

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN PRODUCTOS NATURALES -LIPRONAT-

DOI: <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v17i2.213>

Licencia: CC-BY 4.0



1. Nombre de la Unidad de Investigación.

Laboratorio de Investigación en Productos Naturales
-LIPRONAT-
Escuela de Química Farmacéutica

2. Temática de la Investigación.

Guatemala es un país de una gran diversidad biológica y cultural, lo que se manifiesta con un amplio uso tradicional de los recursos naturales para satisfacer las necesidades diarias de la población ⁽¹⁾. La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia cuenta con cinco carreras y múltiples disciplinas que se complementan para facilitar el estudio y desarrollo de los recursos naturales incluyendo su identificación biológica, caracterización química, validación científica *in vitro* e *in vivo*, transformación industrial y control de calidad de acuerdo a las propiedades esperadas y las normas específicas internacionales.

La necesidad de diversificar las fuentes de producción nacional, tecnificar la transformación de las materias primas, mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales, dar valor agregado a nuestros productos y viabilizar la agroindustria nacional, hacen suponer que la contribución multidisciplinaria de los profesionales de la Facultad será

de suma importancia para el desarrollo del país, haciendo que se generen productos más competitivos para el mercado nacional e internacional.

3. Antecedentes de la investigación realizada.

Los proyectos de investigación para la caracterización y validación de los productos naturales, particularmente las plantas medicinales han sido una actividad importante en la Facultad de CCQy Farmacia, aunque en los primeros años las actividades fueron dispersas y sin una coordinación. Durante 1985-93 la Dra. Amarilis Saravia recibió un apoyo inicial de la Fundación Internacional para las Ciencias (FIS) de Suecia para establecer un laboratorio de farmacología de plantas de uso medicinal en Guatemala ⁽²⁾, para lo que requería también una capacidad y equipo para preparar extractos vegetales y hacer análisis fitoquímico. En 1992 bajo la coordinación del Lic. Armando Cáceres se inicia un proyecto sobre la actividad antiinflamatoria de plantas guatemaltecas, con financiamiento de la Dirección General de Investigación (DIGI) ⁽³⁾, que luego es coordinado por la Dra. Saravia durante 1993-95.

Durante 1995-98 se realizan trabajos conjuntos de investigación de plantas con actividad antiprotozoaria con el apoyo financiero de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) y de la Academia Austriaca de Ciencias (AAC), que a través de la Dra. Ingeborg Berger de la Universidad de Viena apoya técnica y financieramente las actividades de investigación fitoquímica de plantas con actividad biocida en coordinación con el Departamento de Citohistología de la Facultad ^(4,5). Para perfeccionar las técnicas de tamizaje fitoquímico y fraccionamiento bioguiado de las plantas con bioactividad, se contó con la colaboración del Dr. Luca Rastrelli de la Universidad de Salerno, Italia, quien capacitó personal nacional, estableció metodologías de extracción separación y análisis de productos naturales y permitió elucidar las estructuras

1. Orellana SL. *Indian Medicine in Highland Guatemala*. Albuquerque, University of New Mexico Press, 1987, 308 p.

2. Proyecto "Contribución al estudio farmacológico y fitoquímico de plantas medicinales de uso popular en Guatemala" FIS, 1985-93.

3. Proyecto "Actividad antiinflamatoria de plantas de uso popular en Guatemala", DIGI, 1992-95.

4. Cáceres A et al. Plants used in Guatemala for the treatment of protozoal infections. I. Screening of activity to bacteria, fungi and American trypanosomes of 13 native plants. *J. Ethnopharmacol.* 1988, 62:195.

5. Berger I et al. Plants used in Guatemala for the treatment of protozoal infections. II. Activity of extracts and fractions of five Guatemalan plants against *Trypanosoma cruzi*. *J. Ethnopharmacol.* 1990, 62:107.

químicas responsables de la actividad biocida ^(6,7), antiinflamatoria ⁽⁸⁾ y anti-Artemia salina ^(9,10) en varias plantas nativas.

3.1 Actividades realizadas (1997-2005).

3.1.1 Investigación

En 1977 se construye el Bioterio de la Facultad, por lo que en 1998 se traslada a ese local los laboratorios de Farmacología y el salón 10-106 se convierte poco a poco en un laboratorio de Análisis Fitoquímico y Farmacognóstico donde se realizan análisis para investigadores de la Universidad dentro de diferentes proyectos, así como se apoyan algunas iniciativas intersectoriales. En primer lugar podemos mencionar varios trabajos de tesis desarrollados por estudiantes de diversas carreras de la Universidad a lo largo del tiempo. Estos trabajos de tesis han complementado algunos proyectos como los coordinados por los Ingenieros César García y Thelma Cano del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Facultad de Ingeniería con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT) en la línea FODECYT ^(11,12) para caracterizar algunos productos naturales.

Ante la necesidad de realizar acciones más permanentes, dar una utilización óptima a los equipos instalados obtenidos de los proyectos anteriores y participar directamente en investigaciones de productos naturales, durante el 2000-2001 se ejecutan dos proyectos para contribuir al análisis fitoquímico de productos naturales de interés agroindustrial bajo la coordinación del Lic. Cáceres con financiamiento de la DIGI ^(13,14)

Estos proyectos permitieron establecer un equipo de trabajo especializado en fitoquímica que ha servido de contraparte para cooperar con proyectos de otras instancias,

tales como los proyectos sobre actividad biocida de especies vegetales obtenidas por Etnobotánica y Bioprospección de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas (RBSM) realizado por el Departamento de Citohistología con cofinanciamiento de la Organización de Estados Americanos (OEA) ⁽¹⁵⁾ y el Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB) ⁽¹⁶⁾, los proyectos de desarrollo agroindustrial con fondos de la DIGI o de la línea FODECYT realizados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería sobre pimienta negra ⁽¹⁷⁾, plantas aromáticas ⁽¹⁸⁾ y arrayán ⁽¹⁹⁾, y, un proyecto para determinar la actividad antiofídica de extractos usados para combatir la mordedura de serpiente con apoyo del Instituto de Investigación y Desarrollo (IRD) y la Asociación Médicos Descalzos de Francia y fondos de la línea FODECYT, en colaboración con el Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada (CEMAT) y Laboratorio FARIMAYA, lo que permitió tener el apoyo técnico y financiero del M.Sc. Yann-Olivier Hay ⁽²⁰⁾.

Los apoyos financieros de diversas instancias que participaron a lo largo del tiempo han hecho posible la adquisición de equipo y mobiliario, cristalería, disolventes y reactivos y estándares que sumados a las principales necesidades actuales nos permiten tener los procedimientos fitoquímicos necesarios para apoyar a otros proyectos de la Facultad, a otras unidades académicas de la Universidad y a otras instancias e instituciones. De esa forma, en los últimos años y el momento actual, se tienen establecidos compromisos de cooperación para ejecución de proyectos con otras instancias, como los proyectos para aprovechamiento de la flora regional con financiamiento de OEA ⁽²¹⁾ y caracterización de especies de Smilax con financiamiento CATIE-FONTAGRO ⁽²²⁾ ejecutados por profesores del Depto. de Citohistología, un proyecto de desarrollo agrotecnológico de plantas aromáticas con la Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) con fondos de Inversiones

6. Rastrelli L *et al.* Glycolipids from *Byrsonima crassifolia*. *Phytochem.* 1997; 45:647.

7. Rastrelli L *et al.* Iridoids from *Aspidosiphon guatemalensis*. *Phytochem* 1998; 49:1829.

8. Rastrelli L *et al.* Antiinflammatory activity-guided fraction of *Cnaphalium stramineum*. *Pharmaceut. Biol.* 1998; 36:315.

9. Rastrelli L *et al.* New 12a-hydroxyrotenoids from *Glinicidia sapindi* bark. *J. Nat. Prod.* 1999; 62:188.

10. Rastrelli L *et al.* Studies on the constituents of *Glinicidia sapindi* (Leguminosae) leaves and roots. Isolation and structure elucidation of new triphenyl sesquiterpene and aromatic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 1999; 47:1537.

11. Proyecto "Obtención y caracterización de aceite esencial de ajo y jengibre cultivados en Guatemala" FODECYT, 1997.

12. Proyecto "Obtención y caracterización de capsicina, ingrediente activo y productos fitofarmacéuticos y agroindustriales de tres especies cultivadas en Guatemala", FODECYT, 1999.

13. Proyecto "Caracterización de metabolitos secundarios de extractos de plantas nativas de uso medicinal en Guatemala y de un invertebrado marino del Caribe Mesoamericano", DIGI, 2000.

14. Proyecto "Caracterización de extractos naturales y aceites esenciales como nuevos recursos para el desarrollo agroindustrial", DIGI, 2001.

15. Proyecto "Inventario y evaluación de la biodiversidad tropical centroamericana como fuente de sustancias antimicrobianas, antimicóticas, anticancer, anti protozoarias e insecticidas", OEA 1998-2000.

16. Proyecto "Actividad antimicrobiana de tres plantas de uso etnomédico en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas", IIQB 1999-2001.

17. Proyecto "Extracción y caracterización de aceite esencial y oleoresina de pimienta negra (*Piper nigrum* L), alternativa de agroindustrialización para el agricultor guatemalteco" DIGI, 2001.

18. Proyecto "Obtención y caracterización de aceite esencial de 4 plantas medicinales cultivadas a diferentes niveles altitudinales de Guatemala", FODECYT No. 77-00.

19. Proyecto "Extracción y caracterización de las fracciones extractables contenidas en el fruto del palo de cera, de arrayán o cera San Pascual (*Myrica cerifera*)", FODECYT No. 50-00.

20. Proyecto "Estudio etnofarmacológico de plantas utilizadas en la medicina tradicional para tratamiento de la leishmaniasis cutánea, del paludismo y de las mordeduras de serpiente, en tres departamentos de Guatemala", Médicos Descalzos-CEMAT-SCD-IRD, 1999-2001.

21. Proyecto "Aprovechamiento de la flora regional como fuente de moléculas antifúngicas, antiparasitarias y anticancer", OEA 2001-2003.

22. Proyecto "Desarrollo del manejo sostenible de *Smilax* spp. en ecosistemas naturales y agroforestales de América Central", CATIE-FONTAGRO 2001-2002.

para la Paz (IPP)/Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) ⁽²³⁾, y los proyectos de caracterización agronómica de cultivos interesantes para el desarrollo agroindustrial de especies nativas como *Phlebodium aureum* ⁽²⁴⁾ y *Smilax* *spp.* ⁽²⁵⁾, coordinados por el Ing. Vicente Martínez de la Facultad de Agronomía de la USAC con financiamiento de DIGI y FODECYT respectivamente.

En el área de Síntesis Orgánica y Química de Productos Naturales Marinos, coordinada por el Dr. Osear Cóbar, se han desarrollado y desarrollan investigaciones con una base amplia de temáticas, entre las que destacan la "Síntesis de Calyxaminas y Calyxolanos, Dos Nuevas Clases de productos Naturales Marinos", cofinanciado por DIGI en 2004; el Programa de "Síntesis de Análogos del Medicamento Anti-Alzheimer AMPAKINA CX-516 a Partir de Productos Naturales y Abundantes", del que se han sintetizado más de 10 compuestos tipo Piperamidas, partiendo de Piperonal, Eugenol y análogos, en investigaciones cofinanciadas por DIGI e IIQB en 2005, aprobada para su ejecución en 2006 en DIGI y sometida a concurso en la Línea FODECYT del CONCYT para 2006.

En Productos Naturales Marinos, se encuentran en ejecución "Aislamiento y Modificación Estructural de Cembranoides 2,11-ciclizados de *Briareum asbestinum* para Potencializar su Citotoxicidad y Propiedades Anticáncer", financiado por la Línea FODECYT del CONCYT para ejecutarse durante 2005 y 2006, tres Tesis de Grado; "Determinación de la Actividad Biológica de Briareínas A y B, Compuestos Mayoritarios del Gorgonio Caribeño *Briareum asbestinum*", "Determinación de la Actividad Biológica y Principal Familia de Metabolitos Secundarios Presentes en el Extracto n-Hexánico de *Erithropodium Caribbaeorum*" y "Determinación de la Actividad Biológica y Principal Familia de Metabolitos Secundarios Presentes en el Extracto Metanólico de *Aplisina sp.*" y se iniciará la ejecución de "Cultivo *ex situ* de *Ecteinascidia Turbinta* (Ascideacea: Perophoridae) y Extracción de Metabolitos Secundarios con Potencial Uso Farmacéutico para el Tratamiento del Cáncer", financiado por la Línea AGROCYT del CONCYT para ejecutarse en 3 años (2006-2009).

Finalmente se informa que actualmente se ejecuta un proyecto regional para desarrollo de tecnología de cultivo de plantas medicinales y productos fitoterápicos, que con financiamiento de OEA se ejecutará durante 2002-2005 bajo la coordinación del Lic. Cáceres ⁽²⁶⁾ y un proyecto nacional multisectorial para el desarrollo agrotecnológico de *T. Lucida* y *L. graveolens* coordinado por el Ing. Albaro Orellana del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) con financiamiento de AGROCYT ⁽²⁷⁾.

Además se han sometido propuestas a DIGI y FODECYT apoyando a otras unidades académicas e instituciones para fortalecer las actividades que se realizan y avanzar en el desarrollo de los productos naturales como opción para el desarrollo agroindustrial del país. Así mismo, se ha continuado con los proyectos de colaboración con universidades americanas y europeas, lo que han permitido la publicación reciente de artículos científicos sobre plantas nativas validadas con potencial de desarrollo ^(28, 29).

3.1.2 Servicio

Si bien, LIPRONAT no está formalmente constituido como un Laboratorio de la Facultad, en los últimos seis años ha logrado prestar servicios de análisis fitoquímico a algunos proyectos institucionales y empresas en el campo de los productos naturales.

Cabe resaltar el importante trabajo de investigación y prestación de servicios analíticos ofrecidos a un proyecto de desarrollo agrotecnológico conjuntamente con la AGEXPRONT con fondos de IPP-AID, para dar acompañamiento analítico al proyecto en sus dos etapas. En el primer año, como resultado de este servicio, se obtuvo un equipo Neocleavenger para aumentar la capacidad analítica del Laboratorio. En los últimos dos años se realizaron algunos análisis que son remunerados directamente a la Facultad a través de la Unidad de Análisis Instrumental (UAI) de la Escuela de Química, como análisis de aceite esencial con AGEXPRONT/IPP y algunos análisis fitoquímicos para laboratorios farmacéuticos, como análisis de valeprotriatos para Laboratorios LANCASCO, análisis

23 Proyecto "Desarrollo agrotecnológico de plantas medicinas con potencial en el mercado interno y exportación" IPP-AGEXPRONT/AID, 2000-2002.

24 Proyecto "Caracterización *in situ* y manejo de poblaciones de *Polypodium spp.*" DIGI, 2001.

25 Proyecto "Caracterización *in situ* y manejo de poblaciones de *Smilax spp.*" FONACYT, 2001-2002.

26 Proyecto "Desarrollo de tecnología de cultivo y producción de fitoterápicos", OEA, 2002-2003.

27 Proyecto "Evaluación agronómica e industrial, producción de semilla y producción del cultivo de plantas medicinales y aromáticas con potencial de mercado", AGROCYT, 2003-2004. ²⁸ Cáceres A et al. Farmacocombustibles from the aerial part of *Dioscorea contrajerva*. *Fitoterapia* 2001; 72: 376.

29 Berger I et al. Antiproliferative activity of *Neurospora lobata*. *Phytother. Res.* 2001; 15:327.

de resina de Liquidambar para Shirley Marroquín, perfil cromatográfico de raíz de Mandrágora para el Dr. Rubén Zamora, extracción de aceite esencial de cúrcuma para la Empresa Biodes, y análisis del extracto etanólico de cardamomo para Laboratorios Extraet, S.A. Estos servicios prestados al sector privado han permitido generar más de Q. 20,000 que se utilizan para gastos del laboratorio.

3.1.3 Docencia

LIPRONAT ha desarrollado algunas actividades de docencia, inicialmente entrenando personal nacional en técnicas de análisis fitoquímico con profesionales extranjeros durante 1995-99 y posteriormente colaborando en diferentes actividades docentes destacándose la realización de seminarios talleres a nivel internacional como "Metabolitos de Interés Nutricional en Plantas Comestibles de la Región" en 1999, el "Curso Centroamericano de Control de Calidad de Plantas Medicinales" en 2001 y la colaboración en los "Cursos Internacionales de Actualización en Fitoterapia y Fitofarmacéuticos" en 2003 y 2005.

4. Misión

LIPRONAT genera conocimiento científico y tecnológico para el desarrollo en el área de productos naturales y lo transfiere a la comunidad científica y sociedad, buscando elevar el nivel de vida de la población guatemalteca.

5. Visión

Es la Unidad del Sistema de Investigación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, líder de investigación científica en el área de productos naturales, extrae, separa, aísla, elucida estructuras, sintetiza, realiza prueba para demostrar la actividad farmacológica y diseña metodologías analíticas y productos fitofarmacéuticos derivados de plantas medicinales, invertebrados marinos, microorganismos y otros productos naturales de interés medicinal o industrial. Integrado por profesionales con estudios de posgrado, experiencia comprobada en investigación en el área y reconocimiento a nivel nacional e internacional y estudiantes de las distintas carreras de la Facultad.

6. Objetivos

1. Estudiar la composición química de productos naturales de la flora y fauna terrestre y marina mesoamericana de interés medicinal e industrial.
2. Establecer perfiles de composición de metabolitos secundarios de productos naturales guatemaltecos de interés medicinal e industrial con fines de caracterización quimiotaxonómica.
3. Elucidar por métodos químicos y espectroscópicos la estructura química de los principios activos aislados de productos naturales de interés medicinal e industrial.
4. Estudiar el potencial farmacológico de los productos naturales guatemaltecos de interés medicinal e industrial.
5. Validar científicamente el uso etnofarmacológico de plantas medicinales guatemaltecas.
6. Realizar estudios de química orgánica sintética para la modificación estructural de productos naturales bioactivos y potencializar su actividad biológica.
7. Realizar transformaciones orgánicas de productos naturales conocidos para la elaboración de nuevas moléculas biológicamente activas.
8. Generar información que permita el escalamiento, variabilidad, factibilidad y desarrollo de tecnología apropiada para la producción de fitofarmacéuticos y explotación sostenible de recursos naturales guatemaltecos.
9. Coordinar esfuerzos con instancias nacionales e internacionales para ampliar las investigaciones realizadas, optimizar los recursos disponibles y participar en iniciativas multidisciplinaria e interinstitucionales.

7. Líneas de investigación y ejes temáticos orientadores

Línea de Investigación	Ejes Temáticos Orientadores
1. Determinación de estructura de moléculas bioactivas.	• Aislamiento y elucidación estructural de moléculas bioactivas de productos naturales de mesoamérica. • Aplicación de métodos espectroscópicos y espectrométricos para la elucidación estructural de moléculas bioactivas.
2. Determinación de actividad farmacológica de extractos y metabolitos secundarios.	• Realización de pruebas <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> para determinar actividad farmacológica de Extractos y metabolitos secundarios de interés medicinal.
3. Síntesis de compuestos orgánicos de interés medicinal e industrial	• Realización de transformaciones orgánicas de productos naturales bioactivos para incrementar su actividad biológica.
4. Determinación del perfil cuali-cuantitativo de metabolitos secundarios de productos naturales de interés medicinal e Industrial	• Realización de transformaciones orgánicas de productos naturales para sintetizar moléculas nuevas de interés medicinal o industrial. • Realización de estudios de cromatografía en capa fina utilizando reveladores cromofóricos y luz ultravioleta. • Realización de estudios de Cromatografía Líquida de Alta Resolución -HPLC- y de Gases -GC-.
5. Estudios para el escalamiento y desarrollo de tecnología apropiada para el aprovechamiento sustentable de recursos naturales.	• Realización de estudios para la elaboración de productos fitofarmacéuticos. • Realización de estudios para la generación de tecnología apropiada para el uso sustentable de recursos naturales.
6. Desarrollo de metodologías analíticas para el control de Calidad de plantas medicinales y Productos fitoterápicos	• Realización de estudios fitoquímicos para desarrollo de metodologías. • Estandarización y validación de metodologías propuestas.

8. INTEGRANTES DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Coordinador Rotativo entre los Miembros del Consejo Científico de LIPRONAT de acuerdo a los Artículos Cuarto, numeral 1.2, inciso 1.2.1 y Artículo Décimo del Normativo del Laboratorio de Investigación en Productos Naturales.

Investigadores

Nombre	Categoría Docente
Dra. Amarillis Saravia Gómez	Profesor Titular X del Departamento de Farmacología y Fisiología de la Escuela de Química Farmacéutica.
Lic. Armando Cáceres Estrada	Profesor Titular X del Departamento de Citohistología de la Escuela de Química Biológica.
Dr. Osear Manuel Cóbar Pinto	Profesor Titular X del Departamento de Química Orgánica de la Escuela de Química
Lic. Luis Hugo Santa Cruz	Profesor Titular X del Departamento de Fisicoquímica de la Escuela de Química.
Licda. Sully Cruz V.	Investigadora Asociada del proyecto "Desarrollo de Tecnología del Cultivo de Plantas Medicinales y Producción de Fitoterápicos" OEA
Licda. Idolly N. Carranza Forkel	Profesora Titular del Departamento de Química Orgánica de la Escuela de Química
Licda. Beatriz Medinilla	Jefa del Departamento de Farmacognosia y Fitoquímica de la Escuela de Química Farmacéutica.
Lic. Jorge Méndez	Profesor del Departamento de Farmacognosia y Fitoquímica de la Escuela de Química Farmacéutica.
Lic. Abraham Vásquez Mencos	Profesor Titular del Departamnto de Fisicoquímica de la Escuela de Química.

10 . Recursos físicos, material y equipo.

Ubicado en el primer nivel del Edificio T-10, cuenta con los siguientes recursos físicos:

Equipo y Mobiliario

Cantidad	Equipo	Descripción	Registro/Donante	Responsable/Fuente
1	Rotavapor	BUCHIR-300	CONCYT	Dra. A. Saravia
1	Horno	deseCADor	DIGI B-6314073-97	Dra. A. Saravia
2	Mantas	de calentamiento	DIGI B619-1612-2001	Lic. A. Cáceres
1	Soporte	múltiple de metal	Donación William Tally	Lic. A. Cáceres
1	Refrigeradora		Donación Dra. Inge Berger	Lic. A. Cáceres
1	Bomba de	recirculación del sistema de refrigeración	Donación Dra. Inge Berger	Lic. A. Cáceres
1	Neoclavenger	para aceites esenciales	Farmaya/Agexpront	Lic. A. Cáceres
1	Soporte	para cromatoplasas de metal	Donación Dra. Inge Berger	Lic. A. Cáceres
3	Cámaras	de vidrio para cromatografía	DIGI	Lic. A. Cáceres
1	Colector	de fracciones	Escuela de Química	Dr. Osear Cobar
5	Rociadores	de vidrio para cromatoplasas	Donación	Dra. Inge Berger
3	Percoladores	de vidrio	DIGI y Depto. De Citohistología (JICA)	Lic. A. Cáceres
1	Equipo	de extracción de vidrio en proceso de fabricación	Donación OEA	Lic. A. Cáceres
1	Agitador	Tipo Vortex	Donación OEA	Lic. A. Cáceres
1	Escritorio	de metal	USAC	Lic. A. Cáceres
1	Determinación de puntos de fusión	Rango de 0.01°C	DIGI	Dr. Osear Cobar
1	Generador de Ozono	Metal y Flujo Regulado	DIGI	Dr. Osear Cobar

Cristalería y equipo pequeño de laboratorio

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Vaso de precipitar 2000 ml	03	Embudo pequeño	06
Vaso de precipitar 600 ml	01	Embudo de plástico	05
Vaso de precipitar 400 ml	04	Vidrio de reloj	05
Vaso de precipitar 250 ml	10	Soxhlet	02
Vaso de precipitar 150 ml	02	Dedo frío	01
Vaso de precipitar 100 ml	08	Balón aforado 1000 ml	04
Vaso de precipitar 50 ml	09	Balón aforado 500 ml	06
Vaso de precipitar 25 ml	02	Balón aforado 100 ml	03
Fleaker 150 ml	18	Balón aforado 50 ml	08
Fleaker 300 ml	18	Balón 1000 ml 29/32	01
Erlenmeyer 1000 ml	04	Balón 1000 ml 24/40	07
Erlenmeyer 500 ml	03	Balón 250 ml 24/40	04
Erlenmeyer 250 ml	04	Balón 125 ml 24/40	03
Erlenmeyer 250 ml tapón rosca	03	Crisol de porcelana	01
Erlenmeyer 125 ml	02	Mortero	01
Erlenmeyer 100 ml	01	Pistilo	01
Erlenmeyer 50 ml	10	Ampolla de decantación	05
Kitasato 1000 ml	01	Varilla de vidrio	03
Kitasato 500 ml	04	Tubos de ensayo diferentes tamaños	500
Probeta 500 ml	02	Micropipetas	500
Probeta 100 ml	01	Pipetas serológicas	20
Probeta 10 ml	02	Capilares	200
Probeta 100 ml de plástico	01	Gradilla de metal	04
Embudo grande	03	Gradilla de plástico	01
Embudo mediano	05	Espátulas de metal	05

10. REFERENCIAS BIOGRÁFICAS

Oretlana SL. Indian Medicine in Highland Guatemala. Albuquerque, University of New Mexico Press. 1987, 308 p.

Proyecto "Contribución al estudio farmacológico y fitoquímico de plantas medicinales de uso popular en Guatemala", FIS, 1985-93.

Proyecto "Actividad antiinflamatoria de plantas de uso popular en Guatemala", DIGI, 1992-95.

Cáceres, A et al. Plants used in Guatemala for the treatment of protozoal infections. I. Screening of activity to bacteria, fungi and American trypanosomes of 13 native plants. J. Ethnopharmacol. 1998; 62:195, [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00140-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00140-8)

Berger I. et al. Plants used in Guatemala for the treatment of protozoal infections. II. Activity of extracts and fractions of five Guatemalan plants against *Trypanosoma cruzi*. J. Ethnopharmacol. 1998; 62:107, [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00011-7](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00011-7)

Rastrelli I. et al. Glycolipids from *Byrsonima crassifolia*. Phytochem. 1997; 45:647, [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(96\)00842-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(96)00842-4)

Rastrelli I. et al. Iridoids from *Lippia graveolens*. Phytochem. 1998; 49: 1829, [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00196-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00196-4)

Rastrelli I. et al. Antiinflammatory activity-guided fraction of *Gnaphalium stramineum*. Pharmaceut. Biol. 1998; 36:315, <https://doi.org/10.1076/phbi.36.5.315.4647>

Rastrelli I. et al. New 12 α -hydroxyrotenoids from *Gliricidia sepium* bark. J. Nat. Prod. 1999; 62: 188, <https://doi.org/10.1021/np980002l>

Rastrelli I. et al. Studies on the constituents of *Gliricidia sepium* leaves and roots: Isolation and structure elucidation of new triterpenoid saponins and aromatic compounds. J. Agric. Food Chem.. 1999; 47: 1537, <https://doi.org/10.1021/jf9808731>

Proyecto "Obtención y caracterización de aceite esencial de ajo y jengibre cultivados en Guatemala" FODECYT, 1997.

Proyecto "Obtención y caracterización de capsaicina, ingrediente activo y productos fitofarmacéuticos y agroindustriales de tres especies cultivadas en Guatemala", FODECYT, 1999.

Proyecto "Caracterización de metabolitos secundarios de extractos de plantas nativas de uvo medicinal en Guatemala y de un invertebrado marino del Caribe Mesoamericano", DIGI. 2000.

Proyecto "Caracterización de extractos naturales y aceites esenciales como nuevos recursos para el desarrollo agroindustrial", DIGI, 2001.

Proyecto "Inventario y evaluación de la biodiversidad tropical centroamericana como fuente de sustancias antimicrobianas, anticancerígenas, antiprotistas e insecticidas", OEA 1998-2000.

Proyecto "Actividad antimicrobiana de tres plantas de uso etnomédico en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas", IIQB 1999-2001.

Proyecto "Extracción y caracterización de aceite esencial y oleoresina de pimienta negra (*Piper nigrum* L.), alternativa de agroindustrialización para el agricultor guatemalteco" DIGI. 2001.

Proyecto "Obtención y caracterización de aceite esencial de 4 plantas medicinales cultivadas a diferentes niveles altitudinales de Guatemala", FODECYT, No. 77-00.

Proyecto "Caracterización de las fracciones extractables contenidas en el fruto del palo de cera, de arrayán o cera San Pascual (*Myrica cerifera*), FODECYT No. 50-00

Proyecto "Estudio etnofarmacológico de plantas utilizadas en la medicina tradicional para tratamiento de la leishmaniasis cutánea, del paludismo y de las mordeduras de serpiente, en tres departamentos de Guatemala", Médicos Descalzos-CEMAT-SCD-IRD, 1999-2001.

Proyecto "Aprovechamiento de la flora regional como fuente de moléculas antifúngicas, antiparasitarias y anticancerígenas". OEA 2001-2003.

Proyecto "Desarrollo del manejo sostenible de *Smilax* spp. En ecosistemas naturales y agroforestales de América Central", CATIE-FONTAGRO 2001- 2002.

Proyecto "Desarrollo agrotecnológico de plantas medicinales con potencial en el mercado interno y de exportación" IPP-AGEXPRONT/AID, 2001-2002.

Proyecto "Caracterización in situ y manejo de poblaciones de *Polypodium* spp.", DIGI, 2001. 24

Proyecto "Desarrollo del tecnología de cultivo de plantas medicinales y producción de fitoterápicos", OEA, 2002-2003.

Proyecto "Evaluación agronómica e industrial, producción de semilla y producción del cultivo de plantas medicinales y aromáticas con potencial de mercado", AGROCYT, 2003-2004.

Cáceres A et al. Furanocoumarins from the aerial parts of *Dorstenia contrajerva*. Fitoterapia 2001; 72:376, [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(00\)00328-2](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00328-2)

Berger I et al. Antiprotozoal activity of *Neurolaena lobata*. Phytother. Res. 2001; 15:327, <https://doi.org/10.1002/ptr.782>



Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Resumen de licencia - Texto completo de la licencia