

PLANTAS ANTIMALÁRICAS EN BOLIVIA:
QUINA, QUINA-QUINA Y OTRAS ESPECIES

Antimalaric plants in Bolivia: Quina, Quina-Quina and other species

Alejandro Araujo-Murakami^{1,3}, Roberto C. Quevedo-Sopepi^{2,3}
& Fernando Pizarro-Romero³

¹Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Av. Irala 565, Casilla 2489, Santa Cruz, Bolivia. Autor de correspondência: Email: araujomurakami@yahoo.com

²Dirección de Investigación Científica e Innovación Tecnología (DICIT), Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, campus universitario, calle México, Santa Cruz, Bolivia,

³Colegio de Ingenieros Forestales de Santa Cruz (CIF-SC), SIB-SC, Barrio Urbari, calle Mocapini 402

Resumen: Los indígenas y pobladores que habitan la región de la Amazonia, los Andes, la Chiquitania y el Chaco en Bolivia, emplearon y emplean diversas plantas antimaláricas, siendo que, las más populares son denominadas quino, quina, quina quina y quinarana. Este trabajo presenta una lista de plantas utilizadas para tratamientos contra la malaria en los pueblos de Bolivia. En primera instancia, se basa en conocimientos adquiridos a través de varias exploraciones botánicas y forestales a diferentes regiones del país; en segundo lugar, hace una revisión exhaustiva de la literatura botánica, etnobotánica y farmacognósica; y finalmente se enlista las especies que presentan usos y propiedades antimaláricas comprobadas y cuya distribución biogeográfica abarca el territorio de Bolivia. Se registró en total 90 especies de plantas utilizadas para tratar la malaria, de las que 64 especies son activas contra *Plasmodium falciparum*. Las familias botánicas con mayor número de especies antimaláricas son: Asteraceae con 19 especies, Apocynaceae y Fabaceae con 8, Rubiaceae con 5, Meliaceae y Verbenaceae con 4, Apiaceae, Anacardiaceae y Piperaceae con tres especies y finalmente otras 29 familias con menor diversidad de especies. La presente investigación constituye una referencia sobre las plantas antimaláricas en Bolivia y una base para investigaciones posteriores sobre los compuestos activos que pudiesen contener estas especies, cuya utilidad debe ser valorada en la medicina moderna.

Palabras clave: Paludismo, plantas amargas, *Cinchona*, *Geissospermum*, *Myroxylon*.

Abstract: The indigenous people and inhabitants of the Amazon region, the Andes, the Chiquitania and the Chaco in Bolivia, used and still use various antimalarial plants, being that, the most popular being denominated quino, quina, quina quina and quinarana. This work presents a list of plants used for malaria treatments by the people of Bolivia. In first instance, the list is based on knowledge acquired through various botanical and forest explorations to different regions of the country; secondly, a review of botanical, ethnobotanical, and pharmacognosic literature is made; and finally, the species with proven antimalarial uses and properties and whose biogeographical distribution covers the territory of Bolivia are listed. A total of 90 plants species used to treat malaria were

registered, of which 64 species are active against *Plasmodium falciparum*. The botanical families with the largest number of antimalarial species are Asteraceae with 19 species, Apocynaceae and Fabaceae with 8, Rubiaceae with 5, Meliaceae and Verbenaceae with 4, Apiaceae, Anacardiaceae and Piperaceae with three species and finally 29 other families with less numbers of species. The present investigation constitutes a reference on antimalarial plants and a basis for further research on the active compounds that these species may contain, the utility of which should be valued in modern medicine.

Key words: Bitter plants, malaria, *Cinchona*, *Geissospermum*, *Myroxylon*.

INTRODUCCIÓN

La malaria o paludismo es una enfermedad parasitaria causada por especies del género *Plasmodium*: *P. vivax*, *P. ovale*, *P. falciparum* y *P. malaria*. Siendo que, *P. falciparum* es la causante de más muertes (OMS 2013, 2015, 2018). Asimismo, otras especies de este género infectan solamente animales y son: *P. knowlesi* (monos), *P. berghei* (roedores) y *P. gallinaceum* (aves). La malaria es una enfermedad con impacto negativo para la salud humana que incide a nivel mundial, reportándose más de 200 millones de nuevos casos cada año, siendo los niños el grupo más afectado, con un fallecido cada dos minutos. Aunque, desde el año 2000 los países se han esforzado para reducir los casos y defunciones, se ha notado que en años recientes la malaria ha avanzado más en algunos países (OMS 2020).

Al ser una enfermedad de distribución cosmopolita, se conocen muchas plantas con propiedades antimaláricas, desde el milenar ajenjo chino (*Artemisia annua* L.) utilizado hasta ahora como antimalárico y que contiene la artemisinina (SPCPRC, 2000); los famosos quinos (*Cinchona* spp.) andinos que producen la cascarilla de quina que contiene quinina y otros activos; la quinarana o quina amazónica (*Geissospermum* spp.) que contiene la pereirina y muchos otros activos; y las quinaquinas (*Myroxylon* spp.) con todos sus alcaloides y potencialidades. A pesar que se conocen muchas especies y compuestos activos antimaláricos, constantemente se buscan nuevos componentes activos antimaláricos a partir de plantas medicinales, habiendo demostrado muchas especies tener gran potencial en experimentos *in vivo* e *in vitro* (Anexo 1).

La OMS (2013), menciona que la medicina tradicional y complementaria se utiliza ampliamente en todo el mundo y se la aprecia por diversos motivos. En la Conferencia Internacional sobre Medicina Tradicional para los Países de Asia Sudoriental, celebrada en 2013, la Directora General de la OMS, Dra. Margaret Chan, declaró que “las medicinas tradicionales de calidad, seguridad y eficacia comprobada contribuyen a asegurar el acceso de todas las personas a la atención de salud”.

De acuerdo con Danza (2016), los productos antimaláricos también han sido ampliamente empleados en el tratamiento de las Enfermedades Autoinmunes Sistémicas (EAS), especialmente en Lupus Eritematoso Sistémico (LES) y Artritis Reumatoide (AR), desde hace largo tiempo. El primero en emplearse fue quinina, hace ya casi 100 años, para el tratamiento del LES. Actualmente, se emplean cloroquina (CQ), hidroxicloroquina (HCQ) y quinacrina.

La RAE (2001) define a la quina como la corteza del quino, de aspecto variable según la especie de árbol que procede, muy usada en medicina por sus propiedades febrífugas. En Bolivia se conocen diferentes familias y géneros de quina, las más conocidas pertenecen a la Rubiaceae y son del género *Cinchona* L., de las que se conocen tres especies, *Cinchona andersoni* Maldonado, *C. calisaya* Wedd. y *C. pubescens* Vahl. También, se tienen las quininas de la familia Fabaceae, del género *Myroxylon* L.F., de las que se han registrado dos especies, *Myroxylon balsamum* (L.) Harms y *M. peruiferum* L.f. Asimismo, están las quininas de la familia Apocynaceae del género *Geissospermum* Allemão de las que se conocen tres especies, *Geissospermum vellosii* Allemão, *G. reticulatum* A.H. Gentry y *G. urceolatum* A.H. Gentry.

En cuanto a su distribución en el país, las especies de *Cinchona* se encuentran en los diferentes gradientes altitudinales de los bosques húmedos andinos desde el bosque de ceja de monte, bosque montano, bosque subandino hasta el bosque preandino amazónico (Jørgensen *et al.* 2014). En cambio, las especies de *Myroxylon* crecen preferentemente en bosque secos y semidecíduos, como son los bosques semidecíduos chiquitanos, bosque serrano chaqueño, bosque secos y semidecíduos de los Andes del sur y de los Andes centrales (Jørgensen *et al.*, 2014). En tanto que, las especies de *Geissospermum* crecen exclusivamente en los bosques húmedos amazónicos, tanto en la Amazonia suroccidental (Amazonia preandina y Acre-Madre de Dios) como en la Amazonia centrosureña en sus sectores de Alto Madera y Guaporé (Jørgensen *et al.* 2014; Araujo-Murakami *et al.* 2015).

Las quininas (*Cinchona* L.) de los Andes fueron plantas de gran interés mundial para el control de la malaria y fiebres en general y aunque los principios activos fueron sintetizados, su uso ancestral y tradicional para tratar malaria, fiebres y refriados continua en la actualidad. Más de un siglo después que comenzó el uso oficial de la quina, los químicos franceses Pelletier & Caventou (1820), aislaron varios alcaloides de la corteza de la planta, siendo el más importante la quinina y la quinidina. También, se han aislado la cinchonina, la cinchonidina y otros derivados quinolínicos como la quinolina, que sirvió de base para la síntesis de numerosos grupos de compuestos antimaláricos, de los cuales el más importante sigue siendo la cloroquina (Amurrio 2011).

La quina amazónica (*Geissospermum* Allemão) es considerada una de las 10 especies más útiles en la fitomedicina del Brasil. Es un referente histórico, tomando en cuenta que el primer alcaloide del Brasil (pereirina ou geissospermina) fue aislado de la corteza de *G. villosii* (Muñoz *et al.* 2000a). La corteza de estas plantas, ya sea en polvo o enteras, son comercializadas como febrífugo, digestivo, estimulante del apetito y antimalárico (Lima *et al.* 2009); asimismo, se ha observado su uso para la diabetes. Estudios sobre plantas antipalúdicas en la Amazonia brasileña demostraron que el extracto de corteza de *G. argenteum* fue altamente activo contra *Plasmodium falciparum* de la cepa K1 (Camargo 2012, Camargo *et al.* 2013). En Bolivia, Muñoz *et al.* (2000a) en un estudio de plantas antipalúdicas de los Chácobos, afirma que el extracto (agua-alcohol) de corteza de *G. vellosii* exhibe una buena actividad inhibidora de *P. falciparum* (cepa F32), sensible a la cloroquina (IC₅₀=3.1 μg/mL) y resistente a la cloroquina (IC₅₀=2.0 μg/mL).

En cuanto a las quinaquinas (*Myroxylon* L.) son escasas en los bosques húmedos amazónicos y muy frecuentes en los bosques secos semidecíduos; tiene numerosos usos medicinales contra ácaros, tratamientos de heridas y vías respiratorias (Thomas & Vandebroek 2006, Boom 1996, Vargas-Ramírez 1996). De acuerdo con Flückiger & Hanbury (1879), las cortezas de los árboles de este género son utilizadas como ingredientes para la fabricación de pomadas cicatrizantes, aromatizante de jarabes y jabones (Bye & Linares 1987). También, se la utiliza como medicamento contra la congestión nasal, dolores estomacales y reumáticos, y se ha demostrado que el extracto etanólico de los frutos presenta acción antimalárica (Muñoz *et al.* 2000a, 2000b).

A pesar de la importancia de estas especies, en Bolivia se carece de información sintetizada sobre las mismas, por lo que el objetivo del presente trabajo es describir las especies de plantas bolivianas identificadas, observadas y reportadas con actividad antimalárica tanto en la medicina tradicional como en la farmacognosia.

MÉTODOS

Este trabajo está basado en observaciones en cuanto al uso tradicional de las plantas como medicina antimaláricas, en especial de los quinos (quina), quina-quinas y otras plantas, conocimientos adquiridos a través de varias expediciones a las regiones de la Amazonia, Chiquitania, Chaco y Andes. Durante más de 20 años (1996 a la fecha) de exploraciones forestales y botánicas, ha sido posible recorrer los bosques, sabanas y campos de Bolivia y participar en distintas actividades cotidianas y periódicas, vinculadas a prácticas tradicionales de la medicina natural; obteniendo así, un panorama detallado de aquellas plantas que se usan como antimaláricas y en especial de aquellas que son conocidas con el nombre de quina (quino) y quina-quina.

También se hizo una revisión de literatura botánica (Killeen *et al.* 1993, Jørgensen *et al.* 2014), etnobotánica (Hinojosa 1991, Boom 1996, Gallo-Toro 1996, Ruiz de Centurión & Kraljevic 1996, Vargas-Ramírez 1996, Bourdy *et al.* 1999, Araúz & Chiraye 2001, Carayuri *et al.* 2001, Nates *et al.* 2001, Roda & Gustafsson 2001, Arrázola *et al.* 2002, Thomas & Vandebroek 2006, Quiroga & Meneses 2012, Paniagua-Zambrana *et al.* 2017) y de la farmacognosia (Miliken 1997, Muñoz *et al.* 2000a, 2000b, 2000c, Mariath *et al.* 2009) sobre las especies bolivianas que presentan usos y propiedades antimaláricas comprobadas y cuya distribución biogeográfica abarca el territorio de Bolivia. El estudio se complementó con una revisión de la taxonomía actualizada usando el Catálogo de Plantas Vasculares de Bolivia (<http://tropicos.org/Project/BC>; Jørgensen *et al.* 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Bolivia se han registrado 90 especies antiplasmódicas o antimaláricas, 81 nativas y 9 exóticas, de las cuáles 64 han demostrado ser activas para tratar malaria en humanos (Anexo 1). Las especies antimaláricas en su mayoría son leñosas y una minoría herbáceas. La mayor cantidad de especies antimaláricas son árboles con 39 especies, seguida de las hierbas con 18 especies (Figura 1, Anexo 1).

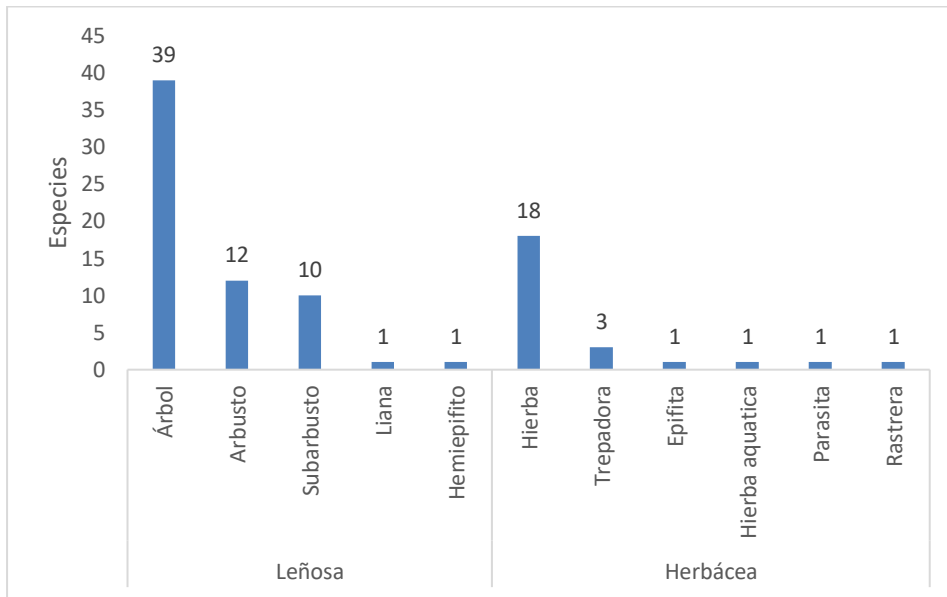


Figura 1. Número de especies antimaláricas en Bolivia según el hábito.

Las familias botánicas con mayor número de especies antimaláricas son: Asteraceae con 19 especies, seguida de Apocynaceae y Fabaceae con 8 especies, luego está Rubiaceae con 5, seguido de Meliaceae y Verbenaceae con 4 especies, Apiaceae, Anacardiaceae y Piperaceae con tres especies, y finalmente otras 29 familias con menor diversidad de especies antimaláricas (Figura 2, Anexo 1).

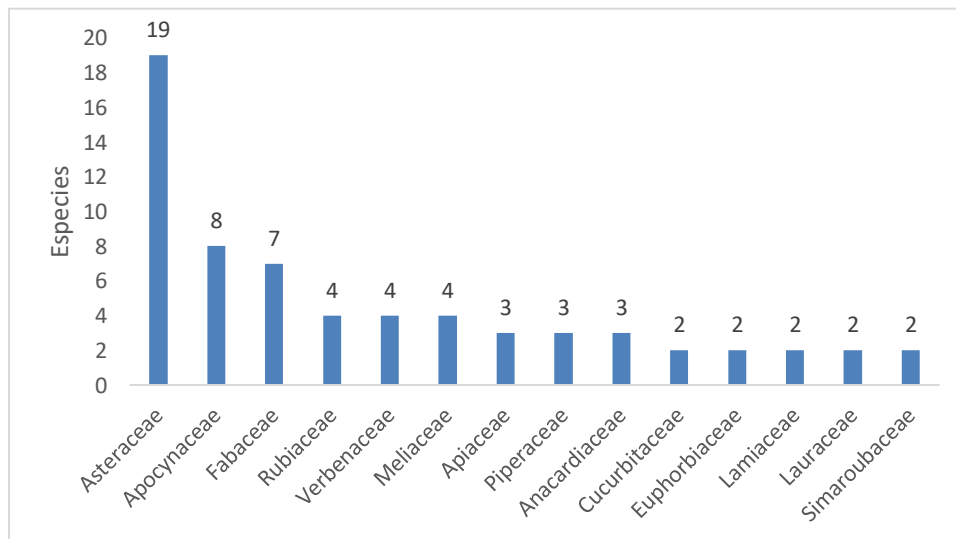


Figura 2. Diversidad de familias botánicas con especies antimaláricas en Bolivia.

En Bolivia y Sudamérica, las especies antimaláricas más populares son conocidas como quina (quino) y otros denominativos relacionados a quina, pertenecientes a tres familias botánicas: Rubiaceae, con el género *Cinchona*, Apocynaceae con *Geissospermum* y Fabaceae con *Myroxylon* (Anexo 1). El género *Cinchona* tiene tres especies, *C. andersonii*, *C. calisaya* y *C. pubescens*; el género *Myroxylon* tiene dos especies, *M. balsamum* y *M. peruiferum*; y el género *Geissospermum* tiene tres especies *G. leave* (sinónimo de *G. villosii*), *G. reticulatum* y *G. urceolatum*. Además, se conocen otras especies denominadas quina, quinarana o quinas falsas (*Coutarea*, *Psychotria*, *Remijia*, *Pogonopus tubulosus*) de las que no se observó y tampoco encontramos reportes de usos antimalaricos en Bolivia.

A continuación, se presenta una descripción morfológica del género, de las diferencias morfológicas entre las especies de cada género, de los usos conocidos y finalmente se detallan los componentes activos de las especies de plantas antimaláricas más populares y conocidas como quina:

***Cinchona* L.**

Especies: *Cinchona anderssonii* Maldonado
Cinchona calisaya Wedd.
Cinchona pubescens Vahl

Nombres populares: Quino, quina, cascarilla

Descripción morfológica: Árboles de hasta 15 m de altura y 30 cm de diámetro; copa globosa y rala, con ramas ascendentes; base y fuste cilíndrico; corteza externa lenticelada y finamente agrietada, hasta protuberante o rugosa, marrón claro a crema verdosa. Ramitas cuadrangulares a cilíndricas, pubescentes a glabras, con cicatrices por la caída de las estipulas interpeciolares. Hojas opuestas, coriáceas, lanceoladas, ovadas o elíptico-oblongas. Inflorescencias en panículas terminales, con el eje principal de 6 a 10 cm de longitud, pubescentes. Flores pequeñas, hermafroditas, actinomorfas, péndulas; cáliz campanulado, pubescentes, persistente, rojizo, con 5 dientes triangulares y agudos; corola pubescente, blanco-amarillenta, rosa o roja; estambres 5; gineceo con ovario ínfero, bicarpelar. Fruto cápsula de 1.5 a 4 cm de longitud, septicida o con dos valvas que se abren desde la base, glabras o pubescentes, con lenticelas. Semillas diminutas y muy numerosas (Rea-Romero 1993).

Diferencias entre las especies de *Cinchona*: *C. pubescens* se reconoce por sus hojas densamente pubescentes, relativamente grandes, con 8-12 pares de nervios secundarios, provistos por el envés de diminutos domacios o mechones de pelos en las axilas de las nervaduras. *Cinchona calisaya* se reconoce por sus hojas relativamente glabras y pequeñas, con 6 a 8 pares de nervios secundarios. En cambio, *C. andersonii* se reconoce por la combinación de hojas elípticas brillosas en el haz, domacios a manera de hoyos tanto en las axilas de la nervadura central, como en *C. pubescens*, como también en los nervios secundarios (Maldonado *et al.*, 2017) (Figura 3).

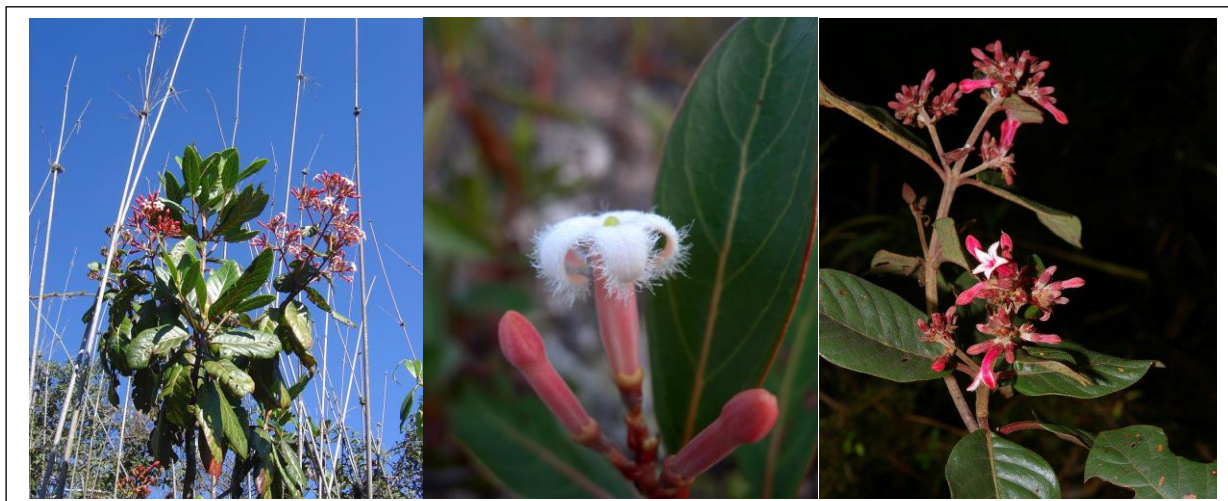


Figura 3. Especies de quino en Bolivia: *C. andersoni*, *C. calisaya*, *C. pubescens*. ©Fotos: Alfredo Fuentes; tropicos.org.

Usos conocidos de *Cinchona*: La corteza se usa como un remedio natural en toda su área de distribución (Figura 4), para tratar la malaria, problemas cardíacos como la arritmia, la fiebre, el dolor, la anemia, las venas varicosas, para prevenir y detener la diarrea, la tos, resfríos y reumatismos, aliviar la flatulencia, tratamiento de la vesícula biliar y combatir infecciones virales (Soares 2012, Pohlit *et al.* 2013, Busmann & Sharon 2015, Bailetti 2017, Obs. Pers.). Waizel-Bucay & Waizel-Haiat (2019), enlistan los siguientes usos medicinales: abortiva, afecciones del cuero cabelludo con descamación, amargoso, amebicida, analgésico, anestésico, antiarrítmica cardíaca y antifibrilante, antiinflamatorio, antimalárica, antiperiódico, antiséptico, antitumoral, astringente, calambres, colagoga, digestiva, dispepsias hiposecretoras, dolor de cabeza, estimulante del apetito y las secreciones gástricas, febrífuga, profiláctico contra el paludismo, sialagogo, tónica y componente de bebidas o aguas tónicas.

Componentes activos extraídos de *Cinchona*: son alcaloides del tipo quinolina: cinchonina, cinchonina, cinchonidina, quinina, quinidina y otros 20 componentes. Principios amargos (heterósidos triterpénicos), resinas, taninos, catéquicos. La quinolina sirvió de base para la síntesis de numerosos grupos de compuestos antimaláricos, de los cuales el más importante sigue siendo la cloroquina (Waizel-Bucay & Waizel-Haiat 2019). Estas fueron plantas de gran interés para el control de la malaria y fiebre en general, de las cuales se aislaron varios alcaloides, siendo la más importante la quinina y la quinidina. También, se aisló la cinchonina, cinchonidina y otros derivados quinolínicos. La determinación de la estructura química de la quinina, teniendo como núcleo químico fundamental la quinolina, sirvió de base para la síntesis de numerosos grupos de compuestos antimaláricos, entre los que resalta la cloroquina (Amurrio 2011).

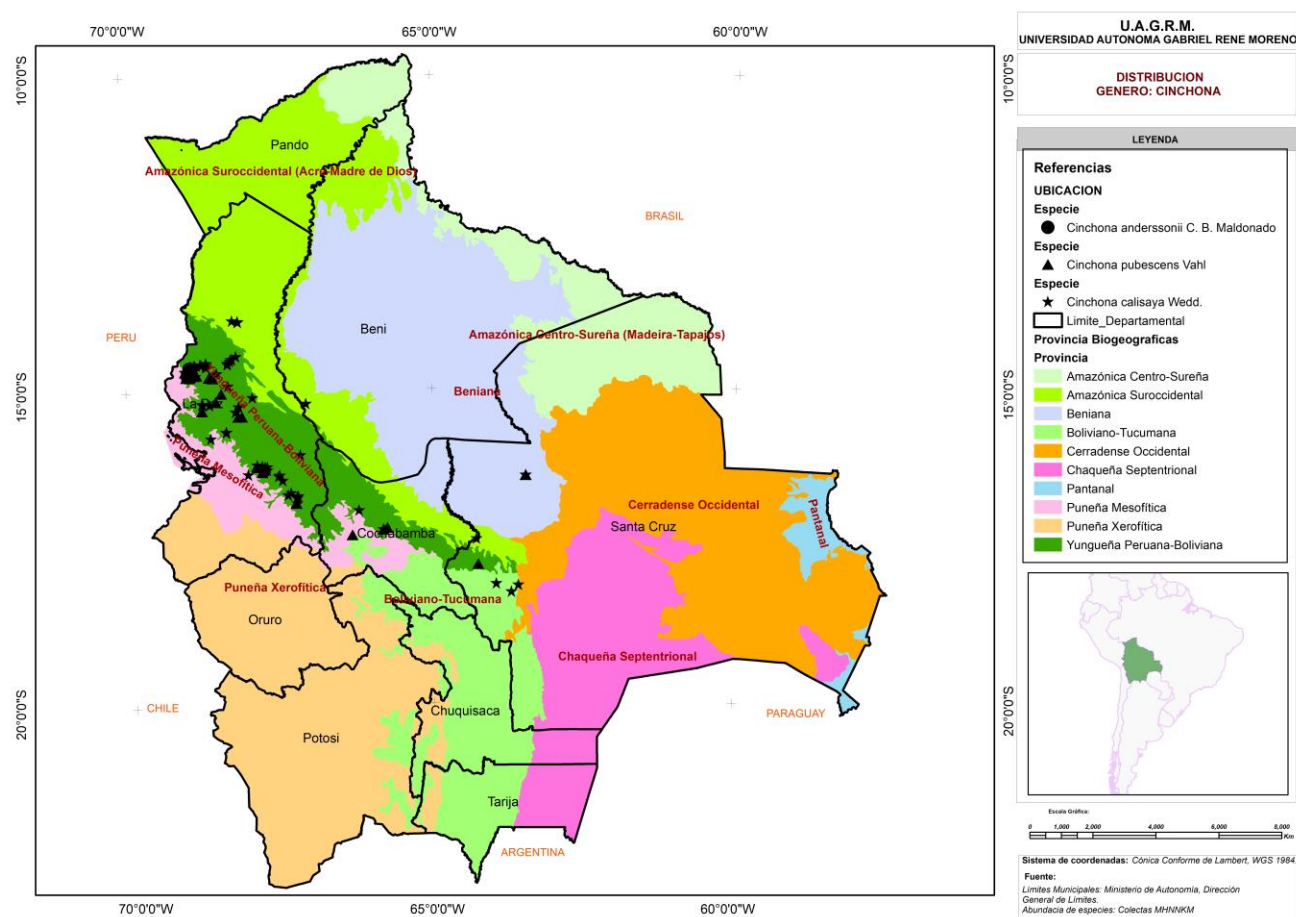


Figura 4. Distribución del género *Cinchona* en Bolivia. *C. andersonii*, *C. calisaya*, *C. pubescens*.

Geissospermum Allemão

Especies: *Geissospermum reticulatum* A.H. Gentry
Geissospermum sericeum Benth. & Hook.f. ex Miers
Geissospermum urceolatum A.H. Gentry
Geissospermum vellosii Allemão

Nombres populares: Quina, quinarana, quina cafecillo, cafecillo, quina gabetillo

Descripción morfológica: Árboles de hasta 25 m de altura y 70 cm de diámetro, fuste acanalado hasta fenestrado y forado naturalmente, hueco longitudinalmente cuando adulto; corteza externa fisurada, semicorchosa, marrón a gris café; corteza interna laminada, amarillo crema, exuda savia acuosa amarga. Ramas cilíndricas, estriadas y pubescentes, con látex escaso hasta ausente. Hojas alternas, dísticas, con peciolos fisurados pubescentes o glabros, láminas enteras, con las nervaduras secundarias distantes unas de otras, de 5 a 8 cm de longitud y de 2.5 a 5 cm de ancho. Flores pequeñas, verde-crema, dispuestas en dicasios opuestos a las hojas; cáliz pequeño y profundamente pentalobado, en la base interna tiene un anillo de pelos; corola valvada y muy aplanada sobre el tubo, algo ensanchado en la mitad donde se insertan los estambres; ovario sinuoso con pocos óvulos por lóculo. Fruto apocárpico, con un par de bayas elipsoides hasta ovoides, no comprimido, en

estado fresco presenta manchas con pelos; semillas pequeñas, planas y sin alas (Chávez de Michel 1993, De Oliveira-Barbosa *et al.* 2019).

Diferencias entre las especies de *Geissospermum*: *G. sericeum* aún no está registrado oficialmente en Bolivia, pero se ha observado y existen registros o colectas próximos a la frontera entre Pando y Acre, Brasil, siendo predecible su registro en Bolivia; se reconoce por las hojas maduras estrigosa o densamente pubescentes, fruto ovoide con pelos finos y cortos o seríceo. En cambio, las otras especies, tienen las hojas maduras glabras o con escasos pelos cuando joven; *G. urceolatum* tiene el margen de la lámina de la hoja sinuoso y las otras especies (*G. reticulatum* y *G. villosii*) tiene el margen de la lámina de la hoja entero, ondulado o ligeramente ondulado. *G. reticulatum* tiene los frutos tomentosos (a modo de borra o lanoso) con las semillas obovoides y *G. villosii* tiene los frutos densamente pubescentes con pelos estrigosos (rígidos, ásperos y de base ensanchada) y semillas elipsoides (Chávez de Michel 1993, De Oliveira-Barbosa *et al.* 2019).



Figura 5. Hojas, fuste y corteza externa e interna de *Geissospermum reticulatum*.

©Fotos: Alejandro Araujo-Murakami (MHNNKM-KEW Garden).

Usos conocidos de *Geissospermum*: La quina amazónica (*G. villosii*) es considerada una de las 10 especies de plantas más útiles en la fitomedicina del Brasil. Además, es un referente histórico, considerando que el primer alcaloide del Brasil (pereirina o geissospermina) fue aislado de la corteza de *G. villosii* (Muñoz *et al.* 2000). En Bolivia (Figura 5), se conocen tres especies del género, *G. reticulatum* (Figura 6), *G. urceolatum* y *G. villosii*, todas utilizadas contra la malaria (Boom 1996, Paniagua-Zambrana *et al.* 2017, Obs. Pers.). La corteza de estas plantas, ya sea en polvo o en cáscara es comercializado como febrífugo, digestivo, estimulante del apetito y antimalárico (Lima *et al.* 2009). Muñoz *et al.* (2000a), en un estudio de plantas antipalúdicas utilizadas tradicionalmente por los Chácobos en la Amazonia, afirman que el extracto (agua-alcohol) de la corteza de *G. laeve* exhibió una buena actividad inhibidora contra *P. falciparum* (cepa F32) sensible a la cloroquina (IC50=3.1 µg/ml) y resistente a la cloroquina (IC50=2.0 µg/ml).

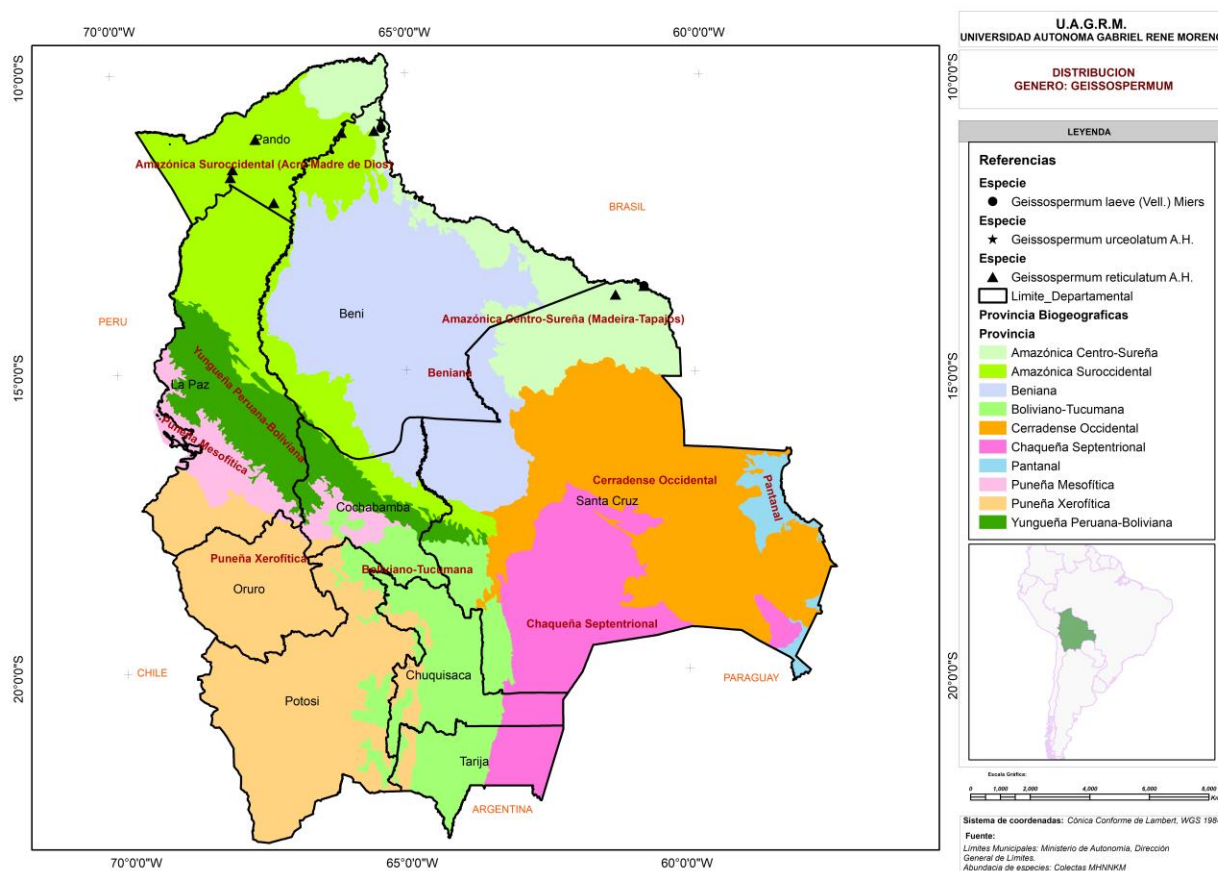


Figura 6. Distribución del género *Geissospermum* en Bolivia: *G. reticulatum*, *G. urceolatum* y *G. vellosii*.

Componentes activos extraídos de *Geissospermum*: pereirina, flavopereirina, geissospermina, vellosimina. Entre otros vellosiminol, geissolosimina, 12-metoxi-1-metilapidospermidina, pauseradina, demethoxyaspidospermine, (-)- aspidospermina, (+)- aspidoscarpina, (+)- demetilapidospermina, epoxygeissovelline, geissoschizoline N4-óxido, geissospermidina, 1,2-deshidrogeissoschizoline, O-demethylaspidospermine, geissosreticulatine (Rodrigues *et al.* 2013).

***Myroxylon* L.**

Especies: *Myroxylon balsamum* (L.) Harms

Myroxylon peruiferum L. f.

Nombres populares: Quina, quina-quina, quina colorada, bálsamo.

Descripción morfológica: Árboles de hasta 30 m de altura y 1 m de diámetro; copa globosa, rala y follaje mediano; fuste recto y cilíndrico; corteza externa grisácea, fisurada y lenticelada difusas y en hileras, protuberantes, a veces presenta aristas semicirculares; corteza interna crema amarillenta, granulosa, inicialmente expele un olor asfixiante a cloro que luego oxida con un aroma agradable característico del bálsamo. Hojas alternas en espiral, imparipinnadas, de 8 a 20 cm de largo incluyendo el pecíolo; con 5 a 11 folíolos alternos; láminas enteras de ápice retuso, con

numerosas líneas y puntos glandulosos traslúcidos, olor fragante al estrujar. Inflorescencia en racimos axilares de 10 a 20 cm de largo, algo pubescentes; flores blancas zigomórficas; cáliz de 6 a 8 mm de largo; pétalos insertos cerca de la base del tubo del cáliz. Los frutos indehiscentes (sámara) alados, glabros, amarillento, de 7 a 11 cm de largo por 2 cm de ancho en el ápice, adelgazándose hacia la base, ápice abultado y rugoso; con una o dos semillas reniformes de testa rugosa o lisa (Vargas-Salazar 1993, Bagnatori-Sartori *et al.* 2015).

Diferencias entre las especies de *Myroxylon*: *M. balsamum* se reconoce por los puntos y rayas translucidos discretos en las hojas, solo visibles contra la luz; cara superior o adaxial opaca; cáliz pentalobulados, pétalo deprimido-ovado; superficie de la semilla lisa. En cambio, *M. peruiferum* (Figura 7) se reconoce en las hojas por los puntos y rayas translucidas visibles a simple vista; cara superior o adaxial brillante; lóbulos del cáliz obsoletos; pétalos aovados; superficie de la semilla rugosa (Vargas-Salazar 1993, Bagnatori-Sartori *et al.* 2015).



Figura 7. Hojas, fuste y corteza externa e interna de *Myroxylon peruiferum*.
©Fotos: Alejandro Araujo-Murakami (MHNNKM-KEW Garden).

Usos conocidos de *Myroxylon*: Estas especies son de amplia distribución en Bolivia (Figura 8), su resina es conocida y utilizada como bálsamo. La resina tiene valor económico y es utilizada en jarabes contra la tos, la bronquitis y otras enfermedades de los pulmones. También, en la composición de pomadas cicatrizantes y anti-reumáticas (Bourdy 1999) y como remedio para la congestión nasal, dolores de estómago y reumatismo y en la fabricación de perfumes (Bye & Linares 1987). La resina de la planta tiene propiedades antisépticas, pero puede provocar hipersensibilidad y eczema (Pfutzner *et al.* 2003). Además, es un antioxidante, ya que el aceite esencial de *M. balsamum* presenta más de 90% de inhibición del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) en las concentraciones de 100 mg/mL, 25 mg/L e 5 mg/mL (Pereira *et al.* 2019)

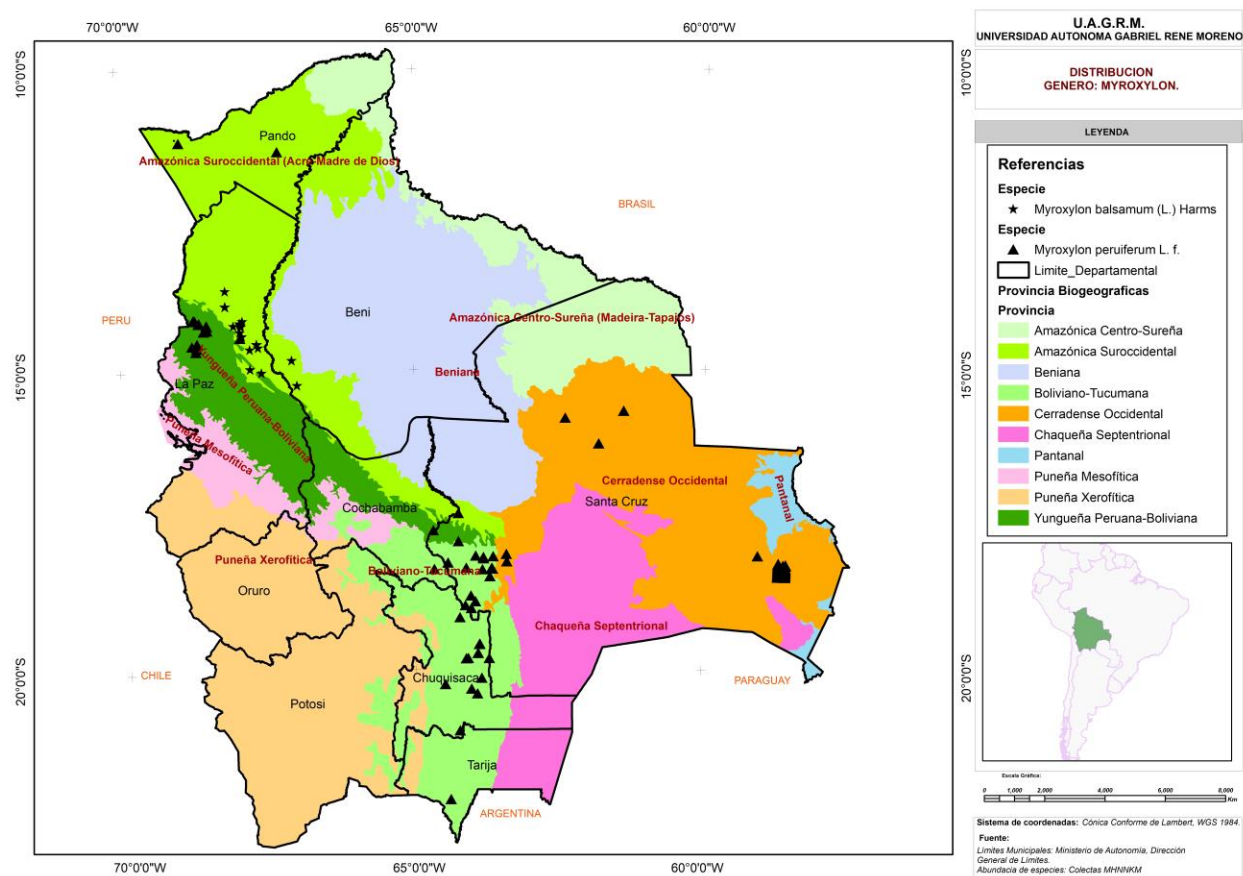


Figura 8. Distribución del género *Myroxylon* en Bolivia: *M. balsamum*, *M. peruiferum*

Se ha demostrado que la cabrevina extraída de *M. peruiferum* tiene potente actividad contra la bacteria *Helicobacter pylori*, causante de gastritis y úlceras pépticas (Ohsaki *et al.* 1999). El extracto etanólico del fruto tiene actividad contra la malaria en humanos (Muñoz *et al.* 2000b), el aceite esencial inhibe a *Leishmania amazonensis* (Andrade *et al.* 2016) y es activa contra *Aedes aegypti*, el mosquito que transmite la enfermedad del dengue (Simas *et al.* 2004). Además, los extractos hidro-alcohólicos y decocción mostraron actividad antimicrobiana contra: *Aeromonas caviae*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Providencia* spp, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio parahaemolyticus* y sensibilidad para *Streptococcus pyogenes*, *Shigella*

flexneri, *Shigella sonnei*, *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus* spp. (De Barros-Machado *et al.* 2005, Gonçalves *et al.* 2005, Matos-Neto 2013).

Componentes activos extraídos de *Myroxylon*: son la cabreuquina, cumarina, chalcona isoliquiritigenina y alcoholes como alcohol benílico, ácido benzóico, vanilina, ácido cinámico, (E)-nerolidol, benzoato de benzila e cinamato de benzila (Pereira *et al.* 2019).

CONCLUSIONES

Se reportan 90 especies de plantas antimaláricas que crecen en Bolivia, de las cuales 64 especies han sido comprobadas como activas contra el *Plasmodium falciparum*. Este estudio enfocado a la sistematización de las plantas antimaláricas de Bolivia, provee mayor información de 3 géneros (*Cinchona*, *Geissospermum*, *Myroxylon*) con especies antimaláricas de amplio uso y confirma el potencial promisor como fuente de sustancias bioactivas contra la malaria y otras enfermedades. Con toda la información existente, se hace necesario desarrollar programas de investigación en farmacognosia de las diversas especies de plantas que tienen cualidades medicinales, con el objetivo de preparar medicamentos validados para el tratamiento de muchas dolencias

AGRADECIMIENTOS

A todos los proyectos e instituciones en las que desarrollamos trabajos de inventarios florísticos y forestales, los cuales nos permitieron recorrer los bosques de Bolivia, conocer y coleccionar las especies de quina, quina-quina y otras antimaláricas. Asimismo, agradecemos a nuestras familias por todo el apoyo durante el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- AMORIM, C.Z., F.A. FLORES, B.E. GOMES, A.D. MARQUES & R.S.B. CORDEIRO. 1988. Screening for antimalarial activity in the genus *Pothomorphe*. *Journal Ethnopharmacol* 24:101–106.
- AMORIM, C.Z., A.D. MARQUES & R.S. BALÃO. 1991. Screening of the antimalarial activity of plants of *Cucurbitaceae* family. *Memorias Instituto Oswaldo Cruz* 86:177–180.
- AMURRIO, D. 2011. La quinina. Historia y Síntesis. *Acta Nova* 1(3):241–247.
- ANDRADE-NETO, V.F., M.G.L. BRANDÃO, J.R. STEHMANN, L.A. OLIVEIRA & A.U. KRETTLI. 2003. Antimalarial activity of *Cinchonalike* plants used to treat fever and malaria in Brazil. *Journal Ethnopharmacol* 87:253–256.
- ANDRADE-NETO, D.E., A.M. POHLIT, A.C. PINTO, E.C. SILVA, K.L. NOGUEIRA, M.R. MELO, M.C. HENRIQUE, R.C. AMORIM, L.F. SILVA & M.R. COSTA. 2007. *In vitro* inhibition of *Plasmodium falciparum* by substances isolated from Amazonian antimalarial plants. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 102(3):359–365.
- ANDRADE, M.A., C.S. AZEVEDO, F.N. MOTTA, M.L.SANTOS, C.L. SILVA, J.M. SANTANA, & I.M.D. BASTOS. 2016. Essential oils: *in vitro* activity against *Leishmania*

- amazonensis, cytotoxicity and chemical composition. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 16:1-8.
- ANTOUN, MD, L. GERENA & W.K. MILHOUS. 1993. Screening of the flora of Puerto Rico for potential antimalarial bioactives. *Int J. Pharmacogn* 31:255–258.
- ANTOUN, MD, Z. RAMOS, J. VAZQUES, I. OQUENDO, G.R. PROCTOR, L. GERENA & S.G. FRANZBLAU. 2001. Evaluation of the flora of Puerto Rico for in vitro antiplasmodial and antimycobacterial activities. *Phytother Res* 15:638–624.
- ARAUJO-MURAKAMI, A., D. VILLARROEL, G. PARDO, V.A. VOS; G.A. PARADA, L. ARROYO & T. KILLEEN. 2015. Diversidad arbórea de los bosques de tierra firme de la Amazonía boliviana. *Kempffiana* 11(1):1–28.
- ARAÚZ, S. & M. CHIRAYE. 2001. Inventario de plantas útiles del Isosog. Proyecto de Investigación CIDOB-DFID, CIDOB. Publicación No. 20. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- ARRÁZOLA, S., M. ATAHUACHI, E. SARAVIA & A. LÓPEZ. 2002. Diversidad florística medicinal y potencial etnofarmacológico de las plantas de los valles secos de Cochabamba-Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 12:53–85.
- BAGNATORI-SARTORI, A.L., G.P. LEWIS, V. DE FREITAS MANSANO & A.M. GOULART DE AZEVEDO TOZZI. 2015. A revision of the genus *Myroxylon* (Leguminosae: Papilionoideae). *Kew Bulletin* 70:48. DOI 10.1007/S12225-015-9604-7.
- BAILETTI, A. 2017. La misión del jesuita Agustín Salumbrino, la malaria y el árbol de quina [en línea]. [Consultado en Abril de 2017]. Disponible en: <http://lamalariayelArboldequina.blogspot.com.es/2013/07/capitulo-3-el-crimen-del-sobrinodel.html>
- BECK, S.G. 2014. Las Regiones y zonas de vegetación de Bolivia. Pp. 3–20. En: JØRGENSEN P.M., M.H. NEE & S.G. BECK., Editores). Volumen I y II. Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Missouri Botanical Gardens Press. St. Louis. 1741 p.
- BOOM, B. 1996. Ethnobotany of the Chácobo Indians, Beni, Bolivia. *Advances in Economic Botany*, Volume 4. Second Edition. The New York Botanical Garden. Bronx, New York, USA.
- BRANDÃO, M., M. BOTELHO & E. KRETTLI. 1985. Antimalarial experimental chemotherapy using natural products. *Cienc Cult* 37: 1152–1163.
- BRANDÃO, M.G.L., T.S.M. GRANDI, E.M.M. ROCHA, D.R. SAWYER & A.U. KRETTLI. 1992. Survey of medicinal plants used as antimalarials in the Amazon. *Journal Ethnopharmacol* 36:175–182.
- BRANDÃO, M.G.L., A.U. KRETTLI, L.S.R. SOARES, C.G.C. NEREY & H.C. MARINUZZI 1997. Antimalarial activity of extracts and fractions from *Bidens pilosa* and other *Bidens* species (Asteraceae) correlated with the presence of acetylene and flavonoid compound. *J Ethnopharmacol* 57:131–138.
- BOURDY, G., A. GIMÉNEZ & C. QUENEVO. 1999. Tacana: Ecuánasha Aquí, Ecuánasha Idírene Cuana, Me Schanapaque. Tacana: Conozcan nuestras plantas, nuestras hierbas. USMA, IIFB-IIQ-IBBA, FONAMA-EIA, IRD. La Paz, Bolivia.

- BRAVO, J.A., M. SAUVAIN, A. GIMÉNEZ, V. MUÑOZ, J. CALLAPA, L. LE MEN-OLIVIER, G. MASSIOT & C. LAVAUD. 1999. Bioactive phenolic glycosides from *Amburana cearensis*. *Phytochemistry* 50:71–74.
- BUSSMANN, R. & D. SHARON. 2015. Plantas medicinales de los Andes y la Amazonia: La Flora mágica y medicinal del Norte del Perú. Centro William L. Brown, Missouri Botanical Garden. Trujillo, Perú.
- BYE, R. & M.E. LINARES. 1987. Usos pasados y presentes de algunas plantas medicinales encontradas en los mercados mexicanos. *América Indígena* 47(2):200–230.
- CAMARGO, M.R.M. 2012. Avaliação da atividade antimalárica e antimicrobiana de *Geissospermum argenteum* Woodson e *Minquartia guianensis* Aubl coletadas em Roraima. Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Boa Vista.
- CAMARGO, M.R.M., R.C.N. AMORIN, L.F.R. SILVA, A.L.B. CARNEIRO, M.J.S. VITAL & A.M. POHLIT. 2013. Chemical composition, ethnopharmacology and biological activity of *Geissospermum* Allemão species (Apocynaceae Juss.). *Revista Fitos* 8(2):73–160.
- CARAYURI, S., L. MAIN & J. CORTEZ. 2001. Investigación sobre las plantas medicinales en Zona Cruz. Publicaciones proyecto de Investigación No. 21. Proyecto de Investigación sobre los Recursos Naturales CIDOB, DFID. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- CARVALHO, L.H., M.G.L. BRANDÃO, D. SANTOS-FILHO, J.L.C. LIPES & A.U. KRETTLI. 1991. Antimalarial activity of crude extracts from Brazilian plants studies in vivo in *Plasmodium berghei* infected mice and in vitro against *Plasmodium falciparum* in culture. *Braz J Med Biol Res* 24:1113–1123.
- CHÁVEZ DE MICHEL, R.L. 1993. Apocynaceae. En: KILLEEN, T.J., E. GARCÍA & S.T. BECK (eds.). Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia / Missouri Botanical Garden.
- DANZA, A. 2016. Hidroxicloroquina en el tratamiento de las enfermedades autoinmunes sistémicas. *Revista Médica de Chile* 144(2): 232–240.
- DE ALMEIDA-ALVES, T.M., T.J. NAGEM, C.L. DE CARVALHO, A.U. KRETTLI & C.L. ZANI. 1997. Antiplasmodial triterpene from *Vernonia brasiliana*. *Planta Médica* 63:554–555.
- DE BARROS-MACHADO, T., I.C.R. LEAL, R.M. KUSTER, A.C.F. AMARAL, V. KOKIS, M.G. DA SILVA, & K.R.N. DOS SANTOS. 2005. Brazilian phytopharmaceuticals - evaluation against hospital bacteria. *Phytotherapy Research* 19: 519–25.
- DE OLIVEIRA-BARBOSA, C.V., A.S. DE SOUZA PEREIRA, P. LAGE VIANA & A. OOLMOS-SIMÕES. 2019. A taxonomic revision of *Geissospermum* (Apocynaceae, rauvolfioid). *Phytotaxa* 420(2):157–178.
- DEBENEDETTI, S., MUSCHIETTI LM, BAREN CV, CLAVIN M, BROUSSALIS A, MARTINO V, HOUGHTON PJ, WARHURST D, STEELE J. 2002. In vitro antiplasmodial activity of extracts of Argentinian plants. *J Ethnopharmacol* 80:163–166.
- DEHARO, E., G. BOURDY, C. QUENEVO, V. MUÑOZ, G. RUIZ & M. SAUVAIN. 2001. A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach.

- Part V. Evaluation of the antimalarial activity of plants used by the Tacana Indians. *J Ethnopharmacol* 77:91–98.
- ENE, A.C., S.E. ATAWODI, D.A. AMEH, H.O. KWANASHIE & P.U. AGOMO. 2010. Locally used plants for malaria therapy amongst the Hausa, Yoruba and Ibo communities in Maiduguri, Northeastern Nigeria. *Indian journal of traditional knowledge* 9(3):486–490.
- HANIFAH-YUSUF, S. & S. MARYATUN. 2011. The antimalarial activity of the extract of the neem leaves (*Azadirachta indica*, A.Juss) on *Plasmodium falciparum* In Vitro. Proceedings of The Annual International Conference Syiah Kuala University 2011. Banda Aceh, Indonesia.
- FLÜCKIGER, F.A. & D. HANBURY. 1879. *Pharmacographia; a history of the principal drugs of vegetable origin, met with in Great Britain and British India*. Second Edition. MacMillan & co. London, UK.
- GALLO-TORO, V. 1996. *Plantas Medicinales de los Guaraníes: Aporte al conocimiento de la Etnobotánica Isoceña Guaraní en relación a su flora medicinal*. La Paz: Fondo Editorial FIA-SEMILLA-CEBIAE. Santa Cruz de la Sierra.
- GARRIDO, G. & M. VALDÉS. 2012. Avances en las investigaciones farmacológicas y toxicológicas con el extracto acuoso de la corteza del árbol de mango (*Mangifera indica* L.). *Revista Farmacol Chile*: 5(2):63–93.
- GERTSCH, J., W.E. NIOMAWE, K. GERTSCH-ROOST & O. STICHER. 2004. *Phyllanthus piscatorum*, ethnopharmacological studies on a women's medicinal plant of the Yanomami Amerindians. *J Ethnopharmacol* 91:181–188.
- GONÇALVES, A.L., A.A. FILHO & H. MENEZES. 2005. Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. *Arquivos do Instituto Biológico* 72:353-358.
- HINOJOSA, I. 1991. *Plantas utilizadas por los Mosestenes de Santa Ana (Alto Beni, Departamento de La Paz)*. Tesis Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Puras y Naturales. UMSA. La Paz, Bolivia.
- JENSEN, J.F., L.P. KVIST & S.B. CHRISTENSEN. 2002. An antiplasmodial lignan from *Euterpe precatoria*. *Journal Natural Product* 65:1915–1917.
- JØRGENSEN, P.M., M.H. NEE & S.T. BECK (Eds.). 2014. *Catálogo de plantas vasculares de Bolivia*. Volúmenes I y II. Missouri Botanical Gardens Press. St. Louis.
- KILLEEN, T.J., E. GARCÍA & S.G. BECK. 1993. *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia/Missouri Botanical Garden, La Paz. 868 p.
- KRAFT, C., K. JENETT SIEMS, K. SIEMS, P.N. SOLIS, M.P. GUPTA, U. BIENZLE & E. EICH. 2001. Andinermals A-C, antiplasmodial constituents from *Andira inermis*. *Phytochemistry* 58:769–774.
- LIMA, J.A., R.S. COSTA, R.A. EPIFÂNIO, N.G. CASTRO, M.S. ROCHA, & A.C. PINTO. 2009. *Geissospermum vellosii* Stembark: anticholinesterase activity and improvement of scopolamine-induced memory deficits. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 92(3):508–513.

- LOIZAGA, N.S. & L.C. SAGASTUME. 1935. Malaria treatment with “Quechuol-Dominguez”. *Semana Médica Buenos Aires*.
- MACKINNON, S, T. DURST, J.T. ARNASON, C.F. ANGERHOFER, J.M. PEZZUTO, P.E. SANCHEZ-VINDAS, L.J. POVEDA & M. GBEASSOR. 1997. Antimalarial activity of tropical Meliaceae extracts and Gedunin derivatives. *Journal Natutal Products* 60:336–341.
- MALDONADO, C., C. PERSON, J. ALBAN, A. ANTONELLI & N. RONSTED. 2017. *Cinchona andersonii* (Rubiaceae), a new overlooked species from Bolivia. *Phytotaxa*. 297(2):203–208
- MARIATH, I.R., H.S. FALCÃO, J.M. BARBOSA-FILHO*, L.C.F. DE SOUSA, A.C.A. TOMAZ, L.M. BATISTA, M. F.F.M. DINIZ, P.F. ATHAYDE-FILHO, J. FECHINE TAVARES, M.S. SILVA, E. VASCONCELOS & L. DA CUNHA. 2009. Plants of the American continent with antimalarial activity. *Revista Brasileira de Farmacognosia/Brazilian Journal of Pharmacognosy* 19(1A):158–192.
- MATOS-NETO, F.A. 2013. Abordagem etnobotânica de plantas medicinais usadas para tratamento de lesões de pele associado, ou não, a bactérias ou fungos no município de Itapajé, Ceará, Brasil. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral.
- MILIKEN, W. 1997. *Plants for Malaria/Plants for fever*. Royal Botanical Garden, Kew. Londres. 116 p.
- MONACHE, G.D.B. Botta, F.D. Monache, M. Botta. 1985. Synthesis of 4-aryl coumarins from *Coutarea hexandra*. *Phytochemistry* 24 (6): 1355-1357.
- MUÑOZ, V., M. SAUVAIN, G. BOURDY, J. CALLAPA, S. BERGERON, I. ROJAS, J.A. BRAVO, L. BALDERRAMA, B. ORTIZ, A. GIMENEZ & E. DEHARO. 2000a. A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach - Part I. Evaluation of the antimalarial activity of plants used by the Chácobo Indians. *Journal of Ethnopharmacology* 69:127–37.
- MUÑOZ, V., M. SAUVAIN, G. BOURDY, J. CALLAPA, I. ROJAS, L. VARGAS, A. TAE & E. DEHARO. 2000b. A search for natural bioactive compounds through a multidisciplinary approach in Bolivia. Part II. Antimalarial activity of some plants used by Mosekene Indians. *Journal of Ethnopharmacology* 69:139–55.
- MUÑOZ, V, M. SAUVAIN, G. BOURDY, S. ARRAZOLA, J. CALLAPA, G. RUIZ, J. CHOQUE & E. DEHARO. 2000c. A search for natural bioactive compounds in Bolivia through a multidisciplinary approach part III. Evaluation of the antimalarial activity of plants used by Alteños Indians. *Journal of Ethnopharmacol* 71:123–131.
- NATES, A., D. ISTA & V. REYES. 2001. *Plantas útiles y su aprovechamiento en la comunidad Tsimae' de Yaranda*. Proyecto de Investigación sobre los Recursos naturales, CIDOB-DFID. Publicaciones Proyecto de Investigación No. 23. Santa Cruz de la Sierra.
- OKUNADE, A.L. & W.H. LEWIS. 2004. Oleanene constituents of *Lantana cujabensis*. *Fitoterapia* 75:327–331.

- OLIVEIRA, F.Q., V. ANDRADE-NETO, A.U. KRETTLI & M.G.L. BRANDÃO. 2004. New evidences of antimalarial activity of *Bidens pilosa* root correlated with polyacetylene and flavonoids. *Journal of Ethnopharmacol* 93:39–42.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) 2013. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. En: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle>
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) 2015: Informe mundial sobre el paludismo 2015. 15 Abril 2020. Online: En: <http://www.who.int/paludismo/publications/world-paludismo-report-2015/report/es/>
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) 2018. Paludismo. 14 abril 2020. Online: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malaria>
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) 2020. Paludismo. 14 abril 2020. Online: <https://www.who.int/es/news-room/facts-in-pictures/detail/malaria>
- O'NEILL, M.J., D.H. BRAY, P. BOARDMAN, J.D. PHILLIPSON & D.C. WARHURST. 1985. Plants as sources of antimalarial drugs. Part.1. In vitro test method for the evaluation of crude extracts from plants. *Planta Med* 51:394–398.
- OHSAKI, A., J. TAKASHIMA, N. CHIBA & M. KAWAMURA. 1999. Microanalysis of a Selective Potent Anti-Helicobacterpylori Compound in a Brazilian Medicinal Plant *Myroxylon peruiferum* and the Activity of Analogues. *Biorganic & Medical Chemistry Letters* 9:1109–1112
- PANIAGUA ZAMBRANA, N.Y., R.W. BUSSMANN, C. TÉLLEZ & C. VEGA. (Eds). 2017. Los Chácobo y su historia en el siglo XX. Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden. Trujillo.
- PELLETIER, P.J. & CAVENTOU. 1820. Des recherches chimiques sur les Quinquinas. *Annales de Chimie et de Physique*. 1(289- 318): 337–365.
- PEREIRA, R., E.B. SOUZA, R.O.S FONTENELLE, M.A. VASCONCELOS, H.S. SANTOS & E.H. TEIXEIRA. 2019. Diversidade estrutural e potencial biológico dos metabólitos secundários de espécies do gênero *Myroxylon* L.F (Fabaceae): uma revisão da literatura. *Hoehnea* 46: e582017. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-58/2017>.
- PFUTZNER, W., A. NIEDERMEIER, P. THOMAS & B. PRZYBILLA. 2003. Systemic contact eczema against Balsam of Peru. *J Dtsch Dermatol Ges*. 1:719–21.
- POHLIT, A. M., R.B. SOUZA LIMA, G. FRAUSIN, L.F. ROCHA E SILVA, S. COSTA PINTO & J.C.L LIPES. 2013. Amazonian Plant Natural Products: Perspectives for Discovery of New Antimalarial Drug Leads. *Molecules* 18(8):9219–9240.
- QUIROGA, R & L. MENESES. 2012. Usos y aplicaciones de las plantas medicinales en San Pablo de Huacareta, Chuquisaca, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 30:39–55.
- RAE (Real Academia Española). 2001. 22ª edición. Diccionario de la lengua española. Madrid. Consultado 14 abril 2020. Online: <https://www.rae.es/drae2001/>
- REA-ROMERO, L. 1993. Rubiaceae. En Killeen, T.J., E. García & S.T. Beck (eds.). Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia / Missouri Botanical Garden.

- RODA, D. & M. GUSTAFSSON. 2001. Plantas Medicinales Paikonekas. Publicacions Proyecto de Investigación No. 22, Proyecto de Investigación sobre los recursos naturales CIDOB-DFID, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- RODRIGUES, M.; M. CAMARGO; R.C. NEVES AMORIM, L.F. ROCHA E SILVA, A.L.B. CARNEIRO, M.J. SALGADO VITAL & A.M. POHLIT. 2013. Chemical composition, ethnopharmacology and biological activity of *Geissospermum* Allemão species (Apocynaceae Juss.). Rio de Janeiro. Revista Fitos 8(2):73–160.
- RUIZ DE CENTURIÓN, T. & I.J. KRALJEVIC (Eds.). 1996. Las plantas útiles de Lomerío. BOLFOR, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- SIMAS, N.K., E.D. LIMA, S.D. CONCEICAO, R.M. KUSTER, A.M. OLIVEIRA & C.L.S. LAGE. 2004. Natural products for dengue transmission control-Larvicidal activity of *Myroxylon balsamum* (red oil) and of terpenoids and phenylpropanoids. Quimica Nova 27:46–49
- SOARES, W. 2012. Use and importance of quina (*Cinchona spp.*) and ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson): Plants for medicinal use from the 16th century to the present. Journal of Herbal Medicine 7:103–112.
- SPENCER, C.F., F.R. KONIUSZY, E.F. ROGERS, J. SHAVEL JUNIOR, N.R. EASTON, E.A. KACZKA, F.A. KUEHL JUNIOR, R.F. PHILLIPS, A. WALTI, K. FOLKERS, C. MALANGA & A.O. SEELER. 1947. Survey of plants for antimalarial activity. Lloydia 10: 145–174.
- STATE PHARMACOPOEIA COMMISSION OF THE POPULAR REPUBLIC CHINESE (SPCPRC). 2000. The Peoples Republic of China Pharmacopoeia. Volumen 1. Beijing: Chemical Industry Press.
- THOMAS, E. & I. VANDEBROEK. 2006. Guía de Plantas Medicinales de los Yuracarés y Trinitarios del Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro-Sécure. Imprenta Sirena. Bolivia. Santa Cruz, Bolivia.
- TROPICOS CATALOGUE MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Consultado 14 Abril 2020. Online: <http://tropicos.org/Project/BC>.
- UENO, H.M., J.T. DOYAMA, E. PADOVANI & C.R. SALATA. 1996. Effect of *Momordica charantia* L. in mice infected with *Plasmodium berghei*. Revista Sociedad Brasileña Med Trop 29: 455–460.
- VARGAS-SALAZAR, E. 1993. Papilionoidea. En Killeen, T.J., E. García & S.T. Beck (eds.). Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia / Missouri Botanical Garden.
- VARGAS RAMIREZ, V.L. 1996. Ethnobotánica de las plantas medicinales de los Mosevenes que viven en la comunidad de Muchanes. Tesis de licenciatura UMSA, la Paz.
- WAZEL-BUCAI, J. & S. WAZEL-HAIAT. 2019. Las plantas con principios amargos y su uso medicinal. ¿Un futuro dulce? Anales de Otorrinolaringología Mexicana 64(4):202-228.
- WASICKY, R., O. UNTI & E. BARBIERI. 1942. Quinine and alkaloids in Brazil. Anales Facultad Farmacia y Odontología de la Universidad de Sao Paulo 3:137–138.

Anexo 1. Lista de plantas antimaláricas en Bolivia: donde BHM = bosque húmedo amazónico, BSSC = bosque seco semideciduo Chiquitano, BSCH = bosque seco chaqueño, BSC = bosque serrano chaqueño, BTB = bosque tucumano-boliviano, BY = bosque húmedo de Yungas, BSY = bosque seco de Yunga, CC = campo cerrado, CA = campo amazónico, PY = paramo yungueño, PH = puna húmeda, SB = sabana beniana y VS = valles secos. En Columna vegetación, las categorías cultivados, naturalizado y adventicios corresponden a especies exóticas

Familia	Especie	Hábito	Vegetación (Beck 2014)	Altitud (msnm)	Extracto o activo de la planta	Organismo probado y especies de <i>Plasmodium</i>	Fuente Bibliográfica
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea ovata</i> (Cav.) Mirb.	Trepadora	BTB, BY	1500-3500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Anacardiaceae	<i>Schinus microphylla</i> I.M. Johnst.	Arbusto	BHY, VS	2500-4000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Árbol	Cultivado	0-1500	H2O Ext.	In vivo y vitro/ <i>P. falciparum</i>	Garrido & Valdés 2012
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Árbol	BHY, VS	2500-4000	Cyclic alkyl polyols	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Andrade-Neto <i>et al.</i> 2007
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Árbol	Cultivado	0-500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Antoun <i>et al.</i> 1993
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i> L.	Subarbusto	Naturalizado	2500-4000	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. vinckeii</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Apiaceae	<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	Hierba	PY, VS, BP	1500-4000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckeii</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Apiaceae	<i>Pastinaca sativa</i> L.	Hierba	Abventicias	2000-3500	96 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckeii</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Apocynaceae	<i>Aspidosperma vargasii</i> A. DC.	Árbol	BHA	0-500	Ellipticine, infusiones	In vivo y vitro/ <i>P. falciparum</i>	Andrade-Neto <i>et al.</i> 2007
Apocynaceae	<i>Geissospermum reticulatum</i> A.H. Gentry	Árbol	BHA	0-500	Aspidospermina	Humanos adultos	Coutinho <i>et al.</i> 2013
Apocynaceae	<i>Geissospermum urceolatum</i> A.H. Gentry	Árbol	BHA	0-500	Aspidospermina	Humanos adultos	Coutinho <i>et al.</i> 2013

Familia	Especie	Hábito	Vegetación (Beck 2014)	Altitud (msnm)	Extracto o activo de la planta	Organismo probado y especies de <i>Plasmodium</i>	Fuente Bibliográfica
Apocynaceae	<i>Geissospermum vellosii</i> Allemão	Árbol	BHA	0-500	CHCl3 Ext.; alcaloides totales	Gallinas/ <i>P. gallinaceum</i> ; Humanos adultos	Spencer <i>et al.</i> 1947; Rodrigues <i>et al.</i> 2013
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Árbol	BSSC	0-500	Alcaloides totales	In vitro/ <i>P. cathemerium</i>	Wasicky <i>et al.</i> 1942
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart. & Zucc.	Árbol	BSSC, BSC	0-500	Alcaloides totales	In vitro/ <i>P. cathemerium</i> , Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-</i> <i>blanco</i> Schlttdl.	Árbol	BSSC, VS BSCH, BSC,	0-2500	Alcaloides totales	Humanos adultos	Loizaga & Sagastume 1935
Araliaceae	<i>Hedera hélix</i> L	Liana	Cultivada	0-4000	H2O Ext.	Gallinas/ <i>P. gallinaceum</i>	Spencer <i>et al.</i> 1947
Arecaceae	<i>Euterpe precatória</i> Mart.	Árbol	BHA, BHY	0-4000	Ethyl acetate	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Jensen <i>et al.</i> 2002
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia prostrata</i> Duch.	Trepadora	BSCHA, BSSC, BTB	0-2500	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Subarbusto	CC, BTB, BSCHA	0-1500	H2O Ext.; Decocción	In vitro/ <i>P. falciparum</i> , Ratón/ <i>P. berghei</i>	Carvalho <i>et al.</i> 1991; Brandão <i>et al.</i> 1992
Asteraceae	<i>Antennaria linearifolia</i> Wedd.	Hierba	PY, PH	3000-4500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	Subarbusto	BHY, BTB, PY, PH	1000-4500	Alcaloides totales, 95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. cathemerium</i> ; in vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> , 2000b
Asteraceae	<i>Baccharis rufescens</i> Spreng.	Subarbusto	BHY, BTB, PH	1000-4500	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Asteraceae	<i>Bidens bipinnata</i> L.	Hierba	BTB	2000-2500	90 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Brandão <i>et al.</i> 1997
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Hierba	BTB, VS	1000-3500	90 % EtOH Ext.; EtOAc Ext.; Butanol Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Brandão <i>et al.</i> 1997 Oliveira <i>et al.</i> 2004

Familia	Especie	Hábito	Vegetación (Beck 2014)	Altitud (msnm)	Extracto o activo de la planta	Organismo probado y especies de <i>Plasmodium</i>	Fuente Bibliográfica
Asteraceae	<i>Chromolaena christieana</i> (Baker) R.M. King & H. Rob.	Hierba	BSSC, CC	0-500	H2O Ext.; MeOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Debenedetti <i>et al.</i> 2002
Asteraceae	<i>Urolepis hecatantha</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Hierba	BHA, SB, VS, BSCH, BSSC, BHY,	0-1500	H2O Ext.; MeOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Debenedetti <i>et al.</i> 2002
Asteraceae	<i>Chromolaena squalida</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Hierba	CC, SB	0-1000	Hexane Ext.	Ratón/ <i>P. berghei</i> ; In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Carvalho <i>et al.</i> 1991
Asteraceae	<i>Gamochaeta simplicicaulis</i> (Willd. ex Spreng.) Cabrera	Hierba	BHY, VS, PH	2000-4500	H2O Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Debenedetti <i>et al.</i> 2002
Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i> Ruiz & Pav.	Subarbusto	BTB, BHY	2500-3500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Asteraceae	<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex Thell.	Hierba	BSC, BTB, VS	1000-3500	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Hierba	BTB, VS	1000-1500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Asteraceae	<i>Tagetes terniflora</i> Kunth	Hierba	BHY, PH	1500-400	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Asteraceae	<i>Tagetes filifolia</i> Lag.	Hierba	VS, BHY	1500-3500	95 % EtOH Ext	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Asteraceae	<i>Trixis grisebachii</i> Kuntze	Arbusto	BTB, VS	2000-2500	95 % EtOH Ext	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Asteraceae	<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H. Rob.	Arbusto	BSSC, CS, SB	0-500	Hexane Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. berghei</i>	Carvalho <i>et al.</i> 1991; De Almeida <i>et al.</i> 1997

Familia	Especie	Hábito	Vegetación (Beck 2014)	Altitud (msnm)	Extracto o activo de la planta	Organismo probado y especies de <i>Plasmodium</i>	Fuente Bibliográfica
Asteraceae	<i>Berberis boliviana</i> Lechl.	Arbusto	VS	2500-3500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Cactaceae	<i>Trichocereus macrogonus</i> (Salm-Dyck) Riccob.	Árbol	VS	1000-1500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Calceolariaceae	<i>Calceolaria mandoniana</i> Kraenzl.	Hierba aqua	BHY, VS	2000-3000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000b
Caryophyllaceae	<i>Stellaria ovata</i> Willd. ex D.F.K. Schldl.	Hierba	BHY, VS	2500-4000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> , Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Commelinaceae	<i>Commelina elliptica</i> Kunth	Hierba	BHY, BTB PY, VS	2000-4000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Convolvulaceae	<i>Cuscuta grandiflora</i> Kunth	Parásita	BTB, PY, VS	2000-3500	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Rastrera	BSCHA, SB,	0-2500	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. berghei</i>	Amorim <i>et al.</i> 1991
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Trepadora	Naturalizada	0-1500	Infusión	Humanos adultos/ <i>P. berghei</i> ; Ratón/ <i>P. berghei</i>	Ueno <i>et al.</i> 1996
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.F.	Árbol	BHY, BTB	2500-3800	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000
Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Árbol	BHA	0-500	Hexane Ext.	Ratón/ <i>P. berghei</i>	Brandão <i>et al.</i> 1985
Euphorbiaceae	<i>Sapium haemospermum</i> Müll. Arg.	Árbol	CC, SB, BSC	0-1000	95 % EtOH Ext.;	Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000
Fabaceae	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	Árbol	BHA, BSSC, BTB, BSC, VS	0-2500	95 % EtOH Ext.;	In vitro/ <i>P. berghei</i> ; In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Maranduba <i>et al.</i> 1979, Muñoz <i>et al.</i> 2000

Familia	Especie	Hábito	Vegetación (Beck 2014)	Altitud (msnm)	Extracto o activo de la planta	Organismo probado y especies de <i>Plasmodium</i>	Fuente Bibliográfica
Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Árbol	BHA	0-800	Decocción	Humanos adultos	Miliken 1997
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Árbol	BHA, BSSC BSC, BSY	0-1500	CH ₂ Cl ₂ /Propanol Ext.; 95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Bravo <i>et al.</i> 1999
Fabaceae	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Árbol	BHA, BSSC	0-500	Pet ether Ext	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Kraft <i>et al.</i> 2001
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Árbol	BSSC, BSY, CC, CA, SB,	0-1500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; In vitro y Ratón/ <i>P. berghei</i> ;	Deharo <i>et al.</i> 2001
Fabaceae	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P. Queiroz	Árbol	BSSC, CC, BSCH, BTB, BSY, VS	0-2000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; In vitro/ <i>P. berghei</i> ; Ratón/ <i>P. berghei</i>	Deharo <i>et al.</i> 2001
Fabaceae	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Subarbusto	BSCH, BSSC, BSC, SB, BHA, BC, BTB	0-2000	Decocción; H ₂ O Ext.	Ratón/ <i>P. berghei</i>	Brandão <i>et al.</i> 1992
Lamiaceae	<i>Clinopodium bolivianum</i> (Benth.) Kuntze	Subarbusto	PH, VS	2500-4000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Lamiaceae	<i>Clinopodium gilliesii</i> (Benth.) Kuntze	Subarbusto	PH, PS y VS	3000-4500	H ₂ O Ext.; MeOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Debenedetti <i>et al.</i> 2002
Lauraceae	<i>Licaria cannella</i> (Meisn.) Kosterm.	Árbol	BHA, BHY	0-2000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; In vitro/ <i>P. berghei</i> ; Ratón/ <i>P. berghei</i>	Deharo <i>et al.</i> 2001
Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Árbol	BHA	0-500	Decocción	Ratón/ <i>P. berghei</i>	Brandão <i>et al.</i> 1992

Familia	Especie	Hábito	Vegetación (Beck 2014)	Altitud (msnm)	Extracto o activo de la planta	Organismo probado y especies de <i>Plasmodium</i>	Fuente Bibliográfica
Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Árbol	CC	0-500	Alcaloides totales	In vitro/ <i>P. cathemerium</i>	Wasicky <i>et al.</i> 1942
Loranthaceae	<i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh.	Hemiepifito	BHA, BHY, BTB, BSC, VS	500-3500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Lythraceae	<i>Heimia salicifolia</i> Link	Arbusto	BSSC, BSC, VS	500-2500	MeOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Debenedetti <i>et al.</i> 2002
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Árbol	Cultivado	0-2500	Extracto crudo o cocido	In vivo y vitro/ <i>P. falciparum</i>	Hanifah-Yusuf & Maryatun 2011, Ene <i>et al.</i> 2010
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Árbol	BHA, BHY, BTB	0-2000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	MacKinnon <i>et al.</i> 1997
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Árbol	BHA, BSSC	0-500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Antoun <i>et al.</i> 1993
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L.	Árbol	BHA, BSSC, BHY, BSY	0-3000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	MacKinnon <i>et al.</i> 1997
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	Hierba	Adventicia	0-3500	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus piscatorum</i> Kunth	Árbol	BHA, BSSC, VS, BSC, BTB	0-1500	Dichloromethane Ext.; MeOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Gertsch <i>et al.</i> 2004
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	Hierba	BHM, BSSC, BSCH	0-500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000a

Familia	Especie	Hábito	Vegetación (Beck 2014)	Altitud (msnm)	Extracto o activo de la planta	Organismo probado y especies de <i>Plasmodium</i>	Fuente Bibliográfica
Piperaceae	<i>Piper peltatum</i> L.	Subarbusto	BHA, BHY	0-1500	4 nerolidilcatecol	Ratón/ <i>P. berghei</i>	Andrade-Neto <i>et al.</i> 2007
Piperaceae	<i>Piper umbellatum</i> L.	Subarbusto	BHA, BHY	0-1500	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. berghei</i>	Amorim <i>et al.</i> 1988
Polygalaceae	<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.	Arbusto	PH, PY, BHY	2500-4000	95 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis buchtienii</i> (Christ & Rosenst.) A.R. Sm.	Epifita	BHY	2000-3500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; In vivo/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Rosaceae	<i>Kageneckia lanceolata</i> Ruiz & Pav.	Árbol	VS	1000-3800	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Rubiaceae	<i>Cinchona anderssonii</i> C. B. Maldonado	Árbol	BHY	2000-3500	Alcaloides totales	Humanos adultos	Maldonado 2017
Rubiaceae	<i>Cinchona calisaya</i> Wedd.	Árbol	BHY	500-3500	Alcaloides totales	Humanos adultos	Loizaga & Sagastume 1935
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	Árbol	BHY	500-3500	Alcaloides totales	Humanos adultos	Loizaga & Sagastume 1935
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	Árbol	BHY	500-3500	4-arilcumarinas, Decocción	Humanos adultos;	Monache 1985
Rubiaceae	<i>Remijia ferruginea</i> (A. St.-Hil.) DC.	Arbusto	CC	0-500	80 % EtOH Ext.	In vivo/ <i>P. berghei</i>	Andrade-Neto <i>et al.</i> 2003
Rutaceae	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	Árbol	BSSC	0-500	H2O Ext.	Ratón/ <i>P. berghei</i>	Brandão <i>et al.</i> 1992
Scrophulariaceae	<i>Buddleja tucumanensis</i> Griseb.	Arbusto	BHY, BTB, BSC, VS	1000-3500	MeOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Debenedetti <i>et al.</i> 2002

Familia	Especie	Hábito	Vegetación (Beck 2014)	Altitud (msnm)	Extracto o activo de la planta	Organismo probado y especies de <i>Plasmodium</i>	Fuente Bibliográfica
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Árbol	BHA, BHY, BTB, SB,CA	0-2000	MeOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. berghei</i>	O'Neill <i>et al.</i> 1985
Simaroubaceae	<i>Simaba cedron</i> Planch.	Árbol	BHA, CA, SB	0-1000	CHCl3 Ext.; MeOH Ext.; H2O Ext.; CHCl3 Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	O'Neill <i>et al.</i> 1985
Solanaceae	<i>Dunalia brachyacantha</i> Miers	Arbusto	BHY, PH	2000-3800	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Solanaceae	<i>Saracha punctata</i> Ruiz & Pav.	Arbusto	PH, BHY	2000-4000	96 % EtOH Ext.	Ratón/ <i>P. vinckei</i> ; Ratón/ <i>P. berghei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	Árbol	BHA, BHY	0-2500	MeOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Calderon <i>et al.</i> 2000
Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	Arbusto	BSC, BTB, VS	500-3000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Verbenaceae	<i>Aloysia citrodora</i> Paláu	Arbusto	VS	2000-3500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i> ; Ratón/ <i>P. vinckei</i>	Muñoz <i>et al.</i> 2000c
Verbenaceae	<i>Lantana cujabensis</i> Schauer	Subarbusto	BHA	0-1000	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Okunade & Lewis 2004
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i> L. f.	Árbol	Cultivada	0-500	95 % EtOH Ext.	In vitro/ <i>P. falciparum</i>	Antoun <i>et al.</i> 2001