

Caracterización fitoquímica, farmacéutica y alimenticia de Papa culebrera india (*Dracontium spruceanum* (Schott) G.H.Zhu, Araceae) y Sande (*Brosimum utile* (Kunth) Oken, Moraceae) del Jardín Botánico de Plantas Medicinales del CEA de CORPOAMAZONIA, Mocoa, Putumayo"

Laura Lorena Rivera-Parada

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA

lauraceae_lrp@yahoo.es

Resumen

Basándose en la información de usos tradicionales proveniente de la base de datos de la colección biológica del Jardín Botánico de Plantas Medicinales del Centro Experimental Amazónico CEA de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA, y con el fin de dar sustento científico, se evaluó las especies Papa culebra india "*Dracontium spruceanum* (Schott) G.H.Zhu " (Araceae) y Leche sande o Sande "*Brosimum utile* (Kunth) Oken" (Moraceae), las cuales se les adjudica poderes medicinales y alimenticios, para contrarrestar el veneno de mordeduras de serpientes y ayudante para la cicatrización de fracturas, respectivamente. La composición fitoquímica se realizó en las partes empleadas en la preparación de los remedios tradicionales, como el bulbo o rizoma en el caso de Papa Culebra India y el látex para el Sande. Esta investigación se llevó a cabo en marco de un convenio Interadministrativo, celebrado entre Corpoamazonia y el Instituto de Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Se incluyen pruebas de taninos, flavonoides, cumarinas, cardiotónicos y sesquiterpenlactonas, alcaloides, saponinas, naftoquinonas y antraquinonas, esteroides, triptenoides y heterósidos; así como análisis bromatológico (Humedad, Extracto etéreo, Proteínas, Cenizas y Fibras) y evaluación de la citotoxicidad usando el modelo de *Artemia salina* sobre el extracto crudo, fracción de cloroformo, acetato de etilo y metanol.

Los resultados determinan la presencia de alcaloides, flavonoides, triterpenoides y esteroides y taninos en las dos especies, así mismo como actividad antioxidante. De acuerdo al análisis bromatológico, se puede considerar como un alimento inocuo, fuente de energía debido a su alto contenido de lípidos y carbohidratos.

Abstract

Based on the information of traditional uses from the database of biological collection of the Botanical Garden of Medicinal Plants of the Amazon Experimental Center CEA of Sustainable Development Corporation of South of Amazonia CORPOAMAZONIA, and to provide scientific support, it was evaluated Indian snake potatoe "*Dracontium spruceanum* (Schott) GHZhu" (Araceae) and milk Sande or Sande "*Brosimum utile* (Kunth) Oken" (Moraceae), which is awarded to them medicinal powers and foodstuffs, to counter the snakebite venom and assistant to the healing of fractures, respectively. The phytochemical composition was performed on the parts used in the preparation of traditional remedies, as the bulb or rhizome in the case of Indian snake potatoe and latex for Sande. This research was carried out in an interadministrative framework, between Corpoamazonia and Institute of Amazonian Research SINCHI. It includes tannins test, flavonoids, coumarins, cardiac and sesquiterpenlactones, alkaloids, saponins, naphthoquinones and anthraquinones, sterols, and heterósidos triptenoides, and compositional analysis (moisture, ether extract, protein, ash and fiber) and assessment of cytotoxicity using *Artemia salina* model on the crude extract, fraction of chloroform, ethyl acetate and methanol.

The results indicate the presence of alkaloids, flavonoids, triterpenoids and sterols and tannins in the two species, also as antioxidant activity. According to the chemical composition analysis may be considered as a safe food, energy source due to its high content of lipids and carbohydrates.

Palabras claves: *Brosimum utile*, *Dracontium spruceanum*, fitoquímica, Papa culebra india, PCI, Sande o Leche Sande

Key words: *Brosimum utile*, *Dracontium spruceanum*, fitoquímico, Papa culebra india, Sande o Leche Sande

Introducción

Las plantas han sido desde la antigüedad un recurso al alcance del ser humano para su alimentación y la curación de sus enfermedades (Lock 1994). Por tanto, se puede afirmar que el uso de las plantas medicinales nació casi con el hombre (Fonnegra & Jimenez 2007). Desde los tiempos prehistóricos hasta la actualidad, la medicina tradicional ha estado inmersa en nuestra vida cotidiana, y con mayor frecuencia en nuestros pueblos de la Región Amazónica (que hace parte del Neotrópico y es considerada de las más ricas de la biota (Gentry 1990)); observando cómo su legado es heredado a través de la tradición oral de generación en generación (SENA & CORPOAMAZONIA 1999).

El Jardín Botánico de Plantas Medicinales del Centro Experimental Amazónico CEA, es el primer y único jardín de Colombia con este tipo de énfasis (Red Nacional de Jardines Botánicos 2011) y gracias a su ubicación estratégica, en el piedemonte amazónico, le confiere ciertas características climáticas y biogeográficas, convirtiéndolo en un Centro de Investigación y de conservación de especies y del conocimiento Tradicional de las comunidades presentes en la zona. Dentro de su colección biológica cuenta con las especies de *Dracontium spruceanum* (Schott) G.H.Zhu, perteneciente a la familia Araceae y *Brosimum utile* (Kunth) Oken de la familia Moraceae, plantas objeto de estos estudios.

Dracontium spruceanum conocida como Papa culebrera india o Jergón sacha (Collantes et al. 2011), es una planta herbácea de 1 a 2 m de altura, con una raíz tuberosa que puede alcanzar el tamaño de una naranja (SINCHI & CORPOAMAZONIA 2012), presenta hojas lobulares y el peciolo que está cubierto de anillos oscuros muy parecido al de la piel de las serpientes (Collantes et al. 2011). Es una especie nativa de América del sur. Reporta usos ornamental, alimenticios, rituales mágico-religioso y en la medicina popular (Texeira 1993, Rengifo 2007, Collantes et al. 2011). La cocción de la raíz y el peciolo en cachaça es empleado para el tratamiento de mordeduras de serpiente y tratamiento del asma (Texeira 1993, Rengifo 2007, Baltazar 2011, Collantes et al. 2011, SINCHI & CORPOAMAZONIA 2012). Algunos pueblos indígenas de la región amazónica reportan usos para contrarrestar síntomas o enfermedades como temblor de las manos, epilepsia, diarrea, herpes, SIDA, hernia, cáncer, acné, picaduras de rayas, extracción de gusanos en la piel y con propiedades afrodisiacas (Rengifo 2007, Collantes et al. 2011).

Brosimum utile, llamada Leche sande, Sande o Yanchama colorada (Cardenas et al. 2007), son árboles de hasta 50 m de alto, usualmente monoicos y con presencia de látex blanco (Berg & Simonis 2000). Registra usos alimenticios (Peñuela 2002), elaboración de artesanías, maderable (Castaño et al. 2007) y medicinales. El látex posee olor fuerte y es irritante al contacto directo con la piel (SINCHI & CORPOAMAZONIA 2012), es empleado en el tratamiento de cicatrización de fracturas de huesos, antidiarreico y purgante (Schultes and Raffauf 1990, Peñuela 2002); el látex caliente se utiliza para impermeabilizar botes y canoas (Peñuela 2002). Cabe mencionar que en

Castaño *et al.* (2007), especie se generó lineamientos para el aprovechamiento y manejo sostenible para esta especie.

Las especies se sometieron a una marcha fitoquímica o “screening”, con el fin de permitir caracterizar el tipo de compuestos presentes en las muestras. Se realizaron pruebas de taninos, flavonoides, cumarinas, cardiotónicos y sesquiterpenlactonas, alcaloides, saponinas, naftoquinonas y antraquinonas, esteroides, triptenoides y heterósidos; así como análisis bromatológico (Humedad, Extracto etéreo, Proteínas, Cenizas y Fibras) y evaluación de la citotoxicidad usando el modelo de *Artemia salina* sobre el extracto crudo, fracción de cloroformo, acetato de etilo y metanol.

Materiales y Métodos

Recolección y procesamiento del material vegetal

Las especies fueron colectadas en el mes de febrero del 2012, en los municipios de Puerto Caicedo y Mocoa (Jardín Botánico de Plantas Medicinales del CEA) del departamento del Putumayo y se enviaron muestras botánicas al Herbario Amazónico Colombiano COAH del Instituto SINCHI en la ciudad de Bogotá, para su corroboración taxonómica, bajo los consecutivos LR 268 (*B. utile*) y LR 298 (*D. spruceanum*).

Se envió un (1) kilo de rizoma de Papa culebra india PCI (*D. spruceanum*) y 100 ml de látex de Sande (*B. utile*), al Laboratorio de pos cosecha del Instituto SINCHI, para la realización de las pruebas fitoquímicas. Como las muestras de *D. spruceanum* fueron recolectadas en diferente fecha y lugar, se analizaron por separado para evaluar las diferencias entre las mismas, marcadas como PCI-04 y PCI-14.

El material seco y molido se dispuso en etanol al 96% (cabe destacar, que en el caso de *B. utile*, el látex solamente se secó), siguiendo la metodología de Bilbao (1997) y Raaman (2006) para la obtención del extracto etanólico.

Marcha fitoquímica

Luego de la preparación de los extractos etanólicos de cada muestra, fueron sometidos a la marcha fitoquímica preliminar, realizando los diferentes ensayos mediante reacciones de identificación, por la aparición o no de color o precipitados, para determinar la presencia o no de los siguientes metabolitos:

- a) Taninos: se realizó las pruebas de Cloruro férrico (Fe Cl_3) y Acetato de plomo (Bilbao 1997, Cseke 2000, Wagner *et al.* 2009)
- b) Flavonoides: Prueba Shinoda (Bilbao 1997, Andersen & Markham 2006), prueba de Rosenhein y prueba con Ácido Sulfúrico H_2SO_4 (Dominguez 1973).
- c) Saponinas: Prueba de la Espuma (Bilbao 1997, Raaman 2006).
- d) Cumarinas (Prueba de Fluorescencia (Waksmundzka-Hajnos & Sherma 2008; Wagner et al. 2009), Prueba de Hidroxamato (Martinez et al. 2008) y Prueba de Ehrlich (Waksmundzka-Hajnos & Sherma 2008).
- a) Alcaloides: Prueba de Dragenorff (Bilbao 1997, Waksmundzka-Hajnos & Sherma 2008) , Prueba de Hager (Raaman 2006), Prueba de Bertrand y Prueba de Wagner (Bilbao 1997).
- b) Heterósidos, Cardiotónicos y Sesquiterpenlactonas: Prueba de Baljet (Bilbao 1997), Prueba de Kedde (Wagner et al. 2009) y Prueba de Legal (Bilbao 1997).
- e) Esteroides: Prueba de Liebermann-Burchard (Waksmundzka-Hajnos & Sherma 2008).

- f) Naftoquinonas y Antraquinonas: Prueba de Börntrager (Bilbao 1997, Waksmundzka-Hajnos & Sherma 2008).
- g) Actividad antioxidante: ensayo de decoloración de DPPH “Prueba de Takao” Waksmundzka-Hajnos & Sherma 2008).

Análisis bromatológico

Se realizó análisis bromatológico siguiendo la metodología de Lees (1999) y Wrolstand & Acree (2005), llevando a cabo las siguientes pruebas: Humedad, Extracto etéreo, Cenizas y Proteínas, aplicando el método de Bradford para la cuantificación de proteína, en el cual se realizó *Curva de Calibración y Preparación de la muestra*.

Sólo se analizó Papa culebra india, tres (3) réplicas de cada muestra (PCI 04 y PCI 14), se liofilizaron para eliminar la humedad debido a que estaban asperjadas con etanol.

Caracterización biológica

Para determinar la citotoxicidad de las muestras, se emplea el modelo de *Artemia salina*, aplicando los ensayo de Hostettmann (1991) y Colegate & Molyneux (2008).

Los extractos etanólicos secos de PCI y Sande se fraccionaron con diferentes solventes de diferente polaridad (Cloroformo, Acetato de Etilo y Metanol) y cada fracción se estudio por separado. Los resultados se analizaron usando el modelo PROBIT (El método consiste en la aplicación de correlaciones estadísticas para estimar las consecuencias desfavorables sobre la población (Tabla 1), siguiendo la metodología Morales (2004).

Tabla 1. Tabla de Valores PROBIT de acuerdo al %Efecto

%Efecto	Probit								
0	0	20	4.16	40	4.75	60	5.25	80	6.28
1	2.67	21	4.19	41	4.77	61	5.28	81	6.34
2	2.95	22	4.23	42	4.8	62	5.31	82	6.41
3	3.12	23	4.26	43	4.82	63	5.33	83	6.48
4	3.25	24	4.29	44	4.85	64	5.36	84	6.55
5	3.36	25	4.33	45	4.87	65	5.39	85	6.64
6	3.45	26	4.36	46	4.9	66	5.41	86	6.75
7	3.52	27	4.39	47	4.92	67	5.44	87	6.88
8	3.59	28	4.42	48	4.95	68	5.47	88	7.05
9	3.66	29	4.45	49	4.97	69	5.5	89	7.33
10	3.72	30	4.48	50	5	70	5.84	90	7.33
11	3.77	31	4.5	51	5.03	71	5.88	91	7.37
12	3.82	32	4.53	52	5.05	72	5.92	92	7.41
13	3.87	33	4.56	53	5.08	73	5.95	93	7.46
14	3.92	34	4.59	54	5.1	74	5.99	94	7.51
15	3.96	35	4.61	55	5.13	75	6.04	95	7.58
16	4.01	36	4.64	56	5.15	76	6.08	96	7.65
17	4.05	37	4.67	57	5.18	77	6.13	97	7.75
18	4.08	38	4.69	58	5.2	78	6.18	98	7.88
19	4.12	39	4.72	59	5.23	79	6.23	99	8.09

A partir de estos datos se calcula el porcentaje de efecto según la siguiente ecuación:

$$p = \frac{r}{n} \times 100$$

Donde

p es el porcentaje de efecto

r son los organismos muertos o afectados

n es el número total de organismos sometidos al ensayo

Resultados y Discusiones

Marcha fitoquímica

En la Tabla 2 se presenta el resumen de la marcha fitoquímica aplicada a Sande y Papa culebrera india (PCI) como una sola muestra pues en pruebas anteriores se encontró que no habían diferencias entre las muestras de papa de diferente procedencia.

Tabla 2. Resumen de la marcha fitoquímica para papa culebrera india y látex de Sande

	PCI	Sande
Taninos		
Acetato de Plomo	+	+
FeCl ₃ 1%	+	+
Flavonoides		
Shinoda	+	+
Rosenheim	+	+
H ₂ SO ₄	+	+
Alcaloides		
Dragendorff	+	+
Wagner	+	+
Hager	+	+
Cardiotónicos y Sesquiterpenlactonas		
Kedde	-	-
Legal	-	-
Baljet	+	-
Cumarinas		
Erlich	-	-
Hidroxamato	+	-
Saponinas		
Espuma	-	-
Nafto y Antraquinonas		
Borntrager	-	-
Esteroles y Triterpenoides		
Lieberman-Burchard	+	+

Actividad antioxidante

Takao	+	+
-------	---	---

En la tabla 2 se observa que PCI y Sande, presentan taninos condensados, debido a la coloración verde obtenida al realizar la prueba de FeCl₃. También presentan actividad antioxidante, esto se debe a la presencia de compuestos aromáticos como los taninos, flavonoides, esteroides, triterpenoides y alcaloides (Rengifo 2007, Waksmundzka-Hajnos & Sherma 2008). Con respecto a la composición química de *D. spruceanum* se corrobora la presencia de alcaloides, triterpenos y flavonoides, presentes para este género (Rengifo 2007).

Análisis bromatológico

En la tabla 3. Se observa los resultados de la muestra liofilizada se llevó a cabo un análisis bromatológico de Papa culebra india.

Tabla 3. Resultado del análisis bromatológico de Papa Culebrera India (PCI), en comparación con una papa común (*Base Seca) (USDA 2012).

PARÁMETRO	PCI-04	PCI-14	Papa Común
EXTRACTO ETereo (%)*	9,270	3,874	0,436
CENIZAS (%)*	4,934	2,232	2,487
FIBRA CRUDA (%) *	4,342	1,811	10,648
PROTEINA (%)*	1,154	1,796	9,777
CARBOHIDRATOS (%)*	80,3	90,287	76,652

Se observan diferencias en la composición de los dos especímenes de papa, en la proporción de cenizas, extracto etéreo y fibra cruda, lo cual puede ser debido a la diferencia de ambiente en donde se encontraron sembradas. Al comparar los resultados obtenidos para PCI con una papa común, se observa que la primera tiene una mayor proporción de lípidos (Collantes et al. 2011), pero menor de proteína, lo que indica que no es muy nutritiva pero los lípidos aportan características organolépticas apreciables y mayor energía. También se puede inferir que en PCI el porcentaje de carbohidratos es más elevado con respecto a la papa común, esto puede ser a que esta especie presenta como su carbohidrato mayoritario la glucosa, aunque también reporta presencia de sacarosa (Collantes 2011).

Caracterización biológica

La evaluación de la actividad biológica de un extracto o una fracción del mismo permite determinar el uso o consumo de dicho extracto o fracción. La presencia de toxicidad estos extractos está dada por la presencia de metabolitos secundarios en el mismo, como se observan en la Tabla 2. La actividad citotóxica de los metabolitos secundarios se fundamenta en la capacidad de inhibir procesos metabólicos primarios esenciales, en muchos casos la bioactividad está asociada a una acción como antagonista, lo que implica una semejanza funcional con un metabolito e interfiere en un proceso vital (Farràs & Giménez 1997).

Los resultados obtenidos para la totalidad de extractos Papa Culebrera India y Sande se presentan en la Tabla 4. En esta tabla, se muestran las ecuaciones de la recta, coeficientes de correlación y concentración letal media de cada extracto o fracción.

Tabla 4. Resumen de resultados de todos los extractos y fracciones evaluadas

Extracto	Ecuación	R ²	CL ₅₀ (ppm)
PCI (Etanol)	$y = 2.340 X + 4.995$	0.945	1005
PCI (Cloroformo)	$y = 2.464 X + 6.698$	0.885	204
PCI (Acetato de Etilo)	$y = 2.482 X + 5.545$	0.703	603
PCI (Metanol)	$y = 2.634 X + 5.359$	0.951	730
Sande (Etanol)	$y = 0.144 X + 3.632$	0.976	3.16×10^{12}
Sande (Cloroformo)	$y = 2.176 X + 7.860$	0.963	48.5
Sande (Acetato de Etilo)	$y = 2.672 X + 5.128$	0.984	895
Sande (Metanol)	-----	-----	-----

PCI: Papa culebra india

CL₅₀: Concentración Letal Media

En la Tabla 4 se observan los valores de CL₅₀ (Concentración Letal Media) para los extractos; la actividad de las fracciones de Cloroformo y Acetato de Etilo del látex de Sande, se da en principio, por la formación de una película en la superficie del agua la cual restringe el intercambio de gases en el tubo eppendorff, ahogando los nauplios de *A. salina*, además de la presencia de metabolitos secundarios como los alcaloides se destacan por la actividad que presentan. La muestra que enseña mayor actividad es la correspondiente a la fracción de cloroformo de Sande, siendo la CL₅₀ más baja encontrada, seguida por la CL₅₀ de la fracción de Acetato de etilo, la cual se encuentra cercana al límite a partir del cual se dice que no posee actividad, lo que contrasta con el valor de CL₅₀ del Sande como extracto completo (Sande en etanol), la cual al ser tan alta no se considera como citotóxica (SINCHI & CORPOAMAZONIA 2012). La fracción de Metanol del látex de Sande no presentó actividad a ninguna de las concentraciones evaluadas por lo que no se considera tóxico. Así, el uso del látex sin fraccionar no genera ningún riesgo de muerte celular.

Para PCI (Papa Culebrera India), la fracción más activa es la clorofórmica, seguida por la de Acetato de Etilo y la de Metanol, encontrando que la papa completa no presenta actividad siendo su uso sin fraccionar libre de riesgo de muerte celular. El extracto etanólico (Rengifo 2007) obtenido de la papa está libre de almidón y otros carbohidratos, el principal componente de esta al ser un órgano de reserva para la planta, así que la fracción de metabolitos secundarios es muy pequeña por lo tanto su actividad citotóxica no es una característica representativa de la misma. Al fraccionar los extractos, se concentran los metabolitos secundarios, obteniendo fracciones enriquecidas con compuestos de diferente polaridad (de acuerdo al disolvente usado en la partición), razón por la cual la actividad de las fracciones es más alta que la de los extractos completos.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados del análisis bromatológico, se puede considerar la PCI es una buena fuente de energía debido a su alto contenido de lípidos (como extracto etéreo) y de carbohidratos.

El látex seco de Sande forma una pasa dura, pegajosa, higroscópica, lo cual puede ser producto de la alta cantidad de azúcares presentes en esta matriz.

En *D. spruceanum* se determinó la presencia de alcaloides, flavonoides y taninos, los cuales pueden ser responsables de la actividad de tratamiento contra mordeduras de serpiente que se adjudica a la misma. En el caso de *B. utile*, se determinó mayor presencia de metabolitos secundarios y la presencia de Taninos, Flavonoides, Alcaloides, Triterpenoides y Esteroles pueden ser responsables de las propiedades que se le adjudican, es decir, su uso como purgante, para el tratamiento de heridas abiertas, manchas producto del sol y el tratamiento de fracturas. La comprobación de este tipo de actividad requeriría de pruebas más complejas

Aunque no todas las pruebas aplicadas dieron un resultado positivo, no se puede descartar completamente la presencia de metabolitos como cumarinas, sesquiterpenlactonas y heterósidos cardiotónicos.

Se identificó que la Papa culebrera india y Sande posee actividad antioxidante, la cual se explica por la presencia de núcleos altamente insaturados como los taninos (polifenoles), flavonoides y quinonas.

De acuerdo a los resultados de la prueba de citotoxicidad, los extractos sin fraccionar de PCI y el látex de Sande no representa ningún riesgo, pues como extractos completos la CL₅₀ está por encima del límite para ser considerado citotóxica. Es decir, el consumo de estas especies, sin separar sus componentes, no representa riesgo de muerte celular, por lo cual se consideran inocuas. El látex de Sande posee entre sus componentes de baja polaridad un metabolito o un grupo de metabolitos que son altamente citotóxica, lo cual se comprueba con la CL₅₀ de la fracción clorofórmica. Por tal razón, no se recomienda su uso del látex de forma fraccionada.

Compuestos como los flavonoides, taninos y quinonas son los responsables del color presentado en la PCI y en el látex de Sande, debido a que son moléculas con gran número de insaturaciones conjugadas y grupos cromóforos. Como son metabolitos secundarios y se encuentran en poca cantidad, no se observan colores fuertes en los extractos.

Al estar relacionados directamente los metabolitos secundarios con las condiciones medioambientales en las que se encuentre la planta, no es posible asegurar que todas las especies presenten los mismos metabolitos en su composición.

Agradecimiento

Este artículo se elabora, a partir de los resultados obtenidos en marco de un convenio interadministrativo celebrado entre CORPOAMAZONIA y el Instituto SINCHI.

Literatura citada

Andersen, M. & K. R. Markham. 2006. Flavonoids: chemistry, biochemistry, and applications. Boca Raton-EEUU, CRC/Taylor & Francis.

Baltazar, O. 2011. Estudio etnobotánico y de mercado de productos forestales no maderables extraídos del bosque y áreas afines en la ciudad de Pucallpa- Perú. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa Perú. Pág 68

Berg, C.C. & J.E. Simonis. 2000. Flora de Venezuela. Moraceae-Cecropiaceae. Instituto Botánico de Venezuela "Dr. Tobias Lasser". Caracas, Venezuela p: 5-99.

- Bilbao, M. 1997. Análisis fitoquímico preliminar. Universidad del Quindío. Armenia - Quindío. pág 18 - 99
- Castañón, N., D. Cárdenas & E. Otavo. 2007. Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. Instituto de Investigaciones Científicas- Sinchi & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia -Corpoamazonia. Bogotá, Colombia. p: 159-
- Cazes, J. 2010. Encyclopedia of Chromatography. Third Edition. CRC/Taylor & Francis. págs: 40-44.
- Cseke, L. J. 2006. Natural products from plants. Boca Raton - EEUU, CRC/Taylor & Francis. Pags:3 - 30, 264 - 280, 390 - 396.
- Colegate, S. M. & R. J. Molyneux. 2008. Bioactive natural products: detection, isolation, and structural determination. Boca Raton - EEUU, CRC/Taylor & Francis. págs: 18 - 20.
- Collantes, I.E., G.Goncalves & M. Yoshida. 2011. Constituyentes químicos del túbero de *Dracontium spruceanum* (Schott) G. Zhu ex *Dracontium lorentense* Krause (Araceae). Revista Sociedad Química de Perú. 77(2): 117-126
- Domínguez, X. A. 1973. Métodos de investigación fitoquímica. Editorial Limusa.
- Hostettmann, K. E. 1991. Methods in plant biochemistry: assays for bioactivity. Londres, Academic Press. págs: 45 -46.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA. 2012. Informe Técnico final del Proyecto "Conocer, conservar y utilizar la Biodiversidad"; subproyecto específico "Reorganización y proyección del Jardín Botánico de Plantas Medicinales del Centro Experimental Amazónico - CEA". Convenio interadministrativo No 0333 de 2011. Bogotá D.C.
- Farràs, R. P. & A. J. Giménez. 1997. Bioquímica de los microorganismos. Reverté.
- Fonnegra, R. & S. Jimenez. 2007. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Editorial universidad de Antioquia.
- Gentry A. 1990. La Región Amazónica. En: Selva Húmeda de Colombia. Villegas Editores. Bogotá
- Lees, R. 1999. Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad. Zaragoza, Acribia. En: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA. 2012. Informe Técnico final del Proyecto "Conocer, conservar y utilizar la Biodiversidad"; subproyecto específico "Reorganización y proyección del Jardín Botánico de Plantas Medicinales del Centro Experimental Amazónico - CEA". Convenio interadministrativo No 0333 de 2011. Bogotá D.C.
- Lock, U. O. 1994. Análisis fitoquímico y metabolitos secundarios. En: Capítulo IV. Manual de Fitoterapia.. Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Marcano, D. & M. Hasegawa. 2002. Fitoquímica orgánica. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.
- Martínez, A., G. A. Valencia, *et al.* 2008. Manual de prácticas de laboratorio de farmacognosia y fitoquímica Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica. Departamento de Farmacia. Medellín - Colombia. En: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA. 2012. Informe Técnico final del Proyecto "Conocer, conservar y utilizar la Biodiversidad"; subproyecto específico "Reorganización y proyección del Jardín Botánico de Plantas Medicinales del Centro Experimental Amazónico - CEA". Convenio interadministrativo No 0333 de 2011. Bogotá D.C.
- Mayo, S.J., J. Bogner & P.C. Boyce. 1997. The Genera of Araceae Kew. Royal Botanic Gardens. 370 pp. En: Collantes, I.E., G. Goncalves & M. Yoshida. 2011. Constituyentes químicos del túbero de *Dracontium spruceanum* (Schott) G. Zhu ex *Dracontium lorentense* Krause (Araceae). Revista Sociedad Química de Perú. 77(2): 117-126
- Morales, G. C. 2004. Ensayos Toxicológicos Y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. México
- Peñuela, M.L. 2002. Estudio etnobotánico del género *Brosimum* Sw. (Moraceae) y su potencial de uso en Leticia y Araracuara (Amazonia colombiana). Tesis de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Raaman, N. 2006. Phytochemical Techniques. New India Publishing Agency. Nueva Delhi - India. Pág: 9 - 25
- Red Nacional de Jardines Botánicos 2011. Directorio de los Jardines Botánicos en Colombia. En línea. Consultado 29 de diciembre de 2011. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/chmcolombia/servicios/jsp/rnjb/asociados.htm>
- Rengifo, E. 2007. Las ramas floridas del bosque "Experiencias en el manejo de plantas medicinales amazónicas". Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP. Perú. Pág 49.
- Schultes, R. E. & R. F. Raffauf. 1990. The healing forest: medicinal and toxic plants of the northwest Amazonia. Dioscorides Press. Págs: 312 - 315.
- Servicio Nacional de Aprendizaje- SENA & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia- CORPOAMAZONIA 1998. Curso Teórico-Práctico sobre Manejo y Aprovechamiento de los Recursos Naturales con énfasis en Plantas Medicinales. convenio 0051/97
- Sticher, O. 2008. Natural product isolation. Natural Product Reports. 25(3): 517-554.
- Teixeira, J.B. 1993. Contribución al Estudio Farmacognóstico de *Dracontium lorentense* Krause (Jergón sacha). Tesis de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Peru
- USDA (2012). <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3147>. National Nutrient Database for Standard Reference. United States Department of Agriculture. En: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA. 2012. Informe Técnico final del Proyecto "Conocer, conservar y utilizar la Biodiversidad"; subproyecto específico "Reorganización y proyección del Jardín Botánico

de Plantas Medicinales del Centro Experimental Amazónico – CEA”. Convenio interadministrativo No 0333 de 2011. Bogotá D.C.

Vogel, A. I. & B. S. Furniss 1989. Vogel's textbook of practical organic chemistry. Longman Group. Nueva York – EEUU. pág 156- 159, 249.

Wagner, H., S. Bladt, et al. 2009. Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas. In: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA. 2012. Informe Técnico final del Proyecto “Conocer, conservar y utilizar la Biodiversidad”; subproyecto específico “Reorganización y proyección del Jardín Botánico de Plantas Medicinales del Centro Experimental Amazónico – CEA”. Convenio interadministrativo No 0333 de 2011. Bogotá D.C.

Waksmundzka-Hajnos, M. & J. Sherma. 2010. High Performance Liquid Chromatography in Phytochemical Analysis. Taylor and Francis.

Wrolstad, R. E. & T. E. Acree. 2005. Handbook of analytical chemistry, Wiley Interscience. En: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia CORPOAMAZONIA. 2012. Informe Técnico final del Proyecto “Conocer, conservar y utilizar la Biodiversidad”; subproyecto específico “Reorganización y proyección del Jardín Botánico de Plantas Medicinales del Centro Experimental Amazónico – CEA”. Convenio interadministrativo No 0333 de 2011. Bogotá D.C.

Zhu, G. & T.B. Croat. 2004. Revision of *Dracontium* (Araceae). Annals of the Missouri Botanical Garden. 91(4):593-667