continuo roce de los alimentos. Además, que las glándulas tubulares segregan, además de jugo gástrico, moco, por la necesidad en esta zona de protección contra alimentos insuficientemente masticados.



#### 4.1.4 Estómago

El estómago es la porción más dilatada del tubo digestivo, con forma de letra “J”. Se sitúa por debajo del diafragma, posee dos orificios: uno superior, que lo comunica con el esófago, llamado **cardias**, y otro inferior, por el que se comunica con el intestino delgado, denominado **píloro**. Tiene una capacidad de litro y medio, y su tamaño aumenta o disminuye dependiendo del contenido del bolo alimenticio. Presenta dos curvaturas la externa o curvatura mayor y la interna o curvatura menor. Tiene paredes musculares con fibras que están dispuestas en múltiples direcciones para darle mayor resistencia. Su interior está tapizado por mucosas con muchos pliegues. Su exterior está recubierto por una membrana denominada **peritoneo**.

El estómago está conformado por varias partes:

- El **cardias**: Es un esfínter (músculo) que comunica el esófago con el estómago y que regula la entrada de alimentos e impide que haya reflujo (que la comida vuelva atrás) en su normal funcionamiento.
- El **antro pilórico**: Es una zona de estrechamiento que sirve de antesala al píloro.
- El **píloro** o **esfínter pilórico** une el final del estómago con la primera porción del intestino delgado, el duodeno.
- El **canal pilórico** que continúa con el duodeno.
- El **fúndus**: Es la porción superior del estómago. Es donde se produce la acumulación de los gases, que se puede apreciar en una radiografía de abdomen.
- El **cuerpo**: Es la parte que ocupa la mayor parte del estómago.

Hay cuatro tipos de glándulas en el cuerpo y el fúndus:

- a) **Células principales**. Secretan pepsinógeno y lipasa gástrica, que ante la presencia de HCl se activa a pepsina cuya función es producir la desnaturalización parcial de las proteínas, además que está relacionada con la regulación de la presión arterial a nivel local.
- b) **Células parietales u oxínticas**, productoras de HCl y del factor intrínseco de Castle, imprescindible para la absorción de la vitamina B12.
- c) **Células entero-endocrinas** (Células G). La principal hormona producida es la gastrina. Esto significa que para que el alimento pueda descomponerse a través del HCl y jugos gástricos existe un ciclo.



Primero los pépticos que se encuentran en las proteínas secreta un químico llamado gastrina (que a su vez es secretado por las células G). La presencia de la gastrina liberará la histamina que estimulan las células parietales para ahora sí expulsar el HCL.

- d) Cuando el pH aumenta por encima de 3, actúa activando la producción de ácido. Otra hormona que producen las células entero-endocrinas es la serotonina, importante neurotransmisor que regula diversas funciones del organismo, como el apetito mediante la saciedad, controlar la temperatura corporal y funciones perceptivas y cognitivas.
- e) **Células mucosas del cuello** secretan moco.

Como habrás notado en el interior del estómago se encuentra tapizado por un conjunto de glándulas que segregan diferentes fermentos y ácido clorhídrico. Al líquido que resulta de la mezcla de estas sustancias se le denomina jugo gástrico. El jugo gástrico que se forma al día es de 2 a 3 litros por día.

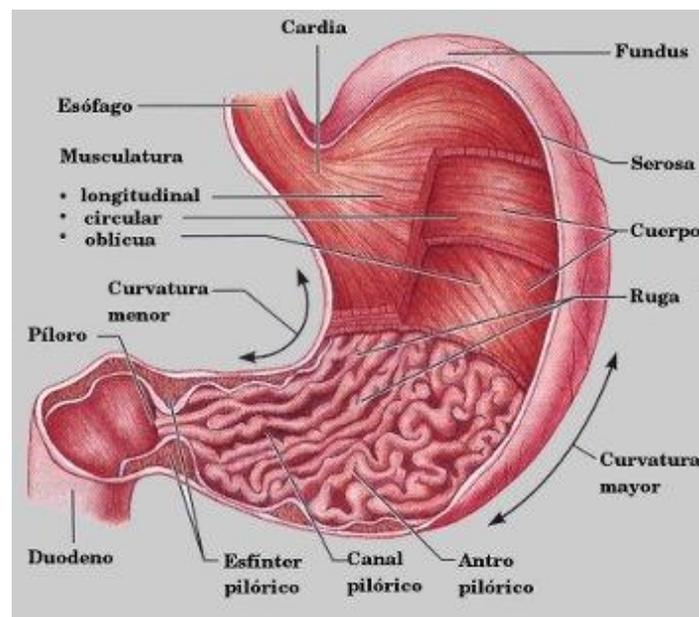


Figura 10. Estructura del Estómago

Fuente: <http://goo.gl/WVU8Fo>

De este modo, la función del estómago es continuar con la digestión iniciada en la cavidad bucal mediante dos tipos de digestión: física y química.

Es decir, existe una **digestión física** que se realiza por medio de las contracciones de la musculatura del estómago que mezclan el bolo alimenticio con el jugo gástrico. Y a la vez,



hay digestión **química**, por la acción de las glándulas del estómago, que segregan jugo gástrico para que actúe sobre el bolo alimenticio.

Además de las glándulas que segregan jugo gástrico, el estómago posee numerosas glándulas mucosas que producen mucina. La mucina protege la mucosa del estómago de la acción digestiva de las enzimas y del ácido clorhídrico. Hay células de la mucosa que elaboran el factor intrínseco gástrico, glucoproteína necesaria para que la vitamina B12, muy necesaria para la elaboración de los glóbulos rojos, pueda absorberse en el intestino. Otro dato interesante es en que cuanto el estómago permanece ocupado (o simplemente hay un sentimiento de saciedad) con alimentos, hay una mayor demanda de flujo sanguíneo a la zona, es por ello que estomago requiere de una mayor energía y oxígeno, por lo que el cuerpo debe enfocarse o priorizar este proceso. No es extraño sentirse con sueño cuando sucede esto. No obstante, en el sueño nocturno, debe tenerse cuidado con lo que se consume ya que puede llevar a trastornos relacionados con el sueño.

Por otro lado, el tiempo de vaciamiento gástrico promedio (es decir, que el estómago está ocupado hasta vaciarse), puede llevar aproximadamente de 4 a 6 horas. Y dependerá del tipo y cantidad de alimento, así como de la composición nutricional y la acidez de los alimentos consumidos.

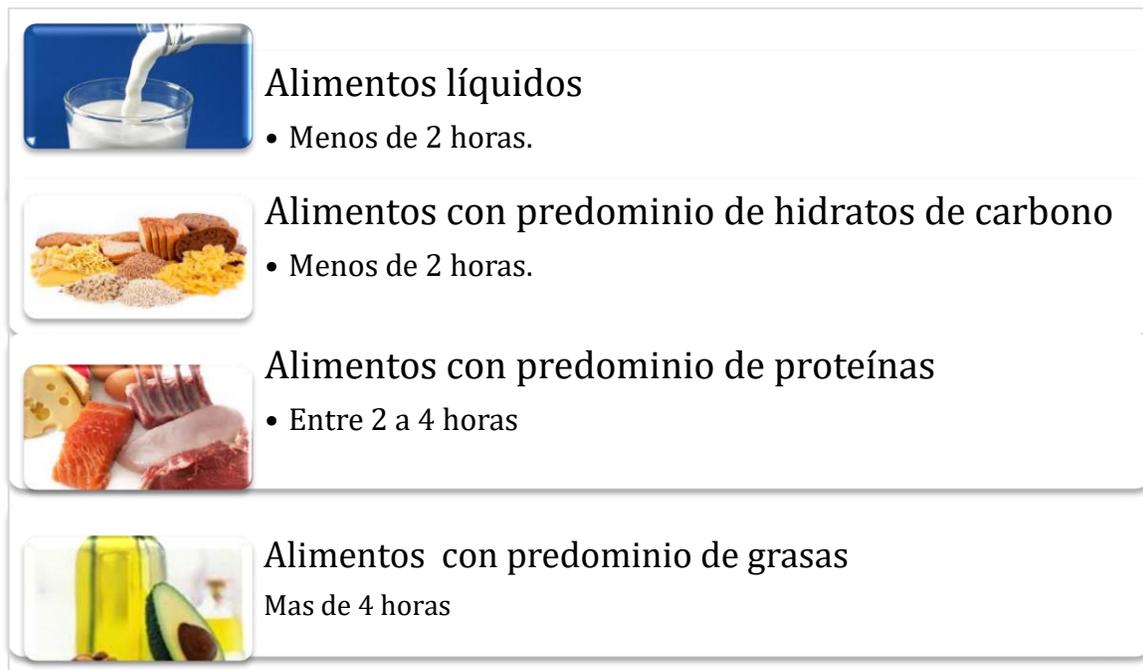


Figura 11. Tiempos de vaciamiento gástrico promedio para diferentes alimentos. Fuente: <http://goo.gl/z9MK0r>

Como observaste en la figura anterior, cada alimento lleva un tiempo, lo recomendable es ingerir una comida completa y se pueden aplicar diferentes estrategias como: evitar



grasas si se tiene pesadez estomacal, si se realizan una actividad deportiva consumir hidratos de carbono y líquidos, o bien consumir una comida variada para obtener los nutrientes y sentimiento de saciedad.

A modo de resumen, y siguiendo el proceso de digestión, ya habrás identificado de manera general que el bolo alimenticio descendió por el esófago y llegó al estómago, entonces el bolo alimenticio se mezcla con los jugos gástricos y diversas enzimas, se transforma en la sustancia pequeñas homogénea que recibe el nombre de quimo. El quimo, más adelante, pasará al intestino delgado (que forma parte del tubo digestivo) que a continuación se estudiará con más detalle.

## 4.2 Tubo digestivo bajo

El tubo digestivo bajo está formado por el intestino delgado y el intestino grueso.

### 4.2.1 Intestino delgado

Es la porción más larga del tubo digestivo. Se caracteriza por ser un tubo alargado hueco, enroscado y plegado varias veces, ocupando la mayor parte de la cavidad abdominal inferior al estómago y al hígado. Al igual que el estómago posee varias capas serosas, musculares, submucosa y mucosa y músculos que ayudan a que el bolo alimenticio vaya avanzando.

Se ubica entre el estómago y el ciego, empieza desde el esfínter pilórico y termina en el esfínter ileocecal. Se divide en tres regiones: duodeno (la parte más cercana al estómago), yeyuno (la porción media) e íleon (el tramo final).

Su longitud es de aproximadamente 6 a 7 metros, por supuesto que dependerá del ser humano que lo porte y un grosor aproximado de 3 centímetros.

Sus paredes están cubiertas por numerosos pliegues llamados vellosidades intestinales, las que están irrigadas internamente por pequeños vasos sanguíneos.

Las dos funciones del intestino delgado son:

- a) Digestión química total de los alimentos.
- b) Absorción de los alimentos.

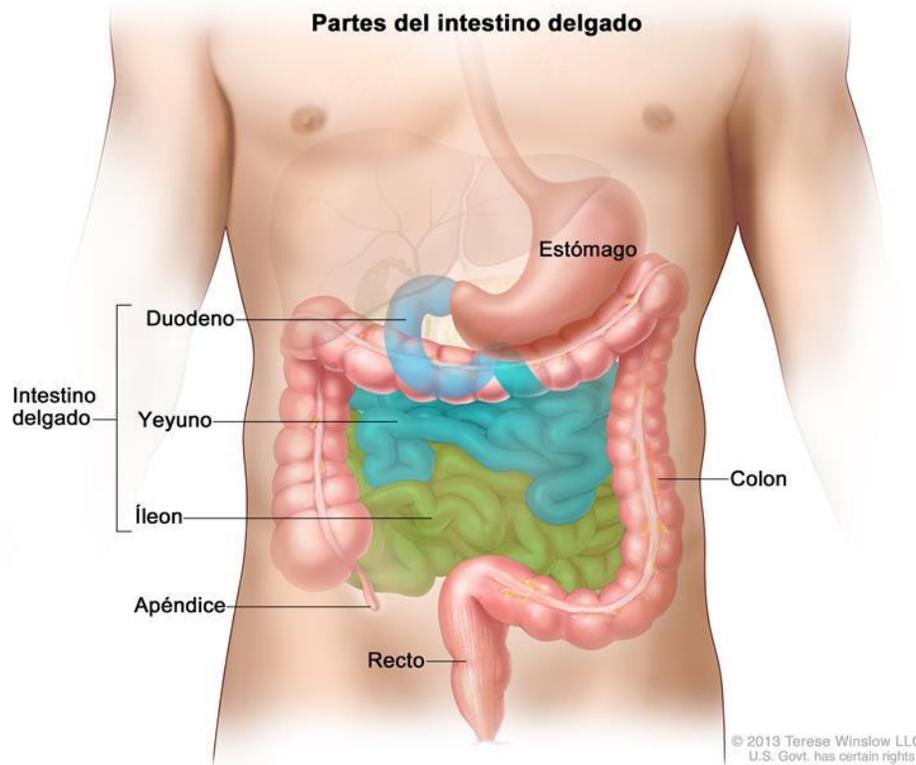


Figura 12. Intestino delgado. Fuente: <http://www.cancer.gov/images/cdr/live/CDR751586-750.jpg>

### Duodeno

Es la primera parte del intestino delgado, mide aproximadamente 30 cm. Su nombre alude al ancho 12 dedos de longitud.

Empieza en la válvula pilórica, forma un ancho alrededor de la cabeza del páncreas, pasa a la izquierda y termina con un doblez agudo conocido como ángulo duodenoyeyunal. La mayor parte del duodeno es retroperitoneal. Tiene la forma de un círculo incompleto, cuya apertura mira hacia arriba y a la izquierda. Se divide en 4 porciones (Marin, s.f.):

- La 1ª es el bulbo duodenal, de forma triangular, se dirige a la derecha, arriba y atrás; se ubica a la derecha de la columna vertebral, a la altura de la 1ª o 2ª vértebra lumbar. Es de mencionar que en esta primera porción se sitúa el mayor porcentaje de úlceras.
- La 2ª porción corre paralela a la columna vertebral, recibe en su parte media e interna, en la ampolla de Vater, a los conductos colédoco y Wirsung, más arriba al conducto de Santorini.
- La 3ª porción cruza la columna vertebral a nivel del cuerpo de la 3ª y 4ª vértebra lumbar y se dirige hacia arriba y a la izquierda para formar;
- La 4ª porción y terminar en el ángulo duodenoyeyunal, a la izquierda de la columna.



En sus paredes se identifican pliegues que forman las criptas de Lieberkuhn y las vellosidades intestinales en la que se encuentran las glándulas de Brunner que secretan moco que forma una barrera protectora y evita que el ácido gástrico dañe las paredes.

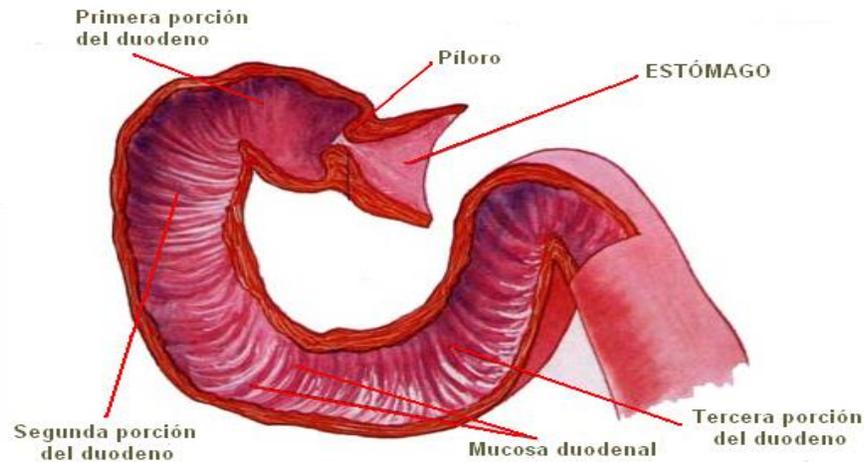


Figura 143 Porciones del duodeno. Fuente: <http://goo.gl/JrjgNT>

En los dobleces del duodeno que ya se mencionaron, también se les conocen como papilas duodenales mayor y menor, donde recibe a los conductos pancreáticos principal y accesorio. El duodeno, está en estrecha relación con el páncreas que se encarga de producir el jugo pancreático (completa la digestión de las proteínas y los azúcares, proceso que comenzó en el estómago, junto al jugo intestinal, producido por las paredes del intestino delgado), y el hígado que produce la bilis (ayuda a disolver las grasas, lo que facilita su asimilación). Ambas estructuras vierten sus jugos al intestino delgado. (Saladin, 2013: 980)



Figura 14. Composición de la bilis, jugo intestinal y pancreático. Fuente: UnADM

Composición de los jugos secretados en el intestino delgado. Basado en (Intestino delgado y absorción. s.f.)

Tomando en cuenta que los propósitos de los jugos son:

- Que los hidratos de carbono se transformen en monosacáridos.
- Que las grasas se rompan en ácidos grasos y glicerina.
- Que las proteínas se rompan en aminoácidos

Cuando ya son digeridos los alimentos, sus componentes deben pasar a la sangre para ser distribuidos a todos los órganos del cuerpo. El paso de los alimentos a la sangre, a través de las vellosidades intestinales, se llama **absorción** (Intestino delgado y absorción. s.f.)

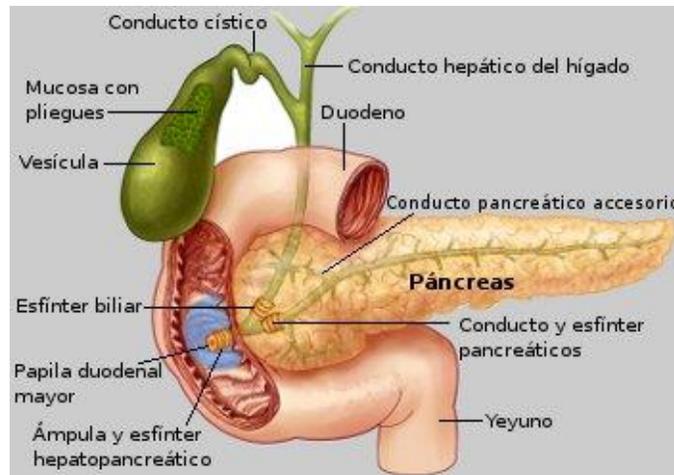


Figura 15. Duodeno. Fuente: <http://goo.gl/iXWH8q>

### Yeyuno enseguida

Mediatamente después del duodeno se encuentra el yeyuno, mide 2.5 m de largo aprox. y 3 cm. de diámetro. El pH en el yeyuno es por lo general entre 7 y 9 (neutro o ligeramente alcalino). Su ubicación comienza en el cuadrante superior izquierdo del abdomen, pero yace en la región umbilical. Tiene pliegues altos, grandes y espaciados, su pared es gruesa y muscular, con una irrigación sanguínea abundante.

Las vellosidades que presenta son de menor cantidad que el duodeno, sus paredes son gruesas y con abundantes vasos sanguíneos, lo que le da un color rojizo. Y es por la sangre que toma todos los nutrientes como aminoácidos, azúcar, partículas de ácidos grasos, vitaminas, minerales, electrolitos y agua. Por ende, estos nutrientes pasan a los capilares sanguíneos y linfáticos y se dirigen al hígado, para luego distribuirse a todas las células del organismo. En el duodeno se da la mayor parte de la absorción y digestión de los alimentos. (Saladin, 2013: 980)

### Íleon

Es la parte final del intestino, ocupa una tercera parte del intestino delgado, mide 3 m de longitud, y 2 cm de diámetro, sus paredes son más delgadas y termina en el esfínter ileocecal. Ocupa la región hepigástrica y parte de la cavidad pélvica. La función de íleon consiste principalmente en absorber la vitamina B12, las sales biliares y los productos de la digestión que no fueron absorbidos por el yeyuno.

Las células en el revestimiento del íleon secretan las enzimas proteasa y carbohidrasa responsables de las etapas finales de la digestión de carbohidratos y proteínas en el lumen del intestino.



La pared del íleon, posee pliegues con gran número de vellosidades y de microvellosidades, lo que significa que facilita la adsorción (unión) de moléculas de enzima y la absorción de los productos de digestión. Estas vellosidades permiten:

- Llevar a los aminoácidos y a la glucosa producida por la digestión, a través de la vena porta hasta el hígado.
- Los lactíferos, conductos finísimos presentes en las vellosidades absorben ácido graso y glicerol, los productos de la digestión de las grasas.
- Las capas de músculo liso circular y longitudinal permiten que el alimento digerido sea empujado a lo largo del íleon por ondas de contracciones musculares llamada peristalsis.

Ante lo anterior podemos encontrar algunas diferencias entre el yeyuno y el íleon como:

- El íleon tiene más grasa en el interior del mesenterio que el yeyuno.
- El íleon tiene un color más claro, y tiende a ser de un calibre más pequeño también.
- Mientras que la longitud del tracto intestinal contiene tejido linfoide, sólo el íleon tiene mayor cantidad de las placas de Peyer, (nódulos linfáticos no encapsulados que contienen grandes cantidades de linfocitos y otras células del sistema inmune, además que recubren interiormente a las mucosas e intestino y vías respiratorias)
- El íleon tiene una irrigación vascular mayor que en el yeyuno.

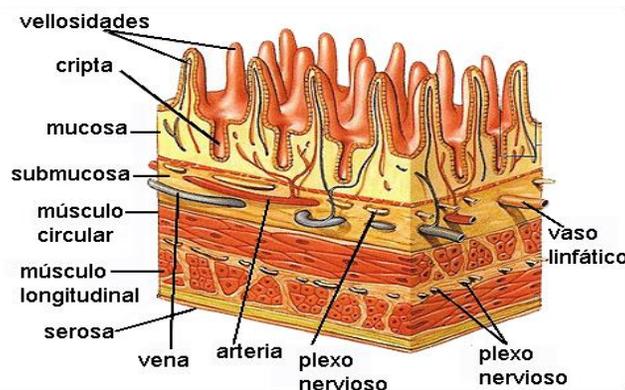


Figura 16. Vellosidades presentes en el íleon. Fuente: <https://goo.gl/E11Ydd>

Finalmente, recordarás el quimo que pasó del estómago al intestino delgado, ya propiamente en éste último se transforma en un líquido lechoso, llamado quilo formado por: agua, monosacáridos, aminoácidos, glicerina, bases nitrogenadas, productos no digeridos (Intestino delgado y absorción, s.f.)



La comida no digerida (residuos y agua) se envía al colon.

### 4.2.2 Intestino grueso

El intestino grueso, también llamado colon, tiene una longitud de aproximadamente 1.5 m y un diámetro de 6.5 cm va desde el íleon hasta el ano. Forma un arco alrededor del intestino delgado, se diferencia de éste por su mayor calibre. Se fija a la pared abdominal por el mesocolon que es una porción del peritoneo.

Cabe mencionar que el intestino grueso, o colon, es el último componente del sistema o aparato digestivo y realiza la fase terminal de la digestión.

El intestino grueso toma el alimento digerido (quimo) proveniente desde el intestino delgado y termina el proceso de absorción.

Por lo tanto, la función principal del intestino grueso es la concentración y almacenamiento de los desechos sólidos, convirtiendo el quimo restante en heces para ser excretadas. Cuando ocurre lo contrario, las heces sin defecar, el colon continúa absorbiendo agua, volviéndolas duras y causando estreñimiento. Por lo general, el alimento pasa más tiempo en el colon que en ningún otro sitio del tubo digestivo, este tiempo puede variar dependiendo del tipo de alimento y de cada persona. En el colon puede permanecer aproximadamente desde nueve horas hasta varios días. (Intestino grueso, s.f.)

Presenta 3 cintillas longitudinales, bandeletas o “tenias del colón” que son un engrosamiento de la capa de las fibras musculares externas de 0,6 cm de ancho que convergen a nivel de la base de implantación del apéndice. El apéndice cecal, el recto y el conducto anal no las presentan. Sobre las bandeletas se acumulan los llamados apéndices epiploicos, pequeñas formaciones peritoneales que penden como borlas de su superficie y encierran grasa, vasos y en ocasiones, en el adulto, contienen formaciones diverticulares que provienen de la luz intestinal, debido a la herniación exclusiva de la capa mucosa. Presentan, además, como diferencia del intestino delgado, abolladuras o haustras (empujan esta materia y la remueven dentro del intestino grueso con movimientos sucesivos, mezclándola por completo) que sobresalen entre las bandeletas. (Szereszwski, s.f.)

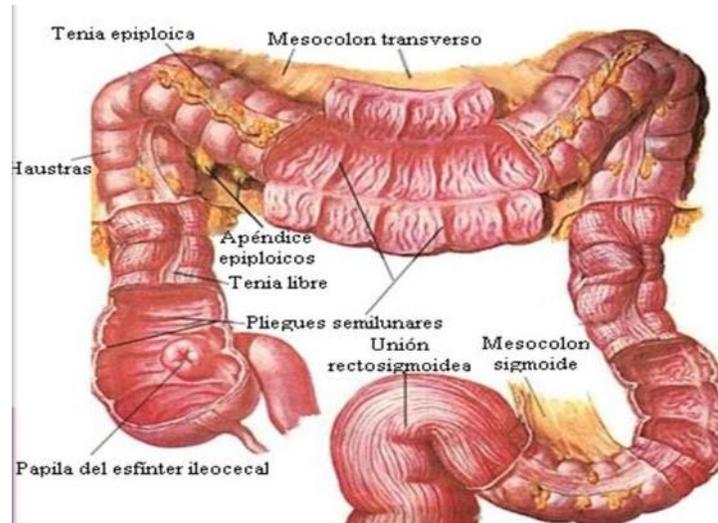


Figura 17. Estructura del colon. Fuente: <http://goo.gl/2YFSav>

El colon que se divide en las porciones ascendentes, transversas, descendentes y sigmoideas, como se describe a continuación:

- *Colon ascendente*: Como su nombre lo indica asciende por la parte derecha de la cavidad abdominal. Al llegar al hígado se incurva hacia la izquierda originando el ángulo hepático del colon. Se continúa con el colon transverso.
- *Colon transverso*: Se dispone en la parte alta de la cavidad abdominal, de derecha a izquierda. Al llegar aquí vuelve a incurvarse originando el ángulo esplénico del colon. Se continúa hacia abajo con el colon descendente.
- *Colon descendente*: Esta porción del colon desciende por la parte izquierda de la cavidad abdominal.
- *Colon sigmoideo*: El colon descendente forma una especie de S en su porción terminal que se llama sigmoideo. Se continúa con el recto y el ano.

### Flora intestinal

Es de notar que en el intestino grueso se albergan una gran diversidad de especies bacterianas que comúnmente se conocen como “Flora bacteriana”. Estas habitan en el intestino, y a cambio ellas proporcionan más nutrientes de los alimentos. Ante ello, un ejemplo es la explicación de por qué una persona puede obtener más calorías que otra (tomando como referencia la misma cantidad de comida); la diferencia radica en la cantidad de la población de las bacterias que tienen ambas personas.

Los calambres en el colon, son producidos cuando los nutrientes no son digeridos, y que van directo al colon, que crean un sustrato anormal para acción bacteriana (ejemplo, la intolerancia a la lactosa).



Algunas de las bacterias, también cumplen con la síntesis de vitaminas B y K, que se absorben en el colon. En el caso de la vitamina K, tiene importancia porque sólo en la dieta no proporciona la cantidad suficiente para asegurar la coagulación.

Otra función del intestino grueso es la producción de los gases, ya que contiene aproximadamente entre 7 y 10 litros, y expelle casi 500 ml/al día en forma de flatos y reabsorbe el resto. Los gases están compuestos por: oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, dióxido de carbono y metano, (inodoros) y sulfuro de hidrógeno y dos animas: indol y escatol (producen el olor a flatos).

El intestino grueso tarda de 12 a 24 horas en reducir los residuos de la comida en heces (75% de agua y 25% sólido). (Saladin, 2013: 992)

Por otro lado, se distinguen cuatro secciones en el intestino grueso: el ciego, el recto y el canal anal.

### **Recto**

Mide 20 cm, se sitúa por delante del sacro y del coxis.

### **Ciego**

Por debajo del esfínter ileocecal se encuentra el ciego mide 6 cm de largo aprox., tiene forma de saco y a un lado se encuentra el apéndice vermiforme. El ciego está conformado por tejido muscular.

Entre las funciones del ciego se concentran en la digestión, absorción y lubricación (Salud y bienestar, 2016):

- a) En la digestión: El ciego alberga un gran número de bacterias que ayudan en la digestión del material vegetal, la celulosa en su mayoría, que permanece sin digerir en el estómago y el intestino delgado. Esto se realiza por el proceso de fermentación que ayuda en la descomposición de las fibras vegetales. Los nutrientes de celulosa son posteriormente absorbidos por el intestino grueso.
- b) El ciego ayuda a recibir el alimento no digerido, así como líquidos desde el intestino delgado. A medida que el intestino delgado no absorbe líquido, la digestión se convierte en la función del intestino grueso. Una de las funciones del ciego es la absorción de sales y electrolitos, principalmente sodio y potasio, de nuevo en el cuerpo. Estas sales son necesarias para mantener el equilibrio electrolítico en el cuerpo y, por lo tanto, son absorbidas desde el intestino. La rotación de los residuos de alimentos se hace con la ayuda de la membrana mucosa que recubre el intestino ciego.
- c) Los residuos sólidos que pasan al ciego del intestino delgado, son lubricados por el ciego. El ciego está recubierto por una gruesa membrana mucosa que produce



moco. Este moco se mezcla con los residuos sólidos para lubricarlo. Esto es necesario debido a que los líquidos son casi totalmente absorbidos en el intestino grueso y para pasar los desechos sólidos a lo largo del intestino grueso con facilidad, es extremadamente importante para lubricarlo.

### Canal anal

Mide de 2 a 3 cm. Sus paredes cubiertas de mucosa que forma pliegues longitudinales por donde pasan arterias y venas, a los extremos de este canal se localizan el esfínter interno y el esfínter externo, y al orificio externo se le llama *Ano*.

En la defecación se estimula el estiramiento del recto, producto de dos reflejos de defecación: Reflejo de defecación intrínseco y Reflejo de defecación parasimpático. En el caso de lactante es involuntario, mientras que se va haciendo voluntario por medio del control del esfínter anal externo que controla la micción. (Saladin, 2013: 992)

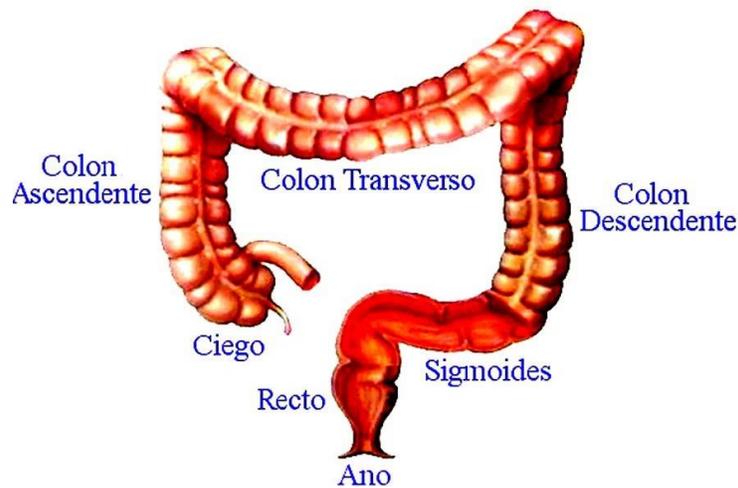


Figura18. Porciones del Intestino grueso. Fuente: <http://goo.gl/zGmQCb>



## 4.3 Órganos anexos

A continuación, se describirán los órganos anexos que incluyen los dientes, la lengua y las glándulas salivales, el hígado y el páncreas que intervienen también en el proceso digestivo.

### 4.3.1 Dientes

Los dientes son estructuras que dan inicio al proceso digestivo por medio de la masticación. Trituran los alimentos para que puedan ingresar al tracto digestivo. Son necesarios para la fonación y para la apariencia facial.

En el ser humano hay dos clases de dentadura: *la decidua o temporal* y los *permanentes*.

Los dientes temporales conocidos como de “leche” que son un total de 20 piezas, aparecen alrededor de los seis meses de edad. Los dientes permanentes aparecen a los seis años y completan su aparición entre los 12 y 14 años. Las últimas piezas en aparecer son los terceros molares que, en promedio brotan entre los 17 y 21 años, para completar un total de 32 piezas dentarias.

Existen cuatro tipos de dientes: los incisivos, caninos, premolares y molares.

- **Incisivos:** Se encuentran en la parte frontal de la boca y son los encargados de cortar los alimentos. Tienen los bordes planos y afilados. Existen 8 dientes incisivos.
- **Caninos:** También conocidos como colmillos, tienen forma triangular, su función es desgarrar los alimentos. Cada persona tiene 4 caninos.
- **Premolares:** Se tienen 8 premolares, también ayudan a desgarrar y triturar los alimentos.
- **Molares:** Conocidas como muelas, su función es masticar los alimentos hasta triturarlos hasta formar un bolo blando. Existe un total de 12 molares.

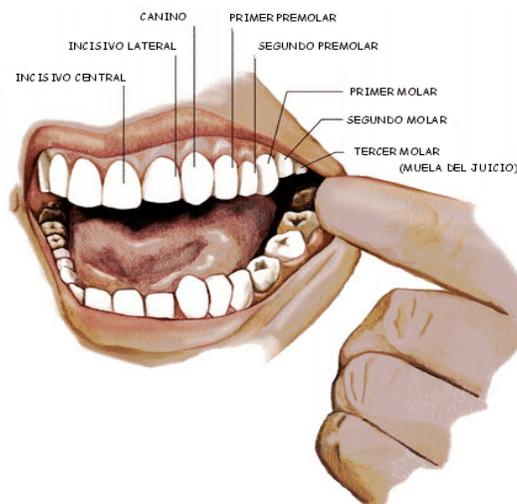




Figura 19. Dentadura. Fuente: <http://goo.gl/0lcTb9>

En un diente se distinguen tres partes: la corona, cuello y raíz. La corona tiene un recubrimiento que es el *esmalte*, que protege la estructura subyacente del diente, por debajo del esmalte se encuentra la *dentina* es una estructura tipo ósea, constituye la mayor parte del diente.

El cuello y la raíz están cubiertos por *cemento* cuya función es anclar el diente al ligamento periodontal. Interno al esmalte y al cemento se ubica la *pulpa* se ubica en el eje central del diente, es tejido blando compuesto por vasos sanguíneos y fibras nerviosas.

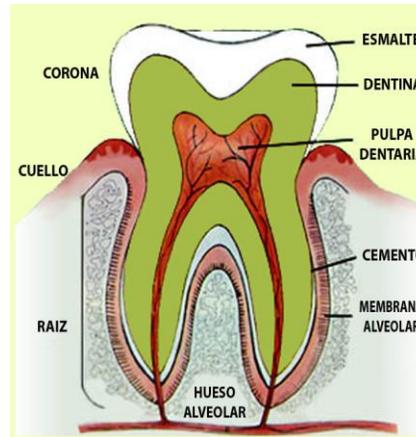


Figura 20. Partes del diente.

Fuente: <http://goo.gl/cjIHnr>

### 4.3.2 Lengua

La lengua forma el piso de la cavidad oral, formada por músculo esquelético cubierta por mucosa. Los músculos que la conforma: el hipogloso, geniogloso y estilogloso, son los que le permiten el movimiento para la fonación y durante la masticación de los alimentos, todos ellos forman el piso de la cavidad oral. En su superficie se encuentran unas prolongaciones de la mucosa que son las papilas gustativas, que pueden ser de tres tipos:

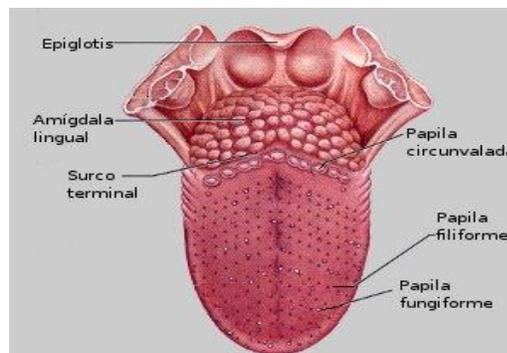


Figura 21. Lengua. Fuente <http://goo.gl/oJy8Mj>



**1.- Fungiformes:** Llamadas así por su forma de hongo y se localizan por toda la superficie de la lengua, tienen un color rojizo debido a su núcleo vascular. En éste grupo de papilas se encuentran los receptores gustativos.

**2.- Circunvaladas:** Se observan en menor cantidad, se cuentan aproximadamente 10 y 12 y se localizan en una fila con forma de V en el fondo de la lengua. Similares a las papilas fungiformes, pero tienen un surco adicional alrededor. Al igual que las anteriores también se encuentran los receptores gustativos

**3.- Filiformes:** Dan un aspecto rugoso a la lengua, tienen una estructura con forma de cono, son las más numerosas y pequeñas y están agrupadas en filas en la superficie superior de la lengua. La presencia de queratina le da el color blanquecino a la lengua.

Al interior de la boca desembocan los productos de las glándulas salivares que se estudiarán a continuación.

### 4.3.3 Glándulas salivales

De acuerdo a Saladin (2013), la saliva tiene varias funciones como mantener humectada y limpia la boca, también inhibe el crecimiento bacteriano, disuelve las moléculas que pueden estimular las papilas gustativas, digiere un poco el almidón y la grasa, y facilita la deglución al unir las partículas de comida en una masa suave (bolo) y lubricarlas con moco. La saliva se compone de una solución hipotónica con 97 a 99.45% de agua, pH de 6.8 a 7.0 y los siguientes solutos:

- **Moco:** que una y lubrica el bolo alimenticio.
- **Electrólitos**, sales de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , fosfato y bicarbonato.
- **Lisozima**, una enzima que mata las bacterias.
- **Inmunoglobulina A (IgA)** un anticuerpo antibacteriano.
- **Amilasa salival**, una enzima que empieza la digestión del almidón en la boca.
- **Lipasa lingual**, una enzima que empieza la digestión de la grasa en la boca (sobre todo después de que se ha deglutido el alimento).

Las glándulas salivales producen la saliva, existen tres pares:

- **Parótidas:** Se sitúan por debajo y por delante de los oídos y secretan la saliva a través del conducto parotídeo. Produce saliva de tipo seroso, siendo responsable de entre un 30% y 45% de la producción total de saliva.
- **Submaxilares:** También conocidas como submandibulares, se encuentran en el piso de la boca en posición medial y parcialmente inferior al cuerpo de la



mandíbula. Sus conductos submaxilares vierten la saliva a un lado del frenillo de la lengua.

- *Sublinguales*: Como su nombre lo indica, se encuentran por debajo de la lengua y por encima de las submaxilares, sus conductos sublinguales menores secretan la saliva en el piso de la boca.

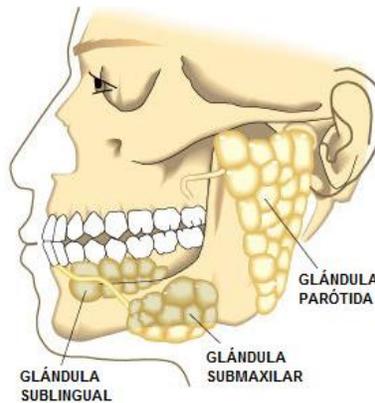


Figura 22. Glándulas Salivales. Fuente: <http://goo.gl/RdrK1D>

#### 4.3.4 Hígado

El hígado es la víscera más grande del cuerpo humano, pesa de 1.5 a 2 kg. Se ubica en la parte superior derecha de la cavidad abdominal por debajo de las últimas costillas debajo del diafragma y sobrepasando la línea media, colocándose en este extremo por delante del estómago.

El hígado se divide en cuatro lóbulos: Lóbulo derecho, izquierdo, cuadrado y caudado. El *lóbulo derecho* es el más grande. La prolongación del hígado hacia la izquierda es el *lóbulo izquierdo*. Los otros dos lóbulos están en la cara inferior y se llaman *lóbulo cuadrado*, antero inferior, y *lóbulo caudado*, en posición posterior inferior.

La cara supero anterior o diafragmática tiene una superficie lisa que se acopla perfectamente al diafragma.

En la cara inferior se puede ver el hilio hepático entre los cuatro lóbulos, por donde entran y salen todas las estructuras: arteria hepática, vena porta y vías biliares. Entre el lóbulo cuadrado y el lóbulo derecho se encuentra la vesícula biliar que es una estructura con forma de saco que sirve de reservorio para el almacenaje de la bilis que se forma en el hígado.

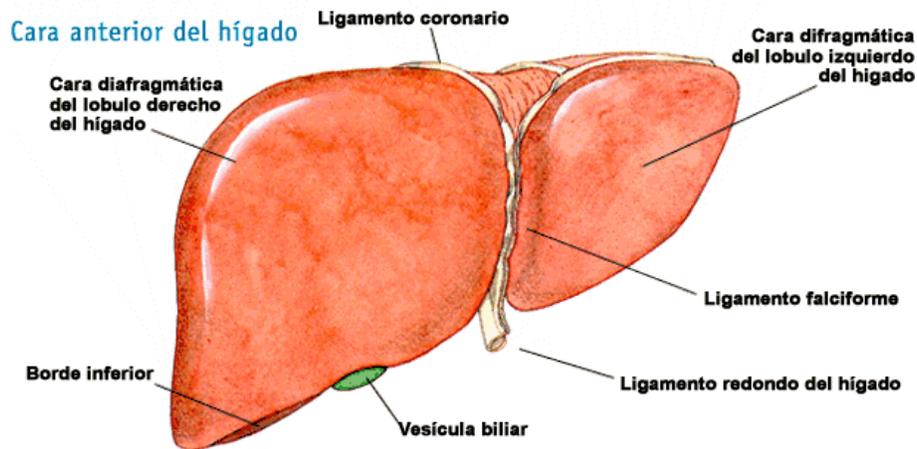


Figura 23. Cara anterior del hígado  
<http://goo.gl/PKONym>

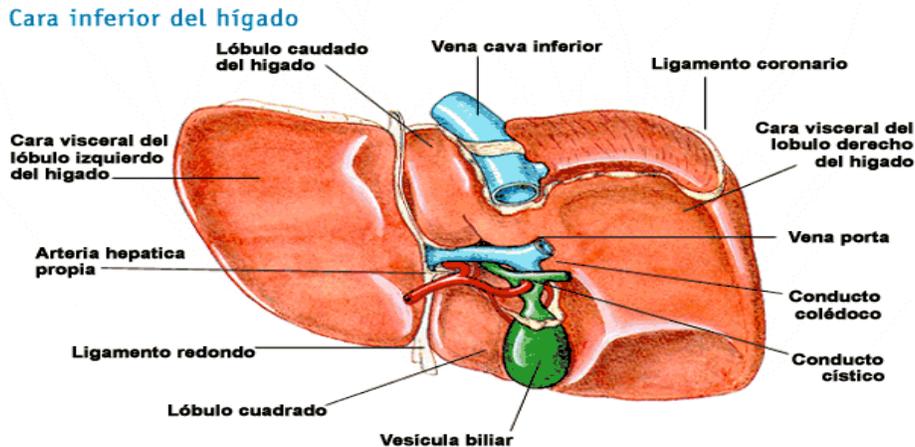


Figura 24. Cara inferior del hígado. Fuente: <http://goo.gl/R7qeiO>

En la cara posterior tenemos la vena cava inferior, a donde van a desembocar las venas hepáticas. En la parte superior de esta cara tenemos el hilio supra hepático o superior, por donde salen las venas hepáticas para desembocar en la vena cava inferior.

El hígado lo forman unas unidades anatómicas pequeñas de forma hexagonal que se llaman lobulillos hepáticos. En el centro de cada uno está la vena central del lobulillo, que va a desembocar en las venas hepáticas. Los lobulillos están formados por hepatocitos que son las células que se disponen alrededor de la vena central. En cada esquina del hexágono hay un conjunto de estructuras que son ramas de la arteria hepática, de la vena porta y de los conductos biliares (tríada portal).

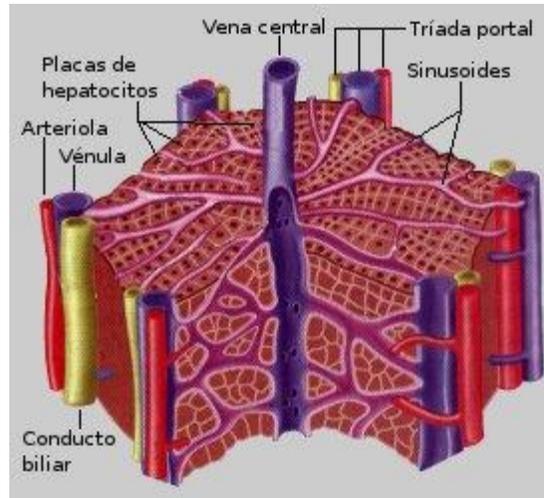


Figura 25. Estructura del módulo hepático. Fuente: <http://goo.gl/8R8SfH>

La sangre que llega de la arteria hepática, oxigena las células hepáticas. La sangre que llega de la vena porta es metabolizada por el hígado para eliminar las toxinas. La sangre de éstas se dirige entre los hepatocitos por las sinusoides hepáticas (canalitos) hasta llegar a la vena central.

EL hígado contiene células Kupffer (células fagocíticas), que destruyen los leucocitos y eritrocitos viejos, bacterias y materiales extraños de la sangre venosa que proviene del tubo digestivo.

Los canaliculos biliares son unos conductos muy delgados que recogen la bilis segregada por los hepatocitos. Los canaliculos se van uniendo hasta formar los conductos biliares izquierdo y derecho que llevarán la bilis hasta el conducto hepático continuándose con el conducto cístico de la vesícula y desembocando finalmente en la vesícula biliar donde queda almacenada.

Entre las funciones digestivas del hígado se encuentran (Ascencio, 2012:44):

El hígado en conjunto con la vesícula biliar, producen la bilis (también conocida como hiel) y desembocan en el duodeno. La bilis contiene sales biliares, pigmentos biliares, colesterol, grasas neutras, fosfolípidos y diferentes electrolitos; de todos, solo las sales biliares y los fosfolípidos ayudan en la digestión. El cuerpo humano puede producir de 500 a 1000 ml al día, la función de la bilis es principalmente reducir las gotas grandes de las grasas en partículas más pequeñas de tal manera que interactúen con las enzimas digestivas.

La capacidad de los versátiles hepatocitos les permite llevar a cabo más de 500 funciones metabólicas complicadas, las que tienen relación con el metabolismo de los nutrimentos son:

**Metabolismo de los hidratos de carbono.**

- En el ayuno favorece a mantener la glucemia.
- Convierte la galactosa y la fructuosa a glucosa que es el azúcar "combustible" del cuerpo.
- Almacena glucosa como glucógeno cuando los niveles de glucosa en sangre son altos.
- Convierte la glucosa a grasa para su almacenamiento.
- Captación de glucosa por el hígado, para la síntesis de triglicéridos y glucógeno, principalmente en la etapa posprandial (dos 2 horas después de la ingesta de alimentos se presenta un alto contenido de azúcar, macronutrientes que hayan sido digeridos y absorbidos, en la sangre)
- En respuesta a factores hormonales libera glucosa a la sangre.

**Metabolismo de los lípidos**

- Desaminación de aminoácidos lo que se requiere para producción de energía y síntesis de la glucosa o ácidos grasos.
- Forma la mayor parte de las proteínas del plasma.
- Desecha el amoníaco del cuerpo convirtiéndolo en urea excretada por los riñones, eliminado por la orina.
- Síntesis de proteínas plasmáticas.
- Modifica químicamente y excreta mediante la bilis, hormonas tiroideas y esteroideas (estrógenos y aldosterona).
- Formación de factores coagulantes Depósito de glucosa, hierro y cobre, así como vitamina B12, A, D, E y K, y participa en la síntesis de forma activa de la vitamina D.
- Detoxificación de sustancias como el etanol y excreción biliar fármacos

### 4.3.5 Páncreas

El páncreas es una estructura con forma alargada que mide de 12 a 15 cm de longitud y 2.5 cm de ancho, está situada por delante de la columna vertebral y posterior al estómago y al hígado. Tiene tres porciones: la cabeza, el cuerpo y la cola.

La cabeza del páncreas es la parte que se encuentra rodeada por el duodeno. Tiene una prolongación hacia abajo conocida como el gancho del páncreas o apófisis unciforme. De la cabeza hacia arriba tenemos un estrechamiento denominado istmo o cuello del páncreas y luego se continúa en la horizontal con el cuerpo del páncreas para terminar a la izquierda con la cola del páncreas. Hay un conducto denominado conducto pancreático o conducto de Wirsung que recorre todo el páncreas para desembocar en el duodeno.



El páncreas permite la secreción exocrina y endocrina. En la exocrina sintetiza los jugos pancreáticos que libera a través del conducto del duodeno. Mientras que en la endocrina sintetiza hormonas como la insulina y el glucagón, que libera la sangre.

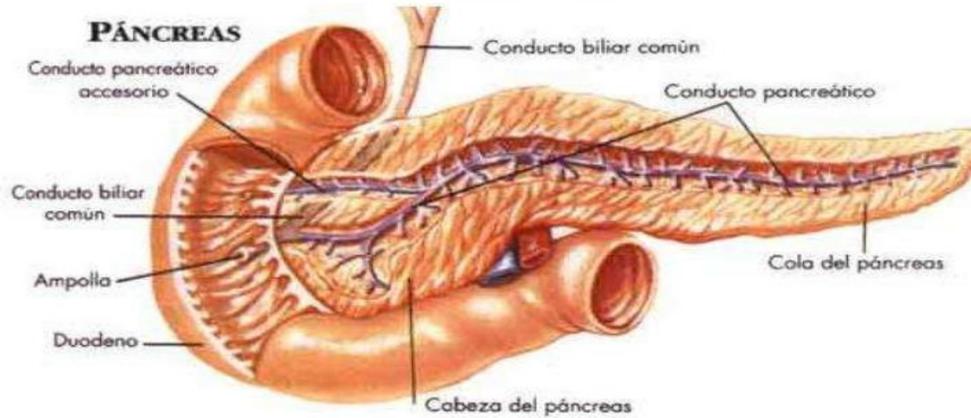


Figura 26. Posición y estructura del páncreas. Basado de Saladin, 2013.

El páncreas tiene funciones digestivas y hormonales. Cuando llegan alimentos ricos en ácidos grasos y aminoácidos, estimula en la pared intestinal la liberación de la hormona secretina, la cual estimula la producción de jugo pancreático rico en enzimas.

La función endocrina u hormonal del páncreas está llevada a cabo por los islotes de Langerhans, que están compuestos por células de varios tipos, que secretan hormonas en el torrente sanguíneo. Estas células se dividen en: células alfa productoras de glucagón e implicadas en el metabolismo de la glucosa, células beta productoras de insulina, implicadas en la degradación de la glucosa células delta productoras de somatostatina inhibidora de secreciones y motilidad digestiva.

La función exocrina o digestiva es la encargada de proporcionar el jugo pancreático y la secreción de enzimas digestivas. Estas enzimas son secretadas mediante una red de conductos que se unen al conducto pancreático principal, que atraviesa el páncreas en toda su longitud.

El jugo pancreático contiene enzimas que intervienen en la digestión de las grasas. El jugo pancreático está compuesto de: agua y bicarbonato, amilasa pancreática que digiere los hidratos de carbono, lipasa pancreática que digiere los lípidos, y tripsina que digiere las proteínas.



### 4.3.6 Peritoneo

Es una membrana serosa, (llamada así porque cubre las cavidades interiores del cuerpo humano), fuerte y resistente, que tapiza las paredes de la cavidad abdominal y forma pliegues (los mesos, los epiplones y los ligamentos) que envuelven, total o parcialmente, gran parte de las vísceras situadas en esa cavidad, sirviendo de sostén para las mismas.

De acuerdo a la posición donde se encuentran las vísceras u órganos reciben un nombre diferente el peritoneo.

Por ejemplo:

- Peritoneo intraperitoneal. Recubre al estómago, el hígado, parte del intestino, etc.
- Peritoneo retroperitoneal. Recubre a los riñones, el páncreas, etc.
- Sub-peritoneales. Vísceras que se encuentran en la cavidad pélvica.

La hoja externa o parietal tapiza el diafragma y las paredes del abdomen. La hoja interna o visceral está en íntimo contacto con las vísceras. Entre ambas encontramos una cavidad virtual que se llama cavidad peritoneal (igual que la cavidad pleural), en cuyo interior hay una cantidad de líquido peritoneal para facilitar el movimiento de las vísceras.

El espacio entre ambas capas se denomina cavidad peritoneal, y contiene una pequeña cantidad de fluido lubricante (alrededor de 50 ml) que permite a ambas capas deslizarse entre sí y facilitar el movimiento de las vísceras.

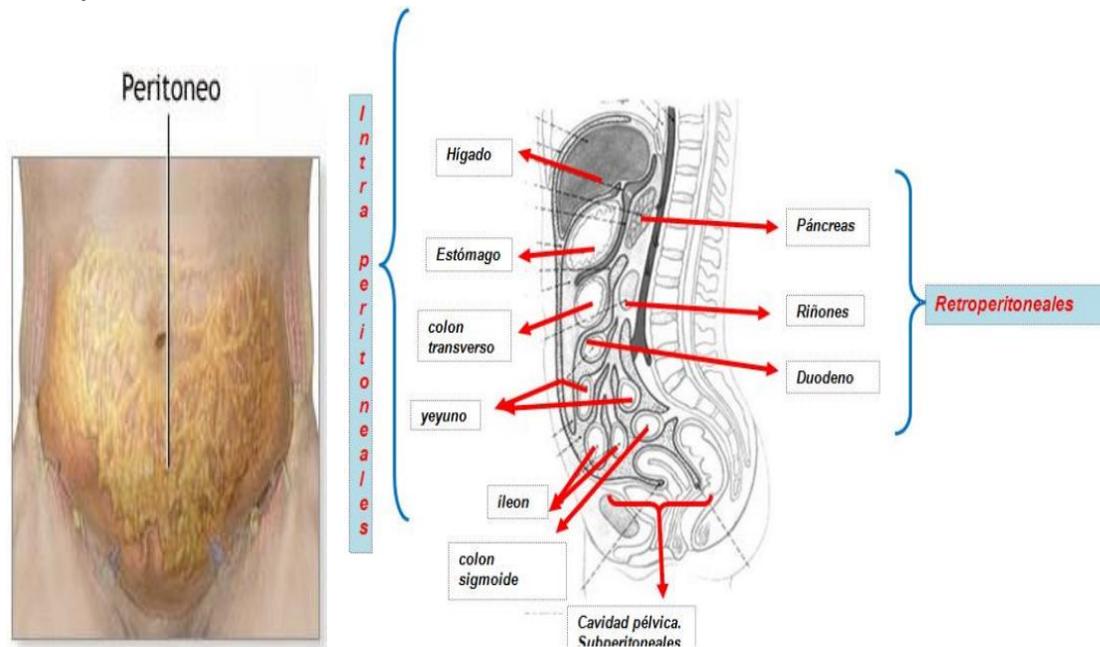


Figura 27. Peritoneo. Fuente: <http://goo.gl/JnwSM4> / <https://goo.gl/oGcyib>



Así mismo, se pueden identificar una variedad de propiedades o funciones del peritoneo como:

- Mecánicas, como ya se mencionó sirve como sostén para los órganos ubicados en la cavidad abdominal y permite su movimiento interior.
- Hemodinámicas, que tiene relación con el flujo sanguíneo y los mecanismos circulatorios en el sistema vascular.
- Protectoras, sirve como barrera defensiva frente a microorganismo y partículas inertes, para los órganos que cubre.
- Aislante térmico, mantiene la temperatura de los órganos que cubre.
- De intercambio, al ser semipermeable permite el paso de moléculas de pequeño tamaño, lo cual permite aplicar hoy en día la técnica de la Diálisis peritoneal.

Una inflamación del peritoneo (o peritonitis) puede desencadenar en la muerte.

#### 4.3.7 Bazo

Es un pequeño órgano situado por debajo del diafragma izquierdo, detrás del estómago, por delante del riñón izquierdo, por encima del colon descendente, del reborde costal hacia arriba. El bazo está relacionado con la cola del páncreas. Está cubierto por la parrilla costal izquierda, que le proporciona una protección importante. En su interior tiene mucha sangre y se encarga de producir linfocitos, eliminar eritrocitos, etc. En su interior se destruyen los hematíes viejos (glóbulos rojos).

Al ser un órgano pequeño presenta gran facilidad para romperse en caso de fracturas costales, dando lugar a hemorragias graves, siendo la única solución quitar el bazo (esplenectomía).

El bazo forma parte del sistema linfático y del inmune. A ello se les atribuyen a las siguientes funciones principales (Pérez, s.f.):

- Contribuye a la creación de anticuerpos y elimina bacterias en la sangre.
- Interviene en el proceso de digestión en la absorción y transporte de nutrientes.
- En los niños permite defenderlos contra infecciones (neumococos, los haemophilus y los meningococos)
- Ayuda al transporte del agua y humedad en el organismo
- Funciona como filtro en la circulación sanguínea.

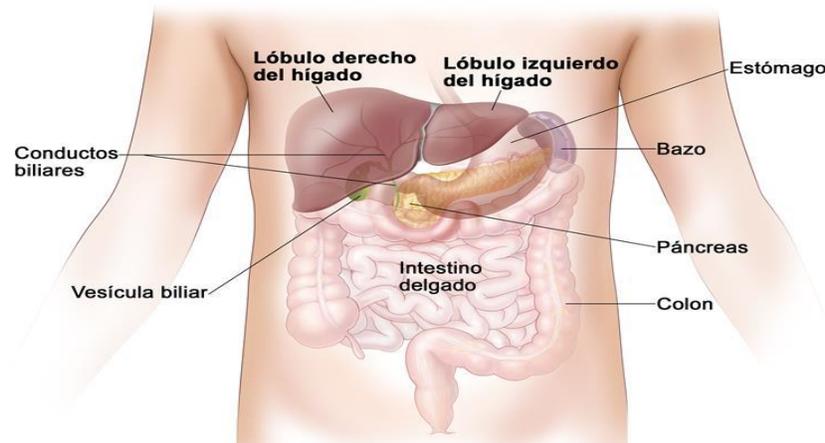


Figura 28. Ubicación del bazo en el cuerpo humano.

Fuente: <http://goo.gl/l4XRx8>

## 4.4 Etapas del proceso de digestión

Hasta el momento has revisado la estructura del aparato digestivo, identificado por separado cada uno de los órganos principales y anexos, en donde se ha analizado la anatomía y fisiología de cada uno de los componentes del aparato digestivo.

Sin embargo, es necesario que analices que éste sistema funciona como un todo, de manera ordenada o sistemática donde la alimentación no sólo forma parte de una acción de supervivencia, sino también involucra el aprovechamiento de los nutrientes que nos brindan los alimentos para luego transformarse en moléculas más pequeñas de nutrientes antes de ser absorbidos hacia la sangre y transportados a las células de todo el cuerpo. A esto se le conoce como digestión, que es el proceso mediante el cual los alimentos y las bebidas se descomponen en sus partes más pequeñas para que el cuerpo pueda usarlos como fuente de energía, y para formar y alimentar las células.

La digestión es la transformación de los nutrientes en sustancias más simples para que puedan ser absorbidos y asimilados. El alimento ingerido proporciona la energía y generar y reparar tejidos

En el proceso de digestión encontramos las siguientes funciones:

- Prueba de los alimentos mediante los sentidos del olfato y gusto.
- Trituración de los alimentos.
- Disolución en agua.



- Transporte de los alimentos triturados.
- Descomposición de los alimentos en sustancias simples con ayuda de enzimas digestivas.
- Absorción de las sustancias simples.
- Eliminación de los residuos no digeribles.

Para hacer más notorio este proceso, y que lleva relación con lo visto anteriormente, se puede clasificar en varias etapas como es la masticación-insalivación, deglución, absorción y excreción.

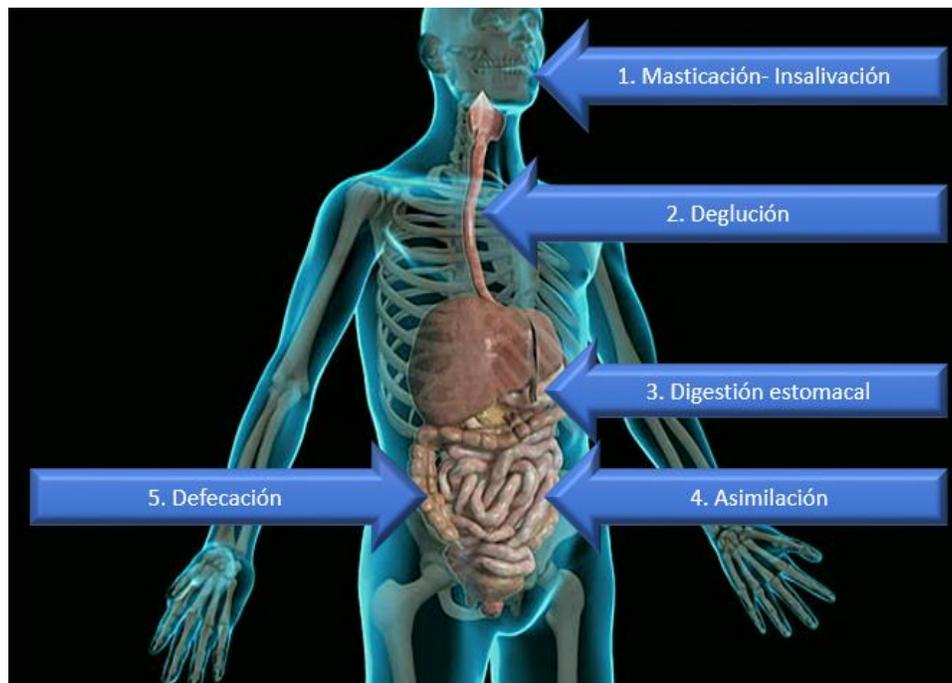


Figura 30. Etapas del proceso de digestión. Fuente UnADM

### Masticación- Insalivación

La digestión comienza en la boca con la degustación de los sabores, gracias a las papilas gustativas localizadas en la lengua. Uno de los componentes de la saliva es la enzima amilasa (ptialina) que inicia la degradación de los carbohidratos y la lipasa inicia la digestión de los lípidos (grasas). Continuando con la siguiente etapa:

### Deglución

La salivación y la masticación forman un bolo que es empujado por la lengua hacia la faringe, a esto se le conoce como deglución. Al pasar por la faringe la epiglotis cubre la laringe para que el alimento no pase a la vía respiratoria y se dirija hacia el esófago. Por



medio de la cual el bolo alimenticio deja la cavidad oral para pasar a la faringe, al esófago hasta llegar al estómago.

### Digestión estomacal

El bolo alimenticio desciende por el esófago por medio de movimientos peristálticos hasta llegar al estómago en donde se combina con los jugos gástricos (agua mucina, ácido clorhídrico y pepsina) y se van degradando las proteínas (desnaturalización de las proteínas). Las grasas también continúan su degradación por medio de la lipasa gástrica. Los movimientos gástricos lo van triturando y conduciendo hacia el duodeno a través del esfínter pilórico, esta mezcla que proviene del estómago se le denomina *quimo*. En otras palabras, en la *digestión* son “molidos los alimentos”, y de ahí pasarán con la participación de las enzimas de los jugos gástricos continúan su paso al intestino delgado, continuando con el proceso de asimilación.

### Asimilación o absorción

Se continúa la digestión y desdoblamiento de las moléculas a unas más simples y es en el duodeno, yeyuno e íleon en donde lleva a cabo la absorción. En el intestino delgado tiene lugar la verdadera digestión de los alimentos en componentes elementales aptos para su absorción, y para ello es fundamental la participación de la bilis, el jugo pancreático, que contiene la amilasa, lipasa y tripsina, y el propio jugo intestinal secretado por las células intestinales.

La gran capacidad de absorción del intestino delgado, (aproximadamente 90% de los nutrientes), se debe a la presencia de las vellosidades y microvellosidades que aumentan su superficie y por lo tanto su capacidad de absorción. En la superficie se están presentes algunas enzimas como las disacaridasas, que hidrolizan la sacarosa, maltosa, lactosa, etc.

En el duodeno se neutraliza la acidez del quimo procedente del estómago al mezclarse con bicarbonato presente en el jugo pancreático. Las enzimas del jugo pancreático (tripsina y quimotripsina) van degradando las moléculas de proteínas. La amilasa continúa la hidrólisis del almidón.

Es en el yeyuno en donde se absorben la mayoría de los nutrientes como los aminoácidos, las vitaminas y minerales. En el íleon se absorbe la vitamina B12 y sales biliares.

El proceso de absorción que utiliza el yeyuno se denomina absorción activa, ya que el organismo utiliza energía para seleccionar con exactitud los nutrientes que requiere.



La absorción activa de grasas también ocurre en el duodeno el organismo utiliza la bilis para disolver las grasas. La bilis se produce en el hígado y se almacena en la vesícula biliar y se libera en el duodeno después de cada comida a través del conducto colédoco.

La mayor parte de los carbohidratos llevan a cabo su digestión en el yeyuno. Los monosacáridos, producto de la digestión de los carbohidratos, glucosa y galactosa son absorbidos activamente en el intestino por un proceso que requiere energía. La fructuosa otro monosacárido común, es absorbido por un proceso que no requiere energía.

En el íleon se completa la digestión de los nutrientes y se reabsorben las sales biliares. Diariamente se absorben aproximadamente 10 litros de fluidos en el intestino delgado. La fibra, se resiste a la digestión enzimática, pasa al intestino grueso. En el intestino grueso se reabsorbe agua y el alimento residual permanece ahí hasta la defecación.

### **Defecación**

Es el proceso de eliminación de todos los residuos de los alimentos que no han podido ser digeridos y que son expulsados al exterior mediante el ano.

La materia fecal está compuesta por agua (75%) y por sólidos (25%), donde se incluyen restos no digeridos, fibra alimentaria (celulosa, lignina), sustancias no absorbidas (grasas, aminoácidos), desechos celulares y bacterianos, compuestos de la bilis, enzimas y gases.

Es así que se ha concluido esta unidad donde has aprendido la anatomía y fisiología del aparato digestivo y la relación con la nutrición.



## Actividades

**La elaboración de las actividades estará guiada por tu docente en línea**, mismo que te indicará, a través de la *Planeación didáctica del docente en línea*, la dinámica que tú y tus compañeros (as) llevarán a cabo, así como los envíos que tendrán que realizar.

Para el envío de tus trabajos usarás la siguiente nomenclatura: AFI2\_Uk\_A1\_XXYZ, donde AFI2 corresponde a las siglas de la asignatura, Uk es la unidad de conocimiento, A1 es el número de actividad, el cual debes sustituir considerando la actividad que se realices, XX son las primeras letras de tu nombre, Y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.

### **Autorreflexiones**

Para la parte de **autorreflexiones** debes responder las *Preguntas de Autorreflexión* indicadas por tu docente en línea y enviar tu archivo. Cabe recordar que esta actividad tiene una ponderación del 10% de tu evaluación.

Para el envío de tu autorreflexión utiliza la siguiente nomenclatura:

AFI2\_Uk\_ATR\_XXYZ, donde AFI2 corresponde a las siglas de la asignatura, Uk es la unidad de conocimiento, XX son las primeras letras de tu nombre, y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.



## Cierre de la unidad

En esta unidad se han estudiado las bases de la Anatomía y Fisiología del Aparato Digestivo, en donde has identificado la anatomía y fisiología del sistema digestivo.

En esta unidad, has logrado reconocer las estructuras que forman parte del tubo digestivo alto, bajo, y las funciones de cada órgano y órganos anexos del sistema digestivo, am través de los esquemas y modelos anatómicos, para reconocer sus características y funciones en el proceso de digestión de los alimentos indispensable para el nutriólogo para comprender lo que sucede al ingerir los alimentos hasta su metabolismo.



Para saber más



Chávez P. (2012). Anatomía y Fisiología de la boca

[Video] Disponible en

<https://www.youtube.com/watch?v=a10cBBqrzWo>



Facultad de Ciencias Médicas. (2019, 20 de mayo).

ANATOMÍA: Aparato Digestivo - Parte 1 [Video].

YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=eVr6gyX7p7Q>



Zapata D. (2013). *El proceso de digestión. Tomado de viaje al interior del cuerpo humano* [Video] Disponible

en: <https://www.youtube.com/watch?v=69FGWsLyHwU>



## Fuentes de consulta



### Básicas

- Ascencio, P.C. (2012). *Fisiología de la nutrición*. México: McGraw-Hill  
[https://books.google.com.mx/books?id=Y3OEBgAAQBAJ&pg=PA38&lpg=PA38&dq=Agua,+sodio,+potasio,+lisoizima,+lipasa+y+amilasa+salival&source=bl&ots=bk\\_btR5WCJ&sig=q5gSkPH0-b6-hjANRLrTLWzn\\_IM&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjm0urtgvDKAhWJQyYKHACFAxAQ6AEIOTAF](https://books.google.com.mx/books?id=Y3OEBgAAQBAJ&pg=PA38&lpg=PA38&dq=Agua,+sodio,+potasio,+lisoizima,+lipasa+y+amilasa+salival&source=bl&ots=bk_btR5WCJ&sig=q5gSkPH0-b6-hjANRLrTLWzn_IM&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjm0urtgvDKAhWJQyYKHACFAxAQ6AEIOTAF)
- Drake, R., Vogl, W. y Mitchell, A. (2009). *Anatomía de Gray*. Barcelona: Elsevier.
- Drucker, R. (2005). *Fisiología médica*. México: Manual Moderno.
- Hall, J. y Guyton, A. (2007). *Compendio de fisiología médica* (12ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Netter, F. (2011). *Atlas de anatomía humana* (5ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Quiroz, F. (2007). *Anatomía humana*. (Volumen 1). México: Porrúa
- Saladin K. (2013). *Anatomía y fisiología*. La unidad entre forma y función. México: Mc Graw Hill. Retomado de:  
<https://books.google.com.mx/books?id=dViNCgAAQBAJ&pg=PA955&dq=Capa+muscular+externa+compuesta&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi635X75d7KAhUS5GMKHZ9gB7AQ6wEIITAB>

### Complementarias

- Forte, John G., Soll Andrew (1989) "Handbook of Physiology"; Cell Biology of Hydrochloric Acid Secretion; (Biología celular de la secreción del ácido clorhídrico). Retomado de:  
[http://www.livestrong.com/es/papel-del-acido-info\\_9202/](http://www.livestrong.com/es/papel-del-acido-info_9202/)
- Gil, A. (2010) *Tratado de Nutrición. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición* (2ª ed.). México: Panamericana. Histología-2. Aparato digestivo. Tema 9: Cavidad bucal y



orofaringe (s.f.) Retomado de

[http://wzar.unizar.es/acad/histologia/textos/TemasHistologia\\_II/2\\_04\\_ApDigestivoTubo.pdf](http://wzar.unizar.es/acad/histologia/textos/TemasHistologia_II/2_04_ApDigestivoTubo.pdf)

Intestino delgado y absorción (s.f.) Retomado de

<http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/IntestinoDelgado.htm>

Intestino grueso (s.f.) Retomado de:

<http://www.profesorenlinea.com.mx/Ciencias/IntestinoGrueso.htm>

Laguna, R. y Claudio, V. (2007). *Diccionario de nutrición y dietoterapia* (5ª ed.). México: McGraw-Hill.

Marin. J. (s.f). *Anatomía y Semiología. Duodeno*. Retomado de

<http://drmarin.galeon.com/duodeno.htm>

Pérez, L. D. (s.f.). Para qué sirve el bazo. Instituto Biológico de la Salud. Retomado de:

<http://www.institutobiologico.com/seminarios/bazo.htm>

*Salud y bienestar* (2016). *Funciones del ciego*. Retomado de <http://lasaludi.info/ciego-de-funciones.html>

Tortora, G. y Derrickson, B. (2006). *Anatomía y fisiología humana* (11ª ed.). Madrid:

Panamericana.