

LAS PLANTAS COMO EVIDENCIA LEGAL. DESARROLLO DE LA BOTÁNICA FORENSE EN COLOMBIA

por

José Luis Fernández-Alonso¹, Aída Galindo Bonilla² & Jesús M. Idrobo¹

Resumen

Fernández-Alonso, J.L., A. Galindo Bonilla & J.M. Idrobo: Las plantas como evidencia legal. Desarrollo de la Botánica Forense en Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **31** (119): 181-198, 2007. ISSN 0370-3908.

La botánica aporta información de gran importancia en el ámbito forense para el estudio de la escena de los hechos en los procesos de investigación judicial. En Colombia, desde comienzos de siglo XX se vienen realizando solicitudes judiciales para determinar, la causa de muerte por ingestión de plantas tóxicas y más recientemente la identificación de elementos materia de prueba procedentes de los cultivos ilícitos. Aquí se muestra el estado del tema en el país, con base en los registros oficiales del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, que reflejan un incremento de las solicitudes judiciales referentes a plantas de coca, amapola y marihuana. Se presentan algunos avances y perspectivas sobre el tema y se tratan las principales plantas de interés forense y algunos aspectos sobre protocolos de recolección, tratamiento e identificación de muestras.

Palabras clave: Amapola, *Banisteriopsis*, botánica forense, *Cannabis*, coca, cultivos ilícitos, *Erythroxylum*, marihuana, *Papaver*, sustancias alucinógenas, Yagé.

Abstract

Nowadays botany provides information of great importance inside a forensic context for the analysis of the crime scene in criminal investigations. In Colombia, since the beginning of the XX century, the Justice System has requested information on things like the cause of death due to the ingestion of toxic plants or, more recently, the identification of evidence coming from illicit plantations. In this paper it is presented an approximation to the state-of-the-art in the country based on official

¹ Instituto de Ciencias Naturales. Apartado aéreo 7495. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. Correo electrónico: jlfernandeza@unal.edu.co

² Grupo de Botánica Forense. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Calle 7a No. 12-61, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lienix_n@yahoo.com

records coming from the Instituto Nacional de MLYCF and Universidad Nacional de Colombia's Instituto de Ciencias Naturales, showing a great increase of the judicial demands on coca, opium and marijuana. Some advances and perspectives about the state of art and also the most important forensic plants and some topics about collection and preservation protocols for legal evidence are presented.

Key words: Amapola, *Banisteriopsis*, *Cannabis*, coca, *Erythroxylum*, forensic botany, hallucinogens, illicit crops, marijuana, *Papaver*, psicotropic substances, Yagé.

Introducción

a. La botánica forense

El conocimiento de las características detalladas de las plantas, aplicado desde la perspectiva forense (botánica forense), ha tenido un desarrollo relativamente reciente a nivel internacional (**Bock et al.**, 1997). La identificación de muestras vegetales o de fragmentos de ellas, ha sido de gran ayuda en diversos procedimientos forenses encaminados a rastrear y reconstruir eventos relacionados con intoxicaciones u otros daños físicos, en algunos casos fatales, y también puede ser pieza importante dentro el contexto criminalístico relacionando por ejemplo, una persona con la escena del delito. La presencia de partes o fragmentos vegetales (hojas, flores, frutos, semillas, polen, esporas, fitolitos o raíces) en prendas, contenido gástrico o cabellos, ha permitido la identificación precisa de la especie vegetal involucrada y como tal suministrar información sobre su lugar de procedencia, su posible toxicidad y otras propiedades importantes en el esclarecimiento de hechos delictivos.

Por otra parte, el estudio de algunos grupos vegetales particulares, como algas verdes y diatomeas, es de gran utilidad en investigaciones donde la sumersión es la probable causa de muerte; debido a que en algunos de estos casos el análisis patológico forense no permite determinarla. Así mismo, en el ámbito internacional, el estudio e identificación de polen y esporas en el sustrato, es una de las principales fuentes de información en el análisis forense y se encuentra bastante desarrollado en países como Estados Unidos, Inglaterra y Nueva Zelanda (**Coyle**, 2005). Por último, la dendrología y la dendrocronología han ofrecido también información valiosa en un campo muy restringido del ámbito forense, la determinación de la autenticidad de obras de arte o de instrumentos antiguos estableciendo la fecha aproximada de elaboración y también el sitio donde podrían haber sido construidos (**Dickinson**, 2000).

b. Desarrollo en Colombia

En Colombia el estudio de las plantas alucinógenas y/o tóxicas ha tenido un desarrollo importante desde el punto

de vista médico, farmacológico, veterinario y etnobotánico en general (**Pérez Arbeláez**, 1937; **Schultes**, 1986; **Fonnegra & Jiménez**, 1999). Sin embargo desde la perspectiva forense ha sido escasamente abordado y casi exclusivamente aplicado a la determinación taxonómica de especies procedentes de los cultivos ilícitos, en relación con la incautación de sustancias estupefacientes. Con menor frecuencia se ha solicitado la identificación de plantas tóxicas de diverso origen utilizadas en la elaboración de brebajes y venenos de tipo mágico-religioso o en prácticas de curanderismo o hechicería; o casos aislados en los que se solicita la identificación de frutos de plantas silvestres que por accidente han ocasionado envenenamientos fortuitos.

Se ha observado que la inadecuada formulación de plantas como medicina natural alternativa puede provocar, graves daños en la salud y con cierta frecuencia se requiere de la investigación judicial para determinar la causa de la muerte y en algunos casos la responsabilidad médica. La ingestión en forma de infusión con fines medicinales del falso "árnica de los páramos", *Senecio formosus* Kunth (Asteraceae), Figura 1D, ha sido registrada por lo menos en 25 casos documentados como causante de la seneciosis, una enfermedad veno-oclusiva que causa daño al hígado (**Toro et al.**, 1997). En otros casos como el de la *cobalonga* o *pepa de cruz* (*Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum., Apocynaceae), Figura 1F, planta cultivada como ornamental y materia prima para elaboración de amuletos indígenas (**Pérez-Arbeláez**, 1937; 1978; **Patiño**, 2004), se han detectado frecuentes envenenamientos, debido a la toxicidad de su fruto, cuando ha sido empleado como remedio naturista para bajar de peso (**González et al.**, 2003). Otras veces el desconocimiento del modo de empleo (por ejemplo, sustancias de uso tópico que son ingeridas) o de la dosificación inapropiada, trae como consecuencia accidentes graves como ha ocurrido con el saúco (*Sambucus nigra* L.), el confrey (*Symphytum officinale* L.) y la peonía (*Abrus precatorius* L.), Figura 1.

El Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, a través de su planta de botánicos



A



B



C



D



E



F

Figura 1.- Algunas plantas de interés forense, relacionadas con medicina popular. **A.** *Abrus precatorius* L. (Fabaceae), semillas maduras; de la Carpoteca del Herbario Nacional Colombiano. **B-C:** *Sambucus nigra* L. (Caprifoliaceae). **B.** Inflorescencia en plena antesis. **C.** Inflorescencia con los frutos inmaduros aun rojizos. **D.** *Senecio formosus* Kunth (Asteraceae), parte superior de la planta, fotografiada en páramos de la Cordillera Oriental de Colombia. **E.** *Symphytum officinale* L. (Boraginaceae), planta cultivada en Bogotá. **F.** *Thevetia peruviana* (Pers.) K. Schum. (Apocynaceae). Fruto y semilla, de la Carpoteca del Herbario Nacional Colombiano. (Fotografías J.L. Fernández-A.).

y con el apoyo del Herbario Nacional Colombiano, viene prestando colaboración desde su fundación en la identificación de muestras vegetales remitidas por las autoridades judiciales. Actualmente presta sus servicios a la Fiscalía General de la Nación (FGN), el Departamento Administrativo de Seguridad (DAS) y el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, en relación con diferentes procesos judiciales. Durante los años 1970 a 2000 aproximadamente, el Profesor Roberto Jaramillo (q.e.p.d.) fue la persona que regularmente estudiaba y apoyaba a las autoridades judiciales en las consultas que estas hacían al Herbario Nacional Colombiano (El Tiempo, 1999). Por otra parte, el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (IMLCF) tiene como misión prestar soporte científico a la administración de justicia en todo el territorio nacional (Artículos 35-36, Ley 938 de 2004) y es allí donde se concentra una parte importante de las solicitudes que sobre plantas hacen en el país la Policía Nacional, la Policía Judicial, la Policía Antinarcóticos y el Ejército Nacional, además de las entidades anteriormente mencionadas.

En este sentido y como respuesta conjunta a la necesidad de una exploración más detallada de las muestras vegetales y según lo sugiere la casuística nacional forense, recientemente se estableció el laboratorio de botánica forense del IMLCF, cuyo trabajo se viene desarrollando en estrecha colaboración con el ICN de la Universidad Nacional de Colombia, en donde los autores de este trabajo propusieron dos objetivos prioritarios por desarrollar: a) Suministrar herramientas apropiadas para la determinación taxonómica de las plantas psicotrópicas en el contexto forense y b) el estudio palinológico de las muestras de suelo. Así la exploración actual de caracteres morfológicos, anatómicos y moleculares explora líneas de investigación científica en el campo forense, ajustándose a las necesidades que actualmente demanda la sociedad colombiana.

Materiales y métodos

Para el estudio propuesto que incluye, por una parte la documentación histórica de los casos relacionados con las plantas de interés forense, por otra el estado actual de conocimiento botánico de los grupos de plantas de interés en Colombia y finalmente el desarrollo de procedimientos para el análisis pericial, se planteó el siguiente esquema de trabajo que comprende cuatro aspectos:

a. Revisión de la demanda de servicios en el análisis de material vegetal

Se revisó la demanda de servicios proveniente de las autoridades judiciales colombianas con respecto a ele-

mentos vegetales, durante los años 2000 a 2005. Para ello se consultaron como fuentes principales de información, la División de Referencia de Información Pericial (DRIP) del IMLCF y algunos de los libros que hacen parte del archivo histórico de la misma institución, en un periodo comprendido entre 1914 y 1917 como testimonio de las épocas tempranas de la prestación del servicio medico legal en Colombia. También se consultó a diferentes expertos forenses de la misma institución, sobre este aspecto. Igualmente se revisó el archivo de consultas del Herbario Nacional Colombiano, sobre determinaciones botánicas para autoridades judiciales en el periodo 2000-2005; consultas en la que participaron activamente uno de los autores (J. L. Fernández) y el profesor L. C. Jiménez. Por otra parte y en el curso de un año, uno de los autores (A. Galindo) acompañó regularmente al profesor Jiménez con el fin de evaluar el tipo de muestras que fueron recibidas para estudio. En este trabajo, se incluyó la información proveniente de Fiscalía General de la Nación, el Departamento Administrativo de Seguridad, el Ejército Nacional y la Dirección Nacional de Estupefacientes, cuando estuvo directamente relacionada con consultas al ICN o al IMLCF.

b. Información taxonómica sobre plantas psicotrópicas

Se adelantó la revisión de literatura taxonómica y nomenclatural de los géneros y especies de plantas psicotrópicas que presentaron los valores más altos en la demanda por servicios en Colombia. Posteriormente se hizo una revisión preliminar de los especímenes correspondientes a estos grupos, depositados en el Herbario Nacional Colombiano (COL) verificando los caracteres taxonómicos registrados en la literatura.

c. Protocolos para manejo de muestras vegetales y documentos técnicos asociados

Manejo de muestras. A partir de las solicitudes enviadas por las autoridades judiciales para determinación taxonómica al ICN y al IMLCF, se seleccionaron y recolectaron muestras fragmentarias (secciones de tallo, hojas, partes florales, frutos y semillas) principalmente de *Papaver somniferum* L., *Cannabis sativa* L., *Erythroxylum* P. Browne y *Brugmansia* Pers., para su estudio y conservación como parte de la colección de referencia del IMLCF y del ICN, a partir del material desechado. Por otra parte y con la valiosa colaboración de la División Antinarcóticos de la Policía Nacional de Colombia, se realizó un muestreo de las plantas de coca procedentes de los cultivos ilícitos de distintas regiones del país. A partir de estas muestras, se obtuvieron los pliegos testigo para el recién establecido Herbario de

Referencia Forense del IMLCF con los respectivos duplicados para el Herbario Nacional Colombiano.

Documentos técnicos. Para la elaboración de los protocolos estandarizados de trabajo para la determinación taxonómica de las especies de interés forense y de la guía para el manejo de muestras vegetales, se tuvieron en cuenta los aspectos curatoriales básicos de los herbarios (Bridson & Forman, 1992) y los requisitos para la emisión de informes periciales en Colombia, acordes con los requerimientos del nuevo Sistema Penal Acusatorio Colombiano (Ley 938 de 2004) y bajo las normas de calidad propias del IMLCF en el cumplimiento de sus funciones (IMLCF, 2004).

Resultados

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en este estudio, agrupados según los ítems citados en la metodología: a. La demanda de servicios, b. Las principales plantas involucradas, c. Otros campos de acción. d. Los protocolos sobre muestras e información asociada y e. Las perspectivas del trabajo que aun está en etapa de desarrollo.

a. Demanda de servicios referentes a plantas psicotrópicas

Mediante la ley 53 de 1914 se estableció oficialmente el sistema médico-legal en Colombia y en consecuencia se creó la Oficina Central de Medicina Legal. Los documentos de registro de la época, señalan una apreciable cantidad de casos de investigación judicial sobre sustancias tóxicas procedentes de plantas relacionadas con envenenamientos (IMLCF, 1914 a 1917). Por ejemplo, en un informe pericial de octubre de 1914 se señala sobre las sustancias contenidas en unas botellas enviadas para determinar la presencia de tóxicos que: “en ninguna de esas sustancias encontramos el principio activo de la *Datura arborea* ni otras drogas venenosas o soporíferas” sic (IMLCF, 1914).

También era frecuente buscar venenos de origen vegetal y mineral en las vísceras de las personas que, a juicio del médico, fallecían por envenenamiento, principalmente por sustancias alcaloides, tal y como refiere el Dr. Lleras Codazzi en el informe de un análisis químico en que reconoce un principio activo similar al de la belladona, añadiendo que “las principales plantas que contiene dichos alcaloides son la belladona, el beleño y el borrachero o cacao sabanero” (IMLCF, 1914). También era común la búsqueda de estriquina, obtenida a partir de la nuez vómica, *Strychnos nux-vomica* L. (Loganiaceae). En 1937,

Pérez-Arbeláez presenta un completo registro de las plantas tóxicas de Colombia y su uso medicinal en la época. También se refiere al uso antiético que le daban algunas personas para causar daño o la muerte, y resaltaba la importancia de que los médicos y educadores conociesen las plantas medicinales.

Situación actual de la demanda

Aunque en general, la evidencia biológica forense que incluye material vegetal se ha asociado típicamente con casos de envenenamientos, asalto físico, asalto sexual y accidentes de tránsito (Coyle, 2005), actualmente se observa una tendencia diferente con respecto a otros países, debido a la fuerte incidencia de los procesos relacionados con los cultivos ilícitos.

Las plantas de las que se extraen sustancias que producen dependencia psíquica y/o física (principalmente marihuana, coca y amapola) y que se encuentran sometidas a control especial (Ley 30 de 1986 y normas complementarias), históricamente han sido analizadas mediante la detección química del alcaloide respectivo, junto con el reconocimiento botánico de algunos caracteres morfológicos. Actualmente el Grupo de Botánica Forense del INMLCF, junto con el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia llevan a cabo el estudio detallado de los especímenes y en aquellos casos en los que el material es fragmentario, se realiza la detección química de alcaloides. El grupo de las plantas psicotrópicas representó el 31% del total nacional de muestras botánicas analizadas por el Laboratorio de Estupefacientes del INMLCF, con un ligero crecimiento desde el año 2000. La principal demanda durante el periodo de estudio (2000-2005), se concentró en la determinación taxonómica de muestras de marihuana (*Cannabis sativa* L.), amapola (*Papaver somniferum* L.) y coca (*Erythroxylum spp.*), plantas relacionadas con la producción de sustancias estupefacientes (DRIP, ICN). Las solicitudes provinieron de entidades judiciales como Fiscalía General de la Nación (FGN), Cuerpo Técnico de Investigación de la Fiscalía (CTI), Policía Nacional, Policía Antinarcoóticos, Ejército Nacional y Departamento Administrativo de Seguridad (DAS).

Aunque son plantas relativamente familiares para las autoridades, la ley establece que un perito debe realizar la determinación formal (Ley 600 de 2000 y Ley 906 de 2004). En este sentido cabe resaltar que hubo varias ocasiones en las que se recibieron para estudio semillas que correspondían a plantas como el “cilantro” (*Coriandrum sativum* L., Apiaceae) y el “comino” (*Cuminum cyminum* L., Apiaceae) por su aparente parecido con las semillas de

marihuana. En otras ocasiones las muestras bajo sospecha correspondieron a semillas o fragmentos de flores u hojas de plantas tan diversas como el “trigo sarraceno”, *Fagopyrum esculentum* Moench. (Polygonaceae), o el “opio”, “bejuco de globo” o “vejiga”, tres especies del género *Cardiospermum* L. (Sapindaceae), el “tomillo” *Thymus* L. (Labiatae) o el “boldo” *Peumus boldus* Molina (Monimiaceae) por su posible relación con sustancias estupefacientes. Se han registrado también en el Herbario Nacional algunas consultas relacionadas con envenenamientos o intoxicaciones fortuitas por ingestión de frutos silvestres de *Pernettia prostrata* (Cav.) DC. (Ericaceae) o de *Coriaria ruscifolia* L. (Coriariaceae), al confundirlos con los frutos comestibles de “agraz” *Vaccinium floribundum* Kunth, “uva de monte” *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm. (Ericaceae) o de “nigüitas”, *Margyri-carpus pinnatus* (Lam.) Kuntze (Rosaceae).

A partir del año 2000 se estableció una comunicación formal entre el IMLCF y el ICN, para la resolución de casos complejos que requerían una evaluación experta desde el punto de vista botánico. Este nexo se consolida actualmente con el desarrollo conjunto de procedimientos de análisis botánico forense como apoyo a la administración de justicia en el país. Durante el año 2005, el ICN recibió 466 solicitudes para determinación de plantas psicotrópicas y comparando esta demanda con la de los últimos cinco años en la misma institución, se observa un aumento considerable; en el mismo periodo el IMLCF recibió aproximadamente 4900 solicitudes procedentes de todo el país y para esta entidad el comportamiento de las solicitudes se mantuvo estable y Bogotá, Cali y Medellín fueron las ciudades donde se presentó la más alta demanda por servicios. (Figura 2).

En el INMLCF la solicitud más frecuente correspondió a la identificación de plantas de marihuana, pero en

los dos últimos años, se observó un incremento notable en las determinaciones de plantas de coca (Figura 3). El año 2006 la demanda para esta plantas excedió más de cuatro veces las estadísticas de años anteriores, principalmente como consecuencia del desarrollo del plan de la Presidencia de la República para la erradicación manual de los cultivos ilícitos dentro del programa estatal de lucha contra el narcotráfico.

Las cifras indican que la determinación taxonómica de las plantas psicotrópicas es un renglón importante en el conjunto de preguntas que hace el sistema judicial a las ciencias forenses, principalmente sobre cultivos ilícitos y sustancias controladas. Implica a su vez que, comparado con este primer renglón, en la actualidad poco se emplea la determinación taxonómica como herramienta en otros aspectos del ámbito forense actual, por lo que se requiere adecuar y difundir este conocimiento a la realidad y necesidades del país. Por lo anterior, un aspecto fundamental en los peritajes forenses sigue siendo la determinación efectiva de las plantas psicotrópicas involucradas, es decir las plantas cultivadas del género *Erythroxylum* (cocas) y las especies *Cannabis sativa* (Marihuana) y *Papaver somniferum* (Amapola).

b. Principales plantas psicotrópicas de uso en Colombia

Se presenta una breve reseña de las plantas psicotrópicas sobre las cuales se presenta la mayor demanda por servicios para la determinación taxonómica en el país.

• *Erythroxylum* P. Browne (Erythroxylaceae). Figura 4.

Género pantropical que cuenta con alrededor de 230 especies, de las cuales cerca de 190 se encuentran en el Neotrópico y al que pertenecen las comúnmente denomi-

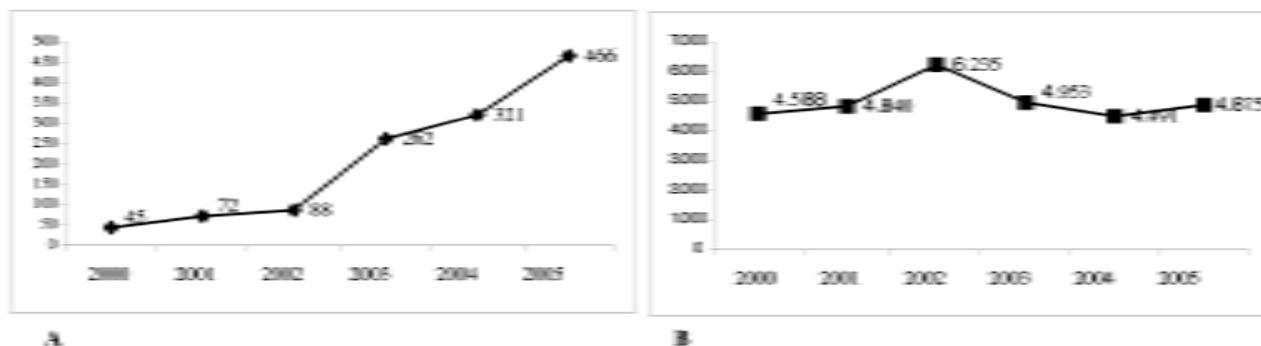


Figura 2. Demanda por servicio al año para determinaciones taxonómicas de autoridades judiciales colombianas al ICN (a) y al IMLCF (b), período 2000-2005.

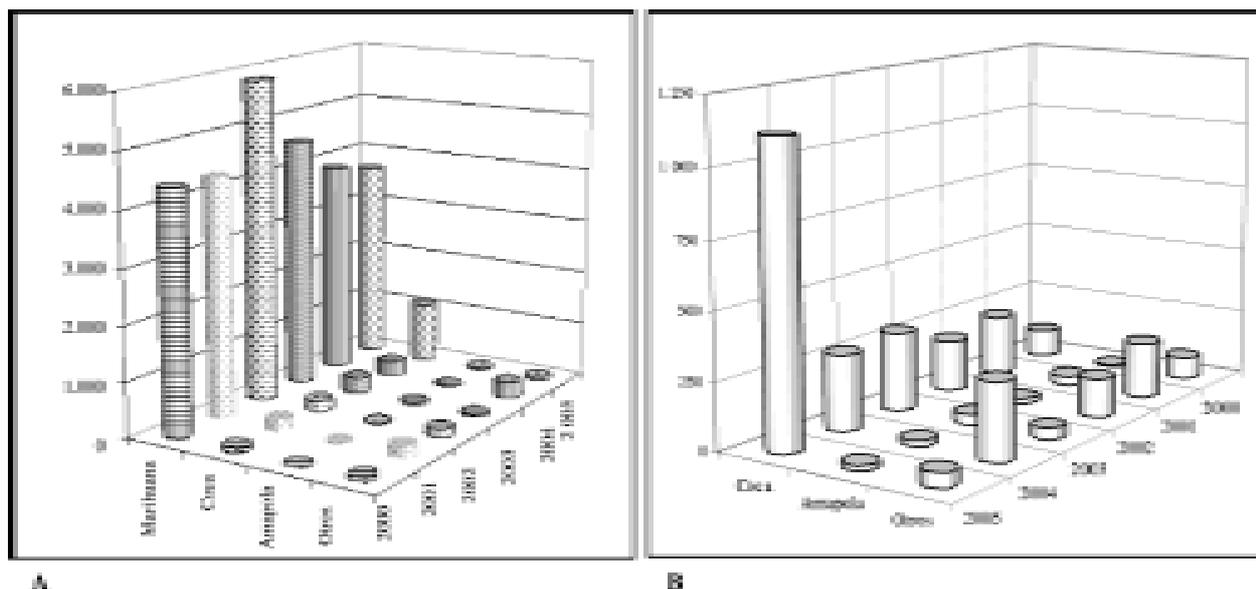


Figura 3. Demanda por servicio de determinaciones taxonómicas de autoridades judiciales colombianas al IMLCF, años 2000-2005. Se presentan los resultados según resultado registrado. **A.** Resultado total. **B.** Detalle de los grupos menos representativos para este periodo.

nadas plantas de coca (**Plowman & Rivier, 1983; Plowman et al., 2004**).

El género incluye árboles pequeños o arbustos perennes o deciduos con algunas características diagnósticas que resumimos a continuación: catáfilos y estipulas foliares persistentes, láminas de vernación involuta que algunas veces imprime dos líneas paralelas en la superficie abaxial; flores braquistilas y dolicoctilas, éstas con estambres de longitud desigual, pétalos con apéndices en la superficie adaxial y lígula 2-lobada. Estilos 3, libres o parcialmente connados en la base. Fruto en drupa, rojo o púrpura, de 1 semilla, raramente 2 (**Gentner, 1972; Plowman, 1980a; Plowman, 1989; Oliveira et al., 2002**).

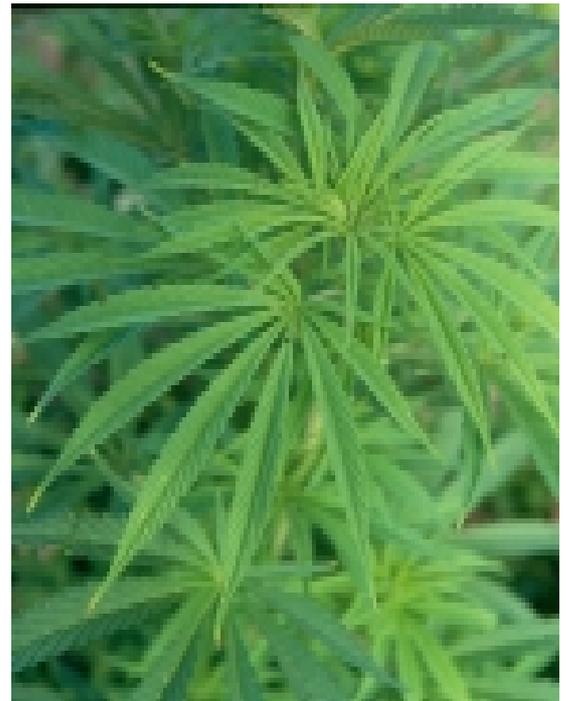
Taxonomía. Muchas de las especies del género son difíciles de distinguir debido a su gran variabilidad; especies silvestres como *Erythroxylum hondense* Kunth, *E. cataractarum* Spruce, *E. gracilipes* Peyritsch y *E. carthagenense* Jacq., están íntimamente relacionadas y son a menudo confundidas con las especies cultivadas (**Plowman, 1980a; Holmstedt et al., 1977**). Por otra parte García-Barriga señala por lo menos 18 especies del género que tienen interés medicinal (**García-Barriga, 1992**) y que deben ser revisadas desde la aplicación forense (Figura 4). Aunque se consideraba que las plantas de coca correspondían a una sola especie domesticada, con base en estudios fitoquímicos y tradicionales (morfológicos, ecológicos y biogeográficos) actualmente se reconocen

dos especies; *Erythroxylum coca* Lam. (Figura 4A) y *Erythroxylum novogranatense* (Morris) Hieron. (**Plowman, 1980b; Plowman & Rivier, 1983**).

Etnobotánica. La coca, una de las plantas más antiguamente domesticadas, es nativa de la zona montañosa de los Andes orientales, donde su empleo se remonta a la época precolombina sudamericana (**Rury et al., 1983; Paz-Estenssoro, 1988; Rottman, 1997; Díaz-Piedrahita, 1998**). Aunque en la actualidad las plantas de coca se emplean de forma ilícita para la producción de cocaína, fué desde épocas precolombinas, no solo planta sagrada, sino motivo de complejas disputas y conflictos sobre su manejo. En las crónicas de Indias, José de Acosta ya observaba que la coca era muy preciada por los indígenas y que en alguna época, solamente era posible consumirla con el permiso expreso de su gobernante (**Acosta, 1590**). Aunque no era la élite quien tenía exclusivo acceso a la hoja, sino que hacía parte importante de la estructura cultural (**Davis, 2001**), también hay registros acerca del fuerte conflicto inter-étnico por la tierra y los cultivos de coca desde el siglo XVI en Perú (**Rostworowski, 1988**). Como se sabe, desde principios de 1860 hasta 1900, la cocaína aumentó en popularidad, primero como medicina prescrita por los médicos y con grandes avances en este campo; posteriormente el extracto de coca causó sensación como bebida social y fue convertida en bebida refrescante y estimulante. Finalmente, después de varios casos de toxi-



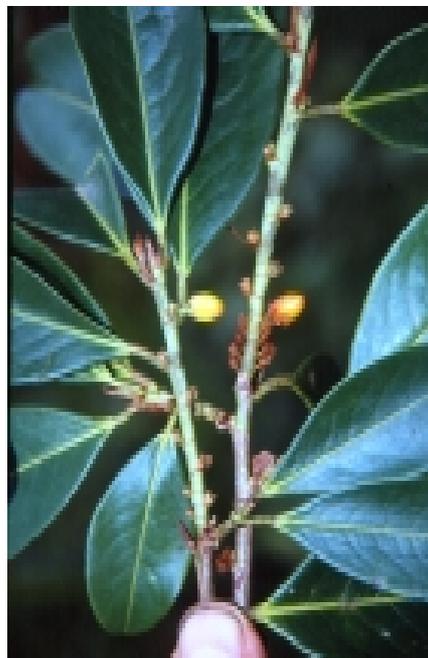
A



D



B



C



E

Figura 4. Plantas psicotrópicas. A-C: *Erythroxylum* (Erythroxylaceae). **A.** *E. coca* Lam., proveniente de cultivos. **B.** *E. citrifolium* A. St.-Hill. arbolito silvestre de los bosques húmedos, fotografiado en Santa María, Boyacá a 1100 m. **C.** *E. macrophyllum* Cav., arbolito silvestre, de los bosques de tierras bajas, en Santa María, Boyacá a 800 m. D-E- *Cannabis sativa* L. (Cannabaceae), plantas cultivadas. **D.** Detalle de las hojas. **E.** Detalle de la inflorescencia masculina. (Fotografías: A- Aida Galindo; B-E- J.L. Fernández-A.).

cidad aguda, pasó a ser de uso limitado y controlado mediante leyes sucesivamente restrictivas (Davis, 2001).

En fuerte contraste con el uso ancestral que durante más de 2500 años tuvieron las plantas de coca para la cultura indígena como parte vital de sus creencias, la historia reciente nos muestra una realidad muy diferente, con la producción industrial de cocaína, fenómeno que se ha incrementado mucho en los últimos tiempos (Henman, 1990). Hacia la década de los setenta, se detectó una disminución en el uso de las hojas de coca, mientras que el alcaloide extraído de ellas fue reemplazándolas poco a poco, ya que inicialmente algunos creían que tenían el mismo efecto (Plowman *et al.* 1982). Desde ese periodo de aceptación y consumo masivo hasta ahora, persiste la confusión entre la planta de coca y el alcaloide cocaína extraído de sus hojas (Plowman *et al.* 1982; Davis, 2001). En la década de los 1970 se estudiaron las hojas de las plantas de coca cultivada y al ser comparadas con 50 alimentos consumidos tradicionalmente en América Latina superan el promedio de estos últimos en calorías, proteínas, carbohidratos, fibra y con suficiente calcio, hierro, fósforo, vitamina A y riboflavina, de tal forma que 100 gramos de hojas satisfacen el complemento dietético diario de esos nutrientes para una persona (Duke *et al.*, 1975).

Varietades cultivadas. Probablemente *E. novogranatense* var. *truxillense* proviene de una hibridación ancestral de las especies *E. coca* y *E. novogranatense*, que se encuentran íntimamente relacionadas (Rury *et al.*, 1983). La coca colombiana, *E. novogranatense* var. *novogranatense* que es resistente a la sequía, se cultiva no obstante en tierras húmedas en las zonas montañosas; no se conoce fuera de los cultivos y las evidencias muestran que puede ser una de las especies más recientes. Por otra parte, se ha sugerido que la coca amazónica *E. coca* var. *ipadu*, proviene de los cultivos de coca de Bolivia y tampoco se ha encontrado en estado silvestre (Rury *et al.*, 1983). Actualmente se reconoce una variedad en las especies cultivadas, además de la variedad tipo de cada una; *E. coca* var. *ipadu* Plowman y *E. novogranatense* var. *truxillense* (Rusby) Plowman. De las cultivadas en Colombia se registran hoy por lo menos 7 u 8 nombres comunes; *Pajarito*, *Tingo María*, *Peruana*, *Dulce*, *Amarga*, *Caucana*, *Bolivianas blanca y roja* (ONU-Gobierno de Colombia, 2004; 2006; Galindo & Fernández-Alonso, (datos no publicados)) y más recientemente se menciona una nueva variedad "*Boliviana negra*" que se afirma en los medios de comunicación, ha sido modificada genéticamente (Davis, 2004).

Problemática actual en Colombia. Los cultivos ilícitos recientes se localizaban originalmente en regiones remotas y de difícil acceso, pero ultimamente se han ubicado en

áreas más desarrolladas, como la zona cafetera. Hasta hace 5 años, más del 69% de la coca crecía en pequeños parches y plantaciones de no más de 3 hectáreas (ONU-Gobierno de Colombia, 2004), pero los resultados del último censo muestran que a finales de 2005, Colombia tenía alrededor de 86, 000 hectáreas sembradas de coca y distribuidas en 23 de los 32 departamentos del país, lo que representa un aumento de 6, 000 hectáreas (7.5%) desde el 2004 (UN-Gobierno de Colombia, 2006). En nuestro país el narcotráfico que se había iniciado con los cultivos de marihuana en los años sesenta, se vigoriza con la generalización del cultivo y producción de coca a partir de los setenta, sufriendo una gran expansión debido a la campaña de erradicación y sustitución de cultivos en Perú y Bolivia. Todos estos cambios generaron un fuerte impacto ambiental; por ejemplo, las selvas húmedas han sido transformadas de forma drástica para destinarla a cultivos ilícitos, principalmente de coca, con el agravante de que los cultivadores se internan cada vez más en la selva (Márquez, 2001).

• *Cannabis* L. (Cannabaceae).

La familia Cannabaceae incluye dos géneros, *Humulus* L. y *Cannabis* L., siendo este último monoespecífico, cuya única especie *Cannabis sativa* L. (Figura 4D-E), es altamente variable (Small, 1975a; Small & Cronquist, 1976; Catalán 1995). El nombre genérico griego deriva del asirio "*cunabo*" y modificado posteriormente por "*canapa*", "*cáñamo*", "*chanvre*", "*kinnab*" y en el árabe "*hachís*" (Díaz-Piedrahíta, 1998). El cáñamo es una hierba anual, generalmente dioica que podemos reconocer a grandes rasgos por presentar: Hojas opuestas, palmatisectas, con abundantes tricomas y glándulas en la epidermis, tallo y hojas. Inflorescencia masculina paniculada, de flores pequeñas con cinco pétalos opuestos a los sépalos. Inflorescencia femenina pauciflora, con perianto corto, envuelto en una bráctea muy glandulosa; gineceo con ovario unilocular y con dos estigmas filiformes. Fruto en aquenio sésil con pericarpio cubierto por una membrana papirácea moteada o veteada.

Taxonomía. La variación morfológica en *Cannabis sativa* se debe principalmente a la selección artificial, la delimitación taxonómica infraespecífica es bastante difícil por la falta de acuerdo sobre la ubicación de grupos de taxones relacionados con la domesticación (Small & Cronquist, 1976). Durante los primeros años de la década de los setenta el debate se hizo más complejo dada la implicación legal en las cortes norteamericanas, debido a que algunos botánicos afirmaron entonces que *C. sativa* L. no era la única especie, sino que el género incluía por lo menos 4 especies más con las mismas propiedades en la producción de alucinógenos, conocidas todas comúnmen-

te como marihuana (**Schultes et al.**, 1970). Posteriormente se concluyó que todas correspondían a una sola especie, *Cannabis sativa* L. (**Small**, 1975 a, b, c, 1976).

Etnobotánica. Esta especie es una de las plantas más antiguas usadas por el hombre. Crece espontáneamente y es ubicua. Se cree que es una planta asiática y solo apareció en el nuevo mundo después de 1545 (**Small & Cronquist**, 1976). Las dificultades en la clasificación y en la determinación de su origen se deben a su larga y estrecha asociación con el hombre. Los registros más antiguos parecen ubicarla en el nordeste de Asia donde tuvo sus orígenes la civilización china, dejando un registro desde el neolítico hasta nuestros días. Probablemente uno de los primeros usos desde tiempos inmemoriales, fue como fibra para hacer ropas y redes de pesca. De gran importancia cultural, ha sido uno de los principales alimentos de la antigüedad y sus semillas fueron tan importantes para los chinos como otros cereales hasta el siglo VI d. C., aproximadamente. También se hace referencia en la antigua China a su uso como planta medicinal o sagrada, combinándola con el ginseng para comunicarse con los espíritus (**Li**, 1974).

Cultivos ilícitos. En Colombia la introducción de la marihuana en la Sierra Nevada de Santa Marta se realizó a principios del Siglo XVII, con fines de aprovechamiento para cáñamo que rápidamente fue desplazado por la cabuya (**Barbosa et al.**, 1986). Se reconoce el uso de esta planta con fines intoxicantes desde 1927, utilizada por braceros y marineros del Litoral Caribe colombiano. Sin embargo, tan sólo hasta 1945 se registraron los primeros cultivos clandestinos de marihuana de la Costa Atlántica (**Patiño**, 1969 en **Barbosa et al.**, 1986). Con la finalización de la Guerra de Vietnam en 1975, se incrementó el cultivo de marihuana con fines intoxicantes fomentado por los veteranos (**Barbosa et al.**, 1986, **Díaz-Piedrahíta**, 1998). Entre 1977 y 1979 se efectuó un proceso drástico de tala y quema indiscriminada de bosques en cotas por debajo de los 500 m. en el piedemonte de la Sierra Nevada de Santa Marta para el establecimiento de cultivos de marihuana (**Barbosa et al.**, 1986). Por otra parte la marihuana fue usada hasta mediados del siglo XX por las clases populares para aliviar los dolores relacionados con la artritis, remedios conocidos aun por los ancianos actuales. Era común llevar a los locales policiales un frasco con alcohol para que se le agregara marihuana decomisada, y fabricar así un emplasto medicinal. Posteriormente y tras la despenalización del uso de dosis personales, se extendió la costumbre de fumar marihuana con fines analgésicos, pero esa práctica de medicina alternativa se realiza sin control científico o institucional. (**González**, 2001).

• *Papaver* L. (Papaveraceae)

La familia Papaveraceae constituye un grupo bien definido, con 25 géneros y aproximadamente 200 especies de distribución predominantemente boreal (**Martínez**, 1982; **Novara**, 1993) y cuenta con plantas que producen gran diversidad de alcaloides, algunos de ellos muy tóxicos (**Font Quer**, 1988). El género *Papaver* L. comprende unas 80 especies originarias en su mayoría del hemisferio norte (**Molinari**, 1959; **Lidén**, 1995). El género incluye hierbas anuales o perennes con látex coloreado que además podemos caracterizar por los siguientes atributos: Hojas pinadamente incisas o divididas; flores solitarias, sépalos encerrando la corola, tempranamente caducos, pétalos 4, arrugados en el capullo; estambres numerosos y estigmas lineares, radialmente arreglados o en un disco sésil. Fruto en cápsula poricida, redondeada a oblonga, con disco estigmático. La amapola o adormidera, *Papaver somniferum* (Figura 5A-C) presenta tallo fistuloso, glauco-pruinoso; hojas glabras, las superiores sésiles, amplexicaules y lobuladas, las inferiores cortamente pecioladas, oblongas, más o menos lobadas, irregularmente dentadas. Flores glabras, largamente pedunculadas, pétalos orbiculares, enteros, ondulados, rojos, violáceos o rosados; cápsula globosa, de 5-6 x 4-5 cm aproximadamente; semillas subreniformes, escrobiculadas de ca. 1 mm (**Lidén**, 1995).

Etnobotánica. *Papaver somniferum* es originaria de las regiones del Mediterráneo oriental y ha sido cultivada para ornamento, consumo de las semillas en repostería tradicional y en la producción de morfina. A las cápsulas de amapola se les practican incisiones transversales y longitudinales para extraer el látex del que se obtiene el opio, y se han encontrado más de 20 alcaloides, de los cuales el más importante es la morfina, seguido de la codeína y la papaverina. Los panes obtenidos después del secado del látex suelen tener más de 12% de morfina (**Díaz-González**, 1986) y de esta, que es uno de los más efectivos analgésicos, se desarrolló el producto sintético heroína (**Mitev**, 2000). La producción del opio está centralizada en algunos países y Turquía ocupa el primer lugar, debido a que el opio que allí se produce contiene la mayor cantidad de alcaloides. Su uso como narcótico no es común entre la gente de ese país, no se extrae en la zona sino que se exporta a Europa y Estados Unidos y se usa en general con fines médicos (**Zhukovskii et al.**, 1975).

Varietades cultivadas. En el medio oriente se reconocen diferentes variedades dependiendo de las condiciones ecológicas y de la calidad del opio, que han recibido entre otros los nombres de: *spontaneum*, *tianshanicum*, *persicum*, *turcicum*, *chinense*, *tarbagataicum* y *songaricum*. Aparte



Figura 5. Plantas psicotrópicas. A-C. *Papaver somniferum* L., ampolá (Papaveraceae). A. Plantas ruderales que crecen en escombreras y márgenes de cultivos. B. Cápsulas de la planta. C. Variedad cultivada, en jardín. D-E: Bejucos del género *Banisteriopsis* (Malpighiaceae). D. *Banisteriopsis pubipetala* (A. Juss.) Cuatrec., con flores y frutos, especie silvestre en el piedemonte llanero, San Luis de Cubarral, Meta. E. *Banisteriopsis muricata* (Cav.) Cuatrec., fotografiado en la cuenca del Magdalena, en Suaita, Santander.

de la subespecie tipo, se reconoce la subespecie *P. somniferum* subsp. *setigerum* (DC.) Arcangeli, que en ocasiones es tratada en algunas floras como especie autónoma (*P. setigerum* DC), entre otros caracteres por presentar diferente número cromosómico (Garnock-Jones, 1990). Se trata de un planta nitrófila, primordialmente arvense o ruderal, que no es objeto de cultivo o aprovechamiento. Desde la

perspectiva forense, en esa zona es importante establecer la diferencia, porque está penalizada la posesión de *P. somniferum* pero no la de *P. setigerum*.

Problemática actual. El cultivo ilícito de amapolá en América Latina se desarrolla principalmente en Colombia y México, pero aunque no es representativo a escala global

es importante en el ámbito regional. El 1.28% de la producción mundial corresponde a Colombia y en México se presenta una tendencia decreciente con un potencial de 0, 41% de la oferta mundial (DNE, 2002). Los cultivos ilícitos de amapola en Colombia se siembran desde 2000 m hasta 3500 m sobre el nivel del mar y suele cultivarse junto con la arveja o maíz (DIRAN, 2004). En 1989 se registraron las primeras incautaciones de derivados de la amapola y lo que inicialmente se percibió como una sustitución de cultivos de coca, posteriormente se confirmó como una diversificación de los cultivos ilícitos en Colombia (DNE, 2002).

Otras plantas

Como se mencionó anteriormente, sobre *Erythroxylum coca*, *E. novogranatense*, *Cannabis sativa* y *P. somniferum* se concentra la mayor demanda por servicios en el ámbito judicial pero también existen registros de otras plantas, que son objeto de revisión con fines forenses. Desde 2003, se tiene registro de numerosos casos en los que las personas agredidas quedan en estado de indefensión a causa de la ingestión de la mezcla de yagé y borracheros (A. Gallego com. pers.).

- *Banisteriopsis* C. B. Rob. (Malphiaceae).
Figura 5D-E.

La familia Malphiaceae cuenta con aproximadamente 660 géneros y unas 1200 especies con distribución centrada en el Neotrópico y con algunos representantes en el Viejo Mundo. Las plantas del género *Banisteriopsis* (Figura 5), al que pertenece el yagé son principalmente bejucos, pero también hay arbustos y algunos árboles y su distribución se encuentra restringida a América. El yagé corresponde a varias especies del género *Banisteriopsis*, pero principalmente a *B. caapi* (Spruce ex. Griseb) Morton (Cuatrecasas, 1958; Gates, 1982), cuyo alcaloide principal es la harmalina, a la que anteriormente se le han dado diversos nombres con propiedades narcóticas y alucinógenas (Fisher, 1923), aunque se sabe que otras especies también son empleadas en la preparación del yagé en cantidades precisas, secreto conocido solamente por los chamanes y un número muy reducido de indígenas. En algunos estudios sobre las propiedades químicas del yagé, se ha determinado que dosis muy altas pueden causar la muerte a mamíferos como perros y ratones (García-Barriga, 1992; Mizrach, 2002). El “*caapi*” o bejuco “*yagé*” se encuentra en las hoyas de los ríos Amazonas, Caquetá, Orinoco, Vaupés, Putumayo, Apaporis y sus tributarios. Dos especies se emplean en la preparación del “Ocoó-yagé” por los indios Sionas y Kofanes: *B. rusbyana* (Niedenzu) Morton y *B. caapi*. En las grandes fiestas de los indígenas se preparan junto con el yagé, la chicha, el

curare y otras fórmulas utilizadas por ellos en la caza y demás rituales (Shultes, 1957).

- *Brugmansia* Pers. (Solanaceae). Figura 6.

Solanaceae es una familia de plantas herbáceas o leñosas, que producen una gran variedad de alcaloides y otras sustancias, siendo catalogada como una de las más importantes de la flora colombiana por su valor económico, alimenticio y farmacéutico (García-Barriga, 1992). Incluye 147 géneros y cerca de 2930 especies (Judd *et al*, 2004) con distribución centrada en Sudamérica (Hunziker, 1979). Un par de géneros con los que tradicionalmente ha habido problemas de circunscripción taxonómica son *Datura* y *Brugmansia* (Figura 6D-F), a los que pertenecen todas las variedades de borracheros y estramonios conocidos. Contrario a lo que se creyó durante casi dos siglos, todas son especies nativas de América. *Brugmansia* presenta especies arbustivas de Sudamérica (Figura 6D) y *Datura* especies herbáceas principalmente de México (Figura 6E-F). El género *Brugmansia* fue reconocido desde 1805, pero no ha sido extensivamente mencionado como tal hasta hace poco, debido al debate que se ha generado en relación con *Datura* (Symon *et al.*, 1991a y b; Nee, 1991. Aunque recientemente se ha aportado evidencia que apoya la separación en géneros diferentes (Persson *et al.*, 1999).

Los arbolitos del género *Brugmansia*, conocidos en Colombia como “borracheros”, “floripondios” o “cacao sabanero”, han sido ampliamente usados por la delincuencia común, porque de ellos se extrae la escopolamina o *burundanga*, que produce estados de inconsciencia y la persona queda en incapacidad de resistir. La escopolamina se extrae principalmente de la planta de origen híbrido *Brugmansia x candida* Pers. Otras especies relacionadas con esta son *B. arborea* (L.) Lagerh., *B. sanguinea* (Ruiz & Pav.) D. Don. y *B. suaveolens* (Willd.) Bercht. & J. Presl. y *B. x insignis* (Barb. Rodr.) Davis. Así mismo, las especies de *Datura*, *D. metel* L. y *D. stramonium* L., son utilizadas frecuentemente para la extracción de alcaloides.

- *Conium* L. (Apiaceae). Figura 6A-B

La *cicuta*, *Conium maculatum* L. (Figura 6), es una de las plantas más frecuentemente rastreadas en el contenido gástrico de las personas que fallecen por suicidio en Colombia y también se ha registrado dentro de la escena de los hechos, o en cercanías, preparada en infusión (N. Arredondo com. pers.). La *cicuta* era conocida como “angélica” en la Bogotá de principios de siglo XX y era estimada como ornamental (Pérez-Arbeláez, 1937). Hoy en día se sigue utilizando en algunos pueblitos del país donde se le pone en floreros para la buena suerte en las casas y en los negocios; o



Figura 6. Plantas de interés forense. **A-B-** *Conium maculatum* L., cicuta, (Apiaceae), planta ruderal en la Sabana de Bogotá. **A.** Detalle de la hoja. **B.** Umbela compuesta, con los frutos ya desarrollados. **C.** *Coriandrum sativum* L., cilantro (Apiaceae), frutos jóvenes, planta de huerta. **D.** *Brugmansia x insignis* (Barb. Rodr.) Lockwood & E.W. Davis, borrachero (Solanaceae), utilizada como arbusto ornamental en el piedemonte llanero. **E-F.** *Datura stramonium* L. estramonio, (Solanaceae), mala hierba, frecuente en cultivos abandonados y zonas habitadas, en climas fríos. (Fotografías: J.L. Fernández-A.).

se utilizan sus hojas como repelente para las pulgas. En la actualidad es una planta ruderal naturalizada en la sabana de Bogotá, donde crece en zonas altamente nitrificadas y modificadas por el hombre. La infusión de sus hojas se empleaba como narcótico fuerte en veterinaria y como estupe-

ficante o calmante de algunas dolencias humanas (Pérez-Arbeláez, 1937). Se han conocido también casos raros (no en Colombia) de intoxicación por esta planta al ser empleada como condimento y confundida con el perejil *Petroselinum crispum* (Mill.) A.W. Hill.

c. Otros campos de acción

En el análisis antropológico forense se ha observado que diversos grupos vegetales como algas y briófitos (Figura 7), encuentran en los restos óseos o prendas expuestas al ambiente, un medio adecuado para su crecimiento y proliferación (A. Galindo & A. Patiño, datos no publicados). Conocer la identidad taxonómica de estas plantas permite hacer una aproximación sobre el tiempo que ha tomado a la planta en proliferar en el hueso o la prenda en un ambiente determinado y así estimar cuanto tiempo han estado expuestos los restos en reducción esquelética o cuanto tiempo lleva expuesta una prenda al ambiente. Hasta el momento no se conocen estudios para Colombia que determinen tasa de crecimiento de briófitos, (Linare E. com. pers.). Otras veces se cuenta con fragmentos vegetales asociados con la escena de los hechos como frutos o semillas con adaptaciones para la dispersión por el hombre o animales, como ocurre con los “cadillos”, “pega-pegas” y “amor-secos” pertenecientes a los géneros: *Bidens* L. (Asteraceae), *Cenchrus* L. (Poaceae); *Cyathula* Blume (Amaranthaceae), *Daucus* L. (Apiaceae), *Desmodium* Desv. (Fabaceae), *Pavonia* Cav. (Malvaceae) y *Plumbago* L. (*Plumbaginaceae*). En la Figura 7, se incluyen imágenes de algunas especies de estos géneros indicando su lugar de origen. Este tipo de información permite hacer estimaciones directas y muy útiles en el análisis criminalístico de la escena de los hechos.

Por otra parte, los tipos de suelos, al presentar variaciones reconocibles en las distintas zonas de un área específica, pueden ser tenidos en cuenta para establecer rangos y para discriminar muestras involucradas en los casos forenses. Así la geología forense se ocupa de establecer la relación existente entre el lugar de los hechos y las personas u objetos involucrados en la investigación (Molina & Moreno, 1995; Molina, 2004). Aproximadamente el 60% de los casos de suelos analizados en el IMLCF contiene fragmentos vegetales y de otros organismos (M. Molina, com. pers.) y como tal son susceptibles de evaluación biológica para complementar el análisis geológico. Este estudio se complementa a su vez con el análisis de los granos de polen y de macrorrestos vegetales del suelo, para recabar información sobre el tipo de vegetación de una región determinada.

d. Documentos sobre protocolos de muestras y herbario de referencia forense. Manejo y conservación de muestras vegetales

Habitualmente para los procesos de identificación de muestras vegetales forenses en el Instituto de Ciencias Naturales, se ha empleado como referencia el material

botánico estándar depositado en el Herbario Nacional Colombiano y la literatura disponible. Aunque anteriormente se conservaron solo algunas de las muestras provenientes de las consultas realizadas por las autoridades judiciales; la reciente selección y conservación de este tipo de muestras como material de referencia estable en las colecciones, ha resultado de gran relevancia para la resolución de las consultas actuales. Muchas de estas muestras fragmentarias (principalmente de frutos y semillas) han enriquecido la carpoteca del Herbario Nacional Colombiano y se utilizan también para el reconocimiento de muestras provenientes de estudios ecológicos, agronómicos, farmacológicos, etc. La recolección botánica especializada en aspectos forenses que se inicia en el IMLCF facilita el cotejo y la identificación de numerosas muestras vegetales fragmentarias, que habitualmente llegan para consulta de aspectos relacionados con requerimientos judiciales. Con respecto a las plantas de uso restringido, con la colaboración de la Policía Antinarcóticos de Colombia, se efectuó el muestreo representativo de las plantas de coca cultivadas en el país, con duplicados en el Herbario Nacional Colombiano. Este material de difícil consecución es actualmente objeto de evaluación detallada por parte de los autores, y permitirá presentar un diagnóstico real de las diferentes variedades o cultivariedades presentes en territorio colombiano.

Tomando como base el protocolo seguido en el ICN para la recepción de muestras botánicas (Fernández-Alonso, 2003) y teniendo en cuenta las particularidades de los elementos enviados por las autoridades judiciales, se elaboró el documento técnico forense para la recolección y manejo adecuado del material vegetal con fines forenses (Galindo, 2005). También se elaboraron los documentos técnicos requeridos para la práctica pericial rutinaria en botánica forense en el IMLCF junto con el Protocolo Estandarizado de Trabajo (PET) para la determinación de las principales plantas psicotrópicas, basado en la revisión de literatura de los grupos taxonómicos de interés y en la revisión de los especímenes de colección depositados en COL y en el Herbario del INMLyCF. Bajo esta misma metodología se continuará la revisión de otras especies psicotrópicas o tóxicas de interés forense, para la aplicación de los documentos técnicos respectivos en la práctica forense rutinaria.

e. Perspectivas futuras

Se ha iniciado la revisión taxonómica de las dos especies cultivadas del género *Erythroxylum* y de las especies silvestres morfológicamente similares a las cultivadas (todas adscribibles a la Sección *Archerythroxylum* Schutz).



Figura 7. Algunas especies de “cadillos” o “pega-pegas”. **A.** *Bidens rubifolia* Kunth (Asteraceae), arbusto frecuente en la Sabana de Bogotá. **B.** *Cenchrus echinatus* L. (Poaceae), de zonas cálidas y áridas. **C.** *Cyathula achyranthoides* (Kunth) Moq. (Amaranthaceae), ruderal en zonas húmedas tropicales. **D.** *Daucus montanus* Humb. & Bonpl. Ex Spreng. (Apiaceae), frecuente en potreros en las cordilleras. **E.** *Desmodium molliculum* (Kunth) DC., amor-seco (Fabaceae), frecuente en potreros de la Sabana de Bogotá. **F.** *Pavonia fruticosa* (Mill.) Fawc. & Rendle (Malvaceae), de zonas bajas y húmedas. **G.** *Plumbago scandens* L. (Plumbaginaceae), propio de zonas áridas. (Fotografías: J.L. Fernández-A.).

También se está efectuando una primera aproximación en el empleo de marcadores moleculares para conocer el estado actual de las poblaciones colombianas cultivadas. Este aspecto surgió como consecuencia del análisis preliminar de las plantas cultivadas de *Erythroxylum* en el país y responde a la necesidad de reconocer las diferentes variantes observadas. Se espera concluir la evaluación del material polínico en las muestras de suelo procedentes de la escena de los hechos remitidas a Geología forense, para hacer un diagnóstico sobre la informatividad de las estructuras vegetales. Así mismo, se busca establecer un protocolo de mayor espectro para el abordaje y toma de muestras de suelo con aprovechamiento de estas evidencias traza.

Actualmente se emplean caracteres morfológicos y anatómicos tradicionales para la determinación taxonómica, pero el estado de descomposición en que generalmente se encuentran las muestras forenses obligó a explorar y evaluar caracteres anatómicos y químicos complementarios y potencialmente informativos, para su posterior aplicación sobre material degradado. En este sentido se ha iniciado el estudio de anatomía de ejes caulinares y fitolitos en las especies aquí involucradas.

Conclusiones

Al analizar el estado del arte de la botánica forense en el país, se identificaron debilidades metodológicas y áreas de mayor interés que el objeto principal del presente trabajo. A principios del siglo XX, las solicitudes judiciales relacionadas con botánica en Colombia correspondían básicamente a casos de intoxicación por vegetales o sus extractos tóxicos, pero este aspecto cambió drásticamente desde la década de los setenta con la aparición y constante incremento de los cultivos ilícitos en relación directa con el narcotráfico. De acuerdo con la información analizada, durante los últimos cinco años, más del 95% de la demanda de servicios de identificación de plantas correspondió a *Erythroxylum*, *Cannabis* y *Papaver*. La pequeña fracción restante tiene que ver con otras plantas involucradas en envenenamientos provocados o accidentales, con plantas medicinales o sagradas (*Conium*, *Abrus*, *Thevetia*, *Sambucus*, *Senecio*, *Symphytum* y *Banisteriopsis*), y con robos o delitos sexuales (*Brugmansia*, *Datura*, *Plumbago*), tanto en el contexto urbano, como en el ambiente rural e indígena.

Las plantas involucradas actualmente en cultivos ilícitos corresponden sin excepción a variedades seleccionadas y por tanto sujetas a unos rangos de variación, aislamiento y distribución diferentes a los de las plantas silvestres. En este sentido la revisión y actualización de la

información taxonómica sobre ellas, ayuda a delimitar con más precisión si se trata o no de plantas cultivadas de uso restringido o de otras plantas silvestres, no involucradas en casos forenses. Como parte de este estudio y para facilitar el trabajo de identificación, se estandarizó un protocolo técnico de la recolección de muestras vegetales, útiles como elementos probatorios. También se estableció el procedimiento para el análisis y emisión de informes periciales de plantas psicotrópicas procedentes de cultivos ilícitos, procedimiento que se propone como punto de partida para estudios de esta índole en el Sistema Penal Acusatorio. El servicio forense de identificación taxonómica vegetal se verá fortalecido en el futuro en la medida en que se tengan herramientas apropiadas para el análisis de material vegetal fragmentario ó descompuesto y en tanto las autoridades judiciales tengan conocimiento del potencial informativo de este tipo de estudios.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Miguel Tunjano por su apoyo en la recolección de material vegetal reciente y sus aportes desde el punto de vista agronómico de los cultivos; sin su ayuda muchos de los especímenes serían imposibles de obtener. Luis Carlos Jiménez por sus aportes acerca del material vegetal procedente de las autoridades judiciales y su siempre eficiente apoyo logístico; Bertha Benavides por su amable ayuda en la consecución de literatura. A Pedro Morales por su valiosa colaboración en las primeras exploraciones sobre botánica forense en Colombia, a Genoveva González, Amparo Vásquez, Luz Nelly Morales y Martín Molina por compartir su amplia experiencia forense, Ana María Berenguer, Nelson Téllez y Ricardo Mora por sus observaciones y pacientes revisiones en diferentes documentos, a Jairo Peláez, Ernesto Díaz, Consuelo Mora, Blanca Ovalle, Andrés Patiño y Angela Ortega, porque con rigor y afecto siempre han apoyado en el desarrollo de este tema. Al Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses y al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, por las facilidades dadas para el desarrollo de este trabajo. J. L. Fernández y A. Galindo agradecen al Profesor Jesús Idrobo, por su invaluable apoyo en el conocimiento de las plantas de coca y en general de los cultivos ilícitos en Colombia, al inicio de este trabajo. Nuestro agradecimiento también al profesor Santiago Díaz Piedrahita por la revisión y las valiosas sugerencias efectuadas al manuscrito.

Bibliografía

Acosta J. de. 1590. Historia natural y moral de las Indias. Crónicas de América. Ed. Jose Alcina Franch. Dastin S.L. Madrid, España.

- Barbosa, C., G. Rodríguez & A. Avellaneda.** 1986. Estudios ambientales en la Sierra Nevada de Santa Marta afectada por cultivos de marihuana y fumigación con glifosato, 1986. Informe de Comisión. Centro de documentación, Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta. Restitución Mama Coca
- Bock, J. & D. Norris.** 1997. Forensic botany: an under-utilized resource. *J. Forensic Sci.* 42(3): 364-367.
- Bridson, D. & L. Forman.** 1992. *The Herbarium handbook*. Royal Botanic Gardens, Kew. UK
- Catalán, P.** 1995. LXII Cannabaceae. En: S. Castroviejo et al. (eds.). *Flora ibérica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. III Plumbaginaceae- Capparaceae. Pág. 257-261. Real Jardín Botánico. Madrid.
- Coyle, H.M.** 2005 *Forensic Botany. Principles and applications to criminal casework*. CRC Press. Ed. H. M. Coyle. USA.
- Cuatrecasas, J.** 1958. *Prima Flora Colombiana* : 2. Malpighiaceae. *Webbia* 13: 343-664.
- Davis, W.** 2001. El Río. Exploraciones y descubrimientos en la selva amazónica. Banco de la República. El Áncora Eds. Bogotá, Colombia.
- Davis, J.** 2004. The Mystery of the Coca Plant That Wouldn't Die. *Wired Magazine*.
- Díaz-González, T.E.** 1986. XXXVIII Papaver. En: S. Castroviejo et al. (eds.) *Flora ibérica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. I Lycopodiaceae- Papaveraceae. Pág. pp. 406-469. Real Jardín Botánico. Madrid.
- Díaz-Piedrahíta, S.** 1998. El medio ambiente colombiano y los cultivos ilícitos. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* XXII (83): 174-186.
- Dickison, A.** 2000. *Integrative plant anatomy*. Harcourt, Academic press. San Diego, California. EE.UU. Capítulos 12-16.
- DIRAN-ARECI.** 2004. *Guía de campo*. Policía Nacional de Colombia.
- Dirección Nacional de Estupefacientes (DNE).** 2002. Cultivos ilícitos y el programa de erradicación (Artículo 14 de la Convención de Viena de 1988, numerales 2 y 3). Ministerio de Interior y de Justicia de la República de Colombia.
- Duke, J., D. Aulik & T. Plowman.** 1975. Nutritional value of coca. *Bot. Mus. Leaf.* 24(6): 113-119.
- El Tiempo**, periódico diario. 1999. Abril 12-99. Lunes sección D página 1 medio ambiente.
- Fernández-Alonso, J.L.** 2003. *Herbario Nacional Colombiano. Instrucciones para entregar colecciones botánicas para determinación*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Colombia.
- Fisher, G.** 1923. Estudios sobre el principio activo del yagé. Tesis Universidad Nacional, Bogotá.
- Fonnegra, R. & S.L. Jiménez.** 1999. *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
- Font Quer, P.** 1988. *Plantas medicinales*. 11 edición. Editorial Labor S.A. España.
- Galindo, A.** 2005. Guía para la recolección y manejo de plantas psicotrópicas y material vegetal, para estudio botánico con fines forenses. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Colombia.
- García-Barriga, H.** 1992 *Flora Medicinal de Colombia*. Tomos I - III. Edit. Tercer Mundo. Colombia.
- Garnock-Jones P.J.** 1990. Alkaloid content of *Papaver somniferum* subsp. *Setigerum* from New Zealand. *New Zealand J. of Botany* 28: 367-369
- Gates, B.** 1982. *Banisteriopsis, Diplopterys* (Malpighiaceae). *Flora Neotropica* 30: 1-237.
- Gentner, W.** 1972. The genus *Erythroxylum* in Colombia. *Cespedesia*. 1(4): 481-561.
- González, G.** 2001. En duda virtudes de marihuana. *Tierramerica. Medio Ambiente y Desarrollo*. PNUMA, PNUD. Disponible en la página web: <http://www.tierramerica.net/2003/0119/articulo.shtml>
- González de, A., M. Peña, J. Pérez & M. Díaz.** 2003. Intoxicación por la administración de tabletas de *Thevetia peruviana* como tratamiento para bajar de peso: presentación de un caso. *Rev. Toxicol.* 20: 221-223.
- Henman, A.R.** 1990. Coca and cocaine: their role in "traditional" cultures in South América. *J. of Drug Iss.* (20) 4.
- Holmstedt, B.E. Jäätmaa, K. Leander, T. Plowman.** 1977. Determination of cocaine in some South American species of *Erythroxylum* using mass fragmentography. *Phytochemistry* 16: 1753-1755.
- Hunziker, A.** 1979. South American Solanaceae: a synoptic survey. *Trabajos del Museo Botánico. Universidad Nacional de Córdoba*. Tomo III No. 8: 48-96.
- Judd, W.S., C. Campbell, E. A. Kellogg, P.F. Stevens.** 1999. *Plant systematics, a phylogenetic approach*. Sinauer Associates. USA.
- IMLCF.** 1914. Libros de registro de solicitudes judiciales de la Oficina Central de Medicina Legal. Archivo General, Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia.
- _____. 2004. *Manual de Calidad de los Laboratorios Forenses DG-DGT-MOI*. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia.
- Ley 30 de 1986 y normas complementarias. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones. **Congreso de Colombia**
- Ley 600 de 2000, Julio 24 y Ley 906 de 2004, Agosto 31. Código de Procedimiento Penal. **Congreso de Colombia**.
- Ley 938 de 2004, Diciembre 30. Estatuto Orgánico de la Fiscalía General de la Nación. Título III, Artículos 35-36. **Congreso de Colombia**.
- Li, H.L.** 1974. The origin and use of *Cannabis* in eastern Asia linguistic-cultural implications. *Economic Botany* 28: 293-301.
- Lidén, M.** 1995. Papaveraceae. Ed. G. Harling & L. Anderson. *Flora of Ecuador* (69) 52: 3-5.
- Martínez, E.** 1982. Papaveraceae. *Flora de Veracruz*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos Xalapa, Veracruz, México. Fascículo 22: 1-3.

- Márquez, G.** 2001. De la abundancia a la escasez: la transformación de ecosistemas en Colombia. En: Palacios, G. (Ed.) Universidad Nacional de Colombia. UNIBIBLOS. Bogotá.
- Mitev, A.** 2000. Poisonous plants and animals: *Papaver somniferum*. http://library.thinkquest.org/C007974/1_1pop.htm.
- Mizrach, S.** 2002. Ayahuasca, chamanism and curanderims in the Andes. Disponible en la página web: <http://www.biopark.org>
- Molina, C.M.** 2004. La geología forense en Colombia. Revista virtual trazas. INML y CF. http://www.medicinalegal.gov.co/revista_trazas/geologia_forense.pdf
- Molina, C.M. & J. Moreno.** 1995. Elaboración de un modelo comparativo de suelos con base en análisis físicos, químicos y sedimentológicos para su aplicación en geología forense. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia.
- Molinari, E.P.** 1959. Plantas cultivadas en la República Argentina. Instituto de Botánica Agrícola. Vol. III. Fascículo 82:1-33.
- Nee, M.** 1991. *Datura* and *Brugmansia*: Two genera or one?. *Solanaceae Newsletter* 3 (2): 27-35.
- Novara, L.J.** 1993. *Papaveraceae*. Flora del Valle de Lerma. Aportes Botánicos de Salta. Serie Flora. Vol. 1 No. 25: 1-6.
- Oliveira, J. & A. Amaral.** 2002. *Erythroxylaceae*. En Flora Fanerogámica do estado de Sao Paulo. 2: 107-119.
- ONU- Oficina contra la droga y el delito & Gobierno de Colombia.** 2004. Colombia, coca cultivation survey. Junio.
- _____ 2006. Colombia, monitoreo de cultivos de coca. Junio.
- Patiño V.M.** 1969. Plantas cultivadas y animales domésticos en América. Equinoccial. Vol. 4. Plantas Introducidas. Cali. Imprenta Departamental
- _____ 2004. Historia de la cultura material en la América Equinoccial; Vestidos, adornos y vida social. Vol. 4. Capítulo VII. Adornos y adminículos para el arreglo de la persona. Publicación digital Biblioteca Luis Ángel Arango Banco de la República. <http://www.lablaa.org/blaaavirtual/credencial/enero1990/enero1.htm>
- Paz-Estensoro V.** 1988 (Presidente Constitucional de la República de Bolivia). Ley del régimen de la coca y sustancias controladas No. 1008 de 19 de julio de 1988.
- Pérez-Arbeláez, E.** 1937. Plantas medicinales y venenosas de Colombia. Estudio botánico, étnico, farmacéutico, veterinario y forense. Ed. Cromos. Bogotá, Colombia.
- _____ 1978. Plantas útiles de Colombia. 4ª edición. Litografía Arco. Bogotá, Colombia.
- Persson, V., S. Knapp, & S. Blackmore** 1999. Pollen morphology and the phylogenetic analysis of *Datura* and *Brugmansia*.
- Plowman, T.** 1980a. The identity of amazonian and trujillo coca. Botanical Museum Leaflets 27(1-2): 45-68.
- _____ 1980b. Aspectos botánicos de la coca, pp. 100-117, en: F. R. Jerí (ed.). Actas del seminario interamericano sobre aspectos médicos y sociológicos de la coca y de la cocaína. Perú.
- _____ 1982. The identification of coca (*Erythroxylum* species): 1860-1910. *Bot. J. Linn. Soc.* 84: 329-353.
- _____ & **L. Rivier.** 1983. Cocaine and cinnamoylcocaine content of *Erythroxylum* species. *Annals of Botany* 51: 641-659.
- _____ 1989. *Erythroxylaceae*. En Flora of Ecuador 93: 1-32.
- _____ & **N. Hensold.** 2004. Names Types and distribution of neotropical species of *Erythroxylum* (*Erythroxylaceae*). *Brittonia* 56(1): 1-53.
- Rostworowski, M. de Diez Canseco.** 1988. Conflicts over coca fields in sixteenth-century Peru. Ann Harbor. University of Michigan Museum of Anthropology. *Memoirs of the Museum of Anthropology*.
- Rottman, A.** 1997 *Erythroxylum*: the coca plant. *Etnobotanical Leaflets*. <http://www.siu.edu/~ebl/leaflets/coca.htm>
- Rury, P.M. & T. Plowman.** 1983. Morphological studies of archeological and recent coca leaves (*Erythroxylum* spp.). *Botanical Museum Leaflets Harv. U.* 29: 297-341.
- Schultes, R.E.** 1957. The identity of the Malphigiaceous narcotics of South-America. *Bot. Mus. Leaflets. Harvard University* 18(1): 1-56.
- _____ , **W. M. Klein, T. Plowman & T.E. Lockwood.** 1970. *Cannabis*: an example of taxonomic neglect. *Botanical Museum Leaflets* 23: 337-367.
- _____ 1986. De plantis toxicaris e mundo novo tropicale comentationnes - XXXVIII. *Etnopharmacological and alcaloidal notes on plants of the Northwest Amazon. Caldasia* 15(71-75): 331-363.
- Small, E.** 1975a. Morphological variation of achenes of *Cannabis*. *Canadian J. Bot.* 53(10): 978-987.
- _____ 1975b. The case of the curious *Cannabis*. *Economic Botany* 29: 254.
- _____ 1975c. On toadstool soup and legal species of marihuana. *Plant Sci. Bull.* 21(3): 34-39.
- _____ 1976. The forensic taxonomic debate on *Cannabis*: semantic hokum. *J. For. Sci.* 21(2): 239-251.
- _____ & **A. Cronquist.** 1976. A practical and natural taxonomy for *Cannabis*. *Taxon* 25(4): 405-435.
- Symon, D. & L. Haegi** 1991a. *Brugmansia*: to be or not to be. *Solanaceae Newsletter* 3 (2): 25-26.
- _____ 1991b. *Datura* (*Solanaceae*) is a New World genus. *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution*. Ed. Hawkes, Lester, Nee & Estrada. Royal Bot. Gardens Kew & Linn. Soc. London.
- Toro, G., E. Rojas & G. Arango.** 1997. Seneciosis. Enfermedad veno-oclusiva del hígado (EVOH) en Colombia. 1964-1996. Identificación, manejo y solución de un problema. *Rev. Acad. Col. Cien. Ex.* 21(79): 35-56.
- Zhukovskii, P.M. & Bazilevskaya N.A.** 1975. Opium poppy. La Turquie Agricole-Krashkaw. pp 476-507. Published for ARS-US department of agriculture and the National Science Foundation. USA.

Recibido el 7 de mayo de 2007.

Aceptado para su publicación el 15 de junio de 2007.