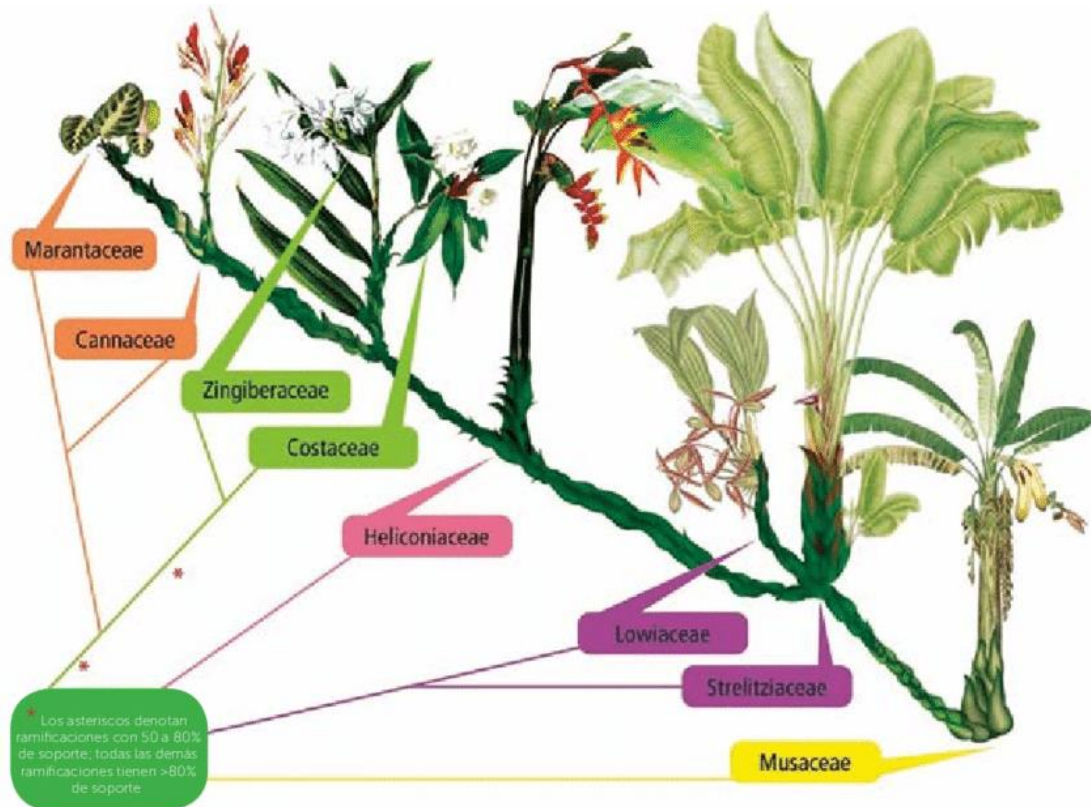




TRABAJO DE FIN DE GRADO GRADO EN FARMACIA

*Sinopsis botánica del orden Zingiberales.
En especial la familia Zingiberáceas y sus
representantes con interés económico*



Autora: Laura Espinar Cabas



TRABAJO DE FIN DE GRADO
GRADO EN FARMACIA

***Sinopsis botánica del orden Zingiberales.
En especial la familia Zingiberáceas y sus
representantes con interés económico***

Autora: Laura Espinar Cabas

Tutor: Prof. Dr. Francisco José González Minero

Área de Botánica

Departamento de Biología Vegetal y Ecología

Facultad de Farmacia

Universidad de Sevilla

Lugar y fecha de presentación: 19 de julio a las 9:30h
en el Aula 4 de la Facultad de Farmacia

TFG de carácter bibliográfico

RESUMEN

Se presenta esta mini-revisión bibliográfica sobre el orden Zingiberales. Muchas de sus especies son bien conocidas desde la antigüedad por los botánicos, dado que son fuente de especias y tienen propiedades medicinales según medicinas tradicionales asiáticas, puesto que proceden, en su mayoría, de zonas tropicales de Asia y Oceanía, aunque hoy en día muchas poseen una distribución pantropical.

En la primera mitad del siglo XX, este orden estaba compuesto por 4 familias: Musaceae, Cannaceae, Marantaceae y Zingiberaceae. En la actualidad se encuentra dentro del clado de las commeliníidas y está formado por 8 familias: Strelitziaceae, Lowiaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Cannaceae, Marantaceae, Costaceae y Zingiberaceae. Sus especies son, en general, grandes hierbas rizomatosas con flores vistosas, trímeras, asimétricas o zigomorfas, siendo las Musaceae y Zingiberaceae las más importantes desde un punto de vista económico.

Se aportan datos históricos, descripciones e ilustraciones botánicas, tipos de cultivo, valores nutricionales, fitoquímica, origen y distribución mundial, etimología, usos alimenticios y medicinales de los géneros y especies con mayor interés económico.

Aframomum, *Alpinia*, *Kaempferia*, *Elettaria*, *Curcuma* y *Zingiber* son las especies con más interés, según la bibliografía, de la familia Zingiberáceas y destacan por sus usos ornamentales, culinarios y medicinales, como *Elettaria cardamomun* (L.) Maton, *Curcuma longa* L. y *Zingiber officinale* Roscoe que, además, son objeto de numerosos estudios científicos que buscan conocer mejor las actividades biológicas de sus moléculas en beneficio de la salud humana. Por tanto, se están recuperando productos naturales como cabeza de serie para la fabricación de nuevos medicamentos en el presente siglo.

Palabras clave: Botánica económica, cardamomo, cúrcuma, jengibre, orden Zingiberales, plantas medicinales.

ABSTRACT

This mini-bibliographic review on the Zingiberales order is presented. Many of its species have been well known to botanists since ancient times, since they are a source of spices and have medicinal properties according to traditional Asian medicines

considering that they come, mostly, from tropical areas of Asia and Oceania, although today many have a pantropical distribution.

In the first half of the 20th century, this order was composed of 4 families: Musaceae, Cannaceae, Marantaceae and Zingiberaceae. It is currently within the clade of the Commelinids and it is made up of 8 families: Strelitziaceae, Lowiaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Cannaceae, Marantaceae, Costaceae and Zingiberaceae. Their species are generally large rhizomatous herbs with colorful, trimeric, asymmetric or zygomorphic flowers, being Musaceae and Zingiberaceae the most important from an economic point of view.

Botanical illustrations and descriptions, harvest, nutritional values, phytochemical, origin and worldwide distribution, etymology, food and medicinal uses of genera and species with greater economic interest are provided.

Aframomum, *Alpinia*, *Kaempferia*, *Elettaria*, *Curcuma* and *Zingiber* are the species of greatest interest according to the bibliography, of the family Zingiberaceae and they stand out for their ornamental, culinary and medicinal uses such as *Elettaria cardamomun* (L.) Maton, *Curcuma longa* L. and *Zingiber officinale* Roscoe which, in addition, are the subject of numerous scientific studies that seek to better understand the biological activities of their molecules for the benefit of human health. Therefore, natural products are being recovered for the manufacture of new medicines in this century.

Key words: Economic botany, cardamom, ginger, turmeric, Zingiberales order, medicinal plants.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	8
2.-OBJETIVOS.....	9
3.-METODOLOGÍA.....	10
4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1.-Ubicación taxonómica del orden Zingiberales	11
4.2.-Descripción botánica del orden Zingiberales.....	11
4.3.-Strelitziaceae	12
4.4.-Lowiaceae	14
4.5.-Heliconiaceae	14
4.6.-Musaceae	14
4.7.-Cannaceae	16
4.8.-Marantaceae	17
4.9.-Costaceae	18
4.10.-Zingiberaceae	19
4.10.1-Aframomum	21
4.10.2.-Alpinia	21
4.10.3.-Kaempferia	22
4.10.4.-Elettaria.....	23
4.10.5.-Curcuma	26
4.10.6.-Zingiber	31
5.-CONCLUSIONES.....	36
6.-BIBLIOGRAFÍA	37

1.- INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud marcó hace décadas unas directrices para conservar la biodiversidad y mantener a las plantas como recursos naturales para la fabricación de futuros medicamentos (WHO, 1999). A este hecho debemos sumar el cambio de mentalidad en sociedades desarrolladas que considera a las plantas como seguras, que suponen una manera de mejorar la calidad de vida, de cuidar el medioambiente y son complemento de medicina alopática (Pérez-Rubio y Hernández-Chávez, 2017).

En un plano más concreto, las farmacopeas se han centrado en las plantas a lo largo de la historia hasta bien entrado el siglo XX, cuando dieron paso a medicamentos de síntesis química o de origen biológico como los antibióticos o la insulina. Si bien, cuando se estudia la Farmacopea Española se observa un pequeño aumento en el número de plantas, algunas de procedencia asiática como el ginkgo, el jengibre, la cúrcuma y otras (Gaviño-González y González-Minero, 2021). Asia ha sido desde hace cientos de años suministradora de derivados de plantas al mundo occidental, sobre todo, especias con valor culinario y medicinal. Este fenómeno fue uno de los impulsores, a partir del siglo XV, de los viajes oceánicos que derivaron el descubrimiento de América y la primera vuelta al mundo (Valdés, 2019) (Figura 1). Como hemos referido, en la actualidad se conocen propiedades empíricas de muchas plantas que antes eran conocidas por una minoría, plantas que el público demanda por sus virtudes medicinales, por sus propiedades alimenticias, por ser ingredientes en una cocina más internacionalizada y también como elementos ornamentales. Por otra parte, el avance y las sinergias entre distintas áreas de la Farmacia están evidenciando la recuperación de productos naturales como cabeza de serie para la fabricación de nuevos fármacos en este siglo XXI (De las Heras-Polo, 2021).

Los representantes del orden Zingiberales son un ejemplo de estas corrientes, por lo que parece interesante realizar un estudio sobre el mismo, en nuestro caso, tomando la botánica como eje principal y conectando de manera secundaria con otras materias de la carrera de Farmacia. Este estudio sólo supondrá un acercamiento, teniendo en cuenta que los muchos aspectos que podrían recogerse no se podrán tratar en toda su extensión dada su magnitud. Por ello, además de una breve descripción de las familias elegidas, se seleccionan algunos géneros o especies con mayor interés económico.

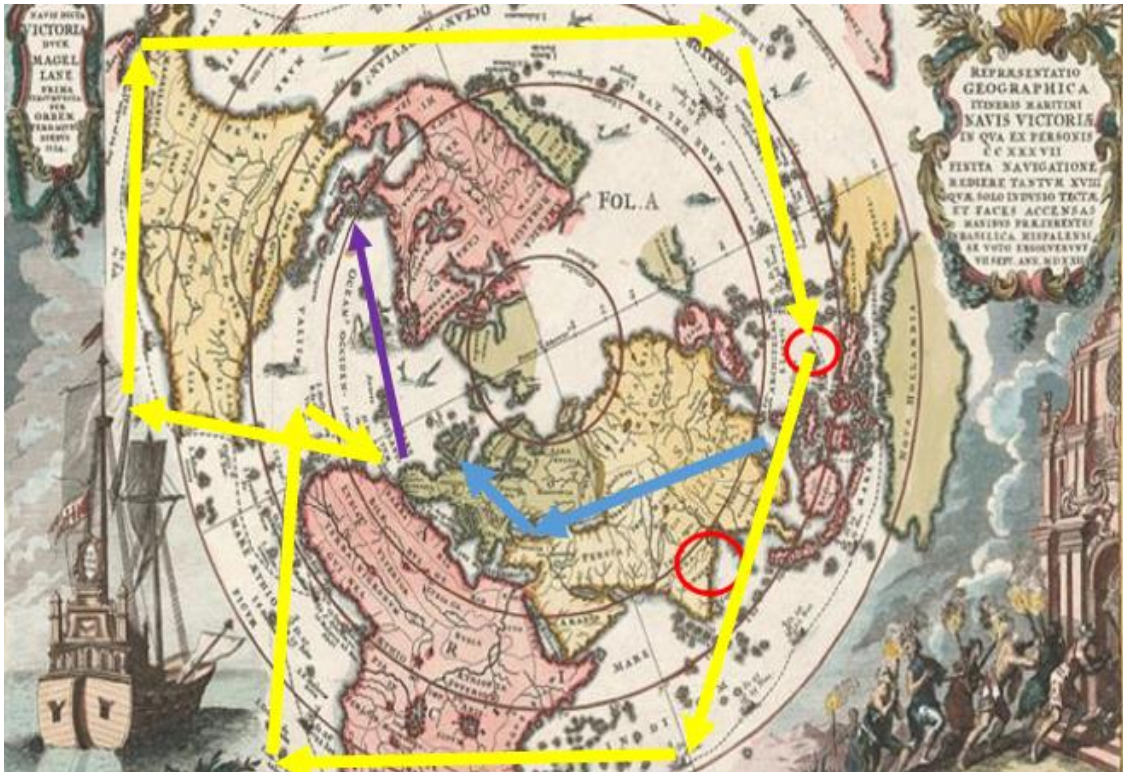


Figura 1. Descubrimiento de América (morado), primera vuelta al mundo Magallanes-Elcano (amarillo) y ruta terrestre de la seda y las especias (azul).
Elaboración propia a partir de Wikipedia.

2.-OBJETIVOS

Reunir, sintetizar y estructurar la información adecuada para ampliar y profundizar en el conocimiento del orden Zingiberales, un grupo de plantas estudiado en varias asignaturas de Farmacia: Botánica, Fitoterapia, Farmacognosia y Bromatología.

Conocer obras y tratados botánicos especializados a los que, por general, los estudiantes no tenemos acceso durante los estudios de grado.

Realizar un aporte sobre la ubicación taxonómica de este orden, conjugando la literatura botánica tradicional con estudios más recientes basados en filogenia molecular.

Describir las familias de este orden aportando datos sobre su distribución mundial, tamaño en especies y etimología.

Resaltar la importancia de algunas especies en etnobotánica, alimentación y usos ornamentales.

Señalar sus potencialidades como fuentes de futuros medicamentos.

3.-METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto bibliográfico hemos recurrido a distintas fuentes: Tratados clásicos y modernos de Botánica, disponibles en la biblioteca del departamento: Wettstein (1944), Heywood (1985), Cronquist (1988), Izco et al. (2004), Takhtajan (2009), Devesa-Alcaraz y Carrión-García (2012), Christenhusz et al. (2017), etc. Bases de datos y referencias electrónicas, para búsqueda de artículos científicos: Pub Med, BotPlus, MOBOT y Google Scholar. Para la verificación de los nombres se ha consultado la página *Theplantlist* (en línea).

4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.-Ubicación taxonómica del Orden Zingiberales

El orden Zingiberales es un taxón muy bien definido y conocido por los botánicos (Cronquist, 1988). En la primera mitad del siglo XX, en el prestigioso libro de Botánica Sistemática, obra de consulta de muchas universidades en su tiempo, este orden recibía el nombre de *Scitaminae* y comprendía 4 familias: Musaceae, Cannaceae, Marantaceae y Zingiberaceae (Wettstein, 1944). El mismo autor lo relacionaba con el antiguo orden Liliales y el orden Orchidales (Cronquist, 1988) y establece, junto al orden Bromeliales, 8 familias dentro de la subclase Zingiberidae (Liliopsida o Monocotiledóneas) (Figura 2), por lo que a las cuatro anteriores habría que sumar Lowiaceae, Strelitziaceae, Heliconiaceae (desligadas de Musaceae) y Costaceae (desligada de Zingiberaceae) (Heywood, 1985). Takhtajan (2009) conserva esta distribución y también denomina a este orden como Cannales. En la figura 2 se muestra la posición sistemática del orden Zingiberales dentro del árbol filogenético de las Monocotiledóneas. Según este árbol, el orden Zingiberales se encuentra dentro del clado de las commelínidas, un clado monofilético que emparenta a Zingiberales con Arecales (palmeras), Poales (gramíneas) y Commeliniales (Bremer et al., 2009; APG IV, 2016). En este clado se evidencian tanto datos morfológicos como moleculares coincidentes. Estas plantas se caracterizan por apomorfías químicas, como es la presencia de ácidos orgánicos (ácido cumárico, diferúlico y ferúlico) que impregnan las paredes celulares y emiten fluorescencia ante la acción de la luz ultravioleta.

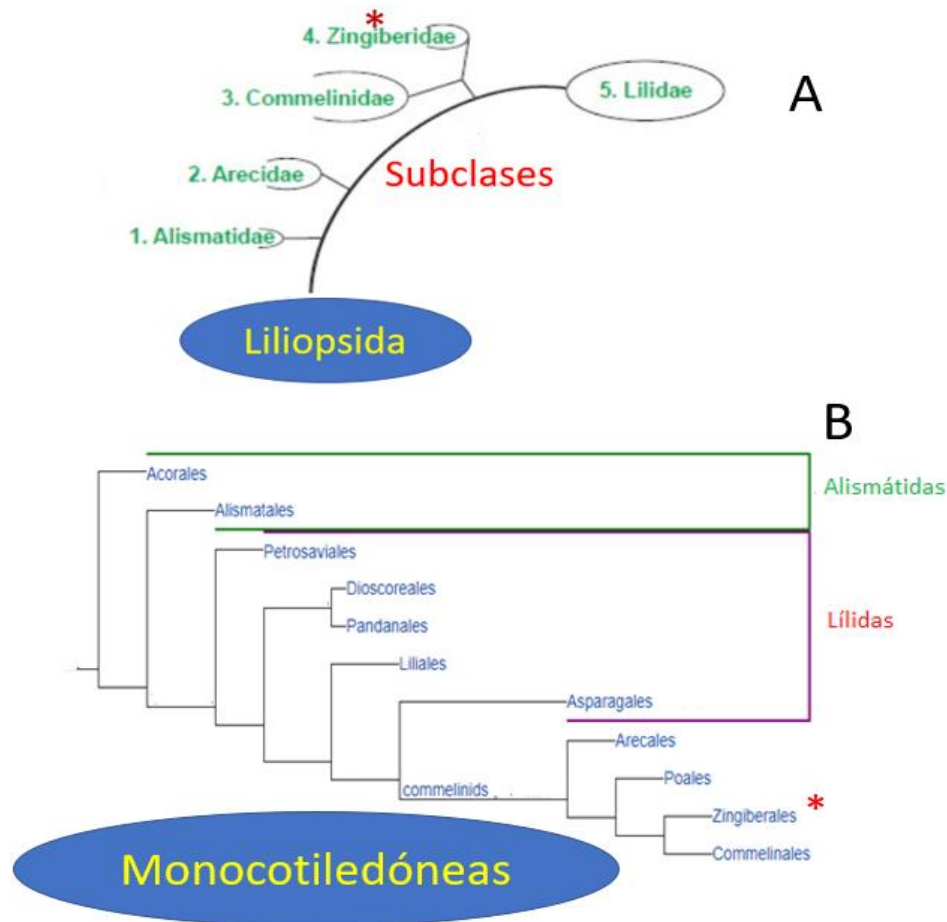


Figura 2. Posición taxonómica de Zingiberales. A. Sistema de Cronquist (1988).
B. APG IV (2016).

4.2.-Descripción botánica del Orden Zingiberales

En la actualidad, este orden está compuesto por las 8 familias ya nombradas (Figura 3), 92 géneros, 2185 especies, de las que unas 1000 son Zingiberáceas y unas 400 son Marantáceas. Proceden, en su mayoría, de zonas tropicales de Asia y Oceanía, aunque ahora muchas de sus representantes poseen una disposición pantropical, adaptándose algunas como ornamentales a climas templados con oscilación térmica poco acentuada y ausencia de heladas.

Está formado por hierbas, algunas gigantes o con porte arborescente, rizomatosas, con tallo aéreo sólo en la época de floración. Las hojas presentan un peciolo evidente, aunque muchas veces aparecen superpuestas dando lugar a pseudotallos. Tienen canales aeríferos y un nervio medio muy marcado del que salen nervios secundarios paralelos y recurvados hacia el borde. Presenta inflorescencias con brácteas grandes y persistentes. Las flores son, a menudo, > 2cm de largo, asimétricas o zigomorfas, trímeras, con

tépalos petaloideos \pm soldados. Androceo formado por 6 estambres en dos verticilos, pero sólo en algunos casos son todos fértiles, a veces sólo uno, transformándose el resto en estaminodios; anteras de > 5 mm de largo; polen inaperturado, no resistente a la acetólisis (exina muy delgada). Ovario ínfero con una a tres cavidades, estilo largo, estigma grande \pm alargado. Semillas por lo común provistas de arilo con endospermo y perispermo. Esta arquitectura floral y caracteres vegetativos coincidentes han sido el motivo de que algunas familias hayan estado fusionadas entre sí. Este clado comenzó a desarrollarse hace unos 80 millones de años, en el Cretácico tardío según el registro fósil de las semillas.

Fuentes: Heywood (1985), Cronquist (1988), Izco et al. (2004), Takhtajan (2009), Kirchoff et al. (2009), Devesa-Alcaraz y Carrión-García (2012), Christenhusz et al. (2017), Simpson (2019) y MOBOT (en línea).



Figura 3. Relaciones filogenéticas entre las distintas familias de Zingiberales.
Elaborado a partir de Simpson (2019) y MOBOT (en línea).

A continuación, se realizan algunas consideraciones sobre las ocho familias de este orden siguiendo lo establecido por Christenhusz et al. (2017).

4.3.-Strelitziaceae

Tres géneros y siete (o más especies): *Phenakospermum* (1), *Ravenala* (2), *Strelitzia* (5). Hierbas con vainas foliares imbricadas que favorecen la formación de pseudotallos de

gran porte que le dan el aspecto de bananeras (Musaceae). Hojas alternas, dísticas, con el limbo \pm rasgado. Flores hermafroditas y asimétricas, con disposición cinciniforme protegidas por grandes brácteas. Polinización ornitófila. Perianto formado por verticilos trímeros, con 3 tépalos externos iguales y libres, los internos desiguales \pm soldados (uno de ellos es mayor y aparece en forma de flecha alrededor del estilo). Androceo formado por 5 estambres largos (6 en *Ravenala*) con anteras lineares y dehiscencia longitudinal. Ovario ínfero formado por 3 carpelos soldados. Fruto en cápsula dehiscente por 3 valvas.

Origen y distribución: *Phenakospermum* en regiones tropicales de América del Sur, *R. madagascariensis* Sonn. en Sudáfrica y Madagascar.

Etimología: el nombre está dedicado a Charlotte de Mecklenburg-Strelitz (1744-1818), reina consorte de Jorge III, botánica aficionada e impulsora de Royal Botanic Gardens.

Comentarios: *R. madagascariensis* Sonn. es una especie muy frecuente en jardines tropicales, se le denomina árbol del viajero dado que el limbo guarda gran cantidad de agua para saciar la sed. *S. reginae* Banks (ave del paraíso) es también muy común en jardines. Una variedad de flores amarillas recibe el nombre de Oro de Mandela, en honor a Nelson Mandela (Figura 4).

Fuentes: Heywood (1985), Izco et al. (2004), Takhtajan (2009), Kirchoff et al. (2009), Devesa-Alcaraz y Carrión-García (2012) y Christenhusz et al. (2017).

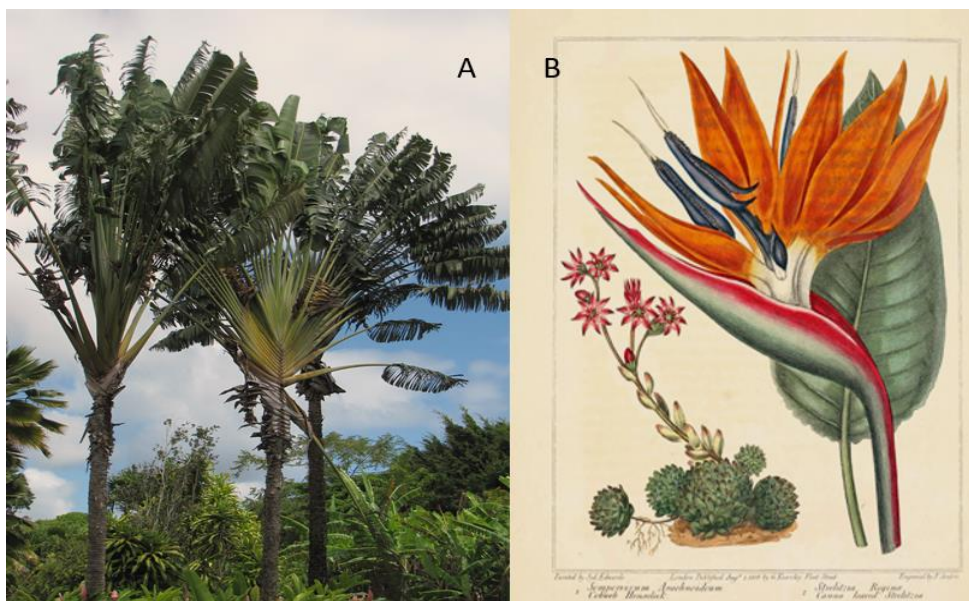


Figura 4. A. *Ravenala madagascariensis* Sonn. (Árbol del viajero). B. *Strelitzia reginae* Banks (ave del paraíso). Fuente: Wikispecies.

4.4.-Lowiaceae

Estrechamente unida a Strelitziaceae, restringida a áreas tropicales de Asia, con un solo género *Orchidantha* (flor de orquídea en griego) con 18 especies. Familia dedicada al jardinero escocés Hugh Lowe (1824-1905) (Figura 5).

Fuentes: Takhtajan (2009) y Christenhusz et al. (2017).

4.5.-Heliconiaceae

La mayoría de las especies se encuentran en América Tropical, y unas pocas en Oceanía. Cuenta con un solo género, *Heliconia*, que agrupa a 197 especies. Dedicado al monte griego *Helicon* que significa tortuoso o en “zig-zag” (Figura 5).

Fuentes: Takhtajan (2009) y Christenhusz et al. (2017).



Figura 5. A. *Orchidantha maxillaroides* (Ridl.) K. Schum. (Lowiaceae).
B. *Heliconia rostrata* Ruiz & Pav. (Heliconiaceae). Fuente: Wikispecies.

4.6.-Musaceae

Familia del banano, con 3 géneros y 77 especies: *Ensete* (6), *Musa* (70) y *Musella* (1). Hierbas de gran porte, rizomatosas (rizoma corto y grueso). Hojas dispuestas en espiral con limbo escindido en lacinias, pinnatinervias, pecioladas y grandes vainas que

originan un pseudotallo que rodean a un escapo en el que se sitúan las flores. Ornitófilas y quiropterófilas. Flores en racimos largamente pedunculadas, protegidas por brácteas grandes y carnosas a modo de espata, hermafroditas o funcionalmente unisexuales, flores femeninas en la base de la inflorescencia, zigomorfas, trímeras con tépalos soldados excepto uno. Ovario trilocular formado por tres carpelos soldados. Fruto en baya (Figura 6).

Origen y distribución: es una familia del Viejo Mundo, que se extiende desde África Occidental al Pacífico (sur de Japón). El género *Musa* alcanza su mayor diversidad en Borneo y Nueva Guinea. En la actualidad la familia se encuentra distribuida por otras áreas tropicales y subtropicales del mundo.

Etimología: *musa* es la forma latinizada de *mauz*, el nombre en árabe de la banana.

Comentarios: bananeras y plataneras (*Musa*) con gran importancia económica principalmente en países tropicales. Los géneros de mayor interés desde el punto de vista alimenticio son triploides (*M. acuminata* Colla) o híbridos partenocárpicos (sin semillas) con una pulpa parenquimática ácida, dulce y aromática de *M. paradisiaca* y *M. balbisiana* (*M. x paradisiaca* L.), de las que existen decenas de variedades. La multiplicación se realiza por renuevos radicales por lo que las variedades son clónicas. Después de los cítricos, es la fruta más consumida en el mundo (Christenhusz et al., 2017). En 2020 se produjeron 113.212.452 toneladas de plátano. India es el mayor productor de banano del mundo con un volumen de producción de 29.124.000 toneladas por año, seguidos por China, Indonesia, Brasil y Ecuador. España produjo 378.120 y ocupa el puesto 31 (atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-bananera, en línea) (Figura 6). Según la base de datos española de composición de alimentos, cada 100 g de plátano suponen 86 Kcal, 20% en azúcares, 3.4% de fibra total y 350 mg de potasio (Bedca, en línea). Otras especies del género *Musa* se usan como fuente de fibra textil, *M. textilis* Née (Filipinas) y *M. balbisiana* var. *Liukiuense* (Matsum) Häkkinen.

Fuentes: Heywood (1985), Devesa-Alcaraz y Carrión-García (2012) y Christenhusz et al. (2017).

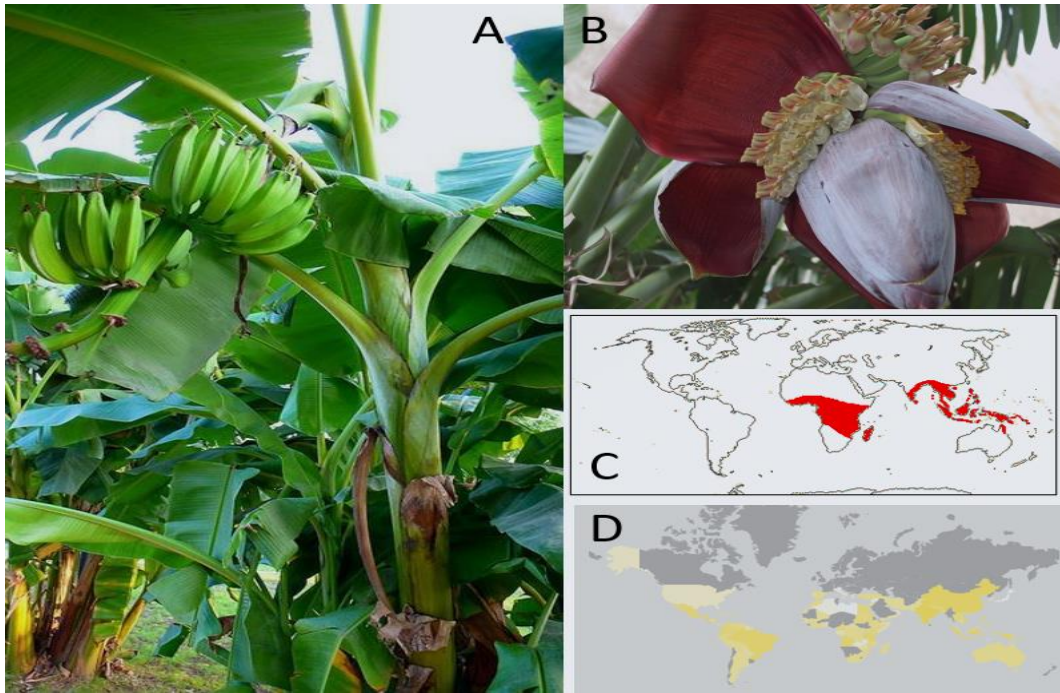


Figura 6. A. *Musa paradisiaca x balbisiana* L. B. Inflorescencia. C. Origen de Musaceae. D. Países productores de plátanos. Elaborado a partir de MOBOT (en línea) y atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-bananera (en línea).

4.7.-Cannaceae

Consta de un género, *Canna*, con 10 especies. Hierbas perennes con rizoma grueso, ahuecado, rico en almidón, del que parten hojas pinnatinervias, dispuestas en espiral, envainantes, sin lígula. Inflorescencias racemosas con flores grandes y llamativas, hermafroditas, completamente asimétricas; perianto doble (3+3T), los internos más grandes (uno más pequeño que los otros dos) y soldados en la base de la columna estaminal. Un estambre con filamento soldado a varios estaminodios. Ovario ínfero tricarpelar con un largo estilo petaloideo. Fruto en cápsula con numerosas semillas y endospermo muy duro (Figura 7).

Origen y distribución: originaria y distribuida por América tropical, desde Carolina del Sur hasta el norte de Argentina.

Etimología: del latín *canna* (caña) o del irlandés rojo (*cane*).

Comentario: *C. indica* L (sin. *Canna edulis* Ker Gawl.) (Achira) procede del norte de los Andes y se domesticó allí hacia el 2500 antes de Cristo, posee un rizoma comestible muy rico en almidón. Es muy popular en La India y Australia, donde se la conoce con el nombre de *arrowroot* de Queensland. Es una planta muy cultivada en jardines

tropicales y de clima templado de todo el mundo, la mayoría procede de un complejo híbrido.

Fuentes: Heywood (1985), Devesa-Alcaraz y Carrión-García (2012) y Christenhusz et al. (2017).

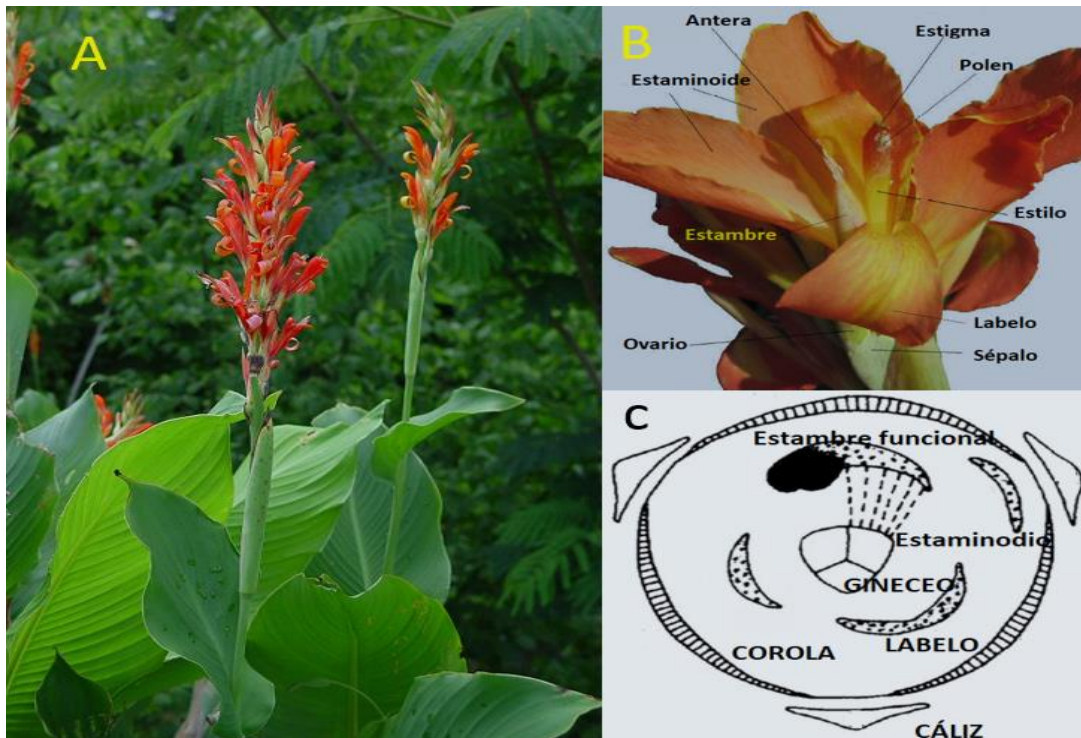


Figura 7. *Canna indica* L. A. Hábito de la planta. B. Partes de la flor. C. Diagrama floral. Elaborado a partir de Wikipedia y Ming-Zhi et al. (2014).

4.8.-Marantaceae

Incluye 27 géneros y 555 especies: *Maranta* (43), *Calathea* (37), *Goeppertia* (250),... Hierbas de tamaño variable, rizomatosas. Hojas alternas, dísticas, envainantes, en su mayoría basales. Limbo entero marcadamente pinnatinervio, con nervios laterales arqueados y fusionados en el margen, con frecuencia vivamente coloreado, largamente peciolado con pulvínulo; muestra nictinastia. Inflorescencia terminal espiciforme o paniculiforme. Flores hermafroditas, asimétricas, trímeras (3+3T), los externos libres, los internos \pm soldados. Un estambre funcional petaloideo con una antera unilocular. Ovario ínfero tricarpelar. Fruto en cápsula o baya. Semillas con arilo y endospermo amiláceo (Figura 8).

Distribución: pantropical de bosques húmedos y lluviosos, sobre todo en zonas de Norte y Sudamérica.

Etimología: el nombre de la familia está dedicado a Maranta (1550-1571), un médico y botánico italiano famoso por un libro sobre antídotos contra venenos.

Comentarios: la especie económicamente más importante es el arrurruz de las antillas (*amylum marantae*; arrowroot) que se extrae de los rizomas de *M. arundinacea* L., muy ricos en almidón, cuyos cultivos principales aparecen en el Caribe. Las especies de esta familia son apreciadas en jardinería por su follaje llamativo.

Fuentes: Heywood (1985), Izco et al. (2004), Devesa-Alcaraz y Carrión-García (2012) y Christenhusz et al. (2017).

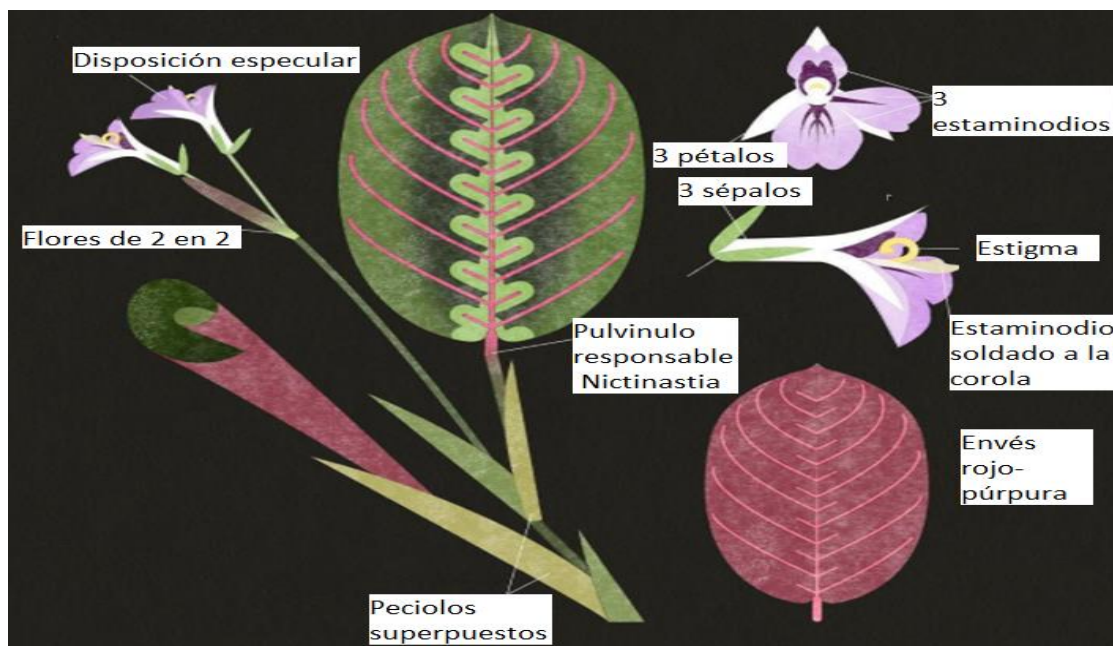


Figura 8. *Maranta leuconeura* E. Morren. Hojas y flores. Modificado a partir de pinterest.com

4.9.-Costaceae

Con 7 géneros y 137 especies, *Costus* (107), *Hellenia* (2), *Chamaecostus* (7), etc. Se trata de una familia muy emparentada con Zingiberaceae, pero no es aromática y no se usa como especia. El “crepe” de jengibre, *H. chinensis* (Retz.) Wild. [*Alpinia chinensis* (Retz. Roscoe)], procedente de Asia Tropical es usado en la India como fuente de almidón, también es fuente de diosgenina (empleada en la producción de esteroides). El nombre de la familia procede del griego “del este” en referencia a la región Indomalaya desde donde se importaban las especias a Grecia y a Roma (Figura 9).

Fuentes: Izco et al. (2004) y Christenhusz et al. (2017).

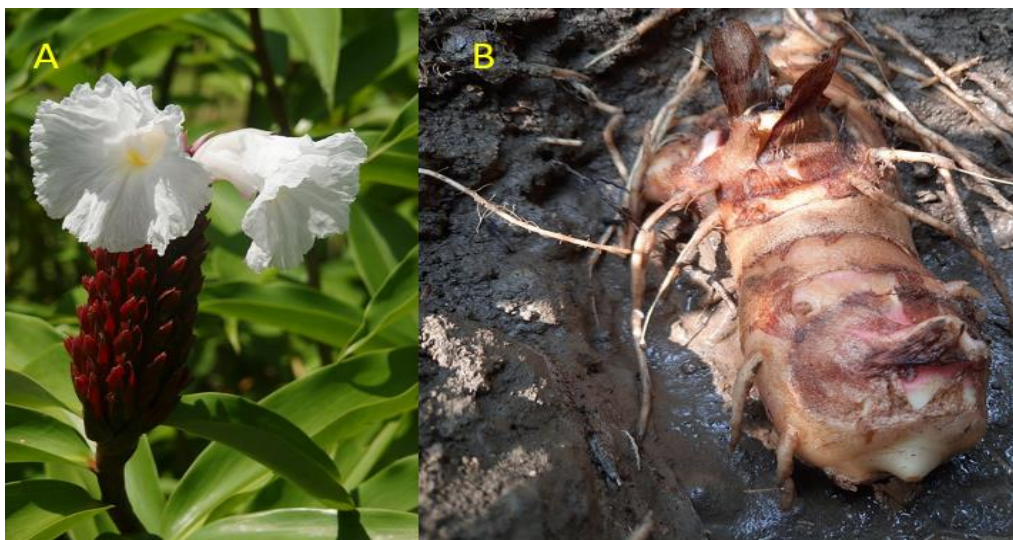


Figura 9. A. Inflorescencia de *Hellenia chinensis* (Retz.) Wild. B. Rizoma. Fuente: Wikipedia.

4.10.-Zingiberaceae

Posee 51 géneros y 1600 especies con 4 subfamilias. Compuesto por hierbas con rizomas subterráneos carnosos (digitiformes) y raíces tuberosas. Tallos aéreos de dos tipos, los floríferos con hojas reducidas y los estériles con grandes hojas. Las hojas nacen de los rizomas, envainantes, alternas, dísticas, limbo ancho pinnatinervio, lígula claramente visible. Flores solitarias, en inflorescencias capituliformes densas o en racimo. Entomófilas u ornitófilas, con una gran producción de néctar en dos nectarios en la base del estilo. Flores zigomorfas o asimétricas, hermafroditas, trímeras, con periantio doble y heteroclamídeo, cáliz formado por tres piezas soldadas en un tubo, corola con tres piezas petaloideas \pm soldadas y con un labelo característico bi o trilobulado por la fusión de dos estaminodios. Androceo con sólo un estambre funcional, antera bilocular y dehiscencia longitudinal o poricida, dos estaminodios laterales (presentes o no). Polen esferoidal o elipsoidal, inaperturado o espiraperturado, de psilado a equinulado. Ovario ínfero formado por tres carpelos soldados. Numerosos primordios seminales anátropos, bitegmentados, crasinucelados, con placentación parietal o axial. Estilo muy reducido y grueso, rodeado por la antera, sobresaliendo el estigma. Conjunto protegido por una bráctea envainadora. Fruto en cápsula con numerosas semillas con arilo y endospermo y perispermo amiláceos. $2n=22$ (Figura 10).

Comprende 4 subfamilias, dos de ellas monogénicas, Siphonochiloideae (1 género y 15 especies, de África y Madagascar) y Tamijoideae (1 género monoespecífico, de Borneo).

Alpinioideae, con rizoma carnoso y hojas perpendiculares al rizoma (*Aframomum*, *Alpinia*, *Elettaria*)

Zingiberoideae, con rizoma fibroso y hojas paralelas al rizoma (*Kaempferia*, *Curcuma* y *Zingiber*).

Origen y distribución: Familia pantropical, sobre todo en la región Indomalaya, con especies que se extienden a zonas templadas de Japón, Himalaya y Sudáfrica. Cultivadas en India, África (Nigeria y Sierra Leona), Sudeste de Asia y Australia. Algunas especies son más tolerantes y pueden naturalizarse fuera de su medio original, convirtiéndose en plantas invasoras gracias a su carácter rizomatoso como es el caso de *Hedychium gardneriaum* en las Islas Azores.

Etimología: Nombre procedente del sánscrito *srngam* (raíz con forma de cuerpo) que derivó al griego *ziggiberis* (ζιγγίβερις).

Fuentes: Heywood (1985), Izco et al. (2004), Takhtajan (2009), Kirchoff et al. (2009), Devesa-Alcaraz y Carrión-García (2012), Christenhusz et al. (2017), Watson & Dallwitz (2021), MOBOT (en línea).

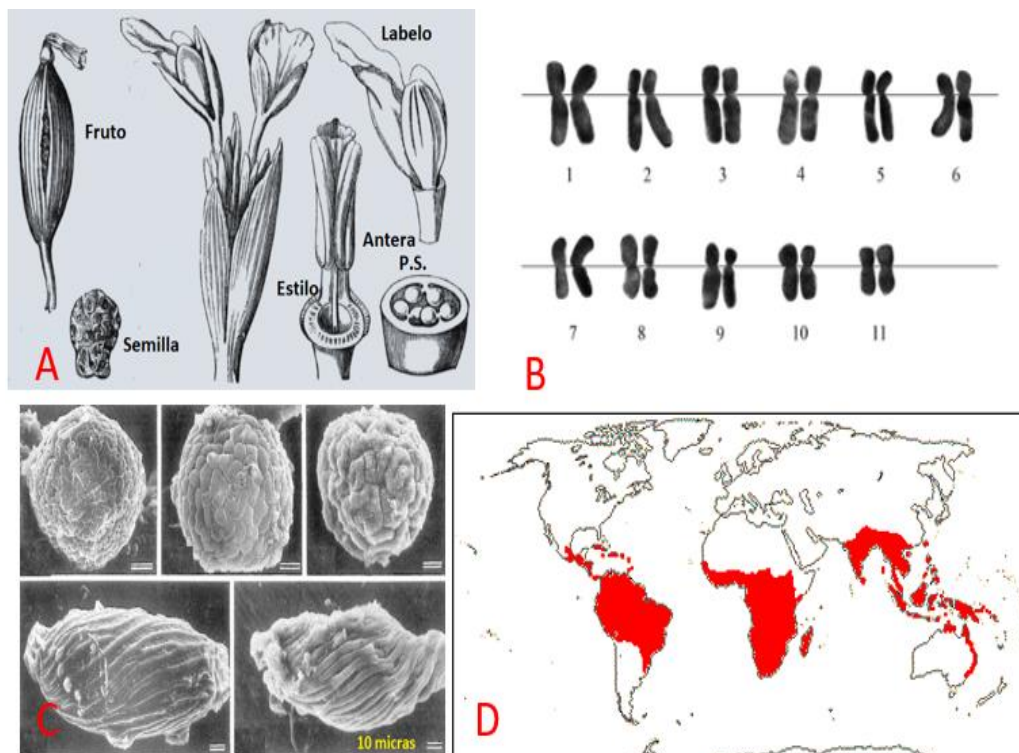


Figura 10. A. Flor de *Kaempferia pandurata* Roxb. B. Cariotipo de *Zingiber ligulatum* Roxb. C. Tipos polínicos en *Zingiber*. D. Distribución de la familia Zingiberaceae. Elaborado a partir de Watson y Dallwitz (2021), Saensouk y Saensouk (2021), Theilade et al. (1993), MOBOT (en línea).

Comentarios de interés: familia de plantas perennes aromáticas productoras de especias, colorantes, perfumes y medicinas, con un gran número de especies ornamentales cultivadas por sus flores llamativas. A continuación se comentan algunos géneros y especies con más interés según la bibliografía: *Aframomum*, *Alpinia*, *Kaempferia*, *Elettaria*, *Curcuma* y *Zingiber*.

4.10.1-Aframomum

Según *Theplantlist* (en línea) este género está formado por 57 especies aceptadas. En la Edad Media, dos especies africanas tenían interés como especia, el falso cardamomo o cardamomo de Etiopía [*A. corrorima* (A. Braun) P.C.M. Jansen] y *A. melegueta* K. Schum. o Grano del Paraíso, cuya referencia histórica está datada en 1214 en Níger. Sus semillas se usaban como sucedáneo de la pimienta (Valdés, 2019). El epíteto específico puede ser debido a Málaga, ya que su puerto era centro de recepción y distribución de las especies que procedían vía norte de África (Prance y Nesbitt, 2005) (Figura 11).

4.10.2.-Alpinia

Con 241 especies aceptadas (*Theplantlist*, en línea), los rizomas, hojas, frutos y semillas de *A. galanga*, *A. oxyphylla* Miq., *A. officinarum* Hance, *A. japonica* (Thunb.) Miq, entre otras, se han utilizado como especias y en la medicina tradicional china y japonesa como tratamiento de la gripe y antiemético. *A. galanga* es una especia esencial en la cocina local del sudeste de Asia, su sabor recuerda a una mezcla de pimienta y jengibre. Con la aparición de colorantes y aditivos alimentarios, la demanda internacional es escasa, se usa en India, Indonesia, Tailandia, siendo Holanda el principal país importador. También posee virtudes medicinales recogidas en sánscrito hacia el año 600 dC, algunas empleadas para el tratamiento de enfermedades de los elefantes (Prance y Nesbitt, 2005). Con el aislamiento de diarilheptanoides (se comentarán más adelante en *Zingiber*), terpenos y otras moléculas, las investigaciones recientes *in vitro* se centran en su acción antiviral y anticancerígena (Zhang et al., 2016; Eram et al., 2019) (Figura 11).

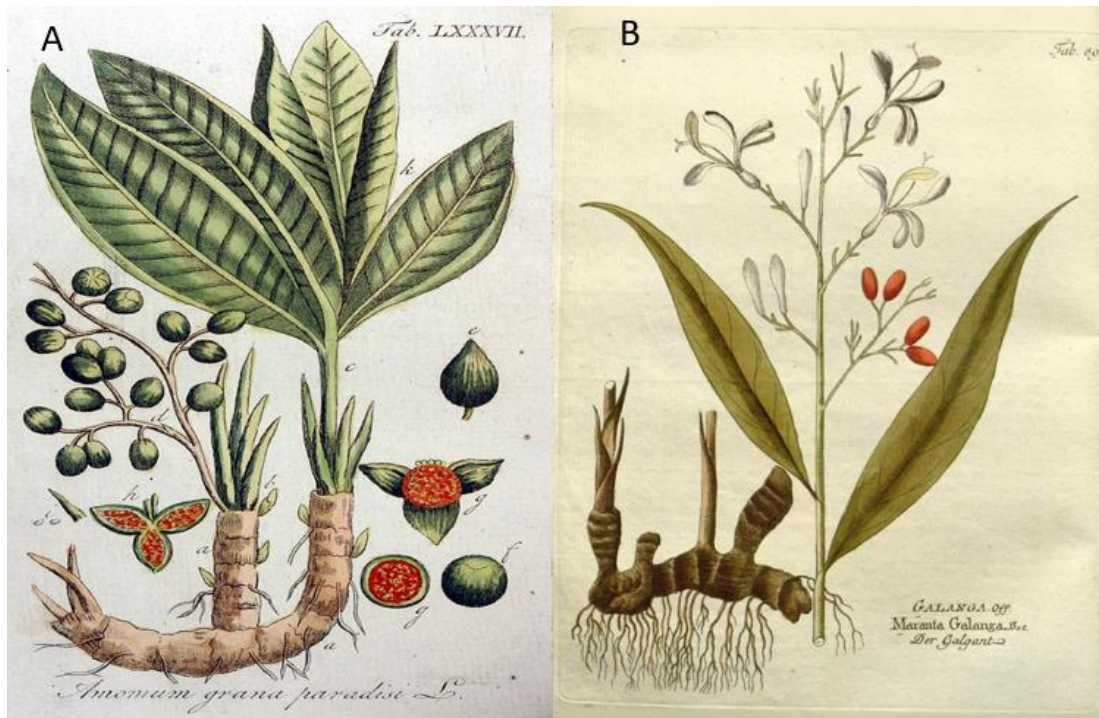


Figura 11. A. *Aframomum melegueta* K. Schum. B. *Alpinia galanga*. (L.) Willd.
Fuente: Wikipedia.

4.10.3.-*Kaempferia*

Género formado por 21 especies aceptadas (*Theplantlist*, en línea), de las que vamos a considerar 3: *K. galanga* L., *K. parviflora* Roxb. Wall. ex Baker y *K. rotunda* L.

K. galanga L. (kencur) (Figura 12) es una de las especies que se conocen también con el nombre de galanga. Se encuentra principalmente en áreas abiertas en Indonesia, el sur de China, Taiwán, Camboya, India y en el sudeste asiático. El rizoma de la planta ocupa un lugar importante en la medicina indígena por ser carminativo, diurético, aromático, insecticida y como incienso.

En Bangladesh, los jugos de rizomas de *K. galanga* L. se utilizan como remedio para el dolor de muelas o como lavado para la caspa o costras en la cabeza. En China, se utiliza para la hipertensión, dolores pectorales y abdominales, dolor de cabeza, dolor de muelas, reumatismo, dispepsia, tos y tumor inflamatorio (Ali et al., 2015).

La fitoquímica y las potencialidades medicinales de la misma están basadas en diversos estudios *in vitro* de extractos de las hojas y rizomas, siendo larvicida, vermicida, hipotensora, antineoplásica, analgésica, antiinflamatoria y sedante (Umar et al., 2011).

K. parviflora Roxb. Wall. Ex Baker (Figura 12) (*kracdaium*, ginseng tailandés o jengibre negro tailandés) se ha usado en medicina popular durante siglos. En la revisión

de Saokaew et al. (2017), se buscan las evidencias científicas de sus propiedades. Los resultados no fueron concluyentes, aunque los autores resaltan la poca toxicidad de los extractos y la capacidad de mejorar el apetito sexual.

K. rotunda L. es una pequeña planta cultivada en invernaderos de todo el mundo. La flora de China le atribuye propiedades medicinales (Flora of China, en línea) y de hecho, existen estudios *in vitro* e *in vivo* sobre las propiedades anticancerígenas de extractos de su rizoma (Atun y Arianingrum, 2015). Existen datos de que esta planta se ha naturalizado en Costa Rica (MONOBOT, en línea), donde se la conoce como “Lirio de la Resurrección” (Figura 12), que florece, en ausencia de hojas, por Semana Santa.

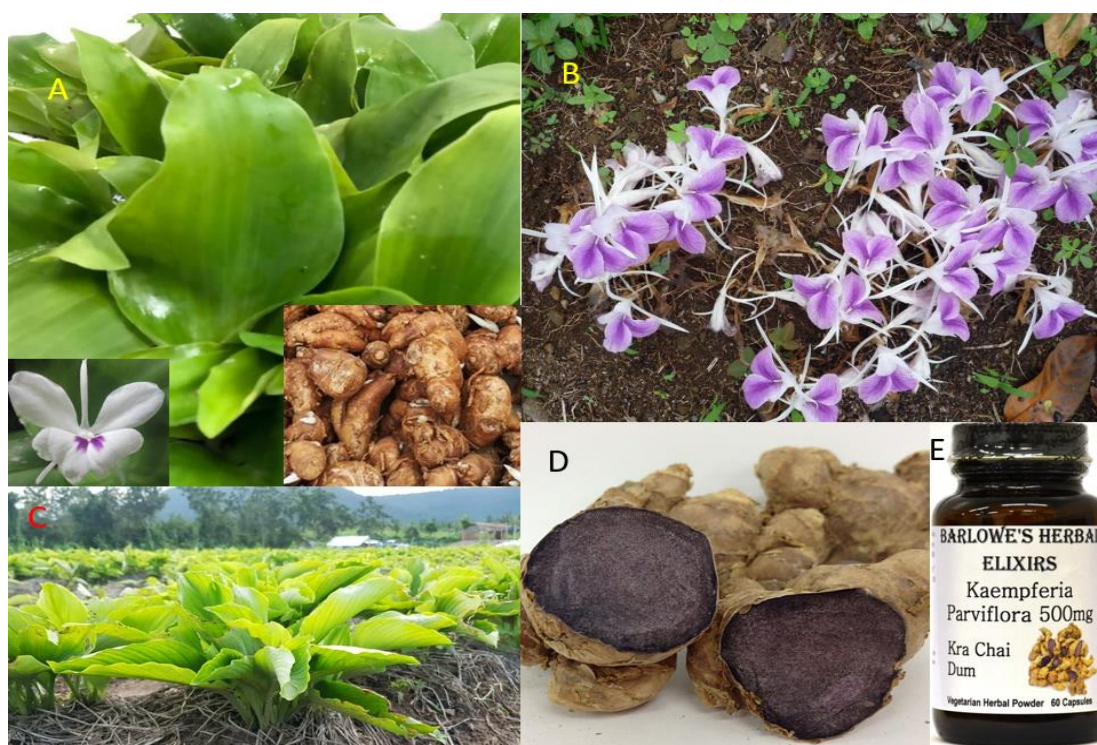


Figura 12. A. *Kaempferia galanga* L. (hojas, flor y rizoma). B. *K. rotunda* L. (Lirio de la Resurrección). C-E. *K. parviflora* Roxb. Wall. Ex Baker: cultivo, rizoma (ginseng tailandés o jengibre negro), cápsulas de complemento dietético. Elaborado a partir de Wikipedia.

4.10.4.-*Elettaria*

Comprende 12 especies, de las que vamos a estudiar 1, *Elettaria cardamomum* (L.) Maton o cardamomo verde. Según *Theplantlist* (en línea), esta especie posee 9 sinónimos botánicos legítimos como *Alpinia cardamomum* (L.) Roxb., *Amomum cardamomum* L., *Zingiber minus* Gaerthn,... Esta situación lleva a cierta confusión sobre el término cardamomo, como se comentó con anterioridad en el género

Aframomum, siendo [*A. corrorima* (A. Braun) P.C.M. Jansen] el falso cardamomo; y *A. melegueta* y K. Schum, el grano del paraíso.

El cardamomo era considerado en la antigüedad como la “Reina de las especias” para distinguirla de la pimienta (“Rey de las especias”). En la Antigüedad clásica se usaba como especia, en perfumería y se le atribuía un poder afrodisíaco. Era esencial en la Farmacia de la Edad Media, posiblemente llegó, junto con otras especias, a Sevilla en la nao Victoria en 1522, la única que culminó la primera vuelta al mundo de Elcano-Magallanes (Prance y Nesbitt, 2005).

El cardamomo procede de bosques tropicales de la India, Birmania y Sri Lanka, y es la tercera especia más cara por peso detrás del azafrán y la vainilla. El más apreciado (*elaichi*) es el de la región de Kerala (suroeste de la India) (Prasat et al., 2009). Se trata de una planta que, para cultivarse al aire libre, requiere climas tropicales lluviosos (lluvia en forma de neblina), siendo su temperatura óptima 24°C y un suelo muy húmedo. Se puede cultivar en invernaderos, pero no florece y la planta es de menor tamaño. Existen tres variedades según los tallos florales: Malabar (inflorescencias postradas), Mysore (erectas) y Vazhukka (semi-erectas) (Hübert et al., 2016). El cultivo se ha extendido a otras regiones, como Centroamérica. A comienzos del siglo XX fue introducido en Guatemala por el plantador de café alemán Óscar Majus Kloeffler, siendo este país el mayor exportador del mundo por delante de la India (38.000 toneladas al año) (maga.gob.gt/, en línea). La parte usada de la planta son sus frutos (cápsulas oblongas con 15-20 semillas de color negro a marrón rojizo) que se recolectan a mano.

Los valores nutricionales de 100 gramos de semilla fresca de esta planta son: 311 Kcal, 25% de hidratos de carbono (en su mayoría fibra dietética), 22% de proteínas y 9% de grasas (en su mayoría mono y poliinsaturadas, aunque el 30% corresponde a ácido palmítico); los minerales más abundantes son hierro, calcio y potasio (www.nutritionvalue.org, en línea). En la planta se han encontrado más de 100 metabolitos secundarios diferentes, siendo el 1,8-cineol (eucaliptol) la molécula más abundante en el aceite esencial de sus semillas (Ashokkuma et al., 2020).

El cardamomo se comercializa internacionalmente en forma de frutos enteros y, en menor medida, como semillas. Éstas (enteras o molidas) se utilizan con frecuencia en las cocinas india y asiática, y es uno de los ingredientes principales del curry en polvo. Aunque el cardamomo se usa en todo el mundo, sus principales consumidores fuera de

sus territorios de origen son los países del Medio Oriente, siendo aromatizante agregado al té y café; y los países escandinavos, usándose como aromatizante agregado a los productos horneados, destacando el *Finnish pulla bread*. También se usa en cosmética, perfumería, para refrescar el aliento (aromatizante de goma de mascar muy popular en México y Guatemala) (Mobot, en línea) (Figura 13).

Sus frutos se han usado en medicina tradicional para numerosas afecciones: problemas de estómago, tracto urinario, asma, bronquitis, problemas cardíacos, indigestión, náuseas, dolor de garganta, depresión. Todas sus propiedades deben confirmarse mediante ensayos *in vitro* e *in vivo* para ponerlas en valor (Figura 14), de ahí cada vez se realizan más estudios científicos orientados a este fin (Ashokkuma et al., 2020).



Figura 13. Aspectos sobre el Cardamomo. A. Cultivo y detalle de la flor. B. Frutos en racimo. C. Frutos (cápsulas) con semillas. D. Semillas de cardamomo comerciales. E. Aceite esencial. F. Pan con cardamomo. G. Goma de mascar. Elaborado a partir de Wikipedia.



Figura 14. Actividades biológicas atribuidas al aceite esencial de las cápsulas de cardamomo. Reelaborado a partir de Ashokkuma et al. (2020).

4.10.5.-Curcuma

Este género posee 92 especies aceptadas (*Theplantlist*, en línea). Bajo el nombre de cúrcuma vamos a considerar a *Curcuma longa* L., aunque también existen otras especies de interés como *C. aromatica* Salib., *C. zanthorrhiza* Roxb. y *C. zeodaria* (Christm.) Roscoe o cúrcuma de Java (Rai et al., 2012).

C. longa L. es una planta de hasta 1 m de altura con rizomas digitiformes, muy ramificados de color marrón en el exterior y de naranja a amarillo brillante en el interior, aromáticos y ricos en almidón; hojas elípticas u oblongas con ápice acuminado. Inflorescencias terminales en un pseudotallo (Flora of China, en línea; Leong-Škorničková et al., 2007) (Figura 15). Las especies de este género tienen su origen en La India y Sudeste asiático, aunque los holandeses la distribuyeron por el resto del mundo (GBIF, en línea). A *C. longa* L. se la conoce como azafrán indio por su poder como colorante alimentario. En La India se ha usado como ingrediente culinario; como cosmético en bodas, fiestas y actos religiosos; como colorante textil, por ejemplo, para teñir las túnicas de monjes budistas (Wickens, 2009). El papel de cúrcuma (impregnado en curcumina) se ha usado como indicador en la presencia de boro (Prance y Nesbitt, 2005).

Cultivo: en inglés se conoce a esta planta como *tumeric* (posiblemente derivado del francés, mérito de la tierra). Esta planta no se conoce en estado silvestre por lo que se

trata de una especie domesticada por el hombre. Para su cultivo se necesita un clima tropical húmedo y abundante insolación. La planta rara vez florece, por lo que la siembra se realiza a base de fragmentos de rizoma y necesitan un ciclo de 8 a 10 meses para su recolección (Saiz de Cos y Pérez-Urria, 2014). Existen diferentes variedades comerciales de cúrcuma (Sumara, Roma, Ranga, Rasmi,...) que sin duda influyen en la proporción de sus metabolitos secundarios. En este sentido, el extracto del rizoma no debe contener menos de un 5% de curcumina y 0.8% de aceites esenciales si se pretende usar con fines medicinales (Raj et al., 2013). Los países asiáticos consumen gran parte de su propia producción de cúrcuma, excepto Japón y Sri Lanka. Los principales importadores son los países de Oriente Medio y África del Norte, lo que representan el 75% del comercio mundial de cúrcuma y es suministrada principalmente por los países productores asiáticos. Europa y América del Norte representan el 25% restante, y son abastecidas por La India y países de Centroamérica y América Latina (FAO, en línea).

Se usa principalmente como condimento alimentario (E-100 en la Unión Europea) en salsa curry o directamente como condimento en ensaladas, carnes, bebidas, etc. También como suplemento dietético o nutracéutico por sus supuestas virtudes medicinales.

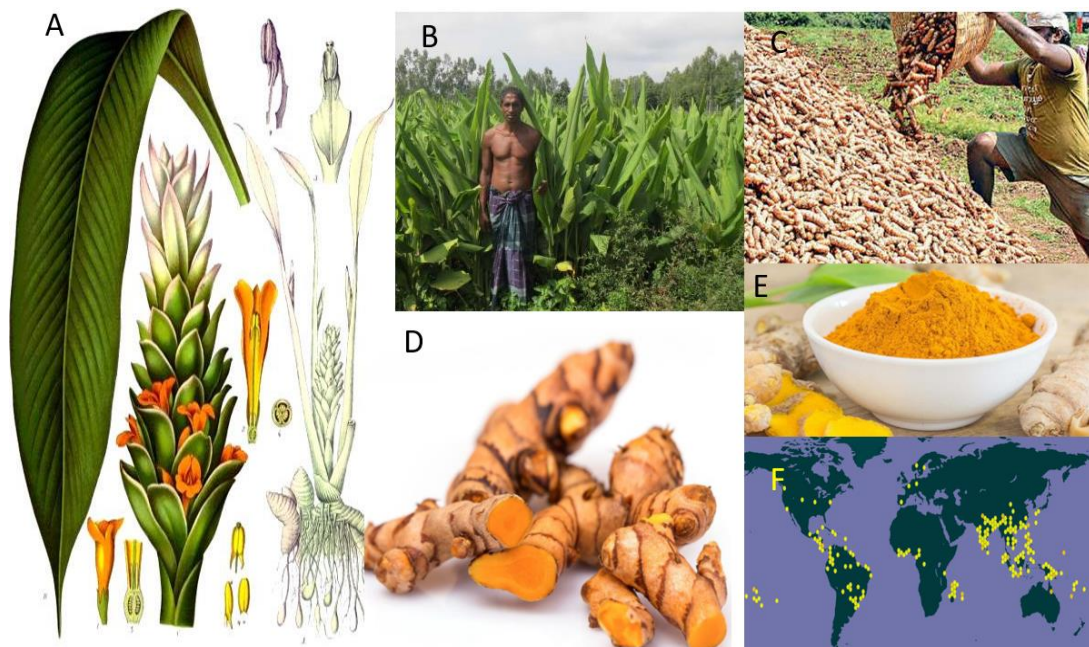


Figura 15. A. *Curcuma longa* L. B-C. Cultivo y recolección de cúrcuma. D. Rizoma. E. Polvo de rizoma. F. Distribución mundial de la planta según GBIF. Elaboración propia.

Valor nutricional y fitoquímica: la fitoquímica de una planta depende de la variedad, del suelo y origen geográfico, modo de cultivo, época de recolección, modo de extracción y método analítico que se emplee. En términos generales, la composición en porcentajes del rizoma de esta planta sería: curcuminoides 2.5, fibra 3.5, aceites 4.6, minerales 3.2, proteínas 5.8, grasas 4.7, agua 12.0 e hidratos de carbono 63.7 (González-Albaladejo et al., 2015). Los metabolitos secundarios más interesantes son los compuestos fenólicos (curcuminoides y otros) y los aceites esenciales (Amalraj et al., 2017; Ferreira Guimarães et al., 2020; Sabir et al., 2021) (Figuras 16 y 17).

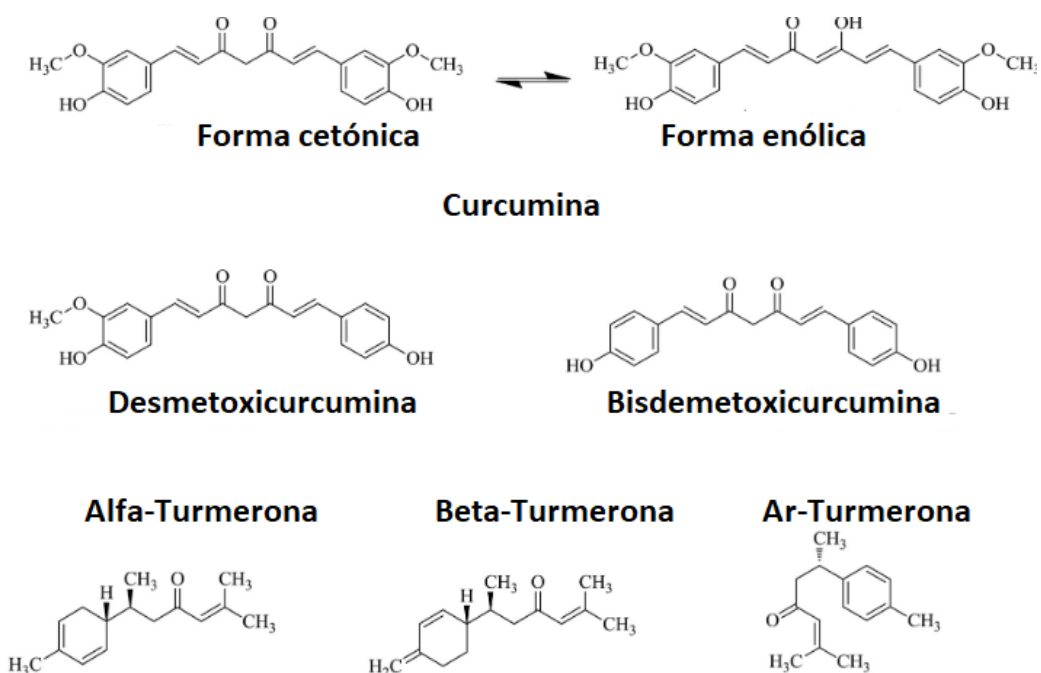


Figura 16. Fitoquímica del extracto el polvo del rizoma de *Curcuma longa* L. Moléculas principales. Elaborado a partir de: Amalraj et al. (2017).

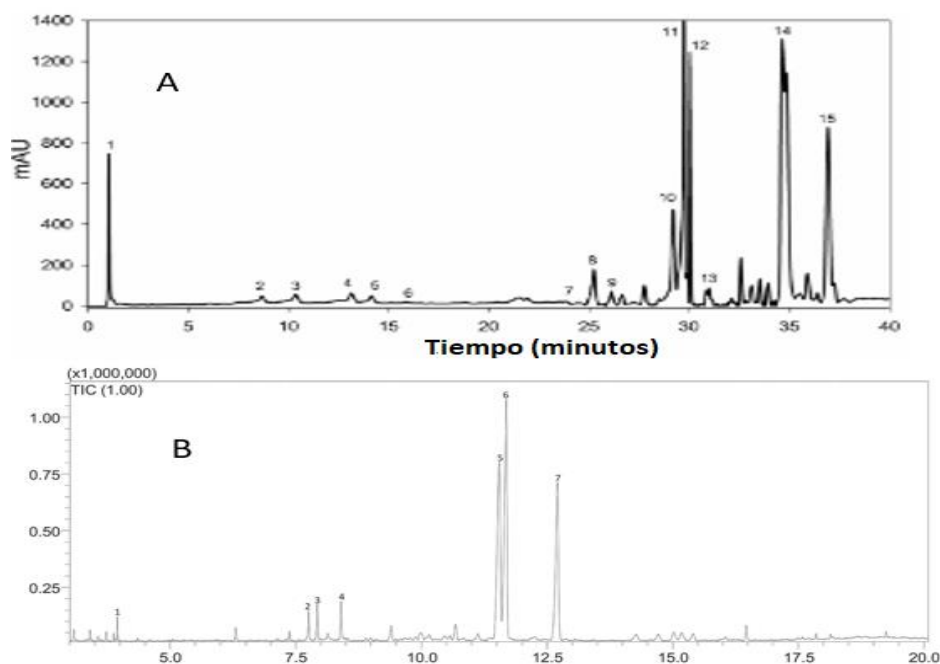


Figura 17. A. Separación de los compuestos fenólicos por Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), curcumina (11), desmetoxicurcumina (14). B. Separación de las moléculas volátiles tándem por Cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC-MS); ar-turmerona (5), turmerona (6). Elaborado a partir de: Ferreira Guimarães et al. (2020); Sabir et al. (2021).

La curcumina es la molécula principal del extracto de cúrcuma y fue sintetizada por primera vez en 1918 (Priyadarsini, 2014). Se trata de un compuesto tautomérico, con forma enólica (en disolventes apolares) y forma cetónica (en disolventes polares). Es un componente seguro a 3 ppm diarios pero puede ser tóxica y presentar interacciones con otros medicamentos a dosis de 100 ppm diarios (Clapé-Laffita y Castillo, 2011). En la Figura 18 se comprueba el interés exponencial que ha despertado en los científicos en los últimos años en relación a la artemisina (antimalárico).

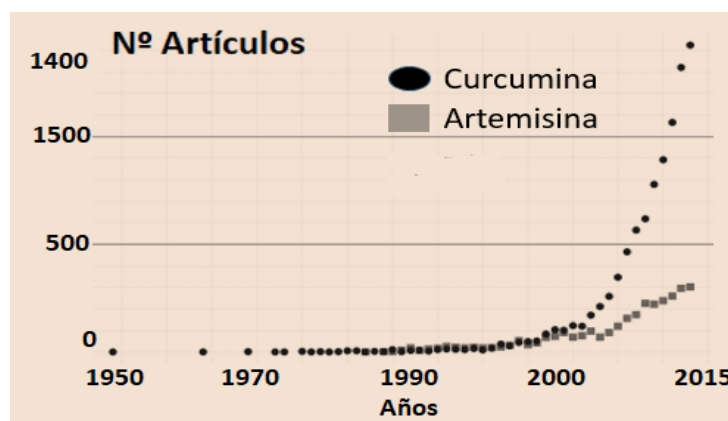


Figura 18. Valoración del interés científico de la curcumina, según el número de trabajos científicos realizados a través de los años. Extraído de Nelson et al. (2017).

Usos medicinales de la cúrcuma: como otras zingiberáceas, la cúrcuma se ha utilizado por medicinas tradicionales asiáticas para tratar cierto tipo de dolencias. Esta planta es muy usada como antiinflamatorio (para tratar afecciones reumáticas), como antioxidante (los rizomas frescos, por los componentes de su aceite esencial), para mejorar la indigestión por comidas grasas y úlceras gastroduodenales, también es de uso tópico para los que presentan úlceras en la piel (Clapé-Laffita y Castillo, 2011).

Muchos de los trabajos realizados con derivados de la cúrcuma arrojan resultados prometedores en los que se además se proponen posibles mecanismos de acción si bien, la mayoría se han realizado *in vitro* e *in vivo* (Figura 19) y pocos han pasado a ensayos clínicos en humanos (Hewlings y Kalman, 2017). El extracto de *Curcuma* está recogido en la Farmacopea Europea 2020 (extranet.boe.es/farmacopea/) y se encuentra comercializada bajo ocho productos comerciales con la indicación de colerética y colagoga (BotPlus, en línea).

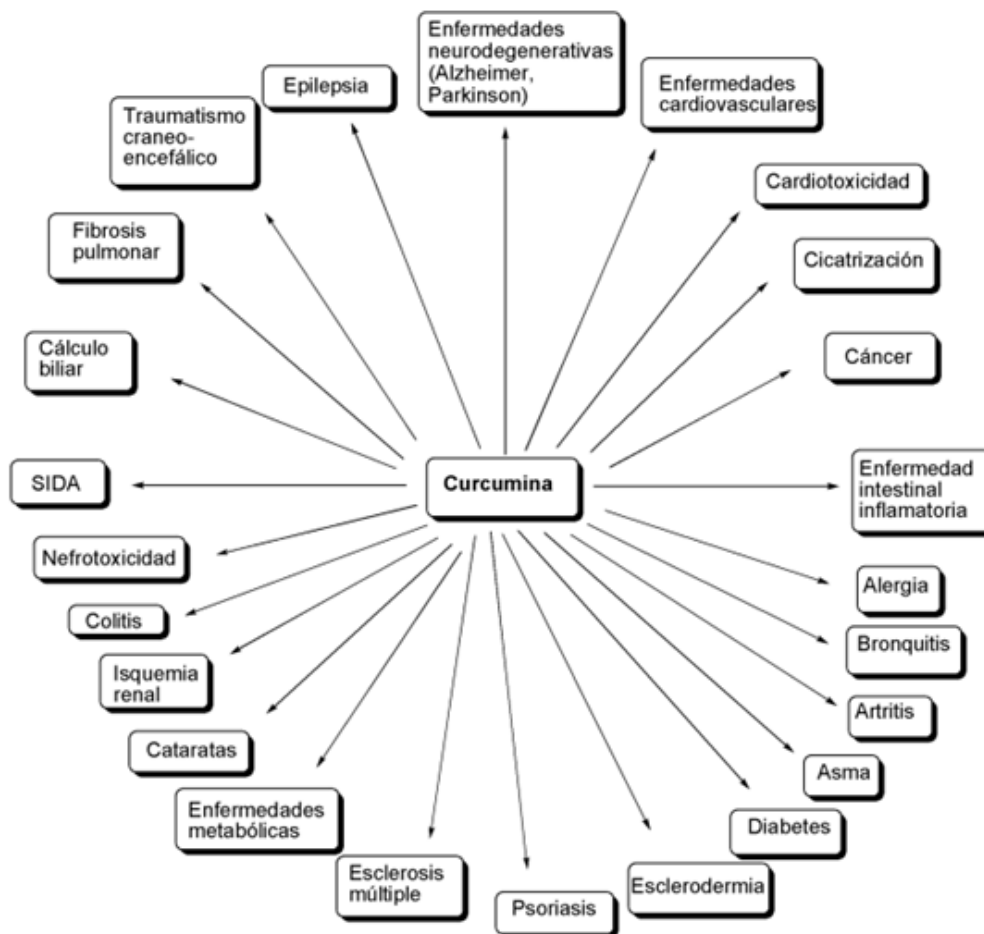


Figura 19. Actividades biológicas de la cúrcuma según estudios *in vitro* e *in vivo*.
Extraído de González-Albaladejo et al. (2015).

Todas estas potencialidades se deben a que la curcumina es una molécula altamente pleiotrópica o pluripotente (presenta diferente actividad biológica dependiendo del nivel estructural en el que nos centremos). Puede actuar directamente y modular la actividad de moléculas diana, o puede actuar indirectamente para regular determinadas funciones. Se han encontrado más de treinta proteínas diferentes que interactúan directamente con la curcumina, incluyendo ADN polimerasa, quinasa de adhesión focal (FAK), tioredoxina (TRX) reductasa, proteína quinasa (PK) C, lipoxigenasa (LOX), tubulina, factor nuclear-kappa B (NF-κB) y la actina. También se ha demostrado que la curcumina puede unirse a ciertos iones metálicos divalentes tales como Fe, Cu, Mn y Zn formando complejos con alto potencial farmacológico (González-Albaladejo et al., 2015).

Sin embargo, existen estudios en los que se analizan ensayos clínicos sobre las bondades terapéuticas de la curcumina y concluyen que no tienen una acción biológica significativa ya que se trata de un compuesto poco biodisponible dado que se absorbe poco a nivel intestinal y se metaboliza rápidamente en el hígado (Nelson et al., 2017). En este sentido resaltamos, con todas las precauciones, la noticia que aparece en Wikipedia en la que se afirma que han sido retirados por fraude casi 20 trabajos sobre de los beneficios de la curcumina. Estos hechos hay que enmarcarlos en la mentalidad de una medicina alopática que impera en muchos países occidentales, opuesta a medicinas alternativas tradicionales a las que recurren millones de personas en el mundo, unas por falta de recursos y otros por su poder preventivo y nutracéutico de muchas enfermedades como puede ser el caso de la cúrcuma (con potente actividad antioxidante para neutralizar los radicales libres de oxígeno). Actualmente de la curcumina se encapsula el liposoma para aumentar su absorción intestinal (Cheng et al., 2017) o se ha combinado con bajas dosis de piperina para aumentar su biodisponibilidad (Shoba et al., 1998).

4.10.6.-Zingiber

El género *Zingiber* está formado por 150 especies. La especie con más interés, en nuestro caso, es *Z. officinale* Roscoe, que presenta 7 variedades botánicas aceptadas y 15 sinónimos (por ejemplo: *Amomum zingiber* L., basiónimo de la especie) (*Theplantlist*, en línea).

Rizomas ramificados, espesos, carnosos, amarillentos en el interior, fuertemente aromáticos. Pseudotallos de 50-100 cm. Hojas sésiles, lígula membranácea, limbo lineal-lanceolado (15-30×2-2.5 cm). Inflorescencias que surgen del rizoma, con brácteas ovadas verde pálido, a veces amarillentas en los márgenes y mucronadas. Corola tubuliforme verde amarillenta (2 a 2.5 cm) y lóbulos lanceolados; labelo con franja púrpura y manchas color crema, oblongo-obovado (más corto que los lóbulos de la corola) y dos lóbulos laterales más cortos. Estambre violeta oscuro y antera de 9 mm (Figura 20). $2n= 22$. [Flora of China (en línea) y GBIF (en línea)].

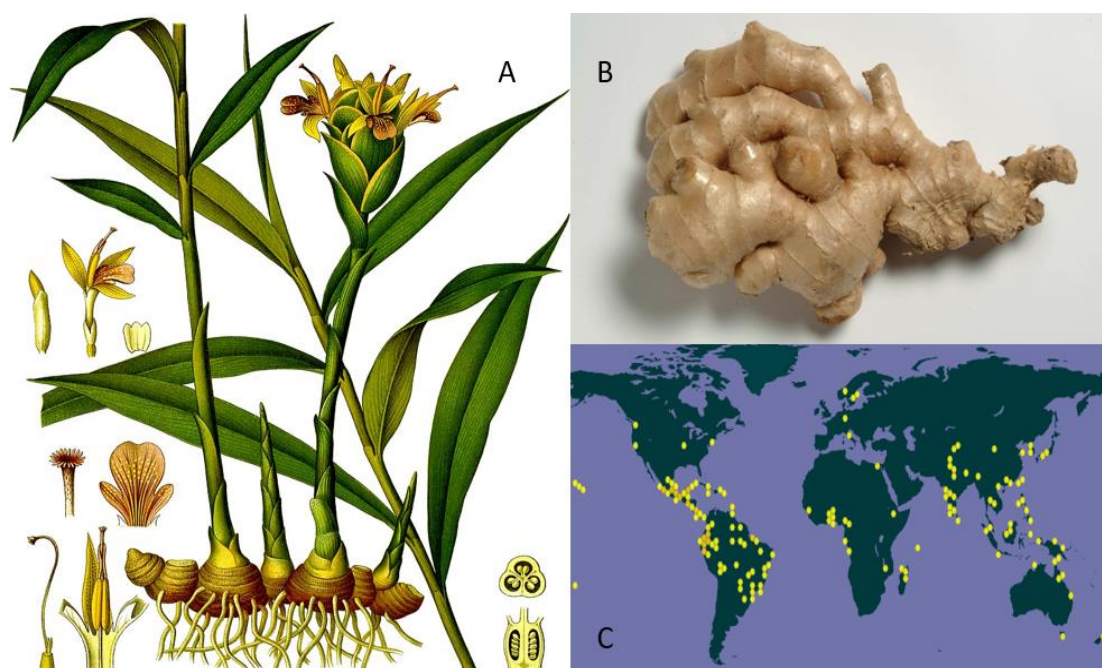


Figura 20. A. *Zingiber officinale* Roscoe (aspecto de la planta). B. Rizoma. C. Distribución mundial de la especie (algunas conservadas en herbarios o cultivadas en condiciones especiales). Fuente: GBIF (en línea).

El jengibre es una de las especies más conocidas en el mundo. Junto a la vainilla es una de las más caras y probablemente la primera especia exótica empleada en Europa, (MOBOT, en línea). Su origen geográfico es incierto, aunque su cultivo en La India es milenario y hoy se extiende por todo China, sudeste asiático, Filipinas y regiones tropicales del resto del mundo (Kevin, 2019). Se cuenta que Confucio (557-474 a.C.) nunca comía sin ella. Era una especia deseada en la Roma y Grecia clásicas, donde se le atribuía un poder afrodisiaco. Después de la caída del Imperio Romano fue traída a Europa por los árabes que la introdujeron en el este de África. Aparece en uno de los pasajes de *Las mil y una noches*, en forma de bebida reservada a aquellos que van al paraíso (Prance y Nesbitt, 2005). Los portugueses la comercializaron en Europa a partir

del siglo XV junto con el clavo y la nuez moscada y fue llevada a América por Francisco de Mendoza hacia 1544 (Valdés, 2019).

Cultivo y fitoquímica: en los últimos 15 años se ha observado una tendencia positiva de cultivo de jengibre a nivel mundial, con 400.000 hectáreas y 4 millones de toneladas, siendo la India, Nigeria, China, Indonesia y Nepal los principales productores (FAO, en línea). Igual que ocurría con la cúrcuma, el jengibre es una planta domesticada por el hombre y no existe en la naturaleza en estado salvaje. El valor medio analítico de su composición por cada 100 g de rizoma es: 4.07 % de fibra, 18.24% de minerales (sobre todo sodio y potasio), 10.55% de grasas, 8.87% de proteínas y 51% de hidratos de carbono: $\pm 0,06$ (Hussain et al., 2015). En el rizoma de jengibre fresco se han encontrado más de 200 metabolitos secundarios diferentes, siendo el Gingerol o [6]-gingerol, el componente más abundante (fenol de la familia de la capsaicina y de la piperina), que le da el toque picante (Figura 21). En el jengibre cocinado el gingerol se transforma en zingiberona, menos picante. En el rizoma seco, el gingerol se transforma en shogaol, mucho más picante (los compuestos responsables del sabor picante de los chiles y la pimienta negra) (Gingerol, 2011). Por otro lado, los diarilheptanoides (familia de los curcuminoides) son componentes del jengibre tanto fresco como seco, siendo uno de los últimos descritos el (3S, 5S) -3,5-diacetoxi-1,7-bis (4-hidroxi-3-metoxifenil) heptano.

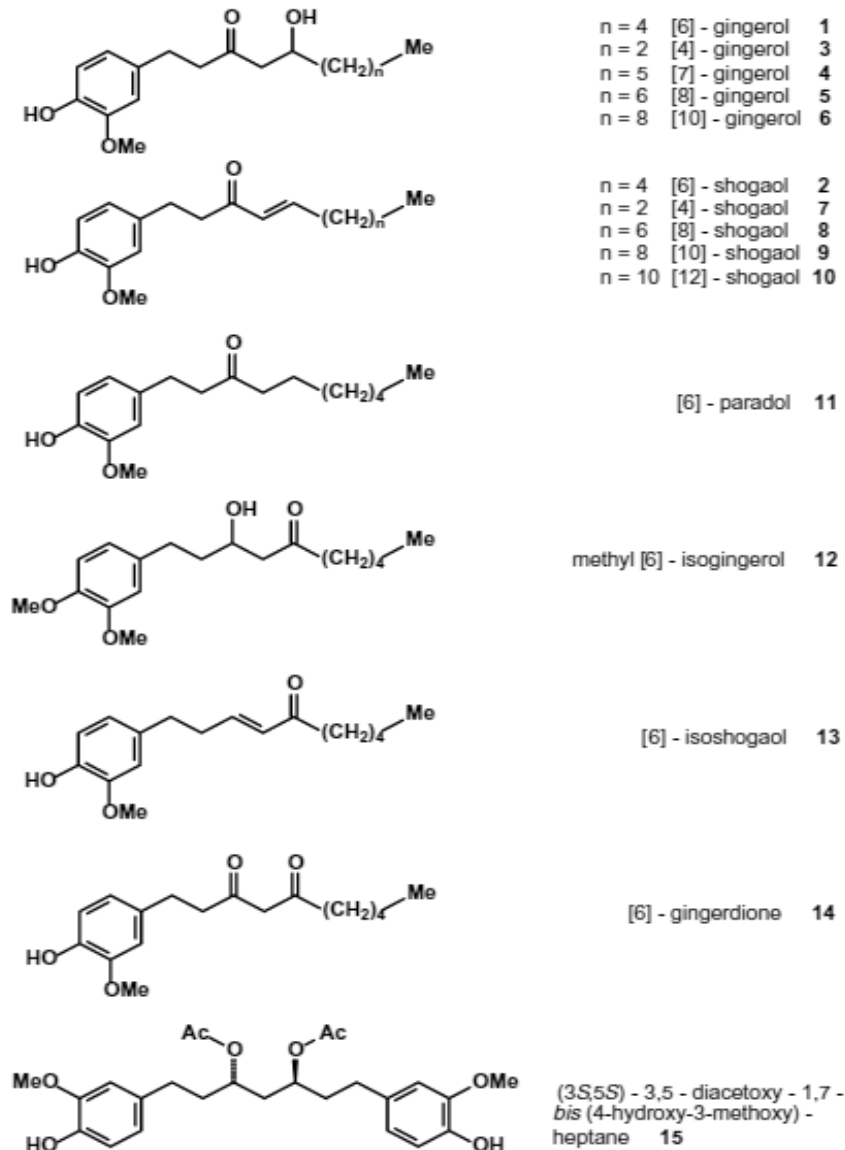


Figura 21. Principales metabolitos secundarios del rizoma de jengibre fresco. (Ali et al., 2008).

Usos del jengibre: como se ha indicado, el jengibre es una especia muy usada en cocinas locales asiáticas y exportado a otras cocinas del mundo, por ejemplo, para elaboración de bebidas (*Gingerale*) y masticatorio para rebajar el calor por la hipersudoración que produce (Salgado, 2011). El jengibre se considera una planta medicinal que se ha utilizado ampliamente desde la antigüedad en las medicinas China, Ayurvédica y Tibb-Unani para una amplia gama de dolencias. Aparece en la Farmacopea Española (en línea) y en la Farmacopea Ayurvédica (en línea) con las siguientes indicaciones: trastornos digestivos, flatulencia, reumatismo, inflamación abdominal, rinitis crónica y filariasis (Figura 22). Salgado (2011) enfatiza sobre el poder anti náuseas y antiemético e indica que hasta 3 gramos de polvo al día no producen toxicidad, aunque avisa de

posibles efectos secundarios e interacciones con otros medicamentos si se abusa del mismo.

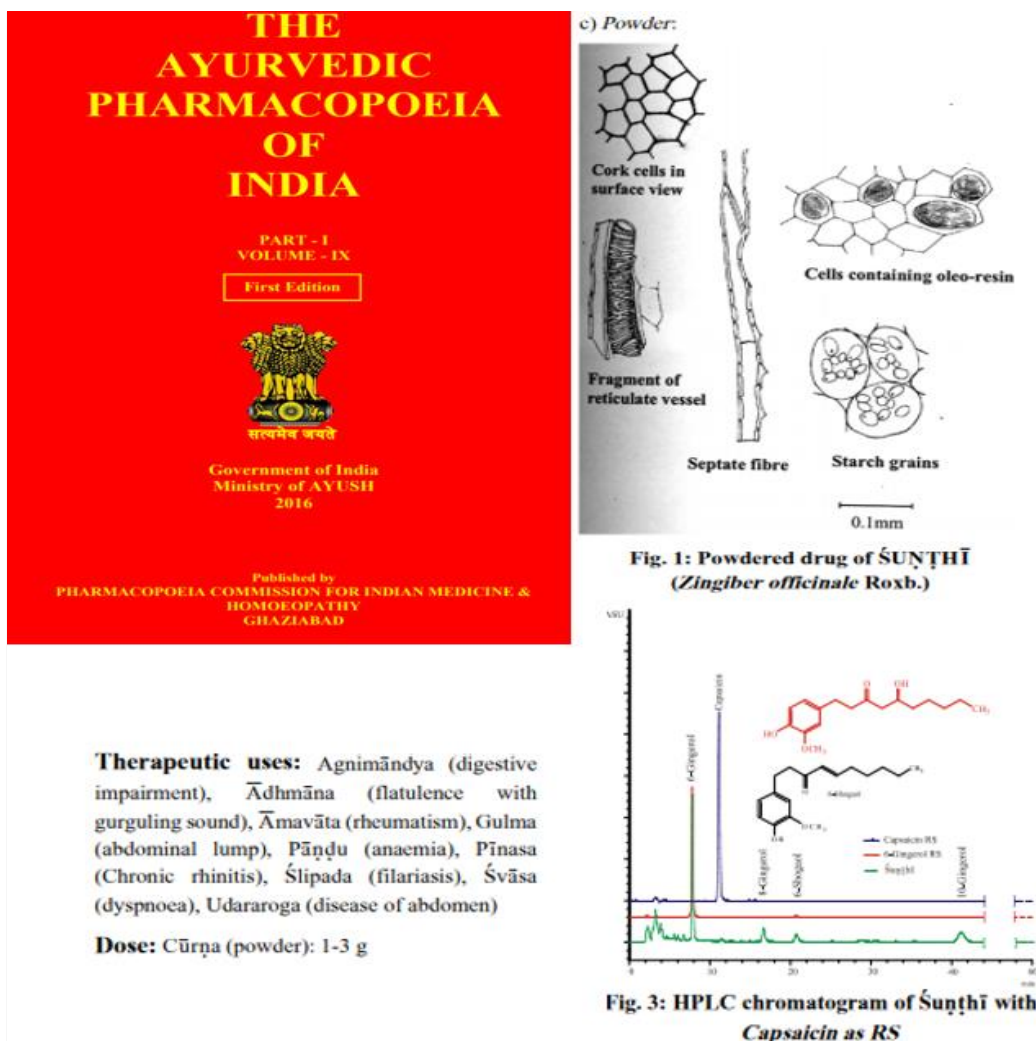


Figura 22. Descripción del polvo de jengibre, prueba analítica cromatográfica de jengibre, usos terapéuticos y dosificación, según *The Ayurvedic Pharmacopoeia of India* (en línea).
Elaboración propia.

Actualmente existe un renovado interés en el jengibre. Hay varias investigaciones científicas dirigidas al aislamiento e identificación de sus componentes activos, la verificación de sus acciones farmacológicas de sus constituyentes y de su uso en varias enfermedades y afecciones. Hasta el momento sólo se dispone de estudios preliminares *in vitro* e *in vivo*, en los que se proponen posibles mecanismos de acción. Dichas actividades biológicas serían: antiinflamatorias, antimicrobianas, prevención del cáncer, antiapoptóticas, neuroprotectoras, cardioprotectoras, tratamiento de enfermedades respiratorias, antieméticas, hipoglucemiantes, antihiper glucémicas y antilipidémicas (Mao et al., 2019; Dissanayake et al., 2020).

5.-CONCLUSIONES

Algunos representantes del orden Zingiberales son conocidos en Europa desde la antigüedad por ser fuente de especias y por sus propiedades curativas.

Actualmente es un orden bien estudiado desde el punto de vista botánico, lo forman 8 familias y está dentro del grupo de las commelínidas (monocotiledóneas). Fundamentalmente es originario del paleotrópico (India y sudeste de Asia), aunque se ha extendido por el resto de zonas tropicales del mundo. Presenta plantas herbáceas grandes, rizomatosas, con pseudotallos, hojas con nerviación reticulada y flores vistosas asimétricas o zigomorfas.

Algunas de sus especies se cultivan por el atractivo de sus flores (*Strelitzia*, *Canna*, *Kaempferia*) o de su follaje (*Ravenala*, *Maranta*), pero el verdadero interés se centra en sus usos alimenticios y nutraceuticos. *Canna* y *Maranta* poseen rizomas ricos en almidón, el banano (*Musa x paradisiaca*) es muy consumido en el mundo, *Aframomum* ha sido sucedáneo de la pimienta, *Curcuma* se ha usado como colorante alimentario y actualmente se ha potenciado el consumo de *Zingiber*. Hay que tener en cuenta que lo natural no es sinónimo de inocuo y pueden aparecer efectos secundarios e interacciones con otros medicamentos.

Las tres especies más conocidas son la cúrcuma (*Curcuma longa* L.), el jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) y el cardamomo [*Elettaria cardamomum* (L.) Maton]. En los últimos años ha aumentado el interés científico de las mismas para verificar sus propiedades medicinales. Hasta ahora sólo se han evidenciado algunas de ellas con estudios *in vitro* e *in vitro*, necesitándose de muchas más investigaciones para confirmar las supuestas actividades biológicas en humanos que presentan sus moléculas o conjunto de moléculas.

6.-BIBLIOGRAFÍA

1. Ali BH, Blunden G, Tanira MO, Nemmar A. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recent research. *Food Chem Tox.* 2008; 46:409–420.
2. Ali MS, Dash PR, Nasrin M. Study of sedative activity of different extracts of *Kaempferia galanga* in Swiss albino mice. *Compl Alter Med.* 2015; 15:158.
3. Amalraj A, Pius A, Gopi S, Gopi A. Biological activities of curcuminoids, other biomolecules from turmeric and their derivatives. A review. *J Trad Compl Med.* 2017; 7:205-233.
4. APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society.* 2016, 181, 1-20.
5. Ashokkuma K, Murugan M, Dhanya MK, Warkenti TD. Botany, traditional uses, phytochemistry and biological activities of cardamom [*Elettaria cardamomum* (L.) Maton]. A critical review. *J Ethnopharmacol.* 2020; 246:112244.
6. Atun S, Arianingrum R. Anticancer Activity of Bioactive Compounds from *Kaempferia rotunda*. Rhizome Against Human Breast Cancer. *Int J Pharmacog Phytochem Res.* 2015; 7(2): 262-269.
7. BEDCA. Base de datos española de composición de alimentos. [Consultado en: abril de 2021]. Disponible en: <http://www.bedca.net/bdpub/>
8. BotPlus. Cúrcuma. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://botplusweb.portalfarma.com/botplus.aspx>
9. Bremer B, Bremer K, Chase MW, Stevens PF, Andenberg A, Blackund A. “An update of the Angiosperm Phylogeny Group. Classification for the orders and families of flowering plants: APG III”. *Botanical J Linn Soc.* 2009; 61: 105-121.
10. Cheng C, Peng S, Li Z, Zou L, Liu W, Liu C. Improved bioavailability of curcumin in liposomes prepared using a pH-driven, organic solvent-free, easily scalable process. *RSCAdv.* 2017; 7:25978-25986.
11. Cronquist A. The evolution and classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. Allen & Lawrence: Kansas; 1988.
12. De las Heras-Polo B. Productos Naturales: De la medicina tradicional a cabezas de serie para el desarrollo de nuevos fármacos del siglo XXI *An Real Acad Farm.* 2021; 87: 97-104.
13. Devesa-Alcaraz JA, Carrión-García JS. Las plantas con flor. Córdoba: Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba; 2012.
14. Dissanayake KGC, Waliwita WALC, Liyanage RP. A Review on Medicinal Uses of *Zingiber officinale* (Ginger). *Int J Health Sc Res.* 2020; 142: 10.
15. Eram S, Bagga P, Arif, Afroz M, Kumar A, Ahsan F, Akhter S. A review on phytopharmacological activity of *Alpinia galanga*. *Int J Pharm Sci.* 2019; 11: 6-11.
16. Exportación mundial de cardamomo. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://www.maga.gob.gt/download/Perfil%20cardamomo.pdf>

17. FAO Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y Agricultura. [Consultado en: marzo de 2021]. Disponible en: www.fao.org
18. Farmacopea española. Cúrcuma de Java. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://extranet.boe.es/farmacopea/doc.php?id=1441>
19. Farmacopea española. Jengibre. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://extranet.boe.es/farmacopea/doc.php?id=1522>
20. Ferreira Guimarães A, Andrade-Vinhas AC, Ferraz Gomes A, Souza LH, Baier-Krepsky P. Essential oil of *Curcuma longa* L. rhizomes chemical composition, yield variation and stability. *Quimica Nova*. 2020; 43: 909-913.
21. Flora of China. [Consultado en abril de 2021] Disponible en: <http://www.efloras.org>
22. Gaviño-González FA, González-Minero FJ. A propósito del estudio botánico de la Farmacopea Española de 1954. *Ende*: Sevilla; 2021.
23. Global Biodiversity Information Facility –GBIF. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://www.gbif.org/>
24. Gingerol. This molecule was part of our Gingerol, Shogaol, and Zingerone set. *Am Chem Soc*. 2011. <https://www.acs.org/content/acs/en/molecule-of-the-week/archive/g/gingerol.html>
25. González-Albadalejo J, Sanz D, Claramunt RM, Lavandera JL, Alkorta I, Elguero J. Curcumin and curcuminoids: chemistry, structural studies and biological properties. *An Real Acad Farm*. 2015; 81: 278-310.
26. Hewlings J, Kalman DS. Curcumin: A Review of Its Effects on Human Health. *Foods*. 2017; 6(10): 92.
27. Heywood VH. *Las plantas con flores*. Barcelona: Reverté; 1985.
28. Hübert T, Tiebe T, Banach U. *Electronic noses for the quality control of spices*. Academic Press. 2016; pp. 115-124.
29. Hussain N, Hashmi AS, Shagufta S, Raza S, Qamar S, Mubeen H. Chemical analysis of trait, Punjab's *Zingiber officinale* rhizome as a crude drug. *World J Phar Res*. 2015; 4:166-176.
30. Kevin KF Ng. *Spice as Medicine: Ginger, Zingiber officinale*. 2019. <https://www.slideshare.net/ssusera9ba27/spice-as-medicine-ginger-zingiber-officinale>
31. Kirchoff BK, Lagomarsino LP, Newman WH, Bartlett ME, Specht ChD. Early floral development of *Heliconia latispatha* (Heliconiaceae), a key taxon for understanding the evolution of lower development in the zingiberales. *Am J Bot*. 2009; 96(3): 580–593.
32. Leong-Škorníčková J, Otakar Šída, O, Vlasta Jarolímová V., et al. Chromosome numbers and Genome Size Variation in Indian Species of *Curcuma* (Zingiberaceae). *Ann Bot*. 2007; 100: 505-526.
33. Mao QQ1, Xu XY, Cao S et al. Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Foods*. 2019; 8:185.
34. Ming-Zhi M, Huan-Fang L, Yan-Feng K, Pu Z, Jing-Ping L. Floral vasculature and ontogeny in *Canna indica*. *Nord J Botany*. 2014; 32: 485–492.
35. MOBOT. Angiosperm Phylogeny Website. [Consultado: abril de 2021]. Disponible en: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>

36. Nelson KM, Dahlin JL, Bisson J, Graham J, Pauli GF, Walters MA. The Essential Medicinal Chemistry of Curcumin Miniperspective. *J Med Chem.* 2017; 60: 1620-1637
37. Pérez-Rubio KG, Hernández-Chávez A. Fitofarmacología. In: *Farmacología General: una guía de estudio* (Sánchez-Peña ed.). McGraw-Hill Education: México. 2017. pp.15-22.
38. Prance G, Nesbitt M. *The cultural history of plants.* Routledge: New York; 2005.
39. Prasath D, Venugopal M, Senthil-Kumar R. Evaluation of high-yielding cardamom (*Elettaria cardamomum*) selections in Karnataka for yield and quality. *Ind J Agri Sc.* 2009; 79: 207-209.
40. Priyadarsini KI. *The Chemistry of Curcumin: From Extraction to Therapeutic Agent Priyadarsini Molecules.* 2014; 19: 20091-20112.
41. Producción de jengibre en el mundo [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://www.atlasbig.com/en-ie/countries-by-ginger-production>
42. Producción mundial de cúrcuma. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compilium_-_Turmeric.pdf
43. Producción mundial de plátanos 2020. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-bananera>
44. Rai M, Cordell GA, Martínez JL, Marinoff M, Rastrelli L. *Medicinal plants. Biodiversity and drugs.* Boca Raton; 2012.
45. Raj SS, Joshi K, Nayak S. Identification of elite genotypes of turmeric through agroclimatic zone based evaluation of important drug yielding traits. *Ind Crops Prod.* 2013; 43:165-171.
46. Sabir SM, Zeb A, Mahmood M, Abbas SR, Ahmad Z, Iqbal N. Phytochemical analysis and biological activities of ethanolic extract of *Curcuma longa* rhizome. *Braz J Biol.* 2021; 81: 737:740.
47. Saensouk S, Saensouk P. New report on karyotype and idiogram of two *Zingiber* species, *Z. ligulatum* and *Z. parishii* subsp. *phuphanense* from Thailand. *Nucleus.* 2021; 64:115–121.
48. Saiz de Cos P, Perez-Urria E. Cúrcuma (*Curcuma longa* L.). *Reduca.* 2014; 7:84-99.
49. Saokaew S, Wilairat P, Raktanyakan P et al. Clinical Effects of Krachaidum (*Kaempferia parviflora*): A Systematic Review. *J Evidence-Based Compl Alter Med.* 2017; 22(3): 413-428.
50. Salgado F. El jengibre (*Zingiber officinale*). *Acupuntura.* 2011; 167.
51. Shoba G, Joy D, Joseph T, Majeed M, Rajendran M, Srinivas PS. Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta Med.* 1998; 64(4):353-356
52. Simpson MG. *Diversity and Classification of Flowering Plants: Amborellales, Nymphaeales, Austrobaileyales, Magnoliids, Monocots, and Ceratophyllales. Plant Systematics (Third Edition).* Academic Press; 2019. pp. 187-284.
53. Takhtajan A. *Flowering Plants.* 2nd ed. Springer-Science+ Business Media, B. V.; 2009.

54. The ayurvedic pharmacopoeia of India part – I Vol. IX. Government of india ministry of ayush. Pharmacopoeia commission for indian medicine & homoeopathy ghaziabad; 2016.
55. The Plant List, Royal Botanical Gardens, Kew. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/>
56. Theilade ML, Mærsk-Møller J, Theilade, Larsen K. Pollen morphology and structure of *Zingiber* (Zingiberaceae). Grana. 1993; 32: 338-342.
57. Umar MH, Asmawi MZB, Sadikun A, Iqbal MA. Review Phytochemistry and medicinal properties of *Kaempferia galanga* L. (Zingiberaceae) extracts. Afr Jf Pharmacy Pharmacol. 2011; 5(14): 1638-1647.
58. Valdés B. Magallanes y la ruta española de las especias. Instituto de Academias de Andalucía: Málaga. 2019. pp. 90-120.
59. Valores nutricionales del cardamomo. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://www.nutritionvalue.org/Spices%2C%20cardamom%20nutritional%20value.html>
60. Watson L, Dallwitz MJ. Zingiberaceae Lindl. <https://www.deltaintkey.com/angio/www/zingiber.htm> 2021.
61. Wettstein R. Tratado de botánica sistemática. Madrid: Labor; 1944.
62. WHO (World Health Organization). Monographs on selected medicinal plants Volume 1. Geneva, 1999.
63. Wickens GE. Economic Botany. Principles and practices. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 2009.
64. Wikispecies. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <https://species.wikimedia.org/wiki> .
65. Zhang WJ, Guang JG, Kong LY. The Genus *Alpinia*: A Review of Its Phytochemistry and Pharmacology. Word J Trad Chin Med. 2016; 2:26-41.