



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“Ginkgo biloba, un árbol único”

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

Ramírez Carranco Jonathan Arturo

Director: Biol. Marcial García Pineda

Dictaminadores:

Mtra. María Edith López Villafranco

Mtra. Diana Herrera Rojas

Biol. Héctor Barrera Escorcía

Mtro. Antonio Edmundo Cisneros Cisneros



Los Reyes Iztacala, Edo. De México, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	6
CLASIFICACIÓN	6
DESCRIPCIÓN	7
Follaje	8
Inflorescencia	9
Semilla	10
Tronco	11
Raíz	12
DIFERENCIAS ENTRE ÁRBOLES MASCULINOS Y FEMENINOS	13
HÁBITAT Y CULTIVO	13
IMPORTANCIA	14
Medicinal	14
Ornamental	14
USO EN LA ALIMENTACIÓN	14
Composición química de la semilla	16
Otros usos	16
VARIEDADES	17
Varietades que se cultivan por su uso ornamental	17
Varietades cultivadas para la producción de semilla	18
CONSTITUYENTES	19
Terpenos	19
Flavonoides	20

Derivados del poliacetoato.....	20
Lípidos.....	21
CONTRAINDICACIONES - ADVERTENCIAS.....	22
ECOLOGÍA.....	22
ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	23
AMENAZAS DE SU EXTINCIÓN.....	23
MEDIDAS DE CONSERVACIÓN.....	24
GINKGO EN LA INDUSTRIA.....	24
Comercio.....	25
Oferta y demanda.....	25
Viabilidad Comercial.....	26
PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	26
PROPAGACIÓN SEXUAL DE GINKGO.....	27
PROPAGACIÓN ASEXUAL DE GINKGO.....	28
HISTORIA.....	28
HISTORIA EVOLUTIVA.....	30
GINKGO EN MÉXICO.....	31
PORQUE SEMBRAR GINKGO EN MÉXICO.....	32
ESTUDIOS <i>IN VITRO</i> Y EN ANIMALES.....	33
Actividad cardiovascular y hemorrágica.....	33
Deficiencia cognitiva, demencia en la enfermedad de Alzheimer y demencia multiinfarto.....	33
Estimulación de las funciones cognitivas en voluntarios sanos.....	34
Asma, antagonismo del factor de activación plaquetaria.....	35
ASOCIACIÓN DE GINKGO CON UN ALGA.....	36
Referencias bibliográficas.....	38

Dedicatoria y agradecimientos

La presente tesina está dedicada a todos mis seres queridos, ya que sin ellos esto no hubiera sido posible.

A mis padres

Norma Diana Carranco Blanquet y Miguel Angel Ramírez Hernández, quienes han creído en mí siempre, dándome un ejemplo de superación, humildad y sacrificio a lo largo de todos estos años; enseñándome a valorar lo que tengo. Les agradezco haber fomentado en mí, el deseo de superación y triunfo en la vida, por mostrarme como se deben de hacer las cosas y encaminarme a una vida llena de felicidad. Espero contar con su incondicional y valioso apoyo siempre, siéntanse orgullosos de todo lo que han logrado, porque gracias a ustedes es que estamos aquí, estas líneas no son suficientes para expresar todo lo que siento por ustedes, solo quiero que sepan que estaré eternamente agradecido por todo lo que han hecho por mí y por nuestra familia, los quiero muchísimo y espero poder darles al menos un poco de todo lo que me han brindado. GRACIAS.

A mi hermano

Miguel Angel Ramírez Carranco, aunque muchas veces estamos en constante desacuerdo, son más los buenos momentos que pasamos juntos, gracias por todos esos momentos gratos y por mostrar que me apoyas y me motivas muy a tu manera, siempre podrás contar conmigo y recuerda “Cuando te derriben y la vida te golpee, no debes rendirte, te levantarás con el doble de coraje, porque eres un campeón” No pain, No gain .

A mi familia

Agradezco a mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional, por el tiempo dedicado en enseñarme invaluable cosas que me servirán por el resto de mi vida, por esos buenos y malos momentos, los quiero.

A mi pareja

Gloria Guadalupe Osorio Núñez, gracias por brindarme tu apoyo y amor incondicional, por motivarme en esta última y frustrante etapa, por estar conmigo en los buenos y malos momentos, gracias por hacerme tan feliz y por ayudarme a descubrir esas nuevas sensaciones, sin ti simplemente no sería lo mismo, sabes que siempre podrás contar con mi amor y mi apoyo, te amo chaparra.

A mis amigos

Ustedes me acompañaron a lo largo de este proceso, gracias por haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencia que nunca voy a olvidar.

A mi asesor y sinodales

Gracias por sus conocimientos, su manera de trabajar, sus orientaciones, su paciencia y motivación han sido fundamentales para la realización de este proyecto

A mis profesores

Por haber inculcado en mí además de conocimientos, ese sentido de responsabilidad, seriedad y rigor académico sin los cuales no habría tenido una formación completa como Biólogo.

A la UNAM y la FES Iztacala

Por otorgarme el lugar y los medios con los cuales pude concluir mi formación como Biólogo de manera satisfactoria.

INTRODUCCIÓN

Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae) es un árbol de hoja caduca, con hojas en forma de abanico, irregularmente lobuladas. Es la única especie viva de la división Ginkgophyta (Lorenzi y Matos, 2000), es un árbol único en el mundo al no contar con “parientes vivos”. Ginkgo proviene de las especies más antiguas de árboles en el mundo que se remonta a unos 200 millones de años.

Algunos árboles de Ginkgo han llegado a vivir más de un promedio de 1000 o más años, probablemente se encontraría extinta si los monjes orientales no lo hubieran cultivado en los jardines de sus templos. Es una especie originaria de China, Japón y Corea; se encuentra distribuida en algunas regiones templadas de Europa y América como árbol ornamental. En otoño el follaje se torna amarillo, lo que hace que sea muy apreciado en jardinería, como es resistente a la contaminación atmosférica, se cultiva actualmente en parques urbanos y a lo largo de las calles en las regiones templadas (Raven *et al.*, 2001).

El árbol de Ginkgo es también conocido como árbol de los cuarenta escudos, este árbol es utilizado por la medicina china desde hace más de 4000 años y gracias a sus grandes propiedades químicas ha sido objeto de numerosas investigaciones, las hojas de esta especie se utilizan ampliamente en la forma de un concentrado estandarizado de *Ginkgo biloba* (GBE) en diferentes países (en particular, China, Europa, Francia y Alemania) como fuente de la medicina a base de hierbas. Cada año, entre 1,5 millones de kilogramos de hojas de Ginkgo se cosechan con fines medicinales en todo el mundo (WWF Diario 2000).

Muy apreciado por su belleza y también por su resistencia a la contaminación y a los insectos depredadores, el ginkgo crece actualmente en todo el mundo; desgraciadamente se privilegia la plantación de ejemplares machos, ya que los frutos de los árboles hembra, desprenden en su madurez un olor que puede ser desagradable.

ANTECEDENTES

El *Ginkgo biloba* actualmente es considerado una planta ornamental importante y cotizada pues son árboles resistentes al ataque de insectos, bacterias, virus y contaminación (Jense y Salisbury, 1988; Raven, 1991; Plan, 1996; Life Source, 1996); además de que se adaptan al aire frío y tropical (Kim, 1996), por ende pueden ser cultivados en muchos lugares del mundo, incluso en las ciudades.

Ginkgo biloba es una planta medicinal, cuyo uso se remonta al año 2800 a. C en China, donde sus semillas eran utilizadas con fines terapéuticos, como expectorante y antiasmático (Kwant C, 2006). La hoja de Ginkgo también era usada en este país para tratar el asma y los trastornos cardiovasculares. Sin embargo el uso de la hoja tiene una reciente historia en Occidente.

Actualmente los ginkgos han adquirido una gran fama alrededor del mundo, ya que diversos investigadores han aislado compuestos químicos de esta especie (flavonoides y ginkgolides), que muestran efectos benéficos en el hombre. Los extractos concentrados de la hoja de Ginkgo se comercializan en varios países europeos y se utilizan para tratar vértigo, déficit cognitivo, acúfenos de origen vascular y claudicación intermitente. *G. biloba* es probablemente la planta más importante usada como fitofármaco en Europa (Pamplona, 1996)

CLASIFICACIÓN

Durante muchos años fue difícil clasificar el Ginkgo, hasta que se decidió colocarlo en una división aparte (filo) Ginkgophyta, conformada por un solo orden, ginkgoales y una sola familia clasificada por Engler, la Ginkgoaceae.

División: Ginkgophyta --Ginkgofitos

Clase: Ginkgoopsida

Orden: Ginkgoales

DESCRIPCIÓN

Nombre científico: Ginkgo biloba L. 1771

Pronunciación: gink-go bye-lou-buh

Nombre común (s): Gingo, Ginkgo, Ginkgo, Ginkgo

Familia: Ginkgoaceae

Clima: zonas: / 5 - 8/9 (6-9a óptima)

Origen: China

Usos: Recomendado para franjas de protección alrededor de los estacionamientos; árbol de calle residencial; árbol ha crecido con éxito en las áreas urbanas, donde la contaminación del aire, mal drenaje, suelos compactados, y / o la sequía son comunes

Disponibilidad: en general, disponibles en muchas áreas dentro de su rango de resistencia

Altura: 50 a 75 pies (15 a 25 m)

Ancho: de 50 a 60 pies (15 a 20 m)

Uniformidad de la copa: contorno irregular o silueta

Forma de la copa: ronda; piramidal

Densidad de la copa: abierta

Tasa de crecimiento: lento

Follaje

Las hojas de este árbol son de fácil de reconocimiento; consisten en un pecíolo de unos 8 cm de largo y una hoja venosa dicotómica con forma de abanico: dos venas paralelas entran en cada hoja desde el punto de unión del largo pecíolo y se divide reiteradamente en dos. Las venas son levemente levantadas, dando una apariencia de costillas. Los poros son rebajados y limitados, reduciendo por lo tanto la pérdida de agua por evaporación.

La forma es bilobada, no tiene un nervio central y tiene forma de abanico (como se muestra en la figura 1); La hoja puede presentar más de dos lóbulos ya que hay una gran variedad en el grado de lobulado en el mismo árbol e incluso también puede variar de un individuo a otro. El color varía de verde gris a verde oscuro en verano, cambiando a amarillo y, en buenos años, a un color amarillo oro en otoño. Ciertos cultivos seleccionados tienen anualmente este color amarillo oro en otoño

Disposición de las hojas: alternas

Tipo de hoja: sencilla

Margen: lobulado

Forma: en forma de abanico

Venación: paralelo; palmeado

Tipo y persistencia: caducifolio

Longitud: 2 a 4 pulgadas (5-12 cm)

Color: verde

Color en otoño: amarillo



Figura 1. Hoja de *Ginkgo biloba*

Inflorescencia

La inflorescencia presenta un color verde, es poco visible y no llamativa como se muestra en la siguiente figura; la floración es en primavera



Figura 2. Inflorescencia de *Ginkgo biloba*

Semilla

La semilla tiene una forma ovalada; ronda como se puede apreciar en la Figura 3.

Longitud con sarcotesta: 1 a 1,5 pulgadas (2-3 cm)

Semilla con sarcotesta en 1 kg: 200 piezas aprox.

Cubierta: carnosa

Color con sarcotesta: verde; amarillo

Características de la semilla con sarcotesta: no atraen a la fauna silvestre; poco visible y no llamativa

Longitud sin sarcotesta: > 0,5 pulgadas (> 1,5 cm)

Semilla sin sarcotesta en 1 kg: 600-1200 piezas.



Figura 3. Sarcotesta y esclerotesta (derecha a izquierda) de la semilla de *Ginkgo biloba*.

Botánicamente, las estructuras parecidas a drupas que produce la planta femenina no son “frutos”, pero son semillas con un caparazón de dos capas, una carnosa y blanda (sarcotesta) y otra dura interna (esclerotesta). Dentro de esta última está el prótalo de color verde claro y que constituye la parte comestible

del “fruto”. Está rodeado por una fina envoltura más o menos translúcida de color pardo-anaranjado; el embrión se sitúa en posición apical.

Tronco

El tronco puede alcanzar una altura de hasta 35 metros al adquirir la madurez y presenta una coloración grisácea y carece de espinas (como se puede apreciar en la figura 4), durante la etapa juvenil tiene un crecimiento columnar central y ramas esparcidas en forma piramidal. En la madurez su forma es más o menos cónica, el tronco principal se divide y en la punta se dividen ramas ascendentes. Posee una corteza de color marrón a gris, profundamente estriada y arrugada en ejemplares adultos y textura parecida al corcho. Al igual que muchas coníferas, el Ginkgo tiene dos tipos de ramas, los braquiblastos o brotes cortos y los macroblastos o brotes largos. En apariencia los macroblastos tienen un hábito de crecimiento en el cual las hojas están separadas por intervalos de entrenudos regulares, todos a lo largo del tallo. Por el contrario, los braquiblastos no tienen entrenudos apreciables, así que las hojas parecen agregadas en la punta del tallo (Gunkle et al. ,1949). Los macroblastos tienen un crecimiento indefinido y constituyen las ramas principales del árbol, mientras que los braquiblastos tienen un crecimiento limitado, aumentando solo unos cuantos milímetros por año.

Es una especie caducifolia de crecimiento lento durante varios años después de la siembra , pero luego de esto puede crecer a un ritmo acelerado , en particular cuando recibe un suministro adecuado de agua y un poco de fertilizante. El árbol masculino tiene una forma de columna delgada y el femenino es más ancho y más frondoso.

Requisito de poda: necesita poca poda para desarrollar una estructura fuerte.



Figura 4. Tronco de *Ginkgo biloba*

Raíz

La raíz y tallo del Ginkgo son muy parecidos a las de las pináceas sin embargo existe una diferencia muy importante entre las raíces de este con respecto a las anteriores, ya que el Ginkgo presenta cavidades mucilaginosas en lugar de canales resiníferos (Conqrist, 1978 citado por Montes, 1996).

El sistema radical está compuesto por una raíz primaria que se deriva del embrión, presenta un tipo axonomorfo central que penetra profundamente el suelo, posee raíces secundarias y carece de pelos radiculares, por esta razón desarrolla relaciones simbióticas con micorrizas. El Ginkgo es colonizado fuertemente por micorrizas vesículo-arbusculares, puede ser colonizado por: *Glomus fasciculatum*, *G. caledonium*, *G. epigeum* y *G. macrocarpum*, y además las micorrizas aumentan el crecimiento vegetativo, ya que juegan un papel importante en la absorción del fósforo. (Bonfante y Fontana, 1984 citado por Camacho 1997).

DIFERENCIAS ENTRE ÁRBOLES MASCULINOS Y FEMENINOS

Existen algunas diferencias en el hábito de crecimiento de los dos sexos; el árbol masculino crece de manera piramidal, mientras que el árbol femenino posee una forma más dispersa. El árbol masculino regularmente pierde sus hojas con mayor rapidez en el otoño que el árbol femenino. El caréotipo de las células diploides del Ginkgo masculino contiene 3 cromosomas con satélites y el caréotipo de los arboles femeninos contiene 4 cromosomas con satélite (Lee, 1954).

HÁBITAT Y CULTIVO

Se cultiva en plantaciones a gran escala en China, Francia y Carolina del Sur en los E.U.A y en algunos otros países, como se muestra en la siguiente figura.

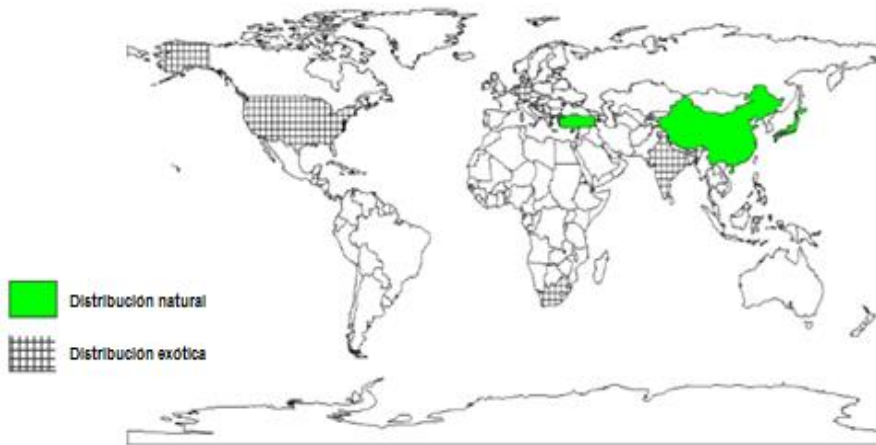


Figura 1. Países donde Ginkgo es originario y donde se ha introducido Fuente: [Orwa et al.2009]

IMPORTANCIA

Medicinal

El uso medicinal del Ginkgo tiene una larga historia, que se remonta al año 2800 a.c. La medicina tradicional china ha utilizado sus semillas con fines terapéuticos. Las semillas se usan para aliviar el espasmo bronquial y aflojar las flemas, además se dan para tratar la vejiga débil e incontinencia. Las hojas se usaban también en China para tratar el asma y los trastornos cardiovasculares (Rai *et al.*, 1991)). Sin embargo, el uso tradicional de la hoja tiene una reciente historia en Occidente, en donde el interés por el Ginkgo se ha concentrado en la notable cualidad de las hojas para mejorar la circulación, especialmente la mala irrigación al cerebro (Domínguez, 2010).

Ornamental

El Ginkgo es usado especialmente para el desarrollo urbano y jardinería, debido al dorado de sus hojas en mayo y junio y a su copa en forma de candelabro, resistencia a enfermedades, contaminación urbana y muchas plagas, aunado a esto su longevidad. Solo se utilizan arboles macho, para evitar el olor penetrante y desagradable producido por los frutos de los arboles hembra. En Oriente, los practicantes del Bonsái utilizan frecuentemente al *Ginkgo biloba* para su arte, por su alto valor estético (Dos Santos-Tam *et al.*, 2012).

USO EN LA ALIMENTACIÓN

El consumo de las semillas de Ginkgo es algo común en China y Japón, especialmente en ceremonias nupciales y se les conoce con el nombre de “ginan”. Las semillas poseen muchos de sus carbohidratos en forma de almidón y algunas pequeñas cantidades en forma de glucosa, fructosa y sacarosa, otorgándole un sabor dulce; su sabor es similar al queso suizo (Camacho, 1997).

El mayor principio tóxico de las semillas fue determinado como 4-0-metilpiridoxina, esto es lo que causa la intoxicación alimentaria (Tang, citado por ginkgo invitro ,1996). Por esta razón las semillas se deben tostar, hervir o freír. Para hacer esto se colocan las semillas limpias, secas y sin cáscara en una cacerola y se tuestan en el horno a 350°C por 15 minutos.

Valor alimenticio de las semillas de <i>Ginkgo biloba</i>	
Elemento	Contenido en 100 g.
Calorías	185
Humedad	54.1 %
Proteína	4.8 g
Grasa	1.6 g
Carbohidratos	38.1 g
Fibra	0.6 g
Ceniza	1.4 g
Calcio	5.0 mg
Fósforo	150 mg
Hierro	1.2 mg
Sodio	7.0 mg
Potasio	523 mg
B- caroteno	180 mg
Tiamina	0.24 mg
Rivoflavina	0.12 mg
Niacina	2.8 mg
Ácido ascórbico	25 mg

Tabla 1. Valor alimenticio de las semillas de *Ginkgo biloba* .Fuente: [Camacho, 1997]

Para preparar la semilla, se debe de remover la capa exterior remojando el fruto entero, después de un día o dos puede macerarse y la cáscara exterior de las semillas se limpia con agua de grifo. Para eliminar el mal olor que queda en las semillas, se pueden remojar en una solución de 1 cucharada de bicarbonato de sodio por cuatro litros de agua corriente de 30min a una hora, si es necesario este proceso se puede repetir, para que las semillas estén listas para su consumo finalmente se colocan en una descascaradora.

Composición química de la semilla

La sarcotesta de la semilla ha producido reacciones alérgicas graves ya que presenta ácido ginkolínico, hidroginkgólnico, ginkgol y bilobol, por esto no se debe de manipular o ingerir.

Otros usos

El *Ginkgo biloba* brinda madera de buena calidad, que posee una propiedad repelente de insectos, es poco utilizada debido a su limitado suministro. La madera es ligera pero resistente, con un color marrón claro. En el Oriente es utilizado para hacer artesanías y artículos de fantasía. Una forma de utilización es para la producción de postes, ya que la madera es muy durable (Doran, citado por Camacho, 1997).

En los campos inundados de arroz en Japón las hojas son utilizadas como fertilizante. Otro aspecto a mencionar es su significado religioso, debido a que el ginkgo se puede encontrar en la mayoría de los templos budistas.

VARIEDADES

Variedades que se cultivan por su uso ornamental

En Europa y Estados Unidos, los árboles cultivados son casi siempre seleccionados por carecer de fructificación (árboles machos), a partir de esto, se busca un mejor color en el otoño y / o un hábito de crecimiento modificado.

- Aurea – Hojas amarillas doradas durante todo el verano, con un crecimiento lento.
- Aureo Variegata – Hojas largas con bandas amarillas extensas, es el cultivar más apreciado visualmente.
- Autumn Gold – Presenta un color amarillo a dorado en el otoño, con un hábito de crecimiento ampliamente piramidal en la madurez, macho, con forma más compacta, mide alrededor de 1.30m de altura x 70 cm de ancho.
- Dorado pequinés- En primavera sus hojas, rígidas y apretadas, son de un amarillo con brillo dorado. No es abundante y sobrepasa los cuatro metros de altura.
- Fairmount – Árbol macho, de crecimiento rápido, posee una forma cónica con ramas densas de arreglo muy cerrado.
- Fastigiata- De forma columnar, hojas de color verde azulado, puede llegar a los diez metros de altura, excepto la sub variedad 'Fastigiata de Barabit'. Es muy escasa.
- Horizontalis – Su característica distintiva es que presenta un crecimiento bajo, y con las ramas laterales casi postradas.
- Lacinata – es de forma cónica, con crecimiento vigoroso, hojas largas de aproximadamente 15 cm, ocasionalmente lobuladas, margen apical muy frecuente y profundamente dentado.
- Lakeview – Árbol macho, ampliamente piramidal de 15 x 5 metros, hojas verdes y amarillas en otoño.

- Mayfreld - Presenta una forma estrechamente columnas 12 x 4 metros, con hojas verdes y una coloración amarilla en otoño.
- Ohazuki – El pedúnculo de las hojas llega a ser amplio, los foliolos son escobados hacia la punta y como un ala al peciolo de la hoja.
- Palo alto – árbol macho de 18 x 8 metros, es maderable, con una forma ampliamente dispersa, hojas verdes y amarillas en otoño.
- Pendula – Árbol pequeño, en forma de domo y con ramas a manera de péndulos.
- Princeton Sentry – Casi presenta una forma columnar, siendo ligeramente más ancho en la base, se utiliza arquitectónicamente para un acento vertical; árbol macho, alcanza aproximadamente 1.80m de alto y 25cm de ancho.
- Santa cruz – Árbol en forma de paraguas, bajo y disperso.
- Saratoga – Árbol muy denso, posee un hábito compacto con ramas ascendentes, crecimiento moderadamente lento.
- Sinclair – árbol macho, bien ramificado, resulta de difícil propagación.
- St. Cloud – ramas con ángulos rectos respecto al tronco, raramente presenta ramas secundarias, hojas densas.

Variedades cultivadas para la producción de semilla

En China y Japón son más frecuentes los arboles hembra, esto se debe a que en estos países sus semillas son consumidas.

Para el cultivo de semillas se requieren arboles con ramas bajas, de poca altura 7m, de ramas abiertas para facilitar la cosecha. El cultivar King de Dngking es el cultivar chino que produce las semillas más grandes. Se utiliza el injerto para propagación. (Del Tredici citado por Camacho, 1997).

En 1983 Santamour agrupa los tipos de cultivares chinos para la producción de semilla de la siguiente manera:

Variedad típica: El grupo Meihe- Yinxing: Es un grupo de árboles que producen frutos de hueso tipo ciruela, de forma redonda.

Varietad Huana: El grupo de árboles Fushoin- Yinxing o grupo dedo – limón: Incluye a aquellos árboles que producen frutos oblongos y elípticos.

Varietad Apiculata: El grupo Maling – Yinxing o modelo caballo campana: Presenta árboles que producen un fruto intermedio entre los dos grupos anteriores con un pequeño apículo en el tope del fruto.

CONSTITUYENTES

Terpenos

Se pueden encontrar diferentes grupos de terpenos, llamados terpenos trilactones (ginkgolidos, bilobalido), triterpenos (esteroides, filosteroides), carotenoides, poliprenoles y terpenos volátiles (mono y sesquiterpenos).

Terpenos Trilactones

Los primeros terpenos fueron aislados de las raíces por Furukawa (1932). Después, su estructura fue determinada por Maruyama et al. (1967 a-d), Maruyama y Terehara (1967) y Nakanishi y Habaguchi (1967) y los denominaron ginkgolidos A, B, C y M.

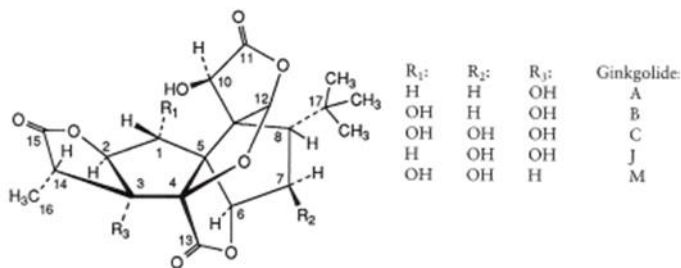


Figura 2. Ginkgolidos [Fuente: van Beek; T. A., 2000]

La única diferencia entre estos compuestos son el número y la posición de los grupos hidroxilo, que pueden presentarse en el C1, C3 o C7 del anillo.

Flavonoides

Los flavonoides son compuestos polifenólicos de bajo peso molecular que, probablemente, se encuentran en todo tipo de plantas verdes. Su estructura básica consta de dos grupos fenilo (A y B) unidos por un puente de tres carbonos que forma un anillo heterocíclico oxigenado (anillo C).

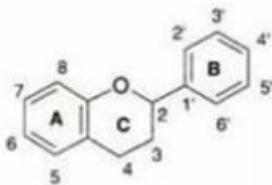
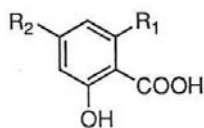


Figura 3. Estructura general de los flavonoides.[Fuente: Balasundram *et al.*, 2006]

Derivados del poliaceato

Entre los compuestos derivados del poliaceato destacan los ácidos anacárdicos y resorcílicos, los cardanoles y cardoles, los lípidos y las largas cadenas de carbohidratos.



R ₁ :	R ₂ :
(CH ₂) ₁₂ CH ₃	Anacardic acid:
(CH ₂) ₁₃ CH ₃	H 6-Tridecylsalicylic acid
(CH ₂) ₁₄ CH ₃	H 6-Tetradecylsalicylic acid
(CH ₂) ₇ (CH) ₂ (CH ₂) ₅ CH ₃	(Hydroginkgolic acid)
(CH ₂) ₁₆ CH ₃	H 6-Pentadecylsalicylic acid
(CH ₂) ₈ (CH) ₂ CH ₂ (CH) ₂ (CH ₂) ₃ CH ₃	(Hydroginkgolic acid)
(CH ₂) ₇ (CH) ₂ (CH ₂) ₇ CH ₃	H 6-[8-Pentadecenyl]salicylic acid
(CH ₂) ₇ (CH) ₂ (CH ₂) ₃ CH ₃	(Ginkgolic acid)
(CH ₂) ₁₂ CH ₃	H 6-[9,12-Heptadecadienyl]salicylic acid
(CH ₂) ₁₂ CH ₃	H 6-[8-Heptadecenyl]salicylic acid
	Resorcylic acid:
	OH 6-[8-Pentadecenyl]resorcylic acid
	OH 6-Tridecylresorcylic acid

Figura 4. Ácidos anacárdicos y resorcilicos [Fuente: van Beek; T. A., 2000]

Lípidos

Los principales ácidos grasos de las semillas de Ginkgo son los ácidos oléico y linoléico.

CH ₃ (CH ₂) ₂₅ OH	1-Hexacosanol
CH ₃ (CH ₂) ₂ (CH) ₂ CHO	2-Hexenal
CH ₃ (CH ₂) ₈ CHR(CH ₂) ₁₈ CH ₃	R = H: n-Nonacosane
	R = O: n-Nonacosan-10-one (Ginnon)
	R = OH: n-Nonacosan-10-ol (Ginnol)

Figura 5. Carbohidratos de larga cadena y derivados [Fuente: van Beek; T. A., 2000]

CONTRAINDICACIONES - ADVERTENCIAS

El extracto de Ginkgo se debe usar con cautela en pacientes que toman agentes anticoagulantes o antiplaquetarios.

Embarazo y lactancia – No parece que se hayan descrito estudios sobre el efecto del extracto de Ginkgo o los ginkgólidos en las embarazadas o en las mujeres que amamantan a sus hijos, sin embargo en vista de las muchas acciones farmacológicas y la falta de datos sobre su toxicidad, se debe evitar el uso de ginkgo durante el embarazo y la lactancia.

ECOLOGÍA

Ginkgo biloba era probablemente un miembro de la comunidad del bosque mixto mesófilo que una vez cubrió la región montañosa fronteriza del valle del río Yangtze. La mayor parte de este bosque actualmente ha sido talado con la excepción de algunos restos ubicados en valles aislados y en laderas de las montañas escarpadas (Wang, 1961; Zheng, 1992a). Uno de los últimos refugios silvestres del Ginkgo se cree que es en la provincia de Zhejiang, China, también hay informes de las poblaciones Ginkgo "salvajes" en otras partes de China, incluyendo Guangxi, Guizhou y Sichuan, pero estas afirmaciones aún tienen que ser justificadas con investigaciones de campo cuidadosas.

Se encontró una estrecha relación entre las condiciones meteorológicas y *G. biloba* ya que un incremento de 1-3 ° C en la temperatura media mensual aumento su floración en Japón. La diferenciación sexual en Ginkgo es controlada por el equilibrio de ácido giberélico endógeno (GA3) etileno y citoquininas. La prevalencia de GA3 es beneficioso para la expresión sexual masculina.

La capacidad de germinación de Ginkgo es un factor importante que ha permitido a la especie a persistir en pendientes muy erosionadas de montañas, y bien pudo haber desempeñado un papel en la supervivencia y la estabilidad morfológica del género desde el Terciario. A continuación se muestra la representación del ciclo de vida de Ginkgo en estado silvestre.

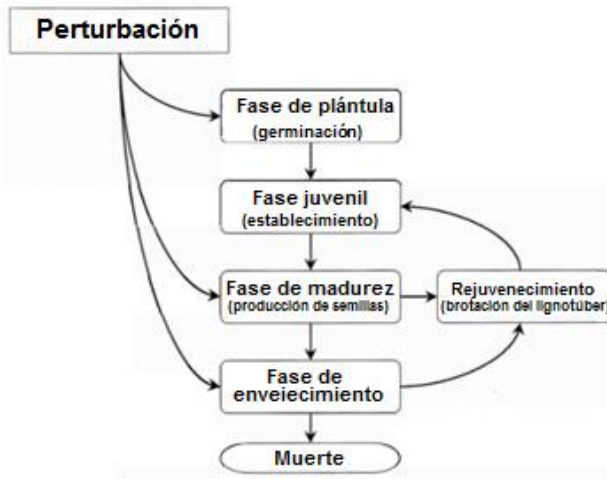


Figura 6. Representación del ciclo de vida de *Ginkgo biloba* en la montaña Tianmu modificado de : [Van Beek, 2000]

ESTADO DE CONSERVACIÓN

Esta es la única especie en el género. Es de larga vida y tiene un registro geológico antiguo ya que apareció en el Jurásico. Se creía que el ginkgo sólo existía en forma cultivada hasta que las poblaciones silvestres fueron descubiertas a finales del siglo XX. Según la UICN, *Ginkgo biloba* aparece como planta en peligro de extinción en la lista roja de especies amenazadas (B1 en Peligro + 2c ver 2.3), es por eso que este árbol debe recibir medidas de conservación (Sun, 1998).

AMENAZAS DE SU EXTINCIÓN

La población silvestre de Ginkgo es casi nula y la mayoría de los árboles existentes son cultivados. El Ginkgo se cultiva principalmente en Japón, China, Corea del Sur y Corea del Norte. Sólo existía una única población silvestre de

Ginkgo situada en Tianmushan (provincia de Zhejiang). En 1984, la población de Ginkgo de Tianmu consistía aproximadamente en 244 individuos con un diámetro medio del tronco de 45 centímetros y una altura media de 18,4 metros. La mayoría de los árboles crecían en sitios complicados como en el lecho del río o en pendientes rocosas. Un 40% de los árboles de Ginkgo de Tianmu poseían más de un tronco con un diámetro superior a los 10 centímetros de diámetro. La mayoría de estos troncos secundarios crecían a nivel del suelo y se formaban principalmente en especímenes aparentemente dañados y que soportaban un alto nivel de estrés. En un estudio realizado en 1989 se encontraron 167 individuos (Del Tredici *et. al*; 1992), lo que muestra que hubo una gran disminución de la población. Sin embargo, se han reportado tres poblaciones silvestres más: Longchou (provincia de Guangxi), Wuchuanshan (provincia de Guizhou) y Dahong (provincia de Hubei) (Zheng et al, 2004, citado por Sadaf, *et. al*; 2014).

MEDIDAS DE CONSERVACIÓN

El *Ginkgo biloba* ha sido ampliamente cultivado durante varios siglos. En Pakistán, NARC ha creado un jardín de hierbas en el que el *Ginkgo biloba* está creciendo en forma cultivada (Marwat y Shinwari, 1996 citado por Sadaf, *et. al*; 2014). En la actualidad no hay proyectos para la conservación de Ginkgo en su lugar de origen y aunque existen tres poblaciones silvestres, diversas industrias han cobrado millones de dólares en base a las propiedades medicinales de la planta. De consiguiente, es posible que esta especie perdure un corto de tiempo

GINKGO EN LA INDUSTRIA

Actualmente en la industria farmacéutica se cuenta con múltiples productos realizados a base de *Ginkgo biloba*; en la industria cosmética se utilizan sus hojas

que tienen un gran poder antioxidante, ya que retarda el envejecimiento celular y reduce los radicales libres en el organismo.

Natuderm®botanics, es una marca, desarrollada en Alemania por los laboratorios Mann & Schröder GMBH. Sus productos son 100% BIO y poseen las certificaciones BDIH (Union Federal Alemana de empresas Industriales y Comerciales), y NaTrue (Asociación Internacional de Productores Cosméticos Naturales y Ecológicos). Todos los productos de natuderm®botanics incluyen al Ginkgo como ingrediente esencial junto a otro más específico; dentro de sus productos se pueden encontrar shampoos para dar volumen al cabello, mascarillas hidratantes, cremas antiedad, mascarillas anti envejecimiento, entre otros.

Comercio

En 2001, se consumieron entre 4.5 millones y 5.1 millones de libras de hojas de ginkgo secas (Van Beek, 2000). Este fue un 34% mayor que la cantidad en 1997 y un 5% por encima de la cantidad en el año 2000. *G. biloba* ha estado creciendo a un ritmo muy rápido alrededor de todo el mundo, aumentando un 25% por año en el comercio mundial.

Alemania, Suiza y Francia tienen, respectivamente, 31 %, 8 % y 5 % del mercado mundial. En la actualidad hay alrededor de 142 productos de *G. biloba* en el mercado y se estima que en los próximos cinco años su utilización crezca el triple. *G. biloba* se vende en forma de hoja, extracto de polvo, y como para la industria farmacéutica y empresas de hierbas [64].

Oferta y demanda

Históricamente, el apoyo clínico positivo impulsa la demanda de este producto. Se están realizando ensayos clínicos en el *Ginkgo biloba* como una opción de tratamiento para la enfermedad de Alzheimer. Una base de envejecimiento de la población en América del Norte y Europa se ha incrementado la demanda, debido a las acciones anti envejecimiento de Ginkgo. Los fabricantes europeos

de alimentos funcionales también están incorporando este material en más suplementos nutricionales y bebidas.

La oferta y la demanda de Ginkgo han alcanzado el equilibrio con un mercado muy estable. Los suministros provienen casi exclusivamente del cultivo a gran escala. El cultivo a gran escala se está produciendo en todo el mundo. Un pequeño número de productores producen más del 95% de la oferta mundial. Existen plantaciones comerciales grandes Estados Unidos, Japón, Corea, Francia y China. El condado de Sumter, Carolina del Sur, es el hogar de la mayor plantación de Ginkgo en América del Norte.

Dado que la oferta de Ginkgo proviene exclusivamente de fuentes cultivadas, existe poca variación en los componentes bioactivos entre cosechas individuales. Los porcentajes bioactivos típicos son 24% flavoglycosides ginkgo y 6% de lactonas de terpeno.

Precios Ginkgo cotiza en una banda baja, estrecha precio. En 2001, los precios van desde 4.00 a 6.00 dólares por libra de hoja seca.

Viabilidad Comercial

Ginkgo goza de un comercio amplio en todo el mundo. Es el ingrediente principal en una serie de productos a base de hierbas, incluyendo "Tanakan"(Auxiliar en el tratamiento de la disminución de la memoria reciente y vértigo) y "Tebonin", .En 2001, el extracto EGb 761, fue uno de los cinco medicamentos de venta con receta más vendidos en Alemania. Está disponible en el Reino Unido, los Estados Unidos y Canadá como un suplemento alimenticio de venta libre.

De las 179 principales empresas botánicas en América del Norte y Europa, el 51% oferta a Ginkgo como un producto independiente y el 78% ofrece este material como un producto independiente o como parte de un suplemento multicomponente (Grennfield y Davis, 2004).

PLAGAS Y ENFERMEDADES

En general los Ginkgos son árboles longevos, muy resistentes a las enfermedades, plagas e incendios. También son muy tolerantes con la

contaminación del aire, y con frecuencia se plantan en ambientes de la ciudad donde la mayoría de los árboles no sobrevivirán. Sin embargo algunos hongos, escarabajos, insectos y bacterias pueden causar daños especialmente en árboles jóvenes. *Agrotis ipsilon* y *Gulcula panterinaria* son la principal causa de muerte en plántulas.

PROPAGACIÓN SEXUAL DE GINKGO

Las estructuras reproductivas masculinas y femeninas se producen en árboles separados y le lleva veinte años o más a la planta para desarrollar sus primeros. La semilla de color beige, con un tegumento duro, está encerrada dentro de una pulpa carnosa y madura en el otoño, su capa exterior carnosa sugiere una dispersión natural de las aves o animales, pero no se sabe que se alimenten de él. Dado que el Ginkgo es un árbol primitivo, es muy probable que su vector se haya extinguido. Por esta razón, las semillas nunca se encuentran lejos de la planta madre.

Las semillas de Ginkgo están listas para la recolección en otoño, al mismo tiempo que las hojas de los árboles comienzan a caer. La semilla puede ser limpiada por maceración y técnicas de flotación, la semilla pierde viabilidad rápidamente si se almacenan a temperatura ambiente; Debe ser colocado en recipientes sellados y mantenerse a bajas temperaturas (4-5°C) para prolongar la viabilidad.

Las semillas de Ginkgo recogidas recientemente requieren un período de post-madurez, ya que no muestra embrión. Cuando se siembran inmediatamente después de la recolección, las semillas desarrollan los embriones y germinan en la primavera.

La propagación vía sexual es un proceso largo y difícil cuando se intenta hacer fuera de su lugar de origen, así mismo esta especie es dióica por lo que, se requieren de las plantas masculina y femenina para poder obtener y multiplicar semillas, además como en todas las gimnospermas presentan largos períodos de juvenilidad. Por todo lo anterior el cultivo in vitro de tejidos en plantas superiores, se presenta como una alternativa para llevar a cabo su propagación, y sobre todo en aquellas especies que poseen características importantes como

el *G. biloba* L. así como en otras especies que presentan dificultades para propagarse por los métodos convencionales. Para el caso del *G. biloba* L, Skirvin and Chu (1979) citados por Rohr (1989) utilizando ramas, reportaron que es posible promover tanto la brotación y el desarrollo in vitro en varios medios de cultivo como el de Murashige y Shoog (1962), White (1963) y la Linsmaier and Skoog (1965) suplementándolos con ANA y BAP.

PROPAGACIÓN ASEXUAL DE GINKGO

La reproducción asexual se practica preferentemente con los árboles masculinos. El estacado, acodo e injerto son técnicas utilizadas en árboles adultos (Rohr, 1989), también se pueden obtener plántulas por la separación de hijuelos que brotan en la raíz (Vidakovic, 1991 citado por Montes, 1996). Skirvin y Chu en 1979 (Rohr, 1989) encontraron que más del 50% de las estacas de ramas jóvenes cortadas en Junio enraizaban a los 60 días; este porcentaje aumentaba cuando a las estacas se les aplicaba una solución alcohólica de AIB en una concentración de 5 g/L. Estos datos coincide con los resultados obtenidos por Doran en 1954 (Huh y Staba, 1992) quien menciona que más del 90% de las estacas basales tomadas de árboles masculinos, a mediados de Junio enraizaban a los 30 días cuando eran tratadas con AIB en una concentración de 50 mg/L por 23 horas, mientras que las estacas que no recibieron ningún tratamiento enraizaban a los 60 días.

HISTORIA

El *Ginkgo biloba* es un árbol único en el mundo. Utilizado desde hace siglos en la medicina tradicional china, japonesa e hindú. es el árbol vivo más antiguo que existe y por ello algunos lo consideran como un eslabón entre el presente y el pasado. En el libro de medicina más antiguo que se conoce (Pents'ao), el emperador chino Shen Nun ya hacía referencia a sus bondades tónicas para el

corazón y el pulmón. Debido a las propiedades farmacológicas que otorgaban a sus hojas, en extremo Oriente se empleó entre los comerciantes como moneda de intercambio. Las versiones sobre cómo este árbol llega a Europa son varias, pero la mayoría señala al explorador inglés Engelbert Kaempfer como su introductor en el siglo XVII; Kaempfer lo llamó Ginkgoen alusión a la pronunciación fonética de un nombre japonés del siglo XVIII (Foster, 1990 citado por Montes y Rodríguez, 2001).

Durante la segunda guerra mundial, el 6 de agosto de 1945 el ejército estadounidense lanzó una bomba atómica en Hiroshima. Las plantas y árboles alrededor del epicentro fueron examinadas un mes después; El Ginkgo, ubicado junto a un templo a una distancia cercana a 1 km del centro de la explosión creció después de la misma sin deformaciones, mientras que el templo fue destruido. Al reconstruir el templo se decidió dejar el árbol en su sitio y adaptar el templo a aquél. Cuatro árboles de *Ginkgo biloba* que fueron bombardeados con bombas atómicas aún permanecen vivos, por esta razón es considerado por muchos como un “portador de esperanzas”.

Desde hace mucho tiempo este árbol ha sido plantado en jardines de templos budistas de China y Japón (Del tredici, 1991 citado por Camacho 1997), también cerca de lugares sagrados, debido a la veneración, su protección contra el fuego y en general por su belleza. En Japón los Ginkgos más viejos son venerados como un dios; para señalar el carácter sagrado del árbol se amarra un cordón de paja de arroz (shimenawa) alrededor de su tronco, se piensa que esto aleja a los malos espíritus.

Durante el gran incendio después del terremoto de 1923, en Tokyo, muchos árboles de Ginkgo sobrevivieron, mientras otros árboles murieron. Un templo se salvó debido a que un gran número de ejemplares de ginkgo lo rodeaban y se cree que tanto el tronco como las hojas segregan una savia que actúa como un retardante del fuego (Montes y Rodríguez, 2001).

Actualmente, *Ginkgo biloba* es utilizado para la obtención de materia prima para la producción de productos contra el envejecimiento y un gran número de fármacos, además es considerado un gran antioxidante por ser un probado captador de radicales libres.

HISTORIA EVOLUTIVA

Ginkgo biloba, no está muy relacionado con cualquier otra planta viva y es generalmente clasificado en su propia división, la Ginkgophyta. Este taxón se distingue de la Coniferophyta en base a sus estructuras reproductivas, más notablemente por sus células de esperma multiflageladas, y de la Cycadophyta en cuanto a su anatomía vegetativa (Wang y Chen, 1983; Gifford y Foster, 1987). Análisis moleculares del genoma de Ginkgo han mostrado que presenta una relación más estrecha con las Cícadas que con las Coníferas (Hasebe, 1997).

El registro fósil del género Ginkgo es muy amplio tanto en el hemisferio norte y sur. Sin embargo, su relación exacta de las especies existentes ha sido siempre conjetural. El descubrimiento de fósiles del Jurásico Medio en la provincia de Henan, China han permitido describir una nueva especie, *G. yimaensis*, que difiere de *G. biloba* por tener una mayor disección en las hojas y óvulos mucho más pequeños y agrupados en pedúnculos ramificados. Otra "especie" extinta es *G. adiantoides*, la cual tuvo una amplia distribución en el norte hemisferio desde el Cretácico inferior a través del Plioceno (141 a 1,8 millones de años), y muchos autores consideran este taxón como el probable antepasado de *G. biloba* porque tenía una morfología similar y estructura de la hoja de óvulo (Tralau, 1968; Zhou, 1994).

El género Ginkgo parece haber llegado a la cima de su diversidad durante el Cretácico inferior (141-98 millones de años), con varias especies distintas ocupando una distribución más o menos circumpolar en el hemisferio norte, que también se extendió a varias partes del hemisferio sur. Durante el Cretácico superior (98-65 millones de años), el registro fósil de Ginkgo muestra una disminución en la diversidad y distribución, en particular hacia el final del período, cuando las temperaturas en todo el mundo disminuyeron drásticamente; La disminución del rango de Ginkgo continuó en el Terciario, y

fue particularmente notable desde el Oligoceno (38-26 millones de años), cuando el género desapareció de las zonas polares, hasta el final del Mioceno (24-7 millones de años), cuando desapareció desde el oeste América del norte. Estos cambios dramáticos fueron muy probablemente el resultado del amplio enfriamiento que se produjo en todo el hemisferio norte durante estos períodos de tiempo (Van Beek, 2000).

El género Ginkgo desapareció de Europa a finales del Plioceno (1,8 millones de años) cuando las temperaturas cayeron y el régimen de lluvias cambiaron gradualmente de una de-verano húmedo a uno de verano seco. En general, la distribución de fósiles de Ginkgo indica que el género se ha mantenido relativamente constante en sus tolerancias ecológicas desde el Cretácico, y prefieren crecer en climas templados cálidos caracterizadas por veranos húmedos e inviernos fríos (Tralau, 1968; Uemura, 1997). En cuanto a la morfología de sus órganos reproductivos, la tendencia en el género Ginkgo parece ser uno de reducción, con los óvulos decreciente en número al tiempo que aumenta de tamaño, y los pedicelos desapareciendo para dejar óvulos sésiles conectados directamente al pedúnculo (Zhou y Zhang, 1989; Zhou, 1991; 1994).

Los científicos creían que se había extinguido, pero en 1691 el alemán Engelbert Kaempfer* descubrió el Ginkgo en Japón. Los ginkgos habían sobrevivido en China y allí se encontraban principalmente en monasterios en las montañas y en los jardines de palacios y templos, donde los monjes budistas cultivaron el árbol desde cerca del 1100 D.C. por sus muchas buenas cualidades. Desde allí se propagó (por semillas) a Japón (alrededor del 1192 D.C. con alguna relación con el budismo) y a Corea.

GINKGO EN MÉXICO

En México el Ginkgo fue introducido en 1963, debido a que el emperador de Japón dono 500 árboles a nuestro país. Actualmente se pueden encontrar

ejemplares de estos árboles con alturas entre 20 y 30 metros en el Bosque de Chapultepec, en los Viveros de Coyoacán, , en el Jardín botánico exterior de Ciudad Universitario, en la Universidad Autónoma de Chapingo , en el Jardín botánico Francisco Clavijero en Xalapa, Veracruz (Camacho, 1997) y en el Jardín botánico de la FES- Iztacala; hace algunos años existía un ejemplar en el monumento a Álvaro Obregón en el parque de La Bombilla, pero debido a descuidos este ejemplar murió

PORQUE SEMBRAR GINKGO EN MÉXICO

Entre los árboles empleados para el ornamento de parques, jardines y espacios públicos, pocos poseen la peculiaridad de ser valorados por su historia, su rareza botánica y su peculiar estética, como es el caso del *Ginkgo biloba*, si bien su origen es asiático, se le cultiva en parques y jardines de todo el mundo por su llamativa belleza otoñal, momento en el que el follaje adopta un tono dorado y tapiza completamente el suelo debajo del ejemplar.

En general se utilizan más para la formación de conjuntos en grandes áreas libres de edificaciones que para el arbolado de vereda. No obstante puede emplearse en veredas espaciosas y en bulevares. Existe la creencia de que el *Ginkgo biloba* es un excelente cortafuegos natural, esto se debe a que durante el gran incendio después del terremoto en Tokyo, en 1923, muchos árboles Ginkgo sobrevivieron, mientras otros árboles murieron. Un templo se salvó debido a los muchos Ginkgos que lo rodeaban. Se cree que el tronco y las hojas segregan una savia que actúa como un retardante del fuego.

Aunado a esto, el *Ginkgo biloba* aparece en la Lista Roja de la IUCN dentro de la categoría en peligro (EN), esto se debe a que los ejemplares de este árbol son muy raros de encontrar en su ambiente natural y cuando son plantados se ven favorecidos los ejemplares masculinos, por lo cual esta especie solo puede sobrevivir con la intervención del hombre.

Sin bien es cierto que el Ginkgo es un árbol con un excelente uso ornamental, debido a su belleza, resistencia a plagas, enfermedades y contaminación también se debe de cultivar con fines de producción para su uso en la industria de belleza y farmacéutica.

ESTUDIOS *IN VITRO* Y EN ANIMALES

Existe un gran número de investigaciones científicas que estudian los efectos del ginkgo. Se han reportado varias funciones farmacológicas del extracto de la hoja de ginkgo y/ o de sus componentes; éstas incluyen efectos sobre el aprendizaje y la memoria, la conducta, actividad cardiovascular, su actividad antioxidante y su efecto sobre la circulación sanguínea (Barnes *et al.*, 2005). A continuación, se presenta un resumen de alguna bibliografía sobre el efecto de la hoja de ginkgo tanto *in vitro* como en animales.

Actividad cardiovascular y hemorrágica

Existen estudios que han investigado los mecanismos moleculares que pueden contribuir al efecto vasorregulador (vasodilatación y vasoconstrucción) del extracto estandarizado (EGB 761) de hoja de ginkgo (DeFeudis, 1998).

Deficiencia cognitiva, demencia en la enfermedad de Alzheimer y demencia multiinfarto

Kanowski y colaboradores, en 1997 pusieron a prueba la eficacia del extracto estandarizado Egb 761 en pacientes ambulatorios con demencia presenil y senil degenerativa primaria de tipo Alzheimer (DAT) y la demencia multiinfarto (MID) de acuerdo con el DSM-III-R se ha investigado en un estudio prospectivo, aleatorizado, doble ciego, estudio multicéntrico controlado con placebo. Un total de 216 pacientes fueron incluidos en el período de tratamiento de 24 semanas aleatorio, estos recibieron una dosis oral diaria de 240 mg de

EGb 761 o placebo. La frecuencia de respuesta de la terapia en los dos grupos de tratamiento fue significativamente diferente a favor de EGb 761, con $p < 0,005$ en la prueba exacta de Fisher. El análisis por intención de tratamiento de 205 pacientes condujo a resultados similares de eficacia. Por lo tanto, se confirmó la eficacia clínica del extracto estandarizado de *Ginkgo biloba* EGb 761 en la demencia de tipo Alzheimer y la demencia multiinfarto.

Napryeyenko y Borzenk, en 2007 realizaron un estudio doble ciego incluyendo 400 pacientes mayores de 50 años o más con la enfermedad de Alzheimer (AD) o la demencia vascular (DV), distribuidos aleatoriamente para recibir EGb 761 o placebo durante 22 semanas. Los pacientes puntuaron por debajo de 36 en el examen para la detección temprana de la demencia con la discriminación de la Depresión (TE4D), entre el 9 y 23 de la batería de pruebas SKT y al menos 5 en el Inventario Neuropsiquiatría (NPI). Donde encontraron que hubo una mejoría media-3.2 puntos en el SKT sobre EGb 761 tratamiento y un deterioro promedio en 1,3 puntos en el grupo placebo ($p < 0,001$, de dos caras, ANOVA). EGb 761 fue significativamente superior al placebo en todas las medidas de resultado secundarias, incluyendo el NPI y una escala de actividades-de-todos los días-de estar. Los resultados del tratamiento son esencialmente similares a los subgrupos de AD y demencia vascular. El fármaco fue bien tolerado; los eventos adversos no fueron más frecuentes en virtud de drogas que bajo el tratamiento con placebo.

Estimulación de las funciones cognitivas en voluntarios sanos

Kennedy y colaboradores en 2002 realizaron un estudio con un total de 20 voluntarios sanos en edades comprendidas entre 19 y 24 años, recibieron un extracto estandarizado (GK 501) de hoja de ginkgo en dosis de 120, 240 y 360mg en un estudio doble ciego comparado con placebo y cruzado. Se utilizó una batería de pruebas para analizar el rendimiento cognitivo inmediatamente antes, una, dos y media, cuatro y seis horas después de la administración del

Ginkgo. Llegando a la conclusión que hubo una mejoría estadística significativa en la velocidad de reacción a los test de atención, desde las dos horas y media hasta las seis horas después de la administración del ginkgo en dosis de 240 y 360mg.

Subhan y Hindmarsh en 1984, realizaron una investigación en la que ocho voluntarias sanas (con una edad media de 32 años), recibieron un extracto estandarizado de Ginkgo en dosis de 120, 240 y 600mg en un estudio aleatorizado, doble ciego, comparado con un placebo y cruzado. Una hora después de iniciado el tratamiento, las voluntarias se sometieron a una serie de pruebas psicológicas. Se halló que la memoria mejoró significativamente con la dosis de 600mg de hoja de Ginkgo, cuando se comparó con el placebo.

Asma, antagonismo del factor de activación plaquetaria

Braquet, en 1987 efectuó un estudio aleatorizado, doble ciego y cruzado en el cual, administro por vía oral dosis únicas en capsulas de 80 y 120 mg que contenían una mezcla estandarizada de ginkgólidos A, B Y C (en una proporción de 40: 40:20) dos horas antes de la prueba de tolerancia a la administración de PAF intradérmico/histamina. Ambas dosis inhibieron la exacerbación, que alcanzó su punto máximo después de transcurridos cinco minutos. En un período de 15-30 minutos, el volumen de la pápula disminuyó y el mayor efecto se observó en los tratamientos con las dosis más altas. El efecto protector seguía vigente tras ocho horas de la dosis por vía oral. Se observó una inhibición similar del PAF para la agregación plaquetaria con una dosis única de 80 y 120 mg de extracto administradas por vía oral dos horas antes de la extracción de sangre. La mezcla de ginkgólidos administrada por vía oral bloqueó también la hiperrespuesta de las vías respiratorias inducida por el PAF.

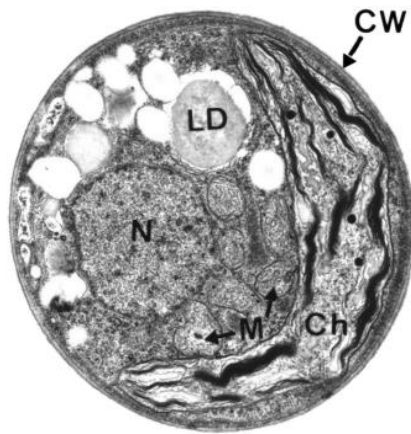
Chung *et. al.*, en 1987 hicieron un estudio doble ciego, comparado con placebo y cruzado, evaluando el antagonismo de los efectos del PAF por una mezcla estandarizada de ginkgólidos en seis individuos sanos con edades comprendidas entre 25-35 años. La respuesta de la exacerbación y de la pápula al PAF, que se examinó dos horas después de la ingestión de 80 y 120 mg, se inhibió de forma dependiente de la dosis. Ambas dosis inhibieron significativamente la agregación plaquetaria inducida por el FAP en plasma rico en plaquetas.

Braquet en 1987 desarrollo un estudio aleatorizado, doble ciego y cruzado, en el cual incluyó pacientes con asma atópica a los que expuso a su antígeno específico (al polen o al polvo). Trascurridas seis horas y media, los participantes se sometieron a una prueba de provocación con acetilcolina, de modo que pudiera evaluarse el tratamiento de las etapas posteriores a un ataque de asma. Se administraron 40mg tres veces al día del extracto estandarizado de una mezcla de ginkgólidos o un placebo durante los tres días anteriores a la prueba, y se administró una dosis única final de 120mg de extracto dos horas antes de la exposición. Los resultados sugieren que los ginkgólidos fueron efectivos tanto en la fase temprana como en la fase tardía de la hiperactividad de las vías respiratorias.

ASOCIACIÓN DE GINKGO CON UN ALGA

Trémouillaux-Guiller en 2002, encontró que los cultivos diseñados para obtener los componentes medicinales de *Ginkgo biloba* se volvían verdes algunas veces, por esta razón realizó investigaciones posteriores, las cuales indicaron que las células vivas del árbol albergaban un “alga fantasma”: un cuerpo celular no descrito con anterioridad que carecía de núcleo o cloroplastos y cuando las células del ginkgo morían entonces estas “células fantasmas” volvían a la vida y se transformaban en algas fotosintéticas independientes.

Ahora Tremouillaux-Guiller y Volker Huss han demostrado que el alga está presente en todas las plantas de esta especie. Han analizado el material genético ribosómico de las hojas, tejidos reproductivos y embriones de árboles de ginkgo de EEUU, Francia, Alemania y China. Al parecer había ARN del alga en todos los casos según ha reportado en el congreso de la Sociedad Internacional de Simbiosis. Esta alga simbiote reside en todos los embriones y tejidos reproductivos, pero no en las hojas. Las manchas verdes de los cultivos son por tanto algas que provienen de la planta y no de una posible contaminación de los mismos. De momento se desconoce cómo opera esta simbiosis. En las células vivas el alga depende del ginkgo para alimentarse. Es posible que el alga de algún modo ayude a sintetizar los componentes medicinales del ginkgo, aunque esto último no está demostrado.



Barra de escala = 500 nm.

Figura 7. Alga verde madura encontrada en la investigación de Ahora Tremouillaux-Guiller y Volker Huss, que pertenece a la cepa BC-98. Muestra la mayoría de orgánulos característicos de las células vegetales eucariotas; un núcleo (N), mitocondria (M) cloroplasto (Ch) con tilacoides. Nótese la presencia de gotas de lípidos (LD) en el citoplasma, rodeado por una pared celular (CW) homogénea. [Fuente: Trémouillaux-Guiller y Volker Huss, 2007].

Referencias bibliográficas

Aguaviva G. 2011. Monográfico de Ginkgo biloba. MEDICINA NATURISTA. Vol. 5 - N.º 2: 93-99

Ayadi R. y Tremouillaux-Guiller J. 2003. Root formation from transgenic calli of Ginkgo biloba. *Tree Physiology*. **23**: 713–718

Baldini E. 1992. Arboricultura General. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Barnes J; Anderson L. y Phillipson J. 2004. Plantas medicinales. Pharma, Editores. Barcelona

Barnes J; Anderson L. y Phillipson J. 2005. Plantas medicinales. Pharma Editores

Bikram Singh *, Pushpinder Kaur, Gopichand, R.D. Singh, P.S. Ahuja.2008. Biology and chemistry of Ginkgo biloba. *Fitoterapia* 79 401–418

Braquet P. 1987. The ginkgolides: potent platelet-activating factor antagonists isolated from *Ginkgo biloba* L. *Chemistry pharmacology and clinical applications. Drugs of the Future*. **12**: 643-699.

Camacho, O. A. 1997. Efecto del sexo, estacionalidad y el uso de promotores en el enraizamiento de estacas de (*Ginkgo biloba* L.)

Chung K.F; Mccusker M; Page C.P; Dent G; Guinot PH. y Barnes P.J. 1987. Effect of a ginkgolide mixture (bn 52063) in antagonising skin and platelet responses to platelet activating factor in man. *Lancet*: **i**: 248-251.

Coombes A. 2005. Guías del naturalista- Árboles y arbustos. Omega. México.

DeFeudis F. 1998. Ginkgo biloba. From Chemistry to Clinic. WIESBADESN Alemania

Del Tredici, P., H. Ling, y G. Yang. 1992 El Ginkgo de Tian Mu Shan. *Biología de la Conservación* **6** (2): 202-209.

Dos Santos-Tam T; Hope S; Landry S; Morant A; Warner S. 2012. Ginkgo Biloba A TREE OF LIFE AND THE POLITICS OF ITS SURVIVAL

Edmond J. B; Senn, T. L; Andrews F. S. y Halfacre R. G. 1957. Fundamentals of horticulture. 4. ed. McGraw-Hill Book Company. New York.

Efecto del uso de promotores en el enraizamiento de estacas de *Ginkgo biloba*

Fordham J. y Spraker J. 1977. Propagation Manual of Selected Gymnosperms. Harvard University. USA

Gilman E. F. 1997. Trees for Urban and Suburban Landscapes. Delmar Publishers. E.U.A

Gilman E. F. y Watson D. G. 1993. "Ginkgo biloba 'Autumn Gold'. US Forest Service.

Greenfield, J. y Davis, M.J., 2004. Medicinal Herb Production Guide. Ginkgo biloba

Gretchen, H. 1995. The control of gene expression by auxin. En: Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.

Gunkle, J.E., Thimann, K.V., and Wetmore, R.H. 1949. Studies of development in long shoots and short shoots of *Ginkgo biloba* L., part IV. Growth habit, shoot expression and the mechanism of its control. Am. J. Bot., **36**: 309-316.

Hartmann, H. T; Kester, D. E. and Davies, F. T. 2002. Plant propagation: principles and practices. 7. ed. Prentice Hall. New Jersey.

Hartmann, H. y Kester, E. 1995. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. 4a. ed. Continental. México.

Hidalgo, R. Á. «GINKGO BILOBA. EL ÁRBOL QUE SOBREVIVIÓ» pág. 124. Consultado el 09 de octubre de 2014.

<http://www.Coline.Com/-Ischile/ginkdesc.htm> (consultado 22 octubre 2014)

http://hort.ifas.ufl.edu/database/documents/pdf/tree_fact_sheets/ginbilb.pdf (consultado 10 septiembre 2014).

<http://kwanten.home.xs4all.nl/espindex.htm> (consultado 20 octubre 2014).

- Huh, H y Staba, EJ. (1992) .Botany and chemistry of Ginkgo biloba L. J Herbs Spices Med Plants 1: pp. 92-124
- Iglesias G. L; Prieto R. J. y Alarcón B. M. 1996. La propagación vegetativa de plantas forestales. Ciencia Forestal en México. **79**: 15-37
- Jensen W.A. y Salisbury, B.F. 1988. Botánica. McGraw- Hill, México.
- Kanowski S;Herrmann WM; Stephan K; Wierich W. y Hörr R. 1996. Proof of efficacy of the ginkgo biloba special extract EGb 761 in utpatients suffering from mild to moderate primary degenerative dementia of the Alzheimer type or multi-infarct dementia. Pharmacopsychiatry **2**:47-56.
- Kees R. L. y M. M. Albert. 1995. Hormone Binding and Signal Transduction. En: Davies P. J. Ed. Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Kennedy, D; Scholey, A. y Wesnes, K. 2000. The dose-dependent cognitive effects of acute administration of Ginkgo biloba to healthy young volunteers. Psychopharmacology **151**:416–423.
- Kim T.W. 1996. El Ginkgo. Revista Tzapingo Selección de Investigación Universidad Autónoma Chapingo, México **136**: 8-9
- Kwant C. 2006-2008. The Ginkgo Pages. <http://kwanten.home.xs4all.nl/index.htm> (Consultado 19 de septiembre 2014)
- Kwant, C .2002. The Ginkgo pages.
- Lambers H; Chapin F. y Pons T. 1998. Plant Physiological Ecology. Academic Press. San Diego California, USA
- Lee, C. L. 1954. Sex chromosomes in Ginkgo biloba. *Am. J. Bot.*, **41**: 545, 549.
- Life Source. 1996. Activity of Ginkgo. Short Description and Techni- cal Bulletin.
- Lomax, T. L; g. k. Moday y P. h. Rubery. 1995. Auxin Transport. En: Davies P. J. Ed. Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.

- Longman, K. A. y R. H. F. Wilson. 1993. Tropical Trees: Propagation and Planting Manuals. Vol.1, Tropical Trees Commonwealth Science Council, Londres.
- Lorca, J.A.P. 2008. Propagación de plantas. España. Universidad Politécnica de Valencia
- Lorenzi H y Matos F.J.A. 2002. Plantas Medicinaias no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda.
- Montes-López J. J. y Rodríguez-de la O. J. L.2001. ESTABLECIMIENTO Y BROTACIÓN in vitro DE YEMAS AXILARES Y ÁPICES DE GINKGO (*Ginkgo biloba* L.) Revista Chapingo Serie Horticultura **1**:49-59.
- Montes-López y Rodríguez-de la O. 2001. Establecimiento y brotación in vitro de yemas axilares y ápices de Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.). Revista Chapingo Serie Horticultura **1**: 49-59.
- Napryeyenko, O y Borzenko, I .2007. Ginkgo biloba improves cognitive functioning and behavioral symptoms in patients with age-associated cognitive impairment or dementia. *Arzneimittelforschung*.**1**:4-11.
- Orwa C;Muta A; Kindt R; Jamnads R y Simons A. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0 (<http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>)
- Pamplona, J. 1996. Enciclopedia de las Plantas Medicinales. Safeliz S. L. Madrid.
- Plan, B. 1996. Ginkgo The elixir of youth. Información de Internet (<http://www.ncw.net/alpha/elixer.html>). 4 p.
- Purohit, K; Phondani, C. P; Rawat, S. L; Maikhuri, K. R; Dhyani, D. y and Nautiyal, R. A. 2009. Propagation Through Rooting of Stem Cuttings of Ginkgo biloba Linn. - A Living Fossil Under Threat. *Journal of American Science*. **5**:139 -144.
- Rai GS, Shovlin C, Wesnes KA (1991). A double-blind, placebo controlled study of Ginkgo biloba extract('tanakan') in elderly outpatients with mild to moderate memory impairment. *Curr Med Res Opin*, **12**(6):350-5.
- Raven, H.P. 1991. Biología de las Plantas. Reverté. Barcelona, España.

- Raven, P.H. y Evert, R.F.; Eichhorn, S.E. 2001. *Biología vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Rohr R. (1989). Maidenhair tree (*Ginkgo biloba* L.). *Biotechnology in agriculture and forestry*, vol 5. *Trees II*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 251–257
- Rohr, R. 1989. Maidenhair Tree (*Ginkgo biloba* L.), pp. 574-590. In: *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Bajaj, Y.P.S. (ed.). Vol 5.
- Rojas, G. M. 1984. *Fisiología vegetal aplicada*. Mc Graw-Hill. México
- Sadaf, H., Bibi, Y., Arshad, M. y Amjad, M. 2014. Status of Maiden Hair Tree- *Ginkgo biloba*; Living Fossils Becoming Endangered. *Nova Journal of Medical and Biological Sciences*. **2**(7): 1-5.
- Salisbury, B y W. Ross. 1994. *Fisiología vegetal*. Iberoamericana. México.
- Santamour, F.S., He, S.A., McArdle, A.J. 1983. Checklist of cultivated *Ginkgo*. *J. Arboriculture* **9**: 88-92.
- Subhan Z y Hindmarsh I. 1984. The psychopharmacological effects of *Ginkgo biloba* extract in normal healthy volunteers. *Int J Clin Pharmacol* **4**:89-93
- Sun, W. 1998. *Ginkgo biloba*. La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas. Versión 2014.2. < www.iucnredlist.org >. Consultado el 02 de septiembre 2014.
- Trémouillaux-Guiller, J. y Volker Huss. 2007. A cryptic intracellular green alga in *Ginkgo biloba*: ribosomal DNA markers reveal worldwide distribution. *Planta* **226**: 553-557
- Valmorbida, J. y Lessa, O. 2008. Enraizamiento de estacas de *Ginkgo biloba* tratadas com ácido indolbutírico e ácido bórico. *Ciênc. agrotec., Lavras*, **2**:398-401.
- Van Beek T. 2000. *Ginkgo biloba*. Harwood Academic Publishers
- Van Beek T. 2003. The evolution, ecology, and cultivation of *Ginkgo biloba*. In: *Ginkgo biloba Medicinal and Aromatic Plants- Industrial Profiles*, p.p 7-25, CRC Press. USA

Van Beek TA. 2000. Ginkgo biloba– medicinal and aromatic plants – industrial profiles, vol. 12. Harwood academic publishers;

Van Beek, T. 2000. Ginkgo biloba. Harwood academic publishers. p. 23

Van Beek, T. 2002. Chemical analysis of Ginkgo biloba leaves and extracts. Journal of Chromatography. 21-25

Wang, C. W. 1961. The forests of China, Maria Moors Cabot Found. Harvard Univ., Cambridge, Mass.

WWF Journal. 2000. Apotheke Wildnis: Naturmedizin bomt – auf. Kosten. Der. Natur. p. 25

Zheng, C. Z. 1992. A preliminary analysis of flora in Tianmu Mountain Reserve. In F. Yang (Ed.) Comprehensive Investigation Report on Natural Resource of Tianmu Mountain Natural Reserve, Science and Technology Press, Hangzhou, pp. 89-93.