

Composición química de los alimentos

VERONICA MARIA LOPEZ PEREZ

Red Tercer Milenio

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

VERONICA MARIA LOPEZ PEREZ

RED TERCER MILENIO



AVISO LEGAL

Derechos Reservados © 2012, por RED TERCER MILENIO S.C.

Viveros de Asís 96, Col. Viveros de la Loma, Tlalnepantla, C.P. 54080, Estado de México.

Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio, sin la autorización por escrito del titular de los derechos.

Datos para catalogación bibliográfica

Verónica María López Pérez

Composición química de los alimentos

ISBN 978-607-733-122-3

Primera edición: 2012

Revisión editorial: Eduardo Durán Valdivieso

DIRECTORIO

Bárbara Jean Mair Rowberry
Directora General

Rafael Campos Hernández
Director Académico Corporativo

Jesús Andrés Carranza Castellanos
Director Corporativo de Administración

Héctor Raúl Gutiérrez Zamora Ferreira
Director Corporativo de Finanzas

Ximena Montes Edgar
Directora Corporativo de Expansión y Proyectos

Índice

Índice.	I
Índice de tablas	VI
Introducción	VIII
Mapa conceptual	IX
Unidad 1. Los alimentos y sus funciones.	1
Objetivo	2
Temario	2
Mapa conceptual	3
Introducción	4
1.1 Definición de alimento	5
Actividad de inicio de tema	5
Actividad de cierre de tema	8
1.2 Definición de bromatología	8
Actividad de inicio de tema	8
Actividad de cierre de tema	10
1.3 Propiedades de los alimentos	10
Actividad de inicio de tema	10
1.3.1 Propiedades nutricionales	12
1.3.2 Propiedades funcionales	14
Actividad de fin de tema	17
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	18
Unidad 2. El proceso digestivo	20
Objetivo	21
Temario	21
Mapa conceptual	22
Introducción	23
2.1 Anatomía del aparato digestivo	24
Actividad de inicio de tema	24
Actividad de fin de tema	28
2.2. Fisiología del aparato digestivo	28
Actividad de inicio de tema	28
2.2.1 Regulación nerviosa y endócrina del aparato digestivo	31
Actividad de cierre de tema	32
2.3 Química de la digestión	32
Actividad de inicio de tema	32
Actividad de fin de tema	37
2.3.1 Las enzimas y las digestión	34
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	37

Unidad 3. Los alimentos y su relación con la salud y la enfermedad	41
Objetivo	42
Temario	42
Mapa conceptual	43
Introducción	44
3.1 Concepto de salud y enfermedad	45
Actividad de inicio de tema	45
3.1.1 Concepto de salud	45
3.1.2 Concepto de enfermedad	46
3.1.3 Nociones básicas de nutrición	46
Actividad de cierre de tema	48
3.2 Enfermedades relacionadas con los alimentos	48
Actividad de inicio	48
3.2.1 Enfermedades de origen psicológico	50
3.2.2 Intolerancias alimenticias	56
3.2.3 Enfermedades de origen biótico transmitidas por alimentos	58
3.2.4 Intoxicaciones alimenticias	62
Actividad de cierre de tema	65
Actividad de autoevaluación y afirmación de conocimientos	66
Unidad 4. Carbohidratos	68
Objetivo	69
Temario	69
Mapa conceptual	70
Introducción	71
4.1 Clasificación de carbohidratos	72
Actividad de inicio de tema	72
4.1.1 Monosacáridos	75
4.1.2 Oligosacáridos	76
4.1.3 Tecnología y propiedades de azúcares	78
4.1.4 Polisacáridos	78
Actividad de fin de tema	83
Actividad de autoevaluación y afirmación de conocimientos	84
Unidad 5. Lípidos	86
Objetivo	87
Temario	87
Mapa conceptual	88
Introducción	89
5.1 Clasificación de los lípidos	90
Actividad de inicio de tema	90
5.1.1 Grasas y aceites	92
5.1.2 Triglicéridos	92
5.1.3 Ácidos grasos	93
Actividad de cierre de tema	97
5.2 Emulsiones	97
Actividad de inicio de tema	97

5.2.1 Algunas emulsiones de importancia gastronómica	98
Actividad de cierre de tema	99
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	100
Unidad 6. Proteínas	101
Objetivo	102
Temario	102
Mapa conceptual	103
Introducción	104
6.1 Aminoácidos	105
Actividad de inicio de tema	105
Actividad de cierre de tema	107
6.2 Péptidos y proteínas	108
Actividad de inicio de tema	108
6.2.1 Clasificación y propiedades de las proteínas	109
6.2.2 Requerimientos de proteínas	111
6.2.3 Desnaturalización de las proteínas	112
6.2.4 Alteraciones de las proteínas	112
Actividad de cierre de tema	113
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	114
Unidad 7. Vitaminas	116
Objetivo	117
Temario	117
Mapa conceptual	118
Introducción	119
7.1 Vitaminas liposolubles	120
Actividad de inicio de tema	120
Actividad de cierre de tema	124
7.2 Vitaminas hidrosolubles	124
Actividad de inicio de tema	124
Actividad de cierre de tema	132
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	133
Unidad 8. Minerales	134
Objetivo	135
Temario	135
Mapa conceptual	136
Introducción	137
8.1. Macroelementos	138
Actividad de inicio de tema	138
Actividad de cierre de tema	141
8.2 Microelementos y oligoelementos	141
Actividad de inicio de tema	141
Actividad de cierre de tema	145
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	146
Unidad 9. Agua	147

Objetivo	148
Temario	148
Mapa conceptual	149
Introducción	150
9.1 Estructura química y características físicas del agua	151
Actividad de inicio de tema	151
9.1.1 El agua como disolvente	155
Actividad de cierre de tema	158
9.2 Actividad acuosa, humedad y estabilidad de los alimentos	159
Actividad de inicio de tema	159
Actividad de cierre de tema	161
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	162
Unidad 10. Leche y productos lácteos.	163
Objetivo	164
Temario	164
Mapa conceptual	165
Introducción	166
10.1 Composición y propiedades de la leche	167
Actividad de inicio de tema	168
Actividad de cierre de tema	170
10.2 Productos lácteos de importancia gastronómica	170
Actividad de inicio de tema	170
10.2.1 Productos lácteos fermentados	171
10.2.2 Queso	172
10.2.3 Crema	174
10.2.4 Mantequilla	174
10.2.5 Helado	175
Actividad de cierre de tema	176
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	177
Unidad 11. Cereales y derivados	178
Objetivo	179
Temario	179
Mapa conceptual	180
Introducción	181
11.1 Composición y propiedades de los cereales	182
Actividad de inicio de tema	182
11.1.1 Trigo, clasificación, estructura y derivados	185
11.1.2 Otros cereales de importancia gastronómica	189
Actividad de cierre de tema	192
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	193
Unidad 12. Carne y productos cárnicos	195
Objetivo	196
Temario	196
Mapa conceptual	197
Introducción	198

12.1 Estructura, composición y características de la carne	199
12.1.1 Carne de vacuno	202
12.1.2 Carne de cerdo	203
12.1.3 Carne de pollo y huevo	205
12.1.4 Productos cárnicos	206
Actividad de cierre de tema	206
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	207
Unidad 13. Pescados y mariscos	208
Objetivo	209
Temario	209
Mapa conceptual	210
Introducción	211
13.1 Estructura y tipos de pescados	212
Actividad de inicio de tema	212
Actividad de cierre de tema	216
13.2 Mariscos	217
Actividad de inicio de tema	217
Actividad de cierre de tema	218
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	219
Unidad 14. Frutas y hortalizas	220
Objetivo	221
Temario	221
Mapa conceptual	222
Introducción	223
14.1 Frutas: tipos, valor nutricional y derivados	224
Actividad de inicio de tema	224
Actividad de cierre de tema	227
14.2 Hortalizas y legumbres: tipos, valor nutricional y derivados	227
Actividad de inicio de tema	227
Actividad de cierre de tema	230
Actividad de autoevaluación y reafirmación de conocimientos	231
Anexos	232
Bibliografía	245

Índice de tablas

Clasificación de los alimentos	6
Etapas del desarrollo de la bromatología	9
Efecto de las hormonas gastrointestinales	31
Factores endógenos y exógenos de obesidad	49
Clasificación de carbohidratos	73
Características de los polisacáridos	78
Clasificación de algunos polisacáridos de acuerdo con sus fuentes naturales y funciones	78
Clasificación de algunas gomas	82
Clasificación de los lípidos por su estructura química	90
Ácidos grasos saturados	92
Ácidos grasos insaturados más comunes en alimentos	93
Ácidos grasos esenciales	94
Estructura de los aminoácidos esenciales y no esenciales	105
Clasificación de las proteínas	108
Oligoelementos importantes para el organismo	143
Balance de agua en el humano	149
Tipos de queso	171
Composición química de los cereales	183
Especies acuáticas de importancia comercial	210
Clasificación de las frutas	223
Clasificación de las hortalizas	227

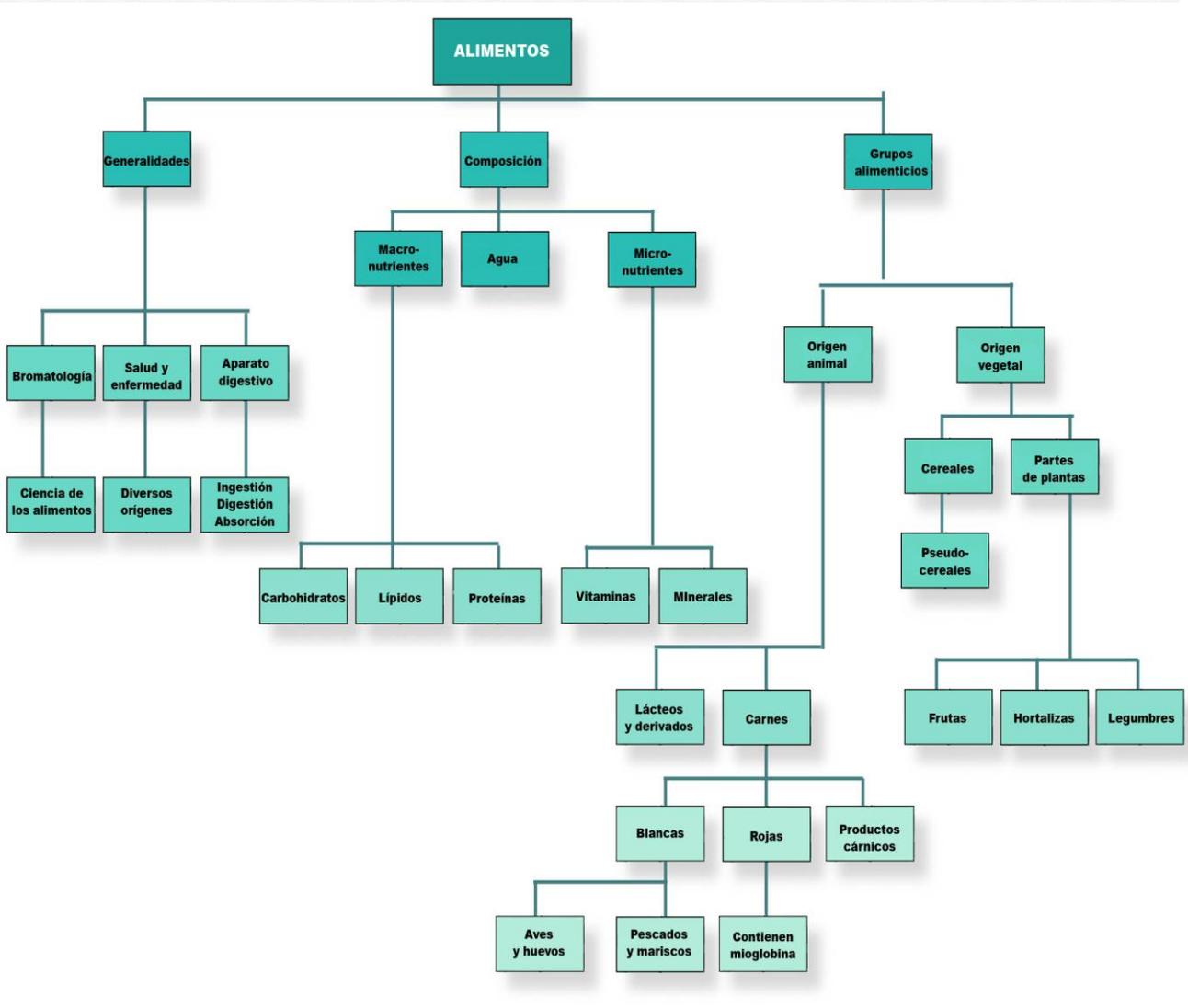
Introducción

El género humano, por naturaleza es gregario; desde sus inicios como especie, ha existido una cohesión social inherente a la formación de familias. A través de la convivencia, el hombre diversifica su cultura y costumbres, como aquellas relacionadas con la manera de conseguir, distribuir y degustar los alimentos. Los alimentos forman parte de la complejidad del desarrollo de las culturas a través del tiempo. Conforme las sociedades han ido evolucionando, también lo han hecho los métodos de producción y elaboración de los alimentos en las diferentes regiones.

Así pues, los alimentos no sirven únicamente para satisfacer una necesidad fisiológica vital, sino también son un medio para acercar a las personas, para abrir círculos de convivencia.

La gastronomía es un área de conocimiento que vincula la preparación de los alimentos con esta necesidad de acercamiento de las personas, a través de la creación de espacios propios para ello. El presente libro es básico y fundamental para que el especialista en gastronomía conozca, además de algunos aspectos relacionados con la anatomía y fisiología del aparato digestivo y aquellas enfermedades relacionadas con el manejo de los alimentos, las características básicas de los nutrimentos y nutrientes por grupos, además de los grupos de alimentos más importantes para manejarlos adecuadamente, evitando las pérdidas por manejos inadecuados de materia prima y el mejor aprovechamiento en pos de crear platillos sanos, nutritivos y con excelentes cualidades sensoriales.

Mapa Conceptual



Unidad 1

Los alimentos y sus funciones



<http://www.bebeguaia.net/wp-content/uploads/2009/05/romanesco.jpg>

Unidad 1 Los alimentos y sus funciones

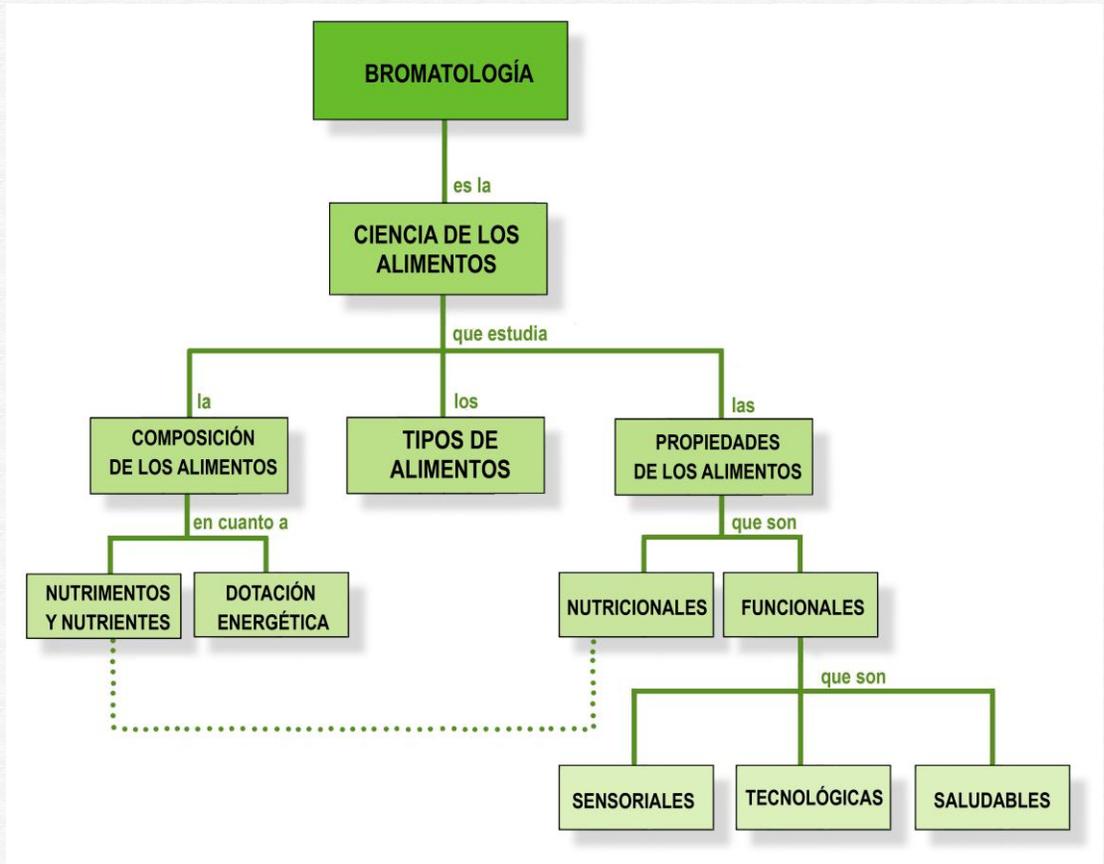
OBJETIVO

El alumno identificará e interpretará lo que son los alimentos, sus propiedades e importancia a partir de la información estudiada en la unidad.

TEMARIO

- 1.1. Definición de alimento
- 1.2. Definición de bromatología
- 1.3. Propiedades de los alimentos
 - 1.3.1. Propiedades nutricionales
 - 1.3.2. Propiedades funcionales

MAPA CONCEPTUAL

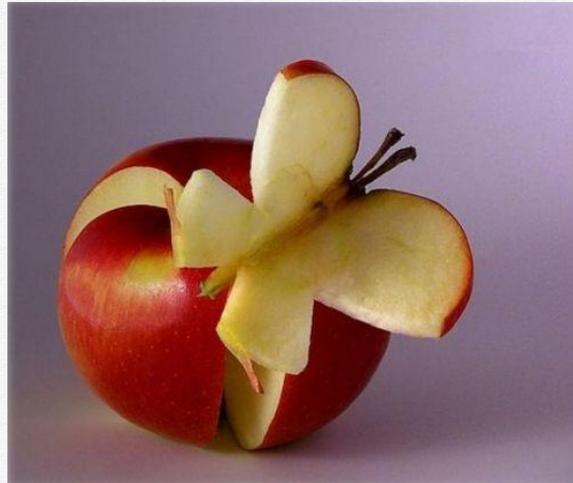


INTRODUCCIÓN

¿Hablar de alimentos es lo mismo que hablar de nutrición? Muchas personas creen que cuando se alimentan, se nutren. Aunque ambos términos están estrechamente relacionados entre sí, no se trata de lo mismo.

Los alimentos son sistemas complejos que contienen, entre otras cosas, sustancias nutritivas que cumplen con el papel de aportar elementos esenciales para que el cuerpo se mantenga saludable; además, los alimentos son un soporte energético para el organismo. Sin embargo, existen también una serie de características que convierten a los alimentos en algo apetecible, valor fundamental en la industria alimentaria, ya que en realidad no comemos únicamente para nutrirnos o para saciar nuestro apetito, sino por el puro placer de hacerlo, y en algunos casos, para suplir carencias psicológicas.

Esta unidad expone desde la definición de alimento y la ciencia que se encarga de estudiar a los alimentos, hasta el estudio de las propiedades de los alimentos tanto nutricionales como funcionales, cuyo conocimiento es fundamental para cualquier profesional que se desenvuelva en el estudio y manejo de los alimentos sin importar la perspectiva desde la cual lo haga.



¹ <http://www.pimpandhost.com/media/image/3/9/5/8/39584/2/c/a/0/2ca04518c77421925190489c48f08c83.jpg>

1.1 DEFINICIÓN DE ALIMENTO



Actividad de inicio de tema

Al principio se escribirán en el pizarrón las palabras que se relacionan con el concepto de alimento y se discutirá brevemente si estas palabras están vinculadas con la definición de alimento o si pertenecen a las características que tienen los alimentos, la utilidad de éstos o a sus propiedades. Posteriormente, cada quien escribirá en su cuaderno una definición personal de lo que es alimento y se leerán algunas definiciones anotando en el pizarrón las ideas principales expuestas en el grupo, atendiendo a las definiciones leídas. Al final se creará una definición general, misma que a lo largo del tema se completará o corregirá. De igual forma con las palabras escritas, se reevaluará si están ubicadas en la categoría correcta.



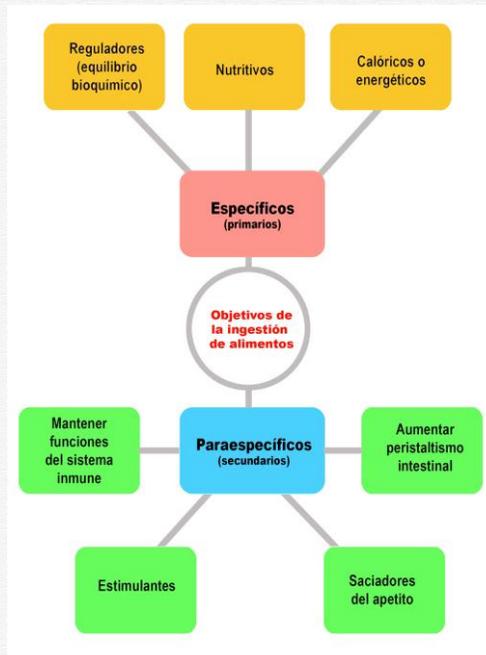
Glosario

Características organolépticas:

Propiedades de los alimentos que son percibidas por los sentidos.

Alimento se define, desde el punto de vista nutricional, como todo producto natural o transformado que por sus componentes químicos y **características organolépticas** puede ser ingerido para calmar el hambre, satisfacer el apetito y aportar los nutrientes que el organismo requiere para mantenerse sano, ya que gracias a él, se desarrollan correctamente los procesos bioquímicos que sostienen la vida²⁻³

Existen, sin embargo, algunas sustancias que se ingieren sin fines nutricionales, por lo que en algunas bibliografías se considera como alimento cualquier sustancia, mezcla de sustancias o producto que se ingiere como hábito o costumbre. Se distinguen dos fines u objetivos por los que se ingieren los alimentos: los específicos o primarios que se relacionan con el mantenimiento del organismo y los paraespecíficos o secundarios que tienen que ver con beneficios adicionales proporcionados por la ingestión de los alimentos. El siguiente diagrama especifica dichos fines:



² José Bello G, *Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos*, pp. 20-25.

³ Rolando Salinas, *Alimentos y nutrición. Introducción a la bromatología*, pp. 4, 5.

Los alimentos se clasifican en 6 grupos principales, atendiendo a diferentes características:

Clasificación de los alimentos Por su tratamiento

Primarios: Sin transformación.

Transformados: Modificados por procesos tecnológicos.

Preparados: Que se han tratado para facilitar su consumo (cocinado).

Por su origen

Vegetales: Que provienen de organismos autótrofos.

Animales: Que provienen de organismos heterótrofos.

Minerales

Por sus posibilidades de conservación

No perecederos: azúcar, leguminosas.

Semiperecederos: algunas frutas y verduras.

Perecederos: carnes y huevos.

Según su valor nutritivo

Primera categoría: carnes, huevos (aportan proteínas y lípidos).

Segunda categoría: lácteos (aportan carbohidratos, proteínas y lípidos).

Tercera categoría: aceites y grasas (aportan lípidos).

Cuarta categoría: legumbres, cereales y derivados (aportan carbohidratos y proteínas).

Quinta categoría: verduras y frutas (aportan carbohidratos).

Sexta categoría: azúcares y derivados (aportan carbohidratos).

Séptima categoría: bebidas (aportan agua).

Por su consistencia

Duros.

Semiblandos.

Blandos.

Viscosos.

Fluidos.⁴

Desde el punto de vista del **Codex Alimentarius** que dicta las normas básicas para clasificar los alimentos se tienen los siguientes grupos:

- ☛ **Alimentos formulados:** Obtenidos por mezclas de diversos ingredientes. Pueden ser reestructurados (que tienen la apariencia de alimentos ya existentes, como las hamburguesas de

⁴ Claudia Kuklinski, *Nutrición y bromatología*, pp. 7-11.



Glosario

Aditivos:

.Son sustancias que se agregan intencionalmente a los alimentos mejorar sus características organolépticas y mejorar su elaboración y/o conservación. Dentro de los aditivos están los colorantes, espesantes, saborizantes, etcétera.

Bacteria patógena:

microorganismo capaz de producir enfermedades como el cólera o la neumonía y que suele ser combatido mediante el uso de antibióticos.

Codex Alimentarius:

Creado en 1962, es un conjunto de normas alimentarias, códigos de prácticas y directrices destinadas a proteger al consumidor y facilitar el comercio. Es una organización conjunta entre la FAO y la OMS (organismos de la ONU) con sede en Roma.

- soya), enriquecidos (con sustancias nutritivas agregadas), funcionales (o nutracéuticos que son derivados de ingredientes naturales, como el yogurt), de bajo contenido de algún componente o propiedad (como los bajos en sodio o colesterol).
- ☞ **Alimentos “light” o ligeros:** son aquellos que tienen un referente en el mercado, contienen menos del 30% del valor energético del producto de referencia y por ley lo manifiestan en el etiquetado.
- ☞ **Alimentos dietéticos o de régimen:** son elaborados con fórmulas autorizadas que cumplen con estándares nutricionales y se usan para complementar o sustituir la alimentación habitual.
- ☞ **Alimentos reequilibrados:** Se modifica su composición para ajustar su equilibrio nutricional.
- ☞ **Alimentos “biológicos”:** Que no han sido tratados durante su producción.
- ☞ **Alimentos “naturales”:** A los que no se les ha agregado ningún **aditivo**.
- ☞ **Alimento impropio:** Que se elaboró con algún procedimiento no autorizado, no está adecuadamente madurado o bien que no se encuentra en los hábitos de los consumidores.
- ☞ **Alimento adulterado:** Es aquel al que se le ha variado su composición de manera fraudulenta o bien para corregir defectos o alteraciones.
- ☞ **Alimento falsificado:** Que no tiene la composición declarada o que simula a otro.
- ☞ **Alimento alterado:** Que ha sufrido cambios en su composición por mala conservación; a veces solamente varía su apariencia, volviéndola indeseable, aunque no esté descompuesto.
- ☞ **Alimento contaminado:** Que contiene **bacterias patógenas**, sustancias químicas radioactivas, toxinas o parásitos capaces de provocar enfermedades, aunque al ser ingeridos no provoquen daño (la simple presencia de estas sustancias, aún en pequeñas cantidades lo clasifican así),
- ☞ **Alimento nocivo:** Es el que al ser consumido por cierto tiempo puede producir trastornos al organismo.⁵

Existe otra clasificación de acuerdo con el punto de vista comercial y tecnológico. En ésta se consideran 9 grupos a saber:

- ☞ **Productos frescos:** No han sido procesados pero es preciso mantenerlos en cámaras refrigeradas entre 0 y 10 °C como las carnes y derivados.
- ☞ **Productos apertizados:** Alimentos sometidos a esterilización comercial en envases cerrados. A veces se mantienen refrigerados como método adicional de conservación.
- ☞ **Productos congelados:** Son aquellos que se mantienen en excelentes condiciones si primero se ultracongelan (congelación instantánea) y se mantiene una adecuada cadena de frío.
- ☞ **Productos envasados al vacío o en atmósferas modificadas:** Generalmente se aplica a vegetales frescos que una vez lavados, cortados y preparados, se envasan al vacío o bien en atmósferas de nitrógeno, bióxido de carbono u oxígeno.

⁵ Claudia Kuklinski, *Nutrición y bromatología*, pp. 4 y 5.



¿Sabías qué?

El confitero francés Appert (1749-1841) descubrió un método para conservar alimentos sometiéndolos a un tratamiento térmico dentro de un recipiente cerrado. Dicho método es el antecedente del método actual de enlatado de alimentos.

- ☞ **Productos tratados con calor y vacío:** En este grupo se encuentran los platos esterilizados que contienen mayoritariamente verduras y los platos pasteurizados que se aplican a preparaciones que no toleran esterilización.
- ☞ **Productos texturizados:** Son la base de productos simulados o análogos de los convencionales, por ejemplo la proteína de soya texturizada que imita carne.
- ☞ **Platos preparados:** Estos se encuentran clasificados en 3 subclases: cocinados para consumo inmediato (que se mantienen calientes ya preparados), cocinados (que se mantienen en refrigeración ya preparados para ser consumidos después en frío o caliente), precocinados (que se consumen después de un cocinado adicional).
- ☞ **Alimentos cómodos:** Van desde los alimentos totalmente preparados y que requieren ser calentados en el horno de microondas hasta otros que requieren que se les añada algún ingrediente antes de calentarse.
- ☞ **Alimentos con fines o características peculiares:** En esta gama entran los llamados alimentos saludables.⁶



Actividad de cierre de tema

Para una mejor comprensión y asimilación de temas se recomienda elaborar un mapa semántico (o mental) en el cual se resuman las ideas principales relacionadas con el tema estudiado. Hay que recordar que dicho mapa es una organización gráfica en categorías de la información estudiada o leída en donde la idea principal va al centro del organizador y las categorías secundarias se ubican radialmente, y de las cuales se generan subramificaciones para las categorías o detalles complementarios. Se sugiere elaborarlo en una hoja carta o doble carta y con diferentes colores para cada ramificación.

1.2. DEFINICIÓN DE BROMATOLOGÍA



Actividad de inicio de tema

En el cuaderno se trazaré un cuadro llamado SQA que consta de tres columnas, la primera “S” corresponde al encabezado “Lo que sé”; la segunda columna “Q” corresponde al encabezado “Lo que quiero saber” y la tercera columna “A” llevará el encabezado “Lo que aprendí”, de la siguiente forma:

LO QUE SÉ	LO QUE QUIERO SABER	LO QUE APRENDÍ

En este momento, antes de comenzar el tema, y sin consultar el texto, cada quien escribirá en la primera columna qué sabe acerca de:

- a) ¿Qué es la bromatología?
- b) ¿Qué ciencias tienen relación con la bromatología?
- c) ¿Desde cuándo se desarrolló la bromatología?
- d) ¿Para qué existe la bromatología?

⁶ José Bello G, *Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos*, pp. 29-36.

En la segunda columna, se escribirán las dudas o incógnitas que se tienen acerca del tema.

La tercera columna se queda sin llenar en este momento.

Se sugiere tomar unos minutos para compartir algunas ideas plasmadas en el cuadro.

Etimológicamente la palabra bromatología proviene de las palabras griegas *bromatos* que significa alimento y *logos* que significa tratado o estudio, entonces literalmente bromatología es estudio de los alimentos. Esta ciencia también es conocida como ciencia de los alimentos. Es la disciplina que abarca el estudio de los alimentos desde todos los puntos de vista posibles: composición, estructura, función, valor nutritivo, características higiénico-sanitarias, fabricación, calidad, almacenamiento, conservación, análisis y legislación. Existen al menos siete ciencias relacionadas con la bromatología y son:

- ☞ **Química y bioquímica de alimentos:** Estudian la composición, estructura y propiedades de los alimentos como los cambios y reacciones que ocurren en ellos cuando son procesados.
- ☞ **Microbiología de alimentos:** Estudia los microorganismos beneficiosos para crear nuevos productos alimenticios (quesos, vinos, etc.) así como los perjudiciales que por ser patógenos pueden causar enfermedades. Esto se relaciona directamente con la higiene de los alimentos.
- ☞ **Toxicología de los alimentos:** Estudia aquellas sustancias presentes en los alimentos o que se producen en ellos después de ser sometidos a tratamientos y que pueden causar daño al ser humano.
- ☞ **Análisis de alimentos:** Determina cuantitativa y cualitativamente la composición de los alimentos a través de métodos químicos para determinar la calidad de éstos, y detecta fraudes, adulteraciones y falsificaciones.
- ☞ **Tecnología de alimentos:** Determina procesos que transforman los alimentos siempre dentro de estándares legales y parámetros de calidad preestablecidos.
- ☞ **Dietética:** Se encarga de elaborar los menús que satisfagan los requerimientos nutricionales de los grupos de población o personas a quienes se dirigen los productos alimenticios.
- ☞ **Nutrición:** Se ocupa de las relaciones establecidas entre los alimentos y el organismo, que se producen a través de la alimentación.⁷

Se distinguen tres etapas en la historia de la ciencia de los alimentos, mismas que se resumen en el siguiente cuadro:

Etapas del desarrollo de la bromatología **Eta**pa naturalista

Visión terapéutica del alimento.

Abarca desde la época de Hipócrates en el siglo V a.C. hasta el siglo XVIII.

Se creía en la existencia de un único nutriente universal. En esta etapa también destacan Celsus (53 a. C.- 7 d. C.), Galeno (170-200) y Paracelso (1493-1591).

⁷ José Bello G, *Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos*, p 5

Etapa químico-analista

El alimento simplemente aporta nutrientes. Esta etapa se divide a su vez en dos periodos:

- Etapa en la que el interés se centraba en el **aporte calórico** de los alimentos. Antoine de Lavoisier (1743-1794) inicia esta etapa con sus estudios de la combustión, pensando en que los alimentos tienen cierto valor energético.
- Etapa en la que existe interés en la **composición del alimento**: Destaca la determinación cuantitativa del nitrógeno orgánico por Kjeldahl (1849-1900) que hoy en día es una técnica muy importante en la química analítica.

Etapa tecnológico- legal

Se desarrolla durante todo el siglo XX. Se manifiestan avances tecnológicos para la conservación de los alimentos y la creación de leyes para evitar fraudes y mejorar la calidad sanitaria de los alimentos. En esta etapa destacan Nestlé (1814-1890) que obtuvo productos industrializados derivados de la leche y Pasteur (1822-1895) que aplicó el método de esterilización que lleva su nombre.⁸



¿Sabías qué?

Paracelso (Theophrastus Bombastus von Hoenheim (1493-1541)) fue uno de los alquimistas más reputados y reconocidos y se le considera el padre de la iatroquímica o química medicinal. Sostenía que en todo alimento existían conjuntamente nutrientes y venenos. Los primeros eran usados por el organismo mientras que los segundos se eliminaban en las excretas.

La bromatología tiene cinco objetivos principales en la era actual:

- ☞ Conocer mejor las necesidades alimentarias de los grupos de población más vulnerables para crear productos más adecuados a dichas necesidades.
- ☞ Investigar a fondo los aspectos toxicológicos relacionados con la producción de nuevos alimentos con tecnologías modernas aunados con la calidad sanitaria de los mismos.
- ☞ Profundizar en el estudio de las técnicas culinarias de tal manera que se preserven al máximo las propiedades nutricionales de los alimentos y se mantengan las condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos dedicados a este sector.
- ☞ Estudiar las asociaciones entre alimentos de tal manera que resulte en una mejora nutricional del conjunto en lugar de un desequilibrio dietético-nutricional.
- ☞ Educar a la sociedad en temas relacionados con la alimentación: nutrición, higiene y calidad de los alimentos.⁸



Actividad de cierre de tema

Completar el cuadro SQA, escribiendo en la columna "A" (lo que aprendí) qué ideas principales se aprendieron durante el estudio del tema. Al final, se puede hacer una puesta en común entre los miembros del grupo, para aclarar, si es que existen, términos confusos o ideas incompletas.

1.3. PROPIEDADES DE LOS ALIMENTOS



Actividad de inicio de tema

Antes de iniciar la lectura del siguiente extracto de artículo, reflexiona personalmente o en grupo, según lo disponga el docente:

1. ¿Es posible que un alimento tenga propiedades terapéuticas (curativas)?
2. ¿Qué se entiende por alimento funcional?

⁸ José Bello G, *Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos*, pp. 4-8.

8. *Idem.*, pp. 12, 13,

Lee el artículo marcando las partes más importantes del texto. Al finalizar plantea:

- Tres preguntas que se contesten literalmente (que la respuesta está dentro del texto).
- Tres preguntas que no sean literales (que la respuesta se deduzca del texto pero que no esté directamente en él).
- Tres preguntas que surjan como resultado de la lectura y que sería interesante investigar.

Una vez planteadas las preguntas, se sugiere organizar una discusión grupal para responderlas y obtener conclusiones.

Los alimentos funcionales: Importancia y aplicaciones

Introducción

La principal función de la dieta diaria es aportar los nutrientes necesarios para satisfacer las necesidades nutricionales de las personas. Cada día existen más pruebas científicas que indican que ciertos alimentos, y algunos de sus componentes tienen efectos físicos y psicológicos beneficiosos. En la actualidad, la ciencia de la nutrición ha evolucionado a partir de conceptos relacionados con evitar las deficiencias de nutrientes y conservar el soporte nutricional básico. Las investigaciones se han centrado en la identificación de componentes biológicamente activos en los alimentos, que mejoren las condiciones físicas y mentales, y reduzcan el riesgo de contraer enfermedades. Muchos productos alimenticios tradicionales, como las frutas, las verduras, la soya, los granos enteros (Trigo, Avena, Centeno, etc.) y la leche contienen componentes que pueden resultar beneficiosos para la salud. Además, se están desarrollando nuevos alimentos que añaden o amplían estos componentes, por las ventajas que suponen para la salud y sus convenientes efectos psicológicos.

Definición

El concepto de alimentos funcionales nació en Japón. En los años 80, las autoridades sanitarias japonesas se dieron cuenta que para controlar los gastos sanitarios generados por la mayor esperanza de vida de la población anciana, había que garantizar también una mejor calidad de vida. Se introdujo este concepto de alimentos desarrollados específicamente para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades.

Generalmente, se considera que se trata de alimentos que se consumen como parte de una dieta normal y contienen componentes biológicamente activos. Algunos ejemplos de alimentos funcionales, son los que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, aquellos a los que se han añadido sustancias biológicamente activas, como los fotoquímicos u otros antioxidantes, y los probióticos, que tienen cultivos vivos de microorganismos beneficiosos.

¿Por qué necesitamos los alimentos funcionales?

En el mundo ha aumentado considerablemente el interés de los consumidores por conocer la relación que existe entre la dieta y la salud. Hoy en día, los consumidores reconocen en mayor medida, que llevar un estilo de vida sano, incluida la dieta, puede contribuir a reducir el riesgo de padecer enfermedades y dolencias, y a mantener el estado de salud y bienestar.

La necesidad de contar con alimentos que sean más beneficiosos para la salud, también se ve apoyada por los cambios socioeconómicos y demográficos que se están dando en la población. El

aumento de la esperanza de vida, que tiene como consecuencia el incremento de la población anciana y el deseo de gozar de una mejor calidad de vida, así como el aumento de los costos sanitarios, han potenciado que los gobiernos, los investigadores, los profesionales de la salud y la industria alimenticia busquen la manera de controlar estos cambios de forma más eficaz. Ya existen una gran variedad de alimentos a disposición del consumidor, pero en estos momentos la prioridad es identificar qué alimentos funcionales pueden mejorar la salud y el bienestar y reducir el riesgo o retrasar la aparición de importantes enfermedades. Las enfermedades cardiovasculares, diabetes, el cáncer y la osteoporosis se cuentan entre las principales. Si los alimentos funcionales se combinan con un estilo de vida sano, pueden contribuir de forma positiva a mejorar la salud y el bienestar.

Texto de: Julio R. López C. Profesor Asociado. Innovación y Desarrollo de Nuevos Productos. Carrera de Agroindustria. Escuela Agrícola Panamericana "Zamorano" en <http://www.fiagro.org.sv/systemFiles/alimentos%20funcionales.pdf>

Es bien conocido que los alimentos sirven para nutrir al organismo, sin embargo, como ya fue mencionado, un alimento también debe ser algo que apetezca de ser comido, que estimule el apetito por sus propiedades sensoriales. La palatabilidad es el conjunto de factores que reúne un alimento para ser o no apetecido.

Las propiedades atribuidas a los alimentos son nutricionales y funcionales y estas últimas a su vez son organolépticas o sensoriales, tecnológicas y saludables. A continuación se explica cada una de dichas propiedades.

1.3.1. Propiedades nutricionales

Antes de explicar en qué consisten dichas propiedades, cabe aclarar que la nutrición es la ciencia de los alimentos que estudia cómo las sustancias químicas llamadas nutrientes son ingeridas, absorbidas y fijadas en el organismo a través de la dieta. De acuerdo con lo anterior, se establecen las necesidades de nutrientes según el estado fisiológico de cada individuo. La dietética, en cambio, suministra los nutrientes determinando las raciones alimenticias, mismas que se reflejan en una dieta que no es más que las porciones de alimento que se consumen en cada comida; por cierto que una dieta no es necesariamente para adelgazar, como popularmente se cree.

Los nutrientes son sustancias que contiene el alimento, y al ser absorbidas por el tubo digestivo son útiles para el metabolismo; es decir, que sufren digestión (o desdoblamiento) dentro del organismo porque no son susceptibles de ser aprovechados directamente tal como se ingieren. Los nutrientes son los carbohidratos, lípidos y proteínas.

Los nutrimentos en cambio, son sustancias que no necesitan ser digeridos para que se incorporen al organismo, es decir, que se absorben directamente. Estos son los azúcares simples, sales minerales, vitaminas y agua.

El requerimiento energético es la cantidad de energía proveniente de los alimentos que equilibra el desgaste o consumo de energía de un individuo. Si no existe dicho equilibrio, se modifican las reservas



Glosario

Biodisponibilidad:

Parte del nutriente que el organismo digiere, absorbe y utiliza en sus funciones fisiológicas. Se determina en una escala que va del 0 al 100%. El grado de biodisponibilidad de una sustancia depende de su concentración, el tipo de nutriente que se trate, las interacciones que tenga con otras sustancias del alimento y el estado de salud del individuo.

del cuerpo produciendo cambios en la composición corporal o bien en la masa corporal (llamada popular e incorrectamente peso). Los requerimientos energéticos dependen de factores humanos: como el tipo de actividad, edad, sexo, talla corporal, entre otros; factores dietéticos: forma y cantidad de nutrientes y nutrimentos, tipo de tratamiento culinario, etcétera; factores ambientales: clima, humedad ambiental, etcétera.

Los aspectos nutricionales de los alimentos deben considerarse bajo dos puntos de vista:

- ☞ Los nutrientes y nutrimentos que contienen y la **biodisponibilidad** de los mismos.
- ☞ Estabilidad de dichos nutrientes y nutrimentos y cómo se ven alterados por los procesos de los alimentos no solo en la elaboración sino en almacenamiento, distribución, transporte y comercialización.

Las necesidades nutricionales (NN) de un individuo son las cifras relativas a las cantidades de energía y nutrientes que cada persona requiere para mantener su estado de salud. En la práctica se manejan las recomendaciones dietéticas (RD) o las ingestas recomendadas (IR) por individuo y por día. Existen tablas en las que se reflejan las pautas dietéticas recomendadas y que los médicos, nutriólogos y dietistas tienen a su alcance para diseñar dietas adecuadas.

Existen guías alimentarias que organizan a los alimentos por grupos, de acuerdo con su composición fundamental. En México se elaboró una guía que se conoce como el Plato del Bien Comer que presenta los diferentes grupos de alimentos acomodados en círculo, con las proporciones relativas de cada grupo alimenticio recomendadas para tener una alimentación correctamente balanceada. Se elaboró gracias a un comité nacional que emitió un proyecto de Norma Oficial Mexicana (PROY NOM-SSA2-043-1999) después de detectar que existen problemas nutricionales en la población mexicana tanto de desnutrición como de sobrepeso. Cuando se explica el uso de esta gráfica, se comenta la importancia de la combinación y variación de alimentos para tener una dieta completa y equilibrada. Se hace hincapié en que cada comida se debe incluir al menos un alimento de cada uno de los grupos alternándolos constantemente.



¿Sabías qué?

Para equilibrar el balance hídrico, el organismo necesita un aporte de agua que puede provenir de:

1. Bebidas: (1200 mL por día).
2. Agua de los alimentos (900 mL por día).
3. Agua producida por las reacciones en el organismo (300 mL por día).

En el desarrollo de la vida diaria, se pierde agua por diferentes vías:

1. Orina (1300 a 1500 mL por día).
2. Heces fecales: (100 y 200 mL al día).
3. Respiración y sudor (aproximadamente, 800 mL por día).



⁹ <http://img194.imageshack.us/i/tabladenutricin.jpg/>

1.3.2. Propiedades funcionales

Son aquellas que, al margen del valor nutritivo, determinan el comportamiento del alimento y que lo vuelven apetecible y son tres: sensoriales, tecnológicas y saludables.

1. PROPIEDADES SENSORIALES.

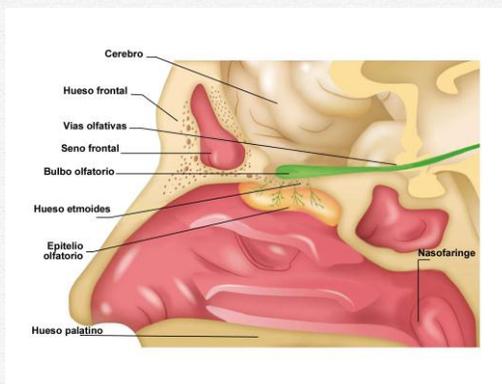
También llamadas organolépticas. Son aquellas que se perciben por los cinco sentidos y por la **percepción somatosensorial**: frío, calor y dolor.

Sin considerar el sentido del gusto, los sentidos nos dan una impresión del alimento que al primer contacto nos permiten establecer un juicio de qué tan adecuado es para ser ingerido.

A través de la vista, percibimos el color, brillo, tamaño y forma del alimento; por el olfato percibimos los componentes odoríferos del producto; por el tacto percibimos la consistencia y a través del oído percibimos sonidos que relacionamos con la textura. Al probar el alimento por medio del gusto, las papilas gustativas nos dan idea del sabor además que con la boca se perciben sensaciones adicionales como temperatura, astringencia, humedad, etcétera.

En la bromatología se distinguen cinco atributos principales que determinan las propiedades sensoriales de los alimentos y son:

- ☛ **Color.** Que se aprecia con el sentido de la vista al ser estimulada por la luz que refleja el alimento que contiene sustancias cromóferas. Un alimento presenta determinada coloración debido a:
 - Presencia de pigmentos naturales.
 - Formación de pigmentos colorantes después de que se llevaron a cabo reacciones químicas enzimáticas.
 - Adición intencional de sustancias colorantes.
 - Efecto de la dispersión de la luz sobre los sistemas fisicoquímicos que contiene un alimento.
- ☛ **Olor.** Son sensaciones recibidas en el epitelio olfativo y el órgano vomeronasal, situados ambos dentro de la cavidad nasal. A continuación se presenta un esquema de la cavidad nasal, para ubicar las partes de la misma y especialmente aquellas relacionadas con el sentido del olfato:



10



Glosario

Percepción somatosensorial:

Conjunto de sensaciones de los músculos y tendones, de movimiento, tacto, presión, dolor, temperatura y viscerales que el sistema nervioso utiliza para identificar la ubicación espacio-temporal del cuerpo y adquirir consciencia física del mismo. El sabor es una percepción somatosensorial que ocurre en la boca.



¿Sabías qué?

Las sustancias **cromóferas** de origen natural de los alimentos se clasifican en dos grupos: 1. Que contiene porfirinas (complejas estructuras en forma de anillo) con metales como la hemoglobina de la sangre (que contiene hierro) y la clorofila (que contiene magnesio) así como sus derivados y 2. Estructuras conjugadas de cadenas largas y anillos sencillos como los carotenoides (de las zanahorias) y las antocianinas (de las moras y zarzamoras) entre otras.

¹⁰ http://www.glamorama.cl/vgn/images/portal/FOTO042005/263506006info13_cavidad_nasal.jpg



Glosario

Sustancia volátil:

Es aquella que tiene un punto de ebullición bajo, es decir, que pasa del estado líquido al gaseoso a temperatura ambiente.

Epiglotis:

Cartílago en forma de hoja con su vértice superior libre y su base implantada en la parte superior y anterior de la glotis. Juntas, epiglotis y glotis forman la laringe. Durante la deglución (tragado) la epiglotis cierra la entrada a la glotis para evitar ahogamiento.

Potenciador de sabor:

Sustancia que generalmente no tiene sabor propio pero potencializa o aumenta el de otros y además intervienen en la sensación de "cuerpo" y viscosidad del alimento en la boca.



¿Sabías qué?

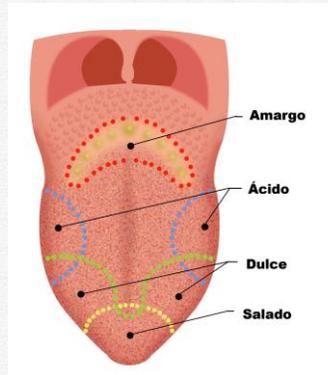
El olfato es primordial en la percepción del gusto. Las moléculas volátiles provenientes de los alimentos estimulan los receptores olfativos por la vía nasal directa y por la vía retro nasal. Los alimentos liberan a su vez, en la saliva, las moléculas "del sabor" que interactúan con los receptores gustativos en la boca conocidos como "botones del gusto" y que consisten en un conjunto de células que reaccionan con todos los sabores. Y que se reconocen posteriormente en el cerebro.

Fuente:

<http://www.parasaber.com/>

La percepción del olor es un estímulo provocado por **sustancias volátiles** que el alimento desprende y se depositan en el epitelio nasal. Un compuesto oloroso necesariamente debe ser volátil para ser percibido por células receptoras que están recubiertas de mucosidad y son activadas cuando la sustancia se disuelve en la capa líquida del epitelio nasal. Los receptores de olor son mucho más potentes que los de sabor puesto que las concentraciones perceptibles son mil veces menores que las necesarias para detectar sabor. El humano puede distinguir de 2000 a 4000 olores diferentes.

Sabor: Sensación resultante de la disolución de las sustancias químicas solubles del alimento en la saliva y que son depositadas en las papilas gustativas. Existen receptores en el paladar blando, en la pared posterior de la garganta, en la **epiglotis** y en mayor abundancia en la lengua. Las papilas gustativas de la lengua pueden percibir cuatro sabores considerados como básicos: dulce, salado, ácido y amargo. El siguiente esquema presenta las zonas de la lengua que perciben dichos sabores:



Existen algunos autores (principalmente orientales) que incluyen un quinto sabor, llamado umami que es como una mezcla de los cuatro sabores básicos y se le asocia con el glutamato monosódico que es un **potenciador de sabores** cárnicos. No se sabe con seguridad qué zonas de la lengua son sus receptores.

Textura: Combinación de la estructura del alimento y sus componentes químicos generando diferentes sistemas fisicoquímicos. La percepción de la textura depende de la actividad de sistemas sensoriales, principalmente de la cinestesia (actividad muscular) que es una combinación de sensaciones de tacto y presión que se perciben en la boca y mandíbulas (encías, músculos, tendones y articulaciones) al fracturar un alimento o modificar su forma en la masticación.

De acuerdo con las sensaciones generadas en la boca por la textura de los alimentos, éstos se clasifican en:

- Líquidos: leche.
- Geles: gelatina.
- Fibrosos: carne.

- Agregados: que son jugosos a la masticación, como algunas frutas.
- Untuosos: suaves al tacto, como la mantequilla.
- Frágiles: papas fritas.
- Vítreos: que se disuelven lentamente en la boca, como los caramelos.
- Esponjosos: miga de pan.¹¹

☞ **Flavor:** Combinación de las experiencias percibidas por los músculos de la boca, los estímulos olfatogustativos y táctiles que permiten que el individuo pueda caracterizar e identificar un alimento. Existen agentes flavorizantes que se añaden a los alimentos para provocar determinadas sensaciones que los vuelven más apetecibles. También se dice que la apariencia del alimento aunada al flavor del mismo genera lo que se llama “flavor visual” que interactúa además con los fenómenos texturales para dar el patrón general de percepción del alimento.

2. PROPIEDADES TECNOLÓGICAS.

Son propiedades que rigen el comportamiento de un sistema alimentario durante su procesado, almacenamiento y preparación. De estos depende que el alimento se conserve adecuadamente. Se clasifican en 3 grupos:



Glosario

Inmiscible:

Sustancia incapaz de mezclarse con otra, por sus propiedades fisicoquímicas. El agua y el aceite son inmiscibles.

Tensoactivo:

Sustancia que permite que dos fases inmiscibles se mezclen y formen una emulsión.

- ☞ **De hidratación.** Tienen que ver con el comportamiento de las macromoléculas con el agua y que se reflejan en la capacidad de retención de agua, solubilidad y viscosidad.
- ☞ **De asociación o estructuración.** Son consecuencia de las interacciones de las macromoléculas entre sí y se reflejan en el poder espesante, gelificación y fijación de aroma, retención de lípidos y adsorción de agua.
- ☞ **De superficies interfaciales.** Son propiedades relacionadas con la actividad de las moléculas que se sitúan en una interfase entre dos sustancias que son **inmiscibles** entre sí y pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas. Como son sistemas inestables, la fase dispersada se reagrupa y se separa de la fase dispersante. Los agentes **tensoactivos** que tienen una parte hidrofílica (afín al agua) y otra hidrofóbica (afín a la grasa) permiten la formación de emulsiones y espumas al situarse en las superficies de las interfases.



Glosario

Flora intestinal:

Bacterias presentes en el intestino delgado (yeyuno e ileón) que participan en la digestión proporcionando al organismo una fuente natural de vitamina K

3. PROPIEDADES SALUDABLES.

Se refieren a la capacidad de los alimentos de proporcionar algún beneficio saludable, como los que se mencionan a continuación:

Dentro de las propiedades saludables, se pueden destacar dos que han estado muy presentes en algunos alimentos en épocas recientes: agentes prebióticos y agentes probióticos:

- ☞ **Agentes prebióticos:** Dado que la **flora intestinal** es importante para la salud, porque completa la digestión de los alimentos a través de fermentaciones que protegen al cuerpo de agentes bacterianos y activan el sistema inmune, los agentes prebióticos son suplementos alimenticios que

⁹ José Bello G, Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos, p 196.

contienen microorganismos vivos benéficos (lactobacilos y bifidobacterias) que mejoran el equilibrio de la flora intestinal y están presentes en los productos lácteos fermentados.

- **Agentes prebióticos:** Algunas veces los microorganismos presentes en los alimentos con agentes prebióticos no sobreviven mucho tiempo en el intestino. Los agentes prebióticos son sustancias que no son degradables por la digestión en el intestino delgado y sirven como sustrato de fermentaciones producidas por bacterias prebióticas estimulando su crecimiento. La mayoría de estos agentes son ciertos oligosacáridos, uno de ellos, actualmente muy utilizado es la inulina.



Actividad de cierre de tema

Ejercicio afirmar-preguntar:

Afirmar: Para hacer más firme el conocimiento se sugiere escribir frases breves, tantas como sea posible acerca del tema estudiado, que reflejen las ideas principales.

Preguntar: Escribir tantas preguntas como sea posible acerca de las dudas o ideas que falta aclarar o ampliar más.

Al final de la actividad, en grupo se lee primero una pregunta, y si alguien tiene una afirmación que la responda, se leerá en voz alta, esta dinámica debe ser rápida y tanto las frases como las preguntas, breves.



Actividad de autoevaluación y afirmación de conocimientos

I. Selecciona la opción que corresponda a cada planteamiento y escríbela en el paréntesis situado a la izquierda.

1. () La clasificación de los alimentos en perecederos, semiperecederos y no perecederos es de acuerdo a:
 - a) El principio alimentario más abundante en su composición.
 - b) Su origen.
 - c) Sus posibilidades de conservación.
 - d) Su consistencia.
2. () Un alimento al que se le ha variado fraudulentamente su formulación es un alimento:
 - a) Falsificado.
 - b) Adulterado.
 - c) Formulado.
 - d) Biológico.
3. () Un alimento enriquecido es un alimento:
 - a) Formulado.
 - b) Dietético.
 - c) Reequilibrado.
 - d) Reestructurado.
4. () Es un fin específico o primario de ingerir alimentos:
 - a) Mantener las funciones del sistema inmune.
 - b) Aumentar el peristaltismo intestinal.
 - c) Saciar el apetito.
 - d) Nutrir al organismo.
5. () Los platos esterilizados pertenecen a la categoría:
 - a) Productos apertizados.
 - b) Platos cocinados.
 - c) Alimentos cómodos.
 - d) Productos tratados con calor y vacío.

II. Relaciona ambas columnas escribiendo la opción correspondiente a cada enunciado en el paréntesis de la izquierda.

6. ()	Ciencia que estudia los microorganismos benéficos y patógenos de los alimentos.	a) Química de los alimentos.
7. ()	Ciencia de los alimentos.	b) Tecnología de alimentos.
8. ()	Ciencia que hace el estudio cuantitativo y cualitativo de la composición de los alimentos.	c) Toxicología.
9. ()	Ciencia que estudia la composición, estructura y propiedades de los alimentos.	d) Bromatología.
10. ()	Ciencia que estudia las relaciones entre los alimentos y el organismo.	e) Higiene.
11. ()	Ciencia que estudia aquellas sustancias que pueden dañar al organismo humano.	f) Microbiología.
12. ()	Disciplina que diseña y determina cómo se procesarán los alimentos.	g) Dietética.
13. ()	Disciplina que elabora los menús según el grupo al que se dirigirán los alimentos ya preparados.	h) Legislación.
		i) Control de calidad.
		j) Nutrición.
		k) Análisis de alimentos.

III. Completa las siguientes frases escribiendo en el renglón la palabra (o palabras) que le den sentido (coherencia).

14. Las sustancias volátiles que despiden los alimentos producen una sensación en el sentido del _____
15. Son sustancias que requieren un proceso digestivo para ser absorbidas por el organismo _____.
16. Es la sensación que resulta de la disolución de sustancias químicas en la saliva y se depositan en receptores específicos en la boca _____.
17. Las sustancias presentes en los productos lácteos fermentados, que además de activar el sistema inmune, reconstituyen la flora intestinal son los _____
18. Es la capacidad de un alimento de proporcionar beneficios a la salud _____
19. Los valores o cifras que indican cuánta energía y nutrientes requiere una persona para estar sana se conocen como _____
20. La guía alimentaria que se usa en México para orientar a la población acerca de qué grupos alimenticios ingerir y la cantidad más adecuada de éstos se conoce como _____
21. Propiedades que rigen el comportamiento de los alimentos al ser procesados son las _____
22. Son sustancias que al ser ingeridas por el organismo no requieren de ser digeridas para ser aprovechadas _____
23. Son propiedades que dan una idea de qué tan apetecible es un alimento para ser ingerido y se perciben por los sentidos _____
24. a la textura de un alimento que al ser masticado desprende jugo, se le clasifica como _____
25. Es la energía que proviene de los alimentos y que compensa el desgaste que un individuo tiene de acuerdo con su edad, sexo, talla, etcétera _____

IV. En tu cuaderno contesta las siguientes preguntas.

26. ¿Es lo mismo un alimento nocivo que uno contaminado? Explica tu respuesta.
27. En la clasificación de alimentos según su valor nutritivo ¿Qué relación tendrán las categorías con la calidad de los alimentos?
28. ¿Qué relación tendrá la etapa químico-analista del desarrollo de la bromatología con los fines primarios de la alimentación (o ingesta alimentaria)?
29. Relaciona los objetivos de la bromatología con las ciencias auxiliares de la misma ¿qué ciencia se encargaría de que cada objetivo se cumpla?
30. ¿Qué importancia tiene conocer las propiedades de los alimentos para el profesional de la gastronomía?

Unidad 2

El proceso digestivo

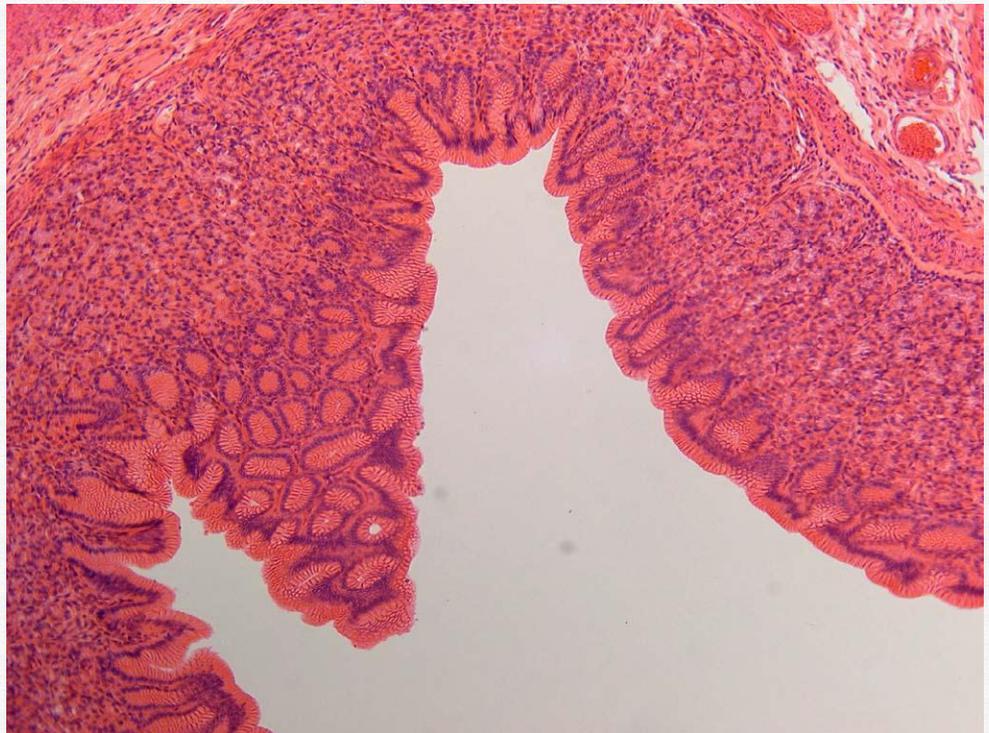


Imagen microscópica de la pared estomacal. Tomada de:<http://sites.google.com/site/anilandro/04400-mundo-microscopico>

Unidad 2. El proceso digestivo

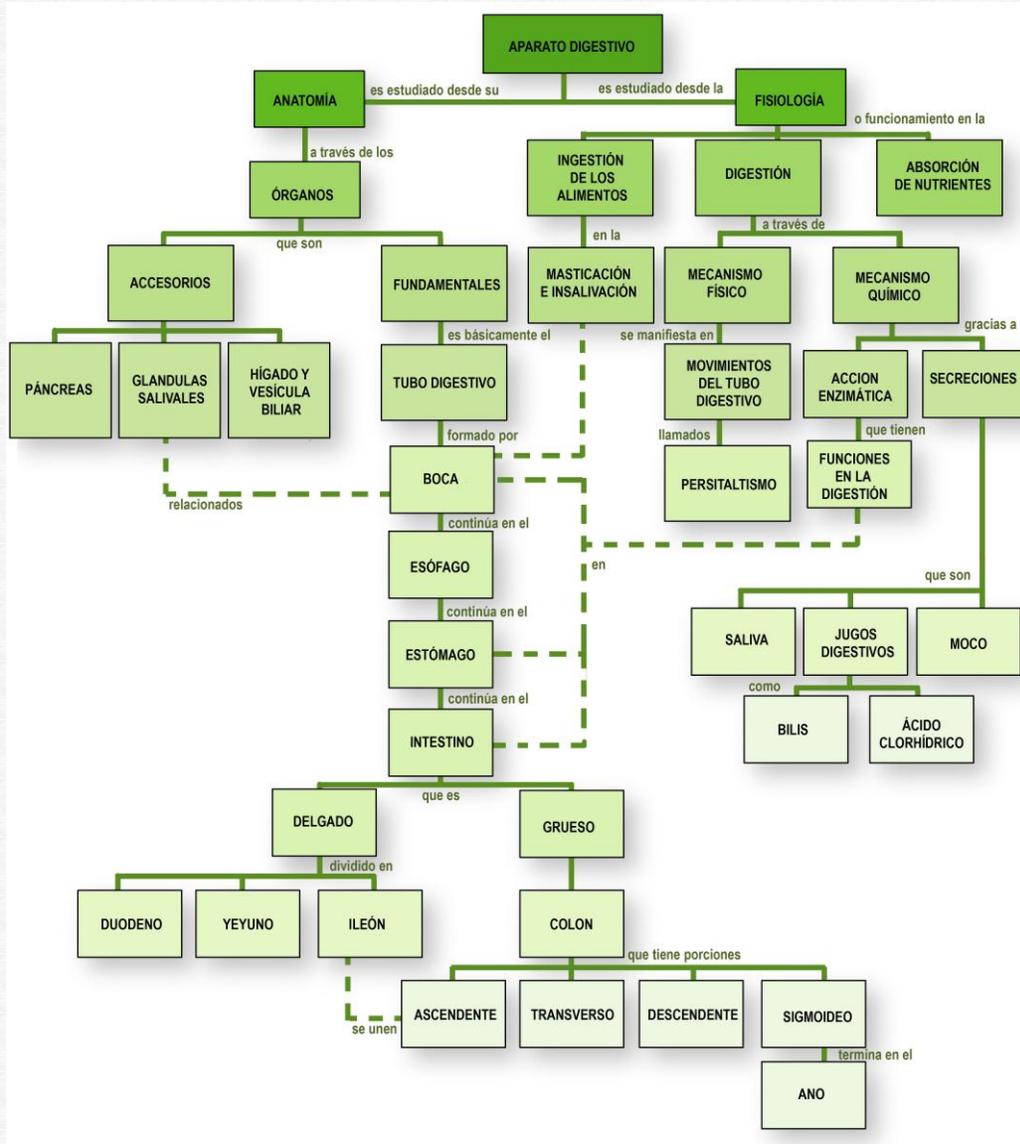
OBJETIVOS

- El alumno identificará las partes del aparato digestivo y explicará su funcionamiento a partir de la información presentada en el texto.
- El alumno reconocerá la importancia del proceso químico de la digestión y distinguirá el efecto de algunas enzimas digestivas y su relación con los macronutrientes de los alimentos como parte fundamental de su cultura gastronómica.

TEMARIO

- 2.1. Anatomía del aparato digestivo.
- 2.2. Fisiología del aparato digestivo.
 - 2.2.1. Regulación nerviosa y endócrina del aparato digestivo.
- 2.3. Química de la digestión.
 - 2.3.1. Las enzimas y la digestión.

MAPA CONCEPTUAL



INTRODUCCIÓN



Glosario

Macronutrientes:

Son los nutrientes fundamentales que proveen la mayor parte de las sustancias que requiere el organismo para sostener sus funciones vitales.

Comer es un acto tan común que pocas veces nos percatamos de que dentro del organismo se están llevando complejas reacciones durante la digestión de los alimentos. La correcta digestión, y por ende la salud del aparato digestivo dependen, en gran parte del tiempo que los alimentos permanecen en cada una de sus partes para que se produzcan mezclas adecuadas entre los jugos digestivos y los alimentos. En este capítulo, además de exponer la anatomía y fisiología del aparato digestivo, se estudiará la química de la digestión, que es regulada por hormonas y ejecutada, en su gran mayoría por enzimas. Al final, se hará un breve recuento de la digestión desde el punto de vista de la degradación de los tres **macronutrientes** más importantes: los carbohidratos, los lípidos y las proteínas.



¹² <http://tuconsultoranatura.files.wordpress.com/2009/03/hoja-con-gota.jpg>

2.1 ANATOMÍA DEL APARATO DIGESTIVO



Actividad de inicio de tema.

Antes de comenzar el tema, cada quien escribirá en su cuaderno las siguientes frases incompletas sin consultar el texto, y en el renglón que está a continuación de cada una de ellas, aquella palabra o palabras que le den coherencia a la idea. Después se hará una breve revisión de lo que cada quien escribió, sin entrar en detalles. Se trata de que al finalizar el tema se revisen nuevamente las ideas planteadas para verificar si estuvieron correctas o no.

1. Las funciones del aparato digestivo son: _____.
2. La boca está recubierta por: _____
3. Al deglutir un alimento pasa directamente a: _____
4. El estómago está ubicado en: _____
5. El intestino delgado está dividido en: _____
6. El intestino grueso se diferencia del delgado en: _____
7. El hígado es la glándula: _____
8. El páncreas se encuentra en: _____

El aparato digestivo recibe los alimentos del exterior, los digiere, absorbe y expulsa los desechos. Está formado por el tubo digestivo que inicia en la boca y termina en el ano y los órganos anexos.

☞ **Boca:** alojada entre los maxilares inferior y superior, se abre por la hendidura de los labios. Se encuentra recubierta casi en su totalidad por la mucosa bucal que es una delgada capa de piel que la protege del exterior. La cavidad oral o istmo de las fauces está delimitada por 6 paredes:

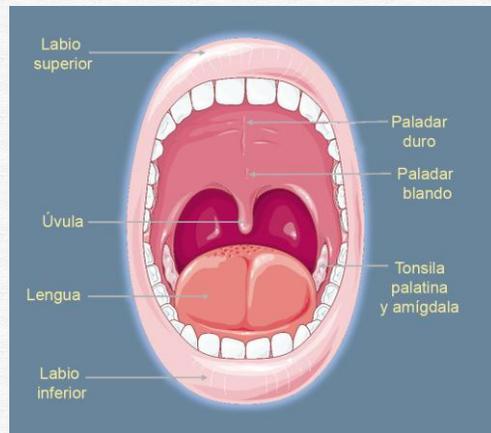
- **Pared superior o paladar:** bóveda formada por la parte anterior (bóveda palatina o paladar duro) con esqueleto óseo y la parte posterior (velo palatino o paladar blando) que es membranosa.
- **Paredes laterales:** delimitada por la parte anterior de las mejillas.
- **Pared anterior:** delimitada por la parte interna de los labios.
- **Pared posterior:** comprende la prolongación del paladar blando que termina en la úvula o campanilla y los arcos que le dan forma acorazonada a la garganta; en esta parte también hay un espacio membranoso en donde se asientan las amígdalas: la tonsila palatina.
- **Pared inferior:** constituye el piso de la boca que está casi totalmente ocupada por la lengua.
- **Dientes:** constituyen una división *virtual* entre los labios y la cavidad bucal y están insertos en las encías, que están formadas por una capa fibromucosa que recubre los maxilares (máxima y mandíbula).



Glosario

Virtual:

Que tiene virtud para producir un efecto, aunque no lo hace realmente. Aparente, no real.



13



Glosario

Esfinter:

Músculo en forma de anillo que abre y cierra el orificio de una cavidad del cuerpo para permitir la salida de un excremento o secreción, o bien, retenerlos.

Mediastino:

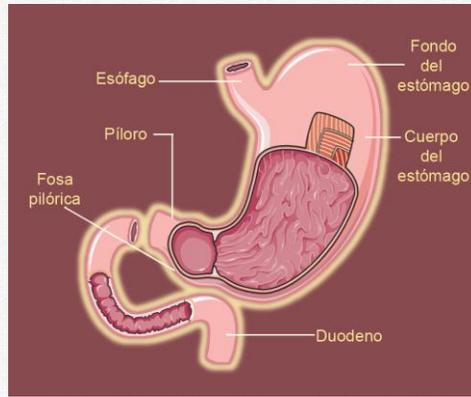
Espacio irregular que hay entre las dos pleuras (membranas que cubren la pared torácica y la superficie de los pulmones) y que divide al pecho en dos partes laterales.

Cápsulas suprarrenales:

Glándulas llamadas también adrenales que están situadas arriba de los riñones y que participan en muchos procesos de defensa y metabolismo; algunas de sus secreciones son la adrenalina, epinefrina, norepinefrina, angiotensina, etcétera

- ☞ **Faringe:** conocida como garganta. Está situada detrás de las fosas nasales, boca y laringe. Se extiende desde la base del cráneo hasta casi la base del cuello, a la altura de la sexta vértebra cervical y se prolonga en el esófago. Está formada por tres porciones: rinofaringe, laringofaringe y orofaringe revestidas de un tejido mucoso de transición entre las mucosas respiratoria y digestiva.
- ☞ **Esófago:** Es un conducto muscular que mide alrededor de 24 cm. de longitud. Cruza el cuello por detrás de la tráquea y corre junto con ella penetrando el tórax, desciende verticalmente en el **mediastino** posterior, por detrás del corazón atravesando el diafragma y terminar a la altura de la décima primera vértebra dorsal en el **esfinter** u orificio cardinal del estómago (llamado también cardias).
- ☞ **Estómago:** Es la porción más dilatada del tubo digestivo. Su forma en general es más o menos la de una "J". Tiene una capacidad que, dependiendo de la talla del individuo va de 1000 a 2000 mL. y se ubica en la parte superior izquierda de la cavidad abdominal. Tiene una cara anterior convexa que da hacia el peritoneo, su cara posterior se relaciona con el espacio en el que se ubican el bazo, riñón, **cápsula suprarrenal** y páncreas. Ambas caras, anterior y posterior, se unen por una curvatura menor y otra mayor. La curvatura mayor colinda con el bazo y el colon transverso y la menor, enmarca la región que une el tubo digestivo al hígado a través de tres conductos: la arteria hepática, la vena porta y el conducto colédoco por el que pasan las secreciones hepáticas. La sección superior del estómago se llama fondo y toca al diafragma, la parte inferior es donde termina la curvatura mayor, en cuya cauda continúa el intestino delgado a través de un orificio llamado píloro.

¹³ Imágenes del aparato digestivo tomadas todas de <http://www.servier.com/Smart/SlideKit.aspx?id=730>

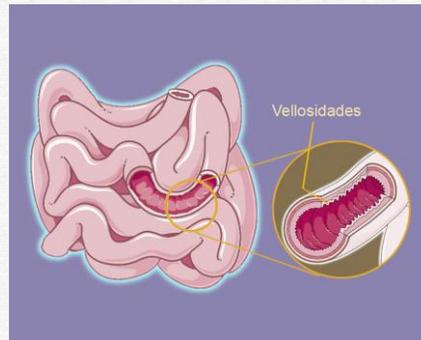


¿Sabías qué?

La única función vital del estómago es la secreción de una sustancia llamada *factor intrínseco* que es un polipéptido necesario para que se pueda absorber la vitamina B₁₂ (cianocobalamina) en la parte final del íleon. Dicha vitamina es indispensable para promover la maduración de los glóbulos rojos en la médula ósea. La falta de este factor genera anemia perniciosa.

- **Intestino delgado:** Es un tubo de 2.5 cm. de diámetro por 6-7 metros de longitud aproximada y se divide en una porción fija llamada duodeno y otra móvil formada por el yeyuno e íleon.

El duodeno, que está unido al estómago por el píloro, tiene forma de “c” y rodea al páncreas. Detrás de él está el riñón derecho, la aorta y las venas cava inferior y porta, al frente es cruzada por el colon transverso. El yeyuno-íleon ocupa casi toda la cavidad abdominal y está replegado sobre sí mismo formando numerosas asas en forma de “u”. Desemboca en el intestino grueso en un punto llamado ciego, a través de la unión angular ileo-cecal.



¿Sabías qué?

El apéndice no tiene función en el proceso digestivo; tiene nódulos linfáticos que, al igual que las amígdalas sirven como defensa del organismo. La apendicitis, que es una enfermedad común debe ser atendida inmediatamente, ya que puede comprometer la vida.

- **Intestino grueso:** También llamado colon, es la porción final del tubo digestivo. Mide alrededor de 1.5 m de longitud y tiene un calibre aproximado de 6 cm. A diferencia del intestino delgado que es liso, éste presenta abolladuras o haustras y está recorrido por tres fibras llamadas tenias o cintas longitudinales.

El colon inicia en la sección ilíaca derecha por un saco llamado ciego, donde también se encuentra el apéndice, después sube hasta la cara inferior del hígado; en ese tramo se llama colon ascendente. Después se dobla formando la flexura cólica derecha que continúa como colon transverso, llega hasta la base del bazo formando la flexura cólica izquierda iniciando entonces el colon descendente que llega hasta la cresta ilíaca derecha formando el colon sigmoideo o colon ílio-pélvico a la altura de la tercera vértebra sacra para desembocar en el recto.



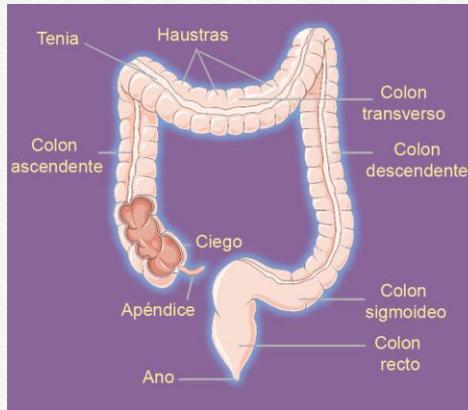
Glosario

Cóccix:

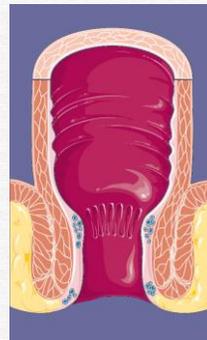
Hueso de los vertebrados que carecen de cola, formado por las últimas vértebras y que está articulado con el hueso sacro.

Sacro:

Hueso situado en la parte inferior de la columna formado por 5 vértebras soldadas entre sí y que con otros huesos, forma la pelvis.



Recto: Tiene aproximadamente 13 cm. de longitud. En la parte pélvica se adapta a la forma del hueso **sacro** y enfrente del **cóccix** se dobla y termina en un segmento estrecho conocido como conducto anorrectal que inicia en la ampolla rectal y termina en el orificio anal o ano, donde el revestimiento mucoso del intestino se transforma en piel.



Anexos del aparato digestivo.

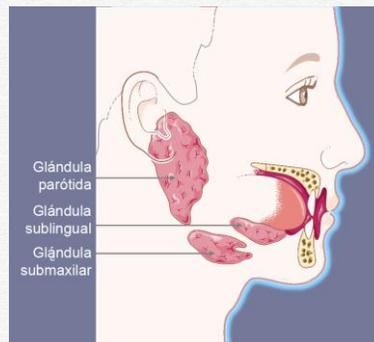


Glosario

Glándula:

Órgano que produce secreción que se vierte a través de la piel, de las mucosas o bien, al torrente sanguíneo.

Glándulas salivales: Se encuentran anexas a la boca y son las encargadas de producir la saliva. Se dividen en grandes y pequeñas, las pequeñas están distribuidas en toda la boca mientras que las grandes o mayores se distribuyen en pares y son tres: las parótidas, submandibulares o submaxilares y sublinguales.



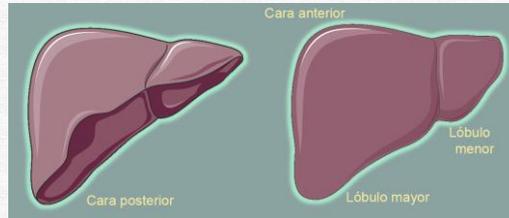
Hígado: Es la **glándula** más voluminosa del cuerpo humano con forma semiovoide que mide aproximadamente 24 cm. de longitud transversal, 16 cm. en sentido dorsoventral y 8 cm. de espesor. Se encuentra ubicado debajo del diafragma, del lado superior derecho del abdomen. Presenta dos lóbulos: el derecho que es el más grande y colinda con el colon, duodeno, riñón y



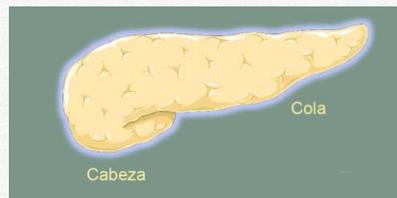
¿Sabías qué?

Los cálculos biliares están formados principalmente de colesterol, que es insoluble en agua y agrupa a las sales biliares. Cuando se produce un exceso de moco en la vesícula biliar, se forma un sedimento que impide el vaciado correcto y el taponamiento del conducto hacia el duodeno (el colédoco) generando fuertes dolores.

cápsula suprarrenal mientras que el izquierdo cubre el segmento abdominal del esófago y parte del estómago. Tiene una función muy compleja en el organismo, ya que interviene en el metabolismo general de manera muy importante.



- ❏ **Vesícula biliar:** La bilis, proveniente del hígado se vierte a través del conducto hepático común hacia la vesícula biliar que es un reservorio en forma de bolsita cónica que tiene capacidad de entre 30 y 100 mL de bilis.
- ❏ **Páncreas:** Es una glándula en forma de martillo con una parte voluminosa que está rodeada por el duodeno. La cola, que es una porción delgada, termina en una región cercana al bazo. El producto de su secreción externa es el jugo pancreático que se vierte en la segunda porción del duodeno por un par de conductos.



Actividad de cierre de tema.

Además de revisar las frases incompletas de inicio de tema, se recomienda elaborar un crucigrama con el nombre de los órganos del aparato digestivo incluyendo además sus divisiones, cuando las hay. Puede llevarse a cabo esta actividad en parejas, y una vez que hayan elaborado la cuadrícula, la intercambiarán con otro equipo junto con la lista de las definiciones. Al terminar, la cuadrícula deberá ser revisada y corregida por el equipo que la elaboró originalmente.

2.2 FISIOLÓGIA DEL APARATO DIGESTIVO



Actividad de inicio de tema.

Contestar por escrito las preguntas previas que se presentan a continuación sin consultar el texto y al finalizar el tema se revisarán para corregirlas o contestar dudas.

1. ¿Cuáles son las principales funciones del aparato digestivo?
2. ¿Qué nombres recibe el alimento según la parte en la cual se encuentra dentro del aparato digestivo?
3. ¿Qué son los movimientos peristálticos?
4. ¿En qué parte del aparato digestivo se lleva a cabo la absorción de nutrientes?
5. ¿Para qué sirve el hígado?
6. ¿Qué función tiene el estómago?



Glosario

Contracción:

Movimiento por el que se acorta o estrecha, en este caso, un órgano

Evacuar:

Es la acción de expulsar o expeler el excremento u otras secreciones. Vaciar.

Regurgitación:

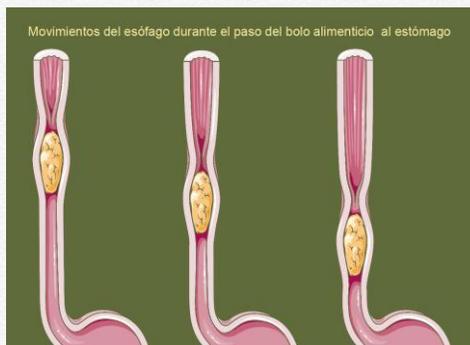
Expeler por la boca sin esfuerzo o vómito sustancias sólidas o líquidas contenidas en el esófago o estómago.

Las funciones del aparato digestivo son:

- ☞ **Motilidad:** tiene relación con el movimiento de los alimentos a través del tubo digestivo en la ingestión, masticación, deglución y peristaltismo que propiamente mueve el alimento a través de **contracciones** rítmicas.
- ☞ **Secreción:** que es de dos tipos:
 - **Secreciones exócrinas:** agua, jugo gástrico, jugos biliar y pancreático que contienen enzimas digestivas, entre otras sustancias.
 - **Secreciones endócrinas:** hormonas reguladoras de los procesos digestivos.
- ☞ **Digestión:** fragmentación o división de los alimentos en unidades pequeñas para ser absorbidos.
- ☞ **Absorción:** es el paso de las unidades fundamentales de los alimentos a la sangre.
- ☞ **Almacenamiento y eliminación:** se trata de un paso intermedio de los alimentos donde son almacenados en lo que se procesan, como es el caso de los residuos antes de ser **evacuados**.¹⁴

La masticación de los alimentos los mezcla con saliva (insalivación), proceso que los ablanda y forma el bolo alimenticio. En seguida ocurre la deglución o tragado que es una actividad involuntaria regulada por 25 pares de músculos de la boca, faringe, laringe y esófago.

Una vez en el esófago, el alimento se mueve por el peristaltismo que contrae por detrás y relaja por delante del bolo al esófago a una velocidad aproximada de 2 a 4 cm./s. La función del esfínter gastroesofágico o cardias es evitar que el contenido del estómago **regurgite** hacia el esófago.



En el estómago, el bolo alimenticio se convierte en quimo, una pasta semilíquida de aspecto lechoso y turbio, gracias a las contracciones estomacales que baten el alimento mezclándolo con las secreciones gástricas producidas por la mucosa gástrica y que están compuestas de moco, ácido clorhídrico, enzimas y hormonas como la serotonina, gastrina, histamina y somatostatina.

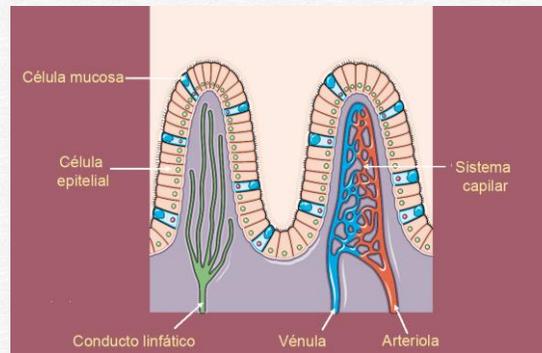
Posteriormente, en el duodeno el quimo se mezcla con el jugo pancreático y la bilis en donde se convierte en quilo; al pasar al yeyuno ocurre la absorción de nutrientes gracias a los plegamientos de la mucosa intestinal, las vellosidades y las microvellosidades (ilustradas en la imagen) que están recubiertas de células que producen moco.



¿Sabías qué?

El jugo gástrico es extremadamente ácido, su pH va de 0.8 a 2. Cuando el quimo sale del estómago y se mezcla en el duodeno con el jugo pancreático y la bilis, entre otras sustancias, se neutraliza, ya que estos jugos tienen un pH aproximado de 8.

¹⁴ Stuart Ira Fox, *Fisiología humana*, p 599

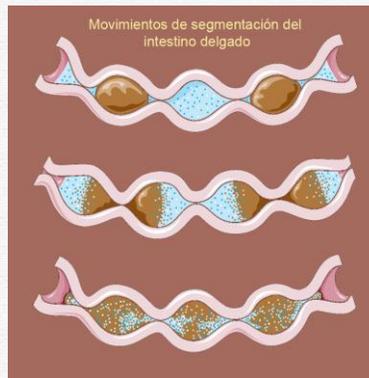


En este órgano se producen contracciones de dos tipos: peristáltica o de propulsión y de mezcla o de segmentación, las primeras son mucho más lentas que en el esófago y estómago mientras que las segundas constituyen la principal actividad contráctil del intestino delgado y transportan el quilo a través de él. Una vez absorbidas las sustancias nutritivas, el quilo llega al intestino grueso, donde se producen las heces fecales. El intestino grueso tiene células secretoras de moco, pero no tiene vellosidades para absorber nutrientes, sin embargo, sí recupera agua y electrolitos del quilo, así como algunas vitaminas gracias a la presencia de la flora intestinal.



¿Sabías qué?

Los movimientos de segmentación del intestino delgado son de cuatro tipos: regularmente espaciados, como los de la ilustración, aislados que son poco frecuentes, irregularmente espaciados, que generan espacios de diferentes tamaños y débiles e irregularmente espaciados que son síntoma de alguna enfermedad.



Después de la absorción de los electrolitos y del agua, el material de desecho pasa al colon recto, generando un aumento en la presión rectal por la contracción longitudinal de los músculos rectales, lo que relaja a su vez el esfínter anal externo, generando entonces el reflejo de la defecación. La expulsión ocurre gracias a las contracciones de los músculos esqueléticos abdominales y pélvicos que impulsan las heces a través del ano.

Durante la digestión el hígado y el páncreas juegan funciones de vital importancia, sin embargo, como son principalmente en el aspecto químico de la digestión, se detallarán un poco más adelante. Por ahora mencionaremos las funciones hepáticas más importantes:

- ☞ Destoxificación de la sangre transformando sustancias tóxicas en derivados menos tóxicos y excretando moléculas a la bilis.
- ☞ Metabolismo de carbohidratos convirtiendo la glucosa sanguínea en glucógeno y grasa, produciendo glucosa a partir del glucógeno hepático y otras moléculas, secreción de glucosa a la sangre.

- ☞ Metabolismo de lípidos, sintetizando triglicéridos y colesterol, secretando colesterol en la bilis.
- ☞ Síntesis de proteínas, entre ellas factores de coagulación y transporte.
- ☞ Secreción de bilis y sales biliares así como pigmento biliar.¹⁵

2.2.1 Regulación nerviosa y endócrina del aparato digestivo

Los mecanismos de control a través de los sistemas nervioso y endócrino regulan la actividad del aparato digestivo. La parte endócrina se refiere a las hormonas que regulan el sistema gastrointestinal. La siguiente tabla resume los efectos de las hormonas gastrointestinales en cada parte del tubo digestivo:

Efectos de las hormonas gastrointestinales

Secretada por:	Hormona	Efectos
Estómago	Gastrina	Estimula la secreción de ácido clorhídrico por las células parietales, estimula la secreción de pepsinógeno y mantiene la estructura de la mucosa gástrica.
Intestino delgado	Secretina	Estimula la secreción de agua y bicarbonato en el jugo pancreático, potencia las acciones de la colecistoquinina.
Intestino delgado	Colecistoquinina	Estimula la contracción de la vesícula biliar, estimula la secreción de las enzimas del jugo pancreático e inhibe la motilidad y secreción gástrica.
Intestino delgado	Péptido inhibidor gástrico	Inhibe la motilidad y secreción gástrica, estimula la secreción de insulina en el páncreas.
Intestino grueso	Péptido afin al glucagon y guanilina	Inhibe la motilidad y la secreción gástrica, estimula la secreción de insulina en el páncreas, estimula la secreción intestinal de cloro provocando la eliminación de cloruro de sodio y agua en las heces. ¹⁶



Glosario

Distensión:

Causar una tensión o estiramiento violento en tejidos o membranas.

La función gástrica a nivel de sistema nervioso es regulada a través de la acción de los nervios y las hormonas. Para su estudio se divide en tres fases, las cuales se resumen a continuación:

- ☞ **Fase cefálica:** ocurre al ver, oler y saborear un alimento, ya que se estimulan los núcleos del nervio vago en el cerebro, el cual incita a su vez la secreción de ácido, directamente, a través de las células parietales (efecto principal) e indirectamente, a través de la estimulación de la secreción de la hormona gastrina (efecto secundario).

¹⁵ Stuart Ira Fox, *Fisiología humana*, p 615

¹⁶ Idem 15, p 621

- ☞ **Fase gástrica:** la **distensión** del estómago por la ingestión de alimentos activa al nervio vago, que estimula a su vez la secreción ácida, la cual también es incitada por la presencia de los aminoácidos y péptidos en el estómago. La secreción de ácido se regula mayoritariamente por la secreción de gastrina y en menor medida, por la estimulación directa de las células parietales.
- ☞ **Fase intestinal:** Se presenta una inhibición nerviosa del vaciamiento gástrico y de la secreción de ácido: la llegada del quimo al duodeno genera un estímulo que inhibe la actividad gástrica, incluyendo la secreción ácida.¹⁷



Actividad de cierre de tema.

Para revisar este tema y el anterior, se recomienda elaborar un organizador gráfico tipo mapa conceptual, en el que se incluya un breve texto explicando la función de cada órgano. Si es de utilidad, se pueden apoyar en el esquema que está al final de la unidad. Este organizador se completará al terminar la unidad con textos que expliquen además la parte química de la digestión.

2.3 QUÍMICA DE LA DIGESTIÓN



Actividad de inicio de tema.

Antes de leer el siguiente artículo, cada estudiante escribirá en su cuaderno cuáles son sus hábitos alimenticios, es decir: a qué hora acostumbra ingerir sus alimentos, cuánto tiempo le toma hacer una comida, cuántas comidas hace al día, y si tiene algún problema digestivo: acidez, gastritis, colitis, estreñimiento, etcétera. Posteriormente, leerá el artículo y escribirá una conclusión relacionada con la manera en que sus hábitos al alimentarse favorecen o no sus la digestión adecuada de los alimentos y propondrá un plan para mejorar su manera de comer (tiempos para comer y modos de hacerlo).

Cómo nos afecta la mala digestión

No sólo es importante la calidad de los alimentos que comemos, sino como los digerimos y absorbemos.

Para que los alimentos sean digeridos completamente, no dejen ningún residuo tóxico y no interfieran con los procesos metabólicos, cada enzima y jugo digestivo deben ser segregados en la cantidad adecuada y en el momento preciso y la pared intestinal debe encontrarse en un buen estado de salud.

Si esto no es así, se produce una mala digestión o una mala absorción de los alimentos, lo que puede estar relacionado con una infinidad de problemas de salud, ya que no sólo somos lo que comemos sino que somos lo que absorbemos de nuestra dieta.

La mala digestión

Teóricamente, el proceso digestivo tendría que producirse con rapidez y eficacia para obtener el máximo valor nutritivo de los alimentos que consumimos. Si la digestión es lenta, los alimentos no digeridos pueden fermentar en el tracto digestivo, lo que produce malestar y una ineficiente absorción de los nutrientes. El término dispepsia hace referencia a la sensación de dificultad para realizar adecuadamente la digestión. Los síntomas más comunes son ardor, dolor en el centro del pecho, pesadez de estómago, sabor ácido en la boca, eructos, náuseas y sensación de que la comida viene a la boca (reflujo). Los síntomas pueden ser debidos a múltiples causas entre ellas la úlcera de estómago, la esofagitis por reflujo, las comidas muy pesadas, la toma de alcohol, el consumo excesivo de tabaco o la toma de algunos fármacos como los antiinflamatorios.

Las causas de la mala digestión:

¹⁷ Idem 15, p 622

- **Mala masticación:** La masticación cumple una función muy importante en el proceso digestivo. Si no se mastica bien, se perjudica la digestión y se reduce la eficacia de las otras etapas del proceso digestivo.
- **Comer demasiado:** Cuanto mas comas, el sistema digestivo tendrá menos posibilidades de hacer una digestión completa.
- **Beber grandes cantidades de líquido con las comidas:** el líquido diluye las secreciones (ácido, enzimas y bilis) que son responsables del proceso digestivo. La dilución de estas secreciones perjudica la eficacia de la función que cumplen e interrumpe el proceso digestivo.
- **Comer tarde:** los procesos digestivos dejan de funcionar hacia el final del día, por lo que comer a última hora es una causa común de problemas digestivos.
- **Estrés:** Es bien sabido que el estrés perjudica el proceso digestivo. Escasez de ácido estomacal o de secreción de enzima digestiva: Algunos individuos no producen la cantidad suficiente de ácido estomacal y/o enzimas digestivas que les permitan hacer una digestión normal.

Consecuencias de una mala digestión.

- **Falta de energía:** los alimentos mal digeridos no son absorbidos por el torrente sanguíneo. Por lo tanto, gran parte de dichos alimentos queda en el intestino en lugar de ser transportadas a las células para generar energía.
- **Deficiencias nutritivas:** Las vitaminas y los minerales esenciales para la vida provienen de la alimentación, por lo que es muy probable que la mala digestión y absorción de los alimentos produzca deficiencias nutritivas múltiples. Tales deficiencias pueden tener consecuencias de gran alcance y a largo plazo, desde cansancio hasta un mayor riesgo de sufrir afecciones cardíacas y cáncer.
- **Malestar digestivo:** Si el sistema digestivo es ineficaz, los alimentos no digeridos o digeridos en forma parcial pueden fermentar en el intestino. Esto puede provocar gases -eructos y flatulencias- así como hinchazón y dolor abdominal.
- **Alteración del movimiento de los intestinos:** la mala digestión genera constipación o flojedad intestinal y a veces una combinación de ambas.

¿Que es la indigestión?

Indigestión es el término que se usa para describir el malestar abdominal que sentimos después de comer. Cuando hay dolor, suele situarse en la parte superior del abdomen. Otros síntomas comunes son náuseas, hinchazón y eructos en exceso. La indigestión en general es consecuencia de una gastritis (una inflamación del recubrimiento del estómago), o una úlcera en el estómago o en el duodeno. Los factores que contribuyen a una indigestión son el exceso o la escasez de acidez estomacal, una masticación inadecuada y la ingesta de gran cantidad de comida.¹⁸

La parte química de la digestión se lleva a cabo a través de secreciones de diversas sustancias que facilitan las funciones de los órganos y que son reguladas en el cerebro.

Primeramente, explicaremos las funciones de algunas secreciones y después, nos centraremos en el estudio de las enzimas digestivas como una particularidad de la química de la digestión.

A lo largo del tubo digestivo, existen distintas glándulas secretoras que tienen funciones enzimáticas y lubricantes. Gran parte de las secreciones digestivas se producen como respuesta a la presencia de alimentos en el organismo y son reguladas por la cantidad y naturaleza de las sustancias que componen dicho alimento.

☞ **Moco:** es una secreción que se produce en distintas partes del tubo digestivo y tiene 6 funciones:

¹⁸ <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/maladigestion.htm>

- Es suficientemente adherente como para fijarse a los alimentos y otras partículas formando una fina capa sobre su superficie.
- Tiene una densidad adecuada para cubrir la pared gastrointestinal y evitar el contacto directo del alimento con la mucosa.
- Es lubricante, así que las partículas se deslizan fácilmente en el epitelio del tubo digestivo.
- Es medio de cohesión entre las partículas fecales formando heces que se pueden eliminar adecuadamente, dando además la sensación de que hubo un correcto vaciado.
- Es resistente a las enzimas.
- Su composición química evita cambios bruscos de acidez y basicidad en el interior del aparato digestivo.



¿Sabías qué?

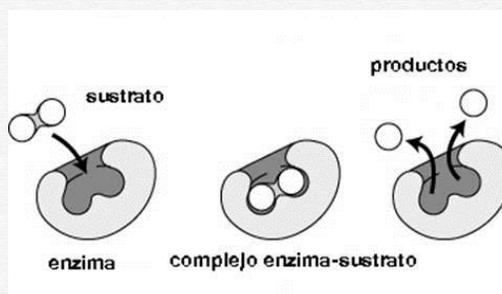
Las secreciones del aparato digestivo, desde la saliva, el jugo gástrico, la bilis y las secreciones intestinales hacen un volumen total aproximado por día de 6700 mL.

- ☞ **Saliva:** Secretada en la boca en cantidades entre 800 y 1500 mL diarios, contiene entre otras cosas sustancias proteicas, una enzimática y una mucosa; ésta última contiene mucina que además de lubricar la boca, la mantiene limpia al arrastrar mecánicamente gérmenes patógenos y destruirlos por la acción de la lisozima y los anticuerpos.
- ☞ **Ácido clorhídrico (HCl):** secretado en el estómago por unas células llamadas parietales. Tiene un grado de acidez (pH) de 0.8 y su función es desnaturalizar proteínas y activar a la enzima pepsina, secretada originalmente como pepsinógeno.
- ☞ **Bilis:** Producida y segregada por el hígado. Contiene pigmento biliar o bilirrubina, producida en el hígado, bazo y médula ósea a partir de la sangre. La bilirrubina se transforma en bilirrubina conjugada y urobilinógeno que le da el color café a las heces y que al ser filtrado en los riñones, le da a la orina su característico color amarillento.

2.3.1 Las enzimas y la digestión

NATURALEZA QUÍMICA DE LAS ENZIMAS

Son proteínas que funcionan como catalizadores biológicos, es decir, que aceleran las reacciones químicas sin sufrir transformaciones en ellas. Las enzimas facilitan que reacciones que ocurren lentamente o no suceden espontáneamente, se lleven a cabo en muy poco tiempo. Las enzimas tienen sitios específicos en los que actúan. Si imaginamos que un candado puede ser abierto solamente por una llave, resulta que ninguna otra llave puede lograrlo; las enzimas son como la llave, sus hendiduras son el sitio activo y el candado es el sustrato o sitio de acción. Cuando el sitio activo de la enzima entra en contacto con el sitio de acción del sustrato, ocurren cambios en éste, y se dice que ha habido una reacción catalizada.



Durante la digestión, las enzimas aceleran la degradación de los alimentos hasta moléculas muy pequeñas para poder ser absorbidas por las células.

Para nombrar a las enzimas, en general se usa la raíz del nombre del sustrato sobre el que actúa la enzima y la terminación *-asa*, por ejemplo, la sacarasa funciona sobre la sacarosa.

CLASIFICACIÓN DE LAS ENZIMAS

Las enzimas se clasifican en 6 clases principales:

- ☞ **Oxidoreductasas:** que intervienen en procesos de oxidación fisiológica.
- ☞ **Transferasas:** Catalizan el cambio de un grupo químico de un sustrato a otro.
- ☞ **Hidrolasas:** Catalizan reacciones hidrolíticas (de ruptura de moléculas) como las enzimas digestivas.
- ☞ **Liasas:** Eliminan grupos químicos.
- ☞ **Isomerasas:** cambian el orden de algunos grupos químicos o la forma de alguna molécula.
- ☞ **Ligasas:** unen moléculas. ¹⁹

FUNCIÓN DE LAS ENZIMAS EN LA DIGESTIÓN

- ☞ **Digestión en la boca.** La parte enzimática de la saliva contiene ptilina, una amilasa que como su nombre lo indica, interviene en la digestión parcial de los almidones, lo cual ocurre en condiciones de acidez neutra. Al llegar al estómago el alimento, la acción de la ptilina se interrumpe por la extrema acidez del jugo gástrico.
- ☞ **Digestión en el estómago.** La pepsina cataliza la hidrólisis o ruptura de los enlaces peptídicos de las proteínas ingeridas, dejando parcialmente digeridas a las proteínas dejándolas parcialmente digeridas. La pepsina no actúa sobre los carbohidratos y lípidos.
- ☞ **Digestión en el intestino delgado.** En las microvellosidades hay enzimas digestivas que fragmentan varios tipos de sustancias:
 - **Disacaridasas:** como la sacarasa, maltasa y lactasa que digieren sus correspondientes azúcares rompiéndolos en sus componentes; su deficiencia genera trastornos gastrointestinales.
 - **Peptidasas:** Como la aminopeptidasa que produce aminoácidos libres y en cadenas cortas y la enteroquinasa que activa la tripsina, otra enzima que actúa junto con el jugo pancreático.

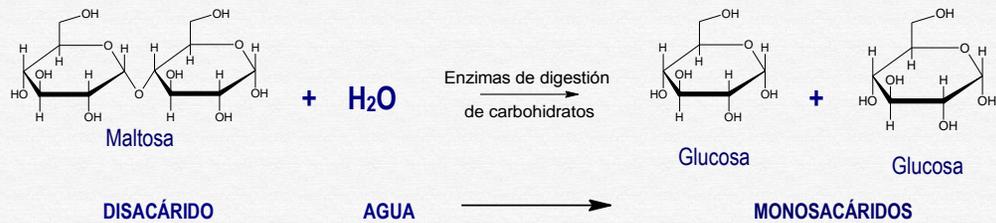
¹⁹ Donald Burton y Joseph Routh, *Química orgánica y bioquímica*, pp 303, 304

- **Fosfatasa:** Se regulan por vitamina D, una de ellas por ejemplo, sirve para favorecer la absorción del calcio que es suministrado por los alimentos.

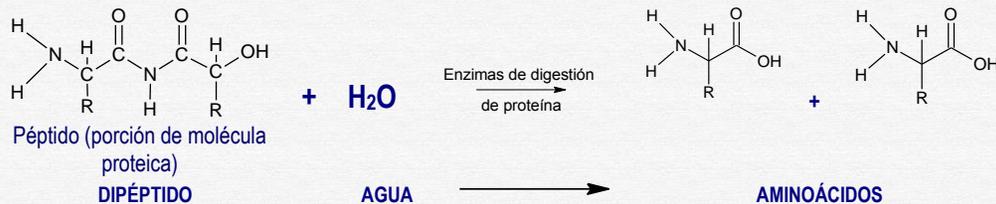
- ☞ **Función del jugo pancreático.** El jugo pancreático contiene principalmente amilasa, tripsina y lipasa, enzimas que digieren respectivamente almidón, proteínas y lípidos, la mayoría de las enzimas pancreáticas se encuentran como zimógenos, o moléculas inactivas para evitar la autodigestión dentro del páncreas; los zimógenos son activados por la tripsina, la cual a su vez es activada por la enteroquinasa, secretada en el intestino cuando el quimo llega a la mucosa.

DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

- ☞ **Carbohidratos.** La mayoría de los carbohidratos son ingeridos como almidón y los azúcares que ingresan principalmente lo hacen como sacarosa y lactosa. En la boca, la digestión de los carbohidratos inicia con la amilasa salival y continúa en el duodeno por la amilasa pancreática. Finaliza en las microvellosidades del intestino delgado donde terminan como monosacáridos que pasan a través de la sangre hacia las células transformados en glucosa.



- ☞ **Proteínas.** La digestión de las proteínas inicia en el estómago por la pepsina, en donde se convierten en polipéptidos de cadena corta. La mayor parte de la digestión de las proteínas ocurre en el duodeno y yeyuno por acción inicial de la tripsina, quimotripsina y elastasa; finalmente la carboxipeptidasa y aminopeptidasa terminan el trabajo de digestión. Todas las enzimas citadas están presentes en el jugo pancreático. Por la acción de las enzimas, se obtienen aminoácidos libres, dipéptidos y tripéptidos que viajan por el intestino delgado ingresándose a la sangre en la vena porta hepática como aminoácidos libres.



- ☞ **Lípidos.** No hay digestión de lípidos en el aparato digestivo sino hasta que el duodeno, donde la bilis ayuda a la emulsificación de las grasas, lo cual permite la formación de pequeñas gotas que entonces son digeridas por la lipasa y colipasa pancreáticas, mismas que producen ácidos grasos libres y monoglicéridos. Estas sustancias, junto con otros productos de la digestión de lípidos se absorben en las microvellosidades intestinales, donde forman partículas llamadas quilomicrones, que llegan a la linfa fácilmente.



Para resumir esta última sección, diremos que la digestión de las moléculas de alimento a través de las reacciones de hidrólisis, liberan como producto final las unidades moleculares de cada clase de nutriente:



Actividad de cierre de tema.

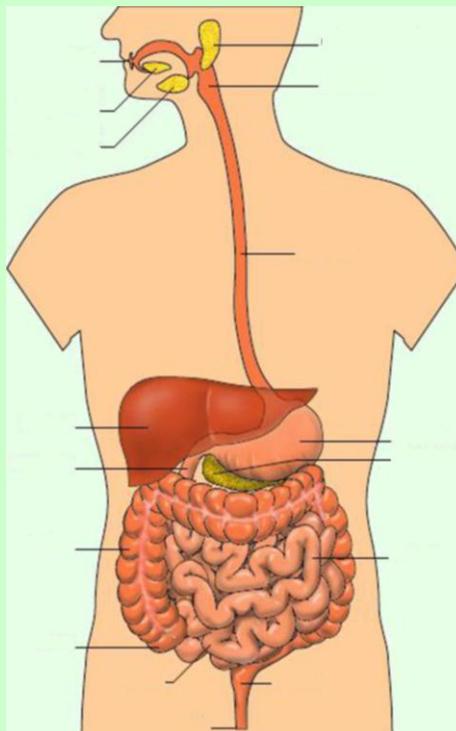
Para afianzar el tema se recomienda hacer al menos 15 “osos”: oraciones significativas originales que deben ser oraciones o frases muy cortas que expresen las partes más importantes de la sección recién estudiada. Se puede hacer esta actividad en parejas de tal forma que transcurridos 20 minutos se lean grupalmente las ideas escritas por cada equipo, y se complete un inventario de frases. Completar la actividad del fin del tema anterior incluyendo las frases hechas en el organizador gráfico.

²⁰ Stuart Ira Fox, *Fisiología humana*, p 598



Actividad de autoevaluación y afirmación de conocimientos.

I. Completa el siguiente esquema escribiendo los nombres de las partes señaladas.



21

II. Completa las siguientes frases escribiendo en el renglón la palabra (o palabras) que le den sentido (coherencia).

1. La pared superior de la boca está formada por _____
2. Las tres porciones de la faringe son: _____
3. La parte superior del estómago se llama: _____
4. El estómago se une al intestino delgado a través de _____
5. Las tres secciones del intestino delgado son: _____
6. Los pliegues del intestino delgado se llaman: _____
7. El intestino grueso también se conoce como _____
8. Las abolladuras del intestino grueso se llaman: _____
9. La unión del intestino delgado y grueso es en el _____
10. La parte final del intestino grueso se llama _____
11. Las glándulas parótidas producen _____
12. Al lado superior derecho del abdomen y debajo del diafragma está el: _____
13. El páncreas se dice que tiene forma de _____

²¹: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/3ESO/diges/img/4F2nombres.jpg>

III. Selecciona la opción que corresponda a cada planteamiento y escríbela en el paréntesis situado a la izquierda.

14. () Es la función del aparato digestivo que se relaciona con el movimiento de los alimentos a través de él.
- a) Secreción.
 - b) Absorción.
 - c) Motilidad.
 - d) Digestión.
15. () Es la función del aparato digestivo en la que pasan las unidades fundamentales de los alimentos a la sangre.
- a) Evacuación.
 - b) Digestión.
 - c) Secreción.
 - d) Absorción.
16. () El alimento en el estómago se convierte en:
- a) Quimo
 - b) Heces fecales.
 - c) Bolo alimenticio.
 - d) Quilo.
17. () La absorción de nutrientes ocurre en:
- a) Las microvellosidades del intestino delgado.
 - b) Las haustras del intestino grueso.
 - c) En el esfínter pilórico.
 - d) En las células del páncreas.
18. () Una función del hígado es:
- a) Producir moco.
 - b) Metabolizar carbohidratos.
 - c) Absorber nutrientes.
 - d) Recuperar agua y electrolitos.
19. () Es una hormona del estómago.
- a) Colecistoquinina.
 - b) Somatostatina.
 - c) Gastrina.
 - d) Secretina.
20. () Es una fase de la función gástrica a nivel de sistema nervioso.
- a) Destoxificación.
 - b) Secreción.
 - c) Cefálica.
 - d) Mezcla.

IV. Relaciona ambas columnas escribiendo la opción correspondiente a cada enunciado en el paréntesis de la izquierda.

21. ()	Es una función del moco.	a) Mucina.
22. ()	Sustancia no enzimática contenida en la saliva.	b) Quilomicrones.
23. ()	Enzima estomacal en su forma activa.	c) Hormonas.
24. ()	Sustancia que le da su color amarillo a la orina.	d) Zimógenos.
25. ()	Son aceleradores de las funciones metabólicas.	e) Tripsina.
26. ()	Enzimas que eliminan grupos químicos.	f) Aminoácidos.
27. ()	Amilasa salival.	g) Pتيالina.
28. ()	Una enzima del jugo pancreático.	h) Urobilinógeno.
29. ()	Forma inactiva de las enzimas.	i) Pepsina.
30. ()	Producto final de la digestión de carbohidratos.	j) Llasas.
31. ()	Producto final de la digestión de proteínas.	k) Enzimas.
32. ()	Partículas de lípido que se absorben por las microvellosidades.	l) Glucosa.
		m) Péptido.
		n) Colesterol.
		o) Disacárido.
		p) Ligasas.
		q) Lubricante.
		r) Bilirrubina.
		s) Triglicéridos