



Nutrición y medicina alternativa

Licenciatura en nutrición

Quinto Cuatrimestre

Enero – Abril

Lic. en Nutriología Alfredo Agustín Vázquez
Pérez

Marco Estratégico de Referencia

Antecedentes históricos

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1978 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor Manuel Albores Salazar con la idea de traer educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tardes.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en julio de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró en la docencia en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de cobranza en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los

jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra universidad inició sus actividades el 19 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a las instalaciones de carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

Misión

Satisfacer la necesidad de educación que promueva el espíritu emprendedor, basados en Altos Estándares de calidad Académica, que propicie el desarrollo de estudiantes, profesores, colaboradores y la sociedad.

Visión

Ser la mejor Universidad en cada región de influencia, generando crecimiento sostenible y ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

Valores

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

Escudo



El escudo del Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

Eslogan

“Pasión por Educar”

Balam



Es nuestra mascota, su nombre proviene de la lengua maya cuyo significado es jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen a los integrantes de la comunidad UDS.

Nutrición y Medicina Alternativa

Objetivo de la materia:

Capacitar al alumno, en principios básicos de la medicina alternativa, la importancia del uso de plantas medicinales, diagnósticos bio-energéticos y técnicas alternativas que contribuyan a la salud.

UNIDAD I

Nutrición.

- I.1 Clasificación de los hidratos de carbono.
- I.2 Lípidos.
- I.3 Proteínas.
- I.4 Vitaminas y minerales.
- I.5 El agua.

UNIDAD 2

Generalidades.

- 2.1 Historia de la medicina tradicional. Las plantas mito y magia; Búsqueda y recolección de plantas silvestres; El hombre las plantas y la medicina.
- 2.2 El legado de la antigüedad; La medicina del antiguo Egipto; Escritos Chinos y hebreos; La contribución de los griegos; adelantos romanos; La medicina bajo la iglesia; Medicina y alquimia Árabes.
- 2.3 El renacimiento, Hacia la medicina moderna; Persistencia de la herbolaria; Cisma entre académicos y curanderos; El modelo de Boerhaave. A grandes males, grandes remedios.
- 2.4 Nuevas opciones (S. Hahnemann) Medicina Tradicional China; La medicina se racionaliza. Surgimiento de la industria farmacéutica; La herbolaria moderna.

Unidad 3

Herbolaria mexicana.

- 3.1 La herbolaria en el México prehispánico; La herbolaria en el México colonial; Historia de las exploraciones en plantas medicinales en México; Fitoquímica de las plantas medicinales mexicanas; Algunas plantas mexicanas con efectos sobre el sistema nervioso; Toxicología de las plantas mexicanas; Investigación preclínica en el desarrollo de medicamentos; investigación clínica en el desarrollo de medicamentos; Plantas medicinales y la incógnita homeopática.
- 3.2 Características de las plantas.
- 3.3 Estructuras botánicas (Anatomía de las plantas, caracteres vegetativos y reproductivos).
- 3.4 Nomenclatura botánica (El bautizo de una planta. Aportaciones de Linneo; Clasificación botánica de plantas medicinales. Como hacer un herbario; El laboratorio de la naturaleza.

Unidad 4

Fitoterapia.

- 4.1 Conceptos generales: Fitoterapia, Planta medicinal, Droga vegetal, Principio activo.
- 4.2 Introducción a la Fitoterapia.
- 4.3 Empleo y formas de preparación de las plantas medicinales.
- 4.4 Fitoterapia en afecciones digestivas: dispepsia, flatulencia, gastritis, úlceras, vómitos, disfunciones biliares, diarrea y estreñimiento.
- 4.5 Fitoterapia para afecciones el sistema cardiovascular: hipertensión e insuficiencia venosa.
- 4.6 Fitoterapia para patologías respiratorias: resfriado, gripe, tos, bronquitis.

Criterios de evaluación:

No	Concepto	Porcentaje
1	Trabajos Escritos	10%
2	Actividades web escolar	20%
3	Actividades Áulicas	20%
4	Examen	50%
Total de Criterios de evaluación		100%

UNIDAD I

Nutrición

La alimentación, los alimentos, la dieta, la nutrición, tienen un importante papel en el mantenimiento de la salud y en la prevención de muchas enfermedades, incluso antes del nacimiento, aunque muchas veces no seamos conscientes de ello. Cada día, varias veces al día, seleccionamos y consumimos alimentos que condicionan nuestro estado de salud, para bien y, en ocasiones, también para mal. Las deficiencias de hierro, yodo o vitamina A todavía afectan a una gran parte de la población, especialmente en países emergentes.

En los países desarrollados, las enfermedades más prevalentes son las crónico-degenerativas (ECD) (obesidad, diabetes, enfermedad cardiovascular (ECV), hipertensión arterial (HTA), osteoporosis, algunos tipos de cáncer, etc.), en las que la dieta y sus componentes, nutrientes y no nutrientes, pueden estar implicados, como factores de protección o de riesgo.

El concepto de Dieta se refiere al conjunto de alimentos, es decir, platillos y bebidas, que se consumen diariamente. En general, todo individuo mantiene más o menos constante el consumo de ciertos alimentos de su preferencia con base en aspectos socioeconómicos, geográficos y culturales, entre otros.

La dieta de los individuos que forman parte de determinado grupo suele tener características similares, de modo que se puede generalizar sobre los alimentos más consumidos, así como sobre los efectos positivos o negativos para la salud relacionados con su consumo habitual. Por ejemplo, la dieta rural mexicana se caracteriza por incluir frijoles combinados con productos derivados del maíz, como las tortillas, además de verduras y ciertas frutas.

Esta mezcla de alimentos que conforman la dieta rural suele tener cierto efecto en la prevención de enfermedades cardiovasculares porque es una dieta baja en grasas saturadas y colesterol, pero puede influir en el desarrollo de anemia por deficiencia de hierro, si el contenido de fibra es excesivo y porque la biodisponibilidad del hierro en estos alimentos es menor que en las carnes.

La dieta de un individuo puede requerir modificaciones cualitativas o cuantitativas para ajustarse en función de una enfermedad o condición fisiológica; por ejemplo, para un paciente hipertiroideo se puede modificar el contenido de energía, pues requiere de un mayor aporte de energía y nutrimentos dado que el aumento en las concentraciones de hormonas tiroideas acelera el ritmo metabólico en el ámbito celular.

Por el contrario, en el paciente hipotiroideo u obeso es necesario restringir la energía para ajustarse a la disminución del ritmo metabólico en el hipotiroidismo o para reducir las reservas de energía acumuladas en el tejido adiposo en caso de obesidad. Otras modificaciones se relacionan con cambios en el contenido de uno o más nutrimentos, como en el paciente hipertenso, que requiere restricción de sodio y aumento de potasio en la dieta.

Por otra parte, la dieta puede experimentar cambios en cuanto a tipo de alimentos permitidos; tal es el caso del paciente con intolerancia a la lactosa que debe evitar la leche y, en ocasiones, sus derivados, para evitar manifestaciones gastrointestinales como diarrea y distensión abdominal.

Por último, también puede modificarse la consistencia de alimentos y platillos, como en el caso de ancianos que han perdido piezas dentales o bebés, cuyos alimentos deben ser de consistencia muy suave o en papillas.

Las características de la dieta correcta han sido establecidas por los nutriólogos:

1. Suficiente: cantidad de energía adecuada para el individuo.
2. Completa: todos los nutrimentos requeridos por el organismo.
3. Equilibrada: consumo de alimentos y bebidas del tipo y en la cantidad apropiados para un aporte adecuado de nutrimentos.
4. Variada: diferentes alimentos de cada grupo en cada comida para asegurar el aporte de todos los nutrimentos.
5. Inocua: alimentos, platillos y bebidas, que no hagan daño en la forma habitual en que se consumen.

Alimentación

Es el conjunto de eventos que deben tener lugar para que un individuo pueda llevarse a la boca un alimento, ya sea platillo bebida, y depende de factores económicos (poder adquisitivo), psicológicos (estados de ánimo), culturales y sociales (dieta acostumbrada por generaciones), religiosos (algunas religiones prohíben determinado tipo de alimentos), geográficos (disponibilidad según se viva en la costa o en la sierra) y fisiológicos (edad). La alimentación es un acto voluntario, pues el individuo puede decidir el tipo y la cantidad de alimentos que va a consumir, y es un acto periódico o discontinuo, ya que se come de tres a cinco o seis veces al día, según las costumbres y necesidades fisiológicas. En el proceso de la alimentación, los órganos de los sentidos desempeñan un papel muy importante y suele consumirse los alimentos atractivos para la vista, de olor y sabor agradables, con una textura y temperatura adecuadas.

La alimentación es una necesidad biológica básica de la cual depende la conservación de la vida; es un proceso finamente regulado en el organismo mediante señales químicas, en especial por las sensaciones de hambre y saciedad, aunque también es posible comer por el placer de disfrutar el sabor de un alimento (como un chocolate), independientemente de que no se tenga hambre. Esta condición se conoce como antojo o apetito.

Nutrición

Es el conjunto de procesos por los cuales el organismo ingiere, digiere, transporta, metaboliza y excreta las sustancias contenidas en los alimentos, de modo que inicia cuando consumimos un alimento, platillo o bebida, y termina con la eliminación de los desechos, ya sea a través de la orina, las heces, la piel o los pulmones.

Entre el punto inicial ingestión y el final eliminación, las sustancias contenidas en los alimentos experimentan muchas modificaciones (digestión, absorción y transporte) antes de llegar a las células y participar en procesos metabólicos como la síntesis de compuestos o su degradación hasta obtener energía.

La nutrición es un acto involuntario, y en realidad se lleva a cabo en el ámbito celular. Es importante comprender que en todo momento de la vida, tanto de día como de noche y en cualquier circunstancia de salud o enfermedad, las células requieren de todos los nutrientes para llevar a cabo sus funciones, es decir, la nutrición es un proceso continuo.

En el nivel celular ningún nutriente es más importante que otro, y la falta de cualquiera de ellos resulta en la interrupción de la vía metabólica en que participa; por ejemplo, la falta de un aminoácido puede evitar que el hígado sintetice albúmina (proteína de transporte) o que en el músculo no se pueda producir una miofibrilla.

Alimento

Se considera alimento a los tejidos y secreciones de organismos del reino vegetal o animal, incluidos raíces, como los tubérculos (papa o patata); tallos, como el apio; hojas, como las espinacas; flores, como la flor de calabaza; frutos, como la manzana; semillas, como las nueces o los frijoles; huevos; músculos, como la carne (res, cerdo, aves, pescado); vísceras, como hígado o sesos, y leches (de vaca, de cabra) y sus derivados (queso, crema, mantequilla).

Algunos alimentos deben pasar por un proceso culinario antes de consumirlos porque en su estado original pueden ser nocivos para la salud.

Los nutrientes son las sustancias contenidas en los alimentos y que en última instancia las células utilizan para vivir. En realidad, los alimentos contienen compuestos químicos en forma de polímeros (hidratos de carbono, proteínas y lípidos) que deben modificarse mediante la hidrólisis de sus enlaces (digestión) hasta obtener componentes más sencillos: glucosa, fructosa y galactosa a partir de los hidratos de carbono, aminoácidos a partir de las proteínas y ácidos grasos y colesterol a partir de los lípidos, además de vitaminas, nutrientes inorgánicos (minerales) y agua.

La importancia del proceso de digestión de los polímeros de los nutrientes es permitir el proceso de absorción de los mismos, ya que en forma de complejos de tamaño grande (como los polipéptidos) o intermedio (tetrapéptido) no se pueden absorber, es decir, no

pasan a través de los sistemas de transporte de las microvellosidades intestinales y, por lo tanto, se perderían con otros desechos en las heces.

Los nutrimentos energéticos son aquellos que se pueden oxidar en las células para producir enlaces de alta energía que sirven como combustible celular. Los nutrimentos que aportan energía son los hidratos de carbono (glucosa), con un promedio de 4 kcal/g; las proteínas (aminoácidos), con un promedio de 4 kcal/g, y los lípidos (ácidos grasos), con un promedio de 9 kcal/g.



El alcohol es otro compuesto químico a partir del cual el organismo obtiene energía (7 kcal/g), aunque tiene la desventaja de que no aporta otros nutrimentos a la dieta, de modo que no se considera como base de la energía necesaria para el ser humano.

El nutrimento indispensable es aquel que no puede ser sintetizado en el organismo, de modo que es fundamental y necesario que forme parte de la dieta (esencial). Si no se consume con los alimentos, platillos y bebidas, en un lapso más o menos largo acabará por agotarse y se presentarán manifestaciones clínicas de enfermedad.

La manifestación de las deficiencias depende de las reservas corporales del nutrimento y de la velocidad de recambio en las células.

El nutrimento dispensable es el que el organismo puede sintetizar a partir de otros compuestos disponibles en las células. Por ejemplo, la glucosa se puede obtener en las células

del hígado a partir de varios aminoácidos, como la alanina, de ahí que sea dispensable (no esencial). Sin embargo, cabe aclarar que para la célula es igualmente importante contar con una cantidad suficiente de nutrimentos indispensables y dispensables para poder llevar a cabo sus funciones metabólicas, y a pesar de que la glucosa sea dispensable, es el principal sustrato energético para el sistema nervioso central.

El nutrimento condicional es el que en condiciones fisiológicas se puede sintetizar en las células, pero en caso de mayor demanda metabólica, la cantidad sintetizada podría ser insuficiente, por lo que su presencia en la dieta se vuelve necesaria. Tal es el caso de la taurina, que es un aminoácido dispensable, pero siendo deficiente la síntesis en los bebés prematuros, podría provocar retraso en el crecimiento, a menos que se agregue a la dieta.

Metabolismo

Se refiere al conjunto de reacciones bioquímicas que tienen lugar en las células y que resulta en el intercambio de materia y energía con el medio que las rodea para mantener el buen funcionamiento de su estructura y la posibilidad de que se reproduzcan para conservar la especie. Las reacciones bioquímicas se llevan a cabo en el momento y lugar precisos como parte de una maquinaria compleja que se ajusta a cambios de ritmo o velocidad, según las circunstancias del medio.

1.1 Clasificación de los hidratos de carbono.

Como indica su nombre, los hidratos de carbono —o carbohidratos— (CHO) son compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, presentan la fórmula general $C_x(H_2O)_n$, y tienen estructura de polihidroxialdehído o de polihidroxiacetona; además, todos los carbohidratos presentan grupos funcionales C=O o -OH.

Los CHO son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, y también los más consumidos por los seres humanos (en muchos países constituyen entre 50 y 80% de la dieta poblacional).

Los hidratos de carbono que provienen del reino vegetal son más variados y abundantes que los del reino animal; se originan como producto de la fotosíntesis y son los principales compuestos químicos que almacenan la energía radiante del Sol.

De hecho, la glucosa que se sintetiza en las plantas representa la materia prima fundamental para la fabricación de casi todos los carbohidratos: el bióxido de carbono reacciona con agua para formar glucosa, con el consecuente desprendimiento de oxígeno: $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. Por su parte, la glucosa da origen a muchos otros azúcares, como la sacarosa y la fructosa, o bien a polímeros como la celulosa y el almidón.

Los organismos obtienen energía a través del metabolismo bioquímico de los CHO (glucólisis y ciclo de Krebs). Casi todos los compuestos orgánicos que se encuentran en las plantas y en los animales son derivados de hidratos de carbono; la misma síntesis de proteínas se lleva a cabo con los aminoácidos provenientes de la reacción entre hidratos de carbono y diversas sustancias nitrogenadas.

En general, los azúcares simples no se encuentran libres en la naturaleza, sino en forma de polisacáridos, como reserva energética (almidones), o como parte de la estructura firme del producto (fibra dietética, celulosa, pectinas, gomas y hemicelulosa), en cuyo caso no son digeribles, ya que el organismo humano no puede metabolizarlos; sin embargo, la fibra dietética absorbe agua en el intestino y ayuda a la formación y eliminación de heces. Existe un gran número de hidratos de carbono; los más conocidos son la sacarosa, la glucosa, la fructosa, el almidón y la celulosa, pero también hay otros que, aunque se encuentran en menor concentración en los productos que consumimos diariamente, tienen mucha importancia por sus propiedades físicas, químicas y nutrimentales. Si bien en la antigüedad gran parte de estos carbohidratos se consideraba un desperdicio, en la actualidad se les utiliza para elaborar un sinnúmero de alimentos (fibras y gomas).

La estructura química de los carbohidratos determina su funcionalidad y características, mismas que repercuten de diferentes maneras en los alimentos, principalmente en el sabor, la viscosidad, la estructura y el color. Es decir, las propiedades de los alimentos, tanto naturales

como procesados, dependen del tipo de carbohidrato que contienen y de las reacciones en que éstos intervienen.

La glucosa es una forma de carbohidrato importante en el metabolismo de las células; su oxidación completa a CO₂ y H₂O, por medio de la glucólisis y el ciclo de Krebs, genera ATP, unidad básica de transferencia de energía en los sistemas biológicos. La reserva de estos compuestos en los animales y en las plantas son, respectivamente, el glucógeno y el almidón, polímeros de glucosa cuya combustión genera 4 kcal/g (17kJ/g); la porción de fibra dietética presente en los vegetales no produce energía.

CUADRO 2.1 Clasificación de los hidratos de carbono más importantes en los alimentos

- | | |
|---|--|
| <p>a) <i>Monosacáridos (1 unidad de azúcar)</i>
Pentosas: xilosa, arabinosa, ribosa, etc.
Hexosas:
aldohexosas: glucosa, galactosa, manosa, etc.
cetohehexosas: fructosa, sorbosa, etc.</p> | <p>b) <i>Oligosacáridos (de 2 a 10 unidades de azúcar)</i>
Disacáridos: lactosa, sacarosa, maltosa, etc.
Trisacáridos: rafinosa, etc.
Tetra y pentasacáridos: estaquiosa, verbascosa, etc.</p> |
| <p>c) <i>Polisacáridos (más de 10 unidades de azúcar)</i>
Homopolisacáridos: almidón, glucógeno, celulosa, etc.
Heteropolisacáridos: hemicelulosa, pectinas, etc.</p> | |

Los monosacáridos Son aquellos que no pueden ser desdoblados por hidrólisis. Su cadena puede constar de 3, 4, 5, 6, etc., átomos de carbono y se denominan, respectivamente, triosas, tetrosas, pentosas, hexosas, etc.

Los monosacáridos con función aldehído se llaman aldosas y los que tienen función cetona se llaman cetosas. Pentosas (5 C) Desde el punto de vista de la nutrición, no se pueden considerar como una fuente de energía para el organismo humano, aunque sus derivados se encuentran en pequeña cantidad en todas las células animales y vegetales.

- D-xilosa. Forma parte de las estructuras de los vegetales.
- L-arabinosa. Se encuentra en frutas y raíces.
- D-ribosa. La hallamos en los ácidos nucleicos y en los nucleótidos del citoplasma.
- Desoxirribosa. En los ácidos nucleicos de los núcleos celulares.

Hexosas (6 C)

- **GLUCOSA** o dextrosa o azúcar de uva. Es una aldohexosa presente en el reino vegetal y en la sangre de los animales en una proporción de 1 g/L aproximadamente. Tanto en los alimentos que la contienen como en el cuerpo humano, la glucosa se encuentra en general en forma dextrógira (D-glucosa). Tiene un sabor dulce y es soluble en el agua. En general, todas las células del organismo pueden utilizarla. Las células cerebrales, medulares y renales, así como los glóbulos rojos en condiciones normales sólo pueden utilizar glucosa.

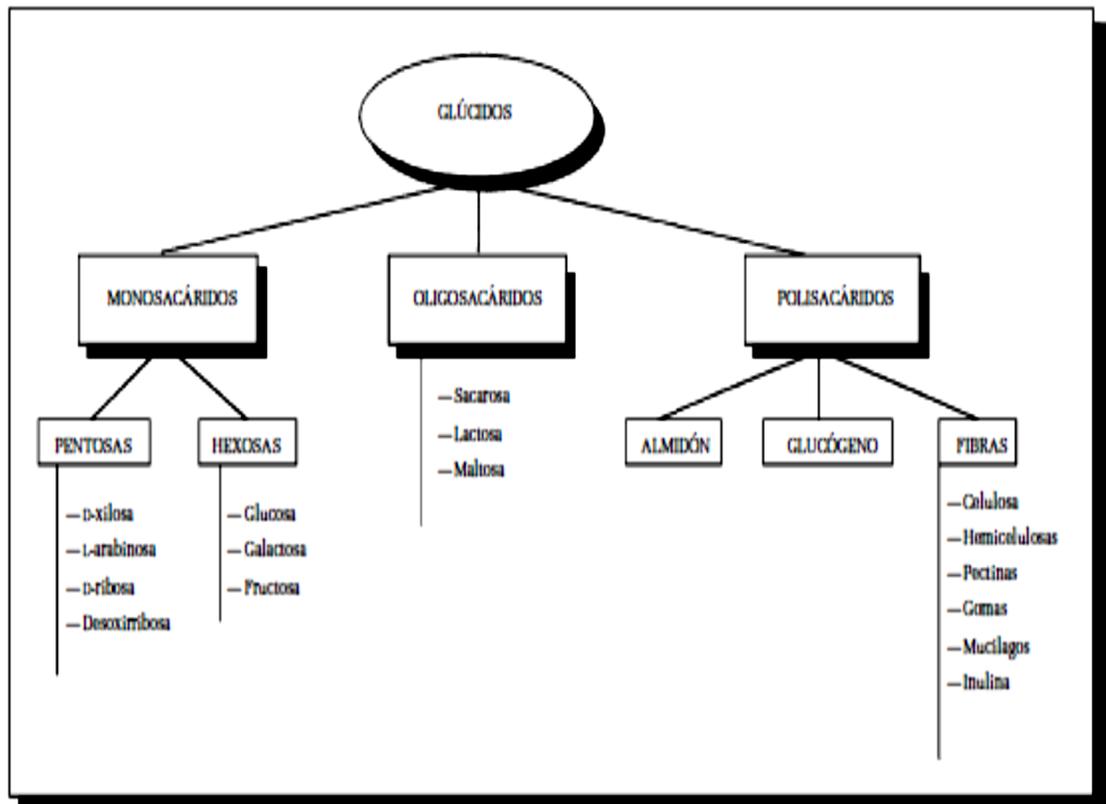


Figura 2.1. Clasificación esquemática de los principales glúcidos.

La absorción de la glucosa es muy rápida. Las células cerebrales pueden llegar a utilizar cuerpos cetónicos, pero solamente después de un ayuno glucídico de varios días.

- **GALACTOSA.** Es una aldohexosa, y junto con la glucosa forma la lactosa. Se transporta por la sangre y se encuentra en los cerebrósidos, en los lípidos compuestos del cerebro, así como en los vegetales en forma de galactana. La galactosa es soluble en el agua y tiene un sabor azucarado bastante agradable.
- **FRUCTOSA** o levulosa. Es una cetohehexosa. Se encuentra en las frutas y en la miel. Asociada con la glucosa forma la sacarosa. Tiene un sabor azucarado y su velocidad de absorción es mucho más lenta que la glucosa (aproximadamente un 40% de la velocidad de absorción de la glucosa).

Los polisacáridos son el resultado de la unión de dos a diez moléculas de monosacáridos o de sus derivados, mediante un enlace glucosídico. En cada unión de dos monosacáridos hay pérdida de una molécula de agua.

Disacáridos están formados por la unión de dos moléculas de monosacáridos.

- **SACAROSA.** Es un disacárido muy abundante en la naturaleza, producto de la unión de una molécula de glucosa y una de fructosa. Es el azúcar común obtenido de la remolacha y de la caña de azúcar.
- **LACTOSA.** Es el azúcar de la leche de los mamíferos. Tiene un sabor dulce moderado y es el menos soluble en el agua de todos los azúcares comunes. La lactosa está formada por una molécula de glucosa y una de galactosa, que se desdoblan en el intestino gracias a la acción de una enzima llamada lactasa. La producción de esta enzima es variable, de forma que un individuo que no consume habitualmente lactosa es incapaz de hidrolizarla por falta de lactasa. Este fenómeno podría explicar algunas de las intolerancias a la leche.
- **MALTOSA.** Está formada por dos moléculas de glucosa. Es muy soluble en el agua. La maltosa es consecuencia de la hidrólisis enzimática del almidón. En estado libre la encontramos en algunos vegetales, como la cebada.

Los polisacáridos resultan de la unión de diversos monosacáridos o de sus derivados. Sus moléculas contienen entre diez y varios miles de monosacáridos. Los más importantes para la vida humana son el almidón, el glucógeno y la celulosa. El almidón o fécula es la gran reserva glucídica de los vegetales, como cereales, tubérculos y legumbres. Es un polvo blanco que forma unos granos minúsculos insolubles en el agua fría. El grano de almidón suele contener dos polisacáridos derivados de la glucosa: la amilosa y la amilopectina, que es el más importante. El arroz apenas contiene amilosa. El almidón forma un engrudo en agua caliente. Para poder ser hidrolizado en el proceso digestivo que lo convertirá en glucosa, es necesario someterlo a cocción.

Glucógeno es la reserva glucídica del animal. Se almacena sobre todo en el hígado y en el músculo. El glucógeno hepático es necesario para mantener el organismo en normo glicemia, mientras que la función primordial del glucógeno muscular es la de proporcionar energía para la contracción de las fibras musculares.

Se define como «fibra alimentaria» a la suma de la lignina y los polisacáridos que no son hidrolizados por las enzimas endógenas del tracto digestivo humano. Esta definición abarca tanto los componentes solubles en el agua como los insolubles en ella. En los alimentos sin elaborar, las membranas celulares de los vegetales proporcionan prácticamente la totalidad de la «fibra alimentaria». En los alimentos elaborados puede haber otros polisacáridos que contribuyan al total de «fibra alimentaria».

- **CELULOSA.** Es una sustancia de sostén de muchos vegetales. En el hombre, la celulosa no es atacable por los jugos digestivos, por lo que aumenta el volumen fecal.
- **HEMICELULOSAS.** Son estructuras no celulósicas compuestas de diversos elementos, como galactosa, manosa, xilosa, etc.
- **PECTINAS.** No se digieren y forman gelatinas (manzana, zanahoria, etc.). En contacto con el oxígeno, tienen propiedades astringentes. Son heteropolisacáridos formados por galactosa, arabinosa y, en menor cantidad, por xilosa, glucosa y ramnosa.
- **GOMAS.** Su estructura no permite la digestión. Tienen la capacidad de formar geles que retienen gran cantidad de agua. Tienen aplicación en patología digestiva.

- **MUCÍLAGOS.** Son polisacáridos que forman las jaleas. Uno de los más interesantes es el agar de las algas, que los japoneses utilizan como alimento. Se usan en la industria cárnica y láctica, principalmente.
- **INULINA.** Es un polvo blanco soluble en el agua y presente en las raíces y tubérculos de algunas plantas, como la achicoria

1.2 Lípidos.

La palabra lípido proviene del griego lipos, que significa grasa y cuya aplicación no ha sido bien establecida; originalmente se definía como “una sustancia insoluble en agua, pero soluble en disolventes orgánicos como cloroformo, hexano y éter de petróleo”; con esta consideración de solubilidad, existen muchos otros compuestos, como terpenos, vitaminas y carotenoides que también están incluidos. Sin embargo, algunos autores consideran como lípidos sólo a aquellas moléculas que son derivados reales o potenciales de los ácidos grasos y sustancias relacionadas; según esta definición, los aceites y las grasas se consideran por antonomasia como lípidos. Los lípidos son grupos de compuestos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno que integran cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, aunque también contienen fósforo y nitrógeno.

Desempeñan muchas funciones en los tejidos, además de que son la fuente energética más importante, ya que cada gramo genera 9 kcal (38.2 kJ) porque en su estructura contienen más átomos de carbono que las proteínas y los hidratos de carbono que producen 4 kcal/g (17 kJ/g) cada uno; muchos cumplen una actividad biológica, unos son parte estructural de las membranas celulares y de los sistemas de transporte de diversos nutrimentos, otros son ácidos grasos indispensables, vitaminas y hormonas, algunos son pigmentos, etcétera. También actúan como aislantes naturales en el hombre y en los animales ya que, por ser malos conductores del calor, el tejido adiposo mantiene estable la temperatura del organismo.

Las grasas y los aceites son los principales lípidos que se encuentran en los alimentos, y contribuyen a la textura y, en general, a las propiedades sensoriales y de nutrición no hay una distinción entre ambos grupos, aun cuando algunos consideran que las grasas son de

origen animal y los aceites de origen vegetal, o bien, las grasas son sólidas a “temperatura ambiente”, mientras que los aceites son líquidos. Sus principales fuentes son las semillas oleaginosas y los tejidos animales, terrestres y marinos, ya que las frutas y las hortalizas presentan normalmente muy bajas concentraciones, con algunas excepciones como el aguacate, las aceitunas y algunos tipos de nueces.

El número de sustancias consideradas como lípidos es muy grande y la manera de clasificarlas resulta difícil; existen diversos métodos para hacerlo, cada uno con sus propias ventajas y desventajas, pero todos se basan en las propiedades físicas o químicas que los caracterizan.

CUADRO 4.2 Clasificación de los lípidos

- A. Lípidos simples. Ésteres de ácidos grasos y alcoholes.
 - 1. Grasas y aceites. Ésteres de glicerol con ácidos monocarboxílicos.
 - 2. Ceras. Ésteres de alcoholes monohidroxilados y ácidos grasos.
- B. Lípidos compuestos. Lípidos simples conjugados con moléculas no lipídicas.
 - 1. Fosfoglicéridos. Ésteres que contienen ácido fosfórico en lugar de un ácido graso, combinado con una base de nitrógeno.
 - 2. Glucolípidos. Compuestos de hidratos de carbono, ácidos grasos y esfingosinol, llamados también cerebrósidos.
 - 3. Lipoproteínas. Integradas por lípidos y proteínas.
- C. Lípidos asociados.
 - 1. Ácidos grasos (derivados de los lípidos simples).
 - 2. Pigmentos.
 - 3. Vitaminas liposolubles.
 - 4. Esteroles.
 - 5. Hidrocarburos.

Acidosis grasos.

En forma pura, todas las grasas y los aceites están constituidos exclusivamente por triacilglicéridos (o triglicéridos), los que a su vez son ésteres de ácidos grasos con glicerol; por consiguiente, dichos ácidos representan un gran porcentaje de la composición de los triacilglicéridos y en consecuencia de las grasas y los aceites. Las diferencias de estabilidad a la

oxidación, de plasticidad, de estado físico, de patrón de cristalización, de índice de yodo, de temperaturas de solidificación y de fusión, de las grasas y los aceites se deben fundamentalmente a sus ácidos grasos constituyentes.

Originalmente, estos ácidos se definieron como ácidos monocarboxílicos de cadena alifática con número par de átomos de carbono, que podían ser saturados o insaturados; sin embargo, en la actualidad se han identificado muchos otros, como cíclicos, ramificados, hidroxilados, con un número non de átomos de carbono, etcétera, de tal manera que se conocen más de 400 que se localizan en la leche, en algunos vegetales y en ciertos microorganismos. Aun cuando son muchos, la mayoría se encuentra en muy bajas concentraciones e influyen poco en las características físicas y químicas de los productos que los contienen.

El número de ácidos grasos que comúnmente se localizan en los alimentos es muy reducido y sólo resaltan unos cuantos, por lo general están esterificados, integrando los triacilglicéridos y cuando llegan a presentarse en estado libre es porque ocurrió una hidrólisis del enlace éster; son ácidos monocarboxílicos de cadena lineal, con un número par de átomos de carbono, ya que su metabolismo se lleva a cabo mediante moléculas de carbono pares, como es la acetilcoenzima A. La relación de ácidos grasos en los aceites vegetales es realmente sencilla; por ejemplo, en el cromatograma normal de la canola aparecen siete picos equivalentes a siete ácidos grasos, mientras que en el de pescado se observan 25 o más, muy diferentes a los encontrados en los animales terrestres, con cadenas que van de 12 a 26C, aun cuando la mayoría son de 16 a 20.

Los ácidos grasos se producen industrialmente a partir de diversas fuentes de grasas, y se utilizan en la elaboración de aditivos para la industria alimentaria. Los de 16 a 18 átomos de carbono, palmítico, oleico y esteárico, se emplean como emulsionantes en forma de sus respectivos ésteres. Además, las sales de calcio y de magnesio del palmítico y del esteárico se usan como antiaglomerantes en vegetales deshidratados y en otros productos secos porque son insolubles en agua y, al recubrir las partículas sólidas, repelen el agua y evitan la

aglomeración. Para su estudio, los ácidos grasos se han dividido en dos grandes grupos, los saturados y los insaturados.

Los ácidos grasos saturados varían de 4 a 26 átomos de carbono y su temperatura o punto de fusión aumenta con el peso molecular o largo de la cadena

Entre los más comunes está el láurico, que abunda en los aceites de palmiste (semilla de la palma) y de coco, el palmítico, que se encuentra en la palma, en el cacao y en la manteca de cerdo, y el esteárico en el cacao y en los aceites hidrogenados. La grasa de la leche o grasa butírica (de donde deriva la mantequilla) contiene ácido butírico, cuya presencia se emplea para identificar y cuantificar la grasa láctea en los productos o su adulteración.

Los de cadena corta (menos de C10) contribuyen al aroma y al sabor de la leche y de los derivados lácteos; en ocasiones, su presencia es dañina y en otras es muy deseable, como en los quesos y la mantequilla.

Ácidos grasos insaturados debido a sus insaturaciones, estos compuestos tienen una gran reactividad química, ya que son propensos a la saturación y a transformaciones oxidativas y de isomerización. Son muy abundantes en los aceites vegetales y marinos; su temperatura de fusión disminuye con el aumento de las dobles ligaduras, y siempre es menor que la de los saturados para una misma longitud de cadena. Los de una insaturación se llaman monoenoicos o monoinsaturados, y a los de más de una se les denomina polienoicos o poliinsaturados; en el primer caso, la mayoría presenta la doble ligadura entre los carbonos 9 y 10. Además de los nombres triviales, su nomenclatura consiste en indicar el tamaño de la cadena, la localización o número de las dobles ligaduras y añadiendo la terminación “enoico”. En forma natural, los poliinsaturados tienen sus dobles ligaduras como no conjugadas, es decir, están separadas por un grupo metileno, como ocurre con los ácidos linoleico, linolénico y araquidónico; lo contrario a esta distribución es la conjugación, en la que no existe dicho metileno de por medio.

los poliinsaturados se numeran de acuerdo con la posición del primer doble enlace con respecto al grupo metilo y se dividen en dos grandes grupos: los omega-6, $\nu 6$ (n-6), que lo tienen en el sexto carbono, como el ácido linoleico, y los $\nu 3$ (n-3), con su primer doble enlace en el tercer carbono, como el ácido linolénico. El símbolo ν precede al número del carbono del doble enlace más cercano al grupo metilo final. Así, el oleico, que es el cis-9-octadecenoico, tiene un doble enlace en el carbono 9 a partir del metilo, y puede nombrarse como C18:1 $\nu 9$, que significa que es un ácido de 18 átomos de carbono, con una sola insaturación, la cual está a 9 carbonos del grupo metilo.

En el aceite de pescado se presenta una mezcla muy compleja de ácidos grasos de cadena larga poliinsaturados; contiene un alto porcentaje, 10-15%, de eicosapentaenoico, (EPA) docosahexaenoico, (DHA), de (linolénico) y de n-3 (docosapentaenoico).

El DHA abunda en el cerebro y en el tejido nervioso, y una buena fuente son los aceites de pescados de agua fría, como el salmón, el bacalao y la sardina. En las especies marinas existe una relación entre el grado de insaturación y la temperatura en que habita el pez; a medida que las aguas son más frías, las dobles ligaduras aumentan para que los lípidos permanezcan líquidos.

Por esta razón, entre todos los aceites comestibles, los de pescado son los más sensibles a la oxidación y particularmente su fracción de fosfoglicéridos, que es la más insaturada. Por otra parte, en las grasas y aceites de tierra, el linoleico (18:2 $\nu 6$) es el más común, seguido del oleico (cacahuate, oliva, aguacate, etcétera) y el linolénico (soya).

CUADRO 4.3 Ácidos grasos saturados

<i>Nombre trivial</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Punto de fusión (°C)</i>
Butírico	Butanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	-5.9
Caproico	Hexanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	-3.4
Caprílico	Octanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	16.7
Cáprico	Decanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	31.6
Láurico*	Dodecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44.2
Mirístico*	Tetradecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54.4
Palmítico*	Hexadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63.0
Estearico*	Octadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69.4
Araquídico	Eicosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	76.0
Behénico	Docosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	79.9
Lignocérico	Tetracosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	84.2
Cerótico	Hexacosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{COOH}$	87.7

*Ácidos grasos saturados más comunes en alimentos.

Las insaturaciones presentan dos tipos de isomerismo: a) geométrico, cis-trans; y b) posicional, según sea la localización de la doble ligadura en la cadena de átomos de carbono. En estado natural, la mayoría de ellos son cis, mientras que los trans se encuentran en grasas hidrogenadas comerciales y en algunas provenientes de rumiantes, como el sebo; la mantequilla contiene aproximadamente 4-6% de trans que se sintetizan por un proceso de biohidrogenación en el rumen de la vaca. Cabe indicar que los trans son termodinámicamente más factibles y estables que los isómeros cis; sus cadenas lineales y rígidas tienen un menor ángulo de la doble ligadura, lo que provoca una asociación y empaquetamiento molecular compacto (cristal) semejante a un saturado. Dicho empaquetamiento hace que los trans presenten temperaturas de fusión mayores que los correspondientes cis, para el mismo tamaño de molécula; esto se observa entre el punto de fusión del ácido oleico (cis) de 13°C y el del ácido elaídico (trans, que se sintetiza en la hidrogenación comercial), que funde a 44°C.

Los ácidos con ramificaciones presentan puntos de fusión bajos debido a que sus protuberancias impiden que se asocien entre sí y formen estructuras ordenadas de mayor punto de fusión. Desde hace algunas décadas, el consumo de ácidos grasos trans se ha

incrementado, debido al aumento en el uso de grasas hidrogenadas, en lugar del tradicional sebo de res.

Cuando se tiene una doble ligadura, como en el oleico, solamente hay dos posibilidades isoméricas: cis o trans. Sin embargo, con dos insaturaciones se generan cuatro posibles isómeros: cis-cis, cis-trans, trans-cis y trans-trans; la situación se hace mucho muy compleja con más dobles ligaduras. Muchos de estos isómeros se sintetizan en la hidrogenación de los aceites y su presencia influye considerablemente en sus características físicas y químicas; su determinación se puede llevar a cabo con diversos métodos espectroscópicos. Por su parte, el isomerismo posicional está relacionado con la localización de las dobles ligaduras en la cadena hidrocarbonada.

Por su parte, el isomerismo posicional está relacionado con la localización de las dobles ligaduras en la cadena hidrocarbonada. Los sistemas no conjugados son los más comunes; sin embargo, con tratamientos térmicos se transforman en conjugados que son más reactivos y fácilmente oxidables.

Para los monoinsaturados se observa que la doble ligadura puede encontrarse en diferentes posiciones isoméricas; por ejemplo, el ácido vaccénico (trans-octadeca-11-enoico, de la mantequilla) y el ácido petroselínico (cis-octadeca-6-enoico, de varias semillas), son los isómeros posicionales del ácido oleico (cis-octadeca-9-enoico). De igual manera, el ácido elaeostearico (octadeca-9,11,15-trienoico) es el isómero posicional del ácido linolénico (octadeca-9,12,15-trienoico).

Los triglicéridos Son los acilglicéridos más abundantes en la naturaleza y los principales constituyentes de todas las grasas y los aceites, incluyendo el tejido adiposo de los mamíferos, ya que representan más del 95% de su composición. La nomenclatura depende de sus ácidos, de tal manera que cuando contienen sólo uno se conocen como triacilglicéridos simples y cuando poseen dos o tres se consideran como mixtos; los nombres de los primeros se forman añadiendo el sufijo “ina” a la raíz que denota el ácido en cuestión, por ejemplo, la triestearina, la tripalmitina y la trioleína, corresponden a triacilglicéridos que

contienen sólo esteárico, palmítico y oleico, respectivamente. También se pueden nombrar usando la terminación “acilglicérido”, en cuyo caso se llamarían: triestearilacilglicérido, tripalmitilacilglicérido y trioleilacilglicérido. La nomenclatura de los mixtos se basa en indicar consecutivamente los tres ácidos grasos, utilizando la terminación “il” o “ato” para cada uno.

Con la numeración estereoespecífica, un triacilglicérido con linoleico, esteárico y palmítico en posiciones 1, 2 y 3 respectivamente, se denomina sn-gliceril-1-linoleato-2-estearato-3-palmitato, que equivale al linoleo-estearo-palmitina, o 1-linolil2-estearil-3-palmitina. Con dos ácidos iguales y uno desigual se designan con el prefijo “di”, o bien se numeran las posiciones donde se encuentran dichos ácidos: b-palmitil-a, a'-diestearina equivale a la 2-palmitil-1,3-diestearina, o de manera abreviada, diestearopalmitina o palmitidildiestearina. La figura 4.1 es una representación estereoquímica de un triacilglicérido formado por los ácidos oleico, esteárico y palmítico.

Las características físicas y químicas de los triacilglicéridos dependen del tipo, la concentración y la forma de distribución de sus ácidos grasos en las tres posiciones. Las posibles combinaciones de ubicación de los ácidos grasos en el glicerol son muy variadas.

1.3 Proteínas.

Las proteínas constituyen, junto con los ácidos nucleicos, las moléculas de información en los seres vivos. Éstas fluyen siguiendo los principios establecidos por Watson y Crick: se almacenan en unidades denominadas genes en el ácido desoxirribonucleico y se transcriben para formar diversos tipos de ácido ribonucleico, y los ribosomas traducen el mensaje formando proteínas.

El proceso se conserva en todos los sistemas vivos, por medio de un código genético universal de 64 codones, que indica la manera de traducir los 20 aminoácidos que forman parte de las proteínas. Las proteínas juegan un papel central en los sistemas biológicos. Los microorganismos tienen un número mínimo cercano a 3,000 clases de proteínas que abarcan todo tipo de funciones: estructura, transporte, motilidad, defensa, reconocimiento, almacenamiento y la función catalítica que llevan a cabo las enzimas.

La importancia de las proteínas en los sistemas alimenticios no es menor. Poseen propiedades nutricionales, y de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quien las consume; asimismo, pueden ser ingredientes de productos alimenticios y, por sus propiedades funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento. Hace dos décadas la desnutrición proteínico-calórica (PEM, por sus siglas en inglés) era el principal problema nutricional en países en desarrollo; actualmente ha disminuido aunque no se ha erradicado.

En ciertos segmentos económicos es fundamental contar con fuentes de proteínas baratas y accesibles; en otros segmentos los problemas relacionados con la nutrición son ahora diferentes y están vinculados con enfermedades degenerativas, cáncer y obesidad, ya que existe una mayor conciencia de la importancia de mantener la salud y en la prevención de enfermedades: por ejemplo, existe documentación sobre el papel de la nutrición en la respuesta inmune, en procesos inflamatorios, en el desempeño cognitivo y desarrollo neuronal, entre otros fenómenos biológicos.

Las proteínas juegan un papel fundamental, siempre y cuando se consuman en los niveles apropiados y se combinen de manera adecuada con otros elementos de la dieta. Actualmente el reto no es sólo la disponibilidad de proteínas, sino la calidad requerida. Las herramientas modernas de análisis de proteínas están basadas en la genómica y proteómica; es decir, en el estudio del grupo de genes que forman un organismo y de su funcionalidad. No todos los genes se expresan en todas las células: los que tienen funciones esenciales sí se expresan en todas las células; y los que las tienen altamente especializadas, sólo en tipos de células específicas. Por lo tanto, cada organismo cuenta con un genoma que da lugar a muchos proteomas.

Sin duda, su estudio sistemático y organizado permitirá explotar mejor las fuentes tradicionales y diseñar proteínas para mercados específicos. Existe la posibilidad de formar un gran número de proteínas a partir de las 20 unidades básicas denominadas aminoácidos. Las diversas combinaciones de secuencia de aminoácidos, longitud de cadena y organización estructural permiten una gran variedad de estructuras y, por tanto, de funciones, que

dependerán de sus propiedades fisicoquímicas, como: carga, hidrofobicidad, estado de agregación, etcétera. Para fines prácticos es posible definir a las proteínas alimentarias como las proteínas que son fácilmente digeribles, no tóxicas, nutricionalmente adecuadas, útiles en los alimentos y disponibles en abundancia.

Para la nutrición de los niños, se considera que la carne, la leche y el huevo son indispensables en su dieta, pero en otros países, en especial los asiáticos, se consumen proteínas de fuentes anteriormente consideradas como “no convencionales, proteínas de soya y otras leguminosas importantes por su balance de aminoácidos indispensables. Sin restar importancia al papel que desempeñan las proteínas, y en específico los aminoácidos indispensables, en la buena nutrición y el desarrollo infantil; se puede afirmar que también, desde el punto de vista industrial, el papel de las proteínas es preponderante: el mercado de proteínas funcionales, de hormonas proteínicas y sobre todo de las enzimas, son tres ejemplos de mercados que requieren un profundo conocimiento de la química de las proteínas, de manera que se optimicen los procesos de extracción, modificación, procesamiento y almacenamiento con base en un profundo conocimiento de las posibles rutas de modificación de las mismas, tanto positiva como negativa, para obtener mayores beneficios.

Al considerar el papel que las proteínas, como otros nutrientes, desempeñan para mantener en buen estado la salud de cada individuo, no deben dejarse de lado posibles efectos negativos que su consumo representa. Los efectos negativos más importantes se presentan por su papel como alérgenos y como toxinas, pero no debe descartarse la interacción negativa con otros nutrientes o la formación de subproductos tóxicos.

La funcionalidad de una sustancia se define como toda propiedad, nutricional o no, que interviene en su utilización.^{100, 48} Este comportamiento depende de las propiedades físicas y químicas que se afectan durante el procesamiento, almacenamiento, preparación y consumo del alimento. Las propiedades funcionales permiten el uso de las proteínas como ingredientes en alimentos, aunque generalmente se incorporan en mezclas complejas.

Las características sensoriales resultan de más importancia para el consumidor que el valor nutricional, el que frecuentemente se altera para lograr buenas cualidades organolépticas, como textura, sabor, color y apariencia, las que a su vez son el resultado de interacciones complejas entre los ingredientes. Como ejemplo se puede señalar el caso de los productos de panadería, donde la viscosidad y la capacidad de formar pastas se relacionan justamente con las propiedades de las proteínas del gluten de trigo. Así mismo, las características de textura y succulencia de los productos cárnicos son dependientes de las proteínas musculares (actina, miosina, actinmiosina y proteínas de la carne solubles en agua).

La textura y las propiedades de cuajado de los productos lácteos se deben a la estructura coloidal de las micelas de caseína; y la estructura de algunos pasteles y las propiedades espumantes de algunos postres o productos de confitería dependen de las propiedades de espumado y gelificación de las proteínas de la clara de huevo. Los comportamientos aquí descritos, se deben a la estructura tridimensional de las moléculas que componen el alimento.

Los sistemas alimentarios son complejos y ocurren en ellos diversos fenómenos simultáneamente. Por ejemplo, los atributos sensoriales de un pastel dependen de que ocurra gelificación, espumado y emulsificación de los ingredientes utilizados y lo ideal sería que un solo ingrediente poseyera funcionalidad múltiple debido al resultado de las interacciones entre sus proteínas constituyentes. Por ejemplo, la clara de huevo es capaz de generar gelificación, emulsificación, espumado, absorción de agua y coagulación por calor, lo cual la hace una proteína deseable en muchos alimentos. De otra manera, se debe conjuntar un amplio rango de propiedades fisicoquímicas cuando se parte de preparaciones complejas, consistentes en mezclas de diferentes proteínas.

La industria alimentaria se encuentra a la búsqueda de proteínas alternativas que puedan competir con las que actualmente dominan el mercado y que posean características nutritivas, funcionales y sensoriales adecuadas para utilizarse en el desarrollo de nuevos productos alimenticios. Esta búsqueda se centra más hacia las proteínas vegetales, que tradicionalmente han desempeñado un papel importante en la nutrición humana,

particularmente en países en desarrollo donde el consumo promedio de proteína es menor al requerido para garantizar un buen estado nutricional. La forma más común de comercializar estas fuentes proteicas es la producción de aislados proteicos que tienen diversas aplicaciones como ingredientes y aditivos alimentarios y cuyas propiedades dependen del número y tipo de proteínas presentes, así como de su pureza. Los de soya dominan el mercado, aunque existen otras opciones como los de canola, trigo, chícharo y almendras, y existe uno más, de proteínas de ajonjolí que se comercializa a nivel internacional.

La funcionalidad de una proteína no está del todo comprendida y hasta ahora no ha sido posible predecir su comportamiento en sistemas modelo, aunque se trabaja activamente en este sentido. La relación entre la composición de aminoácidos y las propiedades funcionales y fisicoquímicas se puede visualizar como una serie de eventos que están interrelacionados. Por ejemplo, a partir de la composición y de su secuencia de aminoácidos se pueden deducir propiedades fisicoquímicas como hidrofobicidad, hidrofiliidad, tamaño, forma, carga neta y distribución de la carga, actividad superficial y viscosidad, que a su vez determinan las propiedades funcionales, como espumado, gelificación, formación de películas o estructuras vítreas, capacidad para ligar agua o aceite, emulsificación, etcétera. Sin embargo, los modelos de predicción de propiedades funcionales a partir de la información sobre sus aminoácidos son todavía limitados.

La consideración de otros parámetros, como la relación hidrofobicidad/hidrofiliidad, estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria, flexibilidad/rigidez molecular y capacidad para interactuar/reaccionar con otros compuestos resultan cruciales para el mejor modelamiento así como para el desarrollo de nuevas aplicaciones. Empíricamente las propiedades funcionales de las proteínas son una manifestación de dos aspectos moleculares de las proteínas: a) las propiedades hidrodinámicas, y b) propiedades de la proteína relacionadas con su superficie.

Las propiedades funcionales como la viscosidad, gelación y texturización se relacionan con las primeras, que dependen del tamaño, forma y flexibilidad molecular. Las propiedades

funcionales, como la humectabilidad, dispersabilidad, solubilidad, espumado, emulsificación y unión a sabores se relacionan con las propiedades de superficie de la proteína. Aunque existen diversos métodos de clasificación.

Propiedades de hidratación. Dependen de las interacciones proteína-agua y son: absorción de agua, capacidad de mojado (humectación), capacidad de hinchamiento, capacidad de retención de agua, adhesividad, dispersabilidad, solubilidad y la viscosidad como propiedad hidrodinámica.

Propiedades relacionadas con interacciones proteína-proteína. Se trata de las propiedades de precipitación, gelación, formación de estructuras como pueden ser la formación de masa, de fibras, de películas, la adhesión y la cohesión. Propiedades de superficie dependen en forma importante de la composición superficial de la proteína, puesto que de acuerdo a la misma dependerá la capacidad de ligar grasas y sabores. La emulsificación y el espumado son dos propiedades relacionadas más directamente con los fenómenos de superficie.

En realidad, estos grupos de propiedades están interrelacionados; por ejemplo, la gelación involucra no solamente interacciones proteína-proteína sino también proteína-agua, en tanto la viscosidad y la solubilidad dependen de las relaciones entre proteína-agua y proteína-proteína.

Clasificación de las proteínas con base en su solubilidad A continuación se mencionan las cuatro categorías en que se clasifican las proteínas de acuerdo con las características de solubilidad: Albúminas son las que se solubilizan en agua a pH 6.6 (albúmina sérica, ovoalbúmina, y a-lactoalbúmina). Globulinas son las solubles en soluciones salinas diluidas a pH 7.0 (glicinina, faseolina y b-lactoglobulina).

Glutelinas son las solubles en soluciones ácidas (pH 2) y alcalinas (pH 12) (glutelinas de trigo). Prolaminas son las solubles en etanol al 70% (zeína, gluten de maíz y las gliadinas del trigo). Cabe mencionar que tanto las prolaminas como las glutelinas son proteínas altamente hidrofóbicas. La solubilidad de las proteínas se afecta por las condiciones de la solución,

como el pH, la fuerza iónica, la temperatura y la presencia de solventes orgánicos, además de las propiedades fisicoquímicas intrínsecas de las moléculas.

1.4 Vitaminas.

Las vitaminas son nutrimentos que facilitan el metabolismo de otros nutrimentos y mantienen diversos procesos fisiológicos vitales para todas las células activas, tanto vegetales como animales. En los alimentos se encuentran en cantidades muy pequeñas, que van de unos cuantos microgramos hasta 200 mg por kilogramo, lo que representa desde 1/10,000 hasta 1/100,000,000 de la dieta. Sin embargo, si su presencia pasa desapercibida su ausencia, que se acompaña de cuadros clínicos graves y aparatosos, es sumamente notoria.

Los problemas ocasionados por su carencia son conocidos desde la época de las antiguas civilizaciones de Egipto, Grecia y Roma; de tal forma que en el papiro de Ebers, escrito hace 3,500 años, se hace referencia a enfermedades como el escorbuto, el raquitismo y la ceguera nocturna; actualmente se sabe que estos problemas de salud se relacionan con la falta de vitaminas.

En 1912, Casimiro Funk aisló una fracción del arroz que curaba el beriberi; debido a que ésta tenía propiedades de amina (tiamina), la llamó vitamine (del inglés vital amine), que significa amina vital o indispensable para la vida. Posteriormente se encontró que no todos estos compuestos eran aminas, y en lugar de vitamine se les designó con el nombre de vitamin. En 1948, con el descubrimiento de la cianocobalamina, se terminó el periodo de 36 años en el que se identificó al resto de las vitaminas.

El término vitamina puede resultar confuso para mucha gente que le atribuye a estos compuestos poderes “mágicos”, que proporcionan salud y fuerza por el solo hecho de consumirlas; nada más alejado de esto. La mejor forma de obtenerlas es mediante la ingesta de una dieta equilibrada y sólo en casos muy concretos se debe acudir a las presentaciones farmacéuticas. Los excesos y sobredosis de vitaminas, como la A, D y B6, traen consigo intoxicaciones, algunas incluso pueden ser graves.

Bajo este nombre se agrupan 13 compuestos con estructuras químicas orgánicas muy distintas, que funcionan en concentraciones pequeñas (por eso se clasifican como micronutrientes), comparadas con los macronutrientes en su conjunto. Las vitaminas, como tales, no generan energía, pero actúan en el control de diversas reacciones propias del anabolismo y del catabolismo de hidratos de carbono, de proteínas y de grasas, que a su vez generan energía y propician la síntesis de otros compuestos, además de que facilitan algunos mecanismos fisiológicos. Cabe mencionar que, en ciertos casos, esta actividad biológica no es exclusiva de un sólo compuesto ya que hay varias sustancias, llamadas vitámeros, que cumplen la misma función en el hombre, aunque con diferente poder vitamínico.

Por ejemplo, en la vitamina B6 existen tres vitámeros: piridoxina, piridoxal y piridoxamina; dos en la niacina: ácido nicotínico y nicotinamida; dos en la D: ergocalciferol y colesterciferol; dos en la C: ácidos ascórbico y deshidroascórbico; ocho en la E: cuatro tocoferoles y cuatro tocotrienoles; etcétera. Por otra parte, en muchos alimentos, las vitaminas se encuentran en una forma química inactiva sin funcionalidad, como la niacina, por lo que se requiere convertirlas a su estado activo a través de diversas reacciones.

También existen las provitaminas o precursores, como los carotenoides que en sí no tienen actividad biológica, pero que se convierten en vitamina A en el tracto gastrointestinal. Todavía no se conoce perfectamente la función que desempeña cada una de ellas en el hombre, aunque su importancia se ha demostrado en muchas ocasiones, ya que su deficiencia produce malestares o enfermedades, a pesar de consumirse una dieta rica en los demás nutrientes.

Para el buen funcionamiento del cuerpo humano se llevan a cabo miles de transformaciones químicas que requieren de las correspondientes enzimas con sus respectivos cofactores, muchos de los cuales son vitaminas; y se les llama indispensables porque el organismo, al no sintetizarlas todas en cantidades suficientes, requiere ingerirlas de la dieta diaria; la microflora intestinal del hombre, y la de muchos animales, constituida por varias decenas de especies que viven simbióticamente es capaz de producir cantidades importantes de algunas de ellas, como biotina, ácido pantoténico, cobalamina y vitamina K, y en menor proporción, tiamina,

niacina, ácido fólico, vitamina B6 y riboflavina. Parte de estas vitaminas es aprovechada al ser absorbida directamente a través de la pared del tracto gastrointestinal; la ingesta de antibióticos destruye dicha microflora y trae consigo una reducción en la síntesis de estos nutrimentos.

Los requerimientos diarios de vitaminas varían entre mujeres y hombres y también con la edad, así como en el caso de las mujeres embarazadas y lactantes. En el cuadro 6.1 se muestran las recomendaciones de consumo de vitaminas y de algunos elementos químicos para tres grupos de la población mexicana; debido a que se trata de información oficial, con base en estos datos se calculan los aportes indicados en las etiquetas de los productos comerciales. Observe que en el caso de las vitaminas, la máxima cantidad corresponde a 60 mg de la C, mientras que de la B12 es de tan sólo 2 mg; es decir, hay una diferencia de 30,000 veces entre las dos recomendaciones. En general, las dietas balanceadas constituidas por una amplia variedad de alimentos son suficientes para satisfacer todos los requerimientos vitamínicos diarios.

En algún tiempo, a dicha lista de 13 vitaminas se le incluyeron otras sustancias, como el ácido orótico (llamada vitamina B13), el inositol, el ácido lipoico, la rutina (vitamina P), la colina (forma parte de la lecitina y de la acetilcolina, un neurotransmisor), la xantopterina (vitamina B14), el ácido pangámico (vitamina B15), la carnitina (vitamina T), los flavonoides y la ubiquinona, pero en general no han sido aceptadas como tal por ser dispensables y desconocerse los problemas que causa su carencia en la dieta.

La disponibilidad comercial de las vitaminas sintetizadas químicamente o por métodos biológicos hace que la industria alimentaria pueda emplearlas en una forma muy variada; se utilizan para fortificar algunos productos de consumo cotidiano y también como antioxidantes y hasta como colorantes. De todos, el aspecto más importante es el empleo de las vitaminas como nutrimentos, sobre todo en aquellos alimentos que por razones de procesamiento las han perdido.

El técnico puede contribuir considerablemente a mejorar el bienestar y la salud del público consumidor al manejar los productos de tal manera que la destrucción de nutrimentos sea mínima o añadir éstos cuando así se requiera. Las vitaminas no pertenecen a un grupo específico de compuestos y tienen estructuras químicas diferentes entre sí; debido a esto no se han podido clasificar con base en su estructura, sino más bien por su solubilidad: liposolubles e hidrosolubles.

CUADRO 6.1 Ingestión diaria de nutrimentos recomendada en México⁴⁵

<i>Nutrimentos</i>	<i>Adultos</i>	<i>Niños de 6 a 11 meses cumplidos</i>	<i>Niños de 1 a 3 años cumplidos</i>
Proteína, g	75	14	20
Vitamina A, μg equivalentes de retinol*	1,000	400	400
Vitamina E, mg	10	4	6
Vitamina C, mg	60	40	40
Tiamina, mg	1.5	0.45	0.7
Riboflavina, mg	1.7	0.55	0.8
Niacina, mg equivalentes**	20	7	9
Vitamina B ₆ , mg	2	0.60	1
Folacina, μg	200	35	50
Vitamina B ₁₂ , μg	2	0.5	0.7
Calcio, mg	800	600	800
Fósforo, mg	800	500	700
Hierro, mg	15	10	15
Magnesio, mg	350	60	80
Zinc, mg	15	5	15
Yodo, μg	150	50	70

*Un equivalente de retinol = 1 μg de retinol o 6 μg de β -caroteno.

**Un equivalente de niacina = 1 mg de niacina o 60 mg de triptófano.

Contenido de vitamina en los alimentos.

Al revisar las diversas fuentes de información sobre el contenido vitamínico de los alimentos se encuentra que existen grandes variaciones, algunas muy importantes; éstas se acentúan aún más en productos procesados, sometidos a alguna transformación que provocó modificaciones en sus constituyentes. En general, los vegetales contienen una mayor proporción de hidrosolubles que de liposolubles, situación que se invierte en los alimentos de origen animal; sin embargo, hay varias excepciones, como las espinacas y las coles, ricas en vitamina K, las oleaginosas que tienen un porcentaje importante de vitamina E, o del hígado de distintos animales que son buena fuente de algunas vitaminas hidrosolubles.

Su concentración en los vegetales está en función de aspectos genéticos, prácticas culturales, radiación solar (influye en la vitamina C y la tiamina), disponibilidad de agua, época del año, fertilización, temperatura promedio (influye en los carotenos), topografía, cosecha, almacenamiento, madurez en el momento del consumo, forma de preparación en el hogar, etcétera; todos estos factores causan las discrepancias observadas en la literatura. Por su parte, el contenido de vitaminas en el huevo, la carne, la leche, etcétera, depende de la raza, de la dieta y de la salud del animal, entre otros factores; el suministro de suplementos con vitaminas liposolubles a los animales se refleja en el alimento producido, pero esto no sucede normalmente con las hidrosolubles.

Algunas frutas, como las fresas, sintetizan el ácido ascórbico paralelamente a los pigmentos, aun cuando éste disminuye una vez recolectadas; en el caso de las ciruelas, la situación es inversa, puesto que el contenido se incrementa después de la cosecha. La cantidad de tiamina de la manzana está en relación con su estado fisiológico.

Incluso, dentro de un mismo fruto, la distribución de vitaminas no es homogénea; como en el durazno, en el que existe un incremento de concentraciones del centro hacia el exterior; esta heterogeneidad también se presenta en muchos otros productos, como la manzana, que acumula hasta el 80% de ácido ascórbico en la cáscara, o la zanahoria que es abundante en niacina en su parte más externa; en el corazón o centro de la piña se encuentra la mayor cantidad de vitamina C. En diversas frutas, como en los cítricos (naranja y limón), de un 50 a un 60% del ácido ascórbico está presente en el albedo y flavedo, partes de la corteza que generalmente no se consumen; el contenido vitamínico incluso varía de acuerdo con la localización del fruto en el árbol, los más externos contienen una mayor proporción que los internos, por la incidencia solar.

Por su parte, la germinación de algunas semillas propicia la síntesis de vitaminas, como es el caso de la soya y de los chícharos, que incrementan considerablemente su concentración de ácido ascórbico, riboflavina, niacina y biotina. En los cereales (arroz, trigo, centeno, avena, etcétera), estos nutrimentos por lo general se ubican en la cascarilla que los cubre, por lo

que la eficiencia de su molienda y de su extracción industrial determina la concentración residual de vitaminas. En el caso del arroz, la molienda provoca un desperdicio de salvado, germen y cascarilla que hace que se pierda un porcentaje elevado de estos nutrimentos.

Vitamina liposoluble.

Las vitaminas de este grupo (A, D, E y K) son solubles en disolventes orgánicos y en aceites, pero insolubles en agua; sin embargo, comercialmente existen preparaciones micro encapsuladas en gomas y en otros polímeros hidrófilos, que las hacen estables en soluciones acuosas. Sus estructuras contienen dobles enlaces sensibles a las reacciones de oxidación (más la A y la E)

El hombre, al igual que otros mamíferos, las retiene en el tejido adiposo, principalmente del hígado, por lo que una persona bien alimentada puede sobrevivir durante varias semanas sin necesidad de consumirlas; por el contrario, las hidrosolubles, deben ingerirse de manera sistemática, ya que no se almacenan tan fácilmente y pueden presentarse problemas si no se ingieren. Su función biológica no está muy clara, se conoce menos que la de las hidrosolubles, y hasta ahora no se ha observado que tengan acción como coenzima en alguna reacción específica. Sin embargo, sí se identifican las enfermedades y los problemas que puede ocasionar su ausencia en la dieta; en este sentido, de las cuatro, las actividades fisiológicas que mejor se entienden son las de la A y la D.

Vitamina A.

Esta vitamina se encuentra sólo en el reino animal, principalmente en el hígado, así como en la leche, el huevo, el pescado, etcétera. Desde hace miles de años en Egipto y en Grecia se sabía que para curar la ceguera nocturna era necesario consumir hígado; esta vitamina puede presentarse en las formas retinoides de alcohol o retinol, de aldehído o retinal y de ácido retinoico.

En los vegetales no existe como tal, pero sí como sus provitaminas o precursores carotenoides, de los cuales existen más de 500, aun cuando el b-caroteno es el más importante, seguido de otros como el b-apo-89-carotenal, la criptoxantina, el a-caroteno,

etcétera. En la conversión del b-caroteno en vitamina A, ocurren reacciones de oxidación-reducción que primero lo transforman en retinal, después en retinol, para finalmente almacenarse en el hígado como el derivado palmitato.

En teoría, la ruptura enzimática de los dos carbonos centrales del b-caroteno en la mucosa intestinal liberaría dos moléculas de retinal; sin embargo, en la práctica esta transformación no se logra totalmente y sólo se alcanza el 50% de efectividad; por esto el b-caroteno, que es la provitamina más activa, sólo tiene un poder del 50% de la vitamina A. Para hacer referencia a su potencia biológica y a las recomendaciones de consumo, en la literatura técnica se emplean diversos términos, como Unidad Internacional, UI; Equivalente de Retinol, ER, (RE en inglés, Retinol Equivalent), y otros, que llegan a ocasionar confusiones. La UI corresponde a 0.3 mg de retinol, a 0.6 mg de b-caroteno, o a 0.344 mg de acetato de trans-retinilo, mientras que el ER, equivale a 1 mg de retinol o a 6 mg de b-caroteno.

Aunque no se conoce totalmente su función biológica, su carencia inhibe el crecimiento, produce el endurecimiento del epitelio en varias partes del cuerpo, principalmente de los sistemas respiratorio, visual, reproductivo y urinario, y afecta las estructuras ósea y dental.

Su actividad más conocida es cuando interviene como 11-cis-retinal y se combina con la proteína opsina por medio del grupo amino e de la lisina, en la síntesis del pigmento rodopsina; en el ciclo visual de los bastones, la rodopsina sufre una transformación cis-trans por la acción de la luz, al tiempo que se rompe en opsina y en trans-retinal, para nuevamente isomerizarse y realizar un proceso cíclico.

Por esta razón, su deficiencia causa xeroftalmia (disminución de la transparencia de la córnea) en los niños y ceguera nocturna en los adultos. El abuso en el consumo de esta vitamina mediante preparaciones farmacéuticas puede ocasionar una intoxicación, lo cual no sucede si se lleva una alimentación balanceada.

Se ha identificado como una carencia nutrimental importante en niños menores de 12 años en México.⁴⁶ La vitamina A presenta su máxima actividad biológica cuando todas sus

instauraciones se encuentran en configuración trans. Sus formas comerciales son como acetato y palmitato de trans-retinilo ya que son más estables, activas y solubles en aceite.

Vitamina D.

Con este nombre se conocen 11 compuestos similares con estructuras de esterol, semejantes al colesterol, con un sistema trieno conjugado de dobles ligaduras, que son capaces de impedir los síntomas del raquitismo, y de los cuales el ergocalciferol (vitamina D₂) y el colecalciferol (vitamina D₃) son los más importantes.

A su vez, estos dos tienen sus precursores, ergosterol y 7-deshidrocolesterol, respectivamente, que no presentan actividad biológica, pero que se transforman en la respectiva vitamina cuando se irradian con luz ultravioleta.

El primero se localiza básicamente en las plantas, mientras que el segundo abunda en el tejido animal y en los aceites de pescado. La fotoconversión implica una ruptura del anillo B en el sistema esteroide, se pierde el arreglo cíclico típico de los esteroides, y se forma una serie de productos intermediarios como el lumisterol y el taquisterol; una excesiva irradiación destruye la actividad biológica, y además se generan diferentes sustancias, algunas de las cuales pueden ser tóxicas.

La función de estos compuestos, en forma de la hormona 1,25-dihidroxicolecalciferol, es ayudar a absorber y transportar el calcio y el fósforo a través de la pared intestinal, pero también a liberar el calcio de la estructura ósea, en caso necesario, para regular su concentración y la del fósforo en el plasma; en estos procesos actúan las hormonas paratiroidea y calcitonina, para lograr una sana integración ósea. Su deficiencia provoca osteomielitis o una mala formación de los huesos; los síntomas del raquitismo se describieron a mediados del siglo XVII, y años después se usó el aceite de bacalao para curarlo.

Vitamina E.

Con este nombre se conocen ocho compuestos de las familias de los tocoferoles y de los tocotrienoles, el a, b, g y d-tocoferol y el a, b, g y d-tocotrienol. El más activo es el a-tocoferol (100% de potencia), seguido del b (50%), el g (5%) y el d (1%). La palabra tocoferol proviene del griego tokos que significa descendencia, se le añade a la molécula para indicar que es un fenol. Las diferencias químicas entre los tocoferoles se muestran en y se basan en el número y la posición de los grupos metilo sustituyentes en el anillo de cromano.

Debido a la presencia de los tres carbonos asimétricos que contienen, existen diversos estereoisómeros con dos posiciones quirales designadas como R y S para cada carbono, por lo que se forman ocho posibles combinaciones (RSR, SRR, SRS, etcétera) con diferente poder vitamínico; el a-tocoferol (5,7,8-trimetiltocol) es el más abundante en los alimentos, se designa como RRR-a-tocoferol y por ser el más activo biológicamente se toma de referencia para medir la potencia del resto de los isómeros. Por su parte, el producto comercial sintético de acetato es en realidad una mezcla de todos los isómeros, y para designarlo se utiliza el término acetato de todo-rac-a-tocoferilo (equivalente al antiguo acetato de dl-a-tocoferilo), en el que rac se refiere a que está racemizado en su totalidad; su actividad biológica es de aproximadamente 80% de la del RRR-a-tocoferol.

Se recomienda una dieta rica en vitamina E cuando se consumen concentraciones elevadas de dichos ácidos; la vitamina C le ayuda a recuperar su función de antioxidante después de que actúa como tal. Su deficiencia en animales se manifiesta por degeneración tubular renal, pigmentación de los depósitos lipídicos, necrosis hepática y distrofia muscular. En ratas de laboratorio previene la esterilidad y los abortos, por lo que algunos investigadores erróneamente concluyeron, hace algunas décadas, que tenía el mismo efecto en el hombre; por esta razón a la vitamina E también se la llamó factor antiesterilidad. Las cantidades de consumo recomendadas.

Vitamina K.

En la década de 1930 se descubrió un componente de los aceites que actuaba como factor antihemorrágico, al cual se le llamó vitamina K por la palabra alemana Koagulation. En este

término se incluye a cada uno de los derivados de la naftoquinona, cuya función biológica más conocida es en la coagulación de la sangre; y su ausencia hace que el hígado no sintetice la protrombina, que es el principal precursor del agente coagulante trombina. Existen varios vitámeros naturales, aunque los principales son la vitamina K1 (2-metil-3-fitilnaftoquinona-1,4), filoquinona que está presente en las hojas de las plantas, y la vitamina K2 (2-metil-3-difarsenil-naftoquinona-1,4), menaquinona que es sintetizada por las bacterias intestinales; sin embargo, hay otros de origen sintético que son aún más potentes, como la menadiona (2-metil-naftoquinona-1,4), que no contiene la cadena lateral, y que se usa de referencia para medir la actividad biológica y como aditivo en alimentos.

Las menaquinonas contienen una cadena isoprenoide con distintas longitudes, y una parte (40- 60%) de lo que produce la microflora en el tracto gastrointestinal se absorbe; esto hace que, junto con la dieta, los requerimientos diarios de un hombre bien alimentado puedan satisfacerse sin problema alguno, por lo que los casos de deficiencias son pocos. El sangrado constante y la presencia de moretones pueden ser una señal de deficiencia de esta vitamina.

La vitamina K1 es un aceite amarillo, mientras que la K2 y la menadiona son sólidos cristalinos con puntos de fusión de 54.5 y 106°C, respectivamente. Son muy estables al calor, pero sensibles a los hidróxidos alcalinos y a la luz; normalmente existen pocas pérdidas durante los distintos tratamientos y procesos a los que se someten los alimentos. Su cuantificación se efectúa con cromatografía líquida de alta presión.

Vitaminas hidrosolubles.

A diferencia de las liposolubles, el hombre tiene una capacidad limitada para almacenar las vitaminas hidrosolubles, por lo que requiere un consumo continuo, a pesar de que algunas son sintetizadas por la flora intestinal y una fracción se absorbe.

Al ingerir una cantidad excesiva, sólo se aprovecha una fracción y la otra se elimina en la orina, y esto se debe tener en cuenta cuando se administran megadosis, como las preparaciones comerciales de soluciones inyectables de vitamina B12, que contienen varios miligramos, mientras que los requerimientos diarios son muy bajos, es decir, una sola

ampolleta es suficiente para cubrir las necesidades de un individuo durante muchas semanas. Las vitaminas hidrosolubles están constituidas por el complejo B, que incluye tiamina (B1), riboflavina (B2), vitamina B6, vitamina B12, biotina, folatos, niacina y ácido pantoténico, y por la vitamina C. Excepto en el caso de esta última, la función biológica de las demás es conocida: actúan como coenzimas.

En general, muchas de las B se encuentran juntas en los alimentos de origen vegetal. Por ser solubles en agua, la lixiviación es un mecanismo común de pérdida para todas ellas.

Tiamina

Esta vitamina está constituida químicamente por un anillo de pirimidina unido a otro de tiazol, mediante un puente metilénico muy sensible a los ataques nucleófilos. El nitrógeno del tiazol es cuaternario y normalmente está ionizado en el pH de la mayoría de los alimentos, lo que provoca que actúe como una base fuerte.

En forma de pirofosfato de tiamina interviene como coenzima en diversas reacciones oxidativas de descarboxilación, en el metabolismo de aminoácidos ramificados y en la utilización de hidratos de carbono, sobre todo de la glucosa y en el ciclo de las pentosas.

Su deficiencia en el hombre causa beriberi, el cual se manifiesta con pérdida de la memoria, dificultad para hablar e incapacidad para ciertos movimientos musculares, polineuritis (inflamación simultánea de varios nervios), problemas gastrointestinales, cardiovasculares y del sistema nervioso. Esta enfermedad se presenta en los países orientales donde su dieta se basa en arroz pulido, es decir, arroz al que se le ha eliminado la cascarilla que contiene la mayor proporción de tiamina. Su absorción se lleva a cabo en la mucosa del yeyuno y del ileon e inmediatamente se fosforila, y el exceso ingerido se elimina en la orina.

En muchos alimentos se encuentra naturalmente en forma libre, o bien como el derivado pirofosfato en las levaduras, la carne de cerdo, el pericarpio y el germen de los cereales, las nueces, el huevo, la leche, y el corazón, hígado y riñón de los animales. La oxitiamina y la piritiamina son antagonistas, y su presencia en los alimentos implica requerimientos mayores

de tiamina; los ácidos cafeico y tánico, y en general los taninos, inactivan su función biológica. En forma comercial se encuentra como clorhidrato o como mononitrato, ambos solubles en agua que se usan para enriquecer algunos alimentos. Las recomendaciones de consumo se muestran.

Debido a su estructura química, la tiamina es, junto con el ácido ascórbico, una de las vitaminas más inestables, sobre todo afectada por el pH; incluso se sugirió como índice de retención de nutrimentos, considerando que si soportara un determinado proceso, las otras vitaminas también se conservarían. Es hidrosoluble y, por lo tanto, se pierde por lixiviación en el agua de lavado, enjuague, etcétera, que está en contacto con los alimentos, o bien, en el agua de descongelamiento de productos cárnicos. En general, como pirofosfato es más inestable a las altas temperaturas y a los agentes químicos que en estado libre, pero esto depende de la presencia de polímeros (p. ej., almidón o caseínas) que ejercen un efecto protector.

Soporta la esterilización comercial a $\text{pH} < 3.5$, pero se vuelve muy inestable a pH mayores, sobre todo en la neutralidad o alcalinidad, que propician la ruptura de la unión del carbono metilénico con el nitrógeno cuaternario del imidazol, produciendo los dos anillos constituyentes, el derivado pirimidínico es estable y no sufre reacciones secundarias, pero no sucede lo mismo con el grupo metil-tiazólico que se descompone y produce compuestos furánicos, tiopenos y anhídrido sulfuroso que imparten olores muy peculiares a los alimentos cocidos y que recuerdan los de los derivados cárnicos.

De hecho, esta transformación se ha aprovechado para desarrollar algunos sabores a reacción, a base de la degradación controlada de la tiamina.

Riboflavina.

La riboflavina está formada por un anillo heterocíclico de isoaloxacina combinado con una molécula del azúcar-alcohol ribitol, derivado de la ribosa; dentro de esta designación se incluyen varios compuestos. En general, la riboflavina se encuentra fosforilada e integra el dinucleótido de flavina y adenina (FAD) y el mononucleótido de flavina (FMN) que se

sintetizan y almacenan en el hígado; ambos funcionan como coenzimas del grupo de las flavoproteínas que regulan los procesos de transferencia de hidrógenos en reacciones de oxidación-reducción de aminoácidos y de otros compuestos. Su deficiencia produce dermatitis seborreica, vascularización corneal, coloración anormal de la lengua, etcétera.

La flora microbiana del intestino grueso del hombre la sintetiza y un cierto porcentaje es absorbido y aprovechado; el hígado humano tiene la capacidad de almacenar una pequeña fracción, pero es insuficiente para satisfacer las necesidades diarias por periodos largos. En el cuadro 6.5, que muestra el contenido de vitaminas de diversos alimentos, se observa que los hígados vacuno y porcino son los más ricos en riboflavina; también la leche (0.16 mg/100 g), el queso (0.45 mg/100 g), la levadura de cerveza y los vegetales de hoja verde son una fuente importante, al igual que el corazón y el riñón de los animales, mientras que las frutas no lo son.

Debido a la solubilidad de la riboflavina, se puede perder en el agua de remojo o en la del lavado de las frutas y hortalizas, así como durante su cocción.1, 16, 58 Su estabilidad a altas temperaturas es buena (mejor que la tiamina) en la mayoría de los alimentos, ya que resiste la esterilización a pH ligeramente ácidos, pero a medida que se acerca a la neutralidad, se vuelve sensible, y en condiciones alcalinas es definitivamente muy termolábil.

Niacina.

Con este nombre se designa a dos vitámeros con estructura semejante a la pirimidina: el ácido nicotínico (ácido piridín-3-carboxílico), que se encuentra en las plantas y se sintetiza vía el quinolinato, y a su correspondiente amida, la nicotinamida (piridín-3-carboxiamida) del reino animal, producida a partir del triptofano. La nicotinamida es indispensable para dos coenzimas muy importantes, el dinucleótido de adenina y nicotinamida (NAD) y su derivado fosfatado (NADP), son los encargados de la transferencia de hidrógenos en muchas reacciones metabólicas de las deshidrogenasas que actúan en proteínas, hidratos de carbono y lípidos.

La importancia del NAD y del NADP radica en la facilidad con la que se reducen a NADH y NADPH, y en la facilidad con la que se oxidan. Su deficiente consumo da origen a la enfermedad llamada pelagra (del italiano “piel quebrada”), que ocasiona problemas de diarrea, dermatitis y demencia, por lo que también se le ha llamado la enfermedad de las “3D”. Los requerimientos diarios para el hombre se expresan como equivalentes de niacina. Los excesos consumidos se eliminan en la orina. Participa en la síntesis (anabolismo) y en la degradación (catabolismo) de glúcidos, ácidos grasos y aminoácidos a través de dos coenzimas, la NAD (nicotinamida adenín dinucleótido) y la NADP (nicotinamida adenín dinucleótido fosfato).

A pesar de encontrarse ampliamente distribuida en la naturaleza, mucha de la niacina no está disponible, ya que forma complejos no asimilables con diversos constituyentes de los alimentos; el resultado de su análisis químico cuantitativo no refleja la cantidad que verdaderamente se puede aprovechar biológicamente, como es el caso de los cereales que la contienen unida a una proteína, y que forma un complejo difícil de romper en el tracto gastrointestinal. Esto es más notorio con el maíz, quien presenta grandes variaciones de biodisponibilidad de la vitamina entre los granos crudo, hervido y nixtamalizado (hervido con 1-3% de cal/20-40 min y reposo de 8-10 horas).

Actualmente existen muchas poblaciones de Asia y de África que sufren de pelagra por tener un régimen alimentario muy pobre a base de maíz hervido.

Cuando el grano se consume nixtamalizado, como en todo México, no sucede lo mismo pues dicho complejo se disocia y se libera la niacina; sin embargo, hay zonas en el sureste de la República que, para obtener una masa más blanca, lavan intensamente el maíz nixtamalizado, provocando la pérdida por lixiviación de la vitamina liberada.

El tratamiento térmico-alkalino, además de hacer que la niacina esté disponible, también facilita el aprovechamiento del triptófano.

Comercialmente existen sus dos vitámeros sintéticos, que se añaden para fortificar algunos alimentos. Su determinación puede efectuarse usando el *Lactobacillus arabinosis*, o con diversos métodos espectrofotométricos y cromatográficos.

Ácido pantoténico.

Su nombre indica su amplia distribución en la naturaleza (del griego, pantós que significa en todas partes). Esta vitamina es ópticamente activa, aunque sólo la forma dextrorrotatoria presenta propiedades biológicas; su importancia radica en que es parte de la coenzima A, además de que participa en la transferencia de grupos acetilo, como donador y receptor de H, y en el metabolismo de moléculas con dos átomos de carbono, como en la utilización de hidratos de carbono y en la hidrólisis y síntesis de lípidos (ácidos grasos, colesterol y otros esteroides).

Se encuentra en muchos alimentos, tanto en forma libre como ligada, en cereales, levaduras, hígado, huevo, leche, etcétera, y por tanto es difícil observar casos de deficiencia en el hombre; sin embargo, cuando se presenta, el cuadro clínico incluye fatiga, náusea, problemas de sueño y ardor en los pies y las piernas. No hay recomendaciones de consumo diario, pero se considera que para un adulto, 10 mg diarios cubren todas las necesidades.

Se pierde por lixiviación, y aun cuando es estable a un pH 4-7, puede degradarse por efecto de las altas temperaturas, por lo que los productos esterilizados o deshidratados muestran pérdidas considerables; en pH muy ácidos o alcalinos se provoca su hidrólisis. Su determinación se efectúa microbiológicamente por medio del crecimiento del *Lactobacillus plantarum* o del *Saccharomyces cerevisiae* y por métodos químicos. Comercialmente existe como pantotenato de calcio, y se usa en la fortificación de los alimentos, ya que es más estable que la forma de ácido libre.

Piridoxina.

Con este nombre se conocen tres vitámeros biológicamente activos con una estructura química semejante: piridoxina o piridoxol (alcohol), piridoxal (aldehído) y piridoxamina (derivado amina). Estos compuestos se encuentran en la sangre del hombre, la cual los

distribuye por todo el cuerpo. En forma de fosfato, el piridoxal es la coenzima de un gran número de reacciones metabólicas que incluye la utilización y la síntesis de aminoácidos por medio de mecanismos de transaminación, descarboxilación y desulfhidración; también interviene en el metabolismo de lípidos y en la producción de aminas indispensables como serotonina, norepinefrina, adrenalina, dopamina, etcétera, algunas de las cuales son neurotransmisores.⁶ Su deficiencia puede causar desórdenes nerviosos, provocar convulsiones y neuropatías.

En los vegetales se encuentra como piridoxol y en los alimentos de origen animal, como piridoxal y piridoxamina, la microflora intestinal del hombre la sintetiza, aprovechándose una porción que se absorbe; el tejido muscular tiene una cierta capacidad de almacenarla en forma fosforilada unida a la proteína y con una dieta adecuada y variada no suelen presentarse deficiencias. Esta vitamina se asocia mucho con las proteínas de los alimentos.

En general, los tres vitámeros resisten la mayoría de los tratamientos térmicos, pero la piridoxina es el más estable de ellos, por lo que es la forma que se usa para la fortificación. Al igual que la riboflavina y la vitamina C, la B6 es fotosensible, aunque en menor grado. Las altas temperaturas no les afectan cuando el pH es ácido, pero su sensibilidad se incrementa a medida que se aproxima a la neutralidad y más aún en la alcalinidad.

Cuando se calienta en presencia de aminoácidos (ácidos aspártico y glutámico y los azufrados) o de algunos péptidos, se inducen reacciones que destruyen su actividad biológica. Su degradación térmica se ha evaluado principalmente en sistemas modelo, tanto líquidos, como deshidratados.

Sin embargo, los datos provenientes de estos modelos no necesariamente pueden extrapolarse y aplicarse a un alimento cuya composición química sea más compleja y en el que intervenga un gran número de otras variables; por ejemplo, con la caseína se observó que sucede una rápida interconversión de piridoxal y de piridoxamina, y que la estabilidad de la piridoxina es de 2 a 3 veces mayor que la de las otras dos. Las energías de activación para

llevar a cabo su destrucción son de 27.3, 23.7 y 20.8 kcal/mol para la piridoxina, la piridoxamina y el piridoxal, respectivamente.

Por otra parte, se han realizado diversos estudios para determinar sus mermas en los alimentos comercialmente procesados, pero no hay uniformidad en los datos con que se cuenta; sólo como referencia, las pérdidas en los enlatados van de un 57 hasta un 78% en vegetales, y de un 42 a un 49% en carnes y pescados.⁵² La forma comercial más empleada en la industria de los alimentos es la de clorhidrato de piridoxina, que son cristales incoloros sensibles a la humedad y a la luz.

Biotina.

Es una vitamina que corresponde al ácido carboxílico del heterociclo de la condensación de los anillos de imidazol y de tiofeno hidrogenados, que puede existir en ocho isómeros diferentes, pero sólo el d, que se encuentra en la naturaleza, tiene actividad biológica. Funciona como coenzima en la hidrólisis y la síntesis de ácidos grasos y de aminoácidos a través de reacciones de carboxilación y de transcarboxilación.

Está presente en la levadura de cerveza deshidratada y en diversos alimentos (cuadro 6.4), sobre todo en los de origen animal, como hígado, riñón y músculo, y en los cereales; además, la microflora intestinal la sintetiza, por lo que el hombre generalmente no padece problemas por su deficiencia; sin embargo, cuando ocurre, su carencia provoca fatiga, depresión, náuseas, dermatitis y dolores musculares.

Ácido fólico.

Es una vitamina que corresponde al ácido carboxílico del heterociclo de la condensación de los anillos de imidazol y de tiofeno hidrogenados, que puede existir en ocho isómeros diferentes, pero sólo el d, que se encuentra en la naturaleza, tiene actividad biológica.

Funciona como coenzima en la hidrólisis y la síntesis de ácidos grasos y de aminoácidos a través de reacciones de carboxilación y de transcarboxilación. Está presente en la levadura de cerveza deshidratada y en diversos alimentos, sobre todo en los de origen animal, como

hígado, riñón y músculo, y en los cereales; además, la microflora intestinal la sintetiza, por lo que el hombre generalmente no padece problemas por su deficiencia; sin embargo, cuando ocurre, su carencia provoca fatiga, depresión, náuseas, dermatitis y dolores musculares.

La folacina se encuentra en los vegetales de hojas verdes, en el hígado (150 mg/100 g), en la carne (5 mg/100 g), en el riñón (30 mg/100 g) y en menor cantidad en las frutas. El hígado de pollo es particularmente importante y una ración de 20-25 g es suficiente para llenar los requerimientos de folatos y de vitamina A, conjuntamente. Es indispensable para el crecimiento del *Lactobacillus casei*, que es la base de su análisis cuantitativo, aun cuando hay métodos de cromatografía líquida de alta presión. En relación con su estabilidad, en la literatura se encuentran cifras algo disímiles, ya que cada folato tiene una cinética de destrucción diferente, aun cuando todos se pierden por lixiviación.

La forma de ácido fólico es la más estable de todas y por eso se utiliza en la fortificación de alimentos. Se destruye por oxidación, la cual se acelera con las temperaturas altas, como ocurre durante el conocimiento de los alimentos, tanto en el hogar como en la industria.

Cianocobalamina.

Esta vitamina tiene la estructura química más compleja, está constituida por cuatro anillos pirrólicos integrando un núcleo de corrina con un átomo de cobalto quelado y al cual se le une, por un lado, el 5,6-dimetilbencimidazol y por el otro, distintos grupos como el 5'-desoxiadenosilo, el cianuro, el nitrito, el metilo, el sulfito, el agua, etcétera; se presenta un intercambio entre los grupos anteriores para producir las diversas formas químicas de esta vitamina, algunas de las cuales tienen una actividad biológica. La más conocida es la cianocobalamina, que es la que normalmente se adiciona a los alimentos.

Esta vitamina no existe en alimentos vegetales y sólo se encuentra en la leche, la carne, el huevo y en otros productos de origen animal, como el hígado, corazón y riñones. Por esta razón, los vegetarianos estrictos, y también los niños amamantados por madres vegetarianas, pueden presentar problemas de anemia perniciosa.³ Debido a que los microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) la sintetizan, los alimentos fermentados la contienen y, de

hecho, muchas de sus preparaciones comerciales provienen de fermentaciones. Su determinación cuantitativa se lleva a cabo por métodos microbiológicos, usando el *Lactobacillus leichmannii*.

Es estable a las temperaturas de esterilización en un intervalo de pH de 4 a 6, aun cuando los tratamientos térmicos muy intensos, como la evaporación de la leche, provocan fuertes pérdidas. En condiciones alcalinas se vuelve muy inestable a las radiaciones electromagnéticas del UV y al calor, y la presencia del ácido ascórbico, de tiamina y de niacina conjuntamente, puede causar su destrucción. Las sales férricas la estabilizan y las ferrosas la destruyen. En general, la mayoría de los procesos industriales y caseros de preparación de los alimentos causan pocas mermas.

Ácido ascórbico.

Existen varias sustancias que presentan una actividad biológica de vitamina C, pero con excepción del ácido L-ascórbico y el ácido L-deshidroascórbico (producto de la oxidación del anterior), las demás tienen una importancia nutricional insignificante; sólo los isómeros L de estos dos vitámeros actúan como tal, ya que, por ejemplo, el ácido D-ascórbico no es activo. El ácido L-deshidroascórbico representa aproximadamente un 80% de la potencia vitamínica del ácido L-ascórbico.

La vitamina C es un derivado de los hidratos de carbono (su síntesis química parte de la D-glucosa), tiene una estructura de cetona cíclica que corresponde a la forma enólica de la 3-ceto-l-gulofuranolactona; contiene un enol entre los carbonos 2 y 3 que la hace un agente ácido y altamente reductor, por lo que se oxida muy fácilmente.³⁷ Se encuentra principalmente en vegetales frescos y los cereales, al igual que la leche, las carnes y los pescados y sus derivados, no la contienen; por esta razón, el consumo rutinario de frutas y verduras aporta la vitamina C requerida diariamente, ya que, al ser hidrosoluble, el hombre no la almacena.

A diferencia de otras vitaminas, el humano no la sintetiza, mientras que algunos animales sí la producen, por lo que para ellos no es indispensable. El jugo de 1 o 2 naranjas contiene

aproximadamente 80 mg de ácido ascórbico, suficiente para satisfacer las necesidades de 60 mg diarios en los adultos (cuadro 6.1); los fumadores, los alcohólicos, los niños y las mujeres lactantes requieren de un mayor consumo. Su absorción ocurre en el intestino delgado mediante un mecanismo dependiente de Na a una velocidad de 1.2 g/día, por lo que los excesos de las megadosis se eliminan en la orina.

Minerales.

Por tradición, la palabra “minerales” (traducción directa de minerales) se usa para referirse a los diversos elementos químicos que se identifican en los alimentos; sin embargo, en los diccionarios se encuentra que mineral se equipara con lo “inorgánico” o “con las minas para el beneficio de los metales”.

En la literatura científica en español se sigue usando el término “minerales”, aun cuando hay voces que sugieren que se debe sustituir por “nutrimentos inorgánicos” por considerarlo más correcto. El análisis de las cenizas de plantas, microorganismos, animales y cadáveres de seres humanos revela la presencia de más de 60 elementos químicos, de los cuales 36 se encuentran con regularidad: aluminio, antimonio, arsénico, azufre, bario, boro, bromo, cadmio, calcio, cinc, cloro, cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, flúor, fósforo, galio, hierro, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plata, plomo, potasio, rubidio, selenio, silicio, sodio, titanio, vanadio y yodo. Sin embargo, la presencia de alguno de éstos en el organismo no prueba su participación en el metabolismo y, por lo tanto, su calidad de nutrimento; en muchos casos puede tratarse de simples contaminaciones.⁸ De manera conjunta, estos elementos representan aproximadamente el 4% del peso total del cuerpo humano, donde resaltan el calcio con un 2% y el fósforo con un 1 por ciento.

Al igual que las vitaminas, algunos elementos químicos son nutrimentos indispensables para el buen funcionamiento del organismo humano y su carencia puede provocar serios problemas de salud; la alimentación variada, cuando es viable, es la forma de evitar cualquier deficiencia de éstos y de otros nutrimentos.

Actúan de diversas maneras en la formación de tejidos rígidos del cuerpo (Ca, P, F, Mg, etcétera), como cofactor de enzimas (Mn, Zn, Cu, Mo, Na, etcétera), como integrante de vitaminas, hormonas, mioglobina y hemoglobina (Co, I, Fe, etcétera), para controlar la presión osmótica de fluidos celulares y del pH (Na, K, Cl, etcétera) y como parte constitutiva de algunas macromoléculas (S, P, Fe, etcétera). El hecho de consumirlos en la dieta no representa que se absorban y se aprovechen en el organismo humano, ya que su biodisponibilidad es muy distinta entre ellos; el sodio, potasio y cloro forman compuestos sencillos que existen en disolución, por lo que forman iones libres fácilmente absorbibles, mientras que el calcio, hierro, fósforo y magnesio, que integran compuestos insolubles, son más difíciles de asimilar. Las funciones y necesidades de Ca, I, Fe, Mg, Se y Zn en el hombre han sido estudiadas ampliamente por la FAO/WHO.

A diferencia de las vitaminas que se sintetizan in situ, todos los elementos químicos encontrados en los alimentos de origen animal y vegetal provienen de los productos del campo, que a su vez, dependen de las prácticas agrícolas, la genética, el suelo, los fertilizantes, los plaguicidas, el agua, etcétera. Debido a que son hidrosolubles, la mayor parte de sus pérdidas se producen por lixiviación en cualquier etapa en la que exista un contacto del alimento con el agua. Una dieta balanceada aporta todos los nutrimentos inorgánicos suficientes para satisfacer las necesidades del hombre; sin embargo, es práctica común la adición de algunos de ellos, sobre todo de calcio, hierro, yodo y cinc. Además de esto, los distintos aditivos, como antiaglomerantes, emulsificantes, secuestradores, amortiguadores de pH, sales de horneado, etcétera, contienen diversos elementos químicos que igualmente contribuyen al contenido de los alimentos.

Calcio.

Es el elemento químico más abundante en el ser humano y llega a representar hasta el 2% del peso corporal, equivalente a 1,000-1,500 g en un adulto. Aproximadamente, el 99% de este elemento se encuentra distribuido en las estructuras óseas y el resto, 1%, en los fluidos celulares y en el interior de los tejidos. A pesar de que esta segunda fracción es muy pequeña, tiene una enorme influencia funcional ya que interviene en un gran número de

transformaciones y mecanismos, como son la coagulación de la sangre, la contracción muscular, la activación enzimática, la transmisión de impulsos nerviosos, etcétera.

Se recomienda una ingestión diaria de 800 mg para adultos y niños en crecimiento, pero en el caso de embarazadas y madres lactantes esta cifra se incrementa hasta en un 50%. Del calcio que se consume, aproximadamente el 40% se absorbe a través del intestino delgado y el resto se elimina en las heces; la absorción se favorece por la acción de la vitamina D, la lisina, la arginina, la lactosa y pH ácidos, ya que es insoluble en condiciones alcalinas.

La lactosa, al fermentarse en la parte distal del intestino delgado, produce ácido láctico que reduce el pH y solubiliza el calcio para facilitar su absorción; la leche contiene una alta concentración de Ca, además de vitamina D y lactosa, por lo que es la mejor fuente de este elemento para los humanos. La fracción de calcio que no se absorbe (aproximadamente 60% del ingerido) y que se elimina, se incrementa por las dietas altas en grasas y bajas de vitamina D y por la presencia de alcohol, fosfatos, fitatos, oxalatos, tiroxina y corticoides, así como por la inmovilidad del individuo.

Una vez que se absorbió, el calcio se acumula en el plasma sanguíneo, de donde se suministra para la formación de huesos y dientes mediante la hormona calcitonina y las vitaminas A y C; esto es más efectivo cuando la relación Ca/P es de 1 o más, ya que forman la hidroxiapatita que integra la estructura rígida del hueso.

Fosforo.

Este elemento se encuentra como fosfato, representa 1.0% del peso corporal, está muy relacionado con el calcio ya que juntos forman la hidroxiapatita y 80% se localiza en los huesos y en los dientes; el resto se concentra en los fluidos extracelulares y actúa como un amortiguador del pH en la sangre, o en las células en donde participa en el metabolismo de las proteínas, los lípidos y los hidratos de carbono; interviene en la fosforilación de la glucosa y del glicerol, se combina con ácidos grasos en los fosfolípidos, es parte del trifosfato de adenosina (ATP) y de los ácidos nucleicos (ADN y ARN), forma las fosfoproteínas, etcétera. Su absorción es más sencilla que la del calcio, aunque se ve afectada por los mismos factores

que antes se mencionaron; su biodisponibilidad varía, pero se considera que se aprovecha un 70% del consumidor y el 30% restante se desecha en las heces.

Hierro.

Este elemento cumple diversas funciones biológicas en el humano, principalmente al transportar y almacenar el oxígeno mediante la hemoglobina y la mioglobina, respectivamente, además de actuar como cofactor de varias enzimas.

Está presente en los alimentos en dos formas: como Fe hemo que se encuentra en la res, pollo, pescado, etcétera, y como Fe no-hemo o inorgánico presente en los granos, leguminosas y vegetales en general. El primero tiene una mayor biodisponibilidad (20-30%) que el segundo, que es de tan sólo de 2-10% y que depende de la presencia de los inhibidores de la absorción (fitatos, polifenoles, calcio y fosfatos) y de los promotores de la absorción (vitamina C, ácido cítrico, péptidos con cisteína, etanol y productos fermentados).

Se encuentra en dos estados de oxidación, aun cuando las sales ferrosas se aprovechan más fácilmente que las férricas, por lo que al adicionarlo a los alimentos se prefiere el fumarato, gluconato o sulfato ferroso, como en el caso de los cereales; el Fe³ se reduce a Fe² gracias al ácido estomacal y en esta forma atraviesa la mucosa gastrointestinal. Su deficiencia provoca anemia, que ha sido identificada en niños menores de 10 años en las zonas rurales de México.

Otros elementos.

En forma conjunta, el cloro y el sodio forman parte del plasma sanguíneo y del líquido extracelular que rodea las células, en donde ayudan a mantener la presión osmótica, la acidez y la carga eléctrica. Además, el cloro se utiliza para la síntesis del ácido clorhídrico estomacal, mientras que el sodio actúa en la contracción muscular y en la conducción nerviosa. El NaCl es la principal fuente de sodio y se encuentra en la mayoría de los alimentos, aun cuando en ocasiones se usa en exceso en la cocina; la hipertensión arterial es común en personas con alta ingesta de sodio.

Por su parte, el cinc actúa como coenzima en las carboxipeptidasas y deshidrogenasas y su deficiencia causa pérdida de apetito y problemas en el crecimiento de los niños; su absorción en el intestino delgado, al igual que sucede con el Ca, Mg y Fe.

1.5 El agua

El agua es un compuesto orgánico constituido por dos átomos de hidrógeno unidos en forma covalente a uno de oxígeno, es altamente polar, no es lineal y crea estructuras tridimensionales debido a la hibridación de las órbitas moleculares s y p del oxígeno; las 1s del hidrógeno comparten dos electrones con las híbridas del oxígeno.

A su vez, este elemento tiene un par de electrones libres considerados como dos fuerzas separadas, que junto con los dos enlaces covalentes, establece una molécula con una forma imaginaria de tetraedro.

En el agua existe una diferencia de electronegatividades que se debe precisamente a que el oxígeno tiene un gran poder de atracción por los electrones de los dos hidrógenos, lo que ocasiona que éstos desarrollen una carga parcial positiva temporal, y que el átomo de oxígeno desarrolle una carga parcial doble negativa temporal, esto hace que se produzca un momento dipolar muy fuerte, cuya dirección se observa en la figura 1.1. Es decir, esta molécula no tiene una carga determinada, pero sí un dipolo eléctrico potente que le permite crear puentes de hidrógeno estables con otras moléculas iguales o diferentes, pero de naturaleza polar.

El momento dipolar que se establece, se observa como una orientación de la molécula en un campo eléctrico con la parte negativa hacia el ánodo y la positiva hacia el cátodo.

El puente de hidrógeno no es un enlace químico propiamente, sino una atracción electrostática que se produce cuando dos átomos negativos de compuestos polares se unen mediante uno de hidrógeno, de tal manera que solamente participa los elementos más electronegativos, como nitrógeno, flúor y oxígeno.

El agua no se considera un nutrimento porque no sufre cambios químicos durante su aprovechamiento biológico; pero es un hecho que sin ella no pueden llevarse a cabo las innumerables transformaciones bioquímicas propias de todas las células activas: desde una sencilla bacteria hasta el complejo sistema del organismo del hombre. Esto es tan cierto que existen teorías que consideran que la vida en nuestro planeta se originó gracias a la presencia de este compuesto que permanece líquido en un intervalo de temperatura relativamente amplio.

Tiene un gran número de funciones biológicas basadas en su capacidad física para transportar sustancias, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal y también en su reactividad química, al intervenir en la fotosíntesis y en muchas reacciones enzimáticas de hidrólisis; es decir, participa activamente en la síntesis de hidratos de carbono a partir de CO₂, fundamental en la vida de este planeta, y en la conversión de diversos materiales complejos (polisacáridos, proteínas, grasas, etcétera) a formas más sencillas y asimilables para las plantas y los animales.

Muchas de las macromoléculas de interés biológico, como las enzimas y los ácidos nucleicos, se vuelven activas sólo cuando adquieren sus correspondientes estructuras secundarias, terciaria, etcétera, gracias a la interacción que establecen con el agua. Es decir, las células animales y vegetales, así como los microorganismos, sólo pueden desarrollarse si encuentran las condiciones adecuadas en un medio en el que el contenido de agua es fundamental.

Entre el 60 y 70% del cuerpo humano es agua, aun cuando hay ciertos tejidos como huesos, cabellos y dientes que la contienen escasamente.

Es un disolvente líquido inerte, de pH neutro, que sirve de transporte en la sangre y la linfa, y que regula la temperatura corporal; el organismo la pierde continuamente por el sudor, la orina, la respiración y las heces, y requiere un mínimo aproximado de 2,500 mL diarios (depende de la edad, sexo, actividad física, etcétera) para llevar a cabo adecuadamente innumerables reacciones propias de las distintas funciones biológicas;

Unidad 2

2.1 Historia de la medicina tradicional.

La medicina natural y tradicional forma parte del acervo cultural de la humanidad, y se ha desarrollado en muchos países con características propias, en franca tendencia a los recursos disponibles en ellos, sobre la base, además, de la idiosincrasia de sus habitantes; por tanto, es el resultado de una evolución lenta, pero avalada por la experiencia práctica.

El empleo de las plantas para la alimentación del hombre y la curación de diversas enfermedades, se remonta a la creación del mundo. Esta experiencia fue transmitida de generación en generación, a tal punto, que en la actualidad, en pleno siglo XXI, son denominadas plantas de uso tradicional, lo cual continuará hasta el fin de los tiempos.

Al respecto, la medicina herbaria, que también se conoce como medicina botánica, fitoterapia o fitomedicina, es la forma más antigua de atención médica que se ha conocido en la humanidad. En la actualidad existen extensas documentaciones e investigaciones relacionadas con el uso de las plantas para curar diversas enfermedades. Cabe agregar que la acción de las plantas indica la manera en que el remedio interactúa con la fisiología humana. En algunos casos dicha acción se debe a la presencia de una determinada sustancia química que se encuentra en sus estructuras, por lo que tiene un impacto directo sobre la actividad fisiológica, si se sabe cuál es el proceso morboso que se desea aliviar y se conocen las propiedades herbarias para lograr el efecto adecuado.

Durante muchos años los seres humanos han utilizado las plantas para tratar las irritaciones de la piel, las heridas, las picaduras de insectos y las mordeduras de víboras. A partir de la década de los 80 del pasado siglo, el interés por conocer las plantas medicinales y sus usos, ha proliferado en todo el mundo. En Oriente y Occidente se aprecia una parte del “renacimiento” de la herbolaria, bajo la motivación de las muertes causadas por reacciones adversas medicamentosas, pues más de 600 personas fallecieron en Inglaterra entre 1986 y 1987, y 2000 en Estados Unidos.

En 1988 se realizó la Conferencia Internacional sobre Conservación de Plantas Medicinales, en Chiang Mai, Tailandia, con la presencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y recursos naturales y el Fondo Mundial para la Vida Salvaje. Como resultado se redactó un manifiesto conocido como la Declaración de Chiang Mai, donde se realiza una severa advertencia: “salvar plantas para salvar vidas”

Características generales de la medicina natural y tradicional

Inicios de la medicina natural el origen de las ciencias médicas se remonta en los tiempos y es confundido, por una parte, con el empirismo y, por otra, con la superstición. El primero dio nacimiento a la medicina popular, fundamento de la observación rudimentaria de los fenómenos de orden médico, que aún perdura entre los pueblos salvajes; en tanto, la superstición dio lugar a la medicina sacerdotal, que apareció en las primeras edades de todos los pueblos y se explica, también, por la mayor ilustración de los ministros del culto respecto a una masa popular ignorante.

Asimismo, sus inicios en Grecia se dieron con el carácter mitológico personificado, primero en Apolo y después en Esculapio y su hijo. Algunos poetas, como Píndaro, atribuyeron las ciencias médicas de Esculapio al centauro Quirón, su preceptor; también se mencionan como divinidades médicas: Espiones, la mujer de Esculapio y sus hijos Higía, Yaso y Panacea. La leyenda afirma que Macaón y Podalirio asistieron a los griegos en el sitio de Troya; por entonces la medicina se limitaba a arrancar flechas, puntas de lanzas, y a controlar hemorragias y aliviar el dolor.

En cuanto a los médicos de Asclepiades, se establecieron en la vecindad de los templos, como centros de observación de casos clínicos asociados a sus estudios. Por otra parte, filósofos y matemáticos, como Pitágoras, se ocupaban también de la medicina, fundando algunas escuelas tan célebres como la de Crotona en la antigua Grecia; así, se le atribuye a Demócrito la realización de un tratado acerca de la rabia y otro sobre la influencia terapéutica de la música.

Toda la época griega prehipocrática fue, sin embargo, de escasa influencia sobre la evolución científica de la medicina helénica. Para iniciar la historia del vitalismo en la medicina hay que referirse a un personaje nacido en el siglo V a.C., quien fuera médico como Hipócrates, poeta como Orfeo, matemático como Pitágoras y físico como Demócrito; al cual admiraron los hombres de la talla de Platón y Aristóteles, y a cuya sabiduría cantó Lucrecia.

Se trata de Empédocles, nacido en Agrigento, Sicilia, y de quien la tradición dice que se suicidó al arrojar al Sena. Además de afirmar que los fenómenos naturales corresponden a la mezcla de 4 elementos externos deificados (el fuego: Júpiter, el aire: Juno, el agua: Nestis y la tierra: Plutón), admitía ya, antes de Hipócrates, que los semejantes eran atraídos por los semejantes.

La visión de Hipócrates reveló un poderoso genio que iluminó toda una época. El criterio racional y natural del llamado “Padre de la medicina”, se manifestó en su observación clínica de la evolución de la enfermedad, con discernimientos muy completos; poco se ha añadido a ellos por la ciencia moderna. Entre las causas de las enfermedades se incluyen: la herencia, el clima, el suelo, las aguas, los vientos y la temperatura.

Se le concede gran importancia a la balneación, los ejercicios físicos y la dieta; se describen las sangrías, las escarificaciones y las ventosas, y se le atribuye gran importancia al pronóstico, con el establecimiento de reglas generales para este. En la obra de Hipócrates lo que más se admira es su gran capacidad de observación, que le lleva a definir, con gran acierto, el proceso de la enfermedad, la cual es considerada como un estado existencial muy similar al de la salud, pues en ambas la naturaleza se muestra como un todo.

En las afecciones se producen reacciones que se verifican como salvaguarda de la salud; es decir, “la naturaleza es el médico de las enfermedades”. Para Hipócrates el precepto inicial y fundamental era “primum non nocere” (lo primero es no hacer daño), que equivale a velar porque la terapéutica sea oportuna, que no sea ilusoria, fantástica ni abusiva.

Como hombre genial, desarrolló el más concienzudo análisis y expuso la más congruente y utilitaria síntesis de todo lo que constituye el proceso patológico. Se mantenía observando la relación integral de todas las reacciones del ser humano, e insistió siempre sobre la necesidad de ayudar a la naturaleza, con el establecimiento del inicio de la antropología y la biotipología, al clasificar a los individuos de acuerdo con el predominio de sus humores, que marcaba la constitución de predisposición de cada paciente.

Igualmente, reconoció que el principio de contrariedad era aplicable en la medicina, especialmente para las afecciones resultantes de noxas evidentes, obrando sobre el exterior y considerando siempre la fuerza vital o “dynamis actuante” en el ser humano y la relación de similitud de la acción de las drogas con la del proceso patológico.

Ofreció el concepto de “physis” como fuerza vital que anima y produce todos los estados de existencia en sus diversas variaciones, la fuerza vital conservadora y parte de la naturaleza toda, conceptualizada como diversas energías actuantes en forma concurrente, en la reacción de la totalidad del cuerpo humano y de la enfermedad como un proceso encaminado a eliminar el desequilibrio y volver a la salud.

Hipócrates es, indudablemente, el genio de la medicina naturalista. Sus sucesores, como Diocles, Praxágoras, Dexipo y Filistion, se entregaron más que su maestro a la idea sistemática y sobre todo al naturismo. La tradición helénica se continúa en Alejandría, donde brillan los nombres de Herófilo y Erasítrato entre el empirismo y el dogmatismo mecánico. No tardó en fundarse con el nombre de dogmática una escuela que, pretendiendo seguir las tradiciones hipocráticas, la desvirtuó con una serie de fantasías y especulaciones.

La medicina romana comenzó siendo en parte teúrgica y, en parte, empírica, y no tardó, con los progresos de la civilización, en sentirse la influencia helénica. A partir de la época de las guerras púnicas aparecieron ya numerosos médicos griegos, el más célebre fue Asclepiades; sin embargo, no adquirió su verdadero carácter hasta Galeno, que hizo extensos estudios en anatomía y resumió los conocimientos terapéuticos de la época, al sintetizar pacientemente las obras de Dioscórides, Filón de Alejandría, Pablo de Tarso, Escribonio Largo, Sestionigele y

Andrómaco; en cuanto a la patología, fue partidario de la escuela hipocrática. Como se ha podido evidenciar, en todas las épocas referidas la medicina ha gozado de una gran tendencia naturista, imprimida por los fundadores de cada escuela, como figura prima en el desarrollo de esta ciencia a lo largo de los años.

Reseña sobre el surgimiento de la herbolaria la medicina herbaria se utiliza desde tiempos remotos para curar o aliviar las dolencias. En este contexto surgen los fitofármacos, que su empleo es válido para mejorar la salud humana, cuenta con bajos costos (ideal para aplicar en atención primaria de salud), su uso es tradicional (el tiempo y la experiencia en miles de personas con antecedentes), se viene desarrollando en todas las universidades y centros de investigación del mundo, y posee un menor índice de toxicidad (en comparación con los productos de síntesis).

Al respecto, la OMS destaca que de los 119 fármacos derivados de las plantas, alrededor de 74% se usan en la medicina moderna, de manera que se correlacionan directamente con los usos tradicionales que las culturas nativas les daban como hierbas medicinales. La medicina herbaria funciona más o menos de la misma manera que los fármacos farmacéuticos convencionales, o sea, por su composición química. Las hierbas contienen muchísimos compuestos químicos que se dan por sí solos en la naturaleza y que tienen una fuerte actividad biológica.

En los últimos 150 años, los químicos y farmacólogos se han dedicado a aislar y purificar los compuestos “activos” de las plantas en un intento para producir fármacos.

De hecho, la herbolaria tiene mucho que ofrecer cuando se usa para curar afecciones crónicas, pues a través de una hábil selección de las hierbas, se puede lograr una profunda transformación de la salud del paciente, con un menor peligro derivado de los efectos colaterales inherentes a los medicamentos farmacológicos.

En Cuba se conformó una tradición propia en el uso de las plantas medicinales, que alcanzó su máxima expresión en la persona del ilustre sabio Juan Tomás Roig Mesa. En el año 1991 el

Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz orientó iniciar en el país un programa que incluyera el uso científico de las plantas medicinales conocidas, así como su elaboración por la naciente y pujante industria farmacéutica, y que se tomara como experiencia el retorno al empleo de la medicina natural y tradicional, que tiene lugar con más fuerza en los países industrializados.

Estas orientaciones fueron recogidas en un programa para el empleo de plantas medicinales, que formaba parte de la preparación del país ante cualquier contingencia, y la estrategia para su implementación práctica quedó expresada en una directiva del Segundo Secretario del Comité Central del Partido Comunista de Cuba y Ministro de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR).

El análisis de los resultados obtenidos, principalmente por las FAR, en la aplicación y el desarrollo de dicho programa, permitió sentar las bases para una nueva directiva nacional. Su implementación práctica, el desarrollo inicial alcanzado, su control y evaluación sistemática, han logrado comprometer a todos los trabajadores de la salud pública en la necesidad de llevar estos recursos terapéuticos al último rincón del país, para así romper las barreras de desconocimientos y despertar el interés por el estudio y la investigación en su campo, a un grupo inerte de científicos, cuyos resultados ya se ponen en práctica como arsenal de recursos terapéuticos que dominan los profesionales de cualquier rama de la medicina.

La medicina herbaria tiene mucho que ofrecer a las personas que acuden a las consultas en busca de tratamiento, donde se tiene la posibilidad de brindar una atención médica más humana y económicamente accesible. La cultura cubana en cuanto al uso terapéutico y profesional de las plantas medicinales, está desempeñando un papel cada vez más importante en la población.

14 Ramas de la medicina natural y tradicional entre las ramas de la medicina natural y tradicional figuran:

Homeopatía: el significado de la palabra homeopatía proviene de 2 palabras griegas homeos, que significa similar, y pathos, enfermedad. La homeopatía es un sistema de medicina que trata las enfermedades con cantidades diminutas de un agente o de un fármaco que produce

síntomas de la enfermedad cuando se administra a una persona sana. El fundamento de esta práctica es “lo igual se cura con lo igual”. Los remedios homeopáticos provienen de una variedad de plantas, minerales y sustancias químicas.

Medicina física: se entiende por las medidas físicas que se pueden tomar, con tal de tratar la situación patológica determinada de un individuo. Algunas de las prácticas incluidas en este grupo son:

- La fisioterapia: comprende los ultrasonidos, la diatermia y otros agentes de energía electromagnética.
- La hidroterapia: se puede definir como el uso del agua de diversas maneras (caliente, fría, vapor y hielo) y aplicaciones (baños de espuma o de burbujas, duchas, surtidores, bañeras calientes, cataplasmas, vendas, fomentos, baños de pies, entre otras), para mantener o fomentar la salud. Es uno de los tratamientos más antiguos que se conoce, y en muchas culturas, entre ellas las de Egipto, Asiría, Persia, Grecia, Israel, India y China, ya se servían de este método para curar las enfermedades y heridas.
- El ejercicio terapéutico o El masaje. La movilización de articulaciones (manipulación) y las técnicas de inmovilización.
- Dietoterapia o tratamiento dietético: es la base de la medicina natural. Cada vez son más las personas que conocen sus propiedades y consumen alimentos integrales y suplementos dietéticos, para conservar la salud y como tratamiento coadyuvante de enfermedades.
- Acupuntura: es una rama de la medicina natural y tradicional cuyo vocablo se deriva del latín acus, que significa aguja, y pungere, punción. Es el nombre que se le ha dado al procedimiento terapéutico chino Tshen Zin, el cual consiste en la aplicación de agujas muy finas en determinados puntos de la piel, que se caracterizan por presentar baja resistencia eléctrica y alta conductividad, con el objetivo de regularizar la energía que fluye por los meridianos de acupuntura (canales bioeléctricos) y alcanzar resultados de prevención o tratamiento, así como una acción analgésica y reguladora de las funciones fisiológicas.
- Terapia floral: las esencias florales tienen la capacidad de curar porque “son parte de la infinita energía universal, energía positiva extraída de los capullos de flores silvestres que ayudan a desandar un camino equivocado, fortaleciendo y estimulando

las cualidades positivas que tiene el ser humano dentro de sí”. Alrededor del año 1930, el médico galés Edward Bach, se dedicó a estudiar las propiedades medicinales de estas flores y con ellas organizó su propuesta terapéutica.

- Fitoterapia: es la utilización de plantas, o partes de ellas, con fines terapéuticos, y viene siendo utilizada por los animales y el propio hombre desde la Prehistoria. De hecho, la mayor parte de los fármacos actuales están basados en los principios activos de las plantas. Es la ciencia que estudia de una manera científica el uso de las plantas que tradicionalmente se han usado como tratamiento. Al respecto, la medicina herbaria es la forma más antigua de atención médica que ha conocido la humanidad.

Las plantas mito y magia

Así como sucede con las piedras y los minerales, desde los tiempos más remotos el ser humano ha creído que las flores y las plantas tienen propiedades mágicas capaces de actuar en nuestro favor o en nuestra contra dependiendo del uso que les demos. Las flores han sido símbolo de la fugacidad de la vida; los antiguos griegos y romanos, por ejemplo, cubrían a sus muertos de flores a las piras funerarias como símbolo de la muerte y de que es lo único certero que tiene un ser humano.

En otras culturas las flores representaban al sol y en la alquimia los meteoritos eran conocidos con el nombre de flores celestes.

Las plantas, por su parte, representaban a la naturaleza misma, que como tal, tiene fuerzas destructoras y creadoras. Así comenzaron a ser revestidas de propiedades mágicas y esotéricas capaces de curar enfermedades y sortilegios, de atraer el amor y/o la buena fortuna. En la Europa medieval, las plantas eran especialmente poderosas si se recolectaban durante la noche de San Juan.

En esta unidad hablaremos de las principales propiedades mágicas de algunas plantas de la época antiguo y su mitología.

La granada, los antiguos griegos creían que la granada tenía el poder mágico de hacer que la persona que la comiera regresaba temporalmente a la tierra y después de transcurrido

cierto tiempo, se tendría que dirigirse nuevamente al Hades. De hecho, uno de los principales mitos griegos y que, de cierta forma explica las estaciones del año, es el de Perséfone comiendo la granada del dios Hades, lo que la condenaba a permanecer la mitad del año en el Hades, que precisamente era una época gris y fría; cuando Perséfone volvía a la tierra, los campos reverdecía y se llenaban de flores.

Propiedades mágicas del romero antiguamente esta planta se consagraba a los dioses lares, antiguos dioses romanos encargados de proteger las casas y las propiedades de los romanos. Cuando la gente se cambiaba de casa acostumbraba hacerlo portando una rama de romero en la mano, también era común que se quemara romero en cada habitación, pues se creía que esta tenía el poder de alejar a los malos espíritus.

Actualmente el romero es utilizado para realizar hechizos de protección, de amor, para el exorcismo y la purificación, se dice además que aleja a los malos sueños y protege a los durmientes.

Por su parte la fresa, antiguamente se pensaba que las hojas de la fresa eran utilizadas para elaborar cinturones con propiedades mágicas capaces de ahuyentar a las serpientes.

Propiedades mágicas de la rosa, antiguamente se creía que las rosas tenían poderes de protección y también son utilizadas para los amarres y hechizos de amor.

Ruda: se utilizada para elaborar perfumes mágicos que ofrecían protección a quienes lo usaban. En España se creía que los que portaban una ramita de ruda estaban libres de cualquier influencia maligna.

Rusco: es muy probable que pocos hayan escuchado hablar de esta planta; sin embargo, antiguamente era muy utilizada, pues se creía que tenía poderes mágicos para ahuyentar a los ratones. Así que en la Europa medieval era idóneo contra las plagas de estos animales. El tilo es un árbol que era utilizado como protector del hogar. Entre los antiguos germanos y eslavos se creía que el tilo ayudaba a ahuyentar el rayo y que podía absorber cualquier enfermedad con solo tocarlo. Al representar el centro de la espiritualidad, se le colocaba

en el centro de los grandes edificios. Propiedades mágicas del fresno: En la mitología griega, el fresno estaba dedicado al dios Poseidón; también se creía que el árbol del fresno nunca podía ser alcanzado por un rayo, de tal manera que con el tiempo su madera comenzó a ser utilizada para fabricar amuletos y ahuyentar a los malos espíritus.

El orégano y el sexo, nada mejor que el orégano para reactivar la potencia sexual. Esa creencia ha llegado hasta nuestros días y no son pocos los que además le confieren poderes anticonceptivos y energizantes en el acto sexual.

2.2 El legado de la antigüedad la medicina del Egipto.

No existe otro país en que el nacimiento, apogeo y fin de una cultura abarque tanto tiempo como Egipto. El país se extiende junto al Nilo en una delgada faja de alrededor de mil kilómetros de largo y diez a veinte kilómetros de ancho. Alrededor de esta faja fértil, de tierra negra, está el desierto, de tierra roja. La época dinástica abarca los últimos 3.000 años A.C., en que reinaron soberanos de 30 dinastías.

En este largo período se suceden: el Imperio Thinita (I-II dinastías hasta el 2650), el Imperio Antiguo (III-VIII dinastías hasta aproximadamente el año 2200 A.C.), el I Período Intermedio (IX-X dinastías hasta alrededor del 2000), el Imperio Medio (XI-XII dinastías hasta cerca del 1800 A.C.), el II Período Intermedio (XIII-XVII dinastías hasta alrededor del 1600 A.C.), el Imperio Nuevo (XVIII-XX dinastías hasta cerca del 1000 A.C.), el III Período Intermedio o de Decadencia (XXI-XXIV dinastías hasta alrededor del 700 A.C.), el Período Tardío (XXV-XXX dinastías en el período que llega hasta la conquista de Egipto por Alejandro Magno: 332 A.C.).

Los períodos intermedios corresponden a tiempos de inestabilidad política, desórdenes, guerras e invasiones de pueblos extranjeros (así, la de los hicsos en el II Período Intermedio). En el Imperio Thinita, con capital Thinis cerca de Tebas, se realiza y consolida la unidad de la nación. Del Imperio Antiguo, con Sakkara, Menfis y Gizeh como ciudades principales, proceden las grandes pirámides. El Imperio Medio fue una época de transición después de un período de decadencia y desórdenes.

Del imperio nuevo provienen las grandes tumbas del Valle de los Reyes y los templos y colosos en Karnak y Luxor, todos en las cercanías de Tebas, su capital.

Escritura.

Las tres formas fueron la hieroglífica, la hierática y la demótica. La escritura hieroglífica -de hierós, sagrado, y glypho, grabar (hieroglífica: (letras) sagradas grabadas)- se encuentra desde la época predinástica tardía a lo largo de todo el período dinástico y helénico y se usaba en templos y monumentos, rara vez en papiros. Casi tan antigua como esta escritura es la hierática, forma cursiva y abreviada de la hieroglífica y que se extendió a partir del Imperio Medio. Es la escritura usada en los papiros (papiro, nombre de la planta de cuyos tallos se obtenían las membranas para escribir).

A comienzos del Período Tardío, alrededor del 650 A.C. se reemplazó por una forma más abreviada, la escritura demótica (popular). La escritura hieroglífica, para muchos una de las más bellas, fue descifrada en la piedra de Rossetta hallada en la localidad de ese nombre, actual Rashid, en la región del delta del Nilo. Se trata de un mismo texto grabado en hieroglifos, demótico y en griego. Es un fragmento de un decreto de 196 A.C. de tiempos de Tolomeo V.

La escritura hieroglífica fue descifrada por Jean-François Champollion, un hombre genial, que falleció a los 42 años en 1832. El principal problema que resolvió Champollion en 1822 fue el que se trata de una escritura mixta, en buena parte alfabética: comprende fonogramas, que representan letras o sílabas, y logogramas, que representan palabras. Algunos signos pueden representar una palabra o una sílaba, o una palabra o una letra. Frecuentemente, en la grafía de una palabra se combinan signos silábicos y alfabéticos. Las vocales comúnmente carecen de representación gráfica, de manera que hoy día las palabras se leen usando una vocal convencional. La escritura hieroglífica consta de unos 6000 signos, pero los usados corrientemente en cada época son menos de 1000. Los hieroglifos comúnmente están escritos de derecha a izquierda, pero pueden escribirse en sentido contrario o en columnas puestas de derecha a izquierda o al revés.

Principales papiros médicos.

La mayor parte de los conocimientos que se tienen de la medicina egipcia se han obtenido de papiros, en particular de dos: del de Edwin Smith y del de Ebers. El primero es de algo más de 4,5 metros de largo, el segundo tiene un poco más de 20 metros. Ambos fueron escritos hacia el 1600, al final del II Período Intermedio o durante la XVIII dinastía, el de Ebers algo después que el de Smith, y probablemente proceden de una misma tumba en Tebas. El papiro de Edwin Smith, nombre de su primer propietario, está incompleto. Su primera traducción, hecha por Breadsted, es de 1930. El papiro consta en su mayor parte del Libro sobre las heridas. El papiro de Ebers es un texto completo. Su primera traducción, hecha por Joachim, es de 1890. Se trata de un compendio de medicina.

Medicina.

El hecho más sobresaliente de la medicina egipcia arcaica es la separación de los elementos religioso, mágico y empírico. Había, por lo tanto, sacerdotes, magos y médicos, y el ciudadano podía recurrir a uno u otro. Hoy también se ora y hacen mandas, se va a un curandero, acupunturista, quiropráctico o a un médico. Heródoto, historiador contemporáneo de Hipócrates, en su visita a Egipto quedó impresionado de la medicina de este país, entre otras cosas por la existencia de especialistas, un tipo de médico para cada enfermedad, escribió. Entre los especialistas había uno con el título de Guardián del Año. Los médicos se formaban en los templos, y había un sistema jerarquizado de rangos.

De menor a mayor eran: el Médico, el Médico Jefe, el Médico Inspector y el Médico Superintendente. Los médicos de palacio tenían un Senior. Por encima de todos estaba el Médico Mayor del Alto y Bajo Egipto, una especie de ministro de salud.

La medicina mágico-sacerdotal.

En Egipto se veneró como dios de la Medicina a Imhotep, figura equivalente a la de Esculapio en Grecia. Se sabe que fue visir del rey Zoser de la III dinastía; fue un hombre talentoso, astrólogo, mago, médico y el arquitecto de la pirámide escalonada de Sakkara. La palabra del sacerdote sin duda podía tener un efecto benéfico en el enfermo. Desde luego se trataba de un paciente muy religioso y sensible a la sugestión.

El sacerdote daba paz y confianza al enfermo y así el paciente podía colocarse en el mejor estado anímico para poner en marcha el poder de recuperación de su organismo. Diríamos que se trataba de una psicoterapia. Naturalmente, esta acción difícilmente era posible en las heridas, traumatismos y tumores. Inherente a la calidad de sacerdote era la pulcritud, que se transmitió después a los médicos. Así, desde un comienzo los médicos egipcios fueron personas aseadas y bien presentadas. En este ámbito de la medicina se sostenía que cada parte del cuerpo, según algunos se distinguían, era un dios o estaba regida por un dios.

Así, se invocaba al dios correspondiente a la parte enferma. Como los dioses eran identificados con partes del universo, planetas, ríos y montañas, el hombre se convertía en un microcosmos, idea a la que llegará Demócrito no por vía mitológica sino naturalista. Así también se desarrollaron una anatomía mitológica y una medicina astrológica. Nuestra nomenclatura tiene huellas de esta anatomía: la vértebra Atlas, el Monte de Venus, el laberinto del peñasco. Entre los medios utilizados en la medicina egipcia mágico-religiosa está el poder mágico supuesto en el uso de numerosas sustancias de origen animal, vegetal y mineral. Se consideraba como lo más asqueroso comer heces, y por eso se usaban para espantar a los malos espíritus amenazándolos con darles excrementos.

Probablemente en la mayoría de las materias usadas, lo que podía tener algún efecto benéfico eran más bien las palabras pronunciadas por el sacerdote al administrar la sustancia y no, la sustancia misma. Sin embargo, sin duda había sustancias con efecto farmacológico. La acción del aceite castor dado por vía oral, sea empíricamente o creyendo en la magia, va a ser siempre el de un purgante. Y llegó el día en que se administraron drogas sin la creencia en la magia, y ese fue el momento en que se separaron el mago-sacerdote y el médico.

La medicina empírica.

Ese médico egipcio era muy buen observador. Interrogaba, inspeccionaba y palpaba al paciente. Observaba y olía las secreciones, la orina, las heces, la sangre. Se sabe que palpaba el pulso del enfermo, pero no se sabe si contaba las pulsaciones. Probablemente, no, porque no podía medir unidades de tiempo pequeñas como el minuto. Además, recurría a pruebas funcionales, por ejemplo, en caso de un traumatismo de vértebras cervicales, pedía al

paciente mirarse uno y otro hombro y el pecho. Si lo podía hacer, aunque fuera con dolor, no se trataba de nada grave; si no era capaz de hacerlo, diagnosticaba desplazamiento de una vértebra. ¿Qué era la enfermedad para este médico? En los papiros las enfermedades aparecen identificadas o con un síntoma, supuestamente el principal, como fiebre, tos, vómito, o con la causa de la dolencia, cuando ella era evidente como en el caso de parasitosis por vermes.

Después del diagnóstico venía el veredicto, en que el médico expresaba la actitud que adoptaría frente a la enfermedad. El veredicto estaba basado implícitamente en un pronóstico y tres eran las alternativas: una enfermedad que curaré, una enfermedad que combatiré, una enfermedad que no puede ser curada. Muy difundida en la antigüedad estaba la actitud del médico de no tocar los enfermos que aparecían como incurables. Tres son los medios terapéuticos de la medicina arcaica y de la hipocrática: la dieta, los fármacos y la cirugía. En esta medicina egipcia la terapéutica estaba centrada en los fármacos. En los papiros se nombran alrededor de 500 sustancias pertenecientes a la materia médica.

Dentro de ellas había una Drekapotheke, una coprofarmacia, compuesta de diversas materias inmundas, como excrementos de animales y tela de araña. En todas las civilizaciones hay una Drekapotheke. Pero por cierto había muchas sustancias con claros efectos farmacológicos, como el opio, aceite de ricino, papaverina, la digital y muchas otras pertenecientes a la farmacopea actual. La digital, como consta en el papiro de Ebers, se administraba en casos de afecciones cardíacas. Es interesante que en casos de heridas de difícil curación se recomendara colocarles pan de cebada descompuesto con hongos. ¿Contendrían algún antibiótico?.

Teoría médica.

Como ningún otro pueblo de la Antigüedad, los egipcios a través del embalsamamiento tuvieron la oportunidad de examinar vísceras humanas. Y, sin embargo, no desarrollaron los conocimientos anatómicos. Algunos atribuyen esto a las brutales condiciones en que se obtenían los órganos. Así parece al leer la descripción que hace Heródoto del embalsamamiento: Empiezan metiendo por las narices del difunto unos hierros curvos, y

después de sacarle con ellos los sesos, introducen allí sus drogas e ingredientes. Después le hacen un corte a lo largo de los ijares con una piedra aguzada, y sacan por allí todos los intestinos. Luego llenan la cavidad con mirra, casia y otras esencias...después de lo cual colocan el cadáver en natrón durante setenta días. Transcurridos éstos se lo lava bien y envuelve de pies a cabeza con vendas de finísimo lino previamente untadas con goma...Este es el modo más caro y primoroso de embalsamar a los muertos. Ciertamente, uno puede imaginarse las malas condiciones en que se obtenían las vísceras, pero caben dudas de que fuera esto la razón de fondo. Sin embargo, desarrollaron una teoría médica y basada en una noción anatómica.

La idea fundamental era que en el organismo existía un sistema de vasos originados en el corazón, que se conectaban con todas las partes del cuerpo y transportaban aire y líquidos como sangre, esperma, lágrimas y orina, y sólidos como los excrementos. El corazón era considerado el órgano central y su latido se percibía en el pulso. El corazón era el sitio del pensamiento, sentimientos y otras funciones. Las enfermedades se producían por diversas alteraciones de los canales o por debilidad del corazón. No hay dudas de que la medicina egipcia influyó en la griega. Hay pasajes de papiros que aparecen casi al pie de la letra en la literatura médica griega, así por ejemplo, el método para conocer de antemano el sexo del niño que se espera: pon trigo y cebada en recipientes separados, y agrega orina de la embarazada, y si brota el trigo tendrá un niño, pero si brota la cebada será una niña.

Medicina y alquimia árabe.

A pesar de su encuentro con el fuego griego los árabes terminaron dominando la región y mucho más allá. Pronto comenzaron con el proceso de asimilación del conocimiento de sus nuevos súbditos. Bagdad se convirtió en el centro intelectual de referencia de Europa, Asia y África, y eruditos de todas partes recibieron invitaciones para enseñar en la corte. Entre estos invitados estaban sabios hindúes, muchos médicos y escribas, y como los tantristas veneraban a 18 magos-alquimistas de los que al menos 2 eran chinos, el acceso al conocimiento hindú incluía un acceso al conocimiento chino, si bien limitado.

Una información que llegó a los musulmanes en algún momento del siglo XIII y, a través de ellos, a Occidente, posiblemente a través de esta ruta chino-hindú fue la fórmula de una mezcla explosiva que terminó llamándose pólvora, desarrollada paradójicamente por los taoístas chinos para alcanzar la inmortalidad. Esta mezcla de nitrato potásico (KNO_3), azufre (S) y carbón (que no carbono) explota porque los sólidos reaccionan cuando se les aproxima una fuente de calor (llama) para formar gases (CO , N_2 , SO_2) que ocupan muchísimo más espacio que los sólidos originales y lo ocupan muy rápidamente.

Los dirigentes musulmanes también acogieron a muchos estudiosos refugiados alejandrinos y, a través de ellos tuvieron acceso a las obras de Platón, Aristóteles, Galeno, pseudo-Demócrito, y Zósimo de Panápolis, autor de los libros de alquimia más antiguos de los que se tiene noticia. Las traducciones al árabe desde el griego fueron una ocupación erudita bastante frecuente en los siglos X y XI. Del siglo XI, precisamente, data la traducción de Ibn Al-Hassan Ibn Ali Al-Tughra'i de los textos de Zósimo.

La principal contribución de los musulmanes a la alquimia (aparte del nombre, obviamente) fue prestar menos atención a la parte mística del arte y centrarse más en la parte práctica tal y como hicieron los primeros alquimistas alejandrinos. Quizás los musulmanes estaban menos interesados en la magia como consecuencia de las propias características de su religión, donde todo está en las manos de Alá y sucede por su voluntad, y por eso daban tanta importancia a los procesos como a los resultados finales. Fuese cual fuese la razón, la cuestión es que la alquimia que terminaría llegando a Occidente, contra la opinión general, fue una alquimia muy práctica.

Asándose probablemente en las cualidades aristotélicas de los elementos, los alquimistas árabes propusieron que todos los materiales tenían naturalezas (como calor, frialdad o sequedad) y la tarea del alquimista era conseguir esas naturalezas “puras”, determinar la proporción en la que entraban en los distintos materiales, y recombinarlas entonces en las cantidades apropiadas para conseguir los productos deseados.

Así, por ejemplo, ciertos materiales orgánicos cuando se calientan producen gases, llamas, líquidos y cenizas; estos productos se asociaban a aire, fuego, agua y tierra, los elementos que habrían compuesto el material original. Cada uno de estos productos se trataban posteriormente, cuando era posible, por destilación, para conseguir obtener la naturaleza del elemento: frialdad, calor, humedad y sequedad.

En la alquimia árabe encontramos referencias a una piedra filosofal y al oro potable, fuente de la eterna juventud, pero ambas ideas tienen un origen chino. Y serán los escritos musulmanes, muchos más claros y precisos desde el punto de vista práctico que los de sus predecesores, la base sobre la que se edificará la alquimia europea.

2.3 El renacimiento hacia la medicina moderna, persistencia de la herbolaria, sisma entre académicos y curanderos.

El asta oriental de esa región que Bredsted llamó media luna fértil, corresponde a Mesopotamia, cuya parte meridional, la Baja Mesopotamia al sur de la actual Bagdad, es la región de Babilonia. Allí diversos pueblos participaron en el desarrollo de altas civilizaciones que se sucedieron con notable continuidad desde tiempos tan lejanos como los del inicio de la civilización egipcia. La escritura cuneiforme, tan antigua como la egipcia, era grabada en tablas de arcilla, de manera que la escritura se conserva mejor que hecha en papiros. El primer documento que se descifró fue la Piedra de Behistún, se trata de escritura cuneiforme persa, descifrada por el filólogo alemán Grotefend.

Hay testimonios de que en esas culturas hubo una medicina de menor desarrollo que la egipcia, sin separación de los elementos mágico-religioso y empírico, pero con un marcado elemento astrológico: puesto que la marcha de las estrellas y el curso de los planetas siguen leyes fijas, las potencias celestiales debían regir el destino de los hombres lo mismo que la carrera de los astros. Uno de los documentos más valiosos que se conservan, es el código de Hammurabi del Antiguo Reino de Babilonia. Es el primer cuerpo legal que se conoce, data de alrededor del 2250 a.C. y tiene su origen en preceptos sumerios un milenio más antiguos. Este código y otros documentos muestran un fuerte sentido de justicia similar al expresado en el Viejo Testamento. De ahí proviene la ley del talión.

Este cuerpo legal contiene disposiciones concernientes a la práctica médica. Así, por ejemplo, dice: Si un médico vacía un absceso del ojo y causa al paciente la pérdida del mismo, sus manos serán amputadas. La pena en caso de que el enfermo fuera un esclavo, era menor. Otras disposiciones fijan los honorarios en caso de éxito. Estos testimonios indican también que la limpieza era tenida por virtud, que se tenía el concepto de contagio y que por esta razón los enfermos de lepra eran aislados. Estos tres elementos que llegaron a nuestra cultura a través de los judíos parecen ser originarios de Babilonia.

Tanto en la medicina arcaica de la India y China se dan los elementos mágicoreligiosos y empírico y mezclados entre sí. En estas culturas que se extienden hasta nuestros días se hallan superpuestas la medicina arcaica y la moderna. De la medicina arcaica de la India el período brahmánico, desde el 800 A.C. hasta el año 1000 D.C., es el mejor conocido. Ella muestra varias similitudes con la medicina hipocrática: un componente especulativo similar en su forma y contenido al de la doctrina humoral, se encuentra también una teoría de los tipos constitucionales y se da alto valor al diagnóstico y pronóstico. En la terapéutica se hallan desarrolladas la dietética, la farmacología y la cirugía, esta última en alto grado, incluso la cirugía plástica, de la que es continuación directa la cirugía plástica europea aparecida en la Italia medioeval.

La cirugía plástica se desarrolló por vía de los castigos de la religión que profesaban. Ciertas faltas, como el adulterio, eran penados con la extirpación de la oreja o de la nariz. Para suplirlas se ideó la técnica de colgajos cutáneos sea del cuello o del cuero cabelludo. Como técnica anestésica se usaba la hipnosis, método que llevó a Europa desde la India el cirujano inglés Esdaile en la primera mitad del siglo XIX. Como se ve en estas culturas, el elemento mágico-religioso no impidió que la medicina desarrollara empíricamente métodos de tratamiento eficaces, y muchos de éstos sin duda mejores que los de la medicina hipocrática. No está en esto, como veremos, el valor de esa medicina griega.

2.4 Nuevas opciones, sistema Hahnemann, medicina tradicional china.

Sistema Hahnemann.

La homeopatía es un sistema de medicina alternativa creado en 1796 por Samuel Hahnemann basado en su doctrina de lo similar cura lo similar que sostiene que una sustancia que causa los síntomas de una enfermedad en personas sanas curará lo similar en personas enfermas. La homeopatía es una creencia que es presentada falsamente como ciencia. Las preparaciones homeopáticas no son efectivas para tratar ninguna enfermedad. Estudios a gran escala han demostrado que los productos homeopáticos no son más efectivos que los placebos, lo que sugiere que cualquier sensación positiva posterior al tratamiento solo se debe al efecto placebo y la recuperación normal de la enfermedad.

Hahnemann creía que las causas subyacentes de las enfermedades eran fenómenos que llamó *miasmas* y que los *remedios* homeopáticos actuaban sobre ellos. Estos son preparados por diluciones sucesivas de la sustancia elegida en alcohol o agua destilada, seguidas de un energético golpe a un cuerpo elástico (usualmente un libro encuadernado en cuero). Usualmente la dilución continúa mucho más allá del punto donde ya no permanecen moléculas de la sustancia original. Los homeópatas seleccionan las preparaciones consultando libros de referencia conocidos como *repertorios* y considerando la totalidad de los síntomas de los pacientes, rasgos de personalidad, estado físico y psicológico e historia de vida.

La homeopatía no es un sistema de tratamiento verosímil, ya que sus dogmas sobre cómo actúan los medicamentos, la enfermedad, el cuerpo humano, los líquidos y las soluciones han sido refutados por gran número de descubrimientos desde los ámbitos de la biología, psicología, física y química realizados en los dos siglos posteriores a su invención. Aunque algunos ensayos clínicos producen resultados positivos, múltiples revisiones sistemáticas revelan que se debe al azar, métodos de investigación defectuosos y sesgo de información. La persistencia de la práctica homeopática, a pesar de la evidencia de que no funciona, se ha criticado como no ética debido a que desalienta el uso de tratamientos efectivos y la Organización Mundial de la Salud alertó contra su uso para tratar enfermedades.

graves como el sida o la malaria. La insistencia de su uso, a pesar de la ausencia de evidencia sobre su eficacia.

Hahnemann concibió la homeopatía mientras traducía al alemán un tratado de medicina escrito por el médico y químico escocés William Cullen. Escéptico de la teoría de Cullen respecto al uso de la quina para curar la malaria, Hahnemann ingirió su corteza solo para investigar qué sucedería. Experimentó fiebre, escalofríos y dolor articular: síntomas similares a los de la malaria. A partir de esto, llegó a creer que todos los medicamentos efectivos producen en individuos sanos síntomas similares a aquellos de las enfermedades que tratan, de acuerdo con la "ley de los similares" que habían propuesto los médicos antiguos. Un informe publicado en 1861 sobre los efectos de comer corteza de quina realizado por Oliver Wendell Holmes fracasó en reproducir los síntomas que declaró Hahnemann.

Hahnemann introdujo el concepto de "miasmas" como "principios infecciosos" subyacentes a las enfermedades crónicas. Asoció cada miasma con enfermedades específicas y pensó que la exposición inicial a los miasmas causa síntomas locales, como enfermedades dérmicas o venéreas. Sin embargo, si estos síntomas fueran suprimidos por medicación, la causa se adentraría y empezaría a manifestarse en enfermedades de los órganos internos. La homeopatía sostiene que el tratamiento de las enfermedades mediante el alivio de sus síntomas, lo que a veces se realiza en la medicina científica, es inefectivo porque todas "las enfermedades pueden por lo general rastrearse a alguna tendencia latente, profundamente arraigada, subyacentemente crónica o inherente. El supuesto miasma subyacente aún continúa y las enfermedades profundas solo podrían corregirse removiendo la perturbación interior de la fuerza vital.

Medicina tradicional china.

La medicina china es el sistema médico conocido por el hombre que más ha durado de forma ininterrumpida. Al final de la dinastía Tang, en el siglo X, cinco siglos antes del nacimiento de la medicina occidental, los chinos ya habían desarrollado un corpus sumamente completo de conocimientos y métodos chinos, muchos de los cuales estaban bastante más avanzados que los occidentales, como ya hemos visto en el capítulo anterior. Durante la dos dinastías siguientes, la Song (960-1279) y la Yuan (1280-1368), continuaron los logros médicos. En

1026, Wang Wei Yi publicó su Clásico ilustrado de la acupuntura de la estatua de bronce, en tres volúmenes. También encargó dos estatuas de bronce del cuerpo humano, con los puntos de acupuntura perforados por expertos, de las cuales posteriormente se hicieron numerosas copias.

Una de las estatuas originales se conserva en la actualidad en una cámara subterránea especial en el Museo de Tokio. No cabe duda de que la ortopedia china es una de las mejores del mundo. En el siglo XIV, Wei Yi Lin mencionaba el uso de man tuo luo (*Datura alba*) y de wu tou (*Radix aconiti*) como anestésicos, y los traumatólogos chinos los siguen usando todavía. Él fue el primero en utilizar la suspensión en el aire como medio terapéutico para las fracturas de columna, algo que no se sugirió en Occidente hasta 1927, seiscientos años después, cuando así lo hizo Davis.

La teoría china de la patogenia se enriqueció con la incorporación de las «siete emociones» y los «seis males» como los agentes que provocan las enfermedades, que Chen Wu Ze expuso en el siglo XII. Estos conceptos demuestran que los chinos conocían con claridad la diferencia entre las causas internas, las «emociones», y las externas, los «los males», así como la enorme importancia que atribuían a los factores psicológicos y ambientales al tratar de comprender la enfermedad.

Los chinos también fueron pioneros en el mundo en cuanto a la medicina forense. La primera publicación sobre el tema de la autopsia fue la Colección de prisioneros sospechosos, publicada en 951. En 1247, Song Ci, un famoso funcionario encargado de investigar las causas de las muertes violentas, repentinas o sospechosas, publicó una obra monumental, Registros de la justicia en autopsia, que fue el primer libro de texto completo sobre medicina forense del mundo, ya que apareció 348 años antes que su equivalente occidental: *De morbis veneficis*. Describía con precisión la anatomía humana, explicaba las autopsias de forma profesional y analizaba con maestría las causas de la muerte, indicando con claridad la diferencia entre homicidio y suicidio.

Es increíblemente completo y profesionalmente fiable. Por ejemplo, explicaba con todo detalle que un médico forense, si examinaba con atención el color, el lugar y el aspecto de

una lesión, podía determinar si la víctima había muerto como consecuencia de una acción directa del homicida y cuál había sido el agente causante, o si había muerto por otras causas posteriores que la hubieran afectado de forma indirecta.

En Japón, la versión revisada de esta obra fue muy apreciada no sólo por los médicos, sino también por los guerrero samuráis, ya que daba descripciones detalladas de varios puntos letales en el cuerpo humano. Este texto médico forense de tanto peso ha sido traducido al japonés, coreano, ruso, inglés, alemán, francés, neerlandés y otras lenguas. Mucho antes de que la tuberculosis se convirtiera en la causa de gran cantidad de muertes en Occidente, los chinos ya habían encontrado métodos efectivos para controlar y curar esta enfermedad.

El libro especializado en tuberculosis, Diez curas maravillosas, publicado en 1348, recomendaba diez grupos de terapias contra la tuberculosis, remedios para toser y vomitar sangre, por ejemplo, y regímenes alimenticios correctivos para aumentar la resistencia del cuerpo. Posteriormente, durante la dinastía Qing, un gran médico, Ye Tian Si, aplicó estas terapias para curar a innumerables enfermos de tuberculosis.

La medicina china resulta más beneficiosa todavía en el ámbito de las enfermedades degenerativas, el principal problema médico que tiene Occidente en la actualidad. Algunos métodos terapéuticos chinos, sobre todo la terapia de chi-kung, se han aplicado con éxito a las enfermedades degenerativas durante siglos, y en este libro explicaremos sus principios y su práctica. Tanto Occidente como cualquier otro pueblo tienen el privilegio de poder decidir si quieren utilizar estos métodos, suficientemente probados, para librarse de las enfermedades degenerativas o si prefieren soportarlas con una medicación de apoyo convencional.

Yin y yang son los dos términos que más se utilizan en la medicina china, y también los que con mayor frecuencia se comprenden mal. Prácticamente todos los libros sobre medicina china mencionan el yin y el yang aunque, por desgracia, casi ninguno explica lo que significan en realidad. El mero hecho de repetir que el yin hace referencia a lo femenino, oscuro, blando, retrógrado, etcétera, y el yang a todo lo contrario, no sólo es inadecuado sino que

además desconcierta al no iniciado, que no comprende qué tiene que ver todo esto con la salud. El equilibrio del yin y el yang es fundamental para la salud.

Casi todos lo hemos oído decir, pero ¿qué significa realmente? ¿Por qué y cómo resulta perjudicial para la salud la falta de equilibrio entre el yin y el yang? Cuando me puse a estudiar medicina china, me imaginaba que algunas partes del cuerpo eran yin y otras partes eran yang. Suponía que no era necesario que exactamente la mitad del cuerpo fuese yin y la otra mitad, yang; ni siquiera era necesario que las distintas partes yin y yang estuvieran distribuidas de forma simétrica por el cuerpo, pero para conservar la salud había que lograr algún tipo de equilibrio entre estas partes.

Evidentemente, todo esto es ridículo, y no es cierto. El yin y el yang no hacen referencia a partes concretas ni a aspectos del cuerpo. En realidad, no tienen un significado específico ya que no son términos absolutos, sino meros símbolos que resultan prácticos para representar dos aspectos opuestos y, al mismo tiempo, complementarios, de la medicina y de todos los demás ámbitos. La significación y las manifestaciones del yin y el yang a veces pueden ser profundas y numerosas, pero en sus formas más sencillas el yin y el yang se refieren al concepto de dos aspectos opuestos y, sin embargo, complementarios de la realidad, con independencia de que la realidad se exprese en forma de objetos o de ideas. En el campo de la medicina ambiental, por ejemplo, los médicos chinos se dieron cuenta hace mucho tiempo de la enorme importancia de las condiciones ambientales para la salud.

El hombre debe ser capaz de adaptarse en armonía a los cambios climáticos porque si no podría enfermar. Los médicos chinos explican esta relación utilizando el yang para representar la infinidad de sutiles cambios ambientales y el yin para representar al hombre y su capacidad de adaptación. Si uno no consigue adaptarse a un cambio climático repentino y cae enfermo, esto se describe como desequilibrio del yin y el yang. En anatomía y fisiología, el yin se usa en relación al estado estructural de los órganos del cuerpo y el yang, para sus respectivas funciones. Por ejemplo, hay desequilibrio entre el yin y el yang cuando un órgano deja de funcionar bien, aunque mantenga intacta su estructura. También se utilizan el yin y el yang para indicar la situación respectiva de cada órgano, su aspecto y otras características.

Por ejemplo, al describir el cuerpo como un todo, la parte superior es yang y la inferior, yin; la parte dorsal es yang y la ventral, yin. Por ejemplo, si en un accidente la parte superior y la inferior de un brazo quedan desalineadas, se produce un desequilibrio del yin y el yang.

Al describir los órganos internos, el yin se refiere a los cinco órganos que «almacenan»: corazón, hígado, bazo, pulmones y riñones, mientras que el yang se refiere a los seis órganos que «transforman»: intestino delgado, vesícula, estómago, intestino grueso, vejiga y triple calentador. Estos órganos están íntimamente conectados mediante un conjunto complejo de meridianos o canales energéticos. Por ejemplo, si una enfermedad del intestino delgado interrumpe el flujo de la energía que va al corazón, se produce un desequilibrio del yin y el yang en el corazón.

La diferenciación de las enfermedades en yin y yang es un factor importante en la diagnosis china. El yin se refiere a las enfermedades con síntomas como tener frío, heces líquidas, orina clara, respiración débil y pulso lento. Las enfermedades yang presentan síntomas como fiebre, sed constante, heces duras, orina amarillenta, lengua oscura y pulso rápido. Esta clasificación proporciona al médico una manera muy práctica y cómoda de comprender al paciente y su enfermedad. En la prognosis, el yin se utiliza para enfermedades de desarrollo interno que manifiestan debilidad y empeoramiento, mientras que las enfermedades yang son de desarrollo externo y se caracterizan por excitabilidad y estado febril. Si un médico ha diagnosticado que la enfermedad de su paciente es yin, pero la prognosis presenta características yang, algo no está bien, y el médico tendrá que volver a plantearse el caso.

Unidad 3

3.1 La herbolaria en el México prehispánico; La herbolaria en el México colonial; Historia de las exploraciones en plantas medicinales en México; Fitoquímica de las plantas medicinales mexicanas; Algunas plantas mexicanas con efectos sobre el sistema nervioso; Toxicología de las plantas mexicanas; Investigación preclínica en el desarrollo de medicamentos.

Denominamos Herbolaria al conjunto de conocimientos relativos a las propiedades curativas de las plantas. En México la herbolaria ha sido y sigue siendo un recurso para buscar la cura a las enfermedades más comunes. Nuestro país ha sido geográficamente privilegiado, ya que posee una de las floras más ricas en el plantea. Y su herbolaria se ha enriquecido por la observación y paciencia de los pueblos que durante siglos, han buscado su poder en la curación.

Herbolaria en Mesoamérica

El término Mesoamérica hace referencia al territorio comprendido de la mayor parte de México y lo que integra Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y El Salvador. La medicina de Mesoamérica tuvo su propia raíz y evolución, pues se basa en conceptos específicos sobre la estructura del mundo y el origen de la vida.

Los antiguos habitantes de este territorio imaginaron que el mundo era un enorme cubo; a la mitad de ese cubo imaginario estaba una plataforma rectangular habitable por el hombre, donde ubicaban a la tierra propiamente dicha con sus montañas, plantas, animales, ríos y lagunas rodeada por el mar. Esa agua del mar se elevaba en el lejano horizonte hasta formar cuatro inmensas paredes azules que llegaban al cielo, concebido este como la tapadera del cubo. El techo celeste era sostenido por 4 enormes árboles, uno en cada esquina.

Había un mundo subterráneo, la región por debajo de la plataforma de tierra habitable, que tenía nueve pisos o niveles fríos donde se formaban nubes, nacía el agua y habitaban seres acuáticos. Por encima de la plataforma imaginaron trece niveles celeste donde nacía la luz y el calor y era por ese medio donde viajaban las estrellas, el sol, la luna y otros seres de la mitología mesoamericana. En el mundo prehispánico la enfermedad los pueblos la concebían como producto de la acción de los seres que habitan los pisos celestes y el inframundo.

Y que a través de los elementos de la plataforma: el viento, agua, sol, polvo, animales, etc. Daba como consecuencia un desequilibrio en el cuerpo del hombre. La enfermedad era producto del este desequilibrio corporal, que se mantenía gracias a la dualidad de los elementos vitales: el color y el frio, la luz y la oscuridad, lo seco lo húmedo, arriba y abajo. En

este caso la medicina se ocupaba (en esta cosmovisión) de ayudar al enfermo a recuperar ese equilibrio que ya lo había perdido.

Las plantas medicinales fueron un recurso al que los habitantes de Mesoamérica se auxiliaban para buscar la cura a sus enfermedades. Estas plantas se utilizaron de diferentes maneras de aliviar trastornos a través de la piel; como pócimas, como vaporizaciones.

Los habitantes contaron que con sus plantas mantenían un orden y una organización casi perfecta, tenían médicos que dominaban ciertas especialidades, y estos eran: parteros, hueseros o yerberos. Había incluso escuelas para enseñar a los jóvenes el uso y el arte de curar y había mercados de plantas medicinales donde el pueblo podía visitar, consultar, y comprar e incluso consultar a los médicos.

Herbolaria en México a través de los siglos.

Las sociedades prehispánicas creadoras de grandes ciudades y centros ceremoniales, de una economía, una organización social y una religión complejas desarrollaron una tecnología capaz de lograr la supervivencia y el crecimiento de la población. El aprovechamiento de los recursos naturales -vegetales, animales y minerales-, para la salud incluía, además de tratamientos curativos, prácticas de higiene, cuidados y embellecimiento del cuerpo humano.

Uno de los centros ya mencionados donde se adquirían las plantas (entre otros productos) eran los mercados. Era un sitio establecido en la ciudades, colonias, municipios, poblados, y rancherías, tiene una historia muy antigua. Durante el reinado de Moctezuma de 1440-1469 se creó un lugar de descanso para la nobleza india en las tierras cálidas y bajas ubicadas al sur del valle de Tenochtitlán en el hoy nuestro estado de Morelos.

El lugar: El jardín de Oaxtepec Moctezuma ordeno que se usaran las aguas del manantial de Oaxtepec para formar un sistema de riego que permitiera el cultivo y la conservación de las más importantes especies vegetales del imperio azteca, las plantas se cultivaron en parcelas cuidadosamente diseñadas para conformar el primer jardín de América varios siglos antes de que Europa una idea semejante a esta se imaginara. Durante el siguiente siglo los españoles

quedaron maravillados de la belleza del lugar y tanto fue su simpatía por el lugar y porque eran numerosas las plantas medicinales que los aztecas habían conservado, que en ese mismo cerro los españoles edificaron un hospital.

El hospital de la Santa Cruz de Oaxtepec. Fue en ese lugar donde durante el siglo XVI, se escribirían algunas de las obras más importantes sobre herbolaria medicinal del país más importante de la época.

El códice badiano.

En 1552 se elaboró en el colegio de la Santa Cruz en Tlatelolco de la ciudad de México un pequeño manuscrito que lleva por título de Libellus de medicinalibus indorum herbis (librito de las yerbas medicinales de los indios) se conocerían cuatro siglos después como Códice badiano. Estaba integrado con una descripción del uso medicinal de más de 150 plantas originarias de México y que se empleaban en la medicina prehispánica.

En esta obra es considerada el primer libro de herbolaria medicinal azteca y una de las más importantes fuentes bibliográficas históricas de la materia médica en México. En esta obra nos ofrece información sobre plantas según el tipo de enfermedad para la que se usan. La medicina indígena agrupaba las enfermedades conforme a un orden anatómico: de la cabeza a los pies.

Códice florentino.

Interesados en el aprendizaje del idioma náhuatl y deseosos de conocer a fondo la ideología y cultura de los pueblos que debían evangelizar. Los misioneros católicos desarrollaron en México una intensa labor de estudio de las tradiciones e ideas de los conquistados. Entre los más importantes, por la trascendencia, esta Fray Bernardino de Sahagún.

El códice contiene una amplia sección dedicado exclusivamente a las plantas medicinales de los indios mexicanos. La característica más importante de esta obra en la Sahagún escribió es que fue obtenido de los ancianos. El libro goza abundante información sobre los usos

medicinales de las plantas, las propiedades y características de los medicamentos y esto hace reconocer la riqueza de la medicina azteca. Durante los primeros cien años de la colonia, el uso que los indios hacían de algunas plantas medicinales se asoció con actos de idolatría, ya que las curaciones autóctonas conservaban rituales y prácticas de la religión anterior.

El clero católico prohibió su uso para evitar prácticas e ideas que combatió durante el proceso de implantación forzada del cristianismo en pueblo conquistado. Con tal de que no se reprimiera los indios cambiaron su nombre por denominaciones asociadas a la religión. La dieta de los mexicanos se modificó radicalmente después de la Conquista española; la herbolaria medicinal se enriqueció con la contribución de la flora europea y el árabe.

De las cocinas españolas salieron el perejil, el tomillo, la albahaca, la manzanilla, la hierbabuena, el clavo, la mejorana, el laurel, el eneldo, y muchas más hierbas, aromáticas, de uso culinario y medicinal llegó a México a través de la migración española. Según estudios botánicos modernos, más del 50 por ciento de las plantas medicinales actualmente empleadas por los mexicanos provienen de Europa y se integraron a lo largo de toda la etapa colonial.

En el siglo XIX ocurrieron en Europa y principalmente en Francia, cambios importantes en el desarrollo de las ideas; la filosofía prosperó en la búsqueda de nuevas ciencias que enriquecieron y modificaron el pensamiento ilustrado, sobre todo como consecuencia del desarrollo capitalista y el crecimiento del proceso de industrialización iniciado a finales del siglo XVIII. El nuevo orden económico y social influyó en todas las ciencias, pero de manera especial en la rama de la medicina. Las ideas positivistas llegaron a nuestro país durante la intervención francesa.

La nueva forma de abordar el estudio de la naturaleza repercutió directamente en la herbolaria. Se apoyó en la química y se utilizó plantas que nunca se habían conocido. Así surge la industria químico-farmacéutica para producir formas medicamentosas a base de plantas nunca antes conocidas.

La tradición herbolaria y conocimiento tradicional de los habitantes de México contribuyeron a superar las difíciles condiciones de salud que predominaron durante la larga guerra civil y las intervenciones extranjeras en el siglo XIX. Por eso el General Carlos Pacheco, secretario del Fomento del gobierno de Porfirio Díaz, creó en 1888 el Instituto Médico Nacional. El herbario medicinal del instituto contaba con varios miles de plantas curativas recolectadas y clasificadas por los botánicos.

Este instituto fue el organismo del gobierno porfirista que mayor investigación científica realizó sobre la flora medicinal de México durante el siglo XIX. Durante el decenio de los años sesenta el nombre de México apareció con frecuencia en los reportes científicos y médicos de la investigación de plantas en el mundo, debido al gran número de especies vegetales que contienen sustancias capaces de provocar alucinaciones.

La ciencia médica se interesó en conocer y estudiar el uso que las culturas indígenas de México hacen de plantas como el peyote y el ololihuiqui en sus fiestas ceremoniales y rituales. Durante años recientes eran frecuentes encontrar en México números investigadores extranjeros (antropólogos, médicos, químicos) que recolectaban la flora medicinal en regiones como Oaxaca, Chiapas, la tierra Tarahumara o entrevistando a los miembros de comunidades indígenas ya que deseaban aprender de ellos el uso y la aplicación de estas plantas.

A partir de los años ochenta, el interés por conocer las plantas medicinales y su uso se ha propagado en todo el mundo. El desarrollo tecnológico ha dado paso a nuevas metodologías y procedimientos que han modificado sustancialmente el estudio de la herbolaria y permiten visualizar el papel de los nuevos medicamentos preparados a base de plantas. La herbolaria de México, afortunadamente no está tan lejana a este notable desarrollo científico y técnico.

Hoy en día diferentes Instituciones como es el caso del Instituto Mexicano del Seguro Social, algunas facultades e institutos de la Universidad Autónoma de México, y el Instituto Politécnico Nacional, entre otras, llevan a cabo investigaciones sobre la flora medicinal del país en muy variados aspectos.

Medicina tradicional.

En los años setenta de este siglo, se produjo un cambio importante en el empleo y estudio de la herbolaria en la mayor parte del mundo. Tal giro provino de la Organización Mundial de la Salud, la cual reconoció que las plantas medicinales usadas por las culturas autóctonas (llamadas medicina tradicional) desempeñaban un papel importante en la salud de muchos países.

Se funda en México el instituto Mexicano para el Estudio de las plantas medicinales (imeplam).

Se recuperó la bibliografía histórica sobre la materia, se crearon nuevos bancos bibliográficos respecto a la flora mexicana., se fundó el Herbario de Plantas Medicinales, colección formada con colectas de los etnobotánicas y se establecieron laboratorios de química y farmacología en el mismo instituto.

Toxicología de las plantas medicinales.

Las plantas en su metabolismo celular producen sustancias químicas, éstas pueden ser aceites esenciales, sustancias amargas – iridoides y sesquiterpenlactonas-, principios picantes, alcaloides, resinas, taninos, glicósidos - cardiotónicos, antraquinónicos, y flavonólicos.

Estas sustancias se han ido acumulando como parte del metabolismo secundario, y son los responsables en primer lugar del desarrollo del vegetal y el ser humano los ha utilizado como sustancia curativas a lo largo de su evolución. Con el pasar de los años y la innovación tecnológica de la industria Químico Farmacéutica se han desarrollado medicamentos a base de extractos vegetales.

El desarrollo de fitofármacos demanda hoy en día a la industria farmacéutica, universidades y comunidad científica, el aporte en el area de la investigación e innovación de formas farmacéuticas que cumplan con las exigencias del mercado tanto en los aspectos de calidad, inocuidad y seguridad.

Este proceso de innovación da inicio con el diseño del prototipo de un fitofármaco, que requiere una adecuada identificación taxonómica de la materia médica -droga cruda-, calidad biológica -órgano de la planta a utilizar-, calidad agronómica – productos orgánicos-, calidad física - propiedades organolépticas y calidad microbiológica –parámetros de inocuidad.

Además con ayuda de tecnología moderna se ha logrado elucidar diversas estructuras químicas complejas – por medio de resonancia magnética nuclear protónica, caracterizando de esa forma grupos funcionales con actividad farmacológica específica. Por otra parte los farmacólogos dedicados a la realización de pruebas "in vivo" con extractos vegetales han podido verificar su efecto en el organismo.

Para mucha gente existe la creencia que "el uso de un producto natural no ocasionan ningún daño", olvidando que si una planta tiene un potencial medicinal, también tiene un potencial tóxico debido a que ejerce un efecto biológico. Los efectos tóxicos se relacionan con el margen terapéutico del principio activo, cinética química de la sustancia, condición del paciente –edad, peso, sexo, padecimiento de enfermedades crónicas, entre otras-, la dosis, la frecuencia, y tiempo de consumo de determinada droga vegetal.

En la década de los ochentas en Estados Unidos una planta "se puso de moda" debido a sus efectos sobre la disminución de masa corporal, a esta planta se le conoce como consuelda mayor o borraja - *Symphytum officinale* L-, además de poseer estas propiedades también es una planta melífera. El problema con la planta antes mencionada es que posee alcaloides pirrolicidínicos que se acumulan en el hígado hasta deformarlo causando cáncer. Otra planta que contiene alcaloides pirrolicidínicos es el *Senecio multivenis* que también es una planta melífera. La miel que producen las abejas a partir del néctar de las flores de estas plantas contiene trazas de estos alcaloides.

Por otro lado, hay países donde se consumen mieles medicinales específicas de romero, tomillo, melisa o salvia, ya que estos productos además de tener las propiedades medicinales propias de la miel, también poseen otras provenientes de las plantas adonde las abejas –*Apis mellifera*- fueron a colectarla.

El Salvador como uno de los grandes productores y exportadores de miel a nivel centroamericano debe de dedicar esfuerzos en la investigación para certificar la calidad de las mieles – miel monofloral y multifloral-, con el fin de lograr mejores precios en el mercado internacional.

3.2 Características de las plantas.

Clasificación utilitaria en los primeros tiempos el hombre comienza a conocer diversas plantas que estaban asociadas a su existencia, así llega a diferenciar plantas alimenticias, medicinales, religiosas y venenosas. Se trata de una clasificación utilitaria, porque las clases formadas tienen su fundamento únicamente en el uso o utilidad.

Período de los sistemas artificiales. Se basan en una clasificación arbitraria de determinados caracteres que servirá para establecer las relaciones o las diferencias entre los organismos. Se inicia con Teofasto, quien agrupó al Reino vegetal en cuatro categorías: árboles, arbustos, subarbustos e hierbas. Esta etapa culmina en 1753 con la aparición de “Species Plantarum” de Carl Linneo. Este afamado sabio sueco, da un impulso decisivo a la sistemática al establecer la nomenclatura binominal y reconocer a las especies como unidad básica. En esta época se consideraba que la especie era inmutable y creada por un ser superior. Dentro de este criterio fijista, se atribuía la variabilidad individual observada en los organismos, como resultado de las diferencias climáticas y edáficas.

Período de los sistemas naturales Se inicia con las obras de “Genera Plantarum” de Linneo y “Familia Plantarum” de Adanson. En ese entonces se llega a la conclusión que era necesario el empleo de un número grande de caracteres para determinar las relaciones naturales de las plantas, además va ganando adeptos la idea de la mutabilidad de las especies. Sin embargo prevalecía el criterio evolucionista y el concepto sobre las relaciones de parentesco se mantenían en la nebulosa. Cuando Charles Darwin, da a conocer su teoría de la evolución en su libro “El origen de las especies” (1859), llegan a su fin los sistemas naturales.

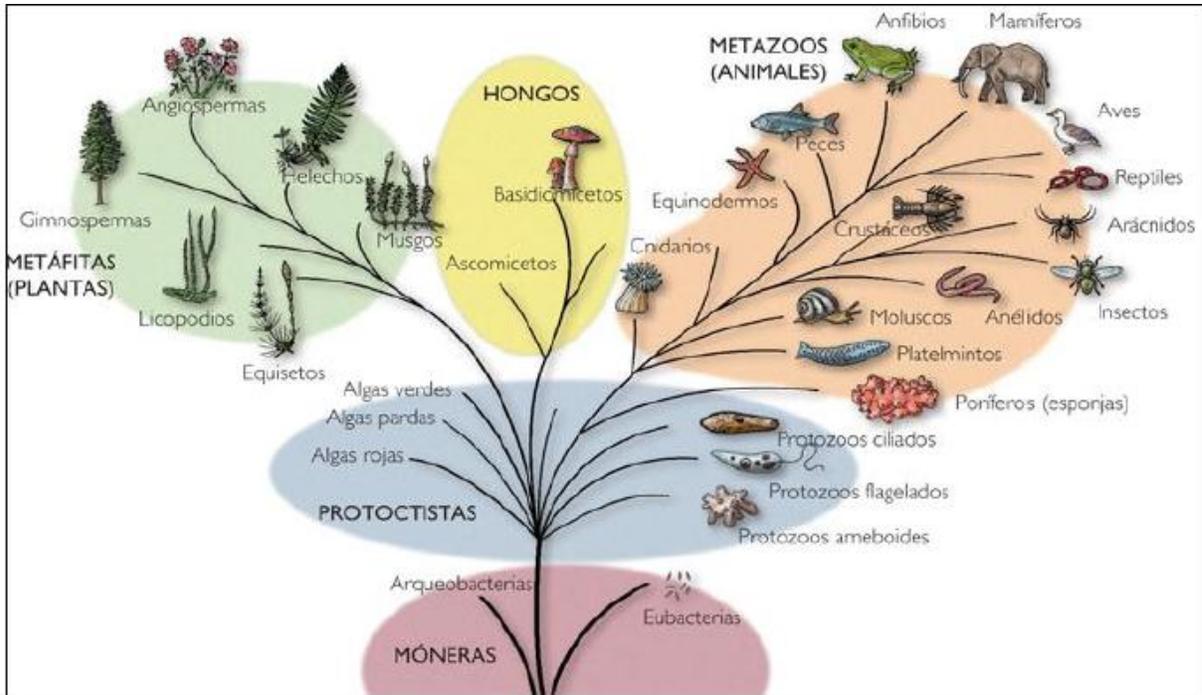
Período de los sistemas filogenéticos Se abandona el concepto de inmutabilidad de las especies y la idea de que habían sido creadas independientemente unas de otras; es así que se lo reemplaza porque comienza a considerarse que las especies están constituidas por poblaciones (conjunto de individuos que intercambian libremente sus factores genéticos) y que estas poblaciones pueden variar en el proceso de reproducción para dar origen a descendientes con determinados caracteres diferentes. Se formula entonces la hipótesis que todos los organismos vivientes están relacionados o emparentados entre sí, por provenir de formas ancestrales sencillas, las que en el transcurso de la historia de la vida, sufrieron alteraciones para dar lugar a la diversidad de formas actuales.

Clasificación jerárquica.

La taxonomía de los organismos es un sistema jerárquico, es decir consiste en grupos dentro de grupos, donde cada grupo está en un nivel particular o rango. En este sistema cada grupo se denomina taxón (taxa conjunto de taxones) y el nivel o rango que se le asigna se llama categoría. En la época de Linneo había tres categorías de uso común: especie, género y reino; los naturalistas reconocieron tres reinos: animal, vegetal y mineral. Sin embargo entre el nivel de género y el de reino, Linneo y otros taxonomistas añadieron otras categorías, es así que los géneros se agrupan en familias, las familias en órdenes, los órdenes en clases y las clases en Filum (plural fila) o divisiones.

El botánico sueco, Linneo, intentó clasificar todas las especies conocidas en su tiempo (1753) en categorías inmutables. Muchas de esas categorías todavía se usan en biología actual. La clasificación jerárquica Linneana se basaba en la premisa que las especies eran la menor unidad, y que cada especie (o taxón) estaba comprendida dentro de una categoría superior o género. Los principales rangos de taxa, en secuencia descendiente, son: reino, Filum o división, clase, orden, familia, género y especie.

Los rangos secundarios de taxa en secuencia descendiente son: tribu entre familia y género; sección y serie entre género y especie; variedad y forma debajo de la especie.



3.3 Estructura botánica.

En botánica, se denomina plantas a los seres vivos fotosintéticos, sin capacidad locomotora y cuyas paredes celulares se componen principalmente de celulosa.¹ Taxonómicamente están agrupadas en el reino Plantae y como tal constituyen un grupo monofilético eucariota conformado por las plantas terrestres y las algas que se relacionan con ellas; sin embargo, no hay un acuerdo entre los autores en la delimitación exacta de este reino.

En su circunscripción más restringida, el reino Plantae (del latín: *plantae*, "plantas") se refiere al grupo de las plantas terrestres, que son los organismos eucariotas multicelulares fotosintéticos, descendientes de las primeras algas verdes que lograron colonizar la superficie terrestre y son lo que más comúnmente llamamos "planta". En su circunscripción más amplia, se refiere a los descendientes de Primoplantae, lo que involucra la aparición del primer organismo eucariota fotosintético por adquisición de los primeros cloroplastos.

Obtienen la energía de la luz del Sol que captan a través de la clorofila presente en los cloroplastos, y con ella realizan la fotosíntesis, mediante la cual convierten simples sustancias inorgánicas en materia orgánica compleja.

Como resultado de la fotosíntesis desechan oxígeno (aunque, al igual que los animales, también lo necesitan para respirar). También exploran el medio ambiente que las rodea (normalmente a través de raíces) para absorber otros nutrientes esenciales utilizados para construir, a partir de los productos de la fotosíntesis, otras moléculas que necesitan para subsistir.

Las plantas poseen alternancia de generaciones determinada por un ciclo de vida haplodiplonte (el óvulo y el anterozoide se desarrollan asexualmente hasta ser multicelulares, aunque en muchas plantas son pequeños y están enmascarados por estructuras del estadio diplonte). En general las plantas terrestres tal como normalmente las reconocemos, son solo el estadio diplonte de su ciclo de vida.

En su estadio diplonte, las plantas presentan células de tipo célula vegetal (principalmente con una pared celular rígida y cloroplastos donde ocurre la fotosíntesis), estando sus células agrupadas en tejidos y órganos con especialización del trabajo. Los órganos que pueden poseer son, por ejemplo, la raíz, el tallo y las hojas, y en algunos grupos, flores y frutos.³

La importancia que poseen las plantas para el humano es indiscutible. Sin ellas no podríamos vivir, ya que las plantas participaron en la composición de los gases presentes en la atmósfera terrestre y en los ecosistemas, y son la fuente primaria de alimento para los organismos heterótrofos.

Además, las plantas poseen importancia para el hombre de forma directa: como fuente de alimento; como materiales para construcción, leña y papel; como ornamentales; como sustancias que empeoran o mejoran la salud y que por lo tanto tienen importancia médica; y como consecuencia de lo último, como materia prima de la industria farmacológica.

Las plantas se originaron a partir de un grupo de algas verdes hace, aproximadamente, 500 millones de años. Fueron los primeros seres vivos que colonizaron el medio terrestre. En su mayoría, presentan alguna parte de color verde y, por lo general, se han adaptado al medio terrestre y viven fijas al suelo sin desplazarse. Las plantas no necesitan comer otros seres vivos para obtener alimento, ya que son capaces de fabricarlo ellas mismas mediante fotosíntesis. Este proceso se realiza en los cloroplastos de las células vegetales, donde existe una sustancia, la clorofila, que capta la energía solar. Junto con agua, sales minerales y dióxido de carbono, esta energía se utiliza para producir materia orgánica. En la fotosíntesis se desprende oxígeno.

La materia orgánica producida en la fotosíntesis no solo se utiliza para regenerar las estructuras celulares, crecer, etc., sino que también se emplea en la respiración. Durante este proceso, que tiene lugar en el interior de las células, se consume oxígeno y se desprende dióxido de carbono a la vez que se genera energía. Esta energía la utiliza la planta para realizar sus funciones vitales. El agua y las sales minerales que las plantas absorben por las raíces forman la savia bruta, la cual asciende hasta las hojas, donde se transforma en savia elaborada.

Esta se compone de las sustancias orgánicas fabricadas en el proceso de fotosíntesis disueltas en agua, y luego se distribuye por toda la planta. En la mayoría de las plantas, el transporte de la savia se produce por el interior de unos conductos que reciben el nombre de vasos conductores.

Las angiospermas son las plantas más modernas; se cree que surgieron hace unos 150 millones de años. La flor es el órgano reproductor de las angiospermas. Esta estructura es más vistosa en las angiospermas que en las gimnospermas. En ella se distinguen cuatro tipos de hojas diferentes: los sépalos, los pétalos, los carpelos y los estambres. Pétalos Son hojas coloreadas cuya función consiste en atraer a los insectos para que transporten el polen. El conjunto de los pétalos de la flor constituye la corola.

Estambres Se encuentran protegidos por la corola. Son hojas modificadas y compuestas por un filamento cuyo extremo se ensancha para formar la antera. En esta se producen los granos de polen, en cuyo interior se hallan las células reproductoras masculinas. El conjunto de los estambres constituye el órgano reproductor masculino de la flor.

Carpelos Son un conjunto de hojas soldadas que se localizan en el interior de la flor y forman el órgano reproductor femenino de la planta o pistilo. Este está compuesto por el ovario, el estilo y el estigma. Dentro del ovario se encuentran los óvulos (en su interior se encuentra la célula reproductora femenina).

Sépalos En general son hojas verdes y pequeñas, situadas en la parte más externa de la flor. El conjunto de los sépalos forma el cáliz, que protege las partes internas de la flor. Las flores que tienen los cuatro tipos de hojas se llaman completas.

En muchos casos, sin embargo, faltan uno o varios tipos. Algunas flores carecen de cáliz y corola, y se dice entonces que son desnudas. Cuando en una misma flor se presentan estambres y carpelos, las flores se denominan hermafroditas. Las que solo tienen estambres son flores masculinas, y las que solo poseen carpelos son femeninas. Por lo general, las flores no se encuentran aisladas en el tallo, sino formando grupos que reciben el nombre de inflorescencias. El fruto y las semillas Las angiospermas se caracterizan porque producen frutos, órganos procedentes del ovario de la flor que pueden contener en su interior una o varias semillas.

Los frutos se dividen principalmente en carnosos (como el tomate o el melocotón), cuando la parte que rodea a la semilla es una masa jugosa, y secos (como las pipas de girasol o las nueces), si la semilla está rodeada por una estructura más o menos endurecida.

Los frutos hacen posible la dispersión de las semillas. Para que estas germinen, es decir, para que se desarrollen y originen una planta joven, deben caer en un lugar adecuado. Si lo hacen cerca de la planta madre, se establecerá con ella una competencia por la luz y el agua, y la semilla tendrá dificultades para germinar. La dispersión de las semillas aumenta la

probabilidad de supervivencia de la planta al tiempo que facilita la colonización de otras zonas.

Las gimnospermas surgieron antes que las angiospermas, hace unos 300 millones de años. Sus características más representativas son: Todas son plantas leñosas, que pueden ser arbustos, aunque la mayoría son árboles. En un gran número de especies, las hojas son estrechas, en forma de aguja (como en los pinos) o de escama (como en los cipreses), y suelen ser perennes, es decir, los árboles no pierden las hojas en invierno, sino que las conservan durante todo el año. Las flores son siempre unisexuales: hay flores masculinas y flores femeninas que se agrupan en inflorescencias. No tienen frutos, por lo que la semilla aparece al descubierto. Algunos ejemplos de especies de gimnospermas son el pino, el enebro, el cedro, el ciprés, el abeto, etcétera.

Las coníferas Dentro de las gimnospermas, el grupo más amplio y conocido es el de las coníferas, entre las que se incluyen los pinos y los abetos. Las flores de las coníferas carecen de pétalos y sépalos y son unisexuales, es decir, las células reproductoras femeninas se originan en un tipo de flor, y las masculinas, en otro. Las inflorescencias femeninas se denominan conos o piñas. Como ocurre con todas las gimnospermas, las coníferas no forman frutos, y lo que a veces se conoce como tal, el piñón, es, en realidad, la semilla de la planta. Algunas especies de coníferas crecen rápidamente, por lo que se utilizan para repoblar y para la obtención de papel. Hace millones de años se formó el lignito, otro tipo de carbón de bajo poder calorífico, a partir de los restos de los bosques de coníferas que se depositaron en las desembocaduras de los ríos. La estructura de todas las plantas espermatofitas presenta tres partes básicas: la raíz, el tallo y las hojas.

La raíz es la parte de la planta que crece en dirección opuesta al tallo y que, por lo general, es subterránea. Partes de la raíz Si observas el dibujo de la raíz, podrás ver que muestra un eje o raíz principal, del que salen varios ejes laterales o raíces secundarias. Tanto la raíz principal como las secundarias presentan una gran cantidad de pelos absorbentes. La zona por donde la raíz se une al tallo es el cuello. Protegiendo el extremo de la raíz se aprecia un abultamiento, que recibe el nombre de cofia. La parte de la raíz que separa la cofia de los pelos absorbentes es la zona de crecimiento. Funciones de la raíz Las raíces desempeñan dos

funciones principales: Fijan la planta al suelo. Asimilan por los pelos absorbentes el agua y las sales minerales que constituirán la savia bruta.

Tipos de raíces Existen tres tipos de raíces según su forma. Raíz axonomorfa. Es aquella que muestra una raíz principal, de la que salen varios ejes laterales o raíces secundarias. Es característica de la judía. Raíz fasciculada. En ella no se distingue la raíz principal de las secundarias, ya que tienen el mismo grosor y se disponen como un penacho de pelos, por ejemplo la raíz de la cebolla. Raíz napiforme. Está formada por una raíz principal muy engrosada, en la que se acumulan sustancias de reserva. Es el caso de la raíz de la zanahoria.

El tallo constituye el eje de la planta, gracias al cual se mantiene erguida. Sirve también de soporte a las hojas y a las flores, y comunica las hojas con la raíz. Partes del tallo En el eje principal del tallo se distinguen los nudos, de donde surgen las hojas y las ramas. El espacio comprendido entre dos nudos recibe el nombre de entrenudo. Las yemas son los brotes del tallo que permiten que este se desarrolle. Pueden ser terminales, responsables del crecimiento en longitud del tallo, y axilares, de donde salen las ramas. Funciones del tallo El tallo es la parte de la planta que sostiene las hojas y las flores para que puedan, las primeras, realizar la fotosíntesis y, las segundas, cumplir con su función reproductora.

Las sustancias absorbidas por la raíz (savia bruta) asciende por los vasos conductores del interior del tallo hasta las hojas, desde donde los nutrientes fabricados en la fotosíntesis (savia elaborada) se distribuyen a toda la planta. Tipos de tallos Los tallos se pueden clasificar según tres criterios distintos: Duración. Pueden ser anuales, si crecen durante todo un año, o perennes, si lo hacen durante dos o más años. Consistencia. Son herbáceos si son blandos y verdes, y leñosos si son resistentes y no son verdes. Disposición respecto al suelo. Pueden ser aéreos, acuáticos o subterráneos. Los aéreos son los más frecuentes; lo normal es que sean erectos, como el de un pino o una palmera, pero también pueden ser trepadores, como en el caso del tallo de la hiedra. Los acuáticos se desarrollan bajo el agua, por ejemplo, los que presentan los nenúfares. Los subterráneos crecen bajo tierra y suelen ser gruesos porque acumulan sustancias de reserva.

La hoja Las hojas son expansiones en forma de lámina, por lo general de color verde, que salen del tronco o de las ramas. Partes de la hoja En el dibujo de la hoja se distingue

claramente: El limbo, o parte laminar de la hoja. La cara superior, que se llama haz, y la cara inferior, envés, que aparece surcada por los nervios, que son los vasos por donde discurren las savias bruta y elaborada. El pecíolo, el rabillo por donde la hoja se une al tallo.

Funciones de la hoja En las hojas se realiza la fotosíntesis, proceso en el cual se fabrica la materia orgánica que sirve de alimento a la planta. Asimismo, las hojas regulan la cantidad de agua que llega a toda la planta mediante la transpiración, mecanismo de eliminación de agua en forma de vapor. Esta pérdida de agua se produce durante el día a través de las estomas, que son unos orificios que se encuentran en la cara inferior, el envés, de las hojas.

Tipos de hojas Al igual que con el tallo, la clasificación de las hojas se puede realizar con arreglo a distintos criterios: Tipo de nerviación. Si las hojas tienen un único nervio, como las de los pinos, se dice que son uninervias; si presentan un nervio principal del que parten otros nervios secundarios, la nerviación es pinnada; si de un punto del nervio principal salen otros secundarios de la misma importancia que él, se habla de una nerviación palmeada; si muestran un haz de nervios paralelos de un extremo a otro de la hoja, la nerviación es paralela.

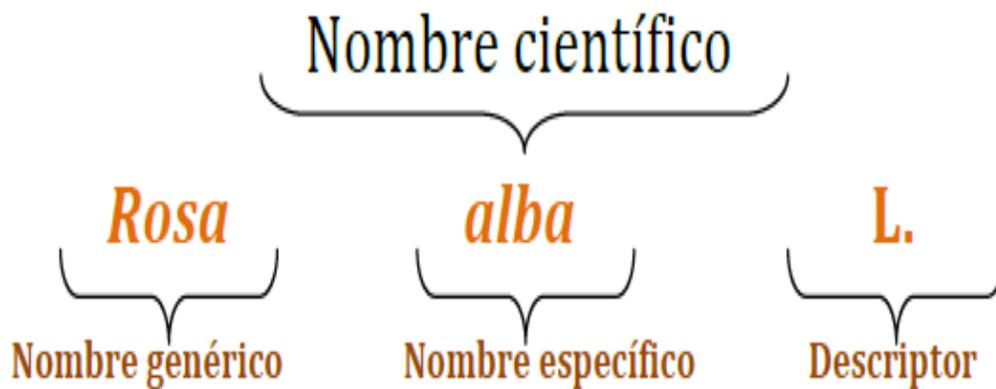
Forma del limbo. Las hojas pueden ser simples, cuando el limbo es entero, es decir, está formado por una única pieza, y compuestas, si el limbo se encuentra dividido en piezas llamadas folíolos. Las hojas simples, a su vez, pueden tener forma acicular (de aguja), lanceolada (de lanza), ovalada, acorazonada, elíptica, sagitada (de punta de flecha), etcétera. Borde del limbo. Las hojas pueden ser enteras (borde liso), aserradas, dentadas, festoneadas (borde en forma de onda), lobuladas (borde en forma de lóbulo, es decir, con partes redondeadas y salientes), hendidas (borde dividido en lóbulos de tipo irregular), partidas.

3.4 Nomenclatura botánica.

Es el estudio del sistema y los métodos para adjudicar a los organismos y agrupaciones sistemáticas, e incluye la implementación, interpretación y aplicación de las reglas que gobiernan dicho sistema. Una vez que la planta sea identificada es necesario que tenga un nombre científico para ser designada.

La nomenclatura determina el nombre correcto, de acuerdo al sistema nomenclatura que está regulado por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Las disposiciones del código se aplican a todos los grupos del reino vegetal, actuales y fósiles.

Los nombres científicos de plantas y animales se escriben con dos palabras: género y especie. Linneo, en 1753, también denominó este concepto como nomenclatura binominal, y eligió el latín, en ese entonces el lenguaje de los hombres cultos en todo el mundo, para escribirla, con el objeto de asegurar que todos los científicos entendieran la nomenclatura. Actualmente se sigue utilizando el latín por ser una lengua muerta.



Nombre genérico: corresponde a un sustantivo en singular, escrito con inicial mayúscula, y género masculino (terminación en us. Ej.: *Ficus carica* L.) femenino (terminación en a. Ej.: *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng) o neutro (terminación en um. Ej.: *Allium cepa* L.).

Nombre específico: por lo general es un adjetivo y se escribe siempre con minúscula.

Descriptor: apellido en forma completa o abreviada de la persona que estableció dicho nombre. El que clasificó por primera vez la especie. Idioma latín.

Para nombrar los taxones existen unas reglas de nomenclatura impuestas por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN) que es sometido a revisiones periódicas. Las principales reglas de nomenclatura son:

1. El nombre tiene que ser en latín o una palabra latinizada debido a que es una lengua muerta.
2. Los nombres de los taxones, hasta el género, tienen su propia terminación.
3. El género es lo que se conoce como nombre genérico, debe ser una palabra latinizada, comenzar por mayúsculas, y debe ir en cursiva o subrayado. Ej: *Achillea*
4. Para nombrar a la especie se utiliza la nomenclatura binominal creada por Linneo que consiste en: - Nombre genérico + nombre específico. - Así al hablar de la especie sabemos a qué género pertenece.
5. El epíteto específico debe ir en minúsculas y concordar en género y número con el nombre genérico. Para referirnos a una especie desconocida se emplea *Achillea* sp; para referirnos a un conjunto de especies *Achillea* spp.
6. Para referirnos a categorías inferiores se utiliza el nombre completo.
7. Otras reglas son: - Cuando se produce una reclasificación, se cambia el nombre genérico, pero no el específico. - Cuando se describe una nueva especie u otra ya existente se describe de nuevo, existe un ejemplar tipo que debe ser depositado en Herbarios.



Unidad 4

4.1 Conceptos generales Fitoterapia, planta medicinal, droga vegetal principio activo

La Fitoterapia consiste en el tratamiento de las dolencias con los recursos que nos ofrece la naturaleza, a través de los vegetales. La Fitoterapia no es una terapia moderna. Surgió ante la imperiosa necesidad de recuperar y mantener la salud.

La Fitoterapia no es una terapia exclusiva del hombre, los animales también aprovechan las virtudes de muchos vegetales para mejorar su salud. De manera que el Reino Vegetal, no solo es el primer eslabón de la cadena trófica, proveyendo de alimento a herbívoros y omnívoros; sino que también es el principal proveedor de remedios para los problemas de salud del Reino Animal.

El estudio sistemático de los vegetales con el fin de identificar y aislar los principios activos y el estudio de las formas de presentación más adecuadas para su administración son el objetivo de dos disciplinas farmacéuticas: la Farmacognosia y la Galénica, respectivamente.

La Fitoterapia, como su nombre indica, es la terapia basada en las plantas (del griego Phytos, planta, vegetal y therapeia, terapia). En realidad, la Fitoterapia constituye una parte de la Materia Médica, siendo la Materia Médica, el conjunto de remedios, tanto de origen vegetal, como de origen animal y mineral. Y la Farmacognosia comprende el conocimiento de los remedios y se define como el estudio de las materias primas naturales de uso medicinal; en realidad el campo de estudio de la Farmacognosia es el Materia Médica.

La Fitoterapia es una terapia natural que ha alcanzado un desarrollo considerable:

En el campo de la investigación: La farmacognosia ha avanzado mucho en las últimas décadas y ha identificado los principios activos de muchas plantas comúnmente utilizadas. También ha avanzado mucho en los aspectos relacionados con la preparación de las formas de administración. Empezando por las técnicas de recolección y terminando por las técnicas galénicas necesarias para elaborar los preparados farmacéuticos, que en el caso que nos ocupa serán preparados fitoterapéuticos.

En el consumo de plantas medicinales: La utilización de plantas con propiedades medicinales ha aumentado mucho, como resultado de la búsqueda de remedios lo más naturales posible.

Sin embargo, sin menoscabar las grandes virtudes de las plantas medicinales debo decir que ante su uso hay que tener ciertos cuidados. A nivel popular, está muy extendida la creencia de

que las plantas medicinales, al contrario de los fármacos de síntesis, carecen de efectos secundarios y que pueden consumirse sin adoptar ningún tipo de precaución.

Esta creencia de inocuidad se ve reforzada por la ausencia de advertencias en la mayoría de los envases de plantas y otros productos de Fitoterapia; mientras que los prospectos de especialidades farmacéuticas incluyen siempre efectos secundarios, precauciones y contraindicaciones.

Si bien considerando que la baja concentración de principios activos convierte a muchas plantas en prácticamente inocuas, no deberíamos olvidar nunca que el uso de plantas medicinales, como el resto de medicamentos, presenta una serie de riesgos que se deben conocer y tener en cuenta a la hora de prescribir y dispensar por parte de los médicos, farmacéuticos y fitoterapeutas. De manera que la Fitoterapia debe hacerse con conocimiento.

No hay ningún producto comprendido en la Materia Médica que sea totalmente inofensivo, e incluso, en ocasiones, el límite entre el medicamento y el veneno es impreciso. Por ello no podemos dejar de considerar que las plantas pueden presentar un peligro para la salud.

La precaución debe ser mayor cuando se utilicen formas de presentación como los extractos secos, cuya concentración en principios activos, y por lo tanto su actividad biológica, es varias veces mayor que la planta seca, y también cuando se utilicen esencias, que en general, se caracterizan por poseer una actividad y potencial toxicidad elevadas.

Por todo lo dicho, no se puede calificar a la Fitoterapia como una terapia inocua (o medicina blanda) y mucho menos si se practica sin los conocimientos y precauciones necesarias. Por todo ello, quisiera hacer hincapié en que la Fitoterapia debe realizarse por un especialista que sea ducho en esta disciplina. De esta manera, la Fitoterapia es una forma natural y muy eficaz de tratar y solucionar ciertos problemas de salud.

No se sabe cierto cuando el hombre empezó a practicar la Fitoterapia. Se ha encontrado textos que narran el uso de remedios medicinales a base de plantas, en el Antiguo Egipto y en la China Clásica. Esto no quiere decir que no se utilizaran antes sino que no tenemos constancia escrita.

También hubo un buen desarrollo de la Materia Médica en las culturas indias de América. No en vano Hernán Cortés en 1522, tras ser curado por los médicos tlaxcaltecas de una herida en la cabeza, que sufrió en la batalla de Otumba, en una de las cartas que dirigió a Carlos V le indicó que no se requería que enviasen médicos a Nueva España, pues con los indios no solo era suficiente sino que además los prefería.

Buscar los orígenes de la Fitoterapia es perderse en los tiempos. Lo que sí que es curioso es la manera con la que todas las culturas antiguas encontraban las plantas con las propiedades adecuadas para cada afección. Pues, carecían de las técnicas instrumentales y analíticas que hoy utilizamos en nuestros laboratorios de farmacognosia. A lo largo de la historia se utilizaron varios criterios para encontrar las plantas medicinales adecuadas.

Ejemplos de ellos son:

Teoría del signo o de las señales (Teoría de la signatura). Esta teoría es tan antigua que se pierde en la lejanía de los tiempos. Paracelso la resume en esta frase: “todo vegetal está señalado por la Naturaleza y para lo que él nos significa, para ello es bueno”. Así el foliolo de la hoja trifoliada del trifolium pratense para las cataratas, tiene la señal de las cataratas.

Señales que se basan en la forma de la planta o de sus partes. Por ejemplo, las nueces son un clarísimo ejemplo de la Medicina de las similitudes. Las nueces fueron así utilizadas para las afecciones de la cabeza. El fruto corresponde al cuero cabelludo, la cáscara leñosa de la semilla a los huesos de cráneo, el tegumento marronáceo corresponde a las meninges y la almendra corresponde a los hemisferios craneales.

Señales basadas en el color de la planta. Por ejemplo, las cabezuelas florales del edelweiss tienen una blancura tal que se utilizaron en los Alpes para favorecer la producción de leche tanto en las vacas como en las mujeres lactantes.

Señales basadas en el sabor y olor: Por ejemplo, atendiendo al criterio opositorista popular se consideraba que las plantas amargas tenían la propiedad de contrarrestar dolencias de signo

contrario. Tal vez, esta fue la primera idea que promovió el uso de la *Centaurea aspera* y especies afines para contrarrestar la orina dulce, es decir, la diabetes

Otros secretos de las plantas se detectaron por la observación de los animales. Por ejemplo, en los Pirineos la comadreja que tras ser mordida por una víbora usa como contraveneno el *Eryngium bourgatii*.

Esta Materia Médica que se ha ido elaborando en todo el mundo desde hace miles de años no solo es la base de la Fitoterapia actual sino que también es la base de la farmacia de síntesis. Gran parte de los medicamentos de síntesis surgen tras un proceso de aislamiento e identificación de los principios activos. Y, en general, se modifican las moléculas naturales aisladas con el propósito de mejorar su biodisponibilidad, distribución, metabolismo y excreción, así como de favorecer el acceso a sus dianas.

Así por ejemplo el uso, en la antigüedad, de la corteza del sauce blanco (*Salix alba*) como analgésico, dio lugar a que la industria farmacéutica extranjera la salicina, y de ahí se aisló el salicilaldehído. A este último compuesto se transformó por hidrólisis y oxidación en el ácido salicílico.

El ácido salicílico es extremadamente amargo y agresivo para las paredes del estómago, para paliar esto se modificó la molécula combinándola con el cloruro de acetilo dando lugar a lo que hoy tan bien conocemos como ácido acetilsalicílico. Comercializándose esta molécula en 1899.

¿Qué nos ofrecen las plantas?

Las plantas nos ofrecen principios inmediatos y principios activos.

4.2 introducción a la fitoterapia.

Son prótidos, glúcidos, lípidos, minerales, y vitaminas que si bien no ejercen una actividad farmacológica directa, son imprescindibles para mantener la vida del reino animal. Son los sustratos nutricionales de éste, al ser la base nutritiva de los animales herbívoros.

Principios activos.

Son principios activos aquellas sustancias presentes en las plantas, que son responsables de la acción o acciones farmacológicas. Unas veces el principio activo es una sustancia concreta, como puede ser un alcaloide, y en otras ocasiones, es una mezcla compleja de sustancias, como son los aceites esenciales.

Aspectos fitoquímicos

En un vegetal superior, la raíz absorbe del suelo, agua y minerales creando la savia bruta que asciende por todo el vegetal. En las hojas tiene lugar la mayoría de procesos metabólicos.

En ellas se combinan la savia bruta, la energía de la luz, el oxígeno y dióxido de carbono para dar lugar a los principios inmediatos (prótidos, glúcidos y lípidos) y a los principios activos o sus precursores. Estos últimos quedan en las hojas o viajan y se almacenan en otras partes del vegetal, donde pudiendo sufrir nuevas modificaciones químicas.

Principios activos de origen vegetal:

Heterósidos

Son compuestos formados por la asociación de un glúcido y de un cuerpo activo no azucarado, llamado genina o aglicona. Parece ser que las geninas son productos de excreción que se asocian a un glúcido para neutralizarse y no resultar tóxico al vegetal. Muchos heterósidos tienen aplicación en medicina:

Heterósidos fenólicos monocíclicos: Como en el sauce (*Salix alba*) su corteza contiene salicósido que al hidrolizarse genera saligenol y glucosa, con propiedades analgésica, antiinflamatoria, antiagregante plaquetaria, y antipirética.

Heterósidos cumarínicos: Como en el castaño de indias (*Aesculus hippocastanum*). La corteza su tronco contiene esculósido y fraxósido, principios con acción vasoprotectora-capilarotropa, muy empleado en terapéutica.

Heterósidos flavónicos: Farmacológicamente destacan por su baja toxicidad y por sus acción vitamínica P (efecto vasoprotector y capilarotropo), además presentan acciones diurética, antiespasmódica, anti ulcerosa gástrica, antiinflamatoria. Por ejemplo, el ginkgo (*Ginkgo biloba*) cuyas hojas contienen ginkgetina e isoginkgetina, con acción antirradicalar y muy apropiado para las patologías circulatorias, indicado para mejorar el riego cerebral.

Heterósidos antociánicos: Son pigmentos hidrosolubles de color rojo, azul o violeta. Tienen baja toxicidad y acción vitamina P. Por ejemplo, la vid roja (*Vitis vinífera*).

Tainos: Son productos astringentes (capacidad de precipitar las proteínas) y por lo tanto son antidiarreicas y vasoconstrictoras, al unirse y precipitar las proteínas de las secreciones, son vulnerarias, antimicrobianas y antifúngicas, inhibidoras enzimáticas, antidotos de los alcaloides y metales pesados. Su toxicidad es baja y deriva de la posible intolerancia gástrica y estreñimiento que pueda ocasionar. Un ejemplo es la corteza y hojas de hamamelis (*Hamamelis virginiana*)

Heterósidos antraquinónicos: Son derivados fenólicos del antraceno (su genina es un grupo antracénico). Son heterósidos que actúan como colagogos, laxantes o purgantes, en función de la dosis. Aumentan el peristaltismo por irritación de la mucosa intestinal al tiempo que inhiben la reabsorción de electrolitos a nivel del colon. Su abuso produce diarreas e hipopotasemia. Un ejemplo es la corteza de cáscara sagrada (*Rhamnus purshiana*).

Saponósidos: Son heterósidos de esteroides o de triterpenos que en solución acuosa tienen propiedades tensioactivas o espumantes. En contacto con la sangre son hemolíticos, al interactuar con el colesterol. Desde el punto de vista farmacológico son irritantes, lo que se traduce en acción expectorante, diurética y hemolítica (si entra en contacto con los eritrocitos). Además algunos tienen acción vitamínica P y otros son antiinflamatorios y cicatrizantes. Ejemplo, raíces y estolones de regaliz (*Glycyrrhiza glabra*) con glicirrizina, expectorante con gran poder edulcorante.

Heterósidos cardiotónicos: Están indicados en caso de insuficiencia cardíaca congestiva, taquicardia supraventricular y fibrilación auricular. Su margen terapéutico es muy estrecho y requiere una cuidada posología. Por ello, se recomienda evitar el uso de estas plantas e incluso sus extractos. Ejemplos, digital o dedalera (*Digitalis lanata* y *Digitalis purpurea*).

Heterósidos azufrados o glucosinolatos: En general presentan efecto irritante sobre las mucosas. Captan el yodo y dificultan su captación por el tiroides. Se presentan sobre todo en las Brasicáceas.

Heterósidos cianogénéticos: La hidrólisis de estos heterósidos libera una genina inestable que genera ácido cianhídrico, que es el principio activo responsable de su acción estimulante respiratoria, que a dosis mayores es tóxico. Ejemplo, las almendras amargas (*Prunus amygdalus*, var. *Amarra*) que contienen amigdalósido, de marcada toxicidad si se ingieren varias semillas.

Alcaloides

Son compuestos nitrogenados cuya función en la planta no está bien determinada. Se les atribuye distintos papeles, a saber, como productos de desecho, reserva de nitrógeno o mecanismo de defensa contra herbívoros y parásitos. Suelen tener sabor amargo. Su química es compleja y se clasifican según la composición de su núcleo, en una quincena de grupos diferentes.

Bajo el punto de vista de su uso terapéutico son muy interesantes, ya que presentan variadas acciones, caracterizándose por su gran actividad a dosis bajas. Esto último implica que se deban manejar con precaución para evitar intoxicaciones, que podrían llegar a ser fatales. Según su estructura química se pueden agrupar en:

Alcaloides derivados de la piridina y piperidina: Como es el Granado (*Punica granatum*) cuya corteza de la raíz y fruto contienen taninos. Y los alcaloides peletierina y pseudo peletierina, de acción antihelmíntica y neurotóxica.

Alcaloides con núcleo tropánico:

Derivados del tropano: Como la Belladona (*Atropa belladonna*). Sus hojas contienen los alcaloides atropina-hiosciamina y escopolamina. La atropina-hiosciamina tiene acción

simpaticolítica (antagonista de la acetilcolina) con marcado efecto espasmolítico, siendo además estimulante del S.N.C. La escopolamina, es sin embargo, un depresor del S.N.C. por lo que se emplea como antiparkinsoniano con ligera acción parasimpaticolítica.

Derivados de la cocaína: Coca (*Erythroxylon coca*). Los alcaloides se encuentran principalmente en las hojas. Tiene acción anestésica local, además de ser simpaticomimético indirecto, que potencia la acción de las catecolaminas. Tiene efectos excitantes, euforizantes y desfatigantes, creando una potente dependencia psíquica.

Derivados de la quinoleína: Como la Quina (*Cinchona succirubra*), árbol andino en cuya corteza se encuentran los alcaloides quinoleínicos como la quinina y la quinidina. La quinina presenta actividad antimalárica, además es antipirético, analgésico, hipotensor y tónico amargo. La quinidina tiene una importante acción antiarrítmica con acción parasimpaticolítica complementaria. También es antimalárica, pero no se emplea para este fin por su actividad cardíaca.

Isoquinolínicos: Adormidera (*Papaver somniferum*), el látex obtenido por incisión de sus cápsulas es el opio, que contiene una mezcla de alcaloides formados fundamentalmente por 4 grupos:

Grupo de la morfina:

Morfina: Actúa como analgésico sedante, depresor respiratorio, antitusígeno débil, bradicardizante, inhibidor del peristaltismo intestinal (emetizante y antidiarreico). Genera dependencia.

- Codeína: antitusígeno con acción analgésica, anti diarreica y depresora respiratoria, genera poca dependencia.
- Tebaína: convulsivante, genera dependencia.
- Grupo de la papaverina: espasmolítico.
- Grupo de la noscapina: sedante de la tos, no genera dependencia.

- Grupo de la protopina; sin interés farmacológico.

Bases púricas (bases xánticas)

Son derivados de las bases púricas y se presentan asociados a taninos. No son estrictamente alcaloides, bajo el punto de vista químico. Las principales bases púricas son la cafeína (semillas de café, hojas de té, nuez de cola, hojas de mate y semillas de guaraná), la teobromina (semillas de cacao), y la teofilina (hojas de té, hojas de mate). Tienen una considerable actividad farmacológica:

- A nivel del S.N.C.: estimulación cortical con efecto defatigante, excitación bulbar respiratoria y vasomotora (analéptico cardio respiratorio).
- A nivel del miocardio: inotropismo positivo (mejora la capacidad de contracción muscular).
- A nivel de la musculatura lisa: espasmolítico. Sobre todo algunas como la teofilina que actúa a nivel bronquial, por lo que se emplea como antiasmático.
- Aumenta el tono de la musculatura estriada.
- Acción diurética.
- A nivel del metabolismo: acción lipolítica.
- Aceites esenciales
- Son una mezcla compleja de sustancias volátiles presentes en los vegetales. Son abundantes en Coníferas, Mirtáceas, Apiáceas, Lamiáceas y Asteráceas, localizándose en diversos órganos : sumidad florida (lavanda, menta), hojas (laurel), corteza (canela), raíz (vetiver), rizoma (jengibre), frutos (anís), madera (alcanfor). Químicamente son una mezcla de sustancias:
 - Compuestos terpénicos.
 - Compuestos aromáticos derivados del fenilpropano: aldehído cinámico, eugenol, anetol, aldehído anísico, entre otros.
 - Otros compuestos presentes en pequeña proporción, ácidos orgánicos, cetonas de bajo peso molecular y cumarinas volátiles.
 - Sus acciones farmacológicas son muy variadas y en muchos casos específicas de cada uno:

- A nivel digestivo: estomáquicos, carminativos, eupépticos, colagogos, hidrocoleréticos, vermífugos.
- A nivel respiratorio: antisépticos y expectorantes.
- A nivel renal: antisépticos y diuréticos.
- A nivel S.N.C: estimulantes, depresores, convulsivantes y emenagogos.

Por vía externa son antiinflamatorios y vulnerarios.

Hay que prestar atención al uso de los aceites esenciales por su potencial toxicidad. A nivel popular los aceites esenciales están considerados como productos naturales poco peligrosos. Esto no es cierto, ya que fácilmente puede darse una sobredosificación, e incluso con aceites esenciales procedentes de plantas que en sí mismas son poco tóxicas.

La Aromaterapia, es una parte de la Fitoterapia, cuyo objetivo son los aceites esenciales como sustancias terapéuticas. Dada la gran variedad de aceites esenciales que existen, su uso en terapéutica es complejo y a la vez muy interesante por las grandes posibilidades que ofrece para solucionar muchas alteraciones de la salud.

Resinas

Son sustancias amorfas transparentes o translúcidas y sólidas a temperatura ambiente. Químicamente son mezclas complejas. Ejemplos de las cuales son:

Pino resinero (*Pinus pinaster*) que produce una oleorresina que consta de una porción volátil (aguarrás o trementina) y otra sólida (colofonia). La trementina tiene propiedades antiséptica, expectorante y rubefaciente. La colofonia se emplea para fabricar adhesivos, chicles.

Otro ejemplo es el Bálsamo de Perú (*Myroxylon peruiferum*) que produce un bálsamo que en uso tópico tiene propiedades antisépticas y cicatrizante.

Obtención y estabilización de las drogas

Tradicionalmente las plantas medicinales se obtenían por recolección de las mismas en parajes naturales. Actualmente, la mayoría provienen de cultivos. Con los cultivos se consigue dos objetivos, la obtención de una calidad homogénea y la garantía del mantenimiento de la biodiversidad en la naturaleza, al evitar que se esquilmen ciertas especies vegetales.

La recolección de la planta adecuadamente es indispensable para obtener una droga de buena calidad. Pues, gran parte de los principios activos son metabolitos secundarios, por lo que su ubicación en la planta no es homogénea ni en cantidad ni en calidad. Así que, es necesario saber bien qué órgano de la planta se ha de recolectar y además qué condiciones ambientales y qué época del año son las adecuadas.

Aquí, quisiera introducir el concepto droga. Droga es la parte de la planta medicinal que contiene los principios activos y por lo tanto es la parte de la planta que posee propiedades farmacológicas. Las drogas pueden ser órganos subterráneos (raíces, rizomas y tubérculos), tallos, cortezas, yemas, hojas, sumidades floridas, frutos, semillas o productos obtenidos mediante incisión (látex o resinas).

Una vez han sido recolectadas las drogas, es importantísimo garantizar su buena conservación. Hay que estabilizar la droga. Las plantas recién recolectadas contienen una gran proporción de agua. Siendo las semillas las que contiene una menor proporción (5-10%). Las cortezas contienen de un 30 al 40%, las hojas del 60 al 90% las raíces, rizomas, flores y frutos del 75 al 90%.

Cuando la planta se siega empieza a marchitarse, más o menos rápidamente, en función de la temperatura, humedad y de la luz. Además de la marchitez, a partir del momento en que se corta la planta, comienza a degenerar debido a que se ponen en marcha los procesos de hidrólisis y de oxidaciones, a consecuencias de que aumenta la permeabilidad de las membranas celulares permitiendo la entrada de enzimas. Estos procesos degenerativos catalizados por enzimas precisan agua. Por lo que se detienen cuando el contenido de agua es

inferior al 10%. Otras alteraciones son producidas por el oxígeno y la luz. Además, las plantas cortadas sufren el ataque de los microorganismos (bacterias y hongos). Siempre y cuando el contenido en agua sea suficiente, dando lugar a fermentaciones indeseadas.

La desecación es el procedimiento de conservación de la droga más habitualmente utilizado. Los puntos claves para conseguir una buena desecación son: la temperatura, el recambio del aire o ventilación y la forma de exposición del vegetal (troceado, colgado, extendido...). Así, el secado a una temperatura inferior a 30 °C, con ventilación forzada, es el procedimiento más aconsejable para conservar en las drogas las propiedades de la planta fresca. De esta manera la droga se conserva bien, siempre y cuando no se rehidrate.

Por lo tanto, este método de secado no garantiza la estabilidad, ya que las enzimas no se destruyen, solo se inactivan. Podrían volver a activarse si las condiciones de humedad y temperatura volvieran a ser adecuadas.

La estabilización tiene como fin conservar, en la droga seca, las mismas propiedades de la planta fresca y evitar transformaciones en el curso de la conservación. Para ello se requiere desnaturalizar las enzimas. Puesto que las enzimas son de naturaleza proteica, se puede aplicar temperaturas elevadas, (80°C o superior en caso de condiciones anhidras), ciertos disolventes (la mayoría no son utilizables para plantas medicinales por su toxicidad).

Tratamiento con alcohol hirviendo: se introduce la droga en un recipiente con etanol hirviendo. De esta manera se estabiliza la planta pero también se le priva de los principios solubles en alcohol etílico. Así se preparan los extractos y alcoholaturas estabilizados, como se suele hacer con la valeriana y el castaño de indias.

Tratamiento por aire caliente: Se trata de secar con aire caliente a temperatura entre 80 y 100°C. En este procedimiento hay que ajustar muy bien el tiempo de exposición al aire caliente para destruir las enzimas pero no alterar el resto de constituyentes.

4.3 Empleo y formas de preparación de plantas medicinales.

Hidrolitos

Son soluciones cuyo disolvente es el agua. Sin duda es la forma líquida más difundida en Fitoterapia. Se trata de una solución acuosa extemporánea en la que se encuentran disueltos los principios activos.

Por lo general, se recurre al calor para facilitar la extracción, pues el calor aumenta la solubilidad de los principios activos. Siempre hay que tener la precaución de no alterar los principios activos termolábiles. Son preparados farmacológicos extemporáneos que deben consumirse inmediatamente, ya que constituyen un medio óptimo para el desarrollo de microorganismos. Hay varios tipos de hidrolitos:

- **Infusión:** la extracción se realiza por la acción poco prolongada del agua a temperatura próxima a la ebullición sobre las drogas, seguida de una maceración de unos 30 minutos
- **Infuso:** es una de las formas de administración más empleadas en Fitoterapia. Se lleva el agua a ebullición, acto seguido se apaga el fuego y se añade a droga que se deja macerar con el recipiente tapado, durante 3 a 5 minutos.
- **Decocción:** se realiza sometiendo la droga a la acción del agua destilada a temperatura próxima a la ebullición. Esto se realiza en el caso de drogas compactas y duras, en las que el acceso del agua a los principios activos está dificultada por la estructura histológica de la droga.
- **Decocto:** es una simplificación de la decocción. Se procede de la siguiente manera, se calienta el agua hasta la ebullición y se vierte la droga tapando el recipiente, se deja hervir durante 5 a 20 minutos, se apaga el fuego y se deja macerar durante 15 minutos.
- **Tisana:** en la preparación de la tisana se agrupan varias drogas (unas activas y otras coadyuvantes o correctoras) con el fin de potenciar la acción y/o corregir los efectos adversos que pudieran tener algunas drogas que forman parte de la composición. La tisana tiene que presentar unas cualidades organolépticas agradables. Se procede del mismo modo que en el proceso extractivo del infuso o del decocto.

- **Masticatorios** Son formas de presentación farmacéutica en que se presentan las drogas trituradas o pulverizadas, de manera que alcancen una textura de polvo casi impalpable. La forma de administración consiste en masticarlos lentamente o dispersarlos en una pequeña cantidad de agua caliente, siendo el propio organismo el que extrae los principios activos. Una de las ventajas de los masticatorios respecto a las tisanas es que garantiza la estabilidad de los principios termolábiles. Sin embargo, presenta el inconveniente de que para muchas personas resulta incómodo tener que masticar y a otras muchas les desagrada el sabor.
- **Zumos** Se define como zumo a la expresión de plantas frescas o a parte de ellas. Los zumos de algunas plantas medicinales se emplean en Fitoterapia, aunque esta forma de administración no está muy extendida en España, debido a las dificultades que presenta para su manipulación y conservación. Unas veces el zumo presenta acción farmacológica y otras veces es vehículo o excipiente de otros preparados.

Cápsulas de glicerogelatina endurecidas.

Sada vez es más frecuente el uso de estas cápsulas con polvo muy fino de las drogas con extractos secos, para la administración oral de preparados fitoterapéuticos. Esta forma de presentación es fácil de tomar y además evita los problemas organolépticos. Bajo el punto de vista farmacológico, esta presentación suele presentar una buena biodisponibilidad.

Comprimidos con polvo de droga

Estas formas son muy poco empleadas en Fitoterapia, ya que la cantidad efectiva de droga que se puede incorporar a un comprimido es muy pequeña (de 100 a 300 mg), por limitación de tamaño. De manera que para ingerir una dosis terapéutica habría que tomar de 2 a 6 comprimidos.

Aceites y oleatos

Son soluciones medicamentosas en las que los principios activos de las plantas medicinales se encuentran disueltos en excipientes oleosos, generalmente se trata de un aceite vegetal obtenido por expresión en frío.

Los aceites disuelven los principios activos liposolubles, tales como los aceites esenciales, terpenos, ácidos aromáticos y sus ésteres, alcoholes aromáticos, compuestos fenólicos, fitoesteroles, vitaminas liposolubles, fitohormonas y alcaloides en forma básica.

Los oleatos se preparan macerando las drogas durante 8 a 15 días, seguido de una filtración. En caso de ser necesario para facilitar la extracción se puede calentar el aceite. Una alternativa al procedimiento de la maceración es disolver extractos liposolubles de la droga en el aceite vegetal.

Los oleatos, son formas farmacéuticas fundamentalmente para uso externo, mientras que los aceites también se pueden utilizar para inyectables.

Actualmente, se usa aceites vegetales ricos en insaponificables en numerosos preparados dermatológicos. Por su acción emoliente aportando flexibilidad y elasticidad a la piel (por ejemplo el escualeno presente en el aceite de oliva) por su acción antioxidante (por ejemplo la vitamina E y la vitamina A presentes en muchos aceites, como por ejemplo en el de oliva, Por estas características, los aceites ricos en insaponificables son buenos excipientes para vehicular numerosos principios activos liposolubles y aceites esenciales.

Los oleatos y aceites son susceptibles de sufrir alteraciones que pueden afectar a su acción farmacológica. La alteración más frecuente es el enranciamiento, que consiste en una serie de hidrólisis y oxidaciones que afectan especialmente a los ácidos grasos poliinsaturados.

Tinturas y alcoholatos

Las tinturas son preparados líquidos coloreados resultado de la acción disolvente de mezclas hidroalcohólicas, o eventualmente otros líquidos orgánicos, sobre drogas secas y a temperatura ambiente. Para preparar una tintura se puede utilizar la percolación o la maceración. Los alcoholatos son productos extractivos semejantes a la tintura, en las que se emplea drogas frescas en lugar de desecadas.

Acetolitos y glicerolados

Son soluciones medicamentosas de fitocomplejos de plantas medicinales, extraídos o disueltos en ácido acético y en glicerol, respectivamente. Se obtienen por maceración de la droga en los disolventes citados, siendo el tiempo de maceración entre 5 a 10 días.

Extractos

Son soluciones extractivas de fitocomplejos de plantas medicinales obtenidas por maceración o percolación de la droga en un solvente (agua, alcohol, glicerol, etc.) y posterior concentración de la solución por evaporación parcial o total del disolvente. Según la operación de concentración se distinguen: extractos fluidos, extractos blandos, extractos secos, crioextractos y extractos glicólicos.

Extractos fluidos: Se evapora el disolvente extractor hasta obtener un peso de la disolución igual al de la droga seca de la cual se ha partido. De tal forma que 1 gramo de extracto tiene la misma concentración de principios activos que 1 gramo de la droga seca de partida.

Extractos blandos: La riqueza en principios activos de estos extractos es superior a la de la droga de partida. Se obtiene evaporando el disolvente hasta obtener un producto de textura semisólida. Son de difícil conservación y difícil manipulación, por lo que hoy están prácticamente en desuso.

Extractos secos: Se obtienen tras la evaporación total del disolvente hasta obtener un polvo seco. Son productos más concentrados que la droga de partida. Estos son productos altamente higroscópicos, lo que dificulta su manipulación y conservación. Mientras que presentan la ventaja de su fácil dosificación, siendo muy adecuados para preparar cápsulas.

Extractos glicólicos: Se utilizan únicamente en dermatología, obteniéndose directamente de la droga seca sometida a la acción extractiva de un disolvente a base de propilenglicol y agua. De esta manera se extraen muy bien los principios polares.

Crioextractos: Este método se utiliza para extraer compuestos termolábiles como proteínas y complejos enzimáticos. Para este tipo de extracción se requiere nitrógeno líquido y etanol, y se realiza a partir de la droga fresca.

Formas complejas para uso interno

Los líquidos de administración oral son soluciones, suspensiones o emulsiones de productos extractivos de principios activos en un excipiente o vehículo adecuado. En Fitoterapia estas formas suelen ser complejas, ya que se disuelven fitocomplejos de una o más drogas en un excipiente. Los excipientes más utilizados son el agua o mezclas hidroalcohólicas.

Con excipientes acuosos se preparan gotas, soluciones siruposas (jarabes, y melitos) y edulcorados (pociones). Con excipientes hidroalcohólicos se preparan gotas, elixires y vinos medicinales.

Gotas: Son preparados que se elaboran a partir de extractos fluidos o tinturas, a los que se les puede incorporar un disolvente acuoso o hidroalcohólico, para ajustar la concentración. Además, se les suele añadir correctores organolépticos.

Jarabes: Son formas líquidas acuosas constituidas en su mayor parte por una solución acuosa saturada de azúcar. La alta concentración de azúcar, por una parte mejora el sabor, y por otra otorga una mayor estabilidad física y química frente posibles alteraciones microbiológicas, debido a su alta presión osmótica y su baja concentración en agua libre.

Melitos: Son formas líquidas siruposas parecidas a los jarabes, en los que el azúcar ha sido sustituido por miel. Los melitos son especialmente interesantes para afecciones gingivo-bucales y faríngeas.

Pociones: Son formas líquidas edulcoradas de administración oral que se caracterizan por contener menos sacarosa que los jarabes

Elixires: Se caracterizan por tener un excipiente hidroalcohólico edulcorado y generalmente aromatizado. La proporción de alcohol habitualmente oscila entre 15 y 20 %.

Sahumerios: Son preparaciones extemporáneas a base de simples o tisanas de plantas aromáticas que se someten al agua en ebullición, con el fin de generar vapores que arrastran principios activos volátiles (aceites esenciales). De esta manera se consigue una atmósfera

húmeda con principios activos antisépticos, lo que resulta muy conveniente cuando hay enfermos con afecciones respiratorias. Se puede reforzar el sahumero añadiendo aceites esenciales.

Vahos: Son sahumeros aplicados individualmente. Igualmente, están indicados en procesos respiratorios infecciosos.

Inhalaciones: Son formas farmacéuticas volátiles que ejercen su acción al ser inhaladas. Hay dos tipos:

Inhalaciones secas: Están constituidas por aceites esenciales que se inhalan directamente. Para ello se vierten unas gotas sobre un pañuelo o algodón que se acerca a la boca y nariz y se respira profundamente.

Inhalaciones húmedas: Se realizan vertiendo aceites esenciales en agua en ebullición, con el fin de respirar los vapores que se generan.

Vinos medicinales o enolados: Son formas farmacéuticas en la que los principios activos de las drogas se extraen mediante la acción disolvente del vino.

Formas complejas para uso externo

Pomada: Es una forma farmacéutica de uso externo de consistencia blanda y untuosa que se adhiere bien a la piel y mucosas. Se distinguen tres tipos, se elegirá uno de ellos en función de las características de los principios activos que queramos aplicar y del grado de oclusividad y emolencia que necesitemos que aporte el propio excipiente:

Pomada oleosa o ungüento: Son muy grasos y oclusivos

Pomada de base hidrosoluble o gel: No engrasan y manchan muy poco, pero son poco hidratantes

Pomada a base de emulsiones o crema y leche: La emulsión puede ser de aceite en agua o de agua en aceite. Resultando la primera menos grasa que la segunda.

Pasta: Es un tipo particular de crema, al que se le añade una gran proporción de polvos insolubles. Están indicados para determinadas afecciones cutáneas y en la higiene bucal.

Emplasto: Es un preparado sólido a temperatura ambiente que se reblandece a temperatura corporal, adhiriéndose sobre la piel. Se aplica extendido sobre una tela fijándolo con un esparadrapo en forma de parche.

Linimento: En una forma líquida constituida por una disolución o emulsión de vehículo acuoso, hidroalcohólico u oleoso, para su uso externo y de aplicación por fricción sobre la piel.

Loción: Es una forma líquida, bien sea una disolución, suspensión o emulsión, para ser aplicada externamente sin friccionar. El excipiente es acuoso.

Polvos: Consiste en la droga pulverizada, por sí sola o mezclada con un excipiente pulverulento, de aplicación tópica. Es adecuada para diversas afecciones dermatológicas, especialmente cuando interesa una acción secante.

La Fitoterapia es un tratamiento natural y reúne las ventajas de los tratamientos naturales. Sin embargo, el uso de las plantas medicinales se debe hacer con conocimiento porque pueden presentar efectos perjudiciales.

Por ello, conviene que los tratamientos a base de plantas medicinales se realicen bajo el consejo y seguimiento de un fitoterapeuta.

4.4 Fitoterapia en afecciones digestivas: dispepsia, flatulencia, gastritis, úlceras, vómitos, disfunciones biliares, diarrea y estreñimiento.

El aparato digestivo dispone de un conjunto de nervios, verdadera red de control integrado que trabaja conjuntamente con una amplia serie de hormonas, tanto locales como sistémicas.

Entérico significa relacionado con el intestino y en este contexto se aplica al sistema nervioso local del aparato digestivo. Esta inteligencia a nivel intestinal suele dirigir el aparato digestivo con bastante eficacia.

El grado de interacción y sinergia entre las distintas partes del conducto digestivo es realmente asombrosa y cuantas más investigaciones realizan los fisiólogos, más se pone de manifiesto.

Dado que somos lo que comemos, nuestra salud y nuestra vitalidad dependen en gran medida de cómo funciona nuestro aparato digestivo a la hora de proporcionar elementos básicos para nuestro cuerpo físico.

Muchas de las plantas con propiedades digestivas son ricas en aceites esenciales, que pueden ejercer una doble acción:

Al entrar en contacto con la mucosa gastrointestinal provocan su irritación, estimulando la motilidad y las secreciones, con lo que favorecen la digestión y la eliminación de los gases.

En situación de hipermotilidad o espasmos son capaces de disminuir el tono y las contracciones gastrointestinales, con lo que ejercen una acción antiespasmódica. Esta acción se ha asociado con principios activos de estructura muy variada como flavonoides o alcaloides.

En otros casos, como ocurre en el regaliz, es su contenido en saponinas triterpénicas y flavonoides el responsable de su acción antiulcerosa.

La Agencia Europea de Medicamentos (EMA, por sus siglas en inglés) aprueba el empleo de estas plantas, basándose en su uso tradicional, para el tratamiento sintomático de molestias digestivas en general, con excepción de la menta poleo, para la que solo la experiencia avala su uso. Más concretamente, podemos recomendar los siguientes tratamientos fitoterapéuticos.

Dispepsia funcional

Regaliz y hoja de menta: EMA acepta su administración por su uso tradicional. Incluye también el aceite esencial de menta, pero en este caso lo califica como un uso bien establecido.

Cúrcuma india: aceptada por la OMS y la Comisión E. Esta última también aprueba la Cúrcuma de Java.

Los ensayos clínicos indican:

Es eficaz la combinación de 50 mg de aceite esencial de alcaravea y 90 mg de aceite esencial de menta. Los efectos de la alcaravea en monoterapia no están claros y es necesario seguir

realizando

estudios.

La manzanilla dulce está presente en preparaciones que han obtenido un alto nivel de evidencia clínica en su eficacia.

Úlcera gastroduodenal.

Regaliz: uso aprobado por la Comisión E y ESCOP, como coadyuvante en el tratamiento.

Cúrcuma india: se ha utilizado tradicionalmente, pero los ensayos clínicos realizados cuestionan su eficacia.

Flatulencia y/o espasmos gastrointestinales.

Manzanilla dulce, manzanilla romana, anís verde, hinojo dulce o amargo, jengibre y alcaravea: uso aceptado por ESCOP y EMA, esta última basándose en su uso tradicional; por esta misma razón incluye también los aceites esenciales de anís verde y alcaravea. Además, considera el aceite esencial de menta como de uso bien establecido.

Cúrcuma india, cúrcuma de Java y hoja de menta: EMA los acepta basándose en su uso tradicional.

Varios ensayos clínicos sugieren que la combinación fija de 50 mg de aceite esencial de alcaravea y 90 mg de aceite esencial de menta es eficaz.

Náuseas y vómitos.

Manzanilla dulce: ESCOP acepta su uso para el tratamiento sintomático de las náuseas.

Jengibre: EMA acepta su administración, por su uso tradicional, en la profilaxis de la cinetosis entre los 6 y 18 años, mientras que en los adultos lo considera uso bien establecido. ESCOP también incluye las náuseas y vómitos postoperatorios en cirugía menor y los debidos al embarazo (en embarazo solo con supervisión médica). La evidencia clínica sugiere que reduce

la posibilidad de náuseas y vómitos provocados por los tratamientos antirretrovirales. También los asociados al vértigo y al embarazo. Sin embargo, en los debidos a tratamientos de quimioterapia no se dispone de suficientes ensayos como para hablar de relevancia clínica.

La ipecacuana está relacionada con este grupo de plantas por la acción emetizante de sus alcaloides a dosis altas. Se ha usado tradicionalmente como emético en caso de intoxicación el jarabe de ipecacuana que, según el Formulario Nacional de la Farmacopea Española, contiene un 7% de un extracto fluido normalizado de esta planta. En la actualidad se reserva para el ámbito hospitalario aunque, por su capacidad para interferir con el carbón activado y otros antidotos, se encuentra en desuso.

4.5 Fitoterapia para afecciones el sistema cardiovascular: hipertensión.

Aunque con frecuencia se piensa que las enfermedades cardiacas y cardiovasculares son iguales, no son el mismo padecimiento e involucran a diferentes partes del cuerpo, por lo que a enfermedad cardiaca se refiere únicamente a las enfermedades del corazón y del sistema de vasos sanguíneos del corazón, y la enfermedad cardiovascular se refiere a las enfermedades del corazón y a las enfermedades del sistema de vasos sanguíneos (arterias, capilares, venas) de todo el organismo, tales como el cerebro, las piernas y los pulmones.

El corazón es un músculo fuerte que actúa como bomba y bombea sangre continuamente a través del sistema circulatorio, que es la red de tubos elásticos que permiten que la sangre fluya por todo el organismo. El sistema circulatorio comprende dos órganos principales, el corazón y los pulmones, así como los vasos sanguíneos, así mismo, las arterias y capilares transportan la sangre, rica en oxígeno y nutrientes, del corazón y los pulmones a todas las partes del cuerpo y las venas regresan la sangre, reducida en oxígeno y nutrientes, al corazón y los pulmones, por lo que es un ciclo continuo en el organismo.

Con el tiempo, las arterias que llevan la sangre al corazón y al cerebro pueden obstruirse, debido a la acumulación de células, grasa y colesterol producen una disminución en el flujo de sangre al corazón debido a obstrucciones en las arterias ocasiona ataques cardiacos.

Hipertensión Arterial: es el término empleado para describir la presión arterial alta, es una medición de la fuerza ejercida contra las paredes de las arterias a medida que el corazón bombea sangre a través del cuerpo, por lo que provoca una mayor posibilidad de ataque cardíaco, insuficiencia cardíaca, ictus y enfermedad renal.

Las lecturas de la presión arterial se miden en milímetros de mercurio (mmHg) y generalmente se dan como dos números. Por ejemplo, 120 sobre 80 (escrito como 120/80).

Ajo

Familia: Alliaceae

Nombre científico: *Allium sativum*

Características generales: Es una planta perenne, con hojas son planas y delgadas, de hasta 30 cm de longitud. Las raíces alcanzan fácilmente profundidades de 50 cm o más, con un bulbo, de piel blanca, forma una cabeza dividida en gajos, los cuales se encuentran envueltos en una delgada película de color blanco o rojizo. Las flores son blancas, y en algunas especies el tallo también produce pequeños bulbos o hijuelos que emanan un fuerte olor al ser cortado.

Propiedades medicinales: es uno de los alimentos y remedios naturales más estudiados en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares como la Tensión arterial alta, el colesterol, cardiopatías, entre otras, y como principio activo más destacables del ajo esta la alicina.

Antihipertensivo: debido a que la alicina tiene como principal compuesto el sulfuro de hidrógeno el cual facilita la distensión de las membranas celulares vasculares disminuyendo de este modo la presión sanguínea y favoreciendo la circulación y el transporte de oxígeno mediante la hemoglobina de los glóbulos rojos a los órganos y, por consecuencia, implicando una menor fatiga para el corazón.

Hipolipemiente: Disminuye el nivel de colesterol LDL en la sangre produciendo un efecto cardioprotector, y no afecta a los niveles de triglicérido saludables y necesarios para el

cuerpo. De esta manera el ajo contribuye en la prevención de enfermedades coronarias y accidentes vasculares cerebrales.

Vasodilatador: Este efecto causa un aumento del calibre de los vasos y se produce por una reducción de agentes vasopresores como las prostaglandinas y angiotensina II.

Antiagregante plaquetario: Impide la tendencia excesiva de las plaquetas sanguíneas a agruparse formando coágulos, y también actúa como fibrinolítico, y así de esta manera se consigue aumentar la fluidez en la sangre y hace que sea recomendable a todas aquellas personas que han sufrido embolias o trombosis.

Hipoglicemiante: El ajo normaliza el nivel de glucosa sanguínea y por lo tanto, es bueno que lo utilicen los diabéticos y los obesos.

Jengibre

Familia: Zingiberaceae

Nombre científico: *Zingiber officinale*

Características generales: es una planta perenne que puede medir hasta 1.8 m de altura. Posee tallos rojizos con aspecto de hojas, presenta hojas lanceoladas y flores blanquecinas en espigas, tiene unos rizomas característicos que son los que se utilizan como especie y propiedades medicinales.

Propiedades medicinales: es un buen recurso para favorecer la circulación sanguínea, ayudando a disolver trombos en las arterias y disminuyendo los niveles de colesterol en sangre, anginas de pecho, además, ayuda a prevenir una serie de enfermedades vasculares tales como:

Enfermedades circulatorias de las extremidades: favorece la buena circulación en las extremidades ayudando a prevenir problemas circulatorios como la claudicación intermitente

que causa mucho dolor en las piernas o síntomas desfavorables que se producen en los dedos de la mano

Alcachofa.

Familia: Asteráceae

Nombre científico: *Cynara scolymus* L.

Características generales: es una planta perenne de hasta 2 m de altura, con hojas pinnado-lobuladas, con lóbulos sin espinas y envés tomentoso. Presenta flores azuladas y brácteas ovales.

Propiedades medicinales: tiene la capacidad de producir una disminución del colesterol en sangre, disminuir la presión arterial, y la prevención de la arterioesclerosis, esto se debe a sus componentes ácidos principalmente. Así mismo, ayuda en la recuperación de infartos, anginis de pecho y mala circulación.

Té verde

Familia: Teáceae

Nombre científico: *Camellia sinensis*

Características generales: es un árbol perennifolio con hojas lanceoladas o elípticas de peciolo corto, con flores solitarias de color blanco o crema que cuelgan de peciolos cortos, tienen un fruto en capsula con una sola semilla y son originarias del sur de China, creciendo en climas cálidos y húmedos.

Propiedades medicinales: en el aparato circulatorio tiene la capacidad de disminuir el colesterol, fluidifica la sangre, tonifica el corazón y lo protege contra un infarto de miocardio o anginia de pecho. Entre sus componentes, la histidina constituye un antiarterosclerótico, la tenina cumple la misma función, además de impedir la formación de trombos, la teobromina es un vasodilatador y cardiotónico.

Alfalfa

Familia: Fabaceae

Nombre científico: *Medicago sativa*

Características generales: planta perenne con tallos erectos, cubiertos de una velloidad blanquecina, con hojas compuestas, trifoliadas, con flores de color azul o púrpura con pétalos de 1cm, agrupadas en racimos, con una raíz principal muy larga y un fruto en legumbre, sin espinas. Es una planta con riqueza en aminoácidos, minerales y vitaminas.

Propiedades medicinales: la alfalfa es rica en vitamina K, la cual es importante para que el hígado pueda producir la hormona protrombina que interviene en la coagulación de la sangre, por lo que si hay un déficit de esta vitamina produce problemas de coagulación en forma de sangrado, hematomas... El uso de esta hierba puede resolver o mejorar problemas de coagulación sanguínea tales como:

Hematomas: producidos por la acumulación de sangre como consecuencia de algún golpe o desarreglo corporal.

Uno de los beneficios de salud importantes de la alfalfa es el papel vital que desempeña como un controlador efectivo de colesterol. Las fibras y productos químicos en la alfalfa parecen pegarse al colesterol, disminuyendo los niveles de colesterol en la sangre evitando que permanezcan en las paredes arteriales.

Por lo tanto, se cree que la alfalfa previene la formación de placa en las paredes arteriales, lo que como consecuencia la prevención de las enfermedades del corazón y accidentes cerebrovasculares.

4.6 Fitoterapia para patologías respiratorias: resfriado, gripe, tos, bronquitis.

Tipo de enfermedad que afecta los pulmones y otras partes del aparato respiratorio. Las enfermedades respiratorias pueden ser productos de infecciones, consumo de tabaco o inhalación de humo de tabaco en el ambiente, radón, amianto u otras formas de

contaminación del aire. Las enfermedades respiratorias incluyen el asma, la enfermedad pulmonar, gripe tos bronquitis.

Eucalipto:

El eucalipto es la planta más recomendable en cualquier afección respiratoria por ser expectorante (ayuda a expulsar el moco) y broncodilatador. Antiguamente se inhalaba el humo de eucalipto, por lo que se formaban cigarrillos de eucalipto para aliviar dolencias respiratorias.

Administración: La forma más recomendable de utilizar eucalipto es en aceite esencial puro de cultivo ecológico, realizando friegas por el pecho y masajes en la espalda. Se pueden realizar inhalaciones de vapor con aceite esencial de eucalipto, junto con pino por ejemplo. También se puede utilizar la planta seca en infusión.

Equinácea:

Tiene una gran poder inmunológico, protege el organismo mejorando la función de los leucocitos (defensas) y además es un extraordinario bactericida. Su uso más extendido es para tratar las enfermedades respiratorias típicas como gripe, resfriado, catarro, sinusitis, laringitis, elimina los síntomas de estas enfermedades ya que desinflama los cornetes nasales y es expectorante y a la vez ayuda al organismo a luchar contra el microorganismo que causa la enfermedad.

Propóleo:

El propóleo no es una planta, sino una sustancia obtenida por las abejas de las yemas de los árboles y que usan para evitar los hongos, bacterias y virus en la colmena a modo de antibiótico.

La mencionamos en este bloque porque es un poderoso antibacteriano, y da muy buenos resultados en casos de faringitis, bronquitis, amigdalitis por su efecto antiinflamatorio, protector y analgésico.

Menta:

La menta es ideal para casos, congestión nasal sinusitis o bronquitis. Produce un frescor inmediato con un efecto tónico que mejora la circulación de la sangre local, desinflamando los senos nasales que producen taponamiento y ayudando a expulsar el moco. Administración: Se puede utilizar el aceite esencial puro y ecológico de menta para masajear pecho y espalda, así como realizar inhalaciones. Una sola gota aplicada localmente por encima de las cejas y a los lados de la nariz alivia la congestión y sinusitis. También se puede utilizar la planta seca en infusión.

Bibliografía básica y complementaria.

- Webb (2002) nutrición. Una alternativa para promover la salud. Acribia.
- Robbert owen (2010) historia de la medicina alternativa. Universal
- Araceli Suaverza Karime (2010). Tratados de nutrición Mc Graw Hill.
- <https://www.bibliotecavirtualUNAMantropologia/herbolariamexicana/.com>