

Tema 6. Los principios activos de las plantas medicinales y aromáticas.

6.1 Introducción y definiciones

6.2 Heterósidos

6.3 Polifenoles

6.4 Terpenoides

6.5 Alcaloides

6.6 Otros principios activos

IDEAS CLAVE

- La actividad farmacológica de las drogas vegetales de basa en la presencia de compuestos químicos que se denominan principios activos
- Los grupos químicos más importantes son los heterósidos, polifenoles, terpenoides y alcaloides, que a su vez se dividen en subgrupos, según la estructura química.

6.1 INTRODUCCIÓN Y DEFINICIONES

Los **principios activos** son sustancias que se encuentran en las distintas partes u órganos de las plantas y que alteran o modifican el funcionamiento de órganos y sistemas del cuerpo humano y animal. La investigación científica ha permitido descubrir una variada gama de principios activos, de los cuales los más importantes desde el punto de vista de la salud, son los aceites esenciales, los alcaloides, los glucósidos o heterósidos, los mucílagos y gomas, y los taninos. Existen en las plantas otros principios activos relevantes denominados nutrientes esenciales, como las vitaminas, minerales, aminoácidos, carbohidratos y fibras, azúcares diversos, ácidos orgánicos, lípidos y los antibióticos.

Los principios activos se clasifican, según su estructura química, en grupos:

Productos resultantes del **metabolismo primario** (procesos químicos que intervienen en forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción): Glúcidos, lípidos, derivados de aminoácidos.

Productos derivados del **metabolismo secundario** (no son esenciales para el metabolismo sino que son sintetizadas como defensa, adaptación, etc): son los más importantes como principios activos, y los que veremos a lo largo de este tema.

- **Heterósidos.** Antraquinónicos, Cardiotónicos, Cianogénicos, Cumarínicos, Fenólicos, Flavónicos, Ranunculósidos, Saponósidos, Sulfurados
- **Polifenoles.** Ácidos fenólicos; Cumarinas; Flavonoides; Lignanós; Taninos; Quinonas.
- **Terpenoides.** Aceites esenciales; Iridoides; Lactonas; Diterpenos; Saponinas.
- **Alcaloides**

Para cada uno de los grupos veremos su estructura química básica, su distribución en el reino vegetal y su interés en la industria.

Los heterósidos, aunque pertenecen a varios grupos, los agruparemos en una categoría propia. Los aceites esenciales se estudiarán en un tema aparte, dada su importancia.

6.2 HETERÓSIDOS

Los glucósidos o heterósidos son compuestos que están formados por 2 partes: una es un azúcar (p.e. glucosa) y la otra de no-azúcar o aglucona, aglicón o genina. El enlace entre ambas es hidrolizable y debe romperse para que se active el compuesto; esta ruptura es catalizada por fermentos que contiene la misma planta. Se clasifican de acuerdo a las características estructurales de la parte no-azúcar o aglicón, tal y como se muestra en la tabla. Su nombre termina en -ósido, aunque algunos mantienen su nombre tradicional acabado en -ina (por ejemplo, digitoxina).

Constituyen los principios activos de muchas plantas y su actividad farmacológica se debe fundamentalmente a la parte no glucídica.

| Tipo | Propiedades | Especies |
|-----------------|---|--|
| Antraquinónicos | Purgantes | Cáscara sagrada, sen |
| Cardiotónicos | Diurético. Tónico cardíaco | Digital |
| Cianogénicos | Anestésicos. Anti-espasmódicas. Hipotensoras | Cerezo. Guindo. Almendro |
| Cumarínicos | Antibacteriano. Anticoagulante. Protector solar | Avena |
| Fenólicos | Febrífugas y antipiréticas | Peral. Sauce |
| Flavónicos | Fragilidad capilar. Vitamina C | Girasol. Ruda |
| Ranunculósidos | Irritantes para la piel | Ranunculáceas |
| Saponósidos | Hemolisis. Emolientes. Dermatitis | Abedul, Maíz, Regaliz, Saponaria, violeta. |
| Sulfurados | Antibióticos | Ajo, cebolla, rábano |

Los más importantes son los antraquinónicos, los cianogénicos, los cardiotónicos y los cumarínicos. También los fenólicos, ya que es en este grupo en el que se encuentra la salicilina, precursora del ácido acetil salicílico, o aspirina.

a. Heterósidos Antraquinónicos

Consisten en una molécula de azúcar unido a un derivado del antraceno (ver quinonas). Se emplean como laxantes o purgantes. Se encuentran en las siguientes plantas:

- Aloe (Jugo o zumo de *Aloe* spp. Liliaceas)
- Ruibarbo (Rizomas de *Rheum* spp. Poligonaceas)
- Sen (Folículos y vainas de *Cassia* spp. Leguminosas)
- Frángula (Corteza de *Rhamnus frangula*. Ramnaceas)
- Cáscara Sagrada (Corteza de *Rhamnus purshiana*. Ramnaceas)
- Espino cerval (Frutos de *Rhamnus cathartica*. Ramnaceas)

b. Heterósidos Cardiotónicos

A este grupo pertenecen una serie de principios activos que actúan directamente sobre el músculo cardíaco y por tanto ejercen su acción terapéutica en la insuficiencia cardíaca congestiva o en las alteraciones del ritmo cardíaco. Sin embargo, precisamente por la gravedad de esta patología y las características especiales de estos principios activos, cuyo margen terapéutico es sumamente estrecho, muchas de las drogas que los contienen no se emplean

en la actualidad directamente como productos fitoterapéuticos aunque sus principios activos aislados siguen siendo indispensables en la terapéutica.

Algunas de las plantas que contienen este tipo de sustancias son:

- *Digitalis purpurea* y *D. lanata* (F. *Scrophulariaceae*) cuyos efectos farmacológicos fueron descritos por Whitering en el siglo XVIII. Los heterósidos cardiotónicos también se denominan digitálicos debido al nombre de la especie.
- *Adonis vernalis* (F. *Ranunculaceae*)
- *Urginea maritima* conocida como escila, (F. *Liliaceae*)
- *Nerium oleander* o adelfa
- *Strophanthus ssp* o estrofanfo (F. *Apocynaceae*) cuyo principio activo la ouabaina se emplea como herramienta para la investigación farmacológica, etc.

Su característica común es que tienen acción específica sobre el corazón, y algunos de ellos no han podido ser sustituidos por fármacos de síntesis. Las drogas con cardiotónicos son muy tóxicas (10 gr. de hoja desecada, 40 gr. de hoja fresca son mortales). Los estrofantos fueron utilizados como venenos para la caza o guerra.

- Digital: Hoja desecada de *Digitalis purpurea*
- Estrofanfo: Semillas de dos especies de *Strophanthus gratus* y *S. kombe* (Apocinaceas)
- Escila: Escamas desecadas de bulbos de *Urginea maritima* o *Scilla maritima* (Liliaceas)

c. Heterósidos Cianogénicos

Hay plantas que desprenden ácido cianhídrico (Fenómeno que se conoce como cianogénesis). Han sido causa de envenenamientos mortales.

Propiedades. La única droga que se emplea en fitoterapia por su contenido en estas sustancias es el laurel cerezo (*Prunus laurocerasus*), que contiene prunasósido. Se emplea como agua destilada, como antiespasmódico, estimulante de la respiración y aromatizante.

Se encuentran principalmente en

- Rosaceas
- Leguminosas
- Euforbiaceas
- Gramineas menos abundantes

En los órganos están:

- Raíz. Raíz de *Manihot utilissima* (euforbiaceas), se obtiene de ella el almidón – tapioca
- Cortezas: laurel cerezo
- Frutos: sauco (*Sambucus nigra*)
- Semillas: almendras amargas, semilla de lino. Semillas de *Prunus amygdalus* (almendras). La variante *dulcis* es comestible La amarga posee el heterósido cianogenético **amigdalina**. Las amargas también se diferencian en el sabor y en que trituradas con agua desprenden olor a benzaldehído. Son tóxicas por ingestión, debido a que contienen iones cianuro. 20 – 50 almendras son suficientes para matar un adulto. Se destinan para la obtención del aceite, usado en cosmética.

d. Heterósidos Cumarínicos

La cumarina es un aromatizante. Tienen propiedades vitamínicas, disminuyen la permeabilidad capilar y aumentan la resistencia de las paredes de capilares (protegen la fragilidad capilar y actúan como tónico venoso). Algunos tienen propiedades sedantes, como la angelicina. Pueden tener propiedades hipnóticas.

En la genciana encontramos la amarogenciana. Por ser amargos son estimulantes del apetito y digestión, excitan las papilas linguales. Por vía refleja actúa en el estómago, aumentando la motilidad, favoreciendo el aumento de secreciones. Está contraindicada en la lactancia ya que los principios activos pasan a la leche materna.

En la corteza del castaño de indias también se encuentran. Tanto la corteza como las semillas tienen acción similar, pero los principios activos son diferentes, la única que tiene cumarinas es la corteza.

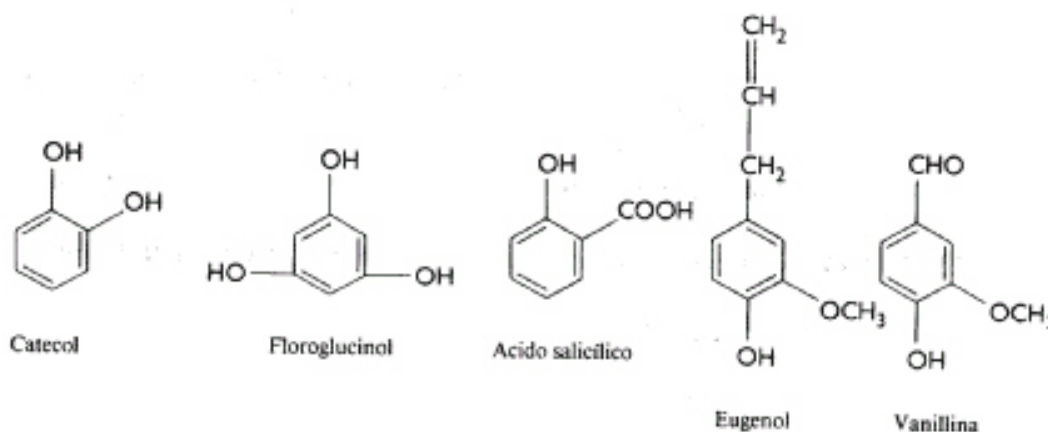
En las hojas de fresno, *Fraxinus excelsior* (fraxina). Acción diurética, antireumática, antiartrítica. Se usa en afecciones de riñón y vejiga, retención urinaria.

6.3 POLIFENOLES

Son sustancias que tienen un núcleo bencénico que soporta un grupo hidroxilo. Se suelen unir a azúcares para formar heterósidos pero también se pueden encontrar libres. Van desde sustancias muy simples, hasta muy complejas como las ligninas y taninos. Los grupos más importantes de este grupo son los ácidos fenólicos o fenoles, las cumarinas, los flavonoides, los lignanos, los taninos y las quinonas.

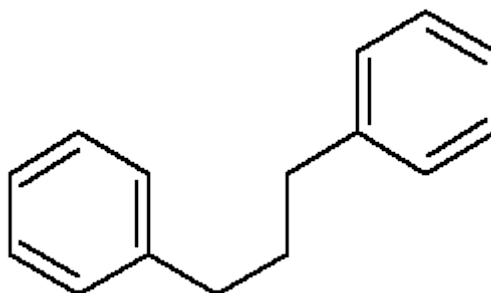
a. Ácidos fenólicos.

Son aril-carboxílicos, con uno o más grupos OH en el arilo. Sus acciones farmacológicas y aplicaciones son diversas, como antioxidantes, analgésicos, coleréticos etc. El eugenol por ejemplo es un antiséptico y anestésico local empleado en odontología. Entre los fenoles en estado libre, se encuentran constituyentes importantes de las esencias, como el timol y su isómero el carvacrol (esencias de tomillo). Muchos de los fenoles están en estado de éter oxidado en las esencias, entre ellos el estragol, la miristicina, el apiol, y el atenol.



b. Flavonoides

Los flavonoides son los pigmentos amarillos derivados de la **fenil-benzo y pirona** o **fenil cromona**. Se dan mucho en el reino vegetal, normalmente en forma de heterósidos. Son una estructura molecular del tipo $C_6 - C_3 - C_6$. Son una familia muy diversa de compuestos, aunque todos los productos finales se caracterizan por ser polifenólicos y solubles en agua. Existen 6 clases principales, las chalconas, las flavonas, los flavonoles, los flavanoles, las antocianidinas, y los taninos condensados, y otras dos más, las xantonas y las auronas. En la figura se muestra la estructura básica de los flavonoides.



Para los vegetales, estos compuestos son importantes pues, además de ser responsables de las coloraciones de muchas flores, frutos y hojas y por ello intervenir en la polinización atrayendo a los insectos, participan en la vida del vegetal ejerciendo importantes funciones como por ejemplo protegerle de los efectos nocivos de la radiación UV y ejercer una eficaz actividad antioxidante.

De todos ellos, los que tienen mayor interés farmacológico son dentro del grupo de los flavonoides: flavonas, flavonoles y flavanonas y sus correspondientes heterósidos y los antocianósidos. Muchos de ellos presentan actividad sobre el sistema vascular como por ejemplo el rutósido o los citroflavonoides, llamados así por haber sido aislados en especies pertenecientes al género *Citrus*.

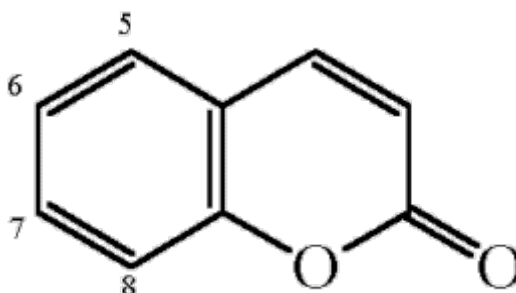
También ejercen su acción sobre el sistema vascular por sus efectos vasodilatadores. Además, presentan actividad captadora de radicales libres. Entre las plantas medicinales cuya actividad está relacionada con su contenido en flavonoides están la flor de pasión (*Passiflora incarnata*) con aproximadamente un 2% de flavonoides; la manzanilla romana (*Chamaemelum nobile*) y la aquilea (*Achillea millefolium*); el regaliz (*Glycyrrhiza glabra*) y el ginkgo (*Ginkgo biloba*), el cardo Mariano (*Sylibum marianum*) y el espino blanco (*Crataegus* ssp.). Las isoflavonas poseen actividad fitoestrogénica por lo que se emplean para el tratamiento de los síntomas de la menopausia (por ejemplo las de la soja).

Dentro de este grupo de flavonoides es necesario mencionar especialmente el grupo de los antocianósidos, pigmentos rojos y azules de las flores, tienen características especiales, muy solubles en agua. Se encuentran por ejemplo en el arándano, *Vaccinium myrtillus* (Ericaceas), y la grosella, *Ribes nigrum* (Saxifragaceas).

c. Cumarinas

Son benzo - α - pironas. Con el nombre de cumarinas se conoce a un grupo muy amplio de principios activos fenólicos que se encuentran en plantas medicinales y tienen en común una

estructura química de 2H-1-benzopirán-2-ona, denominada cumarina. Sobre esta estructura se disponen sustituyentes de distinta naturaleza química lo que da lugar a distintos tipos de cumarinas: sencillas y complejas.



Prácticamente todas las cumarinas, a excepción de la cumarina propiamente dicha, poseen un sustituyente hidroxílico (OH) en posición 7, ya sea libre, como sucede en la umbeliferona, o combinado (metilo, azúcares, etc.).

Como grupo, su interés farmacológico no es muy grande, sin embargo debemos mencionar sus efectos sobre el sistema vascular tanto arterial como venoso y su utilidad en el tratamiento de algunas alteraciones de la piel como por ejemplo la psoriasis debido a sus propiedades fotosensibilizantes. Algunas de ellas son:

- La cumarina, contenida en extractos de meliloto (*Melilotus officinalis*), que se emplea en insuficiencias venolinfáticas.
- El esculósido, que se encuentra en el castaño de indias (*Aesculus hippocastanum*). Es tónico venoso y protector de la pared celular.
- La visnadina es un vasodilatador presente en el fruto de la visnaga, *Amni visnaga*.
- El dicumarol es un anticoagulante que se forma en el meliloto cuando las condiciones de conservación son deficientes.

Las furanocumarinas son fotosensibilizantes y se emplean para el tratamiento de la psoriasis. A veces se emplean en productos solares ya que favorecen la producción de melanina (fotodinamizante) por ejemplo, la esencia de bergamota (*Citrus bergamia*).

d. Lignanós

Son moléculas cuya estructura resulta de la unión de 2 unidades del fenil propano ($C_6 - C_3$). Son muy abundantes en el reino vegetal. Por ejemplo, la podofilotoxina, se encuentra en el rizoma del podófilo (*Podophyllum peltatum*) y es la precursora de 2 sustancias (etopósido y tenipósido) empleadas en terapia antitumoral. También la silimarina, que es hepatoprotectora y se obtiene del cardo mariano (*Sylibum marianum*).

e. Taninos

Son sustancias complejas que no es posible clasificar dentro de una estructura química única. Son sustancias polifenólicas hidrosolubles no nitrogenadas, de origen vegetal, de peso molecular entre 500 y 3000, que además de dar las reacciones clásicas de los fenoles, precipitan gelatina, sales de alcaloides y metales pesados. Los hay hidrolizables y condensados.

El tanino se encuentra principalmente en las raíces, la corteza, y de vez en cuando en las hojas de la planta. Estos compuestos tienen propiedades **antibacterianas**, **astringentes** y **antisépticas**. Se encuentran especialmente en las familias de las Ericáceas, Leguminosas, Rosáceas y Salicáceas.

Históricamente, son las sustancias empleadas para curtir pieles, ya que forman puentes de hidrógeno con las fibras de colágeno de la piel. Sus propiedades farmacológicas externas son astringentes, vasoconstrictoras (para hemorragias) y cicatrizantes (quemaduras). Internamente, antidiarreicas, y, al precipitar alcaloides, antídoto ante intoxicaciones.

f. Quinonas

Son dicetonas aromáticas procedentes de la oxidación de fenoles. Hay varios tipos:

Para - Benzoquinonas: derivadas del benceno. Muy activas (antimicrobianas, antifúngicas)

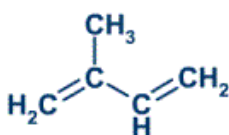
Naftoquinonas: derivadas del naftaleno. Antibacterianas y antifúngicas. Junglona, del nogal (*Juglans regia*), lawsona, de la henna (*Lawsonia inermis*) tintórea y como champú, plumbagona, de la drosera (*Drosera rotundifolia*), antitusiva y la Vitamina K₁, en la alfalfa (*Medicago sativa*).

Antraciclinoas: Derivadas del naftaceno. Constituyen el núcleo de antibióticos muy importantes como la daunomicina y la doxorubicina, y las tetraciclinas.

Antraquinonas y fenantraquinonas: derivadas del antraceno y el fenantreno, son principios activos laxantes y purgantes, en sus formas de heterósido (ver heterósidos antraquinónicos).

6.4 TERPENOIDES

Los terpenoides están formados por la unión de un número entero de unidades de isopreno (C₅). Según ese número se clasifican en:



Unidad de Isopreno (C₅)

- Monoterpenos (2 unidades de isopreno = C₁₀).
- Sesquiterpenos (3 unidades de isopreno = C₁₅).
- Diterpenos (C₂₀).
- Triterpenos (C₃₀).
- Carotenos (C₄₀).
- Politerpenos (C_n).

Comprenden los aceites esenciales, que veremos en el siguiente tema (Tema 7), los iridoides, lactonas sesquiterpénicas, saponinas y heterósidos cardotónicos (ya mencionados).

a. Iridoides.

Son compuestos monoterpénicos, su nombre proviene de unas hormigas australianas (*Iridomirmex* sp) a partir de las cuales se aisló el iridodial, el compuesto más sencillo de este grupo. Se suelen encontrar en los vegetales en forma de heterósidos, en las familias Gencianáceas y Valerianáceas. Forman parte de los principios activos de algunas plantas como los valepotriatos de la raíz de valeriana (*Valeriana officinalis*), harpagósidos del harpagofito

(*Harpagophytum procumbens*), oleuropeósido de la hoja de olivo (*Olea europea*) y genciopicrosido de la raíz de genciana (*Gentiana lutea*).

b. Lactonas sesquiterpénicas

Se encuentran abundantemente en la familia de las Compuestas, Lauraceas y Magnoliaceas, y son responsables del sabor amargo de muchas drogas como el cardo santo (*Cnicus benedictus*), el ajeno (*Artemisia absinthium*) o el diente de león (*Taraxacum officinale*). Tienen actividad antibacteriana y antifúngica. Algunas producen dermatitis en la piel ya que inducen la formación de alérgenos.

c. Saponinas

O saponósidos, del latín sapo = jabón, son sustancias que tienen poder espumante en soluciones acuosas, y son tensoactivos naturales. Muchas poseen propiedades hemolíticas (desintegración de los eritrocitos), resultando muy tóxicas inyectadas en sangre. La toxicidad se reduce administrándolas vía oral. Son tóxicas para los animales de sangre fría.

Las hay triterpénicas y esteroideas. Las primeras las encontramos en la semilla de castaño de indias, en el regaliz (*Glycyrrhiza glabra*), la centella asiática (*Centella asiatica*), y en el ginseng (*Panax ginseng*). Las segundas, en el rusco (*Ruscus aculeatus*), el ágave (*Agave sisalana*) y las dioscoreas (*Dioscorea* sp)

6.5 ALCALOIDES

a. Características generales

Grupo de productos naturales de mayor interés en la farmacognosia. Dentro de este grupo se encuentran sustancias tóxicas incluso a bajas dosis. El primer alcaloide aislado fue la morfina (Sertürner 1805). En 1819 se le dio el nombre de alcaloides debido a su naturaleza básica. Debido a su gran complejidad, aunque comenzaron a aislarse en el siglo XIX, la determinación de su estructura fue posterior.

Así la estricnina (semilla de nuez vómica); fue aislada en 1819; en 1870 se hizo una aproximación de su estructura; en 1889 se obtuvo por síntesis, en 1946 se determinó su estructura.

El conocimiento de los alcaloides naturales ha progresado con el desarrollo de nuevas técnicas de separación y determinación. En 1930 se aislaron más de 300 y se determinó la estructura de 200; en 1950 se aislaron más de 1000; en 1973 entre 5000 y 6000

Son sensibles a la luz y el calor, se estabilizan con ácidos inorgánicos. En la naturaleza se encuentran en forma de sales aunque también libres. En las plantas se consideraba que eran productos obtenidos durante la extracción y poco solubles en los disolventes típicos de extracción por su polaridad. Pueden sufrir isomerización (ácido lisérgico a isolisérgico), racemización (hiosciamina a atropina).

Existen varios tipos según la molécula de la que deriven (tropano, quinoleína e isoquinoleína)

b. Drogas con alcaloides derivados del tropano:

Son sustancias parasimpaticomiméticas o antagonistas de la acetil colina (transmisora del impulso nervioso). En el Sistema Nervioso Central producen los siguientes efectos:

- A altas dosis - delirio, vértigo, alucinaciones
- A muy altas dosis muerte por parálisis respiratoria
- La potencia de la droga es Hiosciamina > Atropina > Escopolamina

Ejemplos de estas drogas son:

Cocaína. Anestésico local potente. Simpaticomimético (prolonga el tiempo de anestesia por la vasoconstricción). Acción excitante sobre el sistema nervioso central. A altas dosis agitación y convulsiones. A dosis extremas, muerte por parada respiratoria. En hoja de *Erythroxylum coca* (Eritroxilaceas).

Ácido lisérgico. La droga se obtiene de un hongo, *Claviceps purpurea* que se desarrolla sobre el ovario del centeno.

Cafeína. La droga es la almendra o grano de las semillas de *Coffea*. Los cafetos son árboles originarios de África

Teína. La droga son las hojas jóvenes de *Camelia thea*. Propia del sudeste asiático. Actualmente proviene de plantas cultivadas de la India, China, Ceilán.

Atropina, en hoja y sumidades floridas de *Atropa belladonna* (Solanaceas).

Daturina, en la hoja de estramonio, *Datura stramonium* (Solanaceas).

Hiosciamina, en la hoja de beleño, *Hyoscyamus niger* (Solanaceas), se usa para el Parkinson.

c. Drogas con alcaloides derivados de la quinoleína (Quinina)

La droga es la corteza desecada de tronco, rama y raíces de *Cinchona spp.* (Rubiáceas). Las especies más importantes:

- *Cinchona succirubra* (quina roja)
- *Cinchona leogeriana* (quina leogeriana)
- *Cinchona calisaya* (quina amarilla)
- *Cinchona hybrida*
- *Cinchona robusta*

La principal acción es la antimalárica debido a la quinina, que es un tóxico para protozoos y paramecios y en particular para el género plasmodium productores del paludismo, *Plasmodium vivax* y *Plasmodium malariae*. Es activo sobre las formas asexuadas o esquizontes.

d. Drogas con alcaloides derivados de la isoquinoleína:

Opio. Látex desecado que se obtiene por incisión de capsulas inmaduras de las distintas variedades de *Papaver somniferum* (papaveraceas). De él se obtiene la morfina. Es un

analgésico incluso en bajas dosis, deprime la percepción dolorosa, extremadamente útil en dolores fuertes y persistentes. Sus propiedades son:

- Sedante del sistema nervioso central, desemboca en una somnolencia desagradable
- Produce sensación de bienestar y euforia. La administración repetitiva provoca adicción, produce tolerancia y dependencia física y psíquica
- Produce depresión respiratoria y bradicardia
- A nivel del tracto gastrointestinal es emético y disminuye el peristaltismo
- La sobredosis produce la muerte por parada respiratoria y cardíaca

6.6 OTROS PRINCIPIOS ACTIVOS

Mucílagos y gomas.

Son polisacáridos heterogéneos, formados por diferentes azúcares y en general llevan ácidos urónicos. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas, geles en agua. La diferencia entre goma y mucílago es difícil y se suele equiparar todo con gomas. Actualmente se considera que la diferencia está en que los mucílagos son constituyentes normales de las plantas, mientras que las gomas son productos que se forman en determinadas circunstancias, mediante la destrucción de membranas celulares y la exudación. Las más importantes están en la familia de las leguminosas.

Propiedades

- Se hinchan y forman geles con el agua
- Se disuelven dando disoluciones viscosas
- Por hidrólisis pierden con facilidad algunos monosacáridos que llevan, pero queda siempre un núcleo más resistente que requiere de enzimas más enérgicas.

Aplicaciones

Emolientes y demulcentes: antiinflamatorios. Pueden usarse en uso externo (hematomas), en forma de cataplasma (vías respiratorias). En uso interno: antiinflamatorios de vías respiratorias, laxantes mecánicos. La acción laxante se debe a que son capaces de retener el agua, son lubricantes, facilitando el paso a través del intestino, al retener el agua, hinchan y presionan sobre las paredes intestinales y con ello aumenta el peristaltismo, son protectores de la mucosa gástrica y protegen frente diarreas, sobre todo en las debidas a toxinas de bacterias.

Bibliografía

Bruneton, J. (2001). *Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales*. 2ª Ed. Zaragoza: Acribia S. A.

Pengelly, A. (1996). *The constituents of Medicinal Plants*. 2nd Ed. Cabi Publishing, U. K.

Van Ginkel, A. (2003). Apuntes del Máster y Diplomatura de posgrado de la UAB "Plantas Medicinales y Fitoterapia. Módulo 2. Cultivo de plantas medicinales. Tecnología y Producción."