

Propiedades medicinales del mangostán (*Garcinia mangostana*).

José Pedraza-Chaverri*, Noemí Cárdenas-Rodríguez

Departamento de Biología, Facultad de Química, Edificio F, Segundo Piso, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 México DF, México

*Autor para correspondencia

Facultad de Química, Edificio F, 20. Piso, Ciudad Universitaria, UNAM, 04510 México DF, México.

Tel y Fax +52-55-5622-3515

Correo electrónico; pedraza@servidor.unam.mx

Apoyo: Apoyado por el proyecto IN207007 de la DGAPA, UNAM.

Título corto: Propiedades medicinales del mangostán

Resumen

Muchas plantas tropicales poseen interesantes actividades biológicas con potenciales aplicaciones terapéuticas. El mangostán (*Garcinia mangostana* Linn) (GM), de la familia Guttiferae, es llamada la “reina de las frutas” porque muchas personas están de acuerdo en que esta fruta es una de las de mejor sabor en el mundo. Esta fruta puede ser cultivada en bosques de lugares tropicales tales como los de Indonesia, Malasia, Sri Lanka, Filipinas y Tailandia. Las personas de estos países han utilizado el pericarpio (corteza o cáscara) de GM como parte de su medicina tradicional para el tratamiento de dolor abdominal, diarrea, disentería, infecciones de la piel y heridas, supuraciones, y úlcera crónica, entre otros.

Por otra parte, diversos estudios experimentales han demostrado que extractos de GM posee actividad antioxidante, antitumoral, antialérgica, antiinflamatoria, antibacteriana y antiviral. El pericarpio de GM es una fuente de xantonas y otras sustancias bioactivas. Los metabolitos más estudiados de GM son las xantonas preniladas; algunos miembros de esta clase de compuestos aislados de esta planta poseen actividad antioxidante, antitumoral, antialérgica, antiinflamatoria, antibacteriana, antifúngica y antiviral. De GM se han aislado 49 xantonas del pericarpio, 16 xantonas de la fruta completa, 21 xantonas del tronco y 3 xantonas de las hojas. El número total de xantonas diferentes encontradas en GM es de 84 ya que algunas se han encontrado tanto en el pericarpio y fruta completa o tronco u hoja. Entre las xantonas más estudiadas está las α , β y γ -mangostinas, la garcinona E, la 8 desoxigartanina y la gartanina. En esta revisión se hace un resumen de las propiedades medicinales descritas en la literatura de extractos y xantonas aisladas de GM.

Summary

Many tropical plants have interesting biological activities with potential therapeutic applications. *Garcinia mangostana* Linn (GM) belongs to the family Guttiferae and is named 'the queen of fruits' because is one of the best tasting tropical fruits. It can be cultivated in the tropical rainforest such as Indonesia, Malaysia, Sri Lanka, Philippines, and Thailand. People in these countries have used the pericarp (peel, rind, hull or ripe) of GM as traditional medicines for the treatment of abdominal pain, diarrhoea, dysentery, infected wound, suppuration, and chronic ulcer.

Experimental studies have demonstrated that extracts of GM have antioxidant, antitumoral, antiallergic, antiinflammatory, antibacterial, and antiviral activities. The pericarp of GM is a source of xanthenes and others bioactive substances. Prenylated xanthenes isolated from GM have been extensively studied; some members of these compounds possess antioxidant, antitumoral, antiallergic, antiinflammatory, antibacterial, antifungal and antiviral properties. Forty nine xanthenes have been isolated from the pericarp, 16 xanthenes from the whole fruit, 21 xanthenes from the heartwood and 3 xanthenes from the leaves. The most studied xanthenes are the α -, β - and γ -mangostins, garcinone E, 8-deoxygartanin, and gartanin. In this review we summarized the medicinal properties of extracts and xanthenes isolated from GM.

Keywords: *Garcinia mangostana*, mangosteen, xanthenes, medicinal properties

Introducción

El mangostán (*Garcinia mangostana* Linn) (GM) (Clusiaceae) es un árbol tropical de crecimiento lento de hojas coriáceas. El árbol puede llegar a medir de 6-25 m de altura y se encuentra en la India, Myanmar, Malasia, Filipinas, Sri Lanka y Tailandia, entre otros. El mangostán tiene frutos de un color púrpura oscuro a rojizo. La porción comestible de la fruta es blanca, suave y jugosa con un sabor ligeramente ácido y dulce y un agradable aroma (Jung et al., 2006); se le conoce como “la reina de las frutas”. El pericarpio de la fruta del mangostán ha sido utilizado como parte de la medicina tradicional en el sureste de Asia desde hace muchos años para el tratamiento de infecciones de la piel y heridas (Mahabusarakam, 1987; Pierce Salguero, 2003), disentería amebiana (Garnet y Sturton, 1932; Chopra et al., 1956), etc. (Tabla 1). En la medicina ayurvédica, el pericarpio de la fruta de esta planta tiene una amplia aplicación, principalmente como un agente antiinflamatorio y en el tratamiento de la diarrea (Balasubramanian & Rajagopalan, 1988), cólera y disentería (Sen et al., 1980a).

En diversos estudios fitoquímicos se ha encontrado que GM contiene una variedad de metabolitos secundarios entre los que se encuentran las xantonas preniladas y oxigenadas (Govindachari et al., 1971; Sultanbawa, 1980; Peres et al., 2000). Las xantonas han sido aisladas del pericarpio (ver Tabla 2), de la fruta completa (ver Tabla 3), del tronco del árbol (ver Tabla 4) y de las hojas (ver Tabla 5). En diversos estudios se ha demostrado que las xantonas obtenidas de la fruta de GM tienen actividades biológicas muy importantes (Suksamrarn et al., 2006). Las xantonas más estudiadas son: α -, β -, y γ -mangostinas, garcinona E, 8 desoxigartanina, y gartanina. Además, se han sintetizado derivados de α -mangostina para realizar diversos estudios (ver Tabla 6). Algunas de las actividades documentadas de xantonas son las siguientes: antioxidante (ver Tabla 7), antitumoral (ver tabla 8), antialérgicas y antiinflamatorias y (ver Tabla 9), antibacteriana (ver tabla 10), antiviral y antifúngicas (ver Tabla 11). También se ha informado que algunas xantonas preniladas de GM son depresoras del sistema nervioso central y antiulcerosa entre otras actividades (ver Tabla 12). A continuación se hace un resumen de las propiedades medicinales y actividades biológicas de diversas xantonas y extractos de GM descritos en la literatura. Como

comparación se describen propiedades medicinales de xantonas aisladas de otras fuentes.

Xantonas aisladas en GM

Las xantonas son metabolitos secundarios que se encuentran comúnmente en algunas familias de plantas superiores, en hongos y en líquenes (Vieira y Kijjoa, 2005; Peres et al., 2000). El núcleo de las xantonas conocido como 9-xantenona o dibenzo γ pirona es simétrico (Fig. 1) (Vieira y Kijjoa, 2005; Pinto et al., 2005; Souza y Pinto, 2005). Las xantonas se pueden clasificar en 5 grandes grupos: (a) xantonas simples oxigenadas, (b) glicósidos de xantonas, (c) xantonas preniladas y sus derivados, (d) xantonolignoides, y (e) xantonas misceláneas (Jiang et al., 2004). De 2000 a 2004 se identificaron 278 nuevas xantonas de fuentes naturales de 20 familias de plantas superiores (122 especies en 44 géneros), de 19 especies de hongos y de 3 especies de líquenes (Vieira y Kijjoa, 2005). En total se han descrito alrededor de 1,000 xantonas diferentes (Souza y Pinto, 2005) con sustituyentes en diferentes posiciones lo que da lugar a una gran variedad de actividades farmacológicas y biológicas (Pinto et al., 2005; Jiang et al., 2004).

Xantonas del pericarpio de la fruta de GM

Schmid aisló en 1855 la primera xantona del pericarpio de GM y se le dio el nombre de mangostina (a la cual se le llamó posteriormente α -mangostina) (Fig. 1) y en 1930 Dragendorff y en 1932 Murakami dilucidaron su estructura. La mangostina también se puede aislar de otras partes de GM como la corteza y el látex (Yates & Stout, 1958). Yates & Stout (1958) encontraron que la mangostina es el residuo de color amarillo obtenido del pericarpio de la fruta de GM y establecieron su actividad óptica, su fórmula molecular, la naturaleza y posición de las cadenas laterales, las vías de degradación, y las relaciones estructurales de mangostina. En 1930, Dragendorff aisló por primera vez a β -mangostina y en 1968, se dilucidó su estructura (Yates & Bhat, 1968). Las α y β -mangostinas también se han aislado de la raíz de *Cratoxylum cochinchinense* de la familia Guttiferae (Laphookhieo et al., 2006).

Jefferson y colaboradores aislaron la γ -mangostina del pericarpio de la fruta de GM como un sólido cristalino amarillo brillante (Jefferson et al., 1970). Además, las xantonas gartanina y 8-desoxigartanina fueron aisladas y caracterizadas del pericarpio de las frutas de GM por Govindachari et al. (1971). Jefferson et al. (1970) y Govindachari et al. (1971) también aislaron a las xantonas α -mangostina y β -mangostina.

Sen et al., 1980a aislaron y caracterizaron a la xantona 5,9-dihidroxi-2,2-dimetil-8-metoxi-7-(3-metil-but-2-enil)-2H,6H-pirano [3,2,-b] xanton-6-ona del pericarpio de la fruta de GM. Las garcinonas A, B y C fueron aisladas y caracterizadas del pericarpio de GM por Sen et al. (1980b, 1982). En posteriores trabajos, Sen et al. (1986) aislaron la garcinona D del pericarpio de la fruta de GM. La garcinona E (Dutta et al., 1987), la BR-xantona A y la BR-xantona B (Balasubramanian & Rajagopalan, 1988) se aislaron también del pericarpio de la fruta de GM.

Somanathan & Sultanbawa (1972) aislaron originalmente a calabaxantona de la corteza de *Calophyllum calaba* y *Calophyllum bracteatum* (Somanathan & Sultanbawa, 1972). En 1977, Westerman y colaboradores estudiaron esta xantona por medio de resonancia magnética por C^{13} . Posteriormente Sen et al. (1980a) y Mahabusarakam et al. (1987) la aislaron del pericarpio de GM.

Mahabusarakam et al. (1987) aislaron 7 nuevas xantonas del pericarpio de la fruta de GM: 1-isomangostina, 1-isomangostina hidratada, 3-isomangostina, 3-isomangostina hidratada 2-(γ,γ -dimetilalil)-1,7-dihidroxi-3-metoxixantona, demetilcalabaxantona, y 2,8 bis (γ,γ -dimetilalil)-1,3,7-trihidroxixantona junto con nueve xantonas aisladas previamente: mangostina, gartanina, γ -mangostina, β -mangostina y calabaxantona.

Los nuevos compuestos 1,7-dihidroxi-2-isoprenil-3-metoxixantona, 1,5 dihidroxi-2-isoprenil-3-metoxixantona y mangostinona se aislaron del pericarpio de la fruta de GM (Asai et al., 1995) mientras que Gopalakrishnan & Balaganesan (2000) aislaron dos xantonas del pericarpio de la fruta de GM: 2,7,-diisoprenil-1,3,8-trihidroxi 4-metilxantona y 2,8 diisoprenil 7 carboxi 1,3 dihidroxantona.

Linuma et al. (1996) aislaron tres nuevas xantonas del pericarpio de la fruta de GM: caloxantona A, macluraxantona y 1,7-dihidroxixantona las cuales tuvieron efectos antibióticos en cultivos de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina.

Chairungrilerd et al. (1996) aislaron por primera vez la xantona mangostanol del pericarpio de GM.

Las xantonas euxantona (Gopalakrishnan et al., 1997), garcimangosonas A, B, C y D, tovoofilinas A y B y 1,3,6,7 tetrahidroxi-8-(3 metil-2-butenil)-9H-xanten-9-ona se aislaron y se caracterizaron primeramente del pericarpio de la fruta de GM (Huang et al., 2001). Las xantonas mangostenol, mangostenona A y B (Suksamrarn et al., 2002), 2 isoprenil-1,7-dihidroxi-3 metoxixantona (Matsumoto et al., 2003), compuesto 7, mangostanina (Suksamrarn et al., 2003), 8-hidroxidracaxantona G, mangostingona y esmetaxantona A (Jung et al., 2006) se aislaron primeramente del pericarpio de la fruta de GM. La lista completa de las 49 xantonas aisladas del pericarpio de la fruta de GM se presenta en la Tabla 2. La esmetaxantona A también se ha aislado de *Garcinia smeathmannii* (Komguem et al., 2005)

Xantonas de la fruta completa, del tronco y ramas, y de las hojas de GM.

En la fruta entera se aislaron tres nuevas xantonas: mangostenonas C, D y E (Suksamrarn et al., 2006) (ver Tabla 3). El número total de xantonas aisladas de la fruta completa de GM es de 16. También se han aislado y caracterizado 21 xantonas del tronco y de las ramas de GM (Nilar et al., 2005; Nilar & Harrison, 2002; Holloway & Scheinmann et al., 1975) (ver Tabla 4). De las hojas de GM se aislaron las xantonas 1,6 dihidroxi-3-metoxi-2[3-metil-2-butenil]xantona y 1-hidroxi 6 acetoxi-3-metoxi-2-isoprenilxantona junto con la ya conocida gartanina (Parveen & Khan, 1988) (ver Tabla 5). También se ha informado de la preparación de 32 derivados sintéticos de α -mangostina con los cuales se han realizado diversos estudios (ver Tabla 6).

Principales propiedades biológicas y medicinales de *G. Mangostana*.

Propiedades antioxidantes (Tabla 7)

Se han estudiado las propiedades antioxidantes del extracto de GM (Yoshikawa et al., 1994; Moongkarndi et al., 2004; Leong y Shui, 2002; García et al, 2005) y de algunas

xantonas aisladas de esta fruta (Yoshikawa et al., 1994; Williams et al., 1995; Fan & Su, 1997; Mahabusarakam et al., 2000; Jung et al., 2006).

Yoshikawa et al. (1994) midieron la actividad antioxidante total del extracto metanólico de GM y de γ -mangostina por el método de tiocianato férrico. Los autores encontraron que el extracto metanólico tiene un potente efecto antioxidante y que la γ -mangostina es un antioxidante más eficaz que el hidroxitolueno butilado y el α -tocoferol.

Fan & Su (1997) caracterizaron la propiedad antioxidante de α -y γ -mangostinas obtenidas del extracto metanólico de GM y la compararon con la actividad antioxidante de otros compuestos antioxidantes. Utilizando el método del tiocianato férrico encontraron el siguiente orden de eficacia antioxidante: γ -mangostina > butilhidroxianisol > α -tocoferol > α -mangostina. Sólo la γ -mangostina, fue capaz de atrapar el anión superóxido y de quelar hierro y la eficacia de ambas xantonas para atrapar peróxido de hidrógeno fue baja.

Williams et al. (1995) encontraron que la α -mangostina disminuye la oxidación, inducida por cobre o por radical peróxido, de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) aisladas de plasma humano. Ellos midieron la oxidación de las LDL por la producción de dienos conjugados a 234 nm, por la producción de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) (una medida de la oxidación de los lípidos) y por el consumo de α -tocoferol. Por los tres métodos ellos encontraron que la α -mangostina disminuye la oxidación de las LDL: la α -mangostina (a) prolonga la fase de latencia (fase lag), y (b) disminuye la producción de TBARS y (c) el consumo de α -tocoferol inducido por la oxidación de las LDL por cobre.

Mahabusarakam et al. (2000) también encontraron que la α -mangostina previene el consumo de α -tocoferol inducido por cobre en las LDL. Ellos también estudiaron el efecto de varios derivados sintéticos de α -mangostina. Su actividad antioxidante incrementó cuando los grupos hidroxilo de los carbonos 3 y 6 de esos compuestos fueron derivatizados con aminoetilo. En contraste, su capacidad antioxidante disminuyó cuando los grupos hidroxilo de los carbonos 3 y 6 de estos compuestos fueron derivatizados con metilo, acetato, propanodiol o nitrilo.

Leong y Shui (2002) midieron la capacidad antioxidante total de 27 frutas de los mercados de Singapur utilizando el ácido 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS). Ellos encontraron que el extracto de GM tiene actividad antioxidante y que ocupó el octavo lugar de eficacia de 27 frutas estudiadas. Moongkarndi et al. (2004) demostraron que el extracto crudo metanólico de GM disminuye en forma significativa la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) intracelulares medidas con diacetato de 2,7 dichlorodihidrofluoresceína en células SKBR3.

Garcia et al. (2005) estudiaron la capacidad antioxidante de diversas frutas y vegetales de Filipinas por medio de la evaluación de la lipoperoxidación (sistema de ácido linoleico) y de la capacidad para atrapar radicales hidroxilo (método de desoxirribosa). Se encontró que el extracto del pericarpio de GM presentó una de las capacidades para inhibir la oxidación del ácido linoleico más altas y que todas las plantas y frutas presentaron intensa actividad para atrapar radicales hidroxilo

Jung et al. (2006) midieron la capacidad atrapadora de peroxinitrito de 14 xantonas midiendo la oxidación del compuesto no fluorescente dihidrorodamina 123 (DHR123) al compuesto fluorescente rodamina 123. El peroxinitrito es una especie reactiva de nitrógeno que se forma por la reacción entre el anión superóxido y el radical libre óxido nítrico (Chirino et al., 2006). Ellos encontraron los siguientes valores de IC₅₀ para peroxinitrito para las siguientes xantonas (los valores están entre paréntesis y sus unidades son μM): esmeatxantona (2.2), 8-hidroxicudraxantona G (4.6), γ -mangostina (8), gartanina (9.1), α -mangostina (12.2), garcinona E (14.1), garcimangosona B (15.9), 1-isomangostina (19.2), garcinona D (26) y mostraron la actividad atrapadora de peroxinitrito más eficiente (rango de IC₅₀ de 2.2 a 26 μM). La eficacia de cudraxantona G, 8-desoxigartanina, mangostinona y tovofilina A para atrapar peroxinitrito fue más baja (IC₅₀>30 μM). Los autores usaron como referencia el compuesto DL-penicilamina que mostró un IC₅₀ para peroxinitrito de 3.1 μM .

Weecharangsan et al. (2006) estudiaron las propiedades antioxidantes y neuroprotectora de cuatro extractos del pericarpio de la fruta de GM (acuoso, 50% etanol, 95% etanol y acetato de etilo). La propiedad antioxidante de cada extracto (a concentraciones de 1, 10, 50 y 100 $\mu\text{g/mL}$) se evaluó con el ensayo de 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH, un radical libre). Se encontró que los extractos acuoso (IC₅₀ =

34.98±2.24 µg/mL) y de etanol al 50% (IC₅₀ = 30.76±1.66 µg/mL) presentaron mayor capacidad antioxidante. Estos dos extractos se utilizaron para probar su capacidad antioxidante (a las mismas concentraciones anteriores) en células de neuroblastoma, NG108-15 a las cuales se les indujo estrés oxidativo con H₂O₂. Ambos extractos presentaron actividad neuroprotectora a una concentración de 50 µg/mL. Sin embargo, el extracto etanólico mostró una actividad neuroprotectora más potente que el extracto acuoso (98.27±5.79% y 74.89±7.56% de viabilidad celular, respectivamente).

Se requieren más estudios para caracterizar con más detalle (IC₅₀) la actividad atrapadora específica de diferentes xantonas contra otros radicales libres y especies reactivas de oxígeno tales como el radical hidroxilo, el anión superóxido, el singulete de oxígeno y el ácido hipocloroso, entre otros (Cárdenas-Rodríguez & Pedraza-Chaverri, 2006). Además, son necesarios más estudios *in vivo* en modelos experimentales de enfermedades asociados a estrés oxidativo y/o nitrosativo en animales y en cultivo celulares para establecer el efecto protector potencial de las xantonas derivadas de GM.

Propiedades antitumorales (Tabla 8)

Varios estudios han sido diseñados para examinar las actividades anticancerígenas de varios tipos de xantonas del pericarpio de GM en hepatoma humano (Ho et al., 2002), cáncer de mama (Moongkarndi et al., 2004) y líneas celulares de leucemia (Matsumoto et al., 2003).

Ho et al. (2002) encontraron que una de las xantonas, la garcinona E, tiene un potente efecto citotóxico en todas las líneas de carcinoma hepatocelulares. Ellos estudiaron los efectos citotóxicos de seis xantonas aisladas del pericarpio de GM y encontraron que garcinona E fue la más potente. Por lo anterior, todos los subsecuentes experimentos fueron utilizando garcinona E contra las líneas celulares de hepatocarcinoma HCC36, TONG, HA22T, Hep 3B, HEpG2 y SK-Hep-1, contra las líneas celulares de cáncer de pulmón NCI-Hut 125, CH27 LC-1, H2981 y Calu-1 y contra las líneas celulares de carcinoma gástrico AZ521, NUGC-3, KATO-III y AGS. La garcinona E exhibió un efecto citotóxico de amplio espectro contra las líneas celulares de cáncer estudiadas con la excepción de la línea celular CH27 LC-1. La concentración a la cual se obtuvo la dosis

letal 50 (DL₅₀) de garcinona E contra las diferentes líneas celulares varió de 0.1 a 5.4 μ M. La garcinona E ejerció un potente efecto citotóxico dependiente de la dosis y del tiempo contra las líneas celulares de hepatoma en el siguiente orden: SK-Hep-1>HA22T>HEp G2>Hep 3B>HCC36.

Matsumoto et al. (2003) examinaron los efectos de seis xantonas del pericarpio de la fruta de GM en la inhibición de la línea celular de leucemia HL60. Ellos examinaron los efectos citotóxicos *in vitro* de esas xantonas en la línea celular de leucemia 72 h después del inicio de la incubación con las xantonas a las concentraciones de 5 a 40 μ M. Aunque todas las xantonas exhibieron una inhibición significativa del crecimiento de la línea celular, las α -, β - y γ - mangostina fueron particularmente efectivas a dosis tan bajas como de 10 μ M. La α -mangostina el mayor componente del extracto, presentó la actividad más potente (IC₅₀ 10 μ M), posteriormente ellos examinaron el efecto de α -mangostina en el crecimiento de las líneas celulares de leucemia K562, NB4 y U937. La α -mangostina no fue capaz de inhibir el crecimiento de estas células a dosis menores a 2 μ M, pero inhibió el crecimiento de todas las líneas celulares a 5 μ M. Una dosis entre 5-10 μ M de α -mangostina inhibió marcadamente el crecimiento de todas las líneas celulares probadas especialmente el de HL60, NB4 y U937.

Nabandith et al. (2004) examinaron si la α -mangostina tenía efectos protectores en lesiones preneoplásicas en carcinogénesis de colon de rata inducidas por la inyección subcutánea de 1,2-dimetilhidracina (DMH) (40 mg/Kg de peso corporal). Ellos demostraron que la administración de α -mangostina diariamente en el alimento a concentraciones de 0.02% y 0.05% por cinco semanas inhibía en forma significativa la inducción y/o el desarrollo de estas lesiones. Por otro lado, Chiang et al. (2004) investigaron la actividad antileucémica *in vitro* de los extractos con agua caliente o los jugos de 17 frutas que son consumidas en forma frecuente en Taiwán contra las líneas celulares de leucemia K562, P3HR1, Raji y U937. Ellos demostraron que solamente el extracto con agua caliente del pericarpio de la fruta de GM exhibió una potente actividad antileucémica. Se observó un efecto citotóxico de GM contra las células K562 y Raji con un IC₅₀ de 61 \pm 9.9 y 159.2 \pm 12.1 μ g/mL, respectivamente. Este extracto posee también una moderada actividad contra las células U937 pero fue menos efectivo contra las células P3HR1.

Matsumoto et al. (2004) investigaron el mecanismo de apoptosis inducido por α -mangostina en células HL60. Las caspasas 9 y 3 pero no la 8 se activaron en las células tratadas con esta xantona. Ellos concluyeron que la α -mangostina puede mediar la vía mitocondrial de la apoptosis. Entre 1 y 2 horas después del tratamiento se observaron diversos parámetros de disfunción mitocondrial como hinchamiento, pérdida de potencial de membrana, disminución intracelular de ATP, acumulación de ERO y liberación de citocromo C. El tratamiento con α -mangostina no afectó la expresión de las proteínas de la familia bcl-2 y la activación de las cinasas MAP. Estos resultados indican que, en fases tempranas, la α -mangostina tiene como blanco preferencial a la mitocondria en las células HL60.

Moongkarndi y colaboradores (2004b) seleccionaron nueve plantas tradicionales de Tailandia y probaron su actividad antiproliferativa en la línea celular de adenocarcinoma de mama SKBR3. Se observó que el extracto etanólico del pericarpio de la fruta de GM tuvo la actividad antiproliferativa más potente con un IC_{50} de $15.45 \pm 0.5 \mu\text{g/mL}$. Por otro lado, los mismos autores determinaron las propiedades antiproliferativas, apoptóticas y antioxidantes del extracto metanólico crudo del pericarpio de la fruta de GM utilizando la línea celular SKBR3 (Moongkarndi et al., 2004a). En dicho trabajo, la línea celular fue cultivada en la presencia del extracto crudo de GM a varias concentraciones (0-5 $\mu\text{g/mL}$) por 48 h. El extracto fue capaz de inhibir la proliferación celular dependiente de la dosis con un ED_{50} de $9.25 \pm 0.64 \mu\text{g/mL}$. Ellos encontraron que el efecto antiproliferativo del extracto estaba asociado con la apoptosis la cual se hizo evidente por los cambios morfológicos y los fragmentos de DNA oligonucleosomal. Además, el extracto crudo a varias concentraciones (0-40 $\mu\text{g/mL}$) y tiempos de incubación (24, 48 y 72 h) también inhibe la producción de ERO (Moonghrandi et al., 2004a,b).

Matsumoto et al. (2005) investigaron los efectos antiproliferativos de cuatro xantonas preniladas: α -, β - y γ -mangostinas y de metoxi- β -mangostina en células de cáncer de colon humano DLD-1. Ellos encontraron que, a excepción de metoxi- β -mangostina, las otras tres xantonas inhibieron fuertemente el crecimiento de las células a una concentración de 20 μM a las 72 h y su eficacia antitumoral se correlacionó con el número de grupos hidroxilos. La tinción nuclear y la electroforesis de DNA nucleosomal

revelaron que los efectos antiproliferativos de α - y γ -mangostina, pero no de β -mangostina, están asociados con apoptosis. Ellos también mostraron que los efectos antiproliferativos están asociados con el arresto del ciclo celular al afectar la expresión de las ciclinas cdc2 y p27. El arresto celular del ciclo se presenta en la fase G1 por α -mangostina y β -mangostina y en la fase S por γ -mangostina.

Recientemente Jung et al. (2006) continuaron investigado las propiedades antitumorales de GM y aislaron dos nuevas xantonas: 8-hidroxidracaxantona G y mangostingona junto con otras 12 xantonas ya conocidas del pericarpio de la fruta de GM. Ellos determinaron las propiedades antitumorales de esas xantonas en lesiones preneoplásicas de un cultivo de glándula mamaria de ratón inducidas por 7,12 dimetilbenz(a)antraceno (DMBA). De este ensayo, encontraron que α -mangostina inhibe las lesiones preneoplásicas con un IC_{50} de 1.0 μ g/mL (2.44 μ M).

Suksamrarn et al. (2006) aislaron tres nuevas xantonas preniladas: mangostenonas C,D y E junto con 16 xantonas del pericarpio de la fruta de GM. Ellos determinaron las propiedades citotóxicas de esas xantonas contra tres líneas celulares de cáncer humano, carcinoma epidermoide de la boca (células KB), cáncer de mama (células BC-1) y cáncer de pulmón (células NCI-H187). Se observó que la mangostenona C tuvo efecto citotóxico contra las tres líneas celulares con valores de IC_{50} de 2.8, 3.53 y 3.72 μ g/mL, respectivamente. Sin embargo la α -mangostina exhibió el efecto más potente contra las células BC-1 con un valor de IC_{50} de 0.92 μ g/mL en comparación con la actividad presentada por el fármaco elipticina (IC_{50} =1.46 μ g/mL); también tuvo un efecto citotóxico contra las células KB (IC_{50} de 2.08 μ g/mL). Además, la gartanina fue capaz de inhibir la viabilidad de las células NCI-H187 (IC_{50} de 1.08 μ g/mL). Además, Laphookhieo et al. (2006) encontraron que α - y β -mangostinas tienen efecto citotóxico contra la línea celular de cáncer de pulmón humano NCI-H197.

Propiedades antialérgicas y antiinflamatorias (Tabla 9)

Existen evidencias de las propiedades antiinflamatorias y antialérgicas de GM en diferentes modelos *in vitro* en las células RBL-2H3 (Nakatani et al., 2002a) y células C6 de glioma de rata (Nakatani et al., 2002a,b; Nakatani et al., 2004; Yamakuni et al., 2006), en aorta de conejo y tráquea de cobayos aisladas (Chairungsilerd et al.,

1996a,b) y en diferentes modelos *in vivo* en ratas (Shankaranarayan et al., 1979; Nakatani et al., 2004).

Shankaranarayan et al. (1979) utilizaron α -mangostina como material de inicio para preparar los siguientes derivados de xantonas: 3-O-metil mangostina, 3,6-di-O-metil mangostina, triacetato de mangostina, 1-isomangostina, mangostina-3,6-di-O-(tetra acetil)-glucósido y mangostina-3,6-di-O-glucósido. Se realizaron estudios farmacológicos con esos derivados y con α -mangostina. Ellos demostraron que la administración oral e intraperitoneal de α -mangostina (M), 1-isomangostina (1M) y triacetato de mangostina (MT) tiene actividad antiinflamatoria en ratas en las que se indujo edema con carragenina (M, 1M y MT presentaron 66.6, 63.19 y 59.03% de reducción, respectivamente), implantación de algodón (M, 1M y MT presentaron 56.99, 52.81 y 52.63% de reducción, respectivamente) y técnicas de granuloma (M, 1M y MT presentaron 65.6, 63.3 y 58.3% de reducción, respectivamente). En todos los experimentos la α -mangostina o sus derivados se administraron a dosis de 50 mg/Kg. A un animal como control positivo se le administró dexametasona (1 mg/Kg) y a los animales control se les administró 2% de goma de acacia a un volumen de 2 mL/Kg. Además, la actividad antiinflamatoria de esos compuestos fue observada en ratas adrenalectomizadas.

Chairungsilerd y colaboradores (1996) demostraron que el extracto metanólico crudo del pericarpio de la fruta de GM inhibe las contracciones de aorta de conejo aisladas inducidas por histamina y serotonina (Chairungsilerd et al., en 1996b). Ellos también demostraron en aorta de conejo que las α - y γ -mangostinas son agentes bloqueadores de los receptores histaminérgicos y serotoninérgicos, respectivamente (Chairungsilerd et al., 1996b). Este mismo grupo de investigación estudió el efecto de α -mangostina sobre la respuesta contráctil a histamina en aorta de conejos y tráquea de cobayos (Chairungsilerd et al., en 1996a). Se demostró que la α -mangostina inhibe las contracciones inducidas por histamina de una manera dependiente de la concentración en la presencia o ausencia de cimetidina, un antagonista del receptor H₂ de histamina. La α -mangostina no afecta el estado de relajación en aorta de conejo ni en tráquea de cobayo inducida por la estimulación de los receptores H₂ de histamina. Además, la α -mangostina inhibe de manera dependiente de la concentración la unión de

[³H]mepiramina, un antagonista específico para el receptor de histamina H₁, en las células del músculo liso de aorta de rata. La α -mangostina es un antagonista competitivo del receptor H₁ en células del músculo liso (Chairungsilerd et al., 1996a).

Nakatani y colaboradores (2002a) examinaron los efectos de extractos de GM (extracto acuoso y etanólicos al 40%, 70% y 100%) en la liberación de histamina y la síntesis de prostaglandina E₂. Ellos encontraron que el extracto etanólico al 40% (100 y 300 μ g/mL) inhibe la liberación de histamina inducida por IgE en células RBL-2H3 con mucho mayor potencia que el extracto acuoso de *Rubus suavissimus* que ha sido utilizada como un fármaco antialérgico en Japón. Además, todos los extractos de GM (3, 10, 30 y 100 μ g/mL) inhiben en forma potencial la síntesis de prostaglandina E₂ inducida por A23187, un ionóforo de Ca²⁺, en las células C6 de glioma de rata, mientras que el extracto acuoso de *Rubus suavissimus* no tiene este efecto. El extracto etanólico al 40% de GM inhibe la síntesis de prostaglandina E₂ de una manera mas eficaz que la liberación de histamina. Por otro lado, las reacciones anafilácticas cutáneas pasivas en ratas fueron inhibidas en forma significativa por la administración intraperitoneal de este extracto así como por el extracto acuoso de *Rubus suavissimus*. El extracto etanólico al 40% de GM posee una potente actividad inhibitoria en la liberación de histamina y en la síntesis de prostaglandina E₂ (Nakatani et al., 2002a).

El mismo grupo de investigación examinó el efecto de γ -mangostina (purificado del pericarpio de la fruta de GM) en la cascada del ácido araquidónico en células C6 de glioma de rata (Nakatani et al., 2002b). Ellos demostraron que la γ -mangostina posee una potente actividad inhibitoria en la liberación de prostaglandina E₂ inducida por A23187. La inhibición fue de manera dependiente de la concentración con un valor de IC₅₀ por arriba de 5 μ M. En preparaciones microsomales, la γ -mangostina inhibió la conversión de ácido araquidónico a prostaglandina E₂ de manera dependiente con la concentración. En un ensayo enzimático in vitro, la γ -mangostina inhibió las actividades de la COX-1 constitutiva y de la COX-2 inducible de una manera dependiente de la concentración con valores de IC₅₀ por arriba de 0.8 y 2 μ M, respectivamente. La xantona γ -mangostina inhibió en forma competitiva las actividades de ambas COX (Nakatani et al., 2002b).

En 2004, Nakatani y colaboradores investigaron el efecto de γ -mangostina en la liberación espontánea de prostaglandina E_2 y en la expresión del gen de COX-2 en células C6 de glioma de rata. A 18 h del tratamiento con γ -mangostina, se inhibió la liberación espontánea de prostaglandina E_2 de una manera dependiente de la concentración, con un IC_{50} de aproximadamente 2 μ M. Además, γ -mangostina inhibe de manera dependiente de la concentración la expresión de la proteína COX-2 y de su ARNm inducida por lipopolisacárido, pero no la de COX-1. En un ensayo *in vitro* con un inhibidor cinasa (mediador de la fosforilación de I κ B) utilizando un inhibidor de la proteína cinasa el cual fue inmunoprecipitado del extracto de células C6 mostró que γ -mangostina inhibe la actividad del inhibidor cinasa de una manera dependiente de la concentración con un valor de IC_{50} de aproximadamente 10 μ M. Por medio de ensayos con el gen reportero luciferasa se demostró que la γ -mangostina redujo la activación del factor de transcripción NF- κ B inducido por lipopolisacárido y la activación de la región promotora del gen COX-2 dependiente de la transcripción. La γ -mangostina también inhibió el edema inducido por carragenina. Estos resultados sugieren que γ -mangostina probablemente disminuye el estado inflamatorio estimulado por la producción de prostaglandina E_2 *in vivo* (Nakatani et al., 2004).

Recientemente, Yamakuni et al. (2006) encontraron que la garcinona B a una concentración de 10 μ M redujo en un 30% el incremento de la liberación de prostaglandina E_2 inducido por A23187 en células C6. Ellos encontraron que esta xantona también causa una disminución de aproximadamente el 30% de la estimulación de NF- κ B inducida por lipopolisacárido a una concentración de 20 μ M. Estos resultados sugieren que la garcinona B está relacionada con la vía inflamatoria.

Propiedades antibacterianas, antifúngicas y antivirales (Tablas 10 y 11)

En diferentes trabajos se han demostrado las propiedades antibacterianas, antifúngicas y antivirales de diferentes xantonas de GM. Se ha demostrado ampliamente la actividad de extractos y de xantonas de GM contra *Salmonella sp* (Sundaram et al., 1983; Iinuma et al., 1996; Chanarat et al., 1997; Chomnawang et al., 2005; Sakagami et al., 2005; Voravuthikunchai et al., 2005), contra *Mycobacterium tuberculosis* (Suksamrarn et al.,

2003) y contra otras bacterias (Sundaram et al., 1983, Chomnawang et al., 2005, Sakagami et al., 2005). También se ha demostrado la actividad antifúngica (Gopalakrishnan et al., 1997; Sundaram et al., 1983) y antiviral (Cheng et al., 2006) de GM.

Sundaram et al. (1983) estudiaron las propiedades antibacterianas y antifúngicas de α -mangostina y sus derivados. Ellos encontraron que las bacterias *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *S. typhimurium* y *B. subtilis* son altamente susceptibles a α -mangostina mientras que *Proteus sp*, *Klebsiella sp.* y *E. coli* son moderadamente susceptibles a α -mangostina y los hongos *Epidermophyton floccosum*, *Alternaria solani*, *Mucor sp.* *Rhizopus sp.* *Cunninghamella echinulata* son altamente susceptibles a α -mangostina, mientras que *Trichophyton mentagrophytes*, *Microsporum canis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp.* *Fusarium roseum* y *Curvularia lunata* son moderadamente susceptibles a α -mangostina. La concentración mínima inhibitoria (MIC, por su siglas en inglés) de α -mangostina varió de 12.5 a 50 $\mu\text{g/mL}$ para las bacterias y de 1-5 $\mu\text{g/mL}$ para los hongos. La actividad contra bacterias y hongos de las xantonas derivadas 3-O-metilmangostina, 3,6-di-O-metilmangostina e isomangostina fue menor en comparación con α -mangostina.

Linuma et al. (1996) observaron los efectos inhibitorios de diversas xantonas aisladas del pericarpio de la fruta de GM contra el crecimiento de *S. aureus* resistente a meticilina (MRSA, por sus siglas en inglés). Se encontró que la α -mangostina tuvo la mayor actividad inhibitoria con un MIC de 1.57 a 12.5 $\mu\text{g/mL}$.

Chanarat et al. (1997) encontraron que los polisacáridos del pericarpio de la fruta de GM estimularon la actividad de las células fagocíticas polimorfonucleares contra *Salmonella enteritidis*. El extracto de GM fue fraccionado y se encontró que las fracciones MDE3 y MDE4 con las cuales trabajaron están compuestas por ácido D-galacturónico y por pequeñas cantidades de L-arabinosa, L-ramnosa y D-galactosa.

Suksamrarn et al. (2003) probaron el potencial antituberculoso de xantonas preniladas del pericarpio de la fruta de GM. De esas xantonas, las α y β -mangostinas y la garcinona B exhibieron un fuerte efecto inhibitorio contra *Mycobacterium tuberculosis* con un valor de MIC de 6.25 $\mu\text{g/mL}$. La eficacia de las xantonas 7-demetilcalabaxantona

y trapezifolixantona fue menor (MIC de 12.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$), y la de las xantonas γ -mangostina, garcinona D, mangostanina, mangostenona A y tovofilina B fue aún menor (MIC de 25 $\mu\text{g}/\text{mL}$). El mangostenol tuvo la menor eficacia de las xantonas estudiadas (MIC de 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$).

Chomnawang et al. (2005) evaluaron la actividad antibacteriana de 19 plantas medicinales de Tailandia contra *Staphylococcus epidermidis* y *Propionibacterium acnes*, agentes etiológicos del acné. Se encontró que 13 plantas medicinales de Tailandia pueden inhibir el crecimiento de *Propionibacterium acnes*. Entre esas plantas *Senna alata*, *Eupatorium odoratum*, GM y *Barleria lupulina* tenían un fuerte efecto inhibitorio. Sin embargo fue el extracto de GM el que tuvo un gran efecto antibacteriano. Los valores de MIC fueron los mismos (0.039 mg/mL) para ambas bacterias y los valores de concentración mínima bacteriana (MBC, por sus siglas en inglés) fueron 0.039 y 0.156 mg/mL contra *Propionibacterium acnes* y *Staphylococcus epidermidis*, respectivamente. Sakagami et al. (2005) encontraron que la α -mangostina fue activa contra *Enterococcus* resistentes a vancomicina (VRE por sus siglas en inglés) y MRSA, con valores MIC de 6.25 y de 6.25 a 12.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$, respectivamente. El estudio también demostró sinergismo entre α -mangostina y gentamicina contra VRE y α -mangostina e hidrocloreto de vancomicina contra MRSA. También se demostró un sinergismo parcial entre α -mangostina y los antibióticos ampicilina y minociclina.

Voravuthikunchai et al. (2005) investigaron la habilidad de los extractos acuosos y etanólicos de diez plantas medicinales tradicionales de Tailandia para inhibir 35 MRSA aisladas de los hospitales. De esas plantas, nueve mostraron actividad contra todas las bacterias aisladas. Los extractos etanólicos de GM, *Punica granatum* y *Quercus infectoria* fueron los más efectivos con valores MIC de cada una de las plantas para MRSA aisladas de 0.05, 0.2-0.4 y de 0.1-1.6 mg/mL, respectivamente. Los valores MBC de cada una de las plantas para MRSA aisladas fueron 0.1-0.4, 1.6-3.2 y de 0.4-1.6 mg/mL, respectivamente.

Phongpaichit y colaboradores (1994) aislaron y probaron la actividad antibacteriana de las xantonas α -mangostina, γ -mangostina y una mezcla de mangostinas en 49 cepas de MRSA aisladas de pacientes del hospital de Songklanagarind (SH) y la actividad

antibacteriana de α -mangostina en 50 cepas de MRSA y 13 cepas de *Enterococcus spp.* aisladas de pacientes del hospital Maharaj Nakorn Chiang Mai (MH). Ellos encontraron valores de MIC₉₀ para MRSA de SH de 3.125, 2.260 y 1.480 $\mu\text{g/mL}$ para α -, γ -mangostinas y la mezcla de mangostinas, respectivamente en comparación con la MIC₉₀ >50 y 1.48 $\mu\text{g/mL}$ encontrados para penicilina G y vancomicina, respectivamente. Los valores de MIC₉₀ de α -mangostina contra MRSA de MH fue de 3.7 $\mu\text{g/mL}$ y un valor de MIC₁₀₀ para *Enterococcus spp* de 1 $\mu\text{g/mL}$. De acuerdo con lo anterior, la mezcla de mangostinas fue encontrada con la actividad antibacteriana más potente con un valor de MIC₉₀ equivalente al encontrado para vancomicina (Phongpaichit et al., 1994).

Gopalakrishnan et al. (1997) demostraron la actividad antifúngica de varias xantonas aisladas del pericarpio de la fruta de GM y algunas xantonas derivadas de α -mangostina contra tres hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum vasinfectum*, *Alternaria tenuis* y *Dreschlera oryzae*. Las xantonas naturales α -mangostina, BR-xantona, gartanina, γ -mangostina, garcinona D y euxantona presentaron una buena actividad inhibitoria contra los tres hongos a concentraciones de 1,10, 100 y 1000 ppm en el medio. La sustitución de los anillos en las xantonas derivadas (varios compuestos), indujo una modificación en la bioactividad de esos compuestos.

En la literatura, se han identificado muchos productos naturales por su capacidad para inhibir diferentes estados en el ciclo de replicación del virus de inmunodeficiencia humana (HIV por sus siglas en inglés). Entre esos compuestos se ha demostrado que las xantonas presentan actividad anti-HIV (Vlietinck et al., 1998). Chen et al. (1996) demostraron que el extracto etanólico de GM inhibió de manera eficaz a la proteasa HIV-1. La purificación del extracto resultó en la identificación de dos xantonas activas las α y γ -mangostinas con un IC₅₀ de $5.12 \pm 0.41 \mu\text{M}$ y $4.81 \pm 0.32 \mu\text{M}$, respectivamente.

Propiedades antimalaria

Las xantonas naturales aisladas de GM poseen actividad antimalárica contra *Plasmodium falciparum* in vitro: Se encontró que β -mangostina tiene una IC₅₀ de aproximadamente 7 μM muy similar a la de α -mangostina (IC₅₀ de 5.1 μM) y mangiferina con un IC₅₀ > 50 μM (Riscoe et al., 2005). Laphookhieo et al. (2006)

encontraron que la IC₅₀ de β -mangostina contra *Plasmodium falciparum in vitro* es de 7.2 μ g/mL).

Propiedades medicinales de xantonas aisladas de fuentes diferentes a *Garcinia mangostana*.

Se han descrito una gran cantidad de propiedades medicinales de xantonas aisladas de fuentes diferentes a *G mangostana*. Una lista parcial de estas propiedades es la siguiente: antimalárica (Azebase et al. 2006; Likhitwitayawuid et al., 1998a, 1998b; Laphookhieo et al., 2006; Riscoe et al., 2005; Pinto et al., 2005); antidiabética, antihiperlipidémica y antiaterogénica (Muruganandan et al., 2005; Pinto et al., 2005), antibacteriana (Dharmaratne et al., 1999; Azebase et al. 2006; Pinto et al., 2005); Inhibición de la proliferación de linfocitos (Pedro et al., 2002) y antitumoral (Liou et al., (1993). Laphookhieo et al. 2006, Pinto et al., 2005), cardioprotectora (Jiang et al. 2004); Pinto et al., 2005), y hepatoprotectora, inmunomoduladoras, antiinflamatoria, antiulcerosa, antiulcerosa, antiviral y antifúngica (revisado en Pinto et al., 2005).

Referencias

Ampofo, S.A., Waterman, P.G., 1986. Xanthones and neoflavonoids from two Asian species of *Calophyllum*. *Phytochemistry* 25, 2617-2620.

Asai, F., Inuma, M., Tanaka, T., Tosa, H., 1995. A xanthone from pericarps of *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 39, 943-944.

Balasubramanian, K., Rajagopalan, K., 1988. Novel xanthones from *Garcinia mangostana*, structures of BR-xanthone-A and BR-xanthone-B. *Phytochemistry* 27, 1552-1554.

Bennet, G.L.H., 1989. Xanthones from Guttiferae. *Phytochemistry* 28, 967-998.

Caius J. 2003. The medicinal and poisonous plants of India. Scientific Publishers, India. pp. 430-431.

Cárdenas-Rodríguez N, Pedraza-Chaverrí J. 2006. Especies reactivas de oxígeno y sistemas antioxidantes: aspectos básicos. *Educación Química* 17(2), 164-173

Chairungsrilerd, N., Furukawa, K., Tadano, T., Kisara, K., Ohizumi, Y., 1998a. Effect of γ -mangostin through the inhibition of 5-hydroxy-tryptamine_{2A} receptors in 5-fluoro- α -methyltryptamine-induced head-twitch responses of mice. *British Journal of Pharmacology* 123, 855-862.

Chairungsrilerd, N., Furukawa, K.I., Ohta, T., Nozoe, S., Ohizumi, Y., 1998b. γ -Mangostin, a novel type of 5-hydroxytryptamine 2A receptor antagonist. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology* 357, 25-31.

Chairungsrilerd, N., Furukawa, K.I., Ohta, T., Nozoe, S., Ohizumi, Y., 1996a. Pharmacological properties of α -mangostin, a novel histamine H1 receptor antagonist. *European Journal of Pharmacology* 314, 351-356.

Chairungsrilerd, N., Furukawa, K., Ohta, T., Nozoe, S., Ohizumi, Y., 1996b. Histaminergic and serotonergic receptor blocking substances from the medicinal plant *Garcinia mangostana*. *Planta Medica* 62, 471-472.

Chairungsrierd, N., 1996. Mangostanol, a prenyl xanthone from *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 43, 1099-1102.

Chanarat, P., Chanarat, N., Fujihara, M., Nagumo, T., 1997. Immunopharmacological activity of polysaccharide from the pericarp of mangosteen *Garcinia mangostana*: phagocytic intracellular killing activities. *Journal of the Medical Association of Thailand* 80 Suppl 1: S149-154.

Chen, S., Wan, M., Loh, B.N., 1996. Active constituents against HIV-1 protease from *Garcinia mangostana*. *Planta Medica* 62, 381-382.

Chiang, L.C., Cheng, H.Y., Liu, M.C., Chiang, W., Lin, C.C., 2004. In vitro evaluation of antileukemic activity of 17 commonly used fruits and vegetables in Taiwan. *Lebensmittel-Wissenschaft + [i.e. und] Technologie* 37, 539-544.

Chirino YI, Orozco-Ibarra M, Pedraza-Chaverri J. Evidencia de la participación del peroxinitrito en diversas enfermedades. *Revista de Investigación Clínica*, en prensa, 2006.

Chomnawang, M.T., Surassmo, S., Nukoolkarn, V.S., Gritsanapan, W., 2005. Antimicrobial effects of Thai medicinal plants against acne-inducing bacteria. *Journal of Ethnopharmacology* 101, 330-333.

Chopra RN, Nayar SL, Chopra IC. 1956. Glossary of Indian medicinal plants. The National Institute of Science Communication and Information resources. Nueva Dehli, India., pp 123.

Dharmaratne HR, Piyasena KG, Tennakoon SB. 2005. A geranylated biphenyl derivative from *Garcinia mangostana*. *Natural Product Research* 19(3):239-43.

Dragendorff, O. 1930. Über das Harz von *Garcinia Mangostana* L. *Liebigs Annalen* 482:280-301.

Du CT, Francis FJ. 1977. Anthocianins of mangosteen, *Garcinia mangostana*. *Journal of Food Science* 42, 1667-1668.

Dutta, P., Sem, A., Sarkar, K., Banerji, N., 1987. Acid-catalysed cyclisations of xanthenes: structure of a new xanthone from *Garcinia mangostana* Linn. *Indian Journal of Chemistry* 26B, 281-282.

Engel EH, Phummai S. 2000. Tropical plants of Asia. Timber Press. Portland, Oregon, pp. 104, 241.

Fan C, Su J. 1997. Antioxidative mechanism of isolated components from methanol extract of fruit hulls of *G. Mangostana* L. *Journal of Chinese Agricultural Chemical Society* 35:540-551.

Furukawa, K., Shibusawa, K., Chairungsrilerd, N., Ohta, T., Nozoe, S., Ohizumi, Y., 1996. The mode of inhibitory action of α -mangostin, a novel inhibitor, on the sarcoplasmic reticulum Ca^{2+} -pumping ATPase from rabbit skeletal muscle. *Japanese Journal of Pharmacology* 71, 337-340.

Garcia VV, Magpantay TO, Escobin LD. 2005. Antioxidant potential of selected Philippine vegetables and fruits. *The Philippine Agricultural Scientist* 88:78-83.

Garnett M. Sturton SD. 1932. *Garcinia Mangostana* in the treatment of amoebic dysentery. *Chinese Medical Journal* XLVI: 969-973.

Garrity, A.R., Morton, G.A.R., Morton, J.C., 2004. Nutraceutical mangosteen composition. *U.S. Patent* 6,730,333.

Gopalakrishnan, G., Banumathi, B., Suresh, G., 1997. Evaluation of the antifungal activity of natural xanthenes from the fruits of *Garcinia mangostana* and their synthetic derivatives. *Journal of Natural Products* 60, 519-524.

Gopalakrishnan, G., Balaganesan, B., 2000. Two novel xanthenes from *Garcinia mangostana*. *Fitoterapia* 71, 607-609.

Gopalakrishnan C, Shankaranarayanan D, Kameswaran L, Nazimudeen SK. 1980 Effect of mangostin, a xanthone from *Garcinia mangostana* Linn. in immunopathological & inflammatory reactions. *Indian Journal of Experimental Biology* 18:843-846.

Govindachari, T.R., Kalyanaram, P.S., Muthukumaraswamy, N., Pai, B.R., 1971. Xanthenes of *Garcinia mangostana* Linn. *Tetrahedron* 27, 3919-3926.

Hamada, M., Iikubo, K., Ishikawa, Y., Ikeda, A., Umezawa, K., Nishiyama, S., 2003. Biological activities of α -mangostin derivatives against acidic sphingomyelinase. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters* 13, 3151-3153.

Harbone J, Baxter H, Moss G. 1999. *Phytochemical Dictionary - A Handbook of bioactive compounds from plants*. Taylor & Francis. London. pp. 583-590.

Hasegawa H, Sasaki S, Almi N, Takayama H, Koyano T. 1996. Helicobacter pylori inhibitors containing xanthenes from Garcinia mangostana. *Japanese patent*. No. JP 08231396.

Hawkins, D.J., Kridl, J.C., 1998. Characterization of acyl-ACP thioesterases of mangosteen (Garcinia mangostana) seed and high levels of stearate production in transgenic canola. *Plant Journal* 13, 743-752.

Ho, C.K., Huang, Y.L., Chen, C.C., 2002. Garcinone E, a xanthone derivative, has potent cytotoxic effect against the hepatocellular carcinoma cell lines. *Planta Medica* 68, 975-979.

Holloway, D.M., Scheinmann, F., 1975. Phenolic compounds from the heartwood of Garcinia mangostana. *Phytochemistry* 14, 2517-2518.

Huang, Y.L., Chen, C.C., Chen, Y.J., Huang, R.L., Shieh, B.J., 2001. Three xanthenes and a benzophenone from Garcinia mangostana. *Journal of Natural Products* 64, 903-906.

Iikubo, K., Ishikawa, Y., Ando, N., Umezawa, K., Nishiyama, S., 2002. The first direct synthesis of α -mangostin, a potent inhibitor of the acidic sphingomyelinase. *Tetrahedron Letters* 43, 291-293.

Iinuma, M., Tosa, H., Tanaka, T., Asai, F., Kobayashi, Y., Shimano, R., Miyauchi, K., 1996. Antibacterial activity of xanthenes from guttiferaceous plants against methicillin-resistant Staphylococcus aureus. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 48, 861-865.

Inoue, H., Ohizumi, Y., 2004. γ -mangostin inhibits inhibitor-kappaB kinase activity and decreases lipopolysaccharide-induced cyclooxygenase-2 gene expression in C6 rat glioma cells. *Molecular Pharmacology* 66, 667-674.

Jefferson, A.Q.A., Scheimann, F., Sim, K.Y., 1970. Isolation of γ -mangostin from *Garcinia mangostana* and preparation of the natural mangostins by selective demethylation. *Australian Journal of Chemistry* 23, 2539-2543.

Jiang DJ, Dai Z, Li YJ. 2004. Pharmacological effects of xanthenes as cardiovascular protective agents. *Cardiovascular Drug Reviews* 22:91-102.

Jiang DJ, Hu GY, Jiang JL, Xiang HL, Deng HW, Li YJ. 2003. Relationship between protective effect of xanthone on endothelial cells and endogenous nitric oxide synthase inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 11:5171-5177.

Jinsart, W., Ternai, B., Buddhasukh, D., Polya, G.M., 1992. Inhibition of wheat embryo calcium-dependent protein kinase and other kinases by mangostin and γ -mangostin. *Phytochemistry* 31, 3711-3713.

Jung, H.A., Su, B.N., Keller, W.J., Mehta, R.G., Kinghorn, D., 2006. Antioxidant xanthenes from pericarp of *Garcinia mangostana* (Mangosteen). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 2077-2082.

Komguem J, Meli AL, Manfouo RN, Lontsi D, Ngounou FN, Kuete V, Kamdem HW, Tane P, Ngadjui BT, Sondengam BL, Connolly JD. 2005. Xanthenes from *Garcinia smeathmannii* (Oliver) and their antimicrobial activity. *Phytochemistry* 66, 1713-1717.

Laphookhieo S, Syers JK, Kiattansakul R, Chantrapromma K. 2006. Cytotoxic and antimalarial prenylated xanthenes from *Cratoxylum cochinchinense*. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 54, 745-747.

Leong, L., Shui, G., 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry* 76, 69-75.

Lu, Z.X., Hasmeda, M., Mahabusarakam, W., Ternai, B., Ternai, P.C., Polya, G.M., 1998. Inhibition of eukaryote protein kinases and of a cyclic nucleotide-binding phosphatase by prenylated xanthenes. *Chemico-biological interactions* 114, 121-140.

Mahabusarakam, W., Proudfoot, J., Taylor, W., Croft, K., 2000. Inhibition of lipoprotein oxidation by prenylated xanthenes derived from mangostin. *Free Radical Research* 33, 643-659.

Mahabusarakam, W., Wiriyaachitra, P., Taylor, W., 1987. Chemical constituents of *Garcinia mangostana*. *Journal of Natural Products* 50, 474-478.

Mahabusarakam, W., Pakawatchai, C., Wiriyaachitra, P., Taylor, W.C., Skelton, B.W., White, A.H., 1998. Bicyclomangostin: A new acid-catalysed cyclization product from mangostin. *Australian Journal of Chemistry* 51, 249-254.

Mahabusarakam W, Wiriyaachitra P, Phongpaichit S. 1986. Antimicrobial activities of chemical constituents from *G mangostana* Linn. *Journal of the Science Society of Thailand* 12:239-242.

Mandal, S.; Das, P. C.; Joshi, P. C. 1992. Naturally occurring xanthenes from terrestrial flora. *Journal of the Indian Chemical Society* 69, 611-636.

Marcason W. 2006. What are the facts and myths about mangosteen? *Journal of the American Dietetic Association* 106:986.

Matsumoto, K., Akao, Y., Kobayashi, E., Ohguchi, K., Ito, T., Iinuma, M., Nozawa, Y., 2003. Induction of apoptosis by xanthenes from mangosteen in human leukemia cell lines. *Journal of Natural Products* 66, 1124-1127.

Matsumoto, K., Akao, Y., Ohguchi, K., Ito, T., Tanaka, T., Iinuma, M., Nozawa, Y., 2005. Xanthenes induce cell-cycle arrest and apoptosis in human colon cancer DLD-1 cells. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 13, 6064-6069.

Matsumoto, K., Akao, Y., Yi, H., Ohguchi, K., Ito, T., Tanaka, T., Kobayashi, E., Iinuma, M., Nozawa, Y., 2004. Preferential target is mitochondria in α -mangostin-induced apoptosis in human leukemia HL60 cells. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 12, 5799-5806.

Moongkarndi, P., Kosem, N., Kaslunga, S., Luanratana, O., Pongpan, N., Neungton, N., 2004a. Antiproliferation, antioxidation and induction of apoptosis by *Garcinia mangostana* (mangosteen) on SKBR3 human breast cancer cell line. *Journal of Ethnopharmacology* 90, 161-166.

Moongkarndi, P., Kosem, N., Luanratana, O., Jongsomboonkusol, S., Pongpan, N., 2004b. Antiproliferative activity of Thai medicinal Plant extracts on human breast adenocarcinoma cell line. *Fitoterapia* 75, 375-377.

Morton, J., 1987. Fruits from warm climates. Miami. pp. 301-304.

Murakami M. Uber die constitution des mangostins. *Liebigs Annalen* 1932:496:122-151.

Nabandith, V., Suzui, M., Morioka, T., Kaneshiro, T., Kinjo, T., Matsumoto, K., Akao, Y., Iinuma, M., Yoshimi, N., 2004. Inhibitory effects of crude α -mangostin, a xanthone derivative, on two different categories of colon preneoplastic lesions induced by 1, 2-dimethylhydrazine in the rat. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 5, 433-438.

Nagy S, Shaw, PE. 1980. Tropical and subtropical fruits. Composition, properties and uses. The Avi Publishing Inc. Westport, Connecticut. pp 407-414.

Nakatani, K., Atsumi, M., Arakawa, T., Oosawa, K., Shimura, S., Nakahata, N., Ohizumi, Y., 2002a. Inhibitions of histamine release and prostaglandin E2 synthesis by mangosteen, a Thai medicinal plant. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 25, 1137-1141.

Nakatani, K., Nakahata, N., Arakawa, T., Yasuda, H., Ohizumi, Y., 2002b. Inhibition of cyclooxygenase and prostaglandin E2 synthesis by γ -mangostin, a xanthone derivative in mangosteen, in C6 rat glioma cells. *Biochemical Pharmacology* 63, 73-79.

Nakatani, K., Yamakuni, T., Kondo, N., Arakawa, T., Oosawa, K., Shimura, S., Nilar, Harrison, L.J., 2002. Xanthenes from the heartwood of *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 60, 541-548.

Nakatani K, Yamakuni T, Kondo N, Arakawa T, Oosawa K, Shimura S, Inoue H, Ohizumi Y. 2004. γ -Mangostin inhibits inhibitor-kappaB kinase activity and decreases lipopolysaccharide-induced cyclooxygenase-2 gene expression in C6 rat glioma cells. *Molecular Pharmacology* 66(3): 667-674.

Nilar, Harrison LJ. 2002. Xanthenes from the heartwood of *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 60(5):541-548.

Nilar, Nguyen, L.H.D., Venkatraman, G., Sim, K.Y., Harrison, L.J., 2005. Xanthenes and benzophenones from *Garcinia griffithii* and *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 66, 1718-1723.

Ohishi, N., Suzuki, T., Ogasawara, T., Yagi, K., 2000. Xanthone derivative as inhibitors for monoamine oxidase. *Journal of Molecular Catalysis* 10, 291-294.

Parveen, M., Khan, N.U.D., 1988. Two xanthenes from *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 27, 3694-3696.

Parveen, M., Khan, N.U.D., 1987. A new isoprenylated xanthone from *Garcinia mangostana* Linn. *Chemistry and Industry* 12, 418.

Parveen M, Khan NU, Achari AB, Dutta PK, 1991. A triterpene from *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 30, 361-362.

Pedro M, Cerqueira F, Sousa ME, Nascimento MS, Pinto M. 2002. Xanthenes as inhibitors of growth of human cancer cell lines and their effects on the proliferation of human lymphocytes in vitro. *Bioorganic and Medicinal Chemistry* 10 (12), 3725-3730.

Peres V., Nagem T. J. 1997. Trioxygenated naturally occurring xanthenes. *Phytochemistry* 44, 191-214.

Peres, V., Nagem, T.J., de Oliveira, F.F., 2000. Tetraoxygenated naturally occurring xanthenes. *Phytochemistry* 55, 683-710.

Phongpaichit S, Ongsakul M, Nilrat L, Tharavichitkul P; Bunchoo S, Chuaprapaisilp T, Wiriyaichitra P. 1994. Antibacterial activities of extracts from *Garcinia mangostana* pericarps on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus* species. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 16(4):399-405.

Pierce Salguero C. 2003. A Thai herbal. Findhorn Press. Scotland. pp 118.

Pinto, M.M., Sousa, M.E., Nascimento, M.S., 2005. Xanthone derivatives: new insights in biological activities. *Current Medicinal Chemistry* 12, 2517-2538.

Riscoe M, Kelly JX, Winter R. 2005. Xanthenes as antimalarial agents: discovery, mode of action, and optimization. *Current Medicinal Chemistry* 12(21):2539-49.

Roberts, J.C., 1961. Naturally occurring xanthenes. *Chemical Reviews* 61, 591-605.

Sakagami, Y., Iinuma, M., Piyasena, K.G.N.P., Dharmaratne, H.R.W., 2005. Antibacterial activity of α -mangostin against vancomycin resistant *Enterococci* (VRE) and synergism with antibiotics. *Phytomedicine* 12, 203-208.

Sakai, S., Katsura, M., Takayama, H., Aimi, N., Chokethaworn, N., Suttajit, M., 1993. The structure of garcinone E. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 41, 958-960.

Saralamp P, Chuakul W, Temsirirukul R, Clayton T. 1996. Medicinal Plants in Thailand. Vol. 1. Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy. Mahidol University. Bangkok, Thailand. p. 98.

Sato, A., Fujiwara, H., Oku, H., Ishiguro, K., Ohizumi, Y., 2004. α -mangostin induces Ca²⁺-ATPase-dependent apoptosis via mitochondrial pathway in PC12 cells. *Journal of Pharmacological Sciences* 95, 33-40.

Sen, A.K., Sarkar, K.K., Majumder, P.C., Banerji, N., 1986. Garcinone-D, a new xanthone from *Garcinia mangostana* Linn. *Indian Journal of Chemistry* 25B, 1157-1158.

Sen, A.K., Uusvuori, R., Hase, T.A., Banerji, N., Sarkar, K.K., Mazumder, P.C., 1982. The structures of garcinones A, B and C: three new xanthenes from *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 21, 1747-1750.

Sen, A.K., Uusvuori, R., Hase, T.A., Banerji, N., Sarkar, K.K., Mazumder, P.C., 1980a. A xanthone from *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* 19, 2223-2225.

Sen, A.K., Sarkar, K.K., Majumder, P.C., Banerji, N., 1980b. Isolation of three new minor xanthenes from *Garcinia mangostana* Linn. *Indian Journal of Chemistry* 19B, 1008.

Sen AK, Sarkkar KK, Pronobesh CM, Banerji, N. 1981. *Phytochemistry* 20, 183-185.

Shankaranarayan, D., Gopalakrishnan, C., Kameswaran, L., 1979. Pharmacological profile of mangostin and its derivatives. *Archives Internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie* 239, 257-269.

Sia, G.L., Bennett, G.J., Harrison, L.J., Sim, K.Y., 1995. Minor xanthenes from the bark of *Cratoxylum cochinchinense*. *Phytochemistry* 38, 1521-1528.

Somanathan, R, Sultanbawa, MUS. 1972. Chemical investigation of Ceylonese plants. Part 1, Extractives of *Calophyllum calaba* L. and *Calophyllum bracteatum* Thw. (Guttiferae). *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions I*, 1935-1943.

Sousa ME, Pinto MM. 2005. Synthesis of xanthenes: an overview. *Current Medicinal Chemistry* 12(21), 2447-2479.

Stout, G.H., Krahn, M.M., Yates, P., Bhat, H.B., 1968. The structure of mangostin. *Chemical Communications* 211-212.

Suksamrarn, S., Komutiban, O., Ratananukul, P., Chimnoi, N., Lartpornmatulee, N., Suksamrarn, A., 2006. Cytotoxic prenylated xanthenes from the young fruit of *Garcinia mangostana*. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 54, 301-305.

Suksamrarn, S., Suwannapoch, N., Phakhodee, W., Thanuhiranlert, J., Ratananukul, P., Chimnoi, N., Suksamrarn, A., 2003. Antimycobacterial activity of prenylated xanthenes from the fruits of *Garcinia mangostana*. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* 51, 857-859.

Suksamrarn, S., Suwannapoch, N., Ratananukul, P., Aroonlerk, N., Suksamrarn, A., 2002. Xanthenes from the green fruit hulls of *Garcinia mangostana*. *Journal of Natural Products* 65, 761-763.

Sultanbawa, M.U.S., 1980. Xanthonoids of tropical plants. *Tetrahedron* 36, 1465-1506.

Sundaram, B.M., Gopalakrishnan, C., Subramanian, S., Shankaranarayanan, D., Kameswaran, L., 1983. Antimicrobial activities of *Garcinia mangostana*. *Planta Medica* 48, 59-60.

Tosa, H., Iinuma, M., Tanaka, T., Nozaki, H., Ikeda, S., Tsutsui, K., Tsutsui, K., Yamada, M., Fujimori, S., 1997. Inhibitory activity of xanthone derivatives isolated from some guttiferaceous plants against DNA topoisomerases I and II. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 45, 418-420.

Vieira, L.M., Kijjoa, A., 2005. Naturally-occurring xanthenes: recent developments. *Current Medicinal Chemistry* 12, 2413-2446.

Vlietinck, A.D.B.T., Apers, S., Pieters, L., 1998. Plant-derived leading compounds for chemotherapy of human immunodeficiency virus (HIV) infection. *Planta Medica* 64, 97-109.

Voravuthikunchai, S.P., Kitpipit, L., 2005. Activity of medicinal plant extracts against hospital isolates of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clinical Microbiology and Infection* 11, 510-512.

Wan, A.S.C., *Garcinia mangostana*. 1973. High resolution NMR studies of mangostin. *Planta Medica* 24, 297-300.

Wang LW, Kang JJ, Chen IJ, Teng CM, Lin CN. 2002. Antihypertensive and vasorelaxing activities of synthetic xanthone derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 10(3):567-72.

Weecharangsan W, Opanasopit P, Sukma M, Ngawhirunpat T, Sotanaphun U, Siripong P. 2006. Antioxidative and neuroprotective activities of extracts from the fruit hull of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.). *Medical Principles and Practice* 15(4):281-287.

Westerman PW, Gunasekera SP, Uvais M, Sultanbawa S, Kazlauskas R. 1977. Carbon-13 N.m.r study of naturally occurring xanthenes. *Organic Magnetic Resonance* 9, 631-636.

Wiebel, J., Chacko, E.K., Downton, W.J., Ludders, P., 1994. Influence of irradiance on photosynthesis, morphology and growth of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) seedlings. *Tree Physiology* 14, 263-274.

Williams, P., Ongsakul, M., Proudfoot, J., Croft, K., Beilin, L., 1995. Mangostin inhibits the oxidative modification of human low density lipoprotein. *Free Radical Research* 23, 175-184.

Yamakuni, T., Aoki, K., Nakatani, K., Kondo, N., Oku, H., Ishiguro, K., Ohizumi, Y., 2006. Garcinone B reduces prostaglandin E2 release and NF-kappaB-mediated transcription in C6 rat glioma cells. *Neuroscience Letters* 394, 206-210.

Yates, P., Stout, G.H., 1958. The structure of mangostin. *Journal of the American Chemical Society* 80, 1691-1700.

Yates, P., Bhat H.B. 1968. Structure of β -mangostin. *Canadian Journal of Chemistry* 46:3770-3772.

Yoshikawa, M., Harada, E., Miki, A., Tsukamoto, K., Si Qian Liang, Yamahara, J., Murakami, N., 1994. Antioxidant constituents from the fruit hulls of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) originating in Vietnam. *Yakugaku Zasshi: Journal of the Pharmaceutical Society of Japan* 114, 129-133.

Tabla 1. Propiedades medicinales tradicionales de *Garcinia mangostana*

Enfermedad o padecimiento combatido	Referencia
Disentería	Pierce Salguero, 2003; Chopra et al., 1956; Caius, 2003; Morton, 1987; Saralamp et al., 1996. Sakagami et al, 2005; Huang et al, 2001; Chanarat et al., 1997; Moongkarndi et al., 2004; Gopalakrishnan et al., 1980; Sen et al., 1980 ; Wan, 1973 ; Yates & Stout, 1958 ; Garnett & Sturton, 1932.
Diarrea Diarrea crónica en adultos y niños.	Pierce Salguero, 2003; Chopra et al., 1956; Caius, 2003; Morton, 1987; Saralamp et al., 1996. Jung et al., 2006; Weecharangsan et al., 2006; Moongkarndi et al., 2004; Suksamrarn et al., 2003; Nakatani et al., 2002b; Suksamrarn et al., 2002; Nakatani et al., 2002a; Chairungsrilerd et al., 1996; Chairungsrilerd et al., 1996a; Jinsart et al., 1992; Balasubramanian & Rajagopalan, 1988; Mahabusarakam et al., 1987; Gopalakrishnan et al., 1980; Sen et al., 1980; Wan, 1973; Garnett & Sturton, 1932
Hemorroides	Pierce Salguero, 2003.
Alergias por comida	Pierce Salguero, 2003.
Artritis ^a	Pierce Salguero, 2003.
Heridas ^a	Pierce Salguero, 2003. Jung et al., 2006; Weecharangsan et al., 2006; Matsumoto et al., 2005; Nabandith et al., 2004; Matsumoto et al., 2004; Moongkarndi et al., 2004; Matsumoto et al., 2003; Suksamrarn et al., 2003; Nakatani et al., 2002a; Suksamrarn et al., 2002; Chanarat et al., 1997; Chairungsrilerd et al., 1996; Jinsart et al., 1992; Mahabusarakam et al., 1987; Wan et al., 1973; Mahabusarakem et al., 1986.
Infecciones de la piel	Pierce Salguero, 2003. Jung et al., 2006; Weecharangsan et al., 2006; Matsumoto et al., 2005; Nabandith et al., 2004; Matsumoto et al., 2004; Matsumoto et al., 2003; Suksamrarn et al., 2003; Nakatani et al., 2002b; Suksamrarn et al., 2002; Chanarat et al., 1997; Chairungsrilerd et al., 1996b; Jinsart et al., 1992; Mahabusarakam et al., 1987; Mahabusarakam et al., 1986.
Tuberculosis	Harbone et al., 1999 ; Suksamrarn et al., 2006.
Inflamación	Harbone et al., 1999; Saralamp et al., 1996; Sakagami et al., 2005; Moongkarndi et al., 2004; Nakatani et al., 2002a; Huang et al., 2001; Gopalakrishnan et al., 1997; Chairungsrilerd et al., 1996; Chairungsrilerd et al., 1996a; Furukawa et al., 1996; Balasubramanian & Rajagopalan, 1988
Úlceras	Harbone et al., 1999. Moongkarndi et al., 2004 ; Nakatani et al., 2002a ; Furukawa et al., 1996 ; Hasegawa et al., 1996.
Bacterias y hongos	Harbone et al., 1999; Saralamp et al., 1996.
Afecciones del tracto genitourinario	Caius, 2003.
Gonorrea,	Morton, 1987; Moongkarndi et al., 2004 ; Garnett & Sturton, 1932

cistitis y supuración de la uretra	
Aftas en la boca	Caius, 2003.
Fiebre	Caius, 2003; Morton, 1987; Yates & Stout, 1958
Amibas	Caius, 2003; Morton, 1987.
Eczema ^{a, b}	Morton, 1987.
Acné ^c	Saralamp et al., 1996 ; Chomnawang et al., 2005.
Infección por levaduras de la membrana mucosa de la boca y de la lengua.	Morton, 1987.
Ansiolítico.	Morton, 1987.
Dolor abdominal	Moongkarndi et al., 2004.
Astringencia	Moongkarndi et al., 2004; Huang et al., 2001 ; Chairungsrilerd et al., 1996; Sen et al, 1980 ; Du & Francis, 1977.
Supuraciones	Moongkarndi et al., 2004.
Leucorrea	Moongkarndi et al., 2004.
Antiséptico	Nakatani et al., 2002a.
Cólera	Sen et al., 1980.

^aCataplasma del pericarpio, ^bUso local como un ungüento, ^cCrema cosmética, *Es una forma de dermatitis o inflamación de la capa superior de la piel.

Tabla 2. Xantonas aisladas del pericarpio de *G. mangostana*.

α -mangostina	Yates y Stout, 1958; Govindachari et al., 1971; Wan, 1973; Shankaranarayan et al., 1979; Sen et al., 1980; Sundaraman et al., 1983; Mahabusarakam et al., 1987, 2000; Jinsart et al., 1992; linuma et al., 1996; Williams et al., 1995; Asai et al., 1995; Chairungsrilerd, 1996a,b; Furukawa et al., 1996; Chen et al., 1996; Gopalakrishnan et al., 1997; Ho et al., 2002; Suksamrarn et al., 2002, 2003; Nabandith et al., 2004; Matsumoto et al., 2003, 2004, 2005; Jung et al., 2006.
β -mangostina	Mahabusarakam et al., 1987; Gopalakrishnan et al., 1997; Asai et al., 1995; linuma et al., 1996; Suksamrarn et al., 2002, 2003; Huang et al., 2001; Matsumoto et al., 2003, 2005.
γ -mangostina	Jefferson et al., 1970; Mahabusarakam et al., 1987; Jinsart et al., 1992; Asai et al., 1995; linuma et al., 1996; Chairungsrilerd, 1996a,b; Chen et al., 1996; Gopalakrishnan et al., 1997; Tosa et al., 1997; Chairungsrilerd et al., 1998a,b; Ho et al., 2002; Nakatani et al., 2002b, 2004; Nabandith et al., 2004; Suksamrarn et al., 2003; Matsumoto et al., 2003, 2005; Jung et al., 2006.
Mangostanol	Chairungsrilerd, 1996; Suksamrarn et al., 2002, 2003; Huang et al., 2001.
Mangostenol	Suksamrarn et al., 2002,2003.
1-isomangostina	Mahabusarakam et al., 1987; Jung et al., 2006.
1-isomangostina hidratada	Mahabusarakam et al., 1987.
3-Isomangostina	Huang et al., 2001; Mahabusarakam et al., 1987.
3-Isomangostina hidratada	Mahabusarakam et al., 1987.
1,6 dihidroxi-7-metoxi-8-isoprenil-6',6'-dimetilpirano(2',3':3,2)xantona (Compuesto 7)	Suksamrarn et al., 2003, 2006
Toxyloxantona A o Trapezifolixantona	Suksamrarn et al., 2002, 2003.
Calabaxantona ^a	Sen et al., 1980; Mahabusarakam et al., 1987.
Demetilcalabaxantona	Mahabusarakam et al., 1987; Suksamrarn et al.,

	2003.
Caloxantona A	linuma et al., 1996.
Macluraxantona	linuma et al., 1996.
1,7-dihidroxixantona	linuma et al., 1996.
Euxantona	Gopalakrishnan et al. 1997.
Cudraxantona	Jung et al., 2006.
8-hidroxicudraxantona G	Jung et al., 2006.
Esmeatxantona A	Jung et al., 2006.
BR-xantona A	Balasubramanian & Rajagopalan, 1988.
BR-xantona-B	Balasubramanian & Rajagopalan, 1988.
Mangostanina	Suksamrarn et al., 2003.
Mangostenona A	Suksamrarn et al., 2002, 2003.
Mangostenona B	Suksamrarn et al., 2002.
Mangostinona	Asai et al., 1995; Suksamrarn et al., 2002, 2003; Matsumoto et al., 2003; Jung et al., 2006.
Gartanina	Govindachari et al., 1971; Mahabusarakam et al., 1987; Asai et al., 1995; linuma et al., 1996; Gopalakrishnan et al., 1997; Huang et al., 2001; Ho et al., 2002; Jung et al., 2006.
8-Desoxigartanina	Govindachari et al., 1971; Sakai et al., 1993. Gopalakrishnan et al., 1997; Huang et al., 2001; Ho et al., 2002; Suksamrarn et al., 2006; Jung et al., 2006.
Garcinona A	Sen et al., 1980b, 1982.
Garcinona B	Sen et al., 1980b, 1982; Huang et al., 2001; Suksamrarn et al., 2002, 2003.
Garcinona C	Sen et al., 1980b, 1982.
Garcinona D	Sen et al., 1986; Gopalakrishnan et al., 1997; Huang et al., 2001; Suksamrarn et al., 2003; Jung et al., 2006.
Garcinona E	Dutta et al., 1987; Sakai et al., 1993; Asai et al., 1995, linuma et al., 1996; Huang et al., 2001; Ho et al., 2002; Matsumoto et al., 2003; Jung et al., 2006.
Garcimangosona A	Huang et al., 2001.
Garcimangosona B	Jung et al., 2006; Huang et al., 2001.

Garcimangosona C	Huang et al., 2001.
Garcimangosona D	Huang et al., 2001.
Tovofilina A	Huang et al., 2001; Ho et al., 2002; Jung et al., 2006.
Tovofilina B	Huang et al., 2001; Suksamrarn et al., 2002, 2003.
1,5 -dihidroxi-2-isoprenil-3-metoxixantona	Sen, 1981; Asai et al., 1995; linuma et al., 1996; Huang et al., 2001.
mangostingona [7-metoxi-2-(3-metil-2-butenil)-8-(3-metil-2-oxo-3-butenil)-1,3,6-trihidroxixantona	Jung et al., 2006.
5,9-dihidroxi-2,2-dimetil-8-metoxi-7-(3-metil-but-2-enil)-2H,6H-pirano [3,2,-b] xanten-6-ona	Sen et al., 1980a; Huang et al., 2001; Chairungsrilerd, 1996.
2-(γ,γ -dimetilalil)-1,7-dihidroxi-3-metoxixantona	Mahabusarakam et al., 1987.
2,8- bis(γ,γ -dimetilalil)-1,3,7-trihidroxixantona	Mahabusarakam et al., 1987.
1,7-dihidroxi-2-isoprenil-3-metoxixantona	Sen, 1981; Asai et al., 1995; linuma et al., 1996; Huang et al., 2001; Suksamrarn et al., 2003; Matsumoto et al., 2003.
2,7,-diisoprenil-1,3,8-trihidroxi 4-metilxantona	Gopalakrishnan & Balaganesan, 2000.
2,8 -diisoprenil- 7- carboxi 1,3 dihidroxantona	Gopalakrishnan & Balaganesan, 2000.
2 isoprenil-1,7-dihidroxi-3 metoxixantona	Matsumoto et al., 2003.
1,3,6,7 -tetrahidroxi -8- (3 metil-2-butenil)-9Hxanton-9-ona.	Huang et al., 2001.

^aEsta xantona se aisló originalmente de la corteza de *Calophyllum calaba* y *Calophyllum bracteatum* (Somanathan & Sultanbawa, 1972).

Tabla 3. Xantonas aisladas de la fruta de *G. mangostana*.

Thwaitesixantona ^b	Suksamrarn et al., 2006.
Mangostinona ^a	Suksamrarn et al., 2006,
Mangostenona E	Suksamrarn et al., 2006.
Mangostenona D	Suksamrarn et al., 2006.
Mangostenona C	Suksamrarn et al., 2006.
Mangostanol ^a	Suksamrarn et al., 2006.
Mangostanina ^a	Suksamrarn et al., 2006.
Gartanina ^a	Suksamrarn et al., 2006.
Garcinona E ^a	Suksamrarn et al., 2006.
Garcinona D ^a	Suksamrarn et al., 2006.
Garcinona C ^a	Suksamrarn et al., 2006.
Garcinona B ^a	Suksamrarn et al., 2006.
Demetilcalabaxantona ^a	Suksamrarn et al., 2006.
Compuesto 7 ^a	Suksamrarn et al., 2006
1-isomangostina ^a	Sundaramn et al., 1983.
11-hidroxi-1-isomangostina ^c	Suksamrarn et al., 2006.

^aPurificado también del pericarpio de *G. Mangostana* (ver tabla 1). ^bSe aisló previamente por Ampofo & Waterman (1986) de *Calophyllum macrocarpum* y *Calophyllum walkeri*. ^c Se aisló previamente por Sia et al. (1995) de *Cratoxylum cochinchinense*.

Tabla 4. Xantonas aisladas del tronco de *G. mangostana*.

1,3,6,7- tetrahidroxixantona (Noratiriol)	Holloway & Scheinmann et al., 1975.
1,3,6,7-tetrahidroxi-O-glucosilxantona	Holloway & Scheinmann et al., 1975.
Mangoxantona	Nilar et al., 2005.
Dulxantona D	Nilar et al., 2005.
1,3,7- trihidroxi-2-metoxixantona	Nilar et al., 2005.
1,3,5 –trihidroxi-13,13-dimetil-2H-piran[7,6-b]xanten-9-ona	Nilar et al., 2005.
Garciniafurana	Nilar & Harrison, 2002.
6-O-Metilmangostanina	Nilar & Harrison, 2002.
Mangostanina ^a	Nilar & Harrison, 2002.
1,6-dihidroxi-3,7-dimetoxi-2-isoprenilxantona	Nilar & Harrison, 2002.
1,6-dihidroxi-2-(2-hidroxi-3-metilbut-3-enil)-3,7-dimetoxi-8-isoprenil xantona	Nilar & Harrison, 2002.
1,6-dihidroxi-8-(2-hidroxi-3-metilbut-3-enil)-3,7-dimetoxi-2-isoprenil-xantona	Nilar & Harrison, 2002.
1,6-dihidroxi-3,7-dimetoxi-2-(3-metilbut-2-enil)-8-(2-oxo-3-metilbut-3-enil)-xantona	Nilar & Harrison, 2002.
(16E)-1,6-dihidroxi-8-(3-hidroxi-3-metilbut-1-enil)-3,7-dimetoxi-2-isoprenil-xantona	Nilar & Harrison, 2002.
1-hidroxi-2-(2-hidroxi-3-metilbut-3-enil)-3,6,7-trimetoxi-8-isoprenil-xantona.	Nilar & Harrison, 2002.
1-hidroxi-8-(2-hidroxi-3-metilbut-3-enil)-3,6,7-trimetoxi-2-isoprenil-xantona	Nilar & Harrison, 2002.
(16E)-1-hidroxi-8-(3-hidroxi-3-metilbut-1-enil)-3,6,7-trimetoxi-2-isoprenil-xantona.	Nilar & Harrison, 2002.
1,3-dihidroxi-2-(2-hidroxi-3-metilbut-3-enil)-6,7-dimetoxi-8-isoprenil-xantona.	Nilar & Harrison, 2002.
1 hidroxi- 3,6,7-trimetoxi-2-(2-hidroxi-3-metilbut-3enil)-8-isoprenil-xantona	Nilar & Harrison, 2002.
1 hidroxi -3,6,7 trimetoxi-2-isoprenil-8-(2-oxo-3-metilbut-3-enil)-xantona.	Nilar & Harrison, 2002.
1 hidroxi -3,6,7 trimetoxi-2-isoprenil-xantona.	Nilar & Harrison, 2002.

^aPurificado también del pericarpio y la fruta de *G. mangostana* (ver tablas 1 y 2).

Tabla 5. Xantonas aisladas de las hojas de *G. mangostana* (Parveen & Khan, 1988).

1,6- dihidroxi-3-metoxi-2[3-metil-2-butenil]xantona
Gartanina ^a
1,5,8-trihidroxi-3 -metoxi-2-[3 metil-2butenil]xantona

^aPurificada también del pericarpio y la fruta de *G. mangostana* (ver tablas 1 y 2).

Tabla 6. Derivados sintéticos de a-mangostina.

Triacetato de mangostina	Shankaranarayan et al., 1979; Sundaram et al., 1983.
3-O-metilmangostina	Sundaram et al., 1983.
3,6 di-O-metilmangostina	Sundaram et al., 1983.
Mangostin 3,6-d-O-tetra acetilglucósido	Shankaranarayan et al., 1979.
Mangostin 3,6 di-O-glucósido	Shankaranarayan et al., 1979.
1-hidroxi-3,6,7-trimetoxi-2,8-bis (isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1,3-dihidroxi-6-acetoxi-7-,etoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1,6-dihidroxi-3-(2,3-dihidroxiopropoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1-hidroxi-3,6-di(2,3-dihidroxiopropoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1-hidroxi-3,6-di(4-cianopropoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1,3-dihidroxi-6-(4-cianopropoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1,3-dihidroxi-6-(N,N-dietilaminoetoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1-hidroxi-3,6-di(N,N-dietilaminoetoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1,3-dihidroxi-6-(N,N-dimetilaminoetoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1,3-dihidroxi-6-(N,N-dimetilaminopropoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1,3-dihidroxi-6-(2-hidroxi-3-N,N-dimetilaminopropoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1,3-dihidroxi-6(2-hidroxi-3-N-isopropilaminopropoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-9H-xanton-9-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
1-hidroxi-3,6-di(2-hidroxi-3-N-isopropilaminopropoxi)-7-metoxi-2,8-bis(isoprenil)-	Mahabusarakam et al., 2000.

9H-xanton-9-ona	
5-hidroxi-8-metoksi-9-(N,N-dimetilaminoetoksi)-7-(isoprenil)-2,2-dimetil-pirano[3,2-b]xanton-6-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
5-hidroxi-8-metoksi-9-(3-N,N-dimetilaminopropoksi)-7-(isoprenil)-2,2-dimetil-pirano[3,2-b]xanton-6-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
5-hidroxi-8-metoksi-9-(2-hidroxi-3-N,N-dimetilaminopropoksi)-7-(isoprenil)-2,2-dimetil-pirano[3,2-b]xanton-6-ona.	Mahabusarakam et al., 2000.
5-hidroxi-8-metoksi-9-(2-hidroxi-3-N-isopropilaminopropoksi)-7-(isoprenil)-2,2-dimetil-pirano[3,2-b]xanton-6-ona	Mahabusarakam et al., 2000.
5-hidroxi-8-metil-(3-cianobutoxi)-7-(isoprenil)-2,2-dimetil-piranol[3,2-b]xanton-6-ona.	Mahabusarakam et al., 2000.
biciclomangostina	Mahabusarakam et al., 2000.
Di-O-metilamangostina	Gopalakrishnan et al., 1997.
Di-O-etilmangostina	Gopalakrishnan et al., 1997.
Di-O-butilmangostina	Gopalakrishnan et al., 1997.
Di-O-isopropilmangostina	Gopalakrishnan et al., 1997.
Di-O-alilmangostina	Gopalakrishnan et al., 1997.
Di-O-metalilmangostina	Gopalakrishnan et al., 1997.
Di-O-acetilmangostina	Gopalakrishnan et al., 1997.
3-isomangostina	Gopalakrishnan et al., 1997.

Tabla 7. Propiedades antioxidantes de *G. mangostana*.

Efecto	Referencia
El extracto metanólico del pericarpio de la fruta del mangostán (<i>G. mangostana</i> L.) y α -mangostina mostraron actividad antioxidante en un ensayo <i>in vitro</i> .	Yoshikawa et al., 1994.
La α -mangostina inhibió la oxidación inducida por cobre y radical peroxilo en LDL <i>in vitro</i> .	Williams et al., 1995.
La eficacia antioxidante (usando el método del tiocianato férrico) es la siguiente: γ -mangostina>butilhidroxi-anisol> α -tocoferol> α -mangostina. La γ -mangostina, pero no la α -mangostina, fue capaz de atrapar el anión superóxido y de quelar hierro. La eficacia de α y γ - mangostina para atrapar peróxido de hidrógeno fue baja.	Fan & Su, 1997.
La α -mangostina y derivados preniladas de esta xantona inhiben la oxidación de LDL inducida por cobre <i>in vitro</i> .	Mahabusarakam et al., 2000.
El extracto metanólico de la porción comestible de <i>G. mangostana</i> exhibe actividad antioxidante en un ensayo <i>in vitro</i> .	Leong y Shui, 2002.
El extracto metanólico crudo del pericarpio de <i>G. mangostana</i> disminuye la producción intracelular de especies reactivas de oxígeno en células SKBR3.	Moongkarndi et al., 2004.
El extracto del pericarpio de GM fue muy eficaz para inhibir la lipoperoxidación y para atrapar radicales hidroxilo.	Garcia et al., 2005.
Varias xantonas (8-hidroxidraxantona G, gartanina, α -mangostina, γ -mangostina, y esmeatxantona A) presentan habilidad atrapadora de anión peroxinitrito en un ensayo <i>in vitro</i> .	Jung et al., 2006.
Los extractos acuosos y etanólicos del pericarpio de GM tiene actividad antioxidante <i>in vitro</i> (método de DPPH) y en células de neuroblastoma NG108-15 en cultivo incubadas con H ₂ O ₂ .	Weecharangsan et al. 2006.

Tabla 8. Propiedades antitumorales de xantonas derivadas de *Garcinia mangostana*.

Efecto	Referencia.
La garcinona E tiene un efecto citotóxico en líneas celulares de hematoma (HCC36, TONG, HA22T, Hep 3B, HEpG2, SK-HEp-1) así como en líneas celulares de cáncer gástrico (AZ521, NUGC-3, KATO-III, AGS) y de cáncer de pulmón (NCI-Hut 125, CH27-LC-1, H2981, Calu-1).	Ho et al., 2002.
Seis xantonas del pericarpio de mangostán presentan actividad antiproliferativa contra células de leucemia humana (HL60). Las xantonas α -, β - y γ -mangostinas (IC_{50} =6.1 – 7.6 μ M) fueron muy eficaces y garcinona E, mangostinona y 2-isoprenil-1,7-dihidroxi-3-metoxixantona presentan una baja actividad inhibitoria (IC_{50} =15-23.6 μ M). La α -mangostina induce apoptosis dependiente de caspasa 3 en células HL60 y presenta un efecto antiproliferativo en las líneas celulares K562, NB4, U937 a 5-10 μ M.	Matsumoto et al., 2003.
El tratamiento con α -mangostina inhibe la proliferación celular en las lesiones de colon inducidas con 1,2-dimetil hidracina (DMH) en ratas macho F344 por inyecciones una vez a la semana por dos semanas. Una semana las ratas se alimentaron con una dieta conteniendo 0.02% y 0.05% de α -mangostina.	Nabandith et al., 2004.
El extracto acuoso del pericarpio de la fruta de <i>G. mangostana</i> presenta actividad antileucémica en las siguientes líneas: células leucémicas de miogenia crónica humana K562, células de linfoma humano histiocítico U937, células de linfoma humano de Burkitt's P3HR1 y células Raji.	Chiang et al., 2004.
La α -mangostina induce apoptosis en las líneas celulares de leucemia humana HL-60, K562, NB4 y U937. La α -mangostina induce la activación de las caspasas 9 y 3 pero no de la 8 en células HL60. La citotoxicidad de α -mangostina se correlacionó con la pérdida de potencial de la membrana mitocondrial.	Matsumoto et al., 2004.
Los extractos etanólicos y metanólicos de <i>G. mangostana</i> presentan un efecto antiproliferativo asociado con la apoptosis en células humanas de cáncer de pecho SKBR3.	Moonghrandi et al., 2004a, 2004b.
El efecto antiproliferativo de la α - y γ -mangostinas, pero no de β -mangostina está asociado con apoptosis en células cancerosas de colon humano DLD-1. Los efectos antiproliferativos se asociaron con el arresto del ciclo celular al afectar la expresión de las ciclinas cdc2 y p27. La α -mangostina arrestó al ciclo en la fase G1 y la β -mangostina en la fase S.	Matsumoto et al., 2005.
La α -mangostina inhibe las lesiones preneoplásicas inducidas por 7,12-dimetilbenz[A]antraceno (DMBA) en un cultivo de glándula mamaria de ratón con una IC_{50} de 1 μ g/mL (2.44 μ M).	Jung et al., 2006.
Las xantonas mangostenona C, mangostenona D, demetilcalabaxantona, β -mangostina, gartanina, garcinona E, α -mangostina, mangostinona, γ -mangostina, garcinona D y garcinona C presentan un efecto citotóxico en tres líneas celulares de cáncer humano: carcinoma epidermoide de la boca (células KB), cáncer de pecho (células BC-1) y cáncer de pulmón (NCI-H187). La mangostenona E y la 11-hidroxi-1-isomangostina presentan un efecto citotóxico en las células KB y BC-1. Las xantonas 8-desoxigartanina, mangostanol y mangostanina presentan citototoxicidad en las células NCI-H187.	Suksamrarn et al., 2006.

Tabla 9. Propiedades antialérgicas y antiinflamatorias de *G. mangostana*.

Extracto o actividad de xantona	Referencia.
Las xantonas α -mangostina, 1-isomangostina y triacetato de mangostina administradas de manera oral o intraperitoneal tienen actividad antiinflamatoria en ratas en diversos modelos de inflamación incluyendo el inducido por carragenina.	Shankaranarayan et al., 1979.
La α -mangostina, inyectada i.p. (50 mg/Kg) tiene efectos antiinflamatorios en diversos modelos experimentales de inflamación en ratas y cobayos.	Gopalkrishnan et al., 1980.
La α -mangostina disminuye la contracción inducida por histamina en aorta y tráquea de cobayos macho.	Chairungsilerd et al., 1996a.
El extracto metanólico crudo del pericarpio de <i>G. mangostana</i> bloquea la respuesta contráctil histaminérgica y serotoninérgica en aorta de conejo aislada. La α -mangostina bloquea la respuesta histaminérgica y la γ -mangostina bloquea la respuesta serotoninérgica.	Chairungsilerd et al., 1996b.
Los extractos del pericarpio de mangostán (100% etanol, 70% etanol 40% etanol y agua) inhiben la liberación de histamina en células RBL2H3 y la disminuyen la síntesis de prostaglandina E_2 inducida por A23187 en células de glioma de rata C6.	Nakatani et al., 2002a.
La γ -mangostina inhibe muy eficazmente la liberación de prostaglandina E_2 inducida por A23187 en células C6 y la conversión de ácido araquidónico a prostaglandina E_2 en microsomas aislados de una manera dependiente de la concentración. In vitro, la γ -mangostina inhibe la actividad de la ciclooxigenasa-1 (COX-1) constitutiva y de la COX-2 inducible de una manera dependiente de la concentración.	Nakatani et al., 2002b.
La γ -mangostina (a) inhibe la actividad de COX-1 y COX-2 y la síntesis de prostaglandina E_2 en células C6. (b) inhibe la expresión de COX-2 inducida por lipopolisacárido (LPS). (c) inhibe la actividad de IKK, (d) disminuye la degradación y fosforilación de I κ B inducida por LPS, (e) reduce la activación de NF- κ B y la región promotora del gen de COX-2 dependiente de la transcripción, ambas inducidas por LPS y (f) inhibe el edema inducido por carragenina en ratas.	Nakatani et al., 2004.
La garcinona B reduce la liberación de prostaglandina E_2 inducida por A23187 y la transcripción de NF- κ B inducida por LPS en células C6.	Yamakuni et al., 2006.

Tabla 10. Propiedades antibacterianas de *G. mangostana*.

Microorganismo	Referencia.
La α -mangostina presenta actividad antibacteriana contra <i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. thypimurium</i> , <i>B. subtilis</i> . El orden de eficacia fue: α -mangostina>isomangostina>3-O-metilmangostina>3,6-di-O-metilmangostina.	Sundaram et al., 1983.
Phongpaichit y colaboradores aislaron y probaron la actividad antibacteriana de las xantonas α -mangostina, γ -mangostina y una mezcla de mangostinas en 49 cepas de MRSA aisladas de pacientes del hospital de Songklanagarind (SH) y la actividad antibacteriana de α -mangostina en 50 cepas de MRSA y 13 cepas de <i>Enterococcus spp.</i> aisladas de pacientes del hospital Maharaj Nakorn Chiang Mai (MH). Ellos encontraron valores de MIC ₉₀ para MRSA de SH de 3.125, 2.260 y 1.480 ug/mL para α -, γ -mangostinas y la mezcla de mangostinas, respectivamente en comparación con la MIC ₉₀ >50 y 1.48 μ g/mL encontrados para penicilina G y vancomicina, respectivamente. Los valores de MIC ₉₀ de α -mangostina contra MRSA de MH fue de 3.7 μ g/mL y un valor de MIC ₁₀₀ para <i>Enterococcus spp.</i> de 1 ug/mL. De acuerdo con lo anterior, la mezcla de mangostinas fue encontrada con la actividad antibacteriana más potente con un valor de MIC ₉₀ equivalente al encontrado para vancomicina (Phongpaichit, 1994).	Phongpaichit, 1994.
Las xantonas α -mangostina, garcinona E, 1,5-dihidroxi-2-isoprenil-3-metoxixantona, 1,7-dihidroxi-2-isoprenil-3-metoxixantona, gartanina, α -mangostina y γ -mangostina presentan actividad antibacteriana contra <i>Staphylococcus aureus</i> resistente a meticilina (MRSA).	Iinuma et al., 1996.
Los polisacáridos aislados del pericarpio de <i>G. mangostana</i> aumentan la capacidad de las células fagocíticas para eliminar <i>Salmonella enteritidis</i> en un ensayo <i>in vitro</i> .	Chanarat et al., 1997.
Las α - y β -mangostinas y la garcinona B inhiben de manera muy eficaz a <i>Mycobacterium tuberculosis</i> .	Suksamrarn et al., 2003.
El extracto de <i>G. mangostana</i> inhibe de manera muy eficaz a <i>Propionibacterium acnes</i> y a <i>Staphylococcus epidermidis</i> .	Chomnawang et al., 2005.
La α -mangostina es activa contra <i>Enterococos</i> resistentes a vancomicina (VRE) y MRSA, con valores MIC de 6.25 y de 6.25 a 12.5 ug/mL, respectivamente. Se presenta sinergismo entre α -mangostina y gentamicina contra VRE y entre α -mangostina e hidrocloreuro de vancomicina contra MRSA y sinergismo parcial entre la α -mangostina y los antibióticos comerciales ampicilina y minociclina.	Sakagami et al., 2005.
Los extractos etanólicos de <i>G. mangostana</i> inhiben a MRSA y a <i>S. aureus</i> ATCC25923.	Voravuthikunchai et al., 2005.

Tabla 11. Propiedades antivirales y antifúngicas de *G. mangostana*.

Propiedad.	Referencia.
La α -mangostina tiene actividad antifúngica contra <i>Epidermophyton floccosum</i> , <i>Alternaria solani</i> , <i>Mucor sp.</i> , <i>Rhizopus Sp.</i> , <i>Cunninghamella Echinulata</i> . El orden de eficacia fue α -mangostina>isomangostina=3-O-metilmangostina>3,6-di-O-metilmangostina.	Sundaram et al., 1983.
El extracto etanólico de <i>G. mangostana</i> y las α y β -mangostinas poseen una actividad inhibitoria contra la proteasa de HIV-1 (ruptura proteolítica).	Chen et al., 1996; Vlietinck et al., 1998.
Las xantonas α -mangostina. BR-xantona A, gartanina, 8-desoxigartanina, garcinona D, γ -mangostina y euxantona presentan actividad antifúngica contra tres hongos patógenos: <i>F. oxysprum vasinfectum</i> , <i>A. tenuis</i> y <i>D. oryzae</i> .	Gopalakrishnan et al., 1997.

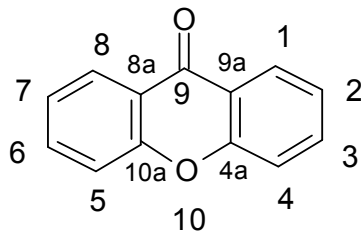
Gopalakrishnan et al., 1997 demostraron que los anillos A y B de las xantonas son importantes para la actividad antifúngica.

Tabla 12. Otras acciones de xantonas derivadas de *G. mangostana*.

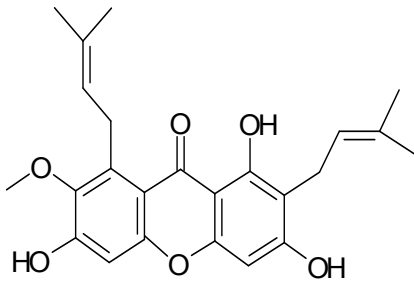
Actividad	Referencia.
La α -mangostina inhibe la actividad de la ATPasa de Ca^{2+} del retículo sarcoplásmico de músculo esquelético de conejo.	Furukawa et al., 1996.
La α -mangostina inhibe a la esfingomielinasa ácida.	Hamada et al., 2003.
Las xantonas preniladas llevan a cabo la inhibición de proteínas cinasas eucariontes y de una fosfatasa cíclica que une nucleótidos.	Lu et al., 1998.
La α -mangostina induce la apoptosis dependiente de ATPasa- Ca^{2+} vía mitocondrial en células PC12.	Sato et al., 2004.
La α -mangostina y la γ -mangostina inhiben las siguientes cinasas: proteína cinasa dependiente de Ca^{2+} de germen de trigo, cinasa de la cadena ligera de miosina dependiente de Ca^{2+} -calmodulina y proteína cinasa de la subunidad catalítica dependiente de AMP cíclico de hígado de rata.	Jinsart et al., 1992.
La α -mangostina tiene actividad antiulcerosa en un modelo quirúrgico en ratas. Las xantonas α -mangostina, 3-O-metilmangostina, 1-isomangostina, triacetato de mangostina, 3,6-d-O-tetra acetilglucósido y mangostin 3,6-di-O-glucósido inducen depresión del SNC.	Shankaranarayan et al., 1979.
La γ -mangostina inhibe eficazmente la actividad de DNA topoisomerasa II.	Tosa et al., 1997.

PIES DE FIGURA

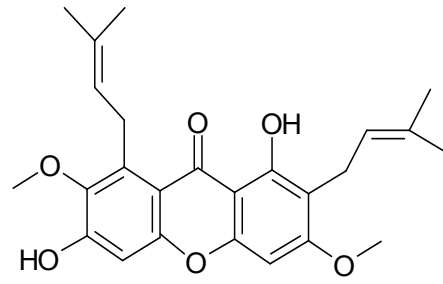
Fig. 1. Estructura del núcleo base de las xantonas con numeración de los carbonos recomendada por la IUPAC. También se muestra la estructura la estructura de las xantonas mas estudiadas de *G mangostana*.



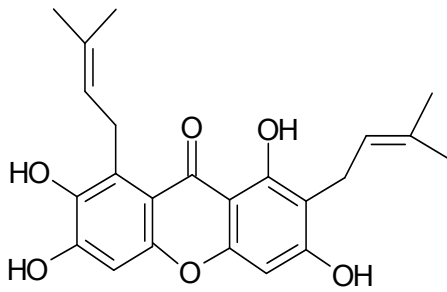
Núcleo de las xantonas



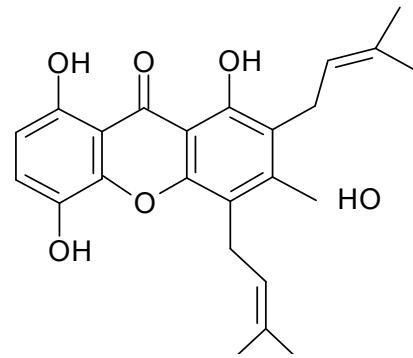
α -mangostina



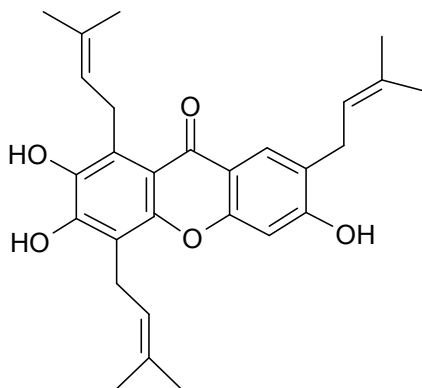
β -mangostina



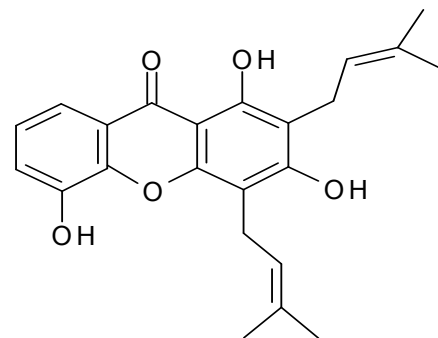
γ -mangostina



Gartanina



Garcinona E



8-desoxygartanina

