

IDENTIDAD TAXONÓMICA Y ASPECTOS SOBRE LA HISTORIA NATURAL Y USOS DEL “COPAL DE LOS YUNGAS” EN BOLIVIA

TAXONOMIC IDENTITY AND ASPECTS OF THE NATURAL HISTORY AND USES OF THE “COPAL DE LOS YUNGAS” IN BOLIVIA

Alfredo F. Fuentes

Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden, Cota Cota, Calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia. E-mail: alfrefuentes@gmail.com

Palabras clave: Copal, Burseraceae, *Protium montanum*, resinas, Yungas, Bolivia

Key words: Copal, Burseraceae, *Protium montanum*, resins, Yungas, Bolivia

Copal es una palabra azteca que deriva de la palabra nahuatl copalli que significa "con la ayuda de este camino" o "gracias a este camino" (Corzo, 1978), en alusión a la quema de resinas como una vía para contactarse con los dioses o el mundo supra-terrenal. Los conquistadores europeos se encargaron posteriormente de difundir este término genérico y en la actualidad se emplea en mercados de América y Europa para referirse a una amplia gama de resinas de procedencia diversa (Case *et al.*, 2003).

En Bolivia se llama Copal a una especie arbórea de Burseraceae bien conocida en la región de bosques montanos de Yungas en La Paz, la cual llamamos en este trabajo copal de los yungas. Su resina tiene un uso ampliamente difundido en el país como incienso. Cárdenas (1989) en su libro “Manual de plantas económicas de Bolivia”, el cual requiere de una urgente actualización, no menciona al copal directamente, pero cuando describe al incienso de Mapiri (= *Clusia pachamamae* Zenteno-Ruíz & A. Fuentes) menciona además la presencia en los mercados de una resina de color negruzco llamada incienso, de la cual desconocía su origen botánico. Su descripción concuerda con la resina del copal (Figura 5 A y B).

Existen reportes desde el periodo colonial sobre el empleo de resinas por los médicos nativos itinerantes Kallawayas de Charazani, tanto como inciensos para sus rituales religiosos como para medicina (Landaeta, 1903), y aunque hasta la fecha no he encontrado evidencias ni reportes específicos, es muy probable que la resina del copal de los yungas fue conocida y empleada desde periodos precolombinos. Durante el periodo colonial el uso de estas resinas fue adoptada por los misioneros españoles y ayudaron a facilitar el proceso de evangelización (Langenheim, 2003).

La resina del copal de los yungas es comercializada en los mercados de las principales ciudades del país, especialmente en la zona andina, donde su demanda se mantiene estable (Marshall *et al.*, 2006), aunque debido al aumento de la población y a la creciente migración campo-ciudad, esta demanda seguramente se está incrementando. A pesar de esto su precio es bajo en comparación con la resina del incienso, al parecer por la mayor oferta, y de momento no es considerada como una fuente importante de ingresos

económicos por las poblaciones que recolectan la resina del bosque. Sin embargo la mayor distribución, abundancia y producción de resina de esta especie, sumada a sus usos potenciales, la convierten en un recurso alternativo a ser considerado para la generación de ingresos por las poblaciones de los yungas en Bolivia.

La identidad taxonómica del copal de los yungas ha permanecido incierta o errónea tanto en publicaciones como en documentos técnicos. Además la información sobre su historia natural, biología y otros aspectos es escasa como para muchas otras especies con uso actual, especialmente de los bosques montanos en Bolivia (Moraes *et al.*, 2005; Zenteno-Ruiz, 2007), como el majo (*Oenocarpus bataua* Mart.), incienso (*C. pachamamae*), nogal (*Juglans boliviana* (C. DC.) Dode), etc.

La presente contribución presenta información sobre el copal de los yungas, tratando en primera instancia de aclarar su identidad taxonómica, además de anotar algunos aspectos sobre, biología, distribución, usos y manejo. La misma esta basada en datos y colecciones del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi, revisión exhaustiva de las colecciones depositadas en los herbarios Nacional de Bolivia (LPB) y del Missouri Botanical Garden (MO), y revisión de literatura. Complementada con observaciones de campo que incluyen algunas entrevistas informales a habitantes de las comunidades de Mojos y Santo Domingo, además de consultas a comerciantes del mercado de brujas de la ciudad de La Paz y Mutualista de Santa Cruz.

Identidad taxonómica y descripción morfológica

En Bolivia la palabra copal se usa para nombrar a especies de la familia Burseraceae y las resinas que producen. Aunque algunos autores (Oblitas, 1969; Peña, 1976; Bastien, 1987; De Lucca & Zalles, 1992) señalan como “copal” o “copal americano” a las leguminosas *Hymenaea palustris* Ducke (= *H. oblongifolia* Huber) especie que en nuestro país se restringe a la amazonía norteña, e *H. courbaril* L. que se encuentra mas ampliamente distribuida, alcanzando altitudes de hasta 1300 m en bosques estacionales y secos en los andes (<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx>). Considerando los usos mencionados, creemos que en la mayoría de estos casos el nombre científico fue mal asignado, probablemente basado en listas de especies de países vecinos, y el nombre común se refiere más bien a alguna especie de Burseraceae. Ambas especies producen resina de valor comercial (Langenheim, 2003), pero en Bolivia no existen referencias de recolección con fines comerciales, y tampoco la hemos observado en los mercados. Estas son conocidas mas propiamente en nuestro medio con los nombres de jacojaco (Araujo-Murakami & Zenteno, 2006), jak´u jak´u (De Lucca & Zalles, 1992) o pito huayaca (PIAF-El Ceibo, 2002) en la región andina, y paquió en las tierras bajas (De Lucca & Zalles 1992; Killeen *et al.*, 1993).

En la búsqueda por aclarar la identidad taxonómica del copal de los yungas, he encontrado referencias tanto en literatura (Tabla 1) como en las fichas de datos de colecciones de herbario y bases de datos de parcelas evaluadas por el Proyecto Madidi (Tabla 2), en las que se llama copal a especies de Burseraceae de los géneros *Dacryodes* Vahl, *Protium* Burm. f., *Tetragastris* Gaertn. y *Trattinnickia* Willd. En la mayoría de estos casos el

nombre científico estaba equivocado, mientras que en otros es difícil de precisar si el mismo es correcto o si se trata de una especie diferente a la citada.

Tabla 1. Registros de citas y especímenes de Burseraceae nombrados copal en Bolivia, recopilados de literatura. Con asterisco (*) registros de tierras bajas, los demás son de bosques montanos.

Nombre común	Nombre científico revisado	Nombre científico original	Referencia	Colección
Copal	<i>Dacryodes</i> aff. <i>belemensis</i>	<i>Dacryodes</i> sp.	PIAF-El Ceibo 2002	Rodríguez 761
Copal de monte	<i>Protium glabrescens</i>	<i>Protium glabrescens</i>	Bourdy, 1995*	DeWalt 555
Copal	<i>Protium meridionale</i>	<i>Dacryodes</i> aff. <i>peruviana</i>	Llanque, 1993	Gentry 44613
Copal	<i>Protium meridionale</i>	<i>Dacryodes peruviana</i>	Beck, 1997	----
Copal	<i>Protium meridionale?</i>	<i>Tetragastris</i> sp. 1	Llanque, 1993	Dorr 6704
Copal	<i>Protium</i> aff. <i>montanum</i>	<i>Protium montanum</i>	Zenteno-Ruiz, 2007	----
Copal	<i>Protium</i> aff. <i>montanum</i>	<i>Protium altsonii</i>	Araujo y Zenteno, 2006	----
----	<i>Protium</i> aff. <i>montanum</i>	<i>Protium altsonii</i>	Jorgensen et al., 2005	Maldonado 2299
----	<i>Protium</i> aff. <i>montanum</i>	<i>Protium</i> aff. <i>pilosum</i>	Llanque, 1993	Beck 424
Copal	<i>Protium</i> aff. <i>montanum</i>	<i>Protium puncticulatum</i>	Marshall et al., 2006	----
Copal	<i>Protium</i> aff. <i>montanum</i>	<i>Protium puncticulatum</i>	Veicht, 2002	----
Copal	<i>Protium puncticulatum?</i>	<i>Protium puncticulatum</i>	De Lucca & Zalles, 1992*	----
Copal	¿?	<i>Dacryodes</i> sp.	Veicht, 2002	----
Copal	¿?	<i>Protium llewelynii</i>	De Lucca & Zalles, 1992	----

Otra especie de Burseraceae presente en los bosques montanos de yungas es *Protium bangii* Swart, conocida solo del tipo, proveniente de los yungas de La Paz. Sin embargo descartamos que esta especie pueda tratarse del copal de los yungas, porque una revisión del material tipo en Internet (<http://botany.si.edu/types/showImage.cfm?mypic=00101786.jpg>) muestra que es *Mauria* (Anacardiaceae).

En las tierras bajas de Bolivia se emplea el nombre copal para varias especies de Burseraceae (Tablas 1 y 2), pero las mismas son nombradas con mayor frecuencia isigo o variantes como isiguillo, isigo blanco o isigo rojo. Todas presentan el olor característico de la familia ya sea en ramas, hojas o en el exudado de la corteza, por lo que es frecuente que los guías de campo asignen el nombre copal a casi cualquier especie de Burseraceae. Si bien los principales géneros neotropicales de Burseraceae productores de resinas aprovechables son *Protium* Burm. f., *Tetragastris* Gaertn. y *Trattinnickia* Willd. (Plowden, 2002), nosotros no hemos observado hasta la fecha que se recolecte y comercialice la resina de otra especie de esta familia en Bolivia que no sea la del copal de los yungas.

Tabla 2. Registros de burseráceas nombrados copal en Bolivia, basado en fichas de colectas de herbario y bases de datos de parcelas del Proyecto Madidi (P.M.). Frecuencia es el número de localidades diferentes en las que se ha nombrado la especie.

Nombre común	Nombre científico revisado	Referencia	Vegetación	Frecuencia
Copal	<i>Protium aff. montanum</i>	P.M.	BM	7
Copal	<i>Protium rhyrachophyllum</i>	P.M., Del Aguila 47	AM	3
Copal	<i>Protium glabrescens</i>	P.M., Del Aguila 74	AM	2
Copal	<i>Protium puncticulatum</i>	P.M., Zenteno 3137	AM	2
Copal	<i>Tetragastris altissima</i>	P.M., Killeen 3186	AM, BM	2
Copal	<i>Trattinickia boliviana</i>	P.M., Dudley 73	AM, BM	2
Copal	<i>Protium meridionale</i>	P.M.	BM	1
Copal	<i>Protium unifoliolatum</i>	P.M.	AM	1
Copal	<i>Tetragastris panamensis</i>	P.M.	AM	1
Copal macho	<i>Dacryodes aff. belemensis</i>	P.M., Zenteno 477	BM	2
Copal macho	<i>Protium meridionale</i>	P.M., Zenteno 450	BM	2
Copal macho	<i>Protium aff. montanum</i>	Michel 601	BM	1
Copal macho	<i>Protium puncticulatum</i>	DeWalt 250	AM	1
Jatun copal	<i>Protium meridionale</i>	Proy. Madidi	BM	1
Copal falso	<i>Protium meridionale</i>	Proy. Madidi	BM	1

En los bosques montanos de yungas se llama en ocasiones copal a *Dacryodes aff. belemensis* Cuatrec., *Protium meridionale* Swart y a *Tetragastris altissima* (Aubl.) Swart, pero este nombre es mas frecuentemente aplicado a una especie de *Protium* Burm. f. (Figuras 2 y 4) la cual es reconocida fácilmente por producir una resina en abundancia, con olor intenso a trementina, cuando se corta la corteza (Figura 4A) misma que es la que se comercializa. La última especie está muy estrechamente relacionada con *Protium montanum* Swart (Figura 6), que se conoce solamente de colecciones de plantas masculinas provenientes de las proximidades de Mapiri, con las que se describió originalmente la especie (Swart, 1952). Sin embargo un análisis detallado de la morfología de los especímenes disponibles hasta la fecha de ambas entidades, nos muestra que existen diferencias en cuanto al número, forma, consistencia y tamaño de los folíolos, y pubescencia de las flores (Tabla 3). Pero estas diferencias no son suficientes como para poder separarlas satisfactoriamente de momento como especies diferentes o asegurar que ambas pertenecen a la misma entidad específica (Daly, com. pers.), por lo que asignamos provisionalmente el nombre *Protium aff. montanum* Swart al copal de los yungas, hasta que se disponga de juegos completos de colecciones con flores masculinas, femeninas y frutos de ambos morfotipos.

A continuación presentamos una descripción del copal de los yungas, que está basada en 44 colecciones depositadas en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB), y en el Missouri Botanical Garden Herbarium (MO).

Tabla 3. Diferencias entre *Protium montanum* y *P. aff. montanum*.

Característica	<i>Protium montanum</i>	<i>Protium aff. montanum</i>
forma folíolo basal	ancho elíptico a oblongo	oblongo a elíptico
número folíolos	5 7	5 11(17)
long. folíolo basal	(6.3) 6.8 8,3	6.1-9 (10.2)
ancho folíolo basal	(2,5) 2.7 3,4	(1.8) 2 3,2 (3,4)
consistencia folíolo	cartáceo	subcartáceo
pubescencia cáliz	piloso	glabro
pubescencia corola	piloso	glabro
pubescencia ovario	piloso	glabro
superficie folíolos	brillante	opaco

Protium aff. montanum Swart

“Copal” (castellano), “Kupala” (aymara y quechua), “Kupal” (quechua)
(De Lucca y Zalles 1992).

Figuras 1 y 2.

Árbol perennifolio, altura reproductiva (6–) 10–25 (–40) m × (6) 10–79.5 cm dap; fuste recto, base sin aletones; corteza externa finamente lenticelada, pardo-rojiza, desprendiéndose en placas leñosas irregulares y dispersas de ca. 10–15 cm diám. en individuos mas grandes; con abundante resina transparente y pegajosa al corte, que después se vuelve blanca y en ocasiones blanco amarillenta, a grisácea en contacto con la madera, pulverulenta, inflamable, con fuerte olor a trementina; **ramas** foliosas 2.5–4 (–5) mm diámetro, angulosas en seco, finamente lenticeladas, esparcidamente pilosas, a glabras en ramas mas viejas, tricomas reflejos, ápices de las ramas con denso indumento de tricomas reflejos blanco-amarillentos. **Hojas** compuestas, imparipinnadas, 2–5 (–8) pares de folíolos (generalmente los individuos del sotobosque tienen mas pares de folíolos que los del dosel), (9.5–) 11–20 cm largo; pecíolo 20–35 × 1.3–2 mm, piloso, con pelos adpresos, a glabrescente, semicircular en sección transversal; raquis (1.4–) 3.5 –10 cm largo, glabro o con escasos tricomas reflejos, cilíndrico; peciolulos con pulvínulos en ambos extremos, 3–6 (–8) mm largo, el terminal más largo, 9–20 mm; **folíolos** subcartáceos, borde entero, levemente aserrado-dentado en individuos juveniles, aserrado en plántulas, los laterales oblongos a raro elípticos, (4.3–) 5–10 (–12.5) × 1–3.1 (4.2) cm, base obtusa a aguda, asimétrica, ápice acuminado, acumen 2.5–7 (10) mm largo, par basal generalmente mas ancho y corto que el par terminal, folíolo terminal elíptico–obovado, 4.5–8.6 × 1.2–3.4 cm, base aguda, simétrica, ápice acuminado; nervios secundarios 11–20; en ambas caras glabros a muy esparcidamente pilosos, a glabros con algunos tricomas en el nervio principal, nervio principal prominente en ambas caras, nervios secundarios en ambas caras planos a levemente hendidos, a veces levemente prominentes. **Inflorescencias** panículas subterminales 3.3–9 × 1.2–5.3 cm, todos los ejes con laxo a denso indumento de tricomas reflejos, a veces además con tricomas cortos y erectos; pedicelo cilíndrico, 1.5–2.5 (–3.5) × 0.3–0.5 mm, mayormente glabro, con pelos en la base a laxamente piloso en toda su longitud. **Flores** funcionalmente unisexuales, dimórficas, 4-meras, 1.3–2.5 mm; cáliz cupuliforme 0.5–1 × 1.4–1.6 mm, lóbulos triangulares, generalmente glabro a veces muy esparcidamente piloso, borde papiloso; pétalos ovados, 1.6–2 × 1.2–1.4 mm, amarillento–verdosos a crema, ápice agudo, apículo inflexo, haz con papilas cortas y algunas más largas

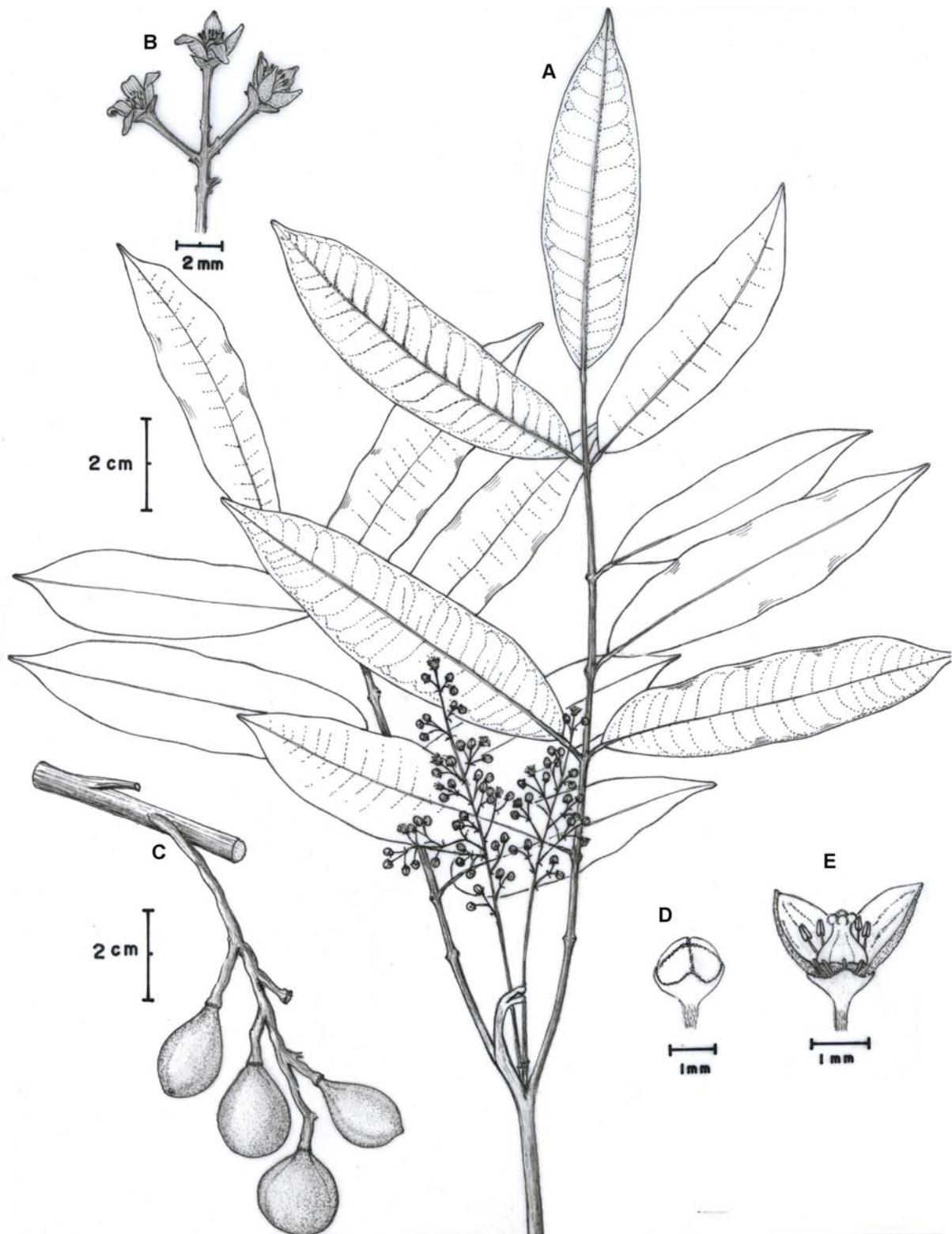


Figura 1. Dibujo del copal de los yungas (*Protium* aff. *montanum*): a. Rama florífera, b. Ramita de la inflorescencia, c. Infrutescencia, d. Botón floral, e. Flor femenina. a–b y d–e de Maldonado *et al.* 207 (LPB); c de Fuentes *et al.* 12237 (LPB). Dibujado por Carlos Maldonado.

dispersas, distribuidas a lo largo de tres líneas longitudinales discretas, envés glabro, ápice y bordes densamente largo-papilosos; estambres 8, 0.8–1.4 mm, los antesépalos ligeramente más largos que los antepétalos, de la misma longitud o poco más largos que el ovario en flores femeninas, más largos que el pistilodio en flores masculinas; disco nectarífero ca. 0.3 mm × 1.3 mm; flores pistiladas con ovario sésil, ovoide, glabro, 1–1.5 × 0.8–1.1 mm, estigma sésil, capitado, 4-lobulado. **Fruto** maduro globoso, obliquo, 1.5–2 × 1.4–2.2 cm, verde-amarillento y rojizo a rojizo, subestipitado, 2–4-valvado, interior de las valvas rojo, superficie glabra y lisa (rugosa en seco), con fuerte aroma a trementina; **pirenos** 1–4, 9–10.6 × 7–10 mm, orbiculares a subromboidales en vista dorsiventral, oval-asimétricos en vista lateral, superficie rugosa, verde claras, cubiertas por arilo carnoso, blanco, dulce y aromático.

Es frecuente en esta especie encontrar hojas e inflorescencias con agallas cilíndricas u obcónicas (Figura 2H), provocadas por un himenóptero, que pueden confundirse con frutos (ej. Beck 29498). Además existen otros tipos diferentes de agallas (Figura 2 E–I) en esta especie, alguna de las cuales podría ser específica y ayude en su identificación, como ocurre con especies de la Amazonía (Ribeiro *et al.*, 1999). Ataques por homópteros producen deformaciones en las flores y frutos, tanto en tamaño (aumento), forma y consistencia, como en la aparición de pilosidad en las flores, incluyendo el ovario.

Colecciones examinadas: **BOLIVIA. Dpto. Cochabamba**, prov. Ayopaya, cordillera de Mosestenez, *Macia et al. 7421* (MA, NY) no visto!. **Dpto. La Paz**, prov. Bautista Saavedra, ANMI Apolobamba, Siata, *Fuentes et al. 7474* (BOLV, LPB, MA, MO); prov. Franz Tamayo, Parque Madidi, Fuertecillo, *Fuentes et al. 9032* (LPB, MA, MO, USZ), *11385* (LPB, MO, BOLV); prov. Larecaja, Guanay-Chimate, *Beck 29498* (LPB); prov. Nor Yungas, Estación Biológica Tunquini, *Maldonado et al. 207* (LPB, M, NY), *233* (LPB). **PERÚ. Dpto. Cuzco**, prov. Paucartambo, Trocha Unión, *Farfan et al. 1260* (CUZ, MO); dist. Echarati, San Antonio, *Calatayud et al. 3414* (CUZ, MO).

Fenología y dispersores: Coleccionado con flores entre septiembre y noviembre, con frutos entre diciembre y marzo. No sabemos con certeza cuales son sus dispersores, pero los frutos de burseráceas son en general muy atractivos para una amplia variedad de fauna silvestre, incluyendo monos, jochis, chanchos de monte, pavas, tortugas de tierra y murciélagos (Balee, 1994; Roso-Mora & Parrado-Roselli, 2004). Para el caso de *Protim aff. montanum* Swart la gente local señala que debido al intenso aroma de sus frutos, estos solo son consumidos por loros, probablemente *Aratinga* spp. (I. Gómez, com. pers.), los cuales actúan más como predadores, aunque pueden dispersar accidentalmente algunas (Roso-Mora & Parrado-Roselli, 2004).

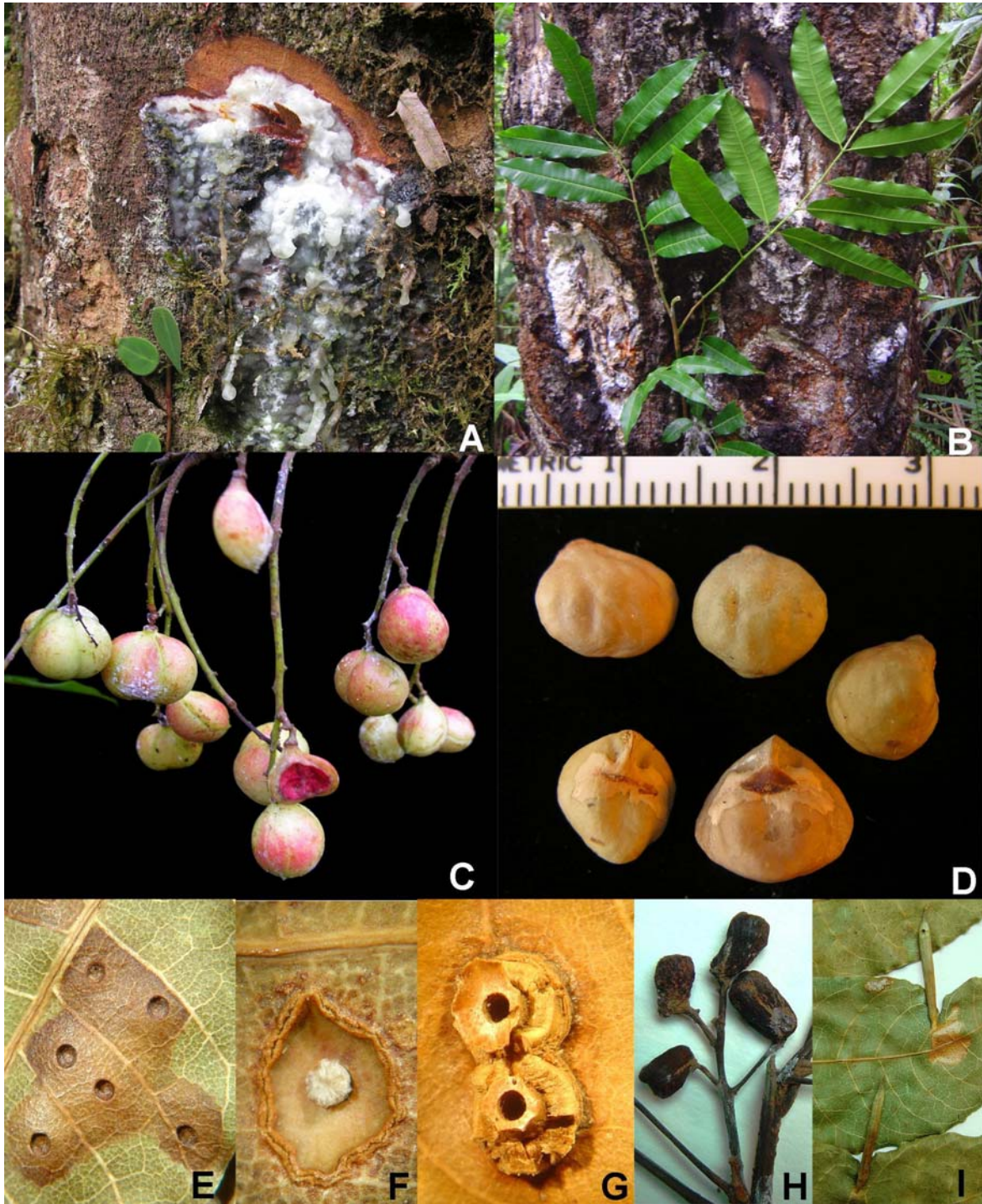


Figura 2. Fotos de *Protium* aff. *montanum*: A. Corteza recién cortada exudando resina, B. Tronco de individuo frecuentemente cosechado y rama foliosa, C. Frutos, D. Semillas en diferentes vistas, E-I. Diferentes tipos de agallas. A, A. Araujo; B-I, A. Fuentes.



Figura 3. Fotos de especímenes de *Protium montanum* (izquierda) y *P. aff. montanum* (derecha).

Distribución y hábitat: Se distribuye entre 1000–2000 m de altitud en los bosques montanos de yungas del departamento de La Paz, alcanzando el departamento de Cuzco en el Perú por el norte, y al parecer el departamento de Cochabamba (prov. Chapare) por el sur en Bolivia (Figura 4), en la provincia biogeográfica de los Yungas Peruano-bolivianos. Crece en bosques primarios, especialmente sobre laderas de pendiente media, en áreas con bioclima pluvial de los pisos submontano inferior y montano inferior pluvial, ocasionalmente se encuentra en bosques estacionales húmedos con nogal (*Juglans boliviana* Dode) de transición a pluviales. Estimamos para estas áreas una precipitación aproximada entre 1700–4000 mm anuales, considerando el mapa de precipitaciones de los bosques de yungas de Müller *et al.* (2002). Su óptimo se encuentra al parecer en el piso submontano superior pluvial, entre 1200–1800 m, con precipitaciones entre 2000–2500 mm anuales, a juzgar por su abundancia en localidades evaluadas por el Proyecto Madidi en estos ambientes (Cabrera-Condarco, 2005; Antezana, 2007; Cornejo 2008).

Las especies acompañantes varían según la zona, pero entre las más frecuentes y dominantes en parcelas evaluadas en las que el copal tiene mayor área basal y frecuencia, se encuentran: *Miconia centrodesma* Naudin, *Pseudolmedia laevigata* Trécul, *Hieronyma moritziana* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm., *Ocotea aciphylla* (Nees) Mez, *Alchornea glandulosa* Poepp., *Cyathea* spp., *Dictyocaryum lamarckianum* (Mart.) H. Wendl. y *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. (Cabrera-Condarco, 2005; Antezana, 2007; Cornejo 2008).

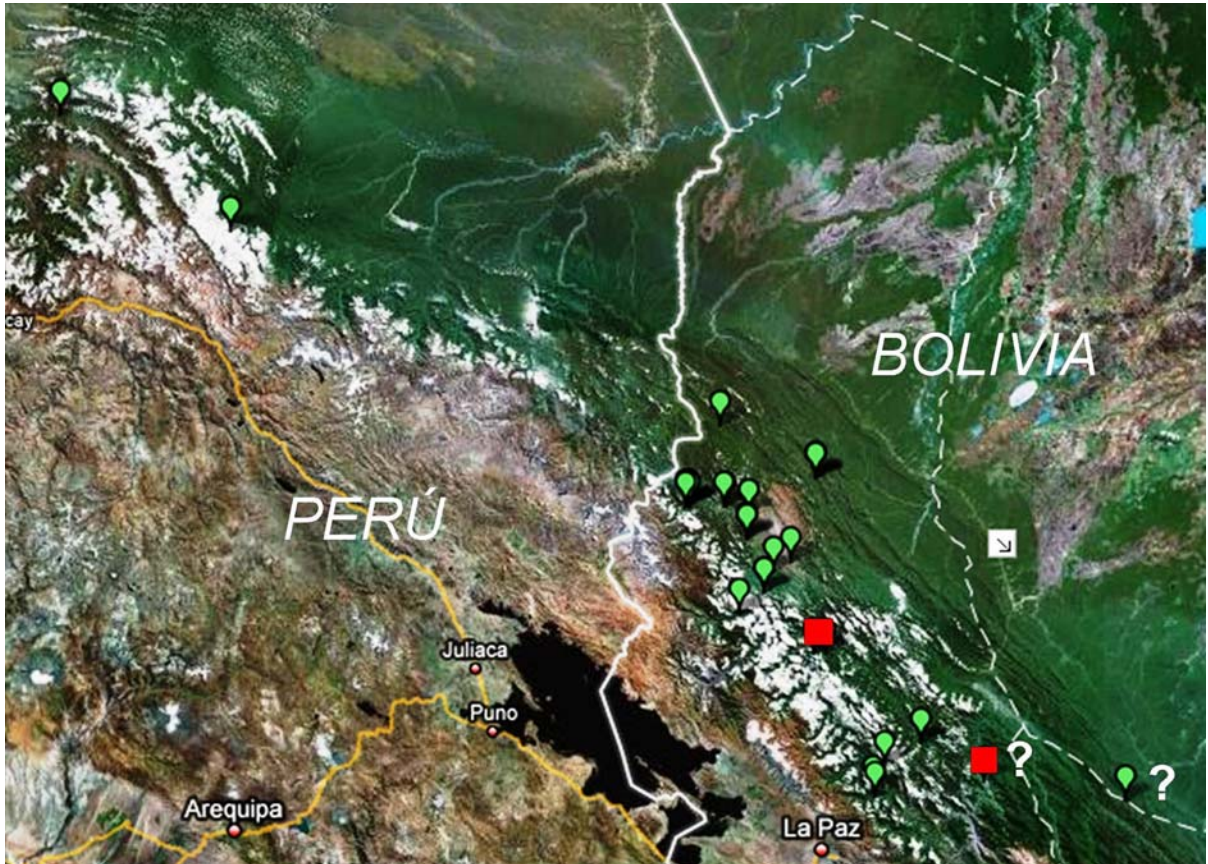


Figura 4. Mapa de la distribución conocida de *Protium montanum* (cuadrados rojos) y *P. aff. montanum* (gotas invertidas verdes). Modificado del mapa generado por Tropicos. Acceso 17 Febrero 2009. <http://www.tropicos.org/>.

Algunos aspectos sobre las resinas de Burseraceae y sus usos

Burseraceae es una familia conocida por las resinas que segregan y por su madera resistente. Las especies más conocidas por sus resinas son incienso (*Boswellia carteri* Birdw.) y mirra (*Commiphora abyssinica* Engl.), arbolitos o arbustos nativos del oriente Medio en África y mencionadas en la Biblia; el elemí de Manila (*Canarium luzonicum* Miq.) en las Filipinas (Cuatrecasas 1957). En mesoamérica y norteamérica destacan por su uso las resinas de copal (*Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl.) y de copalillo o copal blanco (*Bursera simaruba* (L.) Sarg., *B. bipinnata* (DC.) Engl., *B. copallifera* (DC.) Bullock y *B. microphylla* A. Gray principalmente), empleadas incluso por culturas precolombinas como los mayas (Case *et al.*, 2003). En Sudamérica son conocidos y empleados los exudados de especies de *Protium* Burm. f., *Dacryodes* Vahl y *Tetragastris* Gaertn. que constituyen el llamado “Elemí del Brasil” (Cuatrecasas, 1957).

A pesar que la gran mayoría de especies de Burseráceae producen resina, son pocas las que la producen en cantidad suficiente para su recolección. Si bien los árboles exudan resina de manera natural como consecuencia de la ruptura de la corteza por el crecimiento del fuste, por daños mecánicos naturales, y en algunos casos por ataques de insectos (Plowden,

2002), esta es frecuentemente inducida y acelerada de manera artificial por medio de cortes en la corteza.

Los aceites esenciales de burseráceas son fuente de numerosos compuestos químicos volátiles, entre los que destacan terpenos y terpenoides, parte importante de la trementina o aguarrás, un destilado obtenido de manera comercial principalmente de la resina de pinos (*Pinus* spp.). En el pasado la trementina fue usada mayormente como un solvente, pero se emplea además para pinturas especiales, barnices y lacas; es también importante fuente de químicos refinados que son usados en perfumería, desinfectantes domésticos, líquidos limpiadores, y en la industria de alimentos modificándolos químicamente para producir esencias de cítrico, canela, mentol y otros (Smith et al. 1992, Langenheim 2003). Las resinas de burseráceas se han empleado como sedantes, para calmar dolores de muelas, dolor de cabeza, para tratar afecciones estomacales y de las vías respiratorias, etc. (Case et al., 2003)

Protium Burm. f. es particularmente importante por las oleorresinas que segregan las cuales se han empleado como barnices, para impermeabilizar o calafatear botes, tintes, para rituales religiosos, como combustible para iluminar casas y repeler insectos en el bosque (Rudiger et al., 2007). En la Amazonia colombiana se utiliza para dar sabor al polvo de coca, y su resina impide el ataque de insectos, por lo que es considerada una madera resistente (Plowden, 2002). Las resinas han sido ampliamente usadas en medicina tradicional por ejemplo para curar heridas, para tratar huesos rotos, dolores reumáticos, dolor de muelas, dolor de cabeza, úlceras, como emoliente, rubefaciente, antiséptico, tónico y estimulante; el humo es inhalado como analgésico; la raíz de la corteza es astringente y se dice que favorece la función renal y tiene propiedades antisifilíticas (Rudiger et al., 2007).

Pruebas farmacológicas de extractos de especies de *Protium* Burm. f. han demostrado tener propiedades acaricidas, cercaricidas, anticancerígenas, antimaláricas, antiinflamatorias, hepatoprotectoras, gastroprotectoras, analgésicas (Rudiger et al., 2007) y sedativas (Aragão et al., 2006).

Estudios farmacológicos y químicos llevados a cabo con diferentes oleoresinas de *Protium* resaltan su potencial para ser usados en múltiples aplicaciones como productos dérmicos (vendas, cosméticos) o materiales odontológicos; afecciones de la piel, dadas la propiedades antisépticas y actividad acaricida que posee; desarrollo de material general de empaque en la industria farmacéutica y de alimentos, para mejorar la vida útil de los productos, tomando en cuenta sus propiedades de disminuir la permeabilidad del o al agua y de proteger contra procesos oxidativos (Rudiger et al., 2007).

Las resinas de burseráceas son utilizadas para la elaboración de aceites esenciales y como inciensos, muy requeridos en aromaterapia y para rituales esotéricos en general. Existiendo en la actualidad una creciente demanda por estos productos, los cuales son bastante comercializados en Internet. Por ejemplo el ampliamente conocido y ofertado breuzinho, que es una resina obtenida principalmente de *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, tiene un precio que oscila entre 33–60.5 \$US por libra en Internet (consulta enero 2009).

Esta especie tiene una distribución amplia en la mitad norte de Sudamérica incluyendo a Bolivia, donde es más común en las tierras bajas del este en bosques estacionales.

Aspectos sobre usos y manejo del copal de los yungas

En Bolivia, el copal se utiliza principalmente como incienso en ceremonias andinas y católicas, y aunque por razones que desconocemos hay preferencia por el empleo de incienso (*Clusia pachamamae* Zenteno-Ruiz & A. Fuentes), el copal se suele usar como sustituto o complemento (Enriquez, 2002; Veicht, 2002). Otros usos registrados en literatura incluyen su empleo local para curar heridas y para ayudar a encender fuegos en el campo (Araujo-Murakami & Zenteno 2007, obs. pers.).

Debido al bajo precio de la resina del copal las comunidades del campo generalmente no la cosechan tan frecuentemente como la del incienso, pues el esfuerzo empleado en su recolección no compensa el precio pagado actualmente por los intermediarios. Sin embargo por representar una de las pocas fuentes de ingresos económicos para las comunidades más alejadas, es eventualmente cosechada (Enriquez, 2002; Marshall *et al.*, 2006). La recolección y comercialización del copal se encuentra muy estrechamente ligada a la del incienso. El copal se colecta de manera secundaria para lograr algún retorno cuando los recolectores van por incienso (Marshall *et al.*, 2006), pues generalmente para llegar a los inciensales se pasa por bosques con copal que se encuentran a menor altitud (Veicht, 2002; obs. pers.). Además que no siempre se consigue coleccionar suficiente incienso el cual es escaso y se necesita más esfuerzo y tiempo por encontrarse en áreas alejadas de difícil acceso. Aunque en localidades como Santo Domingo, por la cercanía de los sitios donde se encuentra copal, se efectúan viajes específicamente para coleccionar la resina de esta especie.

Es interesante observar que prácticamente no existen inciensales que no sean cosechados, con marcas de cortes en los árboles; en cambio es común encontrar árboles grandes de copal sin marcas de cortes para la extracción de la resina, lo cual muestra la importancia que dan los comuneros a uno u otro recurso (Veicht, 2002, obs. pers.).

La recolección de copal es similar a la del incienso, en áreas con senderos en el bosque para llegar a los árboles que se cosechan, conocidas como “rumbeos”, pero a diferencia de los inciensales los “rumbeos” de copal no cuentan con derechos de propiedad nominales (Enriquez, 2002), situación que podría cambiar a medida que se incremente su precio. Para la extracción de la resina se efectúan cortes con machetes en la corteza del fuste de individuos con DAP mayor a 10 cm y el tiempo de espera para la cosecha puede variar entre 3 a 12 meses.

Apolo es el principal centro de acopio del copal, el mismo proviene en su mayor parte de comunidades situadas al S y E como Pucasucho (Enriquez, 2002; Marshall *et al.*, 2006), Santo Domingo y Mamacona (obs. pers.). También observamos árboles con marcas de cortes para cosecha en Mojos, Siata y Zongo, pero en estos la recolección debe ser muy casual y sobre todo para el autoconsumo. Asimismo tenemos referencias de la extracción para la venta en el Parque Cotapata (F. Miranda, com. pers.). Es probable que haya además otros sitios en el área de distribución natural de esta especie donde se efectúa la recolección

para la venta. La resina después de ser acopiada por rescatistas es trasladada a La Paz y de allí a otras ciudades de Bolivia. Se menciona que incluso se lleva a países vecinos como, Argentina, Brasil y Chile, donde existen comunidades grandes de bolivianos (Enriquez, 2002; Marshall *et al.*, 2006) que lo demandan para los tradicionales ritos de challas especialmente durante el carnaval y en el mes de agosto. Dada la cercanía geográfica y cultural el copal es seguramente también demandado en Perú. En otros casos se menciona que la resina es exportada, a otros países desde donde es empacada y vendida a precios mas altos (Veicht, 2002).



Figura 5. Fotos de la resina del copal de los yungas (*Protium aff. montanum*), y productos elaborados con resinas de burseráceas. A. Detalle de la resina que se comercializa, B. Venta del copal (flecha blanca) en el mercado de brujas de La Paz, a su izquierda resina de incienso (*Clusia pachamamae*), C–E. Diferentes productos y empaques de resinas de burseráceas ofertados en Internet. Fotos A–B: A. Fuentes.

En Bolivia el copal se vende usualmente en puestos de plantas medicinales y otros productos empleados en medicina tradicional o naturista, así como en puestos de los llamados mercados de brujas (Figura 5B), en los que se ofertan productos para las tradicionales mesas y challas andinas o para cualquier embrujo. La medida consiste en cucharadas que contienen más o menos 10 g. En el mercado de brujas de La Paz esta medida se vende a granel y se empaqueta en sobres de papel, en cambio en los mercados de Santa Cruz observamos casi en su totalidad la venta en pequeños sobres plásticos sellados, muestra de una incipiente transformación del producto. El conocimiento de la procedencia del copal por parte de los comerciantes varía, algunos desconocen de donde proviene, otros mencionan a los yungas y la referencia más precisa señala a Apolo.

Consideraciones finales

Es crucial en primera instancia aclarar la identidad taxonómica de la especie que se esta estudiando o se quiere manejar, pues el desconocimiento de la misma puede traer consigo posteriores problemas en su manejo. El manejo de la vida silvestre depende de la información generada por los estudios ecológicos y los estudios ecológicos dependen a su vez de buenas identificaciones taxonómicas (Bortolus, 2008; Procopio, 2008; Wood, 2007). Además es muy importante citar especímenes testigo en los estudios botánicos, especialmente cuando no se tiene el apoyo de especialistas taxónomos, caso contrario se estaría contraviniendo incluso el método científico, restando valor y fiabilidad a los resultados obtenidos.

A nivel nacional, la resina del incienso no abastece en su totalidad la demanda existente en la actualidad, a esto se suma el hecho que proviene de una especie con poblaciones dispersas y no muy numerosas, las que por excesiva explotación y manejo desordenado están disminuyendo su productividad y aumentando la mortalidad de los individuos. Siendo el copal prácticamente el único sustituto conocido, es de esperarse que su precio mejore en los próximos años. Además que en la actual coyuntura del país en la que se incentiva la recuperación de los ritos y practicas de culturas ancestrales, esto también ayudará a aumentar la demanda y mejorar los precios actuales.

El copal de los yungas puede convertirse en una alternativa económica importante para las comunidades locales siempre y cuando se mejore la cadena de comercialización para que el beneficio sea mayor para la gente que cosecha la resina. Algunas opciones a considerar pueden incluir el fortalecimiento de la asociación de recolectores de incienso y copal ARIMA con sede en Apolo y la creación de una microempresa que realice el fraccionamiento y empaquetado con una marca de origen en Apolo.

Otras alternativas pasan por explorar mercados internacionales en los cuales existe una fuerte y creciente demanda por productos naturales incluyendo resinas como la del copal. Habría que hacer los esfuerzos necesarios para incluir esta especie junto con el incienso de una vez en emprendimientos como el programa nacional de biocomercio sostenible, acompañados de adecuadas estrategias de marketing y tratando de aumentar su valor agregado mediante la elaboración de productos como esencias, inciensos, perfumes, champús, etc.

La valoración económica del copal ayudaría a conservar los bosques montanos donde se encuentra, especialmente de áreas protegidas sometidas a fuertes presiones antrópicas como el Madidi, Apolobamba y Cotapata.

La presente contribución es más que nada una recopilación de la información existente sobre el copal, la cual trata sobre todo de llamar la atención sobre sus potencialidades y orientar sobre algunos aspectos tanto biológicos como socioeconómicos a estudiar con mayor profundidad a futuro. Para elaborar el plan de manejo son importantes por ejemplo estudios de densidad y estructura poblacional, regeneración, distribución por sexos, producción de resina, periodos de espera óptimos de cosecha, mortandad, polinizadores y dispersores, así como rescatar buenas prácticas de cosecha para garantizar su sostenibilidad.

AGRADECIMIENTOS

A D. Daly y a P. Jørgensen por sus valiosos comentarios al manuscrito, a Isabel Gomez por su colaboración en aspectos de dispersión de la especie, a los Parques Madidi y Apolobamba, a las comunidades de Santo Domingo, Mojos, Virgen del Rosario, Mamacona,

LITERATURA CITADA

- ANTEZANA, A.P. 2007. Composición florística y estructura del bosque subandino pluvial de Yungas en dos rangos altitudinales en el Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba, Bolivia. Tesis inédita de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés. 80 pp.
- ARAGÃO, G.F., L.M.V. CAMEIRO, A.P.F. JUNIOR, L.C. VIEIRA, P.N. BANDEIRA, T.L.G. LEMOS, G.S. De B. VIANA. 2006. A possible mechanism for anxiolytic and antidepressant effects of alpha-and beta-amyrin from *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. *Pharmacology, biochemistry and behavior* 85(4):827–834.
- ARAUJO-MURAKAMI, A. & F. ZENTENO. 2006. Bosques de los andes orientales de Bolivia y sus especies útiles. Pp. 146–161, *en*: Botánica Económica de los Andes Centrales. (M. Moraes R., B. Øllgaard, L.P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev, eds.). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 557 pp.
- BASTIEN, J.W. 1987. Healers of the andes: Kallawayas herbalists and their medicinal plants. University of Utah press, Salt Lake City, 198 pp.
- BECK, S. 1997. Lista preliminar de especies arbóreas de Bolivia. Pp. 500–518, *en*: Geografía y recursos naturales de Bolivia (I. Montes de Oca, ed.). EDOBOL, La Paz, Bolivia, 614 pp.
- BORTOLUS, A. 2008. Error cascades in the biological sciences: the unwanted consequences of using bad taxonomy in ecology. *Ambio* 37(2):114–118.
- CABRERA-CONDARCO, W.H. 2005 [2006]. Diversidad florística de un bosque montano en los Andes tropicales del noreste de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40(3):380–395.
- CÁRDENAS, M. 1989. Manual de Plantas Económicas de Bolivia. 2ª ed. Los Amigos del Libro, Cochabamba, Bolivia, 333 pp.
- CASE, R.J., A.O. TUCKER, M.J. MACIARELLO & K.A. WHEELER. 2003. Chemistry and Ethnobotany of Commercial Incense Copals, Copal Blanco, Copal Oro, and Copal Negro, of North America. *Economic Botany* 57(2):189–202.
- CORNEJO, M. 2008. Diversidad, estructura y distribución de especies leñosas de un bosque montano pluvial, comunidad Santo Domingo (prov. Franz Tamayo-La Paz). Tesis inédita de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés. 63 pp.

- CORZO, C. 1978. Palabras de origen indígena en el Español de Chiapas. Costa-Amic S. A., México.
- CUATRECASAS, J. 1957. Burseraceae. En prima flora Colombiana, 1. Webbia 12:375–441.
- DE LUCCA, M. & J. ZALLES. 1992. Enciclopedia boliviana. Flora medicinal de Bolivia. Los Amigos del Libro. La Paz-Cochabamba, Bolivia, 498 pp.
- ENRIQUEZ, C. 2002. Informe de mercadeo incienso y copal. Informe técnico, CARE, La Paz, Bolivia, 11 pp. Accedido el 23 de enero del 2009. http://quin.unep-wcmc.org/forest/ntfp/cd/7_Market_reports/c_Incienso-copal.pdf
- MARSHALL, E., K. SCHRECKENBERG & A.C. NEWTON (eds.). 2006. Comercialización de productos forestales no maderables: Factores que influyen en el éxito. Conclusiones del estudio de México y Bolivia e implicancias políticas para los tomadores de decisión. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, Reino Unido, 148 pp.
- JØRGENSEN, P.M., M.J. MACIA, T.J. KILLEEN & S.G. BECK (editores). 2005. Estudios botánicos de la región de Madidi. Ecología en Bolivia 40(3):1–452.
- KILLEEN, T., E. GARCÍA & S. BECK (eds.). 1993. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden, La Paz, Bolivia, 958 pp.
- LANDAETA, M. 1903. Relación Histórica de las Misiones Franciscanas de Apolobamba por Otro Nombre Frontera de Caupolican. Imprenta del Estado, La Paz.
- LANGENHEIM, J.H. 2003. Plant resins: chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany. Timber Press Inc., Portland, 586 p.
- LLANQUE, O. 1993. Burseraceae Kunth. Pp. 168–174. En: T. Killeen, E. García & S. Beck (eds.). Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden, La Paz, Bolivia, 958 pp.
- MORAES M., B. ØLLGAARD, L.P. KVIST, F. BORCHSENIUS & H. BALSLEV (eds.). 2006. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 557 pp.
- MÜLLER, R., S.G. BECK & R. LARA. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basado en datos climáticos. Ecología en Bolivia 37(2):5–14.
- OBLITAS, E. 1969. Plantas medicinales en Bolivia: Farmacopea Kallawayana. 2ª. Los Amigos del Libro, Cochabamba-La Paz, Bolivia, 529 pp.
- PEÑA, R. 1976. Flora cruceña. Imprentas Unidas, La Paz, Bolivia. 371 pp.
- PIAF-EL CEIBO. 2002. Guía de especies forestales del Alto Beni. PIAF-El Ceibo, La Paz, Bolivia. 196 p.
- PLOWDEN, C. 2004. Resina de la brea (*Protium* spp.). Pp. 125–129, en: Explotando el Mercado Verde. Certificación y Manejo de Productos Forestales no Maderables (P. Shanley, A. Pierce, S. Laird & A. Guillén, eds.). WWF, Pueblo y Plantas, UNESCO, Royal Botanic Gardens, Kew, 447 pp.
- RIBEIRO, J.E., M. HOPKINS, A. VINCENTINI, C. SOTHERS, M. COSTA, L. MARINS, P. ASSUNCAO, E. PEREIRA, C. DA SILVA, M. MESQUITA, L. PROSCOPIO. 1999. Flora da Reserva Ducke, Guia de identificacao das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazonia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA) y Department for International Development (DFID), Manaus, 800 pp.
- ROZO-MORA, M.C. & A. PARRADO-ROSSELLI. 2004. Dispersión primaria diurna de semillas de *Dacryodes chimantensis* y *Protium paniculatum* (Burseraceae) en un bosque de tierra firme de la amazonia colombiana. Caldasia 26(1):111–124.
- RÜDIGER, A. L., A. C. SIANI & V. F. VEIGA JUNIOR. 2007. The Chemistry and Pharmacology of the South American genus *Protium* Burm. f. (Burseraceae). Pharmacognosy Reviews 1(1):93–104.
- SMITH, N., J.J. WILLIAMS, D.L. PLUCKNETT & J.P. TALBOT. 1992. Tropical forests and their crops. Cornell University Press, New York, 568 pp.
- SWART, J.J. 1952. Novitates Burseracearum II. Acta Botanica Neerlandica 1:244–249.

- VEICHT, C. 2002. An analysis of the sustainability of the incense industry of northern Bolivia. Unpublished MSc. Thesis, University of Kent, 54 pp.
- WOOD, J.R.I. 2007. Point of view: taxonomists and parataxonomists – Issues in training and neo-colonialism. *Oxford Plant Systematics* 14:9–10.
- ZENTENO-RUÍZ, F.S. 2007. Referencias botánicas, ecológicas y económicas del aprovechamiento del incienso (*Clusia* vel. sp. nov., Clusiaceae) en bosques montanos del Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 42(2):148–156.