

Plutarco Naranjo
editor

Etnomedicina y etnobotánica

avances en la investigación



Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador
Ediciones Abya-Yala

ETNOMEDICINA
Y ETNOBOTÁNICA:
AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR, SEDE ECUADOR
Toledo N22-80 • Apartado postal: 17-12-569 • Quito, Ecuador
Teléfonos: (593 2) del 322 8085, 299 3600 • Fax: (593 2) 322 8426
E-mail: uasb@uasb.edu.ec • <http://www.uasb.edu.ec>

EDICIONES ABYA-YALA
Av. 12 de Octubre 1430 y Wilson • Apartado postal: 17-12-719 • Quito, Ecuador
Teléfonos: (593 2) 256 2633, 250 6247 • Fax: (593 2) 250 6255
E-mail: editorial@abyayala.org • <http://www.abyayala.org>

Plutarco Naranjo

Editor

ETNOMEDICINA
Y ETNOBOTÁNICA:
AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA
SIMÓN BOLÍVAR
Ecuador



ABYA
YALA

Quito, 2010



**Etnomedicina y etnobotánica:
avances en la investigación**

Plutarco Naranjo
editor

Primera edición:
Universidad Andina Simón Bolívar / Ediciones Abya-Yala
Quito, agosto de 2010

Coordinación editorial: Quinche Ortiz
Diseño gráfico y armado: Ediciones Abya-Yala

ISBN Universidad Andina Simón Bolívar: 978-9978-19-406-5
ISBN Ediciones Abya-Yala: 978-9978-22-955-2

Índice

Presentación | 9

PARTE I

ETNOMEDICINA: ¿CIENCIA O EMPIRISMO? | 11

Tradición y ciencia, una alternativa en la investigación de plantas medicinales. *Artemio Chang C.* | 13

Salud y extirpación de idolatrías. *Marco Antonio Valencia* | 29

La etnomedicina en el Ecuador. *Plutarco Naranjo* | 61

Parir y nacer sin prisas ni rutinas: vigencia de la partería tradicional andina en el siglo XXI. *Raúl Mideros M.* | 73

PARTE II

PROGRESOS EN LA INVESTIGACIÓN ETNOBOTÁNICA | 81

Investigación de plantas medicinales en la Facultad de Medicina de la USMP. *Benjamín Castañeda C.* | 83

Etnobotánica de los frailejones: aspectos químicos y medicinales. *Alfredo Usubillaga* | 109

Búsqueda de sustancias bioactivas de plantas de la flora colombiana.

Estructura, actividad y síntesis. *Fernando Echeverri L.* | 157

Las vira-viras: botánica, química

y propiedades medicinales. *Rubén Darío Torrenegra G.* | 171

Validación de plantas medicinales

del Ecuador. *Ximena Chiriboga* | 189

PARTE III

LAS PLANTAS MEDICINALES

Y SU POTENCIAL FITOFARMACÉUTICO | 197

Composición del aceite esencial de *Ambrosia*

***arborescens* y sus propiedades.** *Blanca Naranjo,*

Alessandra Braca, Marinella de Leo y Cioni Perluigi | 199

Identificación cromatográfica de

***Solanum dulcamara* en pastillas de Birm.** *Cumandá Játiva G.* | 209

Potencial nutracéutico de la jícama

(*Smallanthus sonchifolius*) y el chocho

(*Lupinus mutabilis Sweet*). *Elena Villacrés* | 221

Aislamiento de hongos endófitos de

plantas medicinales. *Jorge Yandry Ramírez R. y Tosi Solveig* | 231

Estudio farmacognóstico de la calahuala

(*Campyloneurum amphostenon*). *Patricia Layedra* | 249

***Valeriana decussata R & P*, planta nativa**

para uso fitofarmacéutico.

Susana Abdo, Leonor Andino y María Guzmán | 253

ANEXOS | 271

Reconocimiento

Los autores expresan el reconocimiento a la Red de Conocimiento sobre Globalización y Salud –*Globalization Knowledge Network*– por su apoyo, y, especialmente, a los Doctores Ron Labonte y Ted Schrecker de la Universidad de Ottawa por sus valiosos comentarios y orientadoras discusiones.

Agradecimientos

Los autores agradecen las orientaciones y comentarios brindados al proyecto por nuestros colegas de la Universidad Andina Simón Bolívar: Carlos Larrea y Juan Fernando Terán, quienes con su experiencia e información nos permitieron enriquecer las fuentes de investigación requeridas.

Agradecemos igualmente el apoyo brindado por Juan Gabriel Piñeros estudiante del Doctorado Interfacultades de Salud Pública de la Universidad Nacional de Colombia; su importante y desinteresada colaboración, así como su calidad humana, comprometen nuestro afecto y gratitud.

Presentación

Plutarco Naranjo Vargas es uno de los más notables ecuatorianos, tanto en el campo científico como en la vida pública. Investigador pionero, profesional médico dedicado, maestro universitario, historiador original, destacado funcionario y sobre todo luchador social comprometido con la transformación del Ecuador y América Latina. Por ello, cuando la Universidad Andina Simón Bolívar resolvió rendirle un homenaje, lo designó Profesor Emérito y Doctor Honoris Causa, al mismo tiempo que tomó la iniciativa de dedicarle un acto científico centrado en uno de los campos en que ha hecho uno de sus mayores aportes.

Fue así como se organizó el Primer Congreso Andino de Etnomedicina, que se llevó a cabo en su honor los días 17 y 18 de mayo de 2007. El acto contó con la participación de connotados académicos e investigadores de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Este libro recoge las ponencias presentadas ante ese importante evento regional.

Desde hace milenios las plantas han sido utilizadas como agentes de prevención y curación de las enfermedades. Han constituido parte importante de la llamada “medicina tradicional” o “medicina aborigen” que, a su vez, es elemento central de la cultura de nuestros pueblos. Su estudio, además del interés histórico y cultural, investiga las sustancias y los principios activos que contienen esas plantas.

Un objetivo central es convalidar científicamente el uso médico de las plantas que, en forma empírica, se han utilizado y se continúan utilizando has-

ta el presente. El uso de plantas medicinales constituye parte de la medicina popular, no ha desaparecido y por lo mismo es necesaria su valoración terapéutica. Además, como ha sucedido en repetidas ocasiones, las plantas han abierto el camino a la síntesis química y, a través de esta a la terapéutica moderna.

Hasta la Segunda Guerra Mundial, la terapéutica tenía como fundamento las plantas medicinales. Más del 80% de los medicamentos eran de origen vegetal. Después de la guerra, los químicos fueron descubriendo las moléculas responsables de la actividad farmacológica o terapéutica y luego emprendieron en la síntesis química, basada en las estructuras moleculares de las plantas. Inventaron análogos u homólogos, algunos de los cuales ofrecieron ventajas terapéuticas. La ciencia se volcó a la síntesis química, pero el interés por las plantas no ha desaparecido, ya sea porque algunas no han podido ser reemplazadas por los nuevos compuestos o porque entre las miles de plantas medicinales no son muchas las que han sido estudiadas científicamente. Se piensa que entre las no estudiadas puede haber, como de hecho ha sucedido, algunas que pueden servir de modelos moleculares de nuevos y hasta milagrosos medicamentos.

En América Andina existe una gran biodiversidad vegetal. Algunas plantas son cosmopolitas y crecen en los cinco países de la región, pero un mayor número de ellas son propias de cada país, relacionadas a niveles altitudinales y diversos climas, desde las orillas del mar, hasta las alturas de los Andes. El Congreso contribuyó a la realización y presentación de estudios integrativos de la Región, al acercamiento personal de investigadores de los cinco países, y al mayor desarrollo de las ciencias.

Con la realización de este acto científico, la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, cumplió con el doble objetivo de consolidar un espacio para el desarrollo de la etnomedicina, y homenajear a Plutarco Naranjo, quien es el ecuatoriano que más ha contribuido a que esta disciplina pueda ser revalorizada al cabo de muchos años en que los saberes ancestrales se consideraban más brujería que verdadero conocimiento.

Al presentar esta obra, nuestra Universidad reitera su agradecimiento a los representantes de los países andinos y a los demás ponentes que participaron con trabajos libres. Al mismo tiempo ratifica su compromiso de continuar con la línea de trabajo iniciada por Plutarco, cuya labor ha contribuido decisivamente para el desarrollo de la etnomedicina.

PARTE I

ETNOMEDICINA: ¿CIENCIA O EMPIRISMO?

Tradición y ciencia, una alternativa en la investigación de plantas medicinales

Artemio Chang C.

Facultad de Farmacia y Bioquímica,
Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Perú

Resumen

Tomando como referencia la medicina tradicional, se han ejecutado investigaciones fitoquímicas con el fin de obtener los correspondientes principios activos; se han realizado también pruebas biológicas y se han confirmado los principales efectos terapéuticos de algunas plantas medicinales del Perú.

Palabras clave: Fitoquímico, medicina tradicional, medicina occidental, drogas vegetales.

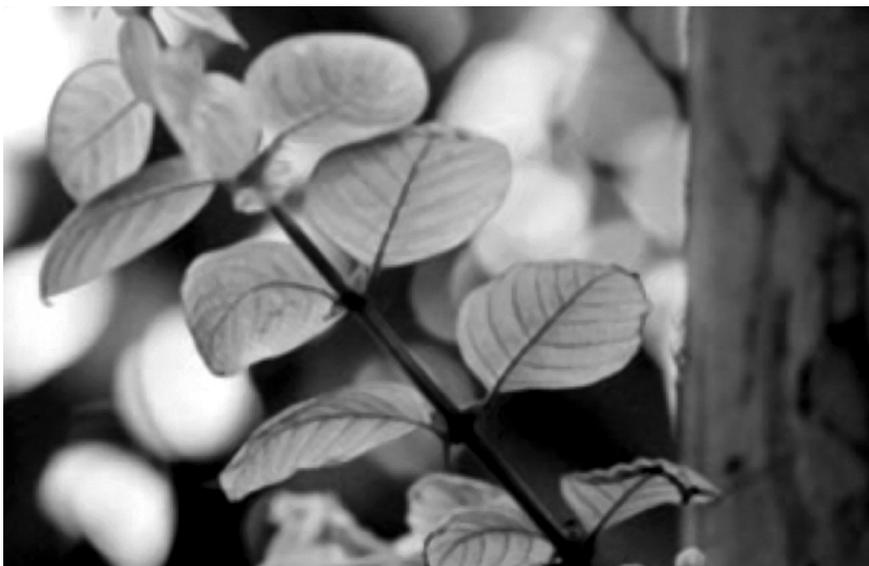
En la investigación de plantas medicinales, la relación con la tradición ha sido permanente, aunque por lo general se ha tratado de una relación asimétrica. La alternativa a la que nos referimos está orientada a establecer una relación donde los aportes y los beneficios correspondan equitativamente.

Quería referirme a estos temas:

- La medicina tradicional en el Perú.
- Medicina tradicional-medicina occidental,
- Medicina tradicional-investigación de plantas medicinales y alternativas en la relación medicina tradicional-investigación de plantas medicinales.



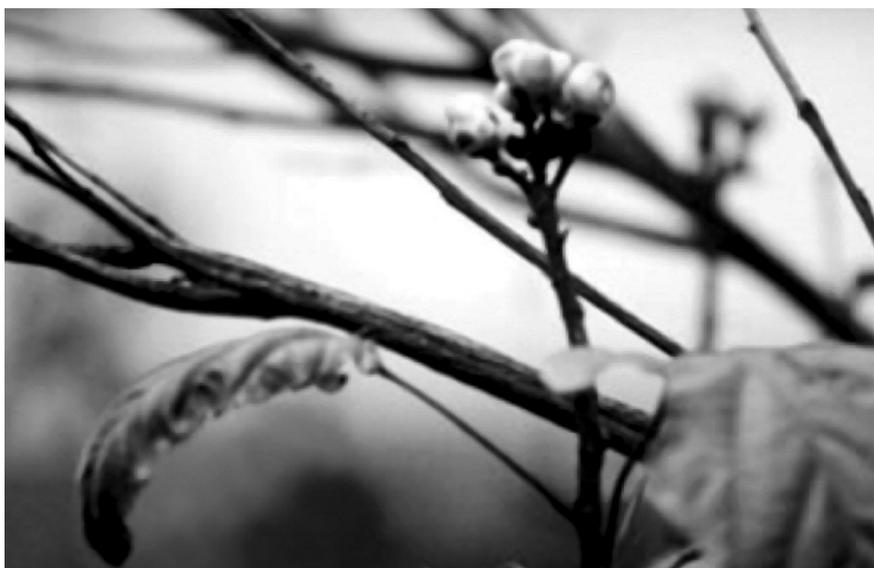
Jardín botánico de plantas medicinales en la sede del Ministerio de Salud.



Uña de gato, *Uncaria tomentosa*.



Sangre de drago, *Croton echleri* Muell.



Achiote, *Bixa orellana* L.



Hierba mora, *Sotánium peruvianum*, *Sofanum nigrum*.

La medicina tradicional en el Perú

Instituciones

De 1990 a 2002 actuó el Instituto Nacional de Medicina Tradicional OPD (organismo público descentralizado) del Ministerio de Salud.

De 2002 a la fecha opera la Dirección Ejecutiva de Medicina Tradicional del CENSI (Centro Nacional de Salud Intercultural) del INS (Instituto Nacional de Salud) OPD del MINSA.

Logros

- Publicaciones.
- Jardín botánico.
- Fitofarmacopea peruana.

- Laboratorio de investigación de plantas medicinales.
- Herbario nacional de plantas medicinales.

Legislación

En la Constitución Política del Perú, el art. 2, inc. 19 plantea: “Toda persona tiene derecho a su identidad étnica y cultural. El Estado reconoce y protege la pluralidad étnica y cultural de la nación”; sin embargo, la práctica de la medicina tradicional es ilegal.

El Código Penal, en la Ley 28538, señala:

Art. 290: Será reprimido con pena privativa de libertad no menor de un año ni mayor de cuatro años, el que simulando calidad de médico u otra profesión de las ciencias médicas, que sin tener título profesional, realiza cualquiera de las acciones siguientes:

- 1) Anuncia, emite diagnósticos, prescribe, administra o aplica cualquier medio supuestamente destinado al cuidado de la salud, aunque obre de modo gratuito.
- 2) Expide dictámenes o informes destinados a sustentar el diagnóstico, la prescripción o la administración a que se refiere el inciso 1.

En la Ley 27811, el Régimen de protección de los conocimientos colectivos de los pueblos indígenas vinculados a los recursos biológicos no se cumple a cabalidad.

Legislación referida a las plantas medicinales

- **Ley 27300** de Aprovechamiento Sostenible de las Plantas Medicinales, 7 de julio de 2000.
- **Ley 27821** de Promoción de Complementos Nutricionales para el Desarrollo Alternativo, 23 de julio de 2002.

Si bien en la Constitución Política del Perú se reconoce la pluralidad étnica y cultural, en el Código Penal se establecen medidas punitivas que alcanzan a los sanadores tradicionales. Aunque también es cierto, las medidas establecidas en él no tienen aplicación práctica, salvo en los casos de desenlaces fatales. La Ley de Protección de los Conocimientos Colectivos Vinculados a los Recursos Biológicos tampoco tiene aplicación práctica, excepto en los casos de intereses particulares.

El incremento de la demanda por productos naturales –principalmente de “plantas medicinales”– obligó a legislar para regular su comercialización y/o industrialización, pero en lugar de aclararse el panorama, éste resultó más confuso. Inicialmente –y como un artificio, ya que el sustento de “medi-



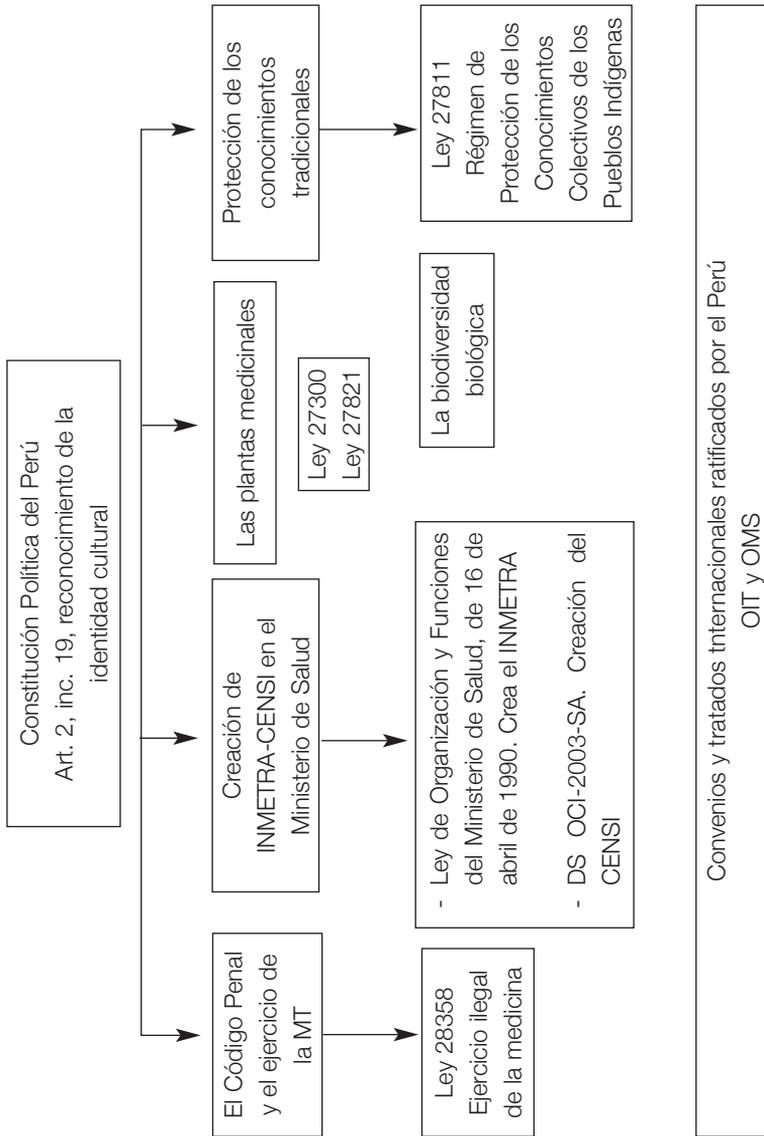


cinales” provenía principalmente del conocimiento tradicional y no encajaba en los parámetros establecidos para obtener la categoría de medicamentos o similares— la FDA de Estados Unidos de América (EUA) clasificó a las “plantas medicinales” en la categoría de “suplementos nutricionales”, tema que resultó preponderante en las definiciones futuras, surgiendo nuevos términos como “nutracéuticos” o “alimentos funcionales”.

Al margen de la demanda popular, la industria farmacéutica continúa en la búsqueda de moléculas bioactivas en las plantas que tienen tradicionalmente uso medicinal. Por otro lado, en las leyes que regulan la comercialización y/o industrialización de plantas medicinales, impera el criterio de la medicina occidental o de las llamadas medicinas alternativas o complementarias.

En resumen, la legislación peruana no reconoce la práctica de la medicina tradicional. Sin embargo esta práctica terapéutica sigue vigente, con cada vez mayor aceptación en la comunidad urbana.

Marco legal de la medicina tradicional peruana



Medicina tradicional–medicina occidental

- Existe una dependencia del MINSA (Ministerio de Salud). Sin embargo, contradictoriamente, en los últimos años ha disminuido su nivel de decisión.
- Los recursos asignados a estas dependencias (INMETRA-CENSI) para el cumplimiento de los fines, objetivos y funciones establecidos, son escasos e insuficientes.

La mayor parte de los profesionales de la salud, rechazan los conocimientos y la práctica de la medicina tradicional.

En las zonas rurales, la mayor parte de la población recurre a la medicina tradicional.

En las zonas urbanas es creciente la demanda por la medicina tradicional, las medicinas alternativas y/o las medicinas complementarias.

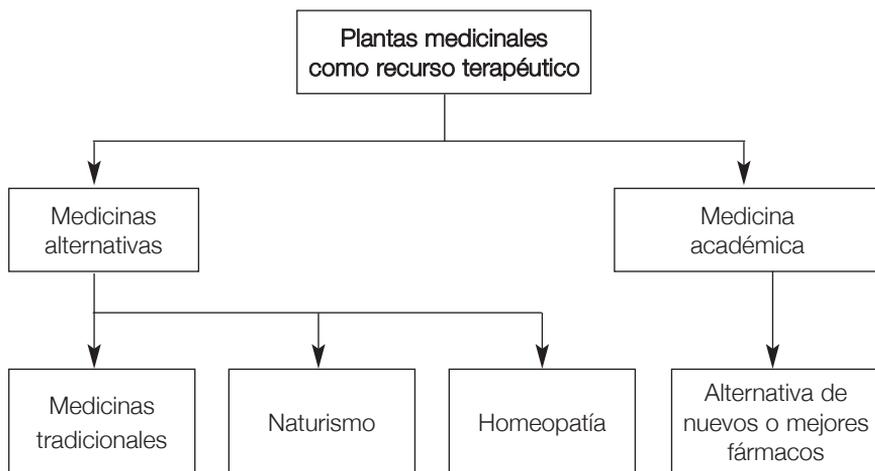
También es creciente el número de profesionales de la salud que utilizan prácticas terapéuticas tradicionales, alternativas o complementarias.

Medicina tradicional–investigación de plantas medicinales

- El interés de la ciencia por la medicina tradicional se ha enfatizado en las plantas medicinales.
- Es notable el aporte de la medicina tradicional a la investigación fitoquímica y fitofarmacológica.
- El aporte de la ciencia a la medicina tradicional es muy pobre y en muchos casos no representa un beneficio, sino todo lo contrario.
- Por la transmisión oral, la colonización, la aculturación, etc., los conocimientos tradicionales no se encuentran sistematizados. Es de suponer que se han distorsionado o perdido muchos de esos conocimientos.
- La investigación de plantas medicinales tiene dos vertientes principales: la investigación de plantas medicinales como elementos terapéutico en las diferentes “medicinas alternativas” y la investigación de plantas medicinales como una fuente alternativa (a la síntesis) de medicamentos.
- En esta segunda opción, se plantean los objetivos de acuerdo a los intereses en juego; por un lado, utilizando diversos canales y sustentos, la industria farmacéutica propicia el aislamiento y modificación de las mo-

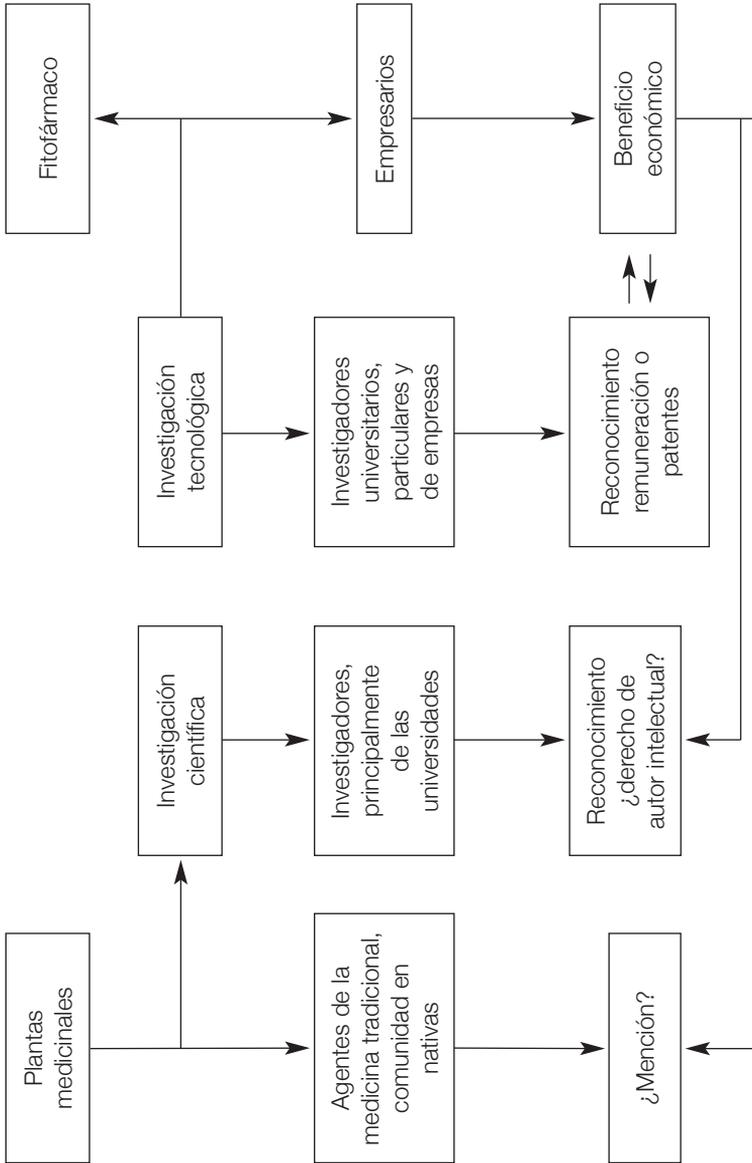
léculas bioactivas obtenidas de las plantas –¿para mejorar la acción farmacológica o disminuir la toxicidad o para tener opción de patentarla?–, para luego la obtención de dichas moléculas por síntesis.

- En el otro lado, en los países menos desarrollados –pero propietarios de los recursos biológicos–, se propone la investigación de las plantas medicinales para obtener nuevos medicamentos o sustitutos de los existentes a partir de las mismas plantas, a través de “tecnologías intermedias”, obteniendo tinturas, extractos fluidos, atomizados, etc., tal como sucedía hasta mediados del siglo pasado –antes del auge de las síntesis de medicamentos– pero con el aporte de los nuevos conocimientos científicos y tecnológicos.



- En la investigación de plantas medicinales, que tiene como objetivo la obtención de fitofármacos, la relación entre los diferentes actores es totalmente asimétrica; mientras que en el origen del proceso, los conocimientos tradicionales, las comunidades indígenas o los sanadores tradicionales en raras ocasiones son mencionados, los investigadores científicos reciben el reconocimiento de sus publicaciones, vulnerando con frecuencia los derechos de autor intelectual. Los investigadores tecnológicos reciben los beneficios de las investigaciones por encargo o de patentes. Por su lado, los empresarios –que se encargan de poner la envoltura final al caramelo–

Desarrollo de fitofármacos



reciben la gran parte de los beneficios económicos. Debemos exigir una redistribución adecuada que beneficie también a las comunidades nativas, sanadores tradicionales e investigadores científicos.

Alternativas en la relación medicina tradicional- investigación de plantas medicinales

- Sistematización de la medicina tradicional:
 - Farmacopea tradicional andina.
- Reconocimiento a la propiedad intelectual de los conocimientos colectivos y tradicionales de nuestros pueblos.
- Reconocimiento a los derechos económicos por la utilización de los conocimientos colectivos y tradicionales.

Laboratorio de Productos Naturales

El Laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga se constituyó en 1985 con el objetivo de estudiar las plantas que se utilizan en la medicina tradicional en el departamento de Ica y formular la fitofarmacopea de Ica, como una contribución a la fitofarmacopea peruana (ver <www.fito.unlugar.com>).

Mediante entrevistas a los agentes de la medicina tradicional, encuestas a usuarios, trabajo de campo para recolectar las especies y clasificación taxonómica, inicialmente, se estableció la flora medicinal iqueña, conformada por noventa y tres especies que constituyen la temática de nuestras investigaciones y que nos permitió elaborar la *Guía terapéutica tradicional de plantas medicinales de Ica*.

Fitoquímica

- En esta área, se han aislado e identificado por espectroscopía molecular: sesquiterpenos, lactonas, esteroides, flavonoides, saponinas, alcaloides.
- Se han evaluado las diversas técnicas de extracción en diferentes especies.
- Se ha establecido un procedimiento para identificación de especies vegetales o sus diferentes productos, por UV-vis.
- Se desarrollan técnicas analíticas cuantitativas, con el objetivo de estandarizar los diferentes preparados de las plantas.

Ensayos biológicos

En proceso simultáneo con la evaluación fitoquímica, se realizan ensayos para determinar:

- Actividad antiinflamatoria.
- Analgésica y antihistamínica.
- Inhibición a XO y β -Glu.
- Enlazamiento al ADN.
- Hipoglicemia.
- Hipotensora.

Preparación de fitofármacos

Desde hace tres años los temas de tesis están orientados principalmente a consolidar la investigación científica y a obtener fitofármacos con los requerimientos técnicos, científicos y tecnológicos.

Resultados obtenidos en el estudio de plantas medicinales de Ica

Evaluación de la inhibición de la enzima β-gluconidasa			
Nombre botánico		Parte	Resultado
1	<i>Ambrosia peruviana</i>	Hojas	Positivo
2	<i>Baccharis lanceolata</i>	Hojas	Positivo
3	<i>Bidens pilosa</i>	Raíz	Positivo
4	<i>Euphorbia hirta</i>	Partes aéreas	Positivo
5	<i>Flaveria bidentis</i>	Hojas	Positivo
6	<i>Leucaena icocacephalo</i>	Hojas	Positivo
7	<i>Pelargonium odoratissimum</i>	Hojas	Positivo
8	<i>Pluchea chingoyo</i>	Hojas, flores	Positivo
9	<i>Spilanthes beccabunga</i>	Rizomas	Positivo
10	<i>Taraxacum officinale</i>	Partes aéreas	Positivo
11	<i>Tessaria integrifolia</i>	Hojas, flores	Positivo
12	<i>Walteria ovata</i>	Raíz	Positivo

Evaluación de la inhibición a la enzima xantino oxidasa			
Nombre botánico		Parte	Resultado
1	<i>Leucaena icocacephalo</i>	Hojas	Positivo C150 11 ug/ml
2	<i>Pluchea chingoyo</i>	Hojas	Positivo C150 10 ug/ml
		Flores	Positivo C150 8 ug/ml
3	<i>Pelargonium odoratissimum</i>	Hojas	Positivo C150 12 ug/ml

Evaluación del enlazamiento al ADN			
Nombre botánico		Parte	Resultado
1	<i>Ambrosia peruvia</i>	Hojas	Positivo (DP= Positivo)
2	<i>Lactuca sativa</i>	Hojas	Positivo (DP= Negativo)
3	<i>Pluchea chingoyo</i>	Hojas	Positivo (DP= Positivo)
		Flores	Positivo (DP= Positivo)
4	<i>Tessaria integrifolia</i>	Hojas	Positivo (DP= Positivo)
		Flores	Positivo (DP= Positivo)

Evaluación de actividad antioxidante			
Nombre botánico		Parte	Resultado
1	<i>Citrus aurantium</i>	Hojas (DM)	Positivo (400%)
2	<i>Spondia purpurea</i>	Hojas (A)	Positivo (89%)
3	<i>Tamarindus indica</i>	Hojas (DM)	Positivo (72%)
4	<i>Cichorium intybus</i>	Partes aéreas (A)	Positivo (65%)
5	<i>Spilanthes beccabunga</i>	Partes aéreas (E)	Positivo (55%)
6	<i>Persea americana</i>	Hojas (A)	Positivo (53%)
7	<i>Ipomea batata</i>	Hojas (A)	Positivo (31%)
8	<i>Heliantus annus L</i>	Hojas (A)	Positivo (27%)
9	<i>Vitis vinifera var. Quebranta</i>	Hojas (A)	Positivo (18%)
10	<i>Hidrocotyle umbellata</i>	Hojas (DM)	Positivo (4%)

Salud y extirpación de idolatrías

Marco Antonio Valencia

Residencia Médica en Salud Familiar Comunitaria Intercultural
Ministerio de Salud y Deportes, Bolivia

Resumen

En la primera parte del trabajo expresamos los conceptos de la Organización Mundial de la Salud en relación a la concepción de salud de los pueblos de Abya Yala, desde una visión holística e integral, en reciprocidad y complementariedad con la naturaleza.

Estudiamos conceptos de cosmovisión: la interpretación de la totalidad del universo que posee cada cultura. En el caso del mundo andino, esta interpretación llega a leyes naturales y sociales que se estructuran bajo un dominio común, para armonizarse con la naturaleza en una visión del espacio-tiempo de una sola dimensión, expresada en su lengua y con principios que rigen dicha armonía.

El cuerpo humano tiene la misma representación que la tierra, pues sus lexemas son los mismos que los de la tierra. Esto llevó a conductas de vida tanto en la paz como en la guerra.

La extirpación de idolatrías fue un proceso derivado del santo oficio del tribunal de la inquisición para acabar con la ritualidad religiosa ligada íntimamente a su forma de vida y a sus conocimientos, dentro de la cual estaba la salud, asociada a su manutención y restauración.

El concepto de respeto a toda forma de vida fue violada con la llegada de otras culturas ajenas al contexto andino amazónico.

Actualmente las determinantes socioeconómicas de la salud son: producción, alimentación, vivienda, energía, recreación, vestimenta, ambiente, es-

tilo de vida. Ellas fueron extirpadas del mundo andino so pretexto de ser idolatrías, lo que conllevó al deterioro de su buen vivir.

En naciones y pueblos de los Andes persisten estas interpretaciones de la totalidad del universo, con las cuales las concepciones académicas de la salud deben establecer vínculos de reciprocidad y complementariedad.

Palabras clave: salud, extirpación, idolatrías, cosmovisión.

Salud

Para la OMS/OPS, la salud es el bienestar bio-psico-social del individuo y no solamente la ausencia de enfermedades o dolencias.

Para entender cualquier tópico en el mundo andino (salud, textil, música, astronomía, agronomía, zootecnia, etc.) en el mundo andino, se debe entender primero la concepción holística a la que responde su cosmovisión. Como parte de esta concepción, la salud es la armonía de la comunidad con la naturaleza, esto es, con todo lo que le rodea. La salud, en la cosmovisión andina, no sólo refiere al individuo. El todo es mayor que la suma de las partes. En tal sentido empezaremos definiendo dicha cosmovisión.

Cosmovisión andina

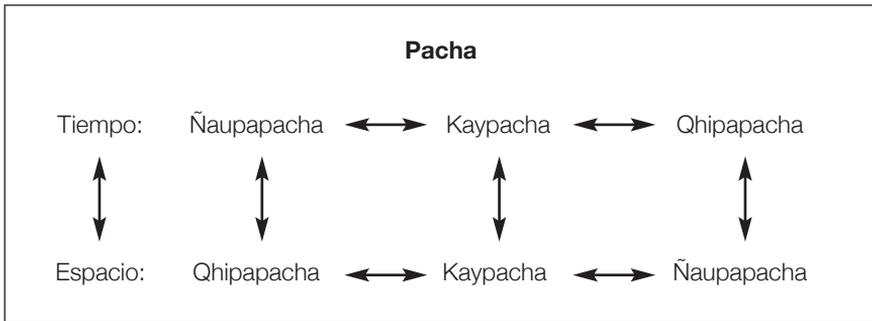
La cosmovisión, que tiene otros nombres como: cosmología o cosmos-cimiento, presenta variadas interpretaciones, pero adoptamos la que indica una interpretación del mundo en su totalidad.¹ Comprende el conjunto de ideas comunes a una cultura que expresan el orden básico del universo; es decir: la geometría general del espacio y tiempo, las fuerzas promotoras de los acontecimientos naturales y sociales y los principios de interconexión entre ellos, clasificados coherentemente y relacionando a los seres humanos con los demás fenómenos en un sistema de causalidad que determina la acción con la naturaleza y la sociedad. El pensamiento andi-

1 Vicente Fantone, dir., *Diccionario enciclopédico*, t. III, Buenos Aires, Arístides Quillet, 1960, p. 77.

no distingue las esferas natural y social, pero las entiende a través de un conjunto de leyes, bajo un dominio común. En el pensamiento andino el espacio y el tiempo están amarrados, íntimamente eslabonados y esta interrelación se expresa en la lengua.

Por su parte, el pensamiento occidental ha hecho una fuerte distinción entre las leyes que gobiernan el orden natural y las que operan en el orden social.² En la cosmología occidental clásica (pre-Einstein) el espacio y el tiempo son considerados como dimensiones distintas que se reflejan en la estructura semántica y gramatical de esas lenguas.

A continuación expresaremos en forma didáctica tal situación:



El término *pacha* se refiere tanto al espacio como al tiempo y al mundo entero. Las palabras *ñaupapacha* y *qhipapacha* incorporan referencias espacio temporales más específicas: *ñaupapacha* significa antiguo, anterior, antes, en su aspecto temporal; en su significado espacial significa adelante. *Qhipapacha*, temporalmente significa siguiente, próximo; espacialmente es detrás. Es decir, el futuro está atrás porque se lo desconoce, no se lo puede ver mientras que el pasado está adelante porque se lo conoce y puede ver. Esto plantea una contradicción con las lenguas europeas.

La distribución espacial de sus tierras la realizan mediante: *janan* (arriba), *chaupi* o *kay* (medio) y *urin* (abajo). Al mismo tiempo, esta distribución es aplicada a esferas más grandes como cielo, tierra y subsuelo –cada uno con sus elementos constituyentes– como lo explica el dibujo de Juan Santa

2 María Ofelia Burgos Lingán, *El ritual del parto en los Andes*, Nijmegen, Katholieke Universiteit Nijmegen, 1995, p. 19.

Cruz Pachakuti Yamki Salkamaywa. Según Earls y Silverblatt, las propiedades topológicas de este universo andino son equivalentes a la topología del universo identificado en la cosmología relativista einsteniana.³

Tiene importancia mencionar la composición de cada una de las tres esferas: (a) *janax pacha*, formada por *apu qhun illa tixsiw Wiraqhucha* –sol, luna, estrellas, rayo, arco iris–; (b) *kay pacha* constituido por *pachamama*, *pachaqamax*, *mamaqhucha*, *achachilas*, seres humanos, animales, plantas. Espacialmente se divide a su vez en *janansaya* (arriba) y *urinsaya* (abajo); (c) *ukhu pacha*, formado por lo subterráneo –manantiales y volcanes– representados por *supay*, *amaru*, los muertos que inician el viaje hacia planos superiores. Aquí hacemos notar que *ukhu* significa cuerpo humano,⁴ lo que significa una profunda asociación cuerpo-tierra.

Cabe resaltar que *pachaqamax* está constituido por dos raíces: *pacha* –espacio-tiempo– y *qamax* –“anima”–, que transmite una fuerza vital de una fuente animante asociado a un dios regional o antepasado; así *qamasqa* es el animado, conocido por los conquistadores como hechicero. *Qama* no es el concepto cristiano de “crear”, producto de una visión del mundo monoteísta donde el dios supremo es el origen de lo visible y lo invisible.⁵

El concepto de *supay* significa la sombra de los antepasados y guardián del *ukhu pacha* que, a partir del siglo XVII y al no tener otra analogía en la religión judeocristiana, se asocia a satanás.

Pachamama, divinidad que tiene el significado de pacha –ya expresado anteriormente– y el sufijo –*ma*, que denota lo femenino: deidad femenina del espacio-tiempo. La significación de –*ma* fue encontrada por Nicolás Vincent, luego de revisar los archivos de los juicios por pleitos de cacicazgo, durante los primeros años de la colonia. De allí que pensamos que el nombre original debió haber sido *pachama*, pero redobla el sentido femenino con *ma-ma*. Es la deidad encargada de brindar todo lo necesario a los seres del *kay pacha* para desarrollar la vida; luego de la conquista esta deidad fue asimilada a la concepción de la virgen María. La terminología de las divinidades en muchos casos se ha perdido y en otros se ha distorsionado, por el proceso de la extirpación de idolatrías.⁶

3 *Ibid.*, p. 23.

4 Jesús Lara, *Diccionario keshwa-castellano*, La Paz, Amigos del Libro, 1978, p. 274.

5 Gerard Taylor, *Ritos y tradiciones de huarochirí*, Lima, Lluvia, 1999, p. XXI-XXII.

6 La principal actividad de dichas extirpaciones se llevaron a cabo bajo indicaciones del virrey Francisco Álvarez de Toledo y Figueroa en 1568. Perteneció a la orden religiosa militar de Al-

Burgos indica la existencia de cinco principios de interacción que operan en el orden andino: *ayni*, *mit'a*, *pallqa*, *tinku*, y *amaru*, a los cuales añadimos el *yanantin*, *jiwasa*, *kuti*, que se los define a continuación.

Ayni, el más conocido, significa reciprocidad. Existe el *ayni* simétrico, cuando el intercambio es equivalente –generalmente entre los seres humanos– y asimétrico, cuando el intercambio es desproporcionado, por ejemplo entre el ser humano y sus divinidades. Existe *ayni* entre la gente y los animales; entre los elementos del *janaxpacha*, *kaypacha* y el *ukhupacha*. Todo el universo es *ayni*. Aquí es importante la noción de complementariedad y su potencial de transformarse en relaciones rotativas y jerárquicas.⁷ La historia lo demuestra cuando *Wayna Qhapax* estaba enfrascado en la guerra contra los kayambis del norte (Ecuador). El inka necesitaba refuerzos y por la premura del tiempo ordenó entrar en batalla al ejército recién llegado del sur, comandado por generales deudos suyos, prescindiendo del ritual de reciprocidad, por lo que el jefe *Michikuaqamayta* y los orejones emprendieron el regreso. El inka tuvo que apresurarse a realizar el ritual de reciprocidad y así volvieron a pelear valerosamente.⁸

Mit'a se refiere al conjunto de los ciclos de rotación complementaria y sirve para transformar un orden espacial en un orden temporal y viceversa. Esto se da en la rotación de los cultivos en la chacra. Podemos entender la *mit'a* como un principio que vincula dos sistemas de relaciones rotativas en un circuito temporal del calendario y un circuito compuesto por varios tipos de órdenes, que pueden ser expresados en términos de espacio, trabajo, organización social y política y en la agricultura.

Pallqa se refiere a una bifurcación de una cosa en dos, sin implicancia de dirección; es estático y temporalmente reversible. Ejemplo: la bifurcación de dos caminos que pueden partirse o dividirse; el puente que es bidireccional. *Tinku* también es noción de bifurcación pero en sentido contrario. Se aplica al sentido de encuentro, es unidireccional en el espacio e irreversible en el tiempo. Ejemplo: el encuentro de dos ríos; éstos siempre se unen, no se dividen (unidireccionalidad espacial en el tiempo) y una vez unidos jamás pueden separarse en sus componentes originales (irreversibilidad temporal).

cántara, encargada de formar caballeros para la lucha contra los infieles moros. V. Fantone, dir., *op. cit.*, t. VII, p. 275.

7 M. O. Burgos L., *op. cit.*, p. 24.

8 María Rostworowski, *Historia del Tahuantinsuyu*, Lima, FIMART, 2001, p. 77.

Tinkuna era el lugar donde se juntaban los ríos y se lavaban para que se llevaran las enfermedades.⁹ Aún se mantiene el lavado de ropas de los difuntos en muchas regiones de Bolivia. Si el orden y equilibrio del universo se mantienen por el trabajo ordenado en términos de *ayni*, *mit'a*, y *pallqa*, el *tinku*, a su vez es el resultado de los principios del trabajo además del modelo natural para la armonización continua del trabajo con el universo. Estos cuatro principios tienen que ver con la estabilidad y el equilibrio de la vida social y del universo.

Amaru –serpiente, en quechua– es el principio que simboliza la acción de las fuerzas que se hallan en un estado de desequilibrio y fuera del control humano. Generalmente cuando existe asimetría en los anteriores principios se da el *amaru* para reestablecer un nuevo estado de equilibrio. Existen estudios que indican un estado anterior a los inkas, cuyo principal ritual estaba asociado a las estrellas, concretamente a la cruz de sur (*chakana*), con el objetivo de construir la ruta de *wiraqhocha* o *qhapax-ñan* y que los inkas desplazaron y entronizaron al sol como deidad principal, diciendo pertenecer a la casta de los *Amaru*.¹⁰ Esto da otra pauta más al significado de *amaru*, asociándolo al cambio, a la revolución; de ahí que el motivo de las denominaciones de *Tupax Amaru* y *Tupax Katari* –serpiente, en aymara– no fueron casualidades sino causalidades, para tratar de sacudirse del yugo español mediante la violencia.

Yanantin. Para entender el pensamiento andino es importante conocer el concepto de complementariedad, a través del que lingüísticamente significaría ayudante y ayudado, unidos en una categoría única. Expresa la esencia dinámica de la interrelación. La simbología en espejo permite expresar los contenidos implicados y atribuidos en la visión de la dualidad; tal es el caso de los ojos, orejas, fosas nasales, mamas, ovarios, testículos, extremidades superior e inferior, arriba y abajo, derecha e izquierda, cóncavo y convexo.

Awqa significa la oposición de los contrarios como caliente y frío, seco y húmedo. Estos dos principios –*yanantin* y *awqa*– mantienen una permanente relación que se expresa más intensamente en lo referente al género. En la condición humana, hombre y mujer permanecen en un juego de *awqa* y *yanantin*. La mujer y el hombre no somos iguales. La cultura europea intenta una igual-

9 Pablo Joseph de Arriaga, *La extirpación de la idolatría en el Perú, 1621*, Lima, Imprenta y Librería Sanmartí, 1926, p. 51.

10 Wamán Puma, *1610. Nueva crónica y buen gobierno*, México, Siglo XXI, 1998, p. 63.

dad hipócrita de género mientras que en el mundo andino no existe la igualdad porque biológicamente somos diferentes, aunque existe una complementariedad y oposición permanentes, en armonía con la naturaleza.

Jiwasa –primera persona en idioma aymara– es el principio que expresa el “nosotros” de manera incluyente, donde no se encuentra en primer lugar el yo, como sucede en las culturas del norte. El nosotros comprende a toda la naturaleza, a todo el territorio.

Dado que la actividad principal era la agrícola, para el hombre y la mujer andinos era muy importante la correlación del calendario agrícola con el calendario astronómico. Este último estaba constituido por la Vía Láctea (*mayu*), el sol (*inti*) y la luna (*killu*); en la primera regían la *qullqa* o *q'utu* (Pléyades o las siete cabretillas), *chakana* (Cruz del Sur) y *yakana* (constelación oscura de la llama), que para un observador del hemisferio sur es el centro de la Vía Láctea, que servía de orientación en espacio-tiempo. Los inkas utilizaron a la Vía Láctea para calcular los tiempos de los solsticios según la salida heliaca¹¹ de la Cruz del Sur. El Sol está en el curso central de la Vía Láctea dos veces al año: el 20 de diciembre y el 20 de junio. Las fechas de salida y puesta de la Cruz del Sur están en los límites de la estación agrícola andina, es decir septiembre y abril, para la siembra y la cosecha.¹² Durante la presencia de *yakana* y *chakana* no hay lluvias, rige el viento, lo cual coincide con los ritos y tradiciones de *Huaro chirí*, indicando que *yakana* baja durante las noches para beber el agua de la tierra y así ésta no se inunde.¹³ La *q'ullqa* durante las noches que brilla, indica la época de producción de agua; por ello se tocan los instrumentos musicales de la familia de los pingullos para bañar la Tierra con sonido de agua. Durante las noches en que brilla la *chakana* se tocan instrumentos de la familia del situ, desde la fiesta de la *chakana*, suplantada por la fiesta de la Cruz de Mayo o el Señor de Mayo, en las apachetas –cumbres de los cerros, actualmente con implantes de cruces cristianas– que eran lugares sagrados de observación astronómica y pronóstico del espacio-tiempo.

La investigación del arquitecto Carlos Milla Villena –expresada en *Génesis de la cultura andina*– nos demuestra que la geometría y arquitectura andinas nacen a partir de la cruz del sur, aplicando estructuras geodésicas

11 Se denomina salida heliaca de una estrella al primer día que una estrella es visible en el Este antes del alba, y puesta heliaca al primer día que se pone en el Oeste una estrella antes del alba.

12 M. O. Burgos L., *op. cit.*, p. 37.

13 G. Taylor, *op. cit.*, p. 374-375.

para construir gigantescas formas geométricas en forma de cruz cuadrada, en cuyos puntos importantes se ubican ciudades o pueblos andinos muy conocidos como Potosí, Oruro, Tiawanaku, Carabuco, Cuzco, Cajamarca, que pertenecen al trazado de la ruta de *Wiraqhucha* o de *Qhapaxñan*.

La importancia de este breve análisis de sistemas de orientaciones en los Andes radica en la connotación astronómica, calendárica y ritual, otorgada a ellas por la civilización andina como base fundamental sobre la que se construye el orden cósmico y que actualmente se mantiene de acuerdo a expresiones vertidas por originarios del proyecto *Willaxkuna*, en Potosí.

Visión andina del cuerpo

A continuación se describe el concepto andino del cuerpo humano, para lo cual iniciamos con una reseña histórica del cuerpo humano en los Andes en relación a la muerte y la vida, desde la prehistoria hasta la República.¹⁴

Hasta hace quince años se pensaba que las momias egipcias eran las más antiguas, por tener una antigüedad de 4.000 aC. Sin embargo en la actualidad se tiene conocimiento sobre las momias de Chinchorro, en las costas tiawanakutas, llamadas Atacama (actual Chile), que tienen una antigüedad de 7.000 aC.

La denominada cultura megalítica, aproximadamente 1.200 aC, se estableció a través de un hallazgo arqueológico en Sora Sora –al sudeste de la ciudad de Oruro– donde se encontraron dos entierros: uno de una criatura dentro de un cántaro y otro de un adulto, en tierra, en posición de costado y encogida.¹⁵ Posteriormente, a lo largo de los Andes se han encontrado momias preparadas en cistes de diferente calidad. De entre esos hallazgos resaltamos –por tratarse del área de nuestro estudio– los encontrados en el departamento de Potosí: las *chullpas* de Lipez, Chichas; las torres *chullpas* de Qallcha, construidas en piedra, de hasta cuatro metros de altura; tumbas en *Killpani*, *Kayara*, con abundante ajuar funerario.¹⁶ Esto explica la impor-

14 Marco Valencia, “El cuerpo humano entre originarios y cirujanos”, tesis de salud intercultural, Proyecto Willaxkuna, Potosí, 2001.

15 Dick Edgar Ibarra Grasso, *Prehistoria de Bolivia*, La Paz, Amigos del Libro, 1965, p. 69-70.

16 *Ibid.*, p. 260 y 275.

tancia atribuida al cuerpo humano aun después de la muerte, por el sentido de perennización.

Los inkas tenían la costumbre de momificar a sus difuntos para conservarlos y hacerlos participar de sus actividades, sobre todo de las más importantes. Las momias componían las *panakas*¹⁷ de la nobleza incaica y le daban la misma o mayor importancia que a los seres vivos.

Estas momias recibían la denominación de *malkis* en la sierra y *munaos* en la costa; eran enterradas en lugares especiales llamados *machay*.¹⁸ Este mismo autor, que fue un gran extirpador de idolatrías, menciona que durante su primera visita –entre febrero de 1617 a julio de 1618– se quemaron, entre otros objetos de culto, 617 *malkis*. A los niños mellizos –*curi* o *chuchus*– que morían a temprana edad se los llamaba “hijos del rayo”, así como los niños nacidos de pie –*chaxpas*– eran metidos dentro de vasijas de barro y se los guardaba, para su culto.

Porras Barrenechea recoge un relato de Pedro Pizarro: “Estaban los indios en manera de embalsamados: y juntos con ellos estava una mujer biva con una máxcara de oro en la cara ventando con un aventador el polvo y las moscas: y ellos tenían en las manos un bastón muy rico de oro”.¹⁹

En territorios del Collao y Charcas los grandes señores se enterraban con ropas, riquezas, mujeres y sirvientas. Otras mujeres se trasquilaban y lloraban de cuatro a diez días, en medio de sones tristes de flautas y tambores. Los aposentos de estos muertos eran de mayor adorno que los de los vivos.²⁰

Las momias tenían su principal fiesta en *aya markay killa* (mes de llevar difuntos). Se las sacaba de sus *pukullos* (bóvedas pequeñas), se las colocaba ricas vestimentas y plumas en la cabeza y se las cargaba en andas; se las ofrecía comidas y bebidas y luego se danzaba y cantaba con ellas por calles y plazas para, finalmente, retornarlas a sus *pukullos*.²¹

En la época de los inkas –y aún posterior a ellos– existía el *paqarikux*: velación al difunto con cantos y un juego denominado *wayrusitha* o *pikasitha* o *pizca*, que consistía en tirar una especie de cinco dados de cinco caras

17 Panaka es la descendencia, generación de cada soberano inka, a partir de Manku Qhapax.

18 P. J. de Arriaga, *op. cit.*, p. 1.451.

19 Raúl Porras Barrenechea, *Las relaciones primitivas de la conquista del Perú*, Lima, Librería e Imprenta Minerva, 1967, p. 93.

20 Pedro Cieza de León, *La crónica del Perú. 1553*, Lima, Peisa, 1973, p. 165 y 227.

21 W. Puma, *op. cit.*, p. 256 y 257.

durante el velorio, para evitar el sueño de los dolientes durante las cinco noches que duraba el velorio, para que los muertos puedan iniciar su viaje por el *ukhu pacha*.²² Luego de este ritual llevaban al pariente más cercano a la fuente o corriente del río que tenían señalado, allí se lo zambullía tres veces y se lavaba toda la ropa del difunto.²³

En el antiguo mundo andino, en el equinoccio de primavera, se practicó la festividad de la *sit'wa*: todos se levantaban a media noche y se iban a bañar, para quedar limpios de toda enfermedad.²⁴

Los chankas tenían una momia de un gran guerrero llamado *Usquwillka*, que la llevaban en todas sus batallas. En la guerra entre inkas y chankas (1430-1440), durante el asedio a la capital del incario defendida por *Kusi Yupanki* –más tarde llamado *Inka Pachakuti*– los inkas, que se hallaban en desventaja numérica, lograron derrotar a los chankas cuando en plena batalla *Kusi Yupanki* se apoderó de dicha momia. Así mismo, los cuerpos de los jefes militares chankas fueron decapitados (para que no retornen) e hicieron tambores con la piel del enemigo; el cadáver del jefe militar *Inca Vikakirau* fue metido en el tronco de un árbol que ahuecaron (para que siga en el *kay pacha*).²⁵

Según los documentos de idolatrías se sabe que todo antepasado es un *wak'a* y que los inkas adoraban a cuerpos muertos; también denominados *mallki*.²⁶

Para estas culturas, el cuerpo mantenía su vigencia luego de la muerte. Así, las momias de los inkas continuaban gobernando –funcionando como una especie oráculos– manejadas por los sacerdotes. Se llegaba al punto de que, en el caso de castigar a un individuo por una culpa cometida, se castigaba a toda su familia, incluidos los cadáveres de sus antepasados, para lo cual se violaban las tumbas y quemaban las momias, para luego esparcir sus cenizas o reubicarlas en sitios degradantes.²⁷

Pease plantea que los visitantes Juan de Mori y Hernando Alonso Maltipartida, en 1549, hallaron numerosas formas de entrega de mano de obra al

22 Waldemar Espinoza Soriano, *Los Inkas*, Lima, Amaru, 1997, p. 180.

23 P. J. de Arriaga, *op. cit.*, p. 60.

24 Pedro Sarmiento de Gamboa, *Historia de los inkas*, Buenos Aires, Imprenta López, 1942 [1572], p. 109.

25 *Ibid.*, p. 101; W. Espinoza S., *op. cit.*, p. 71-72.

26 Franklin Pease, *Los últimos inkas del Cuzco*, Madrid, Alianza, 1991, p. 74.

27 W. Espinoza, *op. cit.*, p. 414.

inka, entre las cuales destaca la de ciento cincuenta personas como guardas del cuerpo de *Tupa Inka* y veinte para el cuerpo de *Wayna Qhapax*.²⁸

La sentencia al inka *Atauwallpax* a ser quemado vivo en la hoguera fue conmutada a la pena del garrote, con la condición de que se convirtiera al cristianismo. Dado que nada había peor en el mundo andino que sufrir la pérdida del cuerpo –pues ello impedía la momificación y consecuente perennización– el inka prefirió aceptar el bautizo a ser convertido a cenizas. Jerez da cuenta que *Atauwallpax* murió con mucho ánimo, sin mostrar ningún sentimiento.²⁹

Los españoles conocieron la importancia que tenía el cuerpo para los andinos, por lo que los amenazaron con quemarlos vivos si no revelaban las minas de oro y plata; en ocasiones llevaron a la práctica su amenaza, como es el caso del sacerdote *Caxalliuya Tamalliuya* que fue quemado junto a otros treinta sacerdotes.³⁰ Francisco Pizarro y Diego de Almagro quemaron a *Qhapax Apu* –segunda autoridad después del inka– dentro de su casa y junto a otros nobles, al ser requerido por oro y plata.³¹

Tupac Amaru Inka, de 15 años de edad y heredero legítimo del incario, fue degollado en 1572, por órdenes del virrey Francisco de Toledo.³²

En respuesta a estas actitudes se dieron continuos levantamientos indígenas a lo largo de los Andes. Entre ellos, el *taki unquy*, liderado por Juan Choche durante la década de 1560 y caracterizado por el retorno hacia las actividades milenaristas tradicionales andinas;³³ el movimiento del *murú unquy* –viruela o enfermedad de las manchas– que se desarrolló en 1590 para retornar a los dioses andinos porque pensaban que esta enfermedad era a causa del olvido de sus dioses; la rebelión de Juan Santos Atawallpa desde 1742 a 1761, con ideas milenaristas.³⁴ Sin embargo, ninguno tuvo la magnitud y la fuerza que tuvieron los levantamientos entre 1780-1782 en Perú y Alto Perú con el cacique de *Tungasuka* José Gabriel *Condorkanki*, más conocido como *Tupax Amaru*; el kuraka Tomás Katari, en Chayanta, con sus primos hermanos Dámaso y Nicolás; el kuraka Julián Apaza, más conocido

28 F. Pease, *op. cit.*, p. 49.

29 M. Rostworowski, *op. cit.*, p. 194.

30 G. Taylor, *op. cit.*, p. 235.

31 W. Puma, *op. cit.*, p. 396.

32 *Ibid.*, p. 451-452.

33 F. Pease, *op. cit.*, p. 164.

34 Nicolás A. Robins, *El mesianismo y la rebelión indígena*, La Paz, Hisbol, 1997, p. 66.

como *Tupax Katari*, en La Paz.³⁵ Durante esta rebelión, en Sangarara (Cuzco), se produjeron actos de canibalismo: en Kalka los indios capturaron a dos comandantes españoles y comieron sus corazones y bebieron su sangre.³⁶

Tupax Amaru dejó el cuerpo mutilado del corregidor Arriaga de Tinta expuesto durante cuatro días, sin entierro, para asegurarse que nunca podría retornar. Tal situación ocurría también en Copacabana, Oruro, Carangas, Calca, La Paz, Juli, Macha; alegando órdenes de *Tupax Amaru*,³⁷ al igual que en Colcha, Chichas.³⁸

La contrarréplica española tuvo similares características. Clemente Menacho, Diego Flores, Juan Azurduy y Nicolás Iriarte fueron colgados, descuartizados y arrastrados por las calles. Finalmente, sus cabezas se exhibieron públicamente en Oruro.³⁹ Dámaso Katari fue ahorcado y luego descuartizado el 7 de abril de 1781 en la ciudad de La Plata.⁴⁰ El 7 de mayo de 1781 Nicolás Katari y Simón Castillo fueron ahorcados, descuartizados y sus cabezas puestas en los caminos.⁴¹

Claudio Andrade Pinilla, luego de una revisión de los archivos y Biblioteca Nacional de Bolivia, extrae la existencia de las siguientes sanciones para los rebeldes. La primera categoría consistía en el ahorcamiento, descuartizamiento, exposición pública e incendio de propiedades. La segunda estipulaba pérdida de dos orejas y de la mitad de bienes, 200 azotes y trabajo durante dos años en las minas de Potosí. La tercera categoría consistía en la pérdida de una oreja y de la tercera parte de sus bienes y trabajo en panadería por un año. La cuarta, corte de pelo, 100 azotes y vergüenza pública.⁴²

La importancia de la totalidad del cuerpo se manifiesta durante las rebeliones andinas a lo largo de la colonia, observándose el desmembramiento corporal como forma de castigo, para que la persona no vuelva a este mundo (*kay pacha*).

Durante la República nos remitimos a los encuentros entre *Laymis* y *Qaqachakas*, durante los cuales se produjeron mutilamientos del cuerpo,

35 *Ibid.*, p. 85-86.

36 *Ibid.*, p. 96.

37 *Ibid.*, p. 96, 170 y 171.

38 N. A. Robins, *op. cit.*, p. 76, 85, 93 y 111.

39 *Ibid.*, p. 140.

40 Claudio Andrade Padilla, *La rebelión de Tomás Katari*, Sucre, Andes Sur, 1994, p. 109.

41 *Ibid.*, p. 117.

42 *Ibid.*, p. 158-159.

poniendo énfasis en la cabeza y en los órganos genitales. El último de estos hechos conocidos se documentó en el periódico *Presencia* de La Paz, el 19 de mayo de 1996, denunciándose actos de canibalismo y mutilación, sin entierro y con abandono del cadáver.⁴³

Toda la reseña histórica en referencia a la muerte y su relación al cuerpo explica por qué en el mundo andino los vivos y los muertos están involucrados activamente en los procesos del universo; por ello, el cuerpo del difunto permite su actividad mientras no exista desintegración, falta de alguna de sus partes o entierro luego de cuatro días.⁴⁴ La indisolubilidad del cuerpo con el espíritu se explica a través de la palabra *ukhuintin*, que significa cuerpo completo. *Ukhu*: adentro, cuerpo; *_ntin*: sufijo de complementación, entereza; esto es, todas las partes forman el interior.

Dada la íntima relación de hombre/agricultura, se considera a la tierra como un ser vivo que posee cuerpo, al igual que el ser humano. El cuerpo de la tierra alimenta al cuerpo humano y en reciprocidad el ser humano debe alimentar al cuerpo de la tierra; por esto, el hombre andino ofrece alimento a la tierra mediante ritos en un lugar denominado *wak'a*, equivalente a santuario. De ahí el cuerpo humano sale de la tierra y debe volver completo a la misma. Por ello el parto es un acto muy trascendental y la placenta debe ser devuelta a la tierra; de igual manera, en el funeral el cuerpo retorna a la tierra para realizar el viaje por el *ukhu pacha* y posteriormente renacer al *kay pacha*. La relación más común con el *janan pacha* es mediante el ciclo del agua, que se encarga de la limpieza y alimentación del cuerpo. El ser andino se contacta con la montaña y ésta a su vez se contacta con las tres esferas. Dentro de esta visión, cada ser humano tiene por analogía su montaña o *wk'a*. Esta cualidad telúrica de los santuarios andinos les permite ser metáfora de orden andino.⁴⁵ En el Cuzco se hallaba la “montaña sagrada”, es decir el punto básico de comunicación de los planos del mundo (*janan, kay y ukhu*), el punto de intersección de los niveles cósmicos.⁴⁶

43 Denise Arnold y Juan de Dios Yapita, “Madre melliza y sus crías. *Ispall mama wawampi*”, en *Antología de la papa*, La Paz, Hisbol, 1996, p. 350-351.

44 Joseph Bastien, *La montaña del Cóndor*, La Paz, Hisbol, 1996, p. 213.

45 *Ibid.*, p. 233.

46 F. Pease, *op. cit.*, p. 70.

El ritual de alimentación a la montaña se lleva a cabo con sangre, grasa y coca, porque *yawar* (sangre) es el principio vital y *wira* (grasa) es el principio energético.

Como analogía al bautismo, en el mundo andino al nuevo ser se le asigna un santuario a la tierra, por lo que al morir prefieren sus lugares santos que ir a un hospital, donde posiblemente muera sin relacionarse con su santuario.

Existen lugares de la montaña que son santuarios específicos para diferentes actividades rituales del *ayllu* y que representan las partes del cuerpo, donde se realizan ofrendas a la montaña, en diferentes épocas del año o en tiempos mayores. El linaje familiar excava sus santuarios domésticos, dentro y fuera de la casa.

Así mismo, existen santuarios a la tierra a lo largo y ancho de los Andes, con significados específicos según los niveles de la tierra, grupos sociales, tiempo y épocas históricas. Nunca se mezclan las dos clases de santuarios y sus específicos ritos.⁴⁷ Toda montaña sagrada tiene su cabeza (*uma pacha*), cuerpo y más abajo su manantial o *puyyo*, todos comunicados por el río que desciende y luego retorna al *uma pacha*, con una naturaleza restauradora. Según la leyenda, el órgano que es extirpado por una enfermedad no se pierde definitivamente. El río lo devuelve.⁴⁸

Arnold nos indica que entre los *Qaqachakas* la parte superior del cuerpo está más relacionada con lo masculino y la inferior con lo femenino. El comer hueso y las partes duras del cuerpo contribuye al nutrimento de la cabeza y el semen del varón mientras que comer las partes suaves nutre el corazón, sangre y leche de la mujer.

El poder fertilizante de las partes del cuerpo de algún héroe cultural panandino o local, derramadas en la tierra, permitirá que broten de nuevo. Las calaveras de ancestros sobresalientes tienen una profunda relación con el rayo, trueno y lluvia.⁴⁹ Por ello, el hombre teje su *ch'ulu* para tapar su cabeza donde reside el espíritu y así lo protege contra el enemigo y el rayo; la mujer teje su *awayu* para tapar su corazón, donde están la memoria y la inspiración.⁵⁰

47 J. Bastien, *op. cit.*, p. 95.

48 *Ibid.*, p. 191.

49 D. Arnold y J. de D. Yapita, *op. cit.*, p. 354-355.

50 *Ibid.*, p. 358.

El principio masculino fecundante está dado por el rayo, los orines y el *wamani*. El principio femenino de fertilidad está expresado por la *pachama*, la luna, el agua, las *paqarinas* y la menstruación.⁵¹

El espejo reproduce la imagen como un duplicado y la palabra *yanantin* expresa la simetría corporal que se traduce en las piernas, brazos, manos, orejas, ojos, senos y testículos. Ellos son *ichoc* y *allauca* –izquierda y derecha– mientras la boca y el ano son lo alto y lo bajo.⁵²

Los andinos distinguen la convexidad de la concavidad, como características importantes para sus cuerpos y para la tierra. La redondez y oquedad son esenciales para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos de la tierra y del cuerpo; así existen lexemas quechuas que tienen significaciones tanto para el cuerpo como para la tierra.⁵³

Lexema simple	Significado del cuerpo	Significado de la tierra
<i>Uma</i>	cabeza	cabeza de la montaña
<i>pujiu</i>	fontanela	ojo de agua*
<i>uya</i>	cara	cara*
<i>kunka</i>	cuello	abismo pequeño en monte
<i>ñawi</i>	ojo	vertiente
<i>rixra</i>	hombro	hombro del monte
<i>sinqa</i>	nariz	cresta del monte
<i>wasá</i>	espalda	otro lado del monte
<i>chaka</i>	cadera	puente*
<i>chaki</i>	pie	pie de la montaña*

* Corresponden a nuestra investigación.

Lo anterior confirma la existencia de una analogía entre el cuerpo y la tierra que, traducido al concepto occidental, sería el microcosmos y el macrocosmos, con la aclaración de que en el mundo andino esta analogía es religiosa, instintiva, constante y abierta, mientras que en el occidental es intelectual, a intervalos y cerrada. El uso del idioma prueba lo dicho.

51 M. O. Burgos L., *op. cit.*, p. 101.

52 M. Rostworowski, *op. cit.*, p. 22.

53 M. O. Burgos L., *op. cit.*, p. 289.

Sin embargo, Jesús Lara plantea que el estado actual del idioma sólo puede orientarnos a medias. Los autores coloniales no eran lingüistas ni filólogos ni investigadores; eran agentes del dogma y de los intereses de España. Sus obras fueron simples instrumentos de penetración en el mundo espiritual del aborígen, para llenarlo con el pregusto del paraíso celestial y con los horrores del infierno, con lo cual sólo recogieron aquello que podía ser útil para sus fines.⁵⁴

La medicina occidental atribuye las enfermedades a los trastornos internos del cuerpo o al mal funcionamiento de los órganos del mismo mientras que en el mundo andino el mal funcionamiento del cuerpo responde al orden social y ecológico. Las enfermedades son señales de desorden entre la persona y la tierra; los adivinos no curan aislando a la persona en un hospital, lejos de su tierra, sino reuniendo en un rito a los miembros del grupo social del enfermo y alimentando juntos a la montaña. La comunidad y la montaña están vinculadas inseparablemente al cuerpo físico.⁵⁵

Extirpación de idolatrías

Extirpar significa acabar de raíz con alguna cosa, desarraigar, suprimir. Idolatría proviene de la palabra ídolo (imagen, en griego) y latría (adoración); por tanto, idolatría es la adoración a las imágenes o ídolos; es diferente a la dulía, que es la veneración a los santos o a la hiperdulía, que es la adoración a la virgen María. La idolatría también se usa como equivalente a politeísmo, paganismo o gentilismo. Tertuliano (160-245 aC) afirmaba que la idolatría era el crimen mayor del género humano.

Europa tuvo como antecedentes a la inquisición a partir del Concilio de Tours en 1163, con Inocencio III, para reprimir la herejía (negación del dios verdadero). En ese entonces se consideraban tres tipos de idolatrías: las que adoraban a los astros, como los caldeos; a los muertos, como los griegos y a los animales, como los egipcios. En las indias *yalas* recién conquistadas, existían los tres tipos de idolatrías.

54 J. Lara, *op. cit.*, p. 12.

55 J. Bastien, *op. cit.*, p. 165.

El aprendizaje de la fe

La nueva España –en 1513– expide una ordenanza: “Los hijos de los caciques se den a los frailes de la orden de San Francisco, que les muestren a leer y escribir y todas las otras cosas de nuestra fe y que los encomenderos adoctrinen a sus vasallos”.

A raíz de la corrupción del clero en 1517, Martín Lutero, que inicia la Reforma de la Iglesia, consigue muchos adeptos. Ello lleva a que la iglesia en el Concilio de Trento (1545-1563) inicie la Contrarreforma. Bulas papales encargan a la corona española la conversión de los nativos, recomendando que los sacramentos sean explicados en lengua nativa.

Bartolomé de las Casas (1474-1566) plantea que la idolatría no era excusa para invadir los espacios políticos de los indios, mucho menos para maltratarlos o expoliarlos y que el evangelio había que introducirlo con amor, en contraste con Juan Gines de Sepúlveda, que justifica la conquista de América en los términos en que ésta se dio. Pese a la monumental labor de Bartolomé de las Casas, la historia de la extirpación fue una obra de represión.

En 1514 Loayza edita el primer texto oficial contra las idolatrías, indicando que se debe destruir los templos idólatras y construir iglesias sobre sus ruinas. En 1541 el vicario general del Cuzco, Luis Morales, plantea al rey la necesidad de reprimir los cultos incaicos (sol, *huacas*, momias) y propone que se nombre a una persona especializada para luchar contra ellos.

En el Primer Congreso Limense, 1551, se dispone:

Destruir y quemar ídolos y santuarios que se encontrasen en los pueblos de los indios bautizados y de construir una iglesia sobre su emplazamiento. Así como los siguientes castigos corporales: si la idolatría es por vez primera recibirán 50 azotes mas corte de cabello; si es por segunda vez recibirán 100 azotes y la iglesia les quitará el 1/3 de sus bienes, y si es por tercera vez serán remitidos al obispo para que estén en una especie de cárcel.

En 1551 se destruye el famoso ídolo de Copacabana. Entre los extirpadores se encontraba fray Diego de Ortiz.

En 1563 se nombra a Diego de Ortiz como doctrinario del pueblo de Yanacachi, ubicado actualmente en la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, Bolivia, considerado como universidad de idolatría y depósito de hechiceros, puerta de entrada a Vilcabamba.

En 1564 estalla el movimiento *Taki Unquy* (*Ayras*), principalmente en Cuzco, La Paz, Chuquisaca y Guamanga: “para prepararse al retorno de sus Dioses, los nativos danzaban, sin descanso hasta caer en trance, durante, el cual entre temblores y espasmos, renegaban de su catolicismo”.

Cristóbal de Molina indica al respecto: “Creyeron que todas la guacas del reyno, cuantas avían los cristianos derrocado y quemado, avian resucitado y dellos se avian hecho dos partes: los unos se avian juntado con la guaca pachacama y los otros con la guaca Titicaca, y que todos andavan por el ayre hordenando dar batalla a Dios”.

El Segundo Congreso Limense –1567– indica:

En el plazo de tres días deben denunciar wak'as, culto a los muertos, ritos: perforación de orejas, deformaciones craneanas, ritos sexuales. Se debe perseguir a los hechiceros, y si son reincidentes se les aplicará el rigor del derecho. Piden poner fin al comercio de la hoja de kuka por los daños corporales y espirituales a que da lugar.

En 1582-1584 se lleva a cabo el Tercer Congreso Limense, preparándose los primeros materiales de doctrina cristiana en lenguas andinas, bajo la dirección de José de Acosta, con los curas mestizos Blas Valera, Bartolomé de Santiago y Francisco Carrasco. El congreso decreta el encierro de los viejos hechiceros en las casas de reclusión, “de modo que no pudiese con su tracto y comunicación ynfeccionar a los demás indios”. Nótese que las idolatrías estaban asociadas a la peste, algo muy temible en aquellos tiempo-espacios.

En 1585 se redacta el texto “Confesión” en aymara, quechua y castellano.

En 1590, Acosta admite el uso del *kipu*: “Yo vi un manajo de éstos hilos en que una india traia escritura una confesión general de toda su vida, y por ellos se confesaba como yo lo hiciera por papel escrito”.

Martín de Murúa nos indica que en el incario existían cuatro períodos de enseñanza aprendizaje: en el primero aprendían la lengua; en el segundo, *wak'akuna* y religión; en el tercero, *kipus* aritmético y estadístico y en el cuarto *kipus* histórico.

En el siglo XVI era difícil concebir la existencia de pueblos sin “la fe verdadera”. San Agustín, en el siglo V ya afirmaba: “Dios dejó su huella, en su forma trina, al hombre no cristiano”. Bernabé Cobo indica que el sol y el trueno son dioses trinos. José de Acosta habla del dios trino *Tangatanga*, venerado por los indios sacacas de Chuquisaca y Norte Potosí. Se asocia a la virgen María con *Pachamama* y con el cerro de *P'utuxsi* (Potosí), a San

Bartolomé con *Tunupa*, a San Santiago con el *rayo illapa* y a *Pachaqamax* con el Señor de los Milagros.

Joseph de De Arriaga relata que “el Doctor Diego Ramirez halló un indio que caminó 300 leguas, visitó muchas huacas, una de ellas a la entrada de Potosí, llamada Mollo Pongo, muy famosa entre los indios”. La denominación apropiada, según nuestras deducciones, es *Mullu Punku*, punto donde se unían las aguas de arriba con las de abajo, como dice *Titu Kusi Yupanki* (hijo de *Manku Inka*): el mar de arriba con el mar de abajo, para el inicio del espacio-tiempo de lluvias (*ukhupacha*). Se llevaba el *mullu* (molusco *spondylus*) de la costa a los manantiales o *pukhiukuna* de las alturas. Este templo de *Mullu Punku* hoy es llamado “la puerta del diablo”⁵⁶ y su fiesta patronal –en honor a San Bartolomé– es el 24 de agosto.

En 1599 el arzobispo del Cuzco Antonio de la Raya, pide a los jesuitas interrogar a los indígenas en quechua, aymara y pukina. En 1609, Francisco de Ávila realiza la extirpación de idolatrías en Huarochiri. El resumen de su visita –desde febrero de 1617 a julio de 1618– indica: “Se confesaron 5.694 indios, 679 ministros de idolatría que se han descubierto y penitenciado, 603 huacas que se han quitado, 3.418 *conopas*, 617 *malquis*”.

Henrique Urbano, en el estudio preliminar a la obra de Joseph de Arriaga, *La extirpación de la idolatría en el Pirú* (1621), menciona:

Lo que De Arriaga entiende por idolatría es el discurso formal o el lenguaje que expresa la conciencia andina de la percepción de Dios en el mundo. Plasmada en el universo, la idea de Dios Inti, luna, rayo, y todos los elementos, se difunde en todas las cosas y todas las cosas la expresan. No hay en ella la acción de una persona. El universo entero es la imagen de lo divino y las cosas encubren la propia divinidad y son ella misma. Todos los objetos por muy insignificantes que sean, son divinos. De Arriaga se admira de la manera como los indios se apropian de la cosa mas banal para transformarla en Dios. Claro está, su incapacidad para tratar en términos personales a la divinidad y al mismo tiempo, atribuir cualidades de divinidad al universo entero, impide en cierta forma el desarrollo de un discurso teológico basado en la persona”.

De Arriaga, en el capítulo IX de la mencionada obra, indica:

56 En el Abya Yala todo lo que estaba ligado a la religión se asociaba al demonio. Ver Marco Valencia, Willkapachakuna P'utuxsimanta. *Los espacio-tiempos sagrados de Potosí*, Potosí, Fundación Sayjata, 2006.

Muchos de los hechiceros son ambicamayos (*janpikamayux*), como ellos llaman o curanderos, pero con muchas supersticiones e idolatrías que preceden a las curas, y se procura que los curas tengan examinados y bien instruidos a los que han de curar para que, quitado lo que es supersticioso y malo, se aprovechen de lo que es bueno, como es el conocimiento y uso de algunas yerbas y de otros simples de que suelen usar en sus enfermedades.

En la actualidad, la ciencia médica trata de darle sentido científico al descubrimiento y uso del principio activo de la planta, sin tomar en cuenta lo holístico: las visiones de las interpretaciones de la totalidad del universo.

En el Abya Yala el universo entero es imagen de lo divino. El humano no es el rey de la naturaleza sino un ser más, al igual que un gusano o una planta o una piedra; de ahí su respeto por todo, su armonía con la naturaleza, el respeto a la biodiversidad y no su depredación en nombre de la civilización y el desarrollo, hasta llegar al actual deterioro del planeta.

A continuación se resume el Capítulo II de la obra de Joseph de De Arriaga, conservando, en lo fundamental, la sintaxis del texto.⁵⁷

Qué cosas adoran hoy en día los indios y en qué consiste su idolatría

En muchos lugares, especialmente en la sierra, adoran al sol bajo el nombre de *inti o punchao*, que significa día. También adoran a la luna *-quilla-* y a algunas estrellas, especialmente a *oncoy*, que son las siete cabrillas. Adorar a *libiac*, que es el rayo, es muy común en la sierra, por lo que muchos adoptan Libiac o Hillapa *-que es lo mismo-* como su nombre o apellido.

El adorar estas cosas no es todo los días, sino el tiempo señalado para hacerles fiesta, y cuando se ven en algunas necesidad o enfermedad o han de hacer algún camino, levantan las manos y se tiran las cejas y las soplan hacia arriba, hablando con el sol y con Libiac, llamándole su hacedor y su criador y pidiendo que le ayude.

A *mamacocha*, que es el mar, invocan todos los que bajan de la sierra a los llanos, “y le piden en particular que no les deje enfermar y que vuelvan prestos con salud y plata de la mita; esto hacen todos sin faltar ninguno, aun

57 En algunos casos, cuando el texto hace referencia a las determinaciones socioeconómicas de la salud, éste se resalta en párrafos diferenciados.

muchachos muy pequeños”. A *mamapacha*, que es la tierra, también la reverencian, especialmente las mujeres, al tiempo “que han de sembrar y hablar con ella diciendo que les de buena cosecha y derraman para esto chicha y maíz molido, por su mano o por medio de los hechiceros”.

A los *pujyos* –manantiales y fuentes– adoran de la misma manera, “especialmente donde tienen falta de agua pidiéndoles que no se seque”. A cerros altos y montes y a algunas piedras muy grandes también los adoran y mochan, llamándolos con nombres particulares; tienen sobre ellos mil fábulas de conversiones y metamorfosis, que fueron antes hombres que se convirtieron en aquellas piedras.

A las sierras nevadas, llamadas *razu, rao* o *ritti* –nieve– y también a las casas de los huaris, dicen que corresponden a los primeros pobladores de aquella tierra, que fueron gigantes y parece que en algunas partes lo fueron porque se han hallado huesos de increíble grandeza; que si no se los ve o toca con la propia mano no se creería porque, por la proporción de los huesos, deben haber sido seis veces mayores a los hombres de ahora “y de la tierra de ellos llevan para sus enfermedades y para malos fines de amores”.

Invocan a *huari*, dios de las fuerzas, “cuando han de hacer sus *chacaras* o casas, para que se las preste”. A las *pacarinas*, que es de donde ellos dicen que descienden, reverencian también. Como no tienen fe ni conocimiento de su primer origen de nuestros primeros padres Adán y Eva, tienen en este punto muchos errores y todos, especialmente las cabezas de *ayllos*, saben y nombran sus *pacarinas*.

Y ésta es una de las causas por que rehúsan tanto la reducción de sus pueblos y gustan de vivir en unos sitios tan malos y trabajosos, que algunos he visto que era menester bajar por el agua cerca de una legua, y a muchos no se puede bajar ni subir si no es a pie, y la principal razón que dan es que esta allí su Pacarina.

Todas las cosas enunciadas son *huacas* que adoran como a dios y ya que no se les puede quitar de delante de los ojos, porque son fijas e inmóviles, se procura quitárselas del corazón, enseñándoles la verdad y desengañándoles de la mentira. Así es necesario enseñarles muy de propósito las causas de las fuentes y de los ríos y como se fraguan los rayos en las nubes y se congelan las aguas y otras cosas naturales.

Otras *huacas* hay móviles, son las ordinarias y las que van nombradas en cada pueblo, que se les ha quitado y quemado. De ordinario son de piedra y las más de las veces sin figura ninguna; otras tienen diversas figuras

de hombres o mujeres; algunas de estas *huacas* dicen que son hijos y mujeres de otras *huacas*; otras tienen figuras de animales. Todas tienen sus nombres particulares, con los que se les invoca; no hay muchacho que, en sabiendo hablar, no sepa el nombre de la *huaca* de su *ayllo*. Cada parcialidad o *ayllo* tiene su *huaca* principal y otras menos principales; de ellas suelen tomar el nombre muchos de aquel *ayllo*. Algunas las tienen como guardias y abogados de sus pueblos, que sobre el nombre propio llaman *marca aparca* o *marcacharac*.

Estas *huacas* tienen sus propios sacerdotes, que ofrecen los sacrificios y aunque saben todos donde están, pocos las ven, porque ellos se suelen quedar atrás y sólo el sacerdote es el que le habla y ofrenda. Así, no es pequeña causa de motivo de admiración y de desengaño común del pueblo, cuando ve lo que no había visto y adoraba y temía tanto.

No sólo reverencian a las *huacas* sino también a los lugares —*zamana*— donde dicen que descansaron o estuvieron las *huacas* y otros lugares donde ellos invocan, que llaman *cayan*, también los reverencian. Muchos años ya —se ha podido rastrear que son más de cuarenta— anduvo por toda esa provincia un padre de Santo Domingo, de quien hay mucha memoria y noticia entre los viejos, llamado fray Francisco, o como otros dicen, fray Miguel Cano. Este sacerdote sacó y quemó muchas *huacas* y en algunas partes hemos hallado que adoran el nombre de las quemadas; en otras, los pedazos de las mismas *huacas* que no se pudieron quemar y así se tiene gran cuidado de que todo lo que se quema se eche donde no aparezca.

En un pueblo que está cerca de la mar se echaron por mano de un español, sin que los indios lo supiesen, muy dentro del mar costales de estas malditas reliquias y en los demás pueblos de la costa se hizo lo mismo. En otras partes se echan en los ríos sin que lo vean y es necesario poner muy grande cuidado en esparcirlas o enterrarlas donde los indios no las vean; se ha sabido que los indios de Huaylas, con estar lejos, mochaban en el puente de Lima porque habían echado allí en el río alguna de las *huacas* que les había quitado fray Francisco Cano.

En Cahuana y Tauca, provincia de Conchucos, tuvo noticia el licenciado Juan Delgado, visitador, de un ídolo de oro muy celebrado, llamado Catequilla, que era tradición que sea muy reverenciado y temido en toda aquella provincia y en la de Huamachuco, del obispado de Trujillo, donde tuvo su origen.

Se dice que pasando por allí Topa Inga, padre de Huascar Inga, que iba con ejército para castigar a un hermano suyo que se había revelado en Quito, consultó por medio de sus sacerdotes a este ídolo Catequilla sobre si había de volver con victoria de aquella batalla o morir en ella; respondió el demonio en el ídolo que moriría y sucedió así. De aquí vino a tener aquella *huaca* tan grande nombre, que de muy remotas provincias le venían a consultar y a ofrecer sacrificios, por donde se vino a enriquecer, de suerte que tenían un templo muy suntuoso. Pasando después por allí el dicho Huascar Inga, hijo de Topa Inga, y viendo aquella grandeza y sabiendo que era de la *huaca* que había anunciado a su padre la muerte, mandó que se pudiese fuego al templo y a todo lo que en él estaba. Empezando el incendio, los hechiceros y sacerdotes de aquel ídolo le hurtaron y lo trajeron a Cahuana, donde le hicieron otro templo y le presentaron dones, especialmente mantas y camisetas de *cumbi*, todo lo cual descubrió y destruyó el padre fray Francisco Cano, de quien hay grandes noticias y memorias de aquellas provincias.

Se dice que los indios del pueblo de Tauca hurtaron este ídolo y aunque se hicieron muchas diligencias para descubrirle, lo negaron siempre los viejos de Tuaca y algunos que se hallaron más culpados fueron enviados a la casa de Santa Cruz.

En este último pueblo de Tuca adoraban a los duendes –que ellos llamaban *huaraclla*– en unos alisos que estaban junto al pueblo, en donde se aparecían y oían sus voces y a éstos también dedicaban doncellas para ofrecer sacrificios.

Después de estas *huacas* de piedra, la mayor veneración y adoración es la de sus *malquis* que en los llanos llaman *munaos*, que son los huesos o cuerpos enteros de sus progenitores gentiles, que ellos dicen que son hijos de las *huacas*, los cuales tienen en los campos en lugares muy apartados, en los *machays*, que son sus sepulturas antiguas y algunas veces los tienen adornados con camisetas muy costosas o de plumas de diversos colores o de *cumbi*. Tienen estos *malquis* sus particulares sacerdotes y ministros y les ofrecen los mismos sacrificios y hacen las mismas fiestas que a las *huacas*. Suelen tener con ellos los instrumentos que ellos usaban en vida: las mujeres husos y las mazorcas de algodón hilado y los hombres *tacllas* o lampas, conque labraban el campo o las armas con que peleaban. En uno de estos *machays* de los *malquis* estaba una lanza con su hierro, que le había dado un conquistador de los primeros reinos. En otro estaba otra lanza muy vistosa, que ellos llamaban *quilcasca choque*, que quiere decir lanza pintada o esculpida, la cual se

trajo al señor virrey. En estos *malquis*, como también en las *huacas*, tienen su vajilla para darles de comer y beber, que son mates y vasos, unos de barro, otros de madera y algunas veces de plata y conchas de mar.

Las *conopas*, que en el Cuzco y por allá arriba llaman *chancas*, son propiamente sus dioses Lares y Penates y así las llaman también *huacicamayoc*, que es el mayordomo o dueño de la casa; éstas son de diversas materias y figuras, aunque de ordinario son algunas piedras particulares y pequeñas que tengan algo de notable en el color o en la figura. Acontece algunas veces que cuando algún indio o india se halló alguna piedra de esta suerte o cosa semejante en que reparó, va al hechicero y le dice: “Padre mío, esto he hallado” y éste le dice con gran admiración: “Ésta es *conopa*, reverenciala y móchala con gran cuidado que tendrás mucha comida y grande descanso”.

Otras veces, con una pedrezuela larguilla y esquinada –que sirve como de dado para echar suertes– la echa y saliendo buena, le dice que es *conopa* y con esta canonización tiene ya el indio su dios *penate*. Para que se vea hasta dónde llega su ceguera y miseria, en una india se halló un pedazo de lacre y en otra una bellota de seda. Pero lo ordinario es que las *conopas* se hereden siempre de padres a hijos y es cosa cierta y averiguada en todos los pueblos de esta visita que entre los hermanos el mayor tiene siempre la *conopa* de sus padres y él ha de dar cuenta de ella y con él se descargan los demás hermanos; el primogénito es el que guarda los vestidos para las fiestas de la *huacas* y éstos nunca entran en división entre los hermanos, como cosa dedicada al culto divino. Estas *conopas* es cosa cierta que las tenían todos en tiempo de su gentilidad antes de la venida de los españoles; la misma certidumbre hay de que las tienen ahora los nietos de aquellos, pues sus padres heredaron de los suyos.

Por *conopas* pueden tener algunas piedras bezoares que los indios llaman *kipu* y se ha hallado algunas manchadas con la sangre de los sacrificios. En los llanos muchos tenían por *conopas* unas piedras pequeñas de cristal, al modo de puntas y esquinada, que llaman *lacas*.

Hay también *conopas* muy particulares: unas para el maíz, que llaman *zarap conopa*, otra para la papa, *papap conopa*: otras para el aumento del ganado, que llaman *caullama*.

Esta veneración no es todos los días ni ordinaria, sino a modo de las *huacas*: a ciertos tiempos del año y cuando están enfermos o han de hacer algún camino.

Chichic o *huanca* llaman a una piedra larga que suele poner empinada en sus *chacaras* y la llaman también *chacrayoc*, que es el señor de la *chacara*, porque piensan que aquella *chacara* fue de aquella *huaca* y que tiene a cargo su aumento y como tal la reverencia y especialmente en tiempo de las sementeras le ofrece sus sacrificios.

Compa o larga villana llaman a otras piedras de este mismo modo que tienen en las acequias, a las cuales hacen la misma reverencia entes de sembrar y después de pasadas las aguas.

Zaramamas son de tres maneras y son las que se cuenta entre las cosas halladas en los pueblos. La primera es una como muñeca hecha de caña de maíz, vestida como mujer con su anaco y *lliclla* y sus topos de plata; entienden que como madre tiene virtud de engendrar y parir mucho maíz. A este modo tiene también *cocamamas* para aumento de la coca.

La superstición tiene con las que llaman *axomamas*, que son cuando salen algunas papas juntas y las guardan para tener buena cosecha de papas.

Los cuerpos *chuchos*, también se les dice *curi*, es cuando nacen dos de un vientre; si mueren chiquitos los meten en unas ollas y los guardan dentro de casa como una cosa sagrada.

De la misma manera guardan los cuerpos *chacpas*, si mueren pequeños; son los que nacen de pie, en lo cual también tienen grandes ablusiones; si viven se les añade el sobre nombre de *chacpac* y a los hijos de éstos llaman al varón *masco* y a la mujer *chachi*. Ni a los *chuchos* ni a los *chacpas* los bautizan, cuando los pueden esconder de los curas. De estos *chuchos* y *chacpas* que tenían guardados en sus casas, se ha quemado muchos en las exhibiciones.

Las cunas de los pueblos que se hace mención arriba eran verdaderamente *huacas*. Son al modo de un zarzo pequeño, hecha en dos platos muy labrados y en la cabeza de ellos sus rostros, a quien ponían nombre de *huacas*. Éstas son las cosas que veneran los indios y en las que tienen su idolatría.

Del relato que antecede queda clara la relación que tiene la salud con la producción, alimentación, vivienda, vestimenta, respeto al ambiente, recreación, etc., que actualmente son denominados como los determinantes socio-económicos de la salud y que entonces eran consideradas idolatrías.

En los sermones se pregonaba:

Sólo hay un dios.

Los demonios inventaron las *huacas*.

Creación y no *pacarinas* de *ayllus*.

El engaño del demonio y los errores actuales.
 Cristo y el camino al cielo.
 Cómo comenzar la visita.
 Ganar algún indio a la razón.
 Llamar a casa a un indio viejo.
 Llamar al cacique en secreto y amenazarle con destierro.
 Preguntar dónde está su *pacarina*.
 Preguntar quién sabe curar.

A la llegada de los españoles, estos médicos fueron perseguidos por estar asociados con los aspectos religiosos, tal como lo prueba Joseph de Acosta, al indicar los parámetros que se debían tomar en cuenta para identificar a los ministros o sacerdotes de idolatría. De los cuales resaltamos el quinto: “preguntar quién sabe curar en el pueblo, que lo a menester; y en trayéndole llamalle aparte en achaque de cura, y examínalle a muy en secreto, como está dicho; porque es muy ordinario que todos los curanderos son ministros de idolatría”.

Pese a ello, en momentos de necesidad atendían a los españoles con gran eficacia; clara prueba de ello es el rechazo que hace el profesor don Alonso de Huerta de la Universidad Lima, en 1634, a la llegada de médicos europeos, expresando que los indios conocen mejor que los médicos sobre yerbas medicinales y que con ellas se curan mejor que con las recetas de los médicos.⁵⁸ “El virrey Toledo trató de subsanar la escasez de médicos en el Perú, en 1577, decretando que los indios asistiesen en casos de guerra, pero se opusieron los padres y corregidores, incluso los indios; por ser acusados de hechiceros”.⁵⁹

Así se desarrolló una persecución a los poseedores del conocimiento médico de los Andes; aunque se diga que fue coyuntural, esto llevó a una masacre de centenares de indios médicos y sacerdotes andinos, que fueron torturados y acusados de hechiceros y no pocos murieron en el tormento y/o en su ejecución.

Si bien los indios fueron exceptuados de la inquisición, a partir de la llegada del virrey Toledo, nuevamente empezaron a ser hostigados por medio de las “llamadas ordenanzas de Toledo” para los pueblos indígenas, quienes fueron reducidos en las llamadas “comunidades de indios”. Estas ordenanzas

58 Julio Rodríguez Rivas, *Médicos y brujos en el Alto Perú*, La Paz, Amigos del Libro, 1989, p. 118.

59 *Ibid.*, p. 120.

en realidad reemplazaron el santo oficio, siendo el control más estricto que para las demás personas, donde los que controlaban eran precisamente los “religiosos”. No es casualidad que este virrey llegase en 1569 –luego del Concilio de Trento que concluyó en 1565 y la instauración de la Santa Inquisición en América española, el 25 de enero de 1569– en virtud a una cédula firmada por Felipe II.

Según trabajos de investigación del doctor David Keremba, este caballero de la orden religiosa-militar de Alcántara, dictó una serie de leyes o mandatos, para ser cumplidas a cabalidad por los indios, como la asistencia obligada de los kurakas a la iglesia, la prohibición de tejer animales mitológicos en sus prendas de vestir, “que los indios plateros que abundan en esta ciudad y sus términos sean recogidos en sus pueblos lugares señalados para que no hagan fraudes ni labren figuras ni ídolos”. En realidad, la comunidad reducida en el pueblo era fácilmente vigilada por el doctrinero. Otra de sus ordenes decía: “Que los jueces manden derrocar las Guacas, que se borren los animales que los indios pintan en cualquier parte. Que los indios no traigan chucos ni hagan las cabezas largas y que se castiguen a la parteras”.⁶⁰ Estas ordenanzas fueron dadas entre septiembre de 1573 y fines de 1574 y se pregonaron en la plaza por mandato del regidor Gerónimo Porras.

Existe cada vez más conciencia que “mientras la medicina tradicional andina, en efecto de la crisis económica y de una creciente comprensión de su bondad, cobra con creces clientes, [...] muchos médicos no entienden el significado de sus prácticas”,⁶¹ al extremo de pensar que la solución radicaba en utilizar la farmacopea andina; sin embargo, otros estudios difieren de ese enfoque, señalando que “la planta de por sí no cura, sino que es el espíritu de la planta el que cura”, insistiendo en la eficacia simbólica de la medicina y en el recurso terapéutico andino.⁶² Entre esos surge el tema del poder de la palabra entre los aymaras, en el ambiente ritual y social: “*Wak'as* hablan y comen; el sueño y la coca, que el Yatiri sirven de puente, le dan también su prestigio y su poder”.⁶³

60 Sociedad Geográfica y de Historia Sucre, *Boletín de la Sociedad Geográfica y de Historia Sucre*, Sucre, Sociedad Geográfica y de Historia Sucre, año IV, t. IV, No. 45. 1902, p. 144-145.

61 Efraín Cáceres Chalco, “Encuentros y desencuentros de dioses y curanderos”, en *Boletín del IDEA*, vol. 2, No. 35, Chuchito, IDEA, 1990, p. 25-52.

62 *Ibid.*

63 Gerardo Fernández Juárez, “Palabras y silencios. La retórica del poder en los Andes”, en *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, vol. 26, No. 1, Lima, IFEA, 1997, p. 63-85.

En los Andes el universo entero es imagen de lo divino y las cosas encubren la propia divinidad y son ella misma. Todos los objetos por muy insignificantes que sean, son divinos.

Los europeos que llegaron a estas costas en el siglo XVI, tenían la preocupación de conquistar nuevas tierras y muy pocos tenían la preparación suficiente para comprender el reto que significaba el mundo andino. Para ellos la preocupación central era encontrar nuevas justificaciones para “legalizar” su invasión. El mundo andino era demasiado original, distinto y diferente para ser comprendido por hombres venidos de ultramar, preocupados en enriquecerse, conseguir honores o evangelizar por la fuerza a los naturales. Un abismo debía formarse entre el pensamiento andino y el criterio español, abismo que hasta la fecha continúa separando a los miembros de una misma nación.⁶⁴

Han pasado cinco siglos y apenas nos conocemos; quinientos años de marginalización y desprecio de una cultura ancestral que ha sabido recrear y conservar, a pesar de todas las formas de persecución, cristianización, dominación económica y política y miseria forzada, aquello que es lo más caro ypreciado: su identidad cultural, la misma que expresa una profunda sabiduría basada en el ordenamiento de la cultura humana con un profundo respeto por toda expresión de vida.⁶⁵

La medicina, al igual que la música, se ha convertido en bastión de la resistencia de una cultura que se niega a ser aniquilada. Hace miles de años el hombre andino había desarrollado técnicas quirúrgicas admirables que hoy en día continúan sorprendiendo a los entendidos en la materia. Pero esta medicina no estaba desligada de la ritualidad que incluía lo espiritual, social, psíquico y, por ende, lo corporal. A continuación se resume un artículo escrito por Omar Fernandez,⁶⁶ en el que nos informa sobre hallazgos arqueológicos andinos de cerámicos *mochikas* que muestran actividades quirúrgicas como amputaciones, trepanaciones, reducción de fracturas, circuncisiones, exéresis de tumores. La primera evidencia de esta técnica fue encontrada en el período cavernario de la cultura parakas; también común en Okukaje, Nazca, Chimú, Wari, Tiawanaku e inkas, entre otros.

64 M. Rostworowski, *op. cit.*, p. 17.

65 M. O. Burgos L., *op. cit.*, p. 2.

66 Artículo presentado en 1992 en el *Granma Weekly Review* con el título “Precolumbian surgery”, en la conmemoración de los quinientos años del descubrimiento de América.

La técnica de trepanación es la más conocida y estudiada, demostrada en Calca cerca al Cuzco, con un hallazgo de cráneos, de los cuales el 83% de los trepanados mostraban regeneración del tejido óseo. En Parakas, Julio C. Tello⁶⁷ informa de un hallazgo, donde el 40% de los cráneos estaban trepanados, lo que hace suponer que esta técnica se realizaba no sólo en casos traumáticos sino en situaciones mágico-religiosas. Junto a estas trepanaciones se encontró una tumba que contenía un equipo quirúrgico constituido por cuchillos de obsidiana de diferente tamaño, espátulas, dientes de cachalote, bolas de algodón (torundas), hilos y agujas. La obsidiana posteriormente fue reemplazada por cuarzo, oro, plata y/o cobre. Así mismo, se encontraron cráneos con un área de trepanación de 90 metros cuadrados y otro con cinco cirugías; para lo cual se requiere enorme habilidad y gran osadía. Este artículo nos demuestra la alta calidad de la cirugía andina. Actualmente, con los adelantos tecnológicos, los resultados de la neurocirugía tienen similares resultados.

El hombre andino ha perdido la confianza en la cirugía porque han destrozado la suya: la actual es imperante e intolerante al no respetar su cosmovisión de integralidad, complementariedad y reciprocidad con todo lo que le rodea.

A estos sabios defensores de la naturaleza y el cosmos se los ha perseguido como idólatras, herejes, apóstatas, relapsos y remisos. Hasta en los penúltimos estatutos y reglamentos del Colegio Médico de Bolivia y de los otros existía dicha persecución. Al mismo tiempo, también debemos entender que en la actualidad existen personas que, en afán de lucro, se hacen pasar por estos sabios. Tenemos que dar el crédito a las comunidades que conocen a sus sabios e interactuar con ellos, en relación simétrica de complementariedad y reciprocidad.

La salud siempre ha estado, está y estará en el “vivir bien” con felicidad; por lo tanto toda cultura es una forma de vida que se debe respetar para vivir bien.

67 Arqueólogo peruano, 1880-1947, dirigió el Museo Nacional de Arqueología, escribió varias obras sobre la cultura andina, entre las que destacan *Anáhuac*, *Wiraghucha*, *Introducción al estudio de las civilizaciones de Parakas* y *El origen de las civilizaciones andinas*.

Conclusiones

Si bien la extirpación de idolatrías persiste en estos espacio-tiempos bajo diferentes formas, nuestra memoria genética al menor estímulo sale para indicarnos el vivir bien a través de la música, la lengua, la comida, el espacio-tiempo, la arquitectura, la astronomía, el trabajo textil, la apreciación de belleza, etc. En Norte Potosí, Bolivia, la atracción de ambos sexos se da cuando el hombre se enamora del *axsu* (prenda femenina de vestir) y la mujer se enamora del *ch'ullu* (prenda masculina), porque la belleza está íntimamente ligada al trabajo del textil; todo esto nos dejan los ancestros, para vivir bien.

Cuando aplicamos los conocimientos de etnobotánica debemos entender el significado espiritual de las plantas en las diferentes culturas.

La visión de una cultura es holística, no se puede encarar uno de sus aspectos en forma particular y unilateral.

La salud comunitaria es de todos, no es individual; abarca todo el territorio y no sólo la tierra, en procesos de complementariedad y reciprocidad.

La Universidad Andina con este tipo de eventos permite las expresiones del conocimiento de nuestras culturas con la participación de etnomédicos de las comunidades del Abya Yala. Esperamos que sea un digno ejemplo a seguir por otras universidades, para romper la doxa académica.

Referencias bibliográficas

- Andrade Padilla, Claudio, *La rebelión de Tomás Katari*, Sucre, Andes Sur, 1994.
- Arrueta, René, *La acción constructora de la ruta de Wira Hucha y el descubrimiento del Cerro Rico de Potosí*, Potosí, Ed. Universitaria, 1996.
- Arnold, Denise, y Juan de Dios Yapita, “Madre melliza y sus crías. *Ispall mama wawampi*”, en *Antología de la papa*, La Paz, Hisbol, 1996.
- *Hacia un orden andino de las cosas*, La Paz, Hisbol, 1998.
- Bastien, Joseph, *La montaña del Cóndor*, La Paz, Hisbol, 1996.
- Burgos Lingán, María Ofelia, *El ritual del parto en los Andes: aspectos socio-culturales de la concepción, embarazo, parto, puerperio, recién nacido y parteras tradicionales en la zona sur-andina del Perú*, Nijmegen, Katholieke Universiteit Nijmegen, 1995.

- Cáceres Chalco, Efraín, “Encuentros y desencuentros de dioses y curanderos”, en *Boletín del IDEA*, vol. 2, No. 35, Chuchito, IDEA, p. 25-52, 1990.
- Cieza de León, Pedro, *La crónica del Perú*, Lima, Peisa, 1973 [1553].
- De Arriaga, Pablo Joseph, *La extirpación de la idolatría en el Perú, 1621*, Lima, Imprenta y Librería Sanmarti, 1926.
- Duviols, Pierre, *Extirpación de idolatrías en Cajatambo, siglo XVII. El Cerro Rico de Potosí*, Potosí, Sociedad Geográfica y de Historia, CIMA, 1995.
- *Procesos y visitas de idolatrías. Cajatambo, siglo XVII*, Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2003.
- Espinoza Soriano, Waldemar, *Los Inkas*, Lima, Amaru, 1997.
- Fantone, Vicente, dir., *Diccionario enciclopédico*, t. III y IV, Buenos Aires, Arístides Quillet, 1960.
- Fernández Juárez, Gerardo, “Palabras y silencios. La retórica del poder en los Andes”, en *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, vol. 26, No. 1, Lima, IFEA, p. 63-85, 1997.
- Gómez, Donato, *Morfología del idioma quechua*, La Paz, Ichthus, 1988.
- Ibarra Grasso, Dick Edgar, *Prehistoria de Bolivia*, La Paz, Amigos del Libro, 1965.
- Lara, Jesús, *Diccionario keshwa-castellano*, La Paz, Amigos del Libro, 1978.
- *El Tawantinsuyo*, Cochabamba, Amigos del Libro, 1990.
- Murúa, Martín, *Historia general del Perú. Pachacuti Yamqui Salkamaygua, Joan Santa Cruz. Relación de antigüedades deste Reyno del Perú*, Cuzco, Centro Bartolomé de las Casas, 1993.
- Pease, Franklin, *Los últimos inkas del Cuzco*, Madrid, Alianza, 1991.
- Porrás, Barrenechea, Raúl, *Las relaciones primitivas de la conquista del Perú*, Lima, Librería e Imprenta Minerva, 1967.
- Puma, Wamán, *1610. Nueva crónica y buen gobierno*, México, Siglo XXI, 1998.
- Robins, Nicolás A., *El mesianismo y la rebelión indígena*, La Paz, Hisbol, 1997.
- *El mesianismo y la semiótica indígena en el Alto Perú*, La Paz, Hisbol, 1998.
- Rodríguez Rivas, Julio, *Médicos y brujos en el Alto Perú*, La Paz, Amigos del Libro, 1989.
- Rostworowski, María, *Historia del Tahuantinsuyu*, Lima, FIMART, 2001.
- Salazar Soler, Carmen, *El mito del descubrimiento de Potosí: las huacas y la explotación minera colonial*, ponencia presentada ante el V Coloquio Internacional El Siglo XVIII en los Andes, París, 1993.
- Saint Loup Bustillos, *Historia de la medicina*, La Paz, Juventud, 1991.
- Sarmiento de Gamboa, Pedro, *Historia de los inkas*, Buenos Aires, Imprenta López, 1942 [1572].

Schott, Heinz, comp., *Crónica de la medicina*, Barcelona, Plaza & Janes, 1993.

Sociedad Geográfica y de Historia Sucre, *Boletín de la Sociedad Geográfica y de Historia Sucre*, año IV, t. IV, No. 45, Sucre, Sociedad Geográfica y de Historia Sucre, p. 144-145, 1902.

Terán, Alicia, *Tarpuy. El quechua al alcance de todos*, La Paz, Gráfica FOCET, 1976.

Taylor, Gerard, *Ritos y tradiciones de huarochirí*, Lima, Lluvia, 1999.

Valencia, Marco, “El cuerpo humano entre originarios y cirujanos”, tesis de salud intercultural, Proyecto Willaqkuna, Potosí, 2001.

— Willkapachakuna P’utuxsimanta. *Los espacio-tiempos sagrados de Potosí*, Potosí, Fundación Sayjata, 2006.

La etnomedicina en el Ecuador

Plutarco Naranjo

Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador

Resumen

La cosmovisión de los pueblos primitivos refiere a un mundo en el que cohabitan seres naturales y seres y espíritus sobrenaturales. Dentro de esta cosmovisión, la salud consiste en un estado de equilibrio de los humanos entre sí y con su mundo; consecuentemente, la enfermedad radica en el desequilibrio, en el incumplimiento de ciertas normas de convivencia social o en el irrespeto a ciertos tabúes. Por su parte, la terapia supone la liberación de los castigos provenientes de las divinidades, muchas veces a través del empleo de plantas que empíricamente se han reconocido como curativas.

A lo largo de centenas o miles de años, en cada área ecológica se han ido descubriendo los efectos tanto curativos como tóxicos de las plantas. Así surge la disciplina denominada herbolaria. En el Ecuador, dada su alta biodiversidad, a numerosas plantas se las ha otorgado la categoría de “medicinales”, algunas de ellas con gran importancia terapéutica, como es el caso de la cascarilla o quina, que resultó ser el recurso terapéutico específico para el tratamiento del paludismo o la malaria.

El conocimiento actual de las plantas medicinales tiene dos objetivos fundamentales, una vez que ha sido validado su valor terapéutico. El primero radica en descubrir la estructura molecular de los principios activos, con la finalidad de reproducirlas en escala comercial por síntesis química o utilizarlas como modelo molecular para obtener análogos en homólogos. Este campo es el de la fitoquímica. El segundo, sentar bases científicas para el empleo direc-

to de las plantas por parte de grandes sectores de la población, la que hasta ahora y por diversos motivos no accede a la medicina científica. Este tipo de medicina es practicado popularmente por las personas de edad que por tradición conocen las propiedades curativas de los vegetales.

El otro gran capítulo de la etnomedicina es el de la medicina chamánica. El chamán es el médico profesional de la comunidad. Pero no es un simple curandero sino el “sabio” de la comunidad quien, formado a lo largo de años de aprendizaje junto a su maestro, conoce los valores culturales de la comunidad así como sus tradiciones, mitos y tabúes.

Según la concepción animística, la enfermedad puede ser producida por castigo de los espíritus o por el poder de la energía transmitida a través de la mirada de personas malquerientes. Sea como fuere, el “mal” penetra invisiblemente en el cuerpo de la víctima y produce la enfermedad. El chamán es el que sabe sobre los espíritus y conoce las técnicas para el tratamiento, el que consiste en esencia, en el exorcismo: en sacar del cuerpo enfermo el “mal” que penetró en él como flecha invisible.

A la luz de la ciencia actual, el proceso patológico así como la curación, es de carácter psíquico.

Palabras clave: etnomedicina, chamán, etnofarmacología, cosmovisión.

La etnomedicina es parte importante de la antropología médica. Trata en especial del surgimiento de la medicina en los pueblos primitivos, de las concepciones de salud y enfermedad dentro de su cosmovisión y cultura, de su concepción acerca de los procesos patológicos y de las modalidades de su tratamiento.

La presencia humana en el Ecuador se remonta a más de once mil años, como lo atestiguan las piezas talladas de obsidiana. La domesticación del maíz se inicia con la cultura Las Vegas (península de Santa Elena, provincia del Guayas) y su producción alcanza el nivel de “excedentes” en la cultura Valdivia (4.000 aC, igualmente de la península de Santa Elena), cultura que es la primera en occidente en desarrollar la técnica de la cerámica. A lo largo de esos milenios, el hombre primitivo debió haber sufrido dolor físico, traumatismos, heridas, afecciones respiratorias, trastornos gastrointestinales y tantas otras dolencias. Sin embargo, así como descubrió el valor alimenticio de ciertos productos vegetales en un medio de tan extraordinaria biodiversidad, debió también ir descubriendo el valor cura-

tivo o analgésico de muchas plantas. Por su parte, madres y abuelas debieron aprender cómo ayudar a sus otras congéneres parturientas. Nos imaginamos que así debió haber ido surgiendo una medicina primitiva y un elemental arte culinario.

Un prodigioso ser en el firmamento –el sol– ofrecía luz y calor, elementos indispensables para la vida del ser humano, de los animales y de las plantas. Un ser tan pródigo y benéfico sólo podía ser un dios y como a tal lo adoraron y rindieron culto. Así, al igual que en otras regiones y culturas del planeta, fueron surgiendo las religiones solares. ¿Quién ofreció al hombre y a la mujer andinos la quinua? El dios sol. No en vano la etimología de la quinua, significa “gotas del sol”. El sol derramó sus gotas que se convirtieron en granos del más alto valor nutritivo para el sustento del ser humano. ¿Quién le dio el maíz? No otro que su dios. Así, quinua y maíz se convirtieron en alimento de origen divino.

En la otra orilla, ¿quién era capaz de producir el viento?, ¿los huracanes?, ¿las lluvias y las tempestades? No un ser común. Debieron ser espíritus o personajes supranaturales, dioses todopoderosos, quienes con su vigor eran capaces de producir tales fenómenos para castigar las faltas cometidas por los hombres. En procura de su clemencia había que rendirles culto. Surgen entonces las mitologías y las religiones y, consecuentemente, surge el sacerdote.

Las culturas primitivas son esencialmente animistas. La condición humana contiene uno o más espíritus. Entre los *shuaras*, se cuentan tres: el *huacani*, el *arutam* y el *ihuanchi*. También ciertas plantas, animales y hasta algunos cerros, tienen espíritus. Otro aspecto característico de las culturas primitivas es el profundo culto a sus antepasados, entre otras razones para que su espíritu no se vuelva en contra de sus descendientes.

En casi todas las latitudes del planeta han existido plantas psicoactivas o psicotomiméticas o alucinógenas. Precisamente por estas propiedades figuran entre las más antiguas descubiertas por el hombre. El que comió o bebió el zumo de estas plantas fue capaz de “ver” a los dioses. Nuestros aborígenes quichuas, al beber el brebaje de una planta, pudieron “ver” y saber los deseos de sus antepasados. A esa planta le llamaron *ayahuasca*, que etimológicamente significa “bejuco o liana para entrar en contacto con los espíritus de los antepasados”. La planta se vuelve sagrada y es un recurso importante para algunos ritos. Por ejemplo, bajo sus efectos el joven es capaz de dominar a la anaconda y demostrar que ha llegado a la adolescencia y conquistar el *arutam*, el espíritu más importante.

Surge entonces el chamán, que se convierte en la historia viviente de su comunidad, de su cultura, en el ser poderoso que puede ver a los espíritus y curar los males producidos por ciertos espíritus maléficos.

En la era del hombre cazador y recolector de frutos, el varón aportaba los alimentos y la mujer la culinaria pero ella, además, tuvo la perspicacia de reconocer que los granos o pepas que iban en la basura daban lugar al nacimiento de las plantas alimenticias. Inicialmente la mujer domesticó y el hombre desarrolló la agricultura, con lo cual se volvió sedentario. La mujer también llegó a conocer el valor curativo de las plantas curativas y surgió la herbolaria, que tanto ha servido a la humanidad.

Así se desarrollaron dos modalidades de medicina: la chamánica, que es fundamentalmente de tipo psiquiátrico y la herbolaria, impulsada por quienes descubrieron los efectos curativos de ciertas plantas; en particular, las abuelas de la comunidad. A través de ellas el conocimiento empírico se transmitió de generación a generación hasta nuestros días, constituyéndose en parte de la medicina popular.

Saltando en la historia siglos y milenios, nuestro compatriota, el padre Juan de Velasco –quien se atrevió a escribir la *Historia del reino de Quito*– en el primer volumen de su obra dedicada al reino natural describe cerca de un centenar de plantas medicinales, entre las cuales figuran incluso algunas introducidas por los españoles. Se excusa de no ser un gran conocedor de las plantas medicinales pero menciona que en Guayaquil el doctor Pedro Guerrero tiene un manuscrito con cerca de 5.000 “simples”.

Cabe mencionar de paso que Felipe II, ante las insistentes noticias de la existencia de maravillosas plantas curativas, mandó a México al famoso médico de la corona, Francisco Hernández quien en siete años llegó a descubrir y estudiar más de 700 plantas medicinales en sólo una parte de México; no le quedó ni tiempo ni fortaleza física para extender sus investigaciones al resto de las colonias españolas.

Hasta antes de la Segunda Guerra Mundial, no menos del 90% de los medicamentos oficiales –que constaban en las respectivas farmacopeas– eran de origen vegetal. Después de la guerra se desarrolló aceleradamente la química de síntesis y los nuevos medicamentos fueron desplazando a los de origen vegetal, hasta que en nuestros días quizá el 80% de ellos son de síntesis. En muchos casos, al determinar la estructura química de los alcaloides y otros principios activos de las drogas vegetales, se identificó que ellas servían de modelos moleculares para la síntesis de nuevos compuestos químicos; en otros casos, como en el de la penicilina –descubierta por

serendipia— dio origen a nuevos antibióticos de síntesis o semisíntesis e impulsó la intensa búsqueda de nuevos antibióticos producidos por hongos y otros vegetales.

Las drogas de síntesis han ofrecido indiscutibles ventajas, entre las que se destacan facilidad de reproducirlas en gran escala y su potencia terapéutica; sin embargo, en varios casos y a veces tardíamente, se ha descubierto que pueden producir efectos indeseables y hasta graves. Esto ha motivado el retorno “al mundo verde” —al de los vegetales— en el intento de encontrar drogas naturales de mejor valor terapéutico y menor riesgo patológico.

Esta breve descripción del origen de la medicina tradicional o etnomedicina, trata de introducir al conocimiento del origen de dos modalidades principales: la herbolaria y la medicina chamánica. La herbolaria ecuatoriana y latinoamericana han hecho importantes contribuciones al desarrollo de la medicina científica y por ende a la salud humana.

En los primeros años de la conquista española muchos barcos regresaron a España cargados de oro y plata y muy poco después, el cargamento fue de plantas medicinales. El famoso médico sevillano Nicolás Monardes se dio a la tarea de asistir a la llegada de esos barcos, obtener las nuevas plantas medicinales y ensayar sus virtudes terapéuticas en sus pacientes. Se convirtió, en la historia de la medicina, en el primer farmacólogo clínico. Publicó varias obras que se tradujeron a los principales idiomas europeos, principiando por el latín y España se convirtió en la farmacia de Europa.

Ejemplificando, me referiré a la historia de una planta ecuatoriana: la quina o cascarilla. Corría el año 1633 cuando un fraile jesuita llegó a la villa de Loja enfermo de paludismo o malaria, que era una enfermedad desconocida en América. Los procedimientos de la medicina ibérica consistían en sangrías y purgantes y no pocas veces la enfermedad iba acabando con la vida del paciente. Ante el estado grave del paciente, su paje —un indio malacato— le sugirió que aceptara traer al herbolario de la comunidad para que le atendiera. En efecto, vino Pedro Leiva —quien sabía curar las fiebres— y le administró tres veces al día un polvo café amarillo disuelto en chicha. Antes de una semana el moribundo estaba sano y poderoso. El polvo era de la corteza del árbol llamado quina (*Cinchona succirubra*).

Al poco tiempo llegó a Loja la noticia de que la condesa de Chinchón, esposa del virrey del Perú, estaba enferma de malaria. El corregidor de Loja, Juan Cañizares, consiguió que Pedro Leiva le revele el secreto curativo de la planta, le proporcione una buena cantidad del polvo y de la corteza. Mandó

el precioso material por el correo de chasquis y muy pronto llegó a Lima, pero no era la condesa la enferma sino el propio virrey; tampoco la enfermedad era el paludismo sino lo que entonces se llamaba “cámaras de sangre” y hoy se conoce como la amebiasis. El virrey ordenó que el medicamento pase a manos de los jesuitas para el tratamiento de los palúdicos. El sacerdote agustino Calancha, en su libro dice: “La corteza del árbol de los fríos de Loja, está haciendo milagros en Lima”.

Así se confirmó el valor terapéutico de la quina. Fue el primer medicamento específico que la medicina mundial tuvo para el tratamiento de una enfermedad. Es un amplio capítulo de la historia, el de la llegada de la quina a España –y sobre todo a Roma– y de cómo la Real Audiencia de Quito se convirtió en la gran exportadora de la droga, tanto en forma oficial como de contrabando, ejercido aún por las propias autoridades españolas. La quina se convirtió en el talismán para la venida de misiones europeas, como la de los académicos franceses que, si bien es cierto venían a medir un arco del meridiano terrestre, la otra secreta misión era la de explorar los territorios de la quina, tal como lo hicieron La Condamine y el botánico Jussieu y, más tarde, Humboldt y el médico botánico Bompland, así como la organización de la Real Expedición Botánica de la Nueva Granada, dirigida por Mutis.

Para no alargar la fascinante historia de la quina, hay que decir que salvó la vida de millones de enfermos en Europa, África y Asia y cuando la enfermedad avanzó a América, también salvó aquí muchas vidas, con la circunstancia paradójica de que mientras de aquí iba la corteza del árbol, venía de Europa, a un alto precio, el polvo con el alcaloide bajo el nombre de quinina, en razón de su procedencia.

Otras plantas americanas dieron origen a nuevos capítulos de la farmacología y la terapéutica. De Sudamérica fue el extracto de coca, que en la historia médica se convirtió en el primer anestésico local. De aquí fue el curare, otro extracto vegetal, que inició el capítulo de los relajantes musculares. De aquí también fueron los famosos bálsamos del Perú y de Tolú, que se convirtieron en bálsamo y terminaron con la bizarra técnica de la espada al rojo vivo en las heridas de los soldados, para evitar la gangrena. Podría seguir enumerando otros ejemplos que demuestran que la medicina española y europea progresaron inesperadamente gracias a la contribución americana de su materia médica. La medicina científica se desarrolló, al comienzo sobre la base histórica de la medicina tradicional, generalmente empírica, transmitida de una generación a otra.

Importancia actual de la medicina tradicional

En las dos últimas décadas la medicina científica ha progresado más que en los dos últimos siglos. La capacidad y experiencia en la síntesis química y en el desarrollo de nuevos medicamentos es muy grande. El desarrollo técnico en muchos campos permite formular diagnósticos más precisos; así mismo, ha permitido descubrir el origen y evolución de muchas enfermedades graves, como las degenerativas, las cardíacas y cerebro-vasculares, los diversos tipos de cáncer; ha permitido la exploración cerebral por positrones. Otras técnicas están comenzando a dar importantes frutos en el conocimiento fisiopatológico de afecciones cerebrales. La genética es, hoy en día, la que ofrece las más alentadoras perspectivas. Todo esto es maravilloso. Todo esto puede permitir una vida más saludable y longeva. El problema está en que la medicina de punta, más sofisticada y precisa, se vuelve –cada vez más– en medicina de élites sociales o económicas. Un día de cuidados intensivos en el Ecuador equivale a varios meses de sueldo básico. El Seguro Social, con todas sus limitaciones y falencias, cumple un papel importante en la salud de sus asegurados, pero su cobertura es limitada.

Hay por lo menos un 30% de la población ecuatoriana totalmente desprotegida de esa medicina, que atiende sus problemas de salud mediante la medicina tradicional. Por ésta y otras razones, la Asamblea Mundial de la Salud recomendó a los países miembros –lejos de condenar a la medicina tradicional– aprovechar lo que tenga de positivo y beneficioso y utilizarla, sobre todo a favor de las poblaciones que no gozan de otro sistema de protección y promoción de su salud.

Hay dos objetivos principales en el estudio de las plantas medicinales:

1. Descubrir la estructura química de los principios activos, es decir, de las sustancias que producen los efectos terapéuticos. Es el capítulo denominado fitoquímica.

Cuando se descubre la estructura molecular, que en la actualidad es relativamente fácil gracias al espectrógrafo de masa, los químicos están ya familiarizados con muchos procedimientos para sintetizar análogos y homólogos, con la esperanza de obtener una droga de fácil producción comercial y, especialmente, de mayor eficiencia terapéutica. Hay muchos ejemplos, como el de la penicilina o del analgésico –ácido salicílico obtenido del sauce– del cual derivó el ácido acetil salicílico o aspirina que, por una parte, sirvió de modelo para la sín-

tesis de muchos otros analgésicos y, de otra, habiéndose descubierto otras propiedades de la misma molécula, se sigue utilizando desde hace más de cien años.

2. Establecer la validez terapéutica. En su acervo medicamentoso, cada pueblo y cada cultura tienen muchas plantas. En la mayoría, en forma empírica han descubierto los efectos terapéuticos que con facilidad podían constatar, como el ya citado de la actividad antibacteriana de la penicilina o el efecto analgésico del ácido salicílico. En la herbolaria de nuestros aborígenes también figuraba el sauce como analgésico.

Nuestro país, aunque pequeño, es el segundo en riqueza vegetal –con más de 20.000 especies de plantas vasculares– gracias a su posición geográfica, a sus niveles altitudinales y a su diversidad climática. A mayor diversidad corresponde mayor número de plantas medicinales y alimenticias. Hasta ahora se han descrito cerca de mil especies medicinales y aún faltan por conocerse muchas más de las comunidades de la Amazonía.

Validar terapéuticamente tan crecido número de vegetales es tarea ardua y de mucho tiempo. Nuestros científicos de universidades y politécnicas, con criterio selectivo, han estudiado ya decenas, pero quedan muchas por conocerse.

El conocimiento empírico es valioso pero no lo suficientemente confiable. Es necesaria la confirmación científica. Además, hay que determinar las apropiadas indicaciones terapéuticas, las dosis, frecuencia de administración, posibles efectos indeseables y otras condiciones.

Hay algunas plantas conocidas y utilizadas sólo por ciertas comunidades indígenas o campesinas. Algunas otras de utilización general y aún unas pocas introducidas por los españoles, durante la conquista. Muchas de estas plantas se hallan ya a la venta en los mercados populares y unas pocas inclusive en los supermercados, en forma de pequeños sobres al estilo del té asiático.

Toda la población ecuatoriana utiliza algunas de estas plantas para aliviar o curar males menores: dolor de cabeza, dolor abdominal, tos, diarrea y otros trastornos. La población citadina tiene la oportunidad de recurrir al médico cuando no fue efectiva la bebida de la infusión o tisana. No así ese 30% o más de población campesina e indígena desprotegida. Sobre todo para ayudar a ese sector poblacional es necesario que se estudie sistemáticamente el valor de sus plantas medicinales. Son recursos que están a su alcance y a precio muy reducido o, mejor toda-

vía, los tiene en su propio huerto o en el de su vecino o pariente. Al determinar científicamente el valor terapéutico de las plantas medicinales, el Estado estará cumpliendo con su responsabilidad de velar por la salud de todos, por lo menos a través de este inexpensivo sistema.

La medicina chamánica

El verdadero chamán, erróneamente considerado “brujo”, es un profesional que se forma a lo largo de varios años de aprendizaje junto a su maestro. Debe asimilar los valores culturales de su comunidad, su rica mitología, sus tradiciones, sus tabúes o prohibiciones. El verdadero chamán es el sabio de la comunidad. Debe así mismo aprender los tipos de afecciones que sufren algunos de los pacientes y las técnicas o modalidades para liberarlos del mal que adolece el paciente, para luego realizar el rito-curación del mismo.

Algunas afecciones, según su ideología, se deben a castigos de las divinidades por el incumplimiento de normas de conducta o de los tantos mitos y tabúes. Otros agentes causales son: el viento, el arco iris, ciertos cerros o el efecto del poder dañino de otra personas u otros chamanes. El “ojeado”, producido por la vista poderosa de ciertas gentes, según nuestra concepción científica se trata de afecciones de origen psíquico y cultural.

La sintomatología es un tanto similar, cualquiera que sea la causa. El paciente se siente enfermo, pierde el apetito, pierde la fuerza para el trabajo. Es decir, son síntomas esencialmente psicológicos. Ciertos tabúes sobre alimentos son importantes y entre las primeras preguntas del chamán está ¿qué has comido?

Después del diagnóstico y según el caso, procede a la “ceremonia” curativa que consiste, en el fondo, en el exorcismo. Con el auxilio de su ayudante o discípulo inicia la ceremonia, para lo cual se prepara previamente. Luego invoca a los buenos espíritus mientras su ayudante agita ramas de ciertas plantas alrededor del enfermo, para ahuyentar a los malos espíritus. El chamán toma una bocanada de humo de tabaco y lo sopla al paciente; otro bocado de licor que también lo sopla, todo esto para facilitar el exorcismo. Luego viene la fase más importante. Empieza a efectuar una especie de masaje –el “fregado” o “limpieza”– para localizar el “daño” en un sitio, usualmente en la espalda, a fin de sacar las “flechas” invisibles que penetraron en el paciente y que le producen el trastorno. Finalmente, en el sitio localizado chupa en la piel hasta librar al paciente de las terribles flechas invisibles.

bles causantes del mal. La curación-ceremonia se acompaña con recriminación –de ser necesario– o consejos al paciente.

Este brevísimo relato permite apreciar que la afección fue eminentemente psicológica y lo es también su tratamiento. El chamán conoce poco sobre plantas medicinales; él es el personaje respetado que puede realizar estos tratamientos mayores y es además el representante de la cultura de su grupo humano.

En otra civilización y a siglos de distancia, Freud desarrolló otra técnica de diagnóstico: el psicoanálisis. Según su concepción, muchas experiencias de la vida real –ciertos tabúes o conductas consideradas pecaminosas o socialmente condenables– son reprimidas al subconsciente y de alguna manera condicionan la histeria, especialmente en el género femenino. Aquellas ideas o expresiones reprimidas pueden aflorar en los sueños, pero de modo simbólico. El psicoanálisis al interpretar los sueños vuelve consciente la causa de la histeria.

Años más tarde surgió la medicina psicosomática que demostró que ciertos síntomas somáticos o físicos tenían un fuerte componente psicológico y que la curación no era completa si a las drogas no se añadía el tratamiento psicológico.

Por fin, la farmacología descubrió en años más recientes que el efecto curativo de las sustancias químicas o drogas no se debía sólo a ellas mismas sino también al efecto psicológico, a la influencia personal del médico o al simple hecho de tomar el medicamento. Esto dio lugar al nacimiento de ensayos clínico-terapéuticos en el desarrollo de nuevas drogas, los ensayos llamamos “doblemente ciegos”. Se descubrió que analgésicos, tranquilizantes, antialérgicos y otras categorías si no producían el efecto terapéutico en más de un 30 a 40% de pacientes testigos, actuaba psicológicamente e igual resultado se obtenía con un placebo, es decir, con un “medicamento” preparado con almidón o azúcar. Estos resultados permiten interpretar el valor psicológico de la curación chamánica.

En la actualidad y gracias a que la ley ya no condena al chamanismo, éste se ha hecho presente en las ciudades y por novelería se ofrece el espectáculo del fregado o limpieza, pero totalmente fuera de contexto. Han surgido también seudos chamanes, es decir individuos que han aprendido la técnica de sobar o “limpiar”, pero ni ellos ni los pacientes conocen el fondo ancestral del procedimiento; lo practican de modo empírico. Si el paciente mejora puede tratarse del efecto psicológico y la tal limpieza es una forma de placebo psicológico.

Referencias bibliográficas

- Cabieses, F., *Apuntes de medicina tradicional. La racionalización de lo irracional*, Lima, Talleres A&B, 1993.
- De Velasco, J., *Historia del Reino de Quito*, fascículos, Quito, *El Comercio*, 1946 [1789].
- Freeman, H., S. Levine y L. G. Reeder, edit., *Handbook of Medical Sociology*, Englewood Cliff, Prentice Hall, 1963.
- Muñoz, C., *Enfermedad, daño e ideología. Antropología médica*, Quito, Abya-Yala, 1999.
- Naranjo, P., “Etnofarmacología de las plantas psicotrópicas de América”, en *Terapia*, vol. 24, No. 5, 1969.
- “Influencia de la medicina aborigen en la medicina popular actual”, en *Simpósio Internazionale sulla Medicina Indígena e Popolare dell’America Latina*, Roma, Instituto Ítalo Latino Americano, p. 235-248, 1978.
- “Notas históricas sobre la herbolaria ecuatoriana”, en *Ciencia y Tecnología*, vol. 5, No. 83, 2006.
- “Perspectivas de la etnomedicina andina”, en Plutarco Naranjo y Ruperto Escaleras, edit., *La medicina tradicional en el Ecuador*, Universidad Andina Simón Bolívar / Corporación Editora Nacional, 1995.
- *Ayahuasca: etnomedicina y mitología*, Quito, Libri Mundi, 1984.
- Valdizan, H., y A. Maldonado, *La medicina popular peruana*, Lima, Imprenta Torres Aguirre, 3 vol., 1922.
- Varea, M., *Botánica médica nacional*, Latacunga, Talleres del Colegio Vicente León, 1922.

Parir y nacer sin prisas ni rutinas: vigencia de la partería tradicional andina en el siglo XXI

Raúl Mideros M.

Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador

Resumen

Las diferencias entre la partería tradicional andina y la obstetricia médica alopática (occidental) son múltiples. Este trabajo recoge algunas diferencias relacionadas con las destrezas y saberes ancestrales, muy especialmente aquellas que cuestionan las rutinas médicas intervencionistas y las prisas hospitalarias. Se destaca la importancia de la vibración y sonoridad corporal, el uso de los cuatro elementos (fuego, aire, tierra y agua); el aprender a esperar y escuchar, entre otros.

El ritual y los aspectos simbólicos de la partería tradicional son relevantes para un desempeño respetuoso de las formas y lenguajes ancestrales que hacen parte de una atención cálida, respetuosa y empática.

Palabras clave: parto, nacimiento, rutina médica, madre tierra, fuego, agua, aire, tierra.

Según las enseñanzas de nuestros mayores –abuelos y abuelas, maestros de la tradición–, parir y nacer deben cumplirse en los tiempos que fija la naturaleza; esto es, sin prisas; porque apuro y “atolondramiento” no se justifican; por el contrario, son contraproducentes y perjudican el clima de tran-

quilidad que debe reinar. Además no es admisible cumplir con protocolos y rutinas de hospital en circunstancias únicas que demandan respeto, escucha y silencio. Por eso, por sobre las prisas y las rutinas están la experiencia y el conocimiento del partero o la comadrona, porque los actos rutinarios en nada benefician a la parturienta y al bebé que está por nacer, quienes requieren de un apoyo efectivo, resultado de la experiencia y la calma.

Muy pocos parteros tienen la habilidad de anunciar “la hora” del parto a diferencia de muchos cirujanos obstetras que, muy frecuentemente –y cumpliendo a raja tabla rutinas quirúrgicas y metiendo mano en el proceso natural– dictaminan lo que se tiene que hacer y hasta lo que no se debe sentir, provocando una cadena de acontecimientos que llevan a una cesárea o a un nacimiento intervenido.

Muy rápida y sintéticamente me voy a referir a los principales aspectos y rituales –simbólicos y prácticos– de una práctica ancestral transmitida desde nuestras abuelas y taitas, a través de sus manos, su voz, sus gestos y su corazón. Se trata de un tipo de aprendizaje que se lo hace con todo el cuerpo, en el cual el intelecto no tiene preeminencia sino que está integrado y subordinado a las otras capacidades corporales.



El tambor simboliza los objetos ceremoniales del oficio del partero. La vibración y sonido de la voz en el canto y del instrumento que acompaña con su latido –simulando el latido del corazón– son una ayuda efectiva.



La hoja de coca representa al conjunto de seres animales y vegetales usados durante el embarazo, el parto, el posparto y la lactancia.

En el oficio de la partería, la enseñanza tiene olor, sabor, color, emoción y muchas veces demanda fortaleza física, emocional y espiritual. Se puede decir que es una práctica que conjuga dolor y gozo. Por supuesto ella requiere, fundamentalmente, de una predisposición y preparación de años, de atenta y cuidadosa observación y escucha. En este oficio cuentan mucho las circunstancias, el momento, el lugar, el ritmo natural de la parturienta y del bebé. A diferencia de la obstetricia y la cirugía médicas, no se cumplen protocolos estrictos ni se privilegian rutinas.

En esta aproximación al mundo de la partería tradicional, corro ciertos riesgos propios al ejercicio de traducción e interpretación, ya que nos encontramos frente al desafío de comunicar vivencias, saberes y prácticas estigmatizadas por la etnomedicina, calificadas como arcaicas o primitivas por el pensamiento moderno; sin embargo ellas siguen vivas: legitimadas por la ciencia y revalorizadas en su arte.

Sin duda este ejercicio de comunicación intercultural está condicionado por el contexto y las circunstancias de cada uno e influido por los esquemas mentales y culturales, a través de los cuales se filtra y decodifica la información. Imagino la posibilidad de que mucho de lo que se expresa en este texto sea comprendido sin mucha dificultad, porque son aspectos que forman parte de nuestra naturaleza, son intrínsecos al ser humano y, además, son parte de nuestras raíces andinas. Sin embargo, habrá quien esté imposibilitado de comprenderlo, debido a su grado de desconexión con la naturaleza, con la madre tierra y con el instinto o por exceso de vida urbana y modernidad, donde sólo tienen cabida la razón y sus cuatro verdades.

Agua, tierra, aire y fuego

La fuerza de la naturaleza y su capacidad reproductiva está contenida en los cuatro elementos:

- *Agua*: movimiento.
- *Aire*: alimento.
- *Tierra*: textura y aroma.
- *Fuego*: luz y calor.

El conocimiento de cada uno de estos elementos, de sus usos individuales y complementarios, es parte importante de la formación de una comadrona o de un partero tradicional andino.

Guardianas y custodios del ritmo de la naturaleza en intimidad

En este oficio, la *presencia* es importante, para dar confianza y generar seguridad. Una presencia cálida en la espera y sin alimentar expectativas ni producir interferencias. A veces son horas de espera en el inicio de la labor, en algunos casos pueden hasta pasar semanas de la fecha probable del parto; minutos de espera en el descenso del bebe, incluso con circular de cordón, o segundos de paciente espera en el inicio de la primera respiración y en el corte del cordón, inclusive cuando la labor o el expulsivo han sido largos y extenuantes.

Aprender a esperar que el cuerpo de la mamá y del bebé –y aun del papá– se expresen libremente, manifiesten sus necesidades y hagan “lo suyo”, sin interferencias.

Una presencia que no controla pero que ejerce autocontrol, para “no meter la pata”, para no interrumpir el proceso de conexión de la parturienta consigo misma y con el bebé. Ningún tipo de control es admisible durante la labor de parto; ningún comando –ni oral ni gestual– peor aun procedimientos para “mejorar” o apurar la labor o favorecer un nacimiento sin dolor.

La principal diferencia entre una atención médica convencional y el oficio de partero radica en el *control*. La obstetricia médica anhela que las cosas salgan bien a fuerza de control, el partero se juega por un tipo de presencia que favorece el *descontrol*: la libre expresión de la madre, su libre posición y movilidad.

La presencia del partero o partera puede ser, en algunos casos, el mejor coadyuvante para mitigar el dolor, porque es generadora de confianza y reforzadora de fe, primero en uno mismo y luego en la vida.

El lugar de parto es, por lo general, el dormitorio de la parturienta. Son pocas las opciones que le quedan al partero para no perturbar la paz de este nido, por eso el silencio y la oscuridad son recursos imprescindibles en la labor de parto.

En el silencio es donde mejor se expresa el paleoencéfalo. El instinto entra a comandar el cuerpo en las sombras y en la oscuridad del silencio la mente se aquieta y el miedo generado por el pensar desaparece.

Un silencio que protege y que crea las condiciones para que emerja el instinto, que permita el diálogo con los silencios más íntimos y los secretos mejor guardados de la parturienta. Silencio que protege el cuerpo en la intimidad que brinda la oscuridad.

El parto constituye aquel momento de intimidad compartida de una forma directa con el esposo –aunque el esté fuera de la habitación, como es la costumbre en algunas regiones– o con algún miembro de confianza de la parturienta. Generalmente la partera o partero es quien se encarga de preparar a la mujer para la labor.

Los elementos que sirven de orientación durante la labor del parto son: el descenso del vientre, los pulsos, el latido del corazón del feto, las sensaciones de la madre y otros más sutiles, percibidos por la partera experimentada.

Las pociones y preparados de plantas medicinales utilizados durante el parto varían mucho de acuerdo a los lugares y a los conocimientos de las familias y de las parteras. Entre los más comunes están la pepa de chirimoya, el agua de la semilla de culantro, la hoja de camote, la hoja de higo. De estas mismas plantas también se elaboran emplastos. En el momento del parto se dan algunas bebidas como: aguardiente, agua de culantro o de melloco.

Las posiciones de parto más comunes son: en cuclillas o de rodillas, con las piernas ligeramente separadas, dejando en libertad a la parturienta, para que ella adopte la postura que desee. A veces toma apoyo en la persona que la acompaña: el esposo o un familiar.

Algunas mujeres prefieren dar a luz solas, ya que los maridos –con frecuencia– están ausentes, se encuentran en la ciudad lejos de su familia o simplemente porque el esposo tiene “mala espalda” (*chiki washa*) y no conviene que esté presente en el parto. El testimonio de Carmelina es elocuente al respecto:

Yo me fui para allá diciendo que tengo ganas de hacerme el baño, así me fui. Ahí di a luz, porque me dio recelo. Porque en la casa estaba bastante gente: la partera, mi hermana, el hijo de mi hermana, mis vecinos, no sé quienes más.

Cuidados en el posparto

Se pueden distinguir tres etapas que la mujer cumple luego del parto: la primera va desde el alumbramiento hasta el primer baño. En este período la mujer no se levanta de la cama –por lo menos no sale de su casa– y cuida mucho de su cuerpo “tierno”. En un segundo momento, se integra a las labores de la casa; lo recomendable es que no salga de ella casa y pase el mayor tiempo en reposo relativo, cuidándose mucho del frío. En una tercera etapa, empieza a trabajar y desarrolla actividad fuera de su casa.

La mujer que da a luz se abstiene de tener contacto con las cosas frías –evita salir al aire libre– y tener iras; tampoco se acerca al fuego. Rosa dice:

El mayor cuidado que he tenido es de no acercarme mucho al fogón porque el humo ayuda a tener paños en la cara. Y los hombres dicen: mi mujer anda con la cara dañada mientras que otras no son de esa manera.

La alimentación en el posparto busca restablecer rápidamente la fuerza vital de la madre, para que recobre la energía y tenga leche para el bebé.

Inmediatamente luego del parto, la puérpera recibe una comida especial: *sara api* –colada de maíz tostado, finamente molido, con dulce–, además una sopa de repollo con *apangora*, una planta que existe en las vertientes de agua. Finalmente, una colada de avena con col blanca, para que la madre tenga leche en abundancia para el niño.

Las parteras recomiendan al esposo cuidar y alimentar a la esposa lo mejor posible. En opinión de las comadronas, los alimentos ayudan a contrarrestar muchas molestias que la madre puede tener luego del parto.

En el grupo de alimentos prohibidos están los granos en general, como el mote, el choclo, la arveja, etc. Estos son evitados porque el cuerpo de la mujer, especialmente el útero, se encuentra muy “tierno”.

En la actualidad, por diversas circunstancias –entre ellas, por la crisis económica o la desvalorización de los productos autóctonos–, la alimentación de la mujer puérpera se ha empobrecido significativamente.

La partería: un oficio de conocimiento y experiencia

Existe un conjunto de conocimientos y prácticas curativas y de cuidado de la vida, que constituyen un real patrimonio colectivo. Esta es una sabiduría ancestral que no tiene prisa y se la cumple con devoción.

La partería es una vocación vinculada a los dones concedidos, la experiencia acumulada y la formación recibida. El conjunto de estos recursos son los que permiten dar un apoyo efectivo a la gestante y a la parturienta. Es importante establecer un vínculo con la gestante y con el bebé por nacer.

Ya que la mayoría de complicaciones del parto son identificables y susceptibles de intervención oportuna, en la gran mayoría de casos el parto en casa es la mejor opción. Hay que tomar en cuenta que en muchos casos las complicaciones son consecuencia de un ambiente y un tipo de atención inadecuados.

La sociedad moderna, influida por los conceptos biomédicos, considera el embarazo y el parto como una enfermedad y no como algo natural. Las concepciones ancestrales hablan, más bien, del coraje necesario de la mujer para sentir su cuerpo y entrar en conexión con el de su bebé.

La libre posición de la mujer y la no interferencia durante la labor de parto, además del nacimiento en casa, son procedimientos seguros y recomendables para nuestro medio.

PARTE II

PROGRESOS EN LA INVESTIGACIÓN ETNOBOTÁNICA

Investigación de plantas medicinales en la Facultad de Medicina de la USMP

Benjamín Castañeda C.

Facultad de Farmacología,
Universidad de San Martín de Porres, Perú

Resumen

Los estudios efectuados con las plantas con efectos hipoglicemiantes confirman y amplían los resultados obtenidos anteriormente, que fueron motivo de la presentación del proyecto a CONCITEC.

Los estudios de toxicología confirman la poca toxicidad aguda de las plantas objeto del estudio y ratifican la necesidad de profundizar los estudios en busca de los mecanismos de acción y del perfil farmacológico y toxicológico.

De las plantas estudiadas. Los resultados para la albahaca no han confirmado la presencia de un compuesto de efecto hipoglicemiante seguro. La variedad para la cual en la literatura se ha reportado tal efecto, no se encuentra con facilidad entre nosotros y no se pudo demostrar efecto para el extracto atomizado ni para los alcaloides. Sin embargo, estos demostraron un efecto a la dosis de 250 mg/kg, no confirmados con la dosis mayor. Estos resultados contradictorios pueden deberse a la presencia de principio activo muy lábil, lo que obliga a un replanteamiento de la metodología utilizada.

Para la pasuchaca, el cuti-cuti y el yacon se ha confirmado la presencia de principios hipoglicemiantes que actúan a dosis alejadas de las tóxicas, los que se pueden extraer y conservar con el método de la atomización y purificar con los métodos empleados para los alcaloides.

Si bien todavía falta avanzar en los estudios, ya se cuenta con información suficiente para identificar los principios activos, completar el estudio del perfil farmacológico con sustancias ya purificadas y con los datos suficientes, para plantear el estudio de los mecanismos de acción y eventualmente los estudios clínicos de fase 1.

Palabras clave: toxicología, fitoterapéutico, antiinflamatorio, hipoglicemiante, quimiotaxonomía, *Lupinus mutabilis Sweet*, *Alchornea castaneifolia*, *Maytenus krukovii*.

En la Facultad de Medicina de la Universidad de San Martín de Porres se viene investigando en forma sistematizada, desde hace más de cinco años, diversas plantas medicinales, con el objetivo fundamental de validar los conocimientos y usos de las diferentes plantas medicinales en la medicina tradicional.

En el Instituto de Investigación de la Facultad de Medicina de la USMP existen dos líneas principales de investigación en plantas medicinales, sin que esto signifique que son las únicas plantas en evaluación. Las dos líneas de investigación a las que hacemos referencias son:

1. Investigación de plantas medicinales con efecto antiinflamatorio y analgésico

En este rubro existen muchas plantas, entre las que podemos mencionar: *Lupinus mutabilis Sweet*, *Alchornea castaneifolia*, *Uncaria tomentosa*, *Ananas sativus*, *Calophyllum brasilienses*, *Plantado major*, *Maytenus krukovii*, etc. De todas ellas, tres son las que han merecido la mayor atención: *Maytenus krukovii* (*chuchuhuasi*), *Lupinus mutabilis Sweet* (chocho o *tarwi*) y la *Alchornea cataneifolia* (hiporuro). En el caso de las dos últimas, se ha demostrado efecto antiinflamatorio y analgésico equiparable al diclofenaco (AINE de amplio uso en la clínica médica). A diferencia del fármaco convencional, no lesionan la mucosa gástrica, sino que más bien la protegen de las lesiones producidas por indometacina. Además, parece ser que comparten del mecanismo analgésico de los opioides, pues el efecto analgésico es bloqueado por Naloxona (bloqueador específico de receptores mu).

2. Investigación de plantas con efecto hipoglicemiante

Se han estudiado numerosas plantas con efecto hipoglicemiante como: *Geranium lechleri*, *Geranium dielsanum*, *Notholaena nivea*, *Smallantus sonchifolium*, *Ocimum basilicum*, etc. Igualmente, en este rubro se ha concentrado el esfuerzo al estudio de cuatro de ellas: *Natholaena nivea* (cuti-cuti), *Geranium lechleri* (Pasuchaca), *Smallantus sonchifolius* (Yacón) y albahaca morada, demostrando efectos muy importantes sobre valores sanguíneos de glucosa, colesterol y triglicéridos.

El estudio sistematizado de plantas que se está realizando consiste en:

1. *Estudio etnobotánico*, orientado a conocer los lugares y características en que se cultiva la planta, los usos que le da la comunidad, patologías, así como los nombres con los que se la conoce.
2. *Clasificación botánica de la planta*, por botánicos expertos.
3. *Estudio fitoquímico*, para conocer los metabolitos o principios que contiene la planta.
4. *Estudio farmacológico preclínico*, para evaluar el o los efectos atribuidos y determinar la dosis efectiva y el índice terapéutico.
5. *Estudio toxicológico*, para determinar el grado de inocuidad de la planta. Se han realizado estudios de toxicidad aguda subcrónica y crónica de los extractos totales y de los principios aislados. En caso de obtener resultados satisfactorios, en los estudios preclínicos, se da inicio a los ensayos clínicos en pacientes, siguiendo estrictamente las normas éticas de la investigación.

En la línea de investigación de plantas con efecto antiinflamatorio y analgésico, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de tres plantas con efecto analgésico y antiinflamatorio, como son el *Lupinus mutabilis* Sweet (chocho o tarwi), la *Alchornea castaneifolia* (hiporuro) y el *Maytenus krukovii* (*chuchuhuasi*).

Estamos seguros que los resultados de nuestra investigación no sólo beneficiarán a la inmensa población de usuarios en nuestro país –y por qué no a nivel mundial– sino que podrá beneficiar a nuestra institución universitaria, con la posibilidad de conseguir patentes que generen rentas y, el Estado peruano podrá beneficiarse con las divisas generadas por la posible exportación.

El dolor y la inflamación son problemas de salud pública, por lo cual es necesario contar con nuevos fármacos para su control o tratamiento, que pre-

senten ventajas con respecto a los efectos adversos que presentan los AINE, en general. Además, se cuenta con estudios previos realizados con extractos de estas plantas, que demuestran un efecto antiinflamatorio y gastroprotector.¹

En la actualidad, el dolor es considerado como quinto signo vital que –junto con la temperatura, presión arterial, frecuencia respiratoria y pulso– debería ser considerado en la hoja clínica del paciente. Así mismo, instituciones como la IASP y la Organización Mundial de la Salud gestionan para que el alivio del dolor sea incluido dentro de los derechos humanos de los individuos. A partir de 1973, fecha en que se funda la IASP, se da un gran impulso a la investigación sobre los diversos aspectos del dolor: fisiología, fisiopatología, mediadores químicos, moduladores, métodos de evaluación y enfoque terapéutico, al extremo que hoy en día se acepta, sin discusión, que el manejo del dolor debe ser multidisciplinario, en el que deben participar no sólo los profesionales de las diferentes ramas de las ciencias de la salud, sino también sociólogos, asistentes sociales y, fundamentalmente, la sociedad entera y en particular la familia.

Los analgésicos constituyen uno de los pilares en el manejo farmacológico del dolor, dentro de los que podemos considerar los dos grupos más importantes: los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) y los opioides. Los AINE constituyen los fármacos más recetados, no sólo en nuestro país sino a nivel mundial. Existe una gran variedad de AINE y su número se incrementa cada vez más, lo que es un indicador de que aún no encontramos el AINE ideal. Lo manifestado anteriormente es cierto, ya que los diferentes AINE presentan una serie de efectos indeseables, efectos secundarios que, algunas veces, pueden ser fatales. Los opioides constituyen los analgésicos más potentes de los que disponemos hoy en día, pero, igualmente, presentan una serie de efectos secundarios que limitan su uso, a lo que se debe agregar una serie de prejuicios –de pacientes y médicos– en la indicación y uso de los mismos. A los efectos secundarios antes mencionados, producidos por los principales analgésicos, debemos agregar el elevado costo de algunos de ellos y la falta de disponibilidad de otros. La gran demanda de analgésicos por parte de la población –no sólo en nuestro país sino a nivel mundial– y el

1 Benjamín Castañeda C. *et al.*, “Evaluación del efecto antiulceroso del extracto acuoso y metanólico de las semillas de *Lupinus mutabilis Sweet* (tarwi, chocho) en ratas albinas”, ponencia presentada ante el V Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Farmacología, Lima, septiembre de 2003, y B. Castañeda C., R. Manrique M. y L. Ibáñez V., “Evaluación del efecto antiinflamatorio del extracto acuoso de las semillas del *Lupinus mutabilis Sweet* (tarwi, chocho) en animales de experimentación”, en *Horizonte Médico*, p. 35-47, Lima, USMP, 2002.

hecho de no disponer de un analgésico ideal –con gran eficacia y bajo riesgo y costo– nos ha impulsado a evaluar una serie de plantas medicinales a las que se les atribuye efecto analgésico y antiinflamatorio, con miras a validar las acciones atribuidas por la comunidad y, en lo posible, aislar el principio activo responsable de tal acción.

Las plantas medicinales, en el Perú y en el mundo, están adquiriendo una extraordinaria importancia farmacológica, científica y comercial. Se sabe que muchas de ellas están siendo patentadas por algunos países, tal es el caso de la uña de gato y maca, entre otras; sin embargo, es necesario considerar que las patentes son importantes en la medida que contribuyen al desarrollo y divulgación de una ciencia, cuyas consecuencias deben establecerse en beneficio de la humanidad.

La seguridad y eficacia en la utilización de las plantas deben sustentarse en la existencia de investigación científica que demuestre su acción farmacológica, su eficacia clínica y su seguridad (escasa o nula toxicidad). Por ello se hace imprescindible la planificación de experimentos en plantas a las que se les atribuye efecto analgésico o antiinflamatorio, para evaluar la posible actividad farmacológica, utilizando técnicas científicamente validadas, tales como: la del edema plantar por carragenina, según Winter y Sugishita, del foco calorífico de D' Armour y Smith, y de la plancha caliente según una modificación del método de Eddy y Leimbach, respectivamente. Igualmente, es necesario determinar el índice terapéutico de las mismas sustancias, estableciendo la relación beneficio-riesgo.

Plantas analgésicas y antiinflamatorias

La *Alchornea castaneifolia*, el *Lupinus mutabilis Sweet*, el *Maytenus krukovii* y otras, son plantas que han venido siendo usadas de una manera empírica y por conocimiento tradicional, por las poblaciones indígenas y las poblaciones actuales, para combatir enfermedades que cursan con inflamación y dolor. Hace algunos años empezamos la investigación sistematizada de estas plantas, tanto de extractos crudos acuosos como hidroalcohólicos, con miras a validar –con métodos científicamente aceptados– los efectos analgésicos y antiinflamatorios atribuidos empíricamente.

El *Lupinus mutabilis Sweet* es una leguminosa oriunda de los Andes sudamericanos. Las semillas desamargadas y en cocimiento, son utilizadas

por el poblador andino de nuestro país como alimento y como planta medicinal en: úlceras, inflamaciones y enfermedades cancerígenas. Crece sobre los 3.850 msnm y se la puede hallar desde Venezuela hasta Chile. Al contar en nuestro laboratorio con HPLC, desarrollamos una técnica que permite realizar la determinación cualitativa del alcaloide Esparteína, responsable del carácter amargo del *Lupinus*.

Si bien es cierto que el *Lupinus mutabilis Sweet* (chocho) ha sido muy estudiado desde el punto de vista nutricional y bromatológico e incluso los alcaloides han sido identificados por cromatografía de gas. La especie estudiada por nosotros corresponde a una variedad traída desde Huancayo, de la estación experimental El Mantaro UNCP, la cual podría o no tener los mismos alcaloides u otros en distintas concentraciones, considerando que el desarrollo vegetativo de la mayoría de cultivos varía, reaccionando a plagas y enfermedades. Por lo tanto, el rendimiento y composición química varían según la época de siembra debido a los cambios de las condiciones ambientales, que influyen tanto en el metabolismo de la planta como en la densidad de las poblaciones de insectos y el ataque de hongos. Además, en la composición química de los productos fitoterapéuticos se deben considerar tanto los factores intrínsecos –quimiotaxonomía y variabilidad química– como los extrínsecos: agromía, cultivo, procedencia, diferencia entre los lotes, tecnología en el procesamiento, estabilidad, condiciones de almacenamiento, etc.

El *Lupinus* es considerado de gran valor nutritivo, por su alto contenido en proteínas (38,9%), grasas (17,1%), carbohidratos y su alto valor calórico: 411 cal/100g. Además, contiene alcaloides que varían entre 3,5 y 4,2%, que no permiten su consumo directo, debiendo previamente ser eliminados mediante un procedimiento de desamargado.

El producto líquido del desamargado es utilizado por pequeños agricultores para combatir a las garrapatas en el ganado ovino y en camélidos sudamericanos; asimismo, se utiliza como regulador del crecimiento o fertilizante en los cultivos de maíz, trigo, soya y papa. Gross junto a otros investigadores,² mediante un proyecto apoyado por la cooperación alemana GTZ y el INS, trataron de industrializar el *Lupinus* para el consumo humano, objetivo que no fue concluido ya que no encontraron una técnica adecuada para el desamargado de la semilla.

2 Rainer G. Gross, "El cultivo y la utilización del tarwi *Lupinus mutabilis Sweet*", Roma, FAO, 1982.

Teniendo en cuenta la necesidad actual del aprovechamiento de los recursos que nos brinda la naturaleza para el beneficio del ser humano –deben usarse en forma racional segura y efectiva– se ha realizado el estudio preclínico de las semillas en cocimiento y los alcaloides del *Lupinus mutabilis Sweet*, con el objetivo de evaluar la actividad antiinflamatoria, analgésica, antiulcerosa y antimicrobiana de la planta *in toto* así como de sus alcaloides, a fin de establecer el grado de toxicidad, a través de la determinación de la dosis letal 50 (DL₅₀).

Alchornea castaneifolia es un árbol mediano de hasta 9 m de alto, corteza marrón clara, copa rala, ramificación distanciada, hojas pequeñas, curvinervadas, bordes levemente dentados, semicoriáceas, alternas, peciolos violáceos. Se distribuye en la Amazonía (Loreto) y costa norte. Su situación es como arbusto silvestre. La corteza es utilizada como antidiarréica, y macerada en alcohol es utilizada como antiartrítica; como antireumático se usa la maceración de la corteza en aguardiente; las hojas en infusión son utilizadas en diabetes y para dolores musculares se usa en emplasto. En tratamientos de paludismo se usa el cocimiento de la corteza fresca.³

Maytenus krukovii (chuchuhuasi), es un árbol que crece en la Amazonía de nuestro territorio; es usado como planta medicinal desde la época del antiguo Perú; se le atribuye propiedades antiinflamatorias, analgésicas, diuréticas y afrodisíacas. Además, se cuenta con estudios científicos sobre aspectos fitoquímicos, toxicidad aguda, gastroprotección, actividad analgésica, antiinflamatoria e hipotensora. Sobre otras especies de *Maytenus* existen investigaciones con resultados diferentes: marcha fitoquímica, toxicidad, actividad antipirética y efectos farmacológicos sobre la presión arterial. El uso del *Maytenus krukovii*, por sus efectos medicinales, comenzó en la época del antiguo Perú, siendo folclóricamente recomendado dentro de la medicina tradicional, como: antiinflamatorio, analgésico, diurético y afrodisíaco.

Maytenus krukovii posee, cualitativamente, una gran cantidad de alcaloides, que pueden ser los responsables de la actividad antinociceptiva, descrita por L. Lengua *et al.*, y H. Liu *et al.*, en dosis de 1.000 mg/kg, en modelo experimental de dolor visceral. Ante la evidencia de la intermediación de receptores opioides para la antinocicepción, nuestro objetivo fue evaluar la acción antinociceptiva del chuchuhuasi en el modelo de dolor visceral (con-

3 A. Brack, “Biodiversidad, biotecnología y desarrollo sustentable en la Amazonía”, en *Memorias del Taller Regional sobre Biodiversidad*, Quito, Parlamento Amazónico / PNUD, 1994.

tracciones abdominales por ácido acético) descrito por Collier y sus colaboradores,⁴ con el propósito de contribuir a la dilucidación de los posibles mecanismos involucrados en la acción analgésica y la posible participación de receptores opioides, para –una vez confirmados los resultados y agotados los estudios preclínicos– preparar una presentación farmacológica, a fin de iniciar estudios de fase clínica.

El dolor y la inflamación son problemas de salud pública, por lo cual es necesario contar con nuevos fármacos para su control o tratamiento, que presenten ventajas con respecto a los efectos adversos de los AINE en general, teniendo en cuenta que existen estudios previos realizados en extractos, que demuestran un efecto antiinflamatorio y gastroprotector, al mismo tiempo.⁵

Plantas con acción hipoglicemiente

La diabetes mellitus es una enfermedad crónica que puede ser controlada con dieta, hipoglicemiantes orales e insulina, por lo cual resulta importante investigar la existencia de algunos principios activos presentes en las plantas provenientes de nuestra biodiversidad, con propiedades normalizadoras de la glicemia. La primera descripción del uso de plantas medicinales para el tratamiento de diabetes se encuentra en el papiro de Ebers, que data del año 1.500 aC.⁶

El uso de plantas para el tratamiento de la diabetes está extremadamente difundido, aunque la mayoría se emplea de modo totalmente empírico; sin estudios preclínicos previos, desconociéndose la toxicidad, los efectos secundarios, los mecanismos de acción y las verdaderas posibilidades terapéuticas. En la mayoría de los casos, la evidencia empírica es de tipo “testimonio”; es decir, se recogen sólo los casos en los que se ha presentado una mejoría, real o imaginaria, que sin mayor comprobación pasa a aumentar la popularidad de la planta o sus preparados. Una búsqueda en Google en el mes de junio con las palabras “diabetes treatment plants”, produjo aproxi-

4 H. Collier *et al.*, “The Abdominal Constriction Response and its Suppression by Analgesic Drugs in the Mouse”, en *British Journal of Pharmacology*, vol. 32, 1968, p. 313-320.

5 B. Castañeda C. *et al.*, *op. cit.*, y B. Castañeda C., R. Manrique M. y L. Ibáñez V., *op. cit.*

6 C. J. Bayley y C. Day, “Tradicional Plant Medicines as Treatment for Diabetes”, en *Diabetes Care*, No. 12, 1989, p. 553-561.

madamente 155.000 entradas, lo que da cuenta del interés en el problema y de la falta de resultados concluyentes.

Las plantas medicinales con efecto hipoglicemiante pueden constituir una fuente importante de nuevos medicamentos orales, útiles en el tratamiento de la diabetes mellitus, ya sea como coadyuvantes a los existentes o como especialidades farmacéuticas. El estudio de las plantas medicinales es importante porque nos permite validar científicamente –disminuyendo los costos y los riesgos de su uso– la efectividad que se les atribuye en la medicina tradicional, determinar los posibles riesgos de sus usos y recomendar su empleo en el tratamiento de las diferentes patologías.

En el Perú se están realizando trabajos en plantas medicinales con efecto sobre la glicemia. Diversos estudios han encontrado efectos sobre la glicemia de *Geranium ayavacense*⁷ en ratas diabéticas, en el año 2001. Cáceres, Ibáñez *et al.*, realizan una investigación preliminar sobre el efecto hipoglicemiante de *Notholaena nivea* (cuti-cuti) y *Geranium lechleri* en ratas hiperglicémicas, utilizando el glucómetro como instrumento de medición de glucosa, observando una significativa disminución de la glicemia por parte de los extractos metanólicos de *Geranium lechleri*, proveniente de Cajamarca y *Notholaena nivea* proveniente de Ancash. Con respecto al control (suero fisiológico), a partir de la primera hora de administrado el extracto por vía oral –siendo *Geranium lechleri* más significativa durante la primera y segunda hora y *Notholaena nivea* más efectiva desde la segunda hora hasta la duodécima hora– se plantea que el efecto hipoglicemiante podría deberse a una mejor utilización de la glucosa por los tejidos periféricos y un aumento de la sensibilidad de los receptores de insulina.

Así mismo encontramos diversas plantas medicinales de uso popular que manifiestan un efecto hipoglicemiante, por ejemplo: ortiga, chanca piedra, yacón –autóctona del Perú, la cual ha sido muy estudiada por japoneses que ahora la cultivan y exportan– que, en su mayoría, no cuentan con estudios preclínicos ni clínicos demostrados. Por ello, en la Facultad de Medicina de la USMP se estudia el efecto hipoglicemiante de diversas plantas medici-

7 U. Apumayta *et al.*, “Estudio fitofarmacológico (hipoglicemiante) y de toxicidad del extracto de *Geranium ayavacense* Hill (pasuchaca) en animales de experimentación”, ponencia presentada ante el Congreso FITO 2000, Facultad de Farmacia y Bioquímica-Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Ica, 2000.

nales, siendo las principales: cuti-cuti, yacón, pasuchaca y albahaca morada; además, evaluamos el efecto sobre las alteraciones de los lípidos plasmáticos, producidos por el aloxano.

La Notholaena nivea, es un helecho propio del altiplano, las montañas y los valles semiáridos del este y oeste de la cordillera andina; pertenece a la familia *Polypodiaceae* y a la subfamilia *Gymnogrammoide*; crece en las laderas de la colina y grietas de roca entre 500 y 4.000 msnm. En el Perú se encuentra desde el sur del departamento de La Libertad hasta Puno y Arequipa y su distribución continental alcanza desde el sur del Ecuador hasta el oeste de Argentina. La planta se caracteriza por tener un tallo corto, erecto, seco y delgado con escamas lineales y una altura entre 10-30 cm, las hojas son monomórficas, el peciolo más corto que la lámina, la cual es lanceolada u ovalada. La superficie abaxial está cubierta de un polvo blanco producto de la secreción. El esporangio nace en el terminal, a 1/4-1/2 de una vena, de esporas globosas, usualmente rugosas y con granulaciones en su superficie. Este helecho es conocido en nuestro país con el nombre de cuti-cuti, como kutu-kutu, entre la población de habla quechua, o también como chaxella entre la de habla aymara (Perú-Bolivia).

Para el género *Notholaena* se han descrito cuarenta y dos especies, los cuales son helechos distribuidos en el continente sudamericano con variedades: *nivea*, *oblongata*, *tenera*, *flava*, conociéndose en el Perú a la especie *Notholaena nivea*, con los nombres de doradilla, cuti-cuti, raqui raqui y en Bolivia como kutu kutu (quechua), chaxella aymara, consumida por la población en infusión para la diabetes y como vermífugo, reportándose que en algunos casos produjo temblores en el ganado ovino. En los estudios químicos realizados en esta especie, se reporta a: 5-hidroxi-7,4'-dimetoxiflavona, quercetina y ácido isonotholaénico.

Metodología

Efecto antiinflamatorio

Para realizar la evaluación antiinflamatoria utilizamos el método descrito por Sughisita y otros, utilizando como agente flogósico la carragenina, administrada debajo de la aponeurosis subplantar, a la dosis de 0,1 ml, al 1%, en una de las patas y en la contralateral, igual volumen de solución salina al 0,9%. El edema inducido fue medido por medio de un pletismógrafo a las

cuatro horas de inyectada la carragenina. Por diferencia entre los volúmenes de las patas medidas antes de la producción de la inflamación y al tiempo de cuatro horas, se calculó el edema producido por el agente flogósico o el porcentaje de inhibición por el producto antiinflamatorio.

Los resultados fueron analizados estadísticamente por un análisis de varianza y la determinación de la dosis efectiva media se realizó mediante el método de los probits.

Efecto analgésico

En la evaluación de la actividad analgésica se utilizó el método del foco calórico, según la técnica de D'Amour y Smith. El algesímetro utilizado fue el model 33 tail flick. Para el análisis se realizó un análisis de varianza de clasificación simple. Alternativamente o en forma complementaria, se utilizó la técnica del plantar test.

Toxicidad aguda

La determinación de la DL_{50} se realizó en ratones, utilizando el método de los probits. La DL_{50} se determinó a partir de los porcentajes de mortalidad obtenidos por cada dosis ensayada, hallándose un valor igual a 18.980, con un límite superior al 95% igual a 19.857,39 y un límite inferior al 95% de 18.141,49. Se tuvo en cuenta el criterio de Williams para la calificación de los resultados de DL_{50} (mg/kg). La sustancia es extremadamente tóxica si la DL_{50} es menor a 1 mg/kg; altamente tóxica si es menor a 50 mg/kg; moderadamente tóxica, menor a 500 mg/kg; ligeramente tóxica, menor a 5.000 mg/kg; prácticamente no tóxica, menor a 15.000 mg/kg y relativamente ino-
cua, mayor a 15.000 mg/kg.

Estudio fitoquímico

El análisis fitoquímico de los extractos con actividad farmacológica, se realizó siguiendo la técnica standarizada de Ciulei, adaptada en el Laboratorio del Centro de Investigación de Medicina Tradicional Andina de la Facultad de Medicina de la USMP, por ofrecer mayor reproducibilidad y

ser de fácil ejecución, permitiendo determinar la presencia de los principales grupos de compuestos químicos, tanto libres como en la forma de glicósidos.

Las investigaciones se realizaron con un diseño de tipo aleatorio y los diversos datos obtenidos fueron analizados y tabulados mediante el programa estadístico SPSS-11.

Acción hipoglicemiante

Para analizar la acción hipoglicemiante de plantas medicinales, utilizamos como agente diabético al aloxano, con el cual obtenemos una diabetes química, secundaria a la destrucción de las células betas, producida por esta sustancia. Preferimos el aloxano a la pentozocina, en razón de su menor costo y a que en el laboratorio estamos mucho más familiarizados con el aloxano. Para el efecto de los experimentos consideramos adecuados los animales cuya glicemia es superior a 300 mg/100 ml de plasma.

Resultados

Alchornea castaneifolia (hiporuro)

En la evaluación de la dosis efectiva media (DE₅₀) se observó un marcado efecto antiinflamatorio para el extracto metanólico de hojas de hiporuro, comparable al que presentó el diclofenaco, obteniéndose una dosis de 327,17 mg/kg de peso como DE₅₀, lo cual nos indica que a esta dosis la planta provocará una inhibición en la formación del edema en un 50%. Los resultados se indican en la tabla 2, observándose que los grupos tratados con el extracto poseen valores apreciablemente mayores de inhibición de la inflamación, con respecto al grupo control. Al realizar el análisis estadístico de los probits, se encontró que existen diferencias significativas entre las respuestas de las diferentes sustancias ensayadas y que el efecto inhibitorio encontrado aumenta con el incremento de la dosis, lo que evidencia la proporcionalidad entre dicho efecto y las diferentes dosis ensayadas, observándose que la dosis más alta mostró un efecto inhibitorio ligeramente mayor al obtenido con el diclofenaco.

Tabla 1
Efecto analgésico del extracto metanólico de hojas de hiporuro

Grupos	Dosis	30 min. (%)	60 min. (%)	Grupos
Control (10)	3 ml/kg	0	0	0
Acido acetil salicílico 100 (10)	100 mg/kg	20,38	100	13,10
Hiporuro 100 (10)	100 mg/kg	15,88	62,71	60,12
Hiporuro 200 (10)	200 mg/kg	29,02	75,94	88,24

Tabla 2
Efecto antiinflamatorio del extracto metanólico de hojas de hiporuro

Tratamiento	Dosis	Porcentaje de inhibición de la inflamación
Control	3 ml/kg	0
Hiporuro 250	250 mg/kg	42
Hiporuro 500	500 mg/kg	62
Hiporuro 1000	1000 mg/kg	81
Diclofenaco	10 mg/kg	63

La DL₅₀ se determinó a partir de los porcentajes de mortalidad obtenidos por cada dosis ensayada, hallándose un valor igual a 18.980, con un límite superior al 95% igual a 19.857,39 y un límite inferior al 95% de 18.141,49. Se tuvo en cuenta el criterio de Williams para la calificación de los resultados de DL₅₀ (mg/kg). La sustancia es extremadamente tóxica si la DL₅₀ es menor a 1 mg/kg; altamente tóxica, menor a 50 mg/kg; moderadamente tóxica, menor a 500 mg/kg; ligeramente tóxica, menor a 5.000 mg/kg; prácticamente no tóxica, menor a 15.000 mg/kg y relativamente inocua, mayor a 15.000 mg/kg.

De la evaluación fitoquímica

Los hallazgos del estudio fitoquímico cualitativo del extracto metanólico se presentan en la siguiente tabla. En el análisis fitoquímico se pudo observar la presencia de esteroides, glicósidos antraquinónicos, glucósidos, fenoles, alcaloides, taninos, saponinas, flavonoides como rutina, analizado por IR frente a estandar de rutina.

Tabla 3

Resultados del estudio fitoquímico de hiporuro

Metabolitos	Cuantificación
Alcaloides	+
Lactonas y coumarinas	++
Triterpenos y/o esteroides	++
Catequinas	+
Azúcares reductores	++
Saponinas (de tipo esteroideal y triterpenoide)	+
Fenoles y taninos	++
Quinonas	++
Flavonoides	+
Antocianinas	++
Principios amargos	++

Tabla 4
**Duración del efecto analgésico de hiporuro,
 comparado con morfina**

Grupos	Dosis	30 minutos	60 minutos	90 minutos
Hiporuro	100 mg/kg	6,25	28,10	37,50
Hiporuro	150 mg/kg	17,10	40,60	39,06
Hiporuro	250 mg/kg	42,10	50,00	43,70
H ₂ O dest,	3 ml/kg	0	0	0
Naloxona + hiporuro		18,70	3,10	1,50
Morfina		100,00	93,50	89,06
Naloxona +	Morfina	2,30	1,00	0,40

Tabla 5
**Estimación de la dosis letal 50 (DL₅₀) de
Alchornea castaneifolia (hiporuro) en ratones**

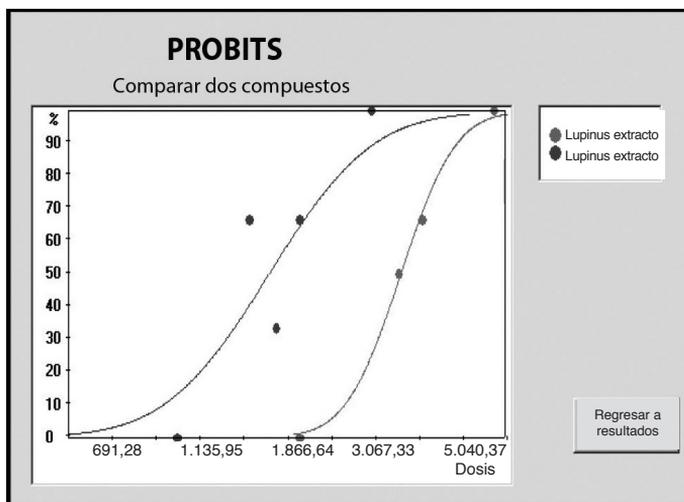
Dosis	Mortalidad 24 horas	48 horas	72 horas
2.000 mg/kg	0/6	0/6	0/6
4.000 mg/kg	0/6	0/6	0/6
8.000 mg/kg	0/6	0/6	0/6
16.000 mg/kg	0/6	0/6	0/6
18.000 mg/kg	1/6	1/6	1/6
20.000 mg/kg	4/6	4/6	4/6

La DL_{50} se determinó a partir de los porcentajes de mortalidad obtenidos por cada dosis ensayada, hallándose un valor igual a 18.980, con un límite superior al 95% igual a 19.857,39 y un límite inferior al 95% de 18.141,49. Se tuvo en cuenta el criterio de Williams para la calificación de los resultados de DL_{50} (mg/kg). La sustancia es extremadamente tóxica si la DL_{50} es menor a 1 mg/kg; altamente tóxica, menor a 50 mg/kg; moderadamente tóxica, menor a 500 mg/kg; ligeramente tóxica, menor a 5.000 mg/kg; prácticamente no tóxica, menor a 15.000 mg/kg y relativamente inocua, mayor a 15.000 mg/kg.

Identificación botánica del <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet	
División	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Subclase	<i>Archichlamydeae</i>
Orden	Rosales
Familia	<i>Fabaceae / Leguminosae</i>
Género	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet
Nombre vulgar	Chocho

Fuente: Laboratorio de Farmacología, Facultad de Medicina Humana, USMP, Lima.

Determinación de la toxicidad aguda (DL_{50} : 1.677 mg/kg) extracto atomizado de *Lupinus*



Determinación de la toxicidad... (continuación)

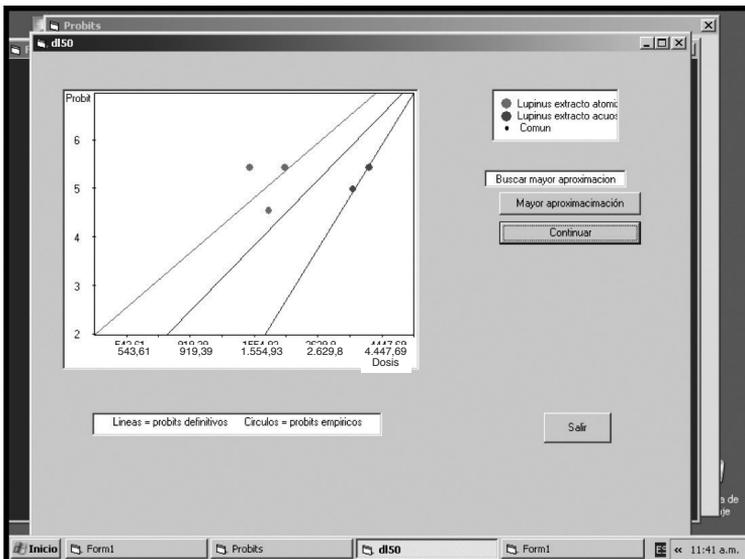
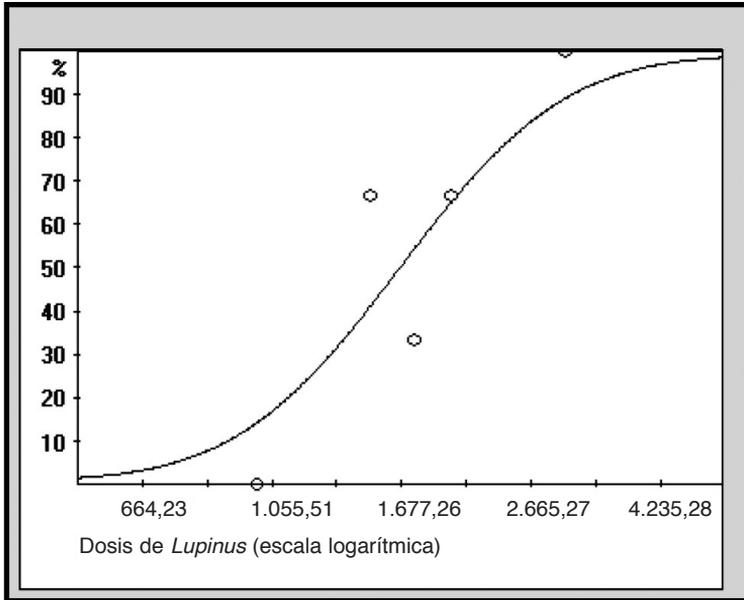


Tabla 6

Identificación taxonómica de las plantas hipoglicemiantes

Reino	Plantae	Plantae	Plantae	Plantae
Filo	<i>Pteridophyta</i>	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Angiospermas</i>	
Clase	<i>Filices</i>	<i>Magnoliosida</i>	<i>Dicotyledonae</i>	
Orden	<i>Pteridales</i>	<i>Geraniales</i>	<i>Asterales</i>	
Familia	<i>Sinopteridaceae</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Astereaceae</i>	<i>Lamiaceas</i>
Género		<i>Geranium</i>	<i>Smallanthus/ polymna</i>	
Especie	<i>Natholaena nivea (Poir) Desv</i>	<i>Geranium lechleri knuth</i>	<i>Smallanthus sonchifolius polimniasonchifolius</i>	
Nombre vulgar	cuti-cuti	pasuchaca	yacón, bacón, llakuma	albahaca, albaca

Tabla 7

Estudio fitoquímico de plantas tradicionales

Nombre científico	Nombre común	Tipo de muestra	Proyecto
<i>Ocimum</i>	albahaca	atomizado	Concytec
	pasuchaca	atomizado	Concytec
<i>Notholaena nivea</i>	cuti-cuti	atomizado	Concytec
<i>Smallantus sonchifolia</i>	yacón	atomizado	Concytec

Ítem	Rvo/Ensayo	Albahaca		Cuti-cuti	Yacón
1	Grasas y aceites	-	+	++	++
2	Alcaloides	+	+	+	+
3	Lactonas y coumarinas	+	++	+	+
4	Triterpenos y/o esteroides	+	-	-	-
5	Catequinas	+	+	+++	+
6	Resinas	+	-	+++	+
7	Azúcares reductores	+	-	+	+
8	Saponinas de tipo esteroideal y triterpenoide	-	+	++	
9	Fenoles y taninos	+	+	++	++
10	Aminoácidos libres o Aminas	+	-	-	+
11	Quinonas				
12	Flavonoides	+	+	++	+
13	Antocianidinas	+	+	+++	+
14	Principios amargos	+	+	+	+
15	Mucilagos	+	+	-	+

Tabla 8

Variación de la hiperglicemia aloxánica por acción de la albahaca

Grupo	Tiempo en horas				
	Basal (0)	1	2	4	24
Control	585	529	591,4	547,2	539,4
Atomizado	548,6	346	299,8	264,4	389,4
Alc.-250	514,4	386,8	346	282	168,4
Alc.-500	562,2	513,2	460,6	454,8	442

Tabla 9

Variaciones de hiperglicemia aloxánica por acción del cuti-cuti, por grupos, según tiempo

Grupo	Tiempo en horas				
	Basal (0)	1	2	4	24
Control	585,0	529,0	591,4	547,2	539,4
Atomizado	463,6	336,0	268,4	161,6	92,6
Alc.-250	570,2	464,0	235,4	206,6	138,2
Alc.-500	496,8	286,2	244,8	187,0	97,4

Comparación de los grupos Alc.-250 y Alc.-500 mg/kg

La variación de la glicemia a las 24 horas alcanzó una diferencia de 40,8 mg% entre las dos dosis. La significación estadística de $p=0,081$ es explicable por el pequeño número de animales y porque ya la mayoría se había estabilizado en los valores normales de glicemia. Puede estimarse que la dosis de 500 mg/kg por vía oral representa un efecto cercano al máximo y puede servir para estudiar el mecanismo de acción y apreciar el perfil farmacodinámico de los alcaloides.

Tabla 10

Variación de hiperglicemia aloxánica por acción de pasuchaca, por grupos, según tiempo

Grupo	Tiempo en horas				
	Basal (0)	1	2	4	24
Control	585,0	529,0	591,4	547,2	539,4
Atomizado	497,4	301,4	93,8	94,0	111,2
Alc.-250	561,2	405,2	302,4	168,4	117,0
Alc.-500	410,4	278,2	231,0	131,6	210,4

Comparación de los grupos Alc.-250 y Alc.-500

La dosis de 250 mg/kg produjo una disminución significativa de la glicemia. Al elevarse la dosis a 500 mg/kg las cifras de glicemia alcanzaron niveles muy bajos (salvo un caso en que aumentó) y se produjo mortalidad de 40% antes de las 48 horas. Puede estimarse que la dosis de 250 mg/kg por vía oral representa un efecto cercano al máximo y puede servir para estudiar el mecanismo de acción y apreciar el perfil farmacodinámico de los alcaloides.

Tabla 11

Variaciones de hiperglicemia aloxánica por acción del yacón, por grupos, según tiempo

Grupo	Tiempo en horas				
	Basal (0)	1	2	4	24
Control	585,0	529,0	591,4	547,2	539,4
Atomizado	438,2	326,0	107,0	76,0	85,8
Alc.-250	559,0	306,0	195,8	180,4	112,0
Alc.-500	560,0	407,2	359,8	226,8	155,4

Comparación de los grupos Alc.-250 y Alc.-500

La variación de la glicemia a las 24 horas no alcanzó una diferencia significativa entre las dos dosis. El resultado es explicable por el pequeño número de animales y por que en ambos casos ya la mayoría se había estabilizado en los valores normales de glicemia. Puede estimarse que la dosis de 500 mg/kg por vía oral representa un efecto cercano al máximo y puede servir para estudiar el mecanismo de acción y apreciar el perfil farmacodinámico de los alcaloides.

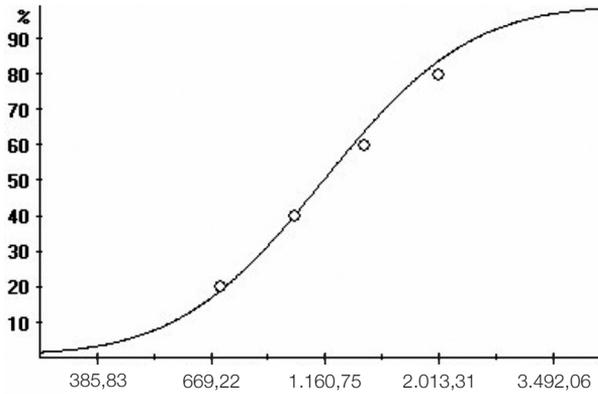
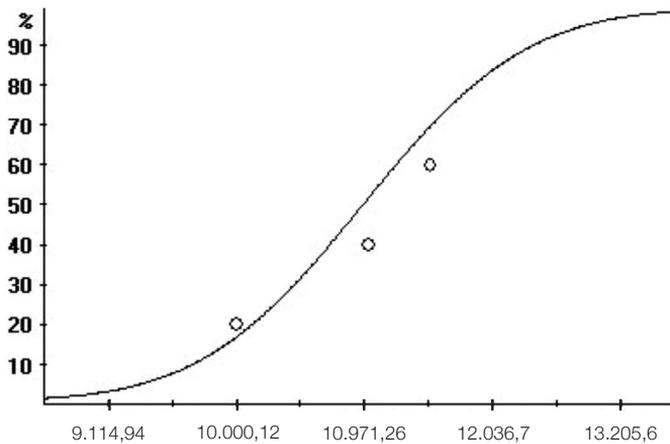
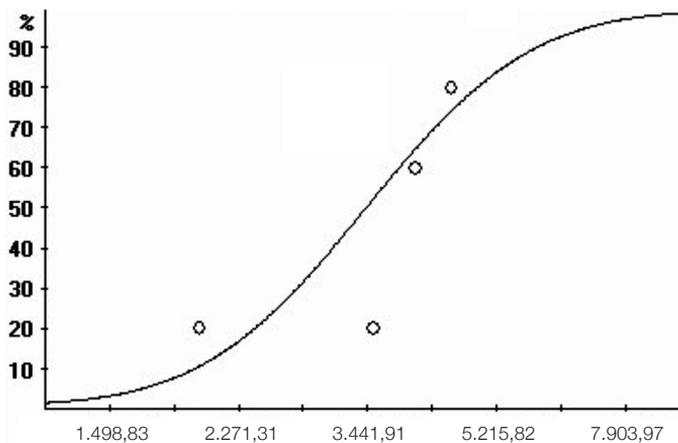
Dosis letal media de los alcaloides de albahaca

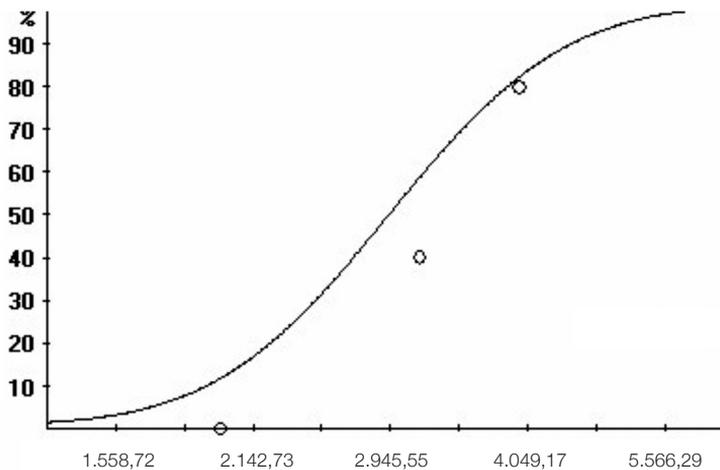
Fig. 1
DL₅₀= 1160

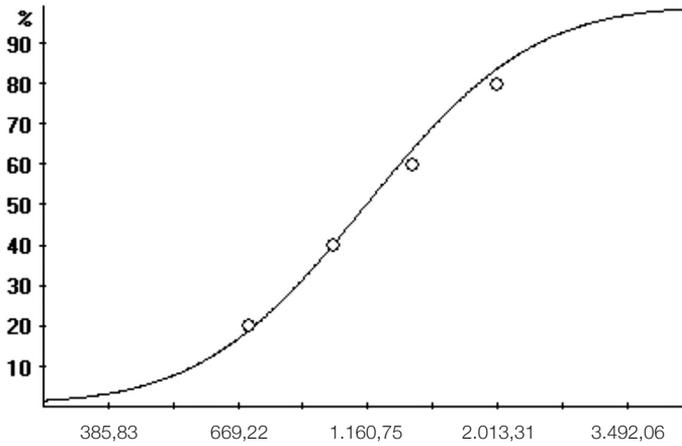
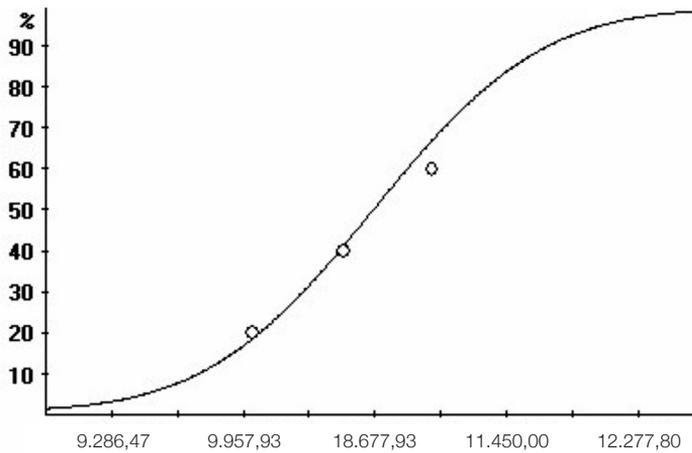
Dosis de cuti-cuti aromizado (escala logarítmica)

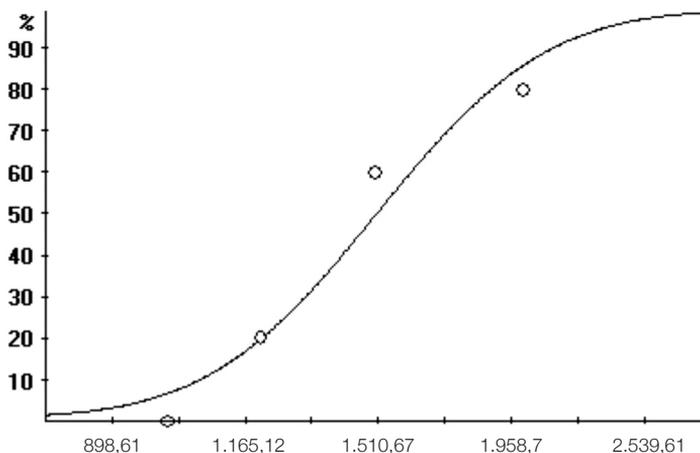
Dosis de pool de alcaloides de cuti-cuti (escala logarítmica)



Dosis de pasuchaca atomizado (escala logarítmica)



Dosis de pool de alcaloides de pasuchaca (escala logarítmica)**Dosis de yacón atomizado (escala logarítmica)**

Dosis de pool de alcaloides de yacón (escala logarítmica)

Referencias bibliográficas

- Apumayta, U., *et al.*, “Estudio fitofarmacológico (hipoglucemiante) y de toxicidad del extracto de *Geranium ayavacense* Hill (pasuchaca) en animales de experimentación”, ponencia presentada ante el Congreso FITO 2000, Facultad de Farmacia y Bioquímica-Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Ica, 2000.
- Bayley, C. J., y C. Day, “Tradicional Plant Medicines as Treatment for Diabetes”, en *Diabetes Care*, No. 12, p. 553-561, 1989.
- Brack, A., “Biodiversidad, biotecnología y desarrollo sustentable en la Amazonía, en *Memorias del Taller Regional sobre Biodiversidad*, Quito, Parlamento Amazónico / PNUD, 1994.
- Castañeda C., B., R. Manrique M. y L. Ibáñez V., “Evaluación del efecto antiinflamatorio del extracto acuoso de las semillas del *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi, chocho) en animales de experimentación”, en *Horizonte Médico*, p. 35-47, Lima, USMP, 2002.
- “Evaluación del efecto antiulceroso del extracto acuoso y metanólico de las semillas de *Lupinus mutabilis* Sweet (tarwi, chocho) en ratas albinas”, ponencia presentada ante el V Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Farmacología, Lima, septiembre de 2003.

Collier, H., *et al.*, “The Abdominal Constriction Response and its Suppression by Analgesic Drugs in the Mouse”, en *British Journal of Pharmacology*, vol. 32, p. 313-320, 1968.

Gross, Rainer G., “El cultivo y la utilización del tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*)”, Roma, FAO, 1982.

Y 106 referencias adicionales.

Etnobotánica de los frailejones: aspectos químicos y medicinales

Alfredo Usubillaga

Instituto de Investigaciones. Facultad de Farmacia y Bioanálisis
Universidad de los Andes, Venezuela

Resumen

Los frailejones son plantas resinosas típicas de los páramos de Colombia, Ecuador y Venezuela. pertenecientes a la familia *Asteraceae*. Originalmente se agruparon en el género *Espeletia* (Mutis) y actualmente, según Cuatrecasas, forman la subtribu *Espeletiinae* constituida por ocho géneros: *Carramboia*, *Coespeletia*, *Espeletia*, *Espeletiopsis*, *Libanothamus*, *Paramiflos*, *Ruilopezia* y *Tamania*. Hasta el momento se han identificado 180 especies de frailejón, 105 en Colombia, 74 en Venezuela y una en el Ecuador.

El primer estudio fitoquímico de estas plantas fue realizado por Piozzi *et al.*, quienes publicaron en 1968 la estructura del ácido grandiflorólico, un diterpeno aislado de la *Espeletia grandiflora*. Unos meses después, Brieskorn y Pöhlmann publicaron la estructura del ácido grandiflorénico y del ácido *ent*-15 α -acetoxi-kaur-16-en-19-oico aislados por primera vez de la *Espeletia schultzi*. Posteriormente, trabajos realizados por Bohlmann sobre material de herbario proveniente del Smithsonian, así como investigaciones realizadas en la Universidad de los Andes de Mérida (Usubillaga *et al.*)* así como en la Universidad Javeriana (Torrenegra *et al.*), permitieron aislar una serie de ácidos, alcoholes y aldehidos diterpénicos que –con-

* Nota del editor: en este artículo se ha dejado en el texto, entre paréntesis, las referencias que no constan en la bibliografía.

juntamente con ceras, polienos y algunos triterpenos– constituyen la resina de estas plantas.

Los estudios realizados indican que los componentes de la resina son aproximadamente los mismos en todos los frailejones estudiados hasta el momento. Sin embargo, el ácido grandiflorénico o el kaurénico son los compuestos más abundantes. Todos los frailejones poseen aceites esenciales, que por lo general contienen hidrocarburos monoterpénicos como componentes mayoritarios.

Habitantes de los páramos colombianos utilizan el frailejón para tratar el reumatismo y problemas respiratorios. En Venezuela se utiliza un jarabe preparado en base a la raíz de la *Espeletia weddellii*, uso que no ha sido avalado por un estudio clínico realizado en la Universidad de los Andes.

Estudios realizados en la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado (Barquisimeto), indican que el ácido kaurénico –uno de los componentes más abundantes de la resina de algunos frailejones– tiene efecto sobre el melanoma murino en dosis de 1,0 mg/kg. Reduce el tamaño de los tumores, el número de metástasis y aumenta la sobrevivencia de los ratones. El efecto beneficioso aumenta al tratarlos con kaurenato de glucosa. En la actualidad se está realizando, con resultados prometedores, un experimento clínico en el Hospital Antonio María Pineda de Barquisimeto; este experimento consiste en la aplicación de una crema que contiene kaurenato de sodio a 20 pacientes que sufren de cáncer de la piel.

Por otra parte, estudios realizados en la Universidad Central de Venezuela sobre el *Plamodium berghei*, indican que derivados epoxidados del ácido kaurénico son capaces de inhibir la proteólisis de la hemoglobina causada por estos flagelados; por consiguiente, son sustancias que podrían servir de base para controlar la malaria.

Palabras clave: frailejón, páramo, *Espeletiinae*, ácido kaurénico, ácido grandiflorénico, kaurenato de sodio, melanoma, derivados epoxidados, malaria.

Antecedentes geográficos y botánicos

Se conoce bajo el nombre de frailejón a un grupo de plantas dicotiledóneas características de los Andes de Colombia, Ecuador y Venezuela pertenecientes a la familia *Asteraceae*. Esta vegetación endémica crece en una región natural conocida como páramo, la cual se distribuye discontinuamente desde los 8° latitud sur hasta los 11° latitud norte, es decir desde la región de Jalca,

Figura 1
Mapa de los países norandinos que muestra
la ubicación de los páramos



al norte del Perú, hasta la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia.¹ De Este a Oeste, existen páramos desde la cordillera de Mérida en Venezuela hasta la cordillera de Talamanca en Costa Rica (fig. 1). En Venezuela, esta región natural empieza donde terminan los bosques y se extiende por encima de los

1 J. L., Luteyn, "Páramos. A Checklist of Plant Diversity, Geographical Distribution and Botanical Literature", en *Memories of The New York Botanical Garden*, vol. 84, Nueva York, 1999.

3.000 msnm hasta el límite inferior de las nieves perpetuas, que se encuentra entre los 4.500 y 4.800 msnm.²

A pesar de cubrir solamente una pequeña área del territorio de los páises antes mencionados, los páramos tienen una flora sumamente rica y poseen numerosas especies endémicas. Un ejemplo es el frailejón, con su típica forma de roseta monocaule.³ Los páramos se caracterizan por estar sujetos a extremas variaciones diarias de temperatura, tan extremas que su clima ha sido descrito como “verano todos los días, invierno todas las noches”.⁴ Los páramos, sobre todo en Colombia y Ecuador, son regiones nubladas y húmedas. En cambio, las altiplanicies de Perú y Bolivia conocidas como Puna, tienen cielos despejados y poseen una estación seca bien definida. Los páramos en Venezuela están sometidos a la influencia de los vientos alisios y poseen condiciones climáticas variadas: algunos son húmedos y otros relativamente secos. Los españoles le dieron el nombre de páramo a estas regiones de alta montaña tropical, por las similitudes que presentan sus paisajes –vegetación y clima– con los páramos existentes en el norte de la meseta ibérica.

No se conoce el nombre que daban al frailejón las comunidades indígenas. Según la tradición, éste fue puesto por los soldados de Sebastián de Benalcazar, cuando a su paso por el páramo de El Angel entre la neblina se encontraron con los rosetales de *Espeletia pycnophylla*, que se asemejaban a unos frailes gigantescos.

Humboldt y Bonpland, en 1808, describen tres especies de frailejón recolectadas en el área de Bogotá en 1801, a las que agruparon bajo el nombre genérico de *Espeletia*. Este género había sido creado por Mutis en honor a José de Ezpeleta, Virrey del Nuevo Reino de Granada (1789-1796), natural de Pamplona (España) y notable por su deseo de fomentar la agricultura, el comercio y la cultura.⁵ Seguramente Mutis le dedicó el género por el decidido apoyo que este virrey había brindado a la expedición botánica.

Previamente, en 1799, Humboldt había recolectado en la Silla de Caracas un árbol resinoso llamado incienso, cuya descripción fue hecha en

2 M. Monasterio, “Los páramos andinos como región natural, características biogeográficas generales y afinidades con otras regiones andinas”, en *Estudios ecológicos en los páramos andinos*, Mérida, Universidad de los Andes, 1980.

3 V. Vareschi, *Flora de los páramos*, Mérida, Universidad de los Andes, 1970.

4 O. Hedberg, “Features of Afroalpine Plant Ecology”, en *Acta Phytogeographica Suecica*, No. 49, p. 1-144, 1954.

5 D. L. Ceballos Gómez, “José de Ezpeleta”, ficha bibliográfica, en *Biblioteca Virtual del Banco de la República*, Bogotá, 2004.

1814 bajo el nombre de *Trixis neriifolia*; pero en 1856, Schultz Bipontinus lo transfirió al género *Espeletia*. En 1870 Ernst, desconociendo la transferencia realizada por Schultz, creó para esta especie el género *Libanothamus*, nombre derivado de la palabra griega libanos, que significa resina y que por mucho tiempo fue considerado sinónimo de *Espeletia*.

El primer tratamiento filogenético del género fue realizado por Smith y Koch en 1935. Hasta ese momento se habían identificado treinta especies de frailejón que incluían tres especies de árboles y veintisiete de plantas herbáceas. Smith consideró que los frailejones habían evolucionado a partir de un ancestro leñoso tipo *Polimnia*, el cual fue adquiriendo características herbáceas a medida que se adaptaba a las condiciones ambientales causadas por la elevación de la cordillera de los Andes.

Para 1968 se conocía de la existencia de cuarenta y cinco especies venezolanas⁶ y en 1969 el número de especies conocidas era de noventa y uno. Fue a partir de ese año, cuando don José Cuatrecasas realizó una serie de recolecciones en los páramos de Colombia, complementadas luego en 1970 y 1973 en viajes realizados por los Andes venezolanos, en compañía de Luis Ruiz Terán y Manuel Lopez Figueiras, profesores de la Facultad de Farmacia de la Universidad de los Andes (Mérida), que se identificaron treinta y tres nuevas especies.

En estos viajes, don José Cuatrecasas pudo observar las formas de crecimiento y otros caracteres vegetativos de los frailejones, caracteres que no son fáciles de apreciar en los herbarios (v. ejemplares de especies de frailejón de los páramos merideños en las p. 116 y 117). Con base en estas observaciones –y a su conocimiento de todas las especies de frailejón conocidas hasta el momento– Cuatrecasas propuso separarlas en los géneros *Carramboa*, *Coespeletia*, *Espeletia*, *Espeletiopsis*, *Libanothamus*, *Ruilopezia* y *Tamania*. Además, observando que las especies pertenecientes a estos nuevos géneros poseen en sus flores y frutos características comunes y que todas tienen diecinueve cromosomas, consideró que constituían una unidad taxonómica superior y, por consiguiente, las agrupó bajo la subtribu *Espeletiinae*.⁷ Posteriormente, un octavo género –*Paramiflos*– fue también reconocido por

6 L. Aristeguieta, *Flora de Venezuela*, vol. X, *Compositae*, Caracas, Instituto Botánico, 1968, p. 407-462.

7 J. Cuatrecasas, “A New Subtribe in the *Heliantheae* (*Compositae*) *Espeletiinae*”, en *Phytologia*, No. 35, 1976, p. 43-61.

Cuatrecasas.⁸ La transferencia del género *Espeletia* a la subtribu *Espeletiinae* (*Heliantheae*), fue sustentada por Robinson.⁹

Sin embargo, estudios recientes realizados por Rauscher,¹⁰ mediante secuenciación del ADN de ribosomas del núcleo de varias especies de frailejón y comparación de estos datos con los obtenidos de especies pertenecientes a los géneros *Ichthyothere*, *Smallanthus* y *Rumfordia* de la subtribu *Melampodiinae*, no apoyan la división del “complejo *espeletia*”, como lo designa Rauscher, en ocho géneros. De todas maneras Rauscher reconoce en su disertación doctoral la necesidad de realizar estudios moleculares más amplios y disponer de datos morfológicos más detallados. Previamente Hoffman había clasificado al género *espeletia* dentro de la subtribu *melampodiinae*. La clasificación de Hoffman fue mantenida por Smith y Koch¹¹ así como por Stuessy.¹² Los estudios a nivel molecular indican que *Ichthyothere* es probablemente el género más cercano al complejo *espeletia*.¹³

En la actualidad, los páramos son regiones discontinuas rodeadas de bosques tropicales –como si fueran islas en el mar– pero en los períodos glaciales el límite inferior de las nieves descendió probablemente hasta los 2.500 msnm,¹⁴ lo cual permitió que la mayoría de los páramos estuvieran interconectados entre sí. Según Vanr Hammen¹⁵, durante el Pleistoceno y Holoceno, hubo numerosas variaciones climáticas que impulsaron cambios en la extensión de los páramos y, consecuentemente, cambios en la vegeta-

8 J. Cuatrecasas, “A New Genus of the *Compositae*: Paramiflos (*Espeletiinae*) from Colombia”, en *Proceedings of the Biological Society of Washington*, No. 108, 1995, p. 748-750.

9 H. Robinson, “A Revision of the Tribal and Subtribal Limits of the *Heliantheae* (*Asteraceae*)”, en *Smithsonian Contributions to Botany*, No. 51, 1981, p. 1-102.

10 J. T. Rauscher, “Molecular Systematics of the *Espeletia* Complex: Evidence from nrITS Sequence on the Evolution of an Andean Adaptive Radiation”, tesis doctoral, School of Arts and Sciences, Washington University, Saint Louis, 2000.

11 A. Smith y M. Koch, “The Genus *Espeletia*: A Study of Phylogenetic Taxonomy”, en *Brittonia*, No. 1, 1935, p. 479-530.

12 T. Stuessy, “Chapter 23”, en V. H. Heywood, J. B. Harborne y B. L. Turner, edit., *Biology and Chemistry of Compositae*, vol. II, Londres, Academic Press, 1977.

13 J. T. Rauscher, “Molecular Phylogenetics of the *Espeletia* complex (*Asteraceae*): Evidence from rDNA ITS Sequences on the Closest Relatives of an Andean Adaptive Radiation”, en *American Journal of Botany*, No. 89, 2002, p. 1.074-1.084.

14 C. Schubert, “Aspectos geológicos de los Andes venezolanos: historia, breve síntesis, el Cuaternario y bibliografía”, en M. Monasterio, edit., *Estudios ecológicos en los páramos andinos*, Mérida, Universidad de los Andes, 1980.

15 T. Van der Hammen, “The Pleistocene Changes of Vegetation and Climate in Tropical South America”, en *Journal Biogeography*, No. 1, 1974, p. 3-26.

ción. Durante los períodos fríos los páramos estuvieron interconectados, lo cual permitió que las especies de frailejón invadieran nuevos territorios; en cambio en los períodos interglaciales los páramos volvieron a quedar aislados unos de otros, como en la actualidad. Sin duda, el aislamiento permitió el desarrollo de nuevas especies de frailejón a medida que estas plantas se adaptaban a las condiciones ambientales imperantes.

Hasta el momento se han descrito setenta y cuatro especies de frailejón para Venezuela,¹⁶ ciento cinco para Colombia, según un estudio reciente¹⁷ y una para el Ecuador. En la tabla 1 se muestra la distribución de estas especies en los ocho géneros de la subtribu *Espeletiinae*. Algunas especies se encuentran tanto en Colombia como en Venezuela. Es el caso de *Espeletia bras-sicoidea*, *Espeletia perijaensis*, *Espeletiopsis purpurascens* y *Tamania char-donii*. Por otra parte, la *Espeletia pycnophylla* se encuentra en la zona limítrofe del sur de Colombia y norte de Ecuador. El más austral se encuentra en la región central de Ecuador, en la cordillera de Llanganates. Existen numerosas subespecies de frailejón, por ejemplo se conocen de *E. pycnophylla*, las subespecies *angelensis*, *pycnophylla* y *llanganates*, así como las variedades *galerana* y *lacinulata*. Rangel-Ch¹⁸ describe ochenta y tres taxa de *Espeletia* para Colombia. Si se toman en cuenta todas las subespecies y variedades existentes, hay más de docientos frailejones.

La situación se complica por la existencia de híbridos. En muchos páramos coexisten varias especies de frailejón y si la época de floración coincide, las condiciones son favorables para la hibridización, proceso que probablemente ha contribuido a la formación de nuevas especies. Por ejemplo, Cuatrecasas considera que la *Espeletia algodonosa* es un híbrido entre *Espeletia schultzii* y *Espeletia nana*.

En el páramo de Piedras Blancas se encuentran en simpatría *C. moritziana*, *C. timotensis*, *C. spicata*, *E. batata*, *E. semiglobulata* y *E. schultzii*. Es muy fácil distinguir los híbridos entre *C. moritziana* y *E. schultzii*. *C. moritziana* tiene solamente una cabezuela de 4-5 cm de diámetro y color rojizo al final de cada tallo floral. En cambio, *E. schultzii* posee inflorescencias corimboso-paniculadas con cabezuelas intensamente amarillas de 2-2,5 cm de diá-

16 J. L. Luteyn, *op. cit.*

17 B. Rodríguez y T. L. Cobos, "Nuevas especies de frailejones", proyecto de grado, 2006, en <www.universia.net.com>.

18 J. O. Rangel-Ch. *et al.*, "Espermatofitos" en J. O. Rangel-Ch., edit., *Colombia. Diversidad biótica*, vol. III, *La región de vida paramuna*, Bogotá, Unibiblos / Universidad Nacional de Colombia., 2000.



Libanothamus nerifolius (B.ex H) Ernst.



Carramboa badilloi (Cuatr) Cuatr.



Libanothamus nerifolius (B.ex H) Ernst.



Carramboa badilloi (Cuatr) Cuatr.

Tabla 1

Número de especies de frailejón descritas para Colombia, Ecuador y Venezuela, distribuidas por género

Género	Colombia	Ecuador	Venezuela
<i>Espeletia</i>	71	1	17
<i>Espeletiopsis</i>	27	–	9
<i>Carramboa</i>	–	–	5
<i>Coespeletia</i>	–	–	8
<i>Libanothamus</i>	5	–	12
<i>Paramiflos</i>	1	–	–
<i>Ruilopezia</i>	–	–	22
<i>Tamania</i>	1	–	1
	105	1	74

metro. Los híbridos poseen varias cabezuelas en cada tallo floral y éstos son de tamaño y color intermedios. En la p. 120 se muestran ejemplares de *C. moritziana*, *C. timotensis*, *C. spicata*, *E. semiglobulata* y *E. schultzii* y del híbrido entre *C. moritziana* y *E. schultzii*.

Es interesante anotar que hay especies de *Espeletia*, *Espeletiopsis* y *Libanothamus* tanto en Colombia como en Venezuela. Sin embargo, solamente existen especies de *Carramboa*, *Coespeletia* y *Ruilopezia* en Venezuela. Las especies de *Carramboa* son árboles que alcanzan una altura de 10 m y crecen aislados, entre otros árboles, en la selva nublada próxima al páramo. En cambio, los árboles pertenecientes al género *Libanothamus*, forman pequeños bosques por encima de los 2.500 m. Las *Coespeletias* son típicos frailejones y las *Ruilopezias* son plantas monocárpicas que se distinguen por tener una inflorescencia terminal.

¿Por qué no existen especies de *Carramboa*, *Coespeletia* y *Ruilopezia* en Colombia? Es posible que estas especies surgieran en una época tardía, cuando las condiciones climáticas no eran favorables para cruzar la depresión de Cúcuta, la cual representa una barrera geográfica que interrumpe la continuidad de los páramos colombo-venezolanos.

Hace unos veinte años, el Dr. Thomas J. Mabry visitó la Universidad de los Andes y lo llevamos a visitar el Pico El Aguila y el páramo de Piedras Blancas. Era el mes de octubre y la *Espeletia schultzii* se encontraba en plena floración. Impresionado por la belleza del lugar, exclamó: *This is paradise on Earth*. Es deseable e importante que este paraíso se pueda proteger y conservar.

La química del frailejón

La primera publicación sobre los componentes de la resina de un frailejón apareció en la *Gazzetta Chimica Italiana*,¹⁹ donde se describe el aislamiento del ácido 15 α -hidroxi-(-)-kaur-16-eno-19-oico (fig. 2, 4a) obtenido de la *Espeletia grandiflora*, una de las tres especies colombianas descritas por Humboldt y Bonpland en 1808. Los autores le dieron a este diterpeno el nombre de ácido grandiflorólico. Poco tiempo después, Brieskorn y Pohlmann²⁰ publicaron en *Tetrahedron Letters* un avance sobre el estudio de la resina de la *Espeletia schultzii*, donde se describe el aislamiento de los ácidos (-)-kaur-9(16)-dieno-19-oico (ácido grandiflorénico, 2), grandiflorólico y 15 α -acetoxi-(-)-kaur-16-eno-19-oico. En la fig. 2 se muestra la estructura de estos compuestos, al igual que la de otras sustancias aisladas posteriormente en varias especies de frailejón.

Existe una mariposa nocturna (polilla), cuya especie no ha sido todavía determinada, que parasita en la *Espeletia schultzii*. En los Andes de Mérida hay una estación seca que generalmente se extiende desde diciembre hasta febrero. Cuando empiezan las lluvias salen las larvas, perforando la base de las hojas jóvenes. Por esta perforación brota resina que es muy fácil de recolectar, la cual constituye una fuente muy adecuada para el aislamiento y purificación de los diterpenos que contiene la planta. Pöhlmann (1968) en su disertación doctoral describe el aislamiento de los ácidos antes mencionados, tanto de esta resina como de las hojas secas y molidas. Por supuesto, los compuestos aislados fueron los mismos pero el rendimiento obtenido a partir de la resina fue treinta veces mayor.

19 F. Piozzi *et al.*, "Struttura dell'acido grandiflorolico", en *Chimica Italiana*, No. 98, 1968, p. 907-910.

20 C. H. Brieskorn y E. Pöhlmann, "Diterpene von Kaurantyp aus Der Composite *Espeletia schultzii* (Wedd.)", en *Tetrahedron Letters*, No. 54, 1968, p. 5.662-5.664.

Frailejones del páramo de Piedras Blancas

Espeletia schultzii Wedd.



Espeletia semiglobulata Cuatr.



Hibrido *schultzii-moritziana*



Coespeletia spicata Sch. Bip. Wedd.



Coespeletia moritziana Sch. Bip. Wedd.



Coespeletia timotensis Cuatr.

El primer estudio fitoquímico realizado en la Universidad de los Andes sobre una especie de frailejón, fue el análisis de los componentes de la resina de la *Espeletia tenore* –una especie enana proveniente del páramo de los Granates– que los habitantes del lugar llamaban *chijí*. De esta especie se aisló por primera vez el aldehído isokaurénico (fig. 2, 3a).²¹ Luego se realizaron estudios de varias especies provenientes de páramos cercanos a la ciudad de Mérida.²² En 1972, durante una pasantía de tres meses en la Escuela Politécnica de Quito –financiada por la Organización de los Estados Americanos–, se hizo un estudio fitoquímico de un frailejón colectado en el páramo de El Ángel, el cual fue clasificado como *Espeletia hartwegiana*.²³ Todos estos trabajos, aunque fueron realizados con recursos técnicos muy limitados, permitieron establecer que los compuestos mayoritarios aislados de todas las especies estudiadas eran iguales, aunque en proporciones diferentes.

En 1980 Bohlmann publicó en *Phytochemistry* tres artículos muy completos y detallados sobre los componentes químicos de varias especies de frailejón. El primero²⁴ es un estudio de la *Espeletia uribei*, *Espeletia weddellii*, *Coespeletia lutezens*, *Libanothamus neriifolius*, *Ruilopezia jahni* y *Ruilopezia lindenii*. El segundo artículo hace referencia al estudio fotoquímico de cinco especies de *Libanothamus*.²⁵ El tercero, trata sobre los componentes de dos especies de frailejón pertenecientes al género *Coespeletia* y cinco al género *Espeletia*.²⁶ Estos estudios fueron realizados sobre material de herbario proveniente del Smithsonian (Washington DC). Los estudios realizados por Bohlmann son de excelente calidad, ejecutados con meticulosidad germánica, utilizando los mejores equipos disponibles para la época.

21 A. Usubillaga y A. Morales, “Diterpenos kaurénicos en la *Espeletia tenore*”, en *Revista Latinoamericana de Química*, No. 1, 1970, p. 28-132.

22 A. Usubillaga y A. Morales, “Kaurenic Acids in *Espeletia* sp.”, en *Phytochemistry*, No. 11, 1970, p. 1.856-1.857; T. Nakano *et al.*, “Studies on the Constituents of *Espeletia weddellii*”, en *Planta Médica*, vol. 24, No. 3, 1973, p. 243-248, y A. Usubillaga *et al.*, “Kaurenoid Diterpenes in *Espeletia* sp.”, en *Phytochemistry*, No. 12, 1973; A. Usubillaga y T. Nakano, “Kaurene Diterpenes in *Ruilopezia margarita*”, en *Planta Médica*, vol. 35, No. 4, 1982, p. 331.

23 O. Proaño, M. Arteaga y A. Usubillaga, “Estudio fitoquímico de la *Espeletia hartwegiana*”, en *Politécnica*, vol. 2, No. 3, 1972, p. 95-106.

24 F. Bohlmann *et al.*, “Neue Diterpene aus der Subtribus *Espeletiinae* Bohlmann”, en *Phytochemistry*, No. 19, 1980.

25 F. Bohlmann *et al.*, “Neue Sesquiterpene und Norditerpene aus der Gattung *Libanothamus*”, en *Phytochemistry*, No. 19, 1980, p. 1.145-1.148.

26 F. Bohlmann *et al.*, “Tricyclic Sesquiterpenes and Further Diterpenes from *Espeletia* sp.”, en *Phytochemistry*, No. 19, 1980, p. 2399-2403.

Se han publicado algunos estudios sobre la composición química de especies colombianas: *Espeletia killipi* y *Espeletia tunjana*,²⁷ *Espeletia killipi*,²⁸ *Espeletiopsis muiska* Cuatr.²⁹ En un estudio realizado por Torrenegra y Téllez,³⁰ se reporta el aislamiento de lactonas sesquiterpénicas tipo *Melampodiinae* a partir de *Espeletiinae*. Es el único hallazgo reportado, hasta el momento, de este tipo de sustancias en los frailejones.

Los estudios químicos, realizados hasta el presente, de las especies pertenecientes a distintos géneros de la subtribu *Espeletiinae*, demuestran que los frailejones son muy homogéneos en la composición de sus metabolitos secundarios. Todas las especies contienen grandes cantidades de diterpenos, especialmente del tipo kaurano (fig. 2), ceras, compuestos acetilénicos, aceites esenciales y en algunos casos, pequeñas cantidades de triterpenos. Los compuestos más abundantes son el ácido *ent*-kaur-16-en-19-oico, que a partir de este momento llamaremos simplemente kaurénico (fig. 2, 1) y el ácido grandiflorénico (fig. 2, 2). Todas las especies estudiadas en nuestro laboratorio contienen estos dos compuestos, que generalmente son los mayoritarios.

El procedimiento que se utiliza actualmente en nuestro laboratorio para el estudio de la resina de los frailejones, se basa en separar previamente la fracción ácida –que contiene los ácidos kaurénicos– de la fracción neutra, que contiene hidrocarburos de cadena larga (ceras), alcoholes y aldehídos derivados del kaureno, así como algunos triterpenos. Este procedimiento se muestra esquemáticamente en la fig. 3.

En el diagrama a de la fig. 6 se muestra el cromatograma de iones totales (TIC) de la fracción ácida de la *Coespeletia moritziana* –recolectada en el Pico de El Aguila– donde se puede apreciar que los dos componentes más abundantes son el ácido kaurénico y el ácido grandiflorénico, siendo el ácido kaurénico el mayoritario. Se puede observar, además, la presencia de un tercer componente mayoritario, el ácido *ent*-15 α -senecioxi-kaur-16-en-19-oico

27 R. D. Torrenegra *et al.*, “Química de especies del género *Espeletia*. *E. killipii*, *E. tunjana*”, en *Revista Colombiana de Química*, No. 23, 1994, p. 29-35.

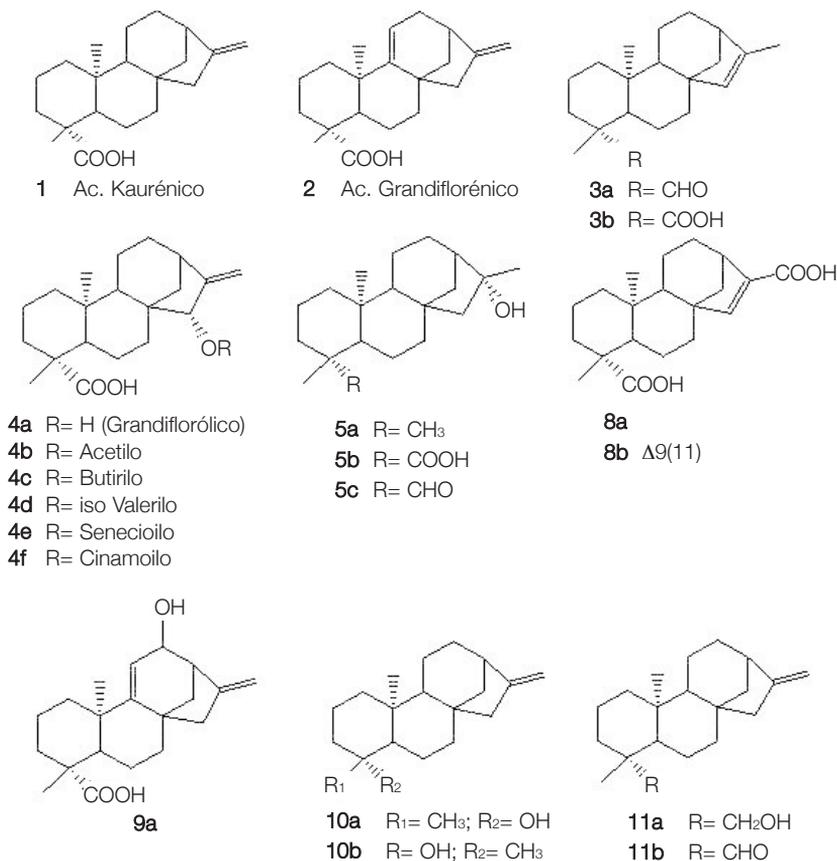
28 R. D. Torrenegra y A. N. Téllez, “Phytochemistry of *Espeletia killipi* Cuatr., and Giberelic Activity of some of the Isolated Compounds”, en *Revista Latinoamericana de Química*, No. 24, 1996, p. 2-6.

29 M. B. Ramírez, A. N. Téllez y R. D. Torrenegra, “Estudio químico de la *Espeletiopsis muiska* Cuatr. (Cuatr.) y evaluación de sus actividad antimicrobiana”, en *Revista Latinoamericana de Química*, No. 28, 2000, p. 129-124.

30 R. D. Torrenegra y Alba N. Téllez, “Chemotaxonomic Value of Melampolides in *Espeletia* sp. (Asteraceae)”, en *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 23, junio de 1995, p. 449-450.

Figura 2

**Derivados del ent-kaureno más frecuentes
en la resina de los frailejones**



(fig. 2, 4e). Sin embargo, la composición de la resina de esta *Coespeletia*, varía con el sitio de recolección de la planta, tal como se puede apreciar en el diagrama b de la fig. 4, donde se observa el cromatograma correspondiente a la fracción ácida de *C. moritziana*, recolectada en el páramo de La Culata. En este caso, el ácido grandiflorénico no es tan abundante y el segun-

do compuesto en abundancia es el ácido *ent*-15 α -isovaleroxi-kaur-16-en-19-oico (fig. 2, 4d). El ácido *ent*-15 α -senecioxi-kaur-16-en-19-oico (fig. 3, 4e), está presente, pero en muy pequeña cantidad.

Estos cromatogramas fueron realizados sobre una columna capilar de 30 m de largo y 0,25 mm de diámetro, recubiertas en su interior por una película de 0,25 micras de espesor de 95% metil-5% fenil polisiloxano.³¹ La separación de los ácidos kaurénicos metilados es excelente, cuando la temperatura inicial es de 250 °C y se va aumentando a razón de 5 °/min., hasta una temperatura final de 300 °C. El ácido grandiflorénico metilado tiene un peso molecular de 314 g/mol y el ácido kaurénico metilado, 316 g/mol. Sin embargo, sus tiempos de retención tienen una diferencia de 0,6 minutos, tiempo suficiente para garantizar su completa resolución, debido a que los picos son muy estrechos. Por el contrario, la resolución de los ácidos libres no es tan buena, debido a que los picos son más anchos y forman colas.

El diagrama a de la fig. 5 muestra la composición de la fracción ácida de la *Espeletia schultzii* recolectada en el Pico El Águila. Se observa que dicha fracción contiene ácido grandiflorénico, el cual es el componente más abundante. Sin embargo, los ácidos grandiflorólico y *ent*-15 α -acetoxi-kaur-16-en-19-oico –aislados por Brieskorn y Pohlmann, a partir de la resina de este frailejón– están presentes en muy pequeña cantidad. Pero se observa la presencia del ácido kaurénico, que constituye el 13% de la fracción ácida de la resina *E. schultzi* recolectada en el páramo de La Culata,³² encontró que el porcentaje de ácido kaurénico en las hojas de *E. schultzii* varía desde 13% hasta un 23% entre los páramos de La Culata (2.800 m), Los Osos (3.700 m) y el Pico El Águila (4.100 m). ¿Por qué Brieskorn y Pohlmann no aislaron también ácido kaurénico? El material que envió el Dr. Seelkopf, director del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia de la Universidad de los Andes, al profesor Brieskorn, provenía de la hacienda Las Tapias, ubicada a 3.000 m de altitud. Es posible que el material proveniente de Las Tapias contuviera poco ácido kaurénico, en cuyo caso hubiera sido muy difícil detectarlo, porque es imposible separarlo del ácido grandiflorénico mediante cromatografía en columna convencional o detectar su presencia en TIC. Únicamente se pueden separar los ácidos metilados en una columna que contenga

31 E. Vilorio, L. B. Rojas y A. Usubillaga, "Análisis of Kaurenic Acids Methyls Esters by Gas Chromatography", en *Journal of High Resolution Chromatography*, No. 20, 1997, p. 50-51.

32 J. Ibañez, "Estudio de la composición del aceite esencial y de la resina en el ciclo vital de la *Espeletia schultzii*, *Coespeletia moritziana*, *Ruilopezia atropurpurea* y de un híbrido procedentes de

Figura 3

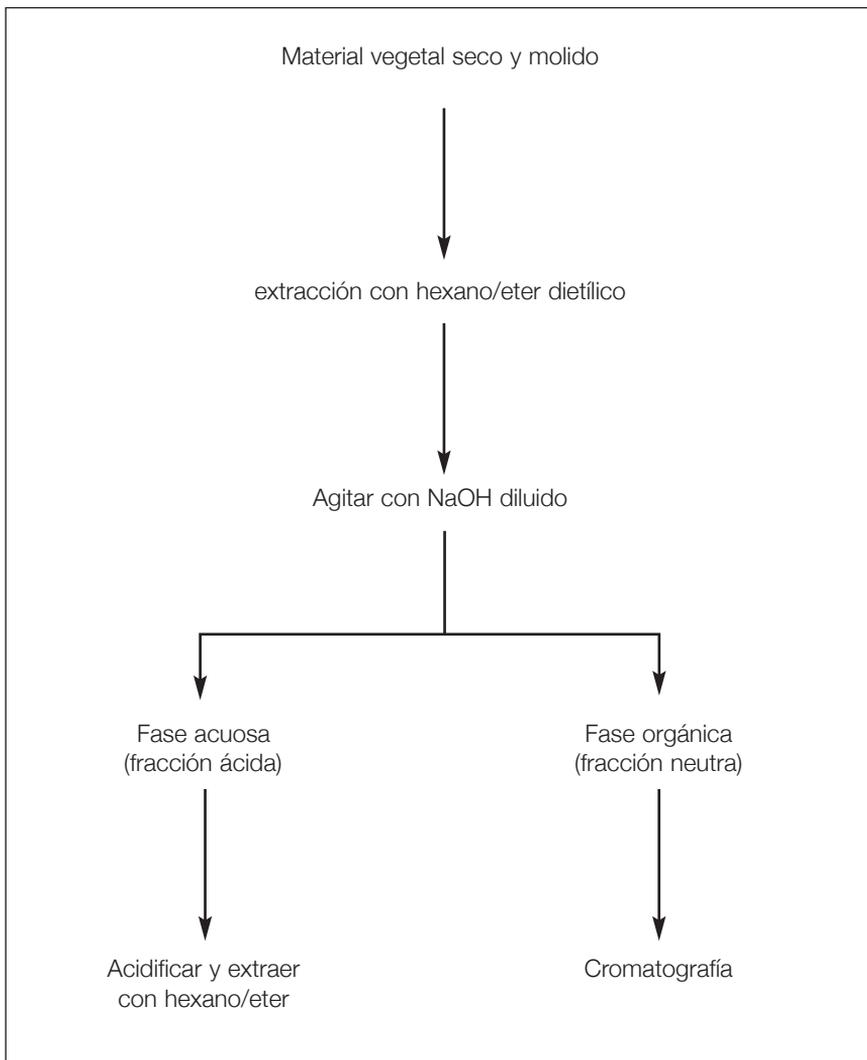
Separación del extracto crudo del frailejón

Figura 4

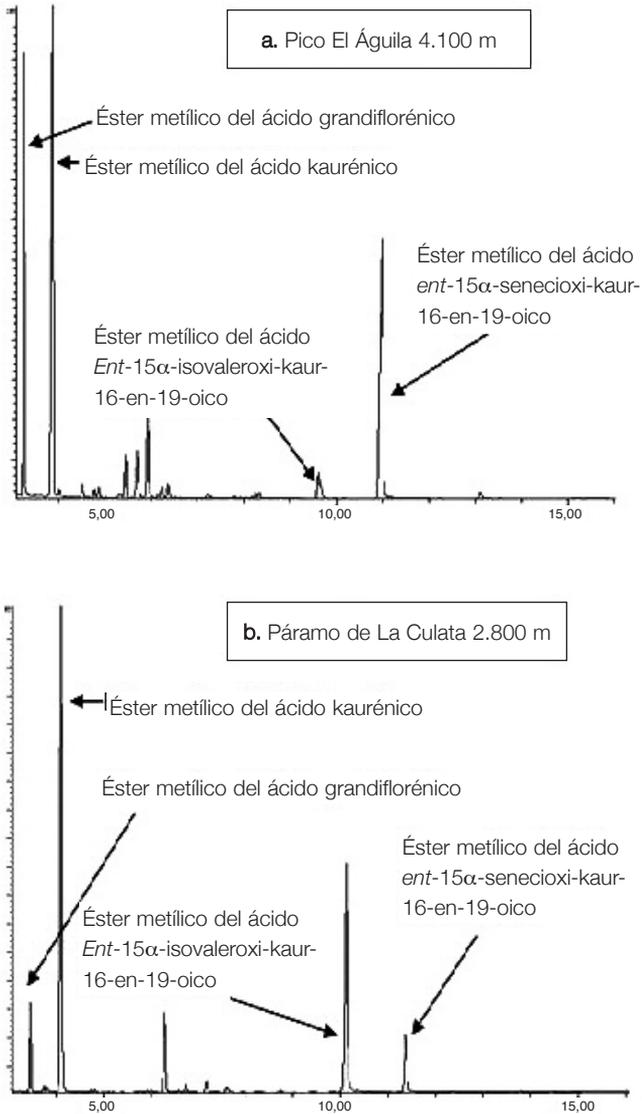
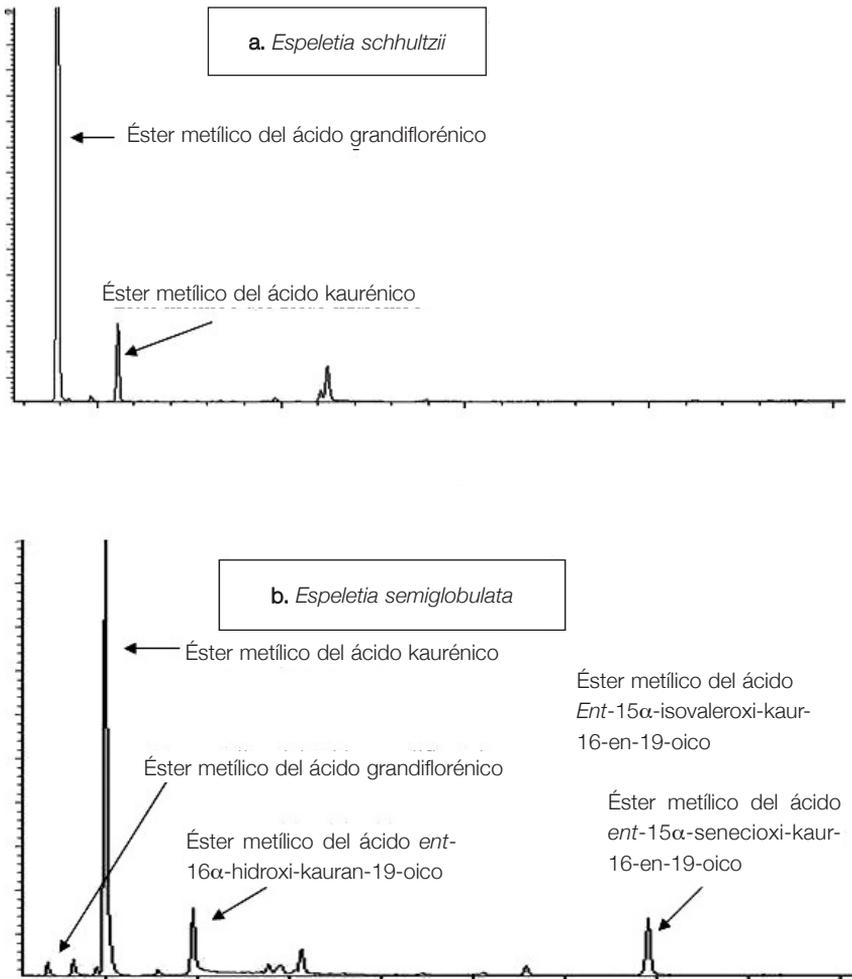
Cromatograma de la fracción ácida de la *Coespeletia moritziana* recolectada en dos páramos distintos

Figura 5
Cromatograma de la fracción ácida de *Espeletia schultzii* y de la *Espeletia semiglobulata*



nitrate de plata, mediante cristalización fraccionada en hexano o mediante cromatografía de gases.

En el diagrama b de la fig. 5 se muestra la composición de la fracción ácida de la *Espeletia semiglobulata*, la cual contiene un 70% de ácido kaurénico y solamente 2% de ácido grandiflorénico. Contiene además pequeñas cantidades de ácido *ent*-kaur-15-en-19-oico (isokaurénico, fig. 2, 3b), ácido *ent*-16 α -hidroxi-kauran-19-oico (fig. 2, 5b) y un 11% de ácido *ent*-15 α -sencioxi-kaur-16-en-19-oico (fig. 2, 4e). *E. semiglobulata* es hasta el momento el único frailejón cuya resina contiene un porcentaje muy bajo de ácido grandiflorénico,³³ lo que facilita en gran medida la obtención de ácido kaurénico puro, sustancia que posee propiedades biológicas muy interesantes.³⁴

Los diagramas a y b de la fig. 6 muestran los componentes de la fracción ácida de *Libanothamus humbertii* y *Ruilopezia lindenii*, respectivamente. En ambos casos, los componentes más abundantes son los ácidos grandiflorénico y *ent*-kaur-16-en-19-oico. Todas las especies de frailejón que hemos examinado hasta el momento contienen estos dos ácidos. En algunas especies, el compuesto predominante es el ácido grandiflorénico y, en otras, el ácido kaurénico.

La fracción neutra contiene todos los componentes de la resina que carecen de un grupo carboxílico y, por consiguiente, quedan en solución al agitar el extracto crudo con una solución diluida de hidróxido de sodio. En el caso de la resina de frailejón, esta fracción contiene ceras, alcoholes, aldehídos kaurénicos y, en algunos, casos triterpenos. El diagrama a de la fig. 7 muestra la fracción neutra de la *Espeletia schultzei*, la cual contiene como componentes mayoritarios, 16 α -hidroxi-kaurano (fig. 2, 5a), kaurenal (fig. 2, 11b), kaurenol (fig. 2, 11a), nonacosano (C₁₉H₄₀) y entriacontano (C₃₁H₆₄). El diagrama b de la fig. 7 muestra la fracción neutra de la *Coespeletia moritziana*, cuya composición es muy parecida a la anterior. La fracción neutra de todos los frailejones analizados hasta el momento contienen las mismas sustancias en proporciones diferentes.

Los aceites esenciales de los frailejones

Cualquier persona que se aproxime a un frailejón percibe inmediatamente el olor característico de estas plantas: un olor terpénico. A partir de

33 A. Usubillaga y M. C. Capra, "Chemical Constituents of *Espeletia semiglobulata*", en *Fitoterapia*, vol. LIX, No. 5, 1988, p. 383-384.

34 E. L. Ghisalberti, "The Biological Activity of Naturally Occurring Kaurene Diterpenes", en *Fitoterapia*, vol. LXVIII, No. 4, 1997, p. 303-325.

Figura 6
**Cromatograma de la fracción ácida de
Libanothamus humbertii y *Ruilopezia lindenii***

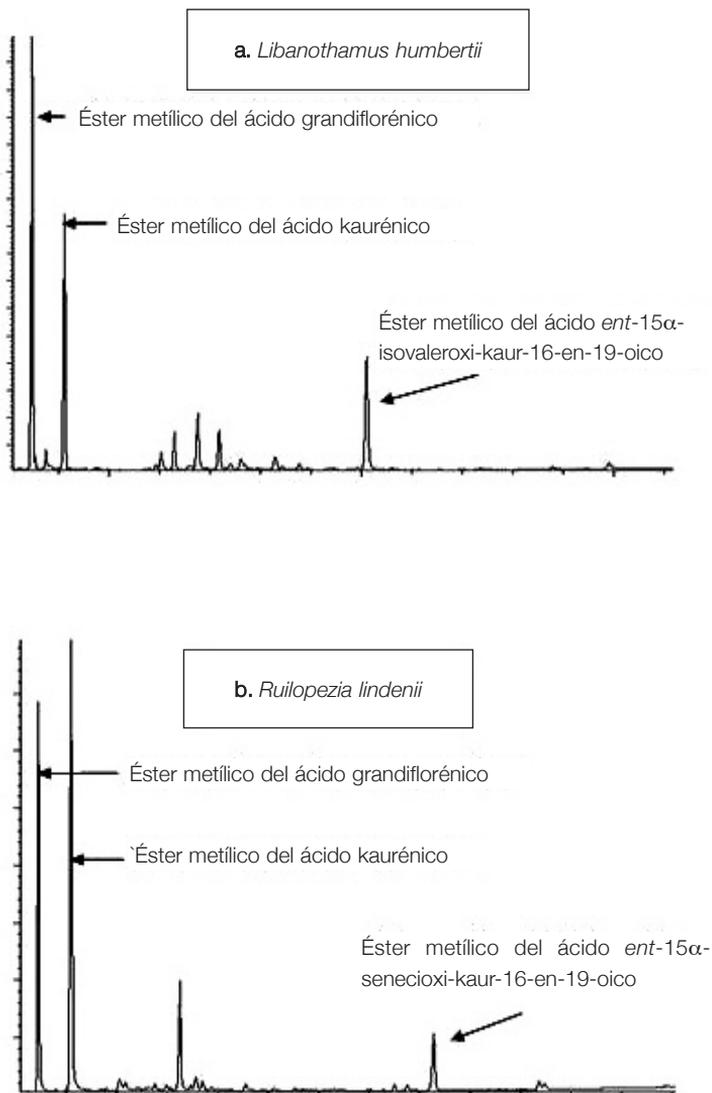
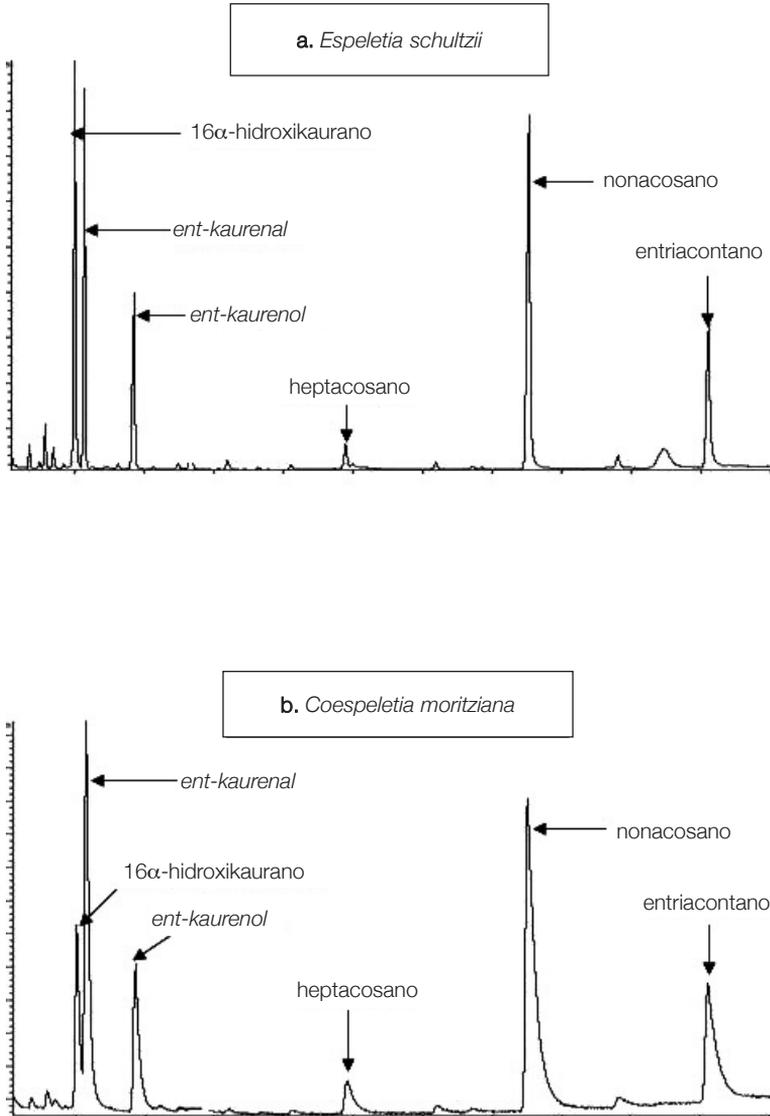


Figura 7

**Cromatograma de la fracción neutra de la
Espeletia schultzei y de la *Coespeletia moritziana***

1997 se ha venido realizando en el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia de la Universidad de los Andes, el estudio de los aceites esenciales de algunos frailejones venezolanos, programa financiado en un principio por el Conicit (Proyecto S1-97000048). Los aceites se obtienen por hidrodestilación de un kilo de hojas recientemente recolectadas, finamente divididas mediante el uso de una licuadora. El aceite esencial recolectado en una trampa de clewenger, se seca sobre sulfato de sodio anhidro y se mantiene bajo atmósfera de nitrógeno a 4 °C, para su posterior análisis.

Para identificar los componentes de los aceites se utiliza un cromatógrafo de gases dotado de un detector de masas (HP-MSD-5973). Los análisis se efectúan en una columna apolar de 95% metil-5% fenil polisiloxano y en una columna polar de carbowax 20M. Ambas columnas capilares poseen las mismas dimensiones y características de la columna utilizada para el análisis de los ácidos metilados. La identificación de los componentes del aceite la realiza automáticamente el equipo, mediante comparación del espectro de masas de cada compuesto que eluye de la columna con los espectros de una librería Wiley. El análisis de gases-masas se complementa mediante la medición de los índices de Kovats de los componentes del aceite, medición que se realiza en un cromatógrafo de gases dotado de un detector de llama (FID) sobre dos columnas capilares (apolar y polar), de características similares a las anteriores, pero de 60 m de largo. Estos índices se comparan con los publicados en la literatura.³⁵

El diagrama a de la fig. 8 muestra el cromatograma del aceite esencial de las hojas de la *Espeletia schultzii*, recolectada en el Pico El Águila, cuando la planta estaba en plena floración. Se determinó que el componente más abundante era el α -felandreno (52,4%). Los hidrocarburos monoterpénicos constituyen el 89,1% del aceite y los sesquiterpenos, solamente el 6%. El análisis realizado sobre muestras de *E. schultzii*, recolectadas en La Culata, mostraron la presencia de los mismos componentes en el aceite esencial, pero en diferentes proporciones, aunque las hojas provenían también de plantas en plena floración. El diagrama b de la fig. 8 muestra el cromatograma correspondiente donde se observa que el compuesto más abundante, en este caso, es el mirceno. Los hidrocarburos monoterpénicos constituyen el 80% y los sesquiterpenos el 14,1%. Las variaciones en la composición del aceite esencial de *E. schultzii* –antes, durante o después de la floración– no son muy

35 R. P. Adams, *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/quadrupole Mass Spectroscopy*, Carol Stream, Allured Publishing, 1995.

significativas. En cambio, la concentración relativa de los componentes del aceite varía considerablemente de un lugar a otro.³⁶ Esto parece indicar que la composición del aceite esencial varía con la altura del lugar. Una variabilidad parecida se ha observado en la composición del aceite esencial de la *Coespeletia moritziana*, recolectada en diferentes páramos.³⁷

Hasta el momento se han estudiado los aceites esenciales de 18 frailejones venezolanos, pertenecientes a todos los géneros, excepto *Carramboia* y *Tamania*.³⁸ En la tabla 2 se presenta el porcentaje de los cinco componentes más abundantes en los aceites esenciales de 14 especies, pertenecientes a los géneros *Espeletia*, *Coespeletia*, *Libanothamus* y *Ruilopezia*, así como el contenido total en hidrocarburos monoterpénicos de cada aceite. Como se puede observar, el aceite esencial de la gran mayoría de los frailejones estudiados contiene más del 80% de hidrocarburos monoterpénicos, con la notable excepción del aceite de la *Coespeletia thyrsoformis*, que solamente tiene un 39,6%. Por otra parte, el aceite de *Ruilopezia lindenii*, contiene 45,8% de monoterpenos y el aceite de la *Ruilopezia marcesens*, 54,8%. El aceite de estas tres especies muestra un elevado porcentaje de sesquiterpenos. Es excepcional el caso de la *Ruilopezia marcesens* que, en promedio, contiene 29% de germacreno D. Conviene mencionar el alto contenido de *ent*-kaur-16-en-19-al (diagrama b, fig. 4) del aceite de la *R. Atropurpurea*, que puede llegar a un 11%.³⁹ Casi todos los aceites analizados contienen pequeñas cantidades de este aldehído diterpénico, el cual es una sustancia que forma parte de la resina de todos los frailejones y por ser poco soluble en agua, destila con relativa facilidad.

Los aceites esenciales de todos los frailejones que han sido analizados hasta el presente contienen, sin excepción, α -pineno; en algunas especies, en proporción muy elevada, como es el caso de *Coespeletia spicata* (41,1%) y *Espeletia batata* (35,4%). El aceite de *Espeletia semiglobulata* tiene solamente un 8,1% de α -pineno, pero en cambio contiene 72,7% de α -tujeno, lo

36 J. Ibáñez, y A. Usubillaga, "The Essential Oil of *Espeletia schultzei* of Different Altitudinal Populations", en *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 21, No. 2, 2006, p. 286-289.

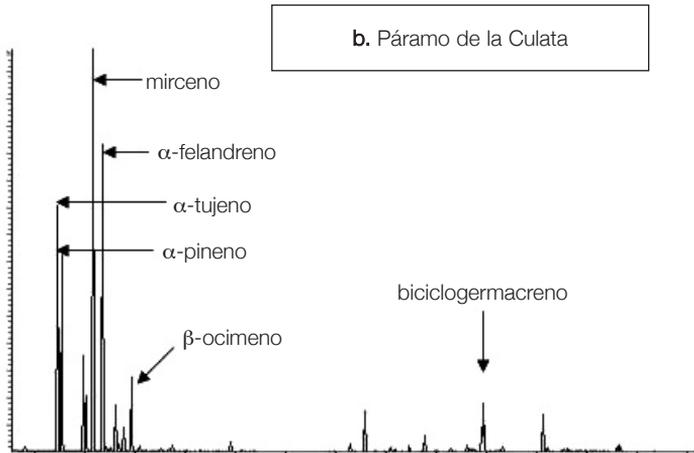
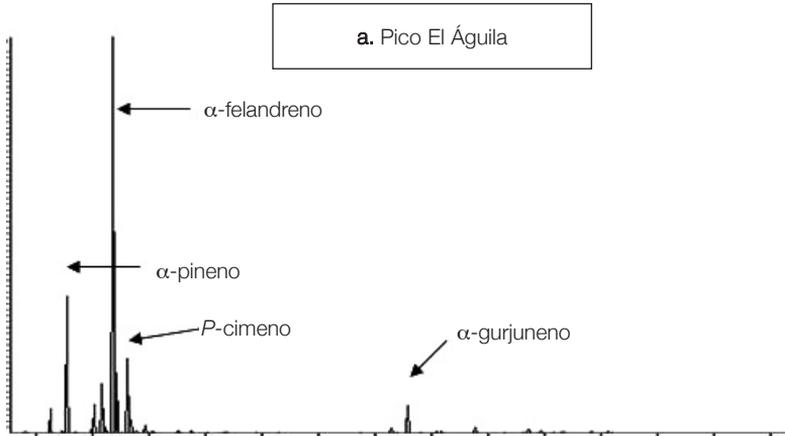
37 J. Ibáñez y A. Usubillaga, "Analysis of the Essential Oil of Two Different Altitudinal Populations of *Coespeletia moritziana* (Sch. Bip. ex Wedd.) Cuatrec.", en *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 21, No. 5, 2006, p. 760-763.

38 A. Usubillaga *et al.*, "Estudio de los aceites esenciales de 18 especies de *Espeletiinae*", en *Memorias del X Congreso Italo Latinoamericano de Etnomedicina*, Isla Margarita, Sociedad Italo-latinoamericana de Etnomedicina, p. 157-158, 2001.

39 R. Aparicio *et al.*, "Composition of Essential Oil from the Leaves of Four *Ruilopezia* sp. from the Venezuelan Andes", en *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 16, No. 3, 2001, p.172-174.

Figura 8

Cromatograma del aceite esencial de *Espeletia schultzii* recolectada en dos páramos distintos



que resulta excepcional. Análisis realizados a los aceites de *R. atropurpurea* y *R. Marcesens* en distintas fechas,⁴⁰ así como a *E. schultzei* y *C. moritziana* en distintas localidades,⁴¹ indican que las cantidades relativas pueden variar, pero los componentes del aceite esencial de cada especie son los mismos (ver tabla 2).

Estudios sintéticos de reordenamiento sobre derivados de los ácidos kaurénico, isokaurénico y grandiflorénico

A partir de 1972 y gracias a la disponibilidad de los ácidos kaurénico (fig. 2, 1), isokaurénico (fig. 2, 3b) y grandiflorénico (fig. 2, 2), se realizaron en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), una serie de estudios sobre la modificación del esqueleto kaurano. En la fig. 9 se presentan las sustancias que se lograron obtener.

El primero de dichos estudios consistió en la fotooxidación de los ésteres metílicos de 1, 2 y 3b (fig. 2). Los ésteres 1 y 3b (fig. 2) disueltos en piridina se irradiaron durante noventa y seis horas con luz visible, en presencia de hematoporfirina como sensibilizador, bajo una corriente de oxígeno. El éster metílico del ácido kaurénico produjo un hidroperóxido, que no fue aislado sino que se redujo con yoduro de sodio y ácido acético en etanol, para obtener el alcohol alílico 12 (fig. 9). En condiciones similares, el éster metílico del ácido isokaurénico (fig. 2, 3b) produjo el alcohol alílico 13 (fig. 9), el cual es el éster metílico del ácido grandiflorólico. Dicho éster fue parcialmente reducido para obtener 14a (fig. 9). Esta sustancia se sometió a fotooxidación durante quince días para obtener, en muy bajo rendimiento, el hidroperóxido 14b (fig. 9), que luego de tratamiento con H_4LiAl , condujo a la obtención de 14c (fig. 9).⁴²

Al tratar el epóxido del éster metílico del ácido *ent*-kaur-9(11)-en-19-oico (fig. 9, 15) con trifluoruro de boroéter dietílico en benceno, se obtuvo el aldehído 16a (fig. 9); pero si la epoxidación de 15 (fig. 9) se realiza con ácido

40 *Ibid.*

41 J. Ibáñez y A. Usubillaga, "The Essential Oil...", *op. cit.*, y "Analysis of the Essential...", *op. cit.*

42 A. K. Banerjee *et al.*, "Photosensitized Oxydations of some Derivatives of Kaurenes", en *Journal of Organic Chemistry*, No. 38, No. 21, 1973, p. 3.807-3.811.

Tabla 2

Cuadro comparativo del porcentaje de los cinco compuestos mayoritarios de los aceites esenciales de catorce especies de *Espeletiinae* de los Andes de Venezuela

Compuestos mayoritarios	<i>E. batata</i> (1)	<i>E. semiglobulata</i> (2)	<i>E. weddellii</i> (3)	<i>C. spicata</i> (4)*	<i>C. thyriformis</i> (4)	<i>C. timotensis</i> (5)	<i>L. humbertii</i> (6)	<i>L. lucidus</i> (6)	<i>L. nerifolia</i> (6)	<i>L. occultus</i> (6)	<i>R. atropurpurea</i> (7)	<i>R. floccosa</i> (7)	<i>R. lindenii</i> (7)	<i>R. marcesens</i> (7)*
α-Tujeno	12,5	72,7	3	11,1			18,1	30,2	18,1					
α-Pineno	35,4	8,1	14,3	41,1	20,4	27,1	11,4	22,2	4,2	31,3	9,6	22,5	28,2	27,0
Sabineno						17,7								
β-Pineno	12,1		4,4	17,4	9,8	11,8		5,7		13,0		7,6	8,4	4,4
Mirceno	4,7			8,6			6,7			17,1	10,0			
α-felandreno			17,6				16,5	10,2	11,0	6,7	5,6			10,4
δ3-careno		3,6										18,4		
π-Cimeno			20,0					5,5		11,0		24,2		7,3
Limoneno	8,5						19,4		18,6		44,4			
β-felandreno						45,7								
γ-terpineno		2,0												
Terpinen-4-ol		2,7												
α-gurjuneno					7,3							7,2	11,5	
<i>t</i> -cariofileno													9,5	
Germacreno-D					14,5								11,4	29,2
Biciclo-germacreno				2,6	6,7									
Cadineno						2,7								
<i>Ent</i> -kaur-16-en-19-al											7,3			
% total en Hidrocarburos monoterpénicos	80,0	95,4	71,3	83,5	39,6	88,4	90,0	83,6	88,9	84,6	82,2	76,2	45,8	54,8

* Promedio de dos análisis de muestras recolectadas en fechas o localidades diferentes.

(1) A. Usubillaga *et al.*, "Study of the..."; (2) A. Usubillaga, N. Khouri y T. Visbal; (3) N. Khouri *et al.*; (4) R. Aparicio *et al.* "Volatile..."; (5) L. B. Rojas, A. Usubillaga y F. Galárraga; (6) A. Usubillaga *et al.*, "Estudio de..."; (7) R. Aparicio "Composition...".

metacloroperbenzoico en presencia de N-nitrosometilúrea, no se obtiene 16a sino 17 (fig. 9).⁴³

Con el objeto de obtener derivados de zoapatlin a partir del ácido grandiflorénico,⁴⁴ se trató la 16-nor-cetona del éster metílico del ácido *ent*-kaur-9(11)-en-19-oico (fig. 9, 18) con N-bromosuccinimida, obteniéndose el correspondiente derivado bromado, con migración el grupo metilo C-20 a C-9 (fig. 9, 19a). Este compuesto fue luego convertido en 19b (fig. 9).⁴⁵ En vista de estos resultados, se ensayó tratar 15 (fig. 9) con trifluoruro de boro-dietil éter en anhídrido acético, obteniéndose el derivado diacetilado 16b, en lugar del producto deseado, 20a. Se trató luego 15 con tetróxido de osmio en piridina, obteniéndose una mezcla de 21a y 21b (fig. 9). La acetilación de 21a permitió obtener 21c (fig. 9). Al tratar 21a con cloruro de mesilo se obtuvo el monomesilato 21d (fig. 9), el cual, al reaccionar con tercbutóxido de potasio en tercbutanol, produjo el compuesto 23 (fig. 9), con un 100% de rendimiento.⁴⁶ Al tratar el β -glicol (fig. 9, 21b) con dicromato de piridinio, se obtuvo el derivado 9 β -hidroxi-11-oxo (fig. 9, 21d), que al ser tratado con etrato de trifluoruro de boro y anhídrido acético, sufrió un reordenamiento, formando el compuesto 22 (fig. 9).⁴⁷

43 T. Nakano *et al.*, "Studies on Rearrangements in Derivatives of Grandifloreonic Acid. Part 1. Reaction of the Epoxides of Methyl(-)-kaur-9(11)16-en-19-oate and (-)-kaur-9(11)-en-19-oic Acid with Boron Trifluoride-diethyl Ether either in the Absence or in the Presence of N-nitrosomethylurea. Formation of Two Diterpenes of a New Skeletal Type", en *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1*, 1985, p. 1.693-1.697.

44 Y. Caballero y F. Walls, en *Boletín del Instituto Químico de la Universidad Nacional Autónoma de México*, vol. 22, No. 5, 1970, p. 79-102.

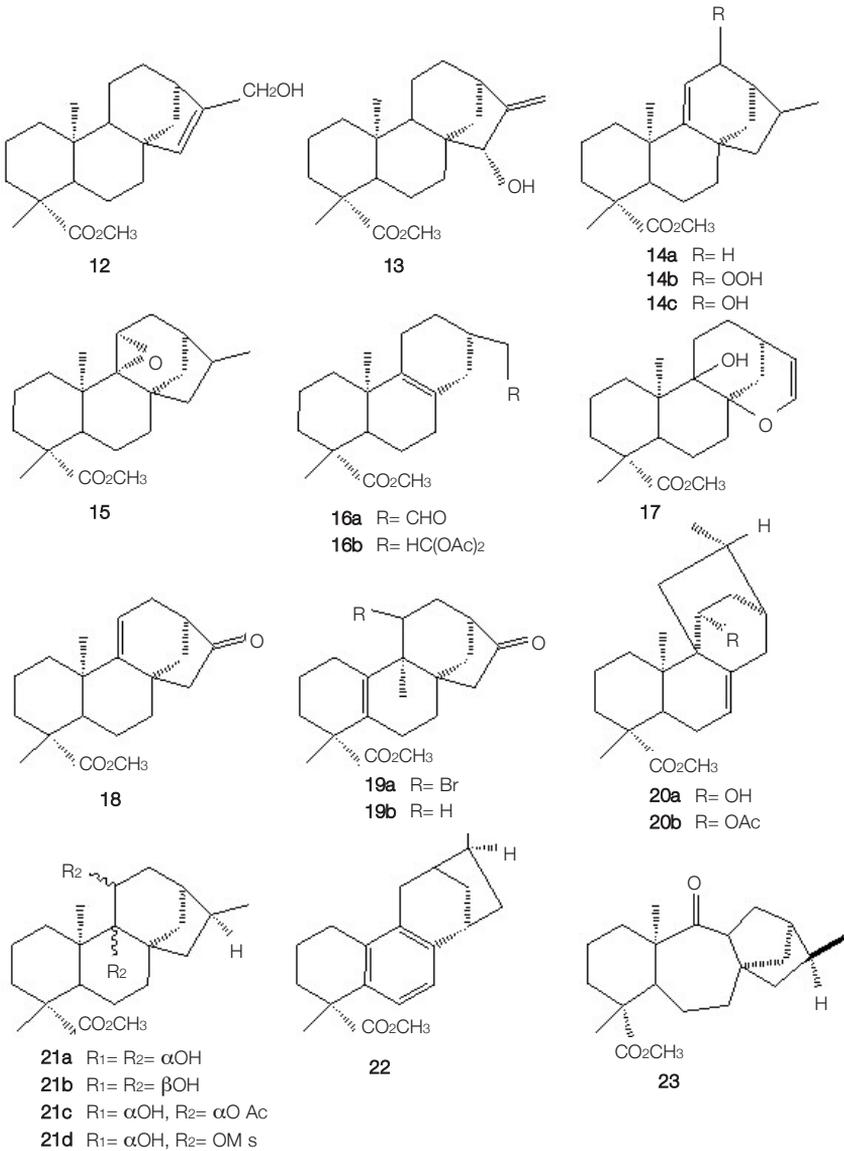
45 T. Nakano, A. Martin y A. Usubillaga, "Studies on Rearrangements of Derivatives of Grandifloreonic Acid. Part 2. Synthesis of Methyl(-)-20-nor-kaur-9 α -methyl-5(10)16-dien-19-oate. A New Tetracyclic Rosane-Type Diterpene", en *Journal of Natural Products*, vol. 49, No. 1, 1986, p. 62-66.

46 T. Nakano, A. Martin y A. Usubillaga, "Rearrangements of Derivatives of Methyl 9,11-Dihydroxy-Kauran-19-oate to New Skeletal Diterpenes", en *Natural Products Letters*, vol. 1, No. 4, 1993, p. 257-262, y T. Nakano *et al.*, "Preferred Conformation of a New Ring B-Homo Diterpene, Rearrangement Products of Methyl 9 α -hydroxy-11 α -methanesulfonyloxy(-)-kauran-19-oate", en *Natural Products Letters*, vol. 6, No. 1, 1995, p. 63-68.

47 T. Nakano *et al.*, "Rearrangements of Methyl 9 β -Hydroxy-11-oxo(-)-kauran-19-oate to Diterpene Skeletons with New Ring Systems", en *Tetrahedron Letters*, vol. 32, No. 52, 1991, p. 7.667-7.670; T. Nakano *et al.*, "Molecular Rearrangements in Derivatives of Grandifloreonic Acid [(-)-kaur-9(11),16-dien-19-oic acid]", en *Pure and Applied Chemistry*, vol. 66, No. 10-11, 1994, p. 2.357-2.360, y T. Nakano, M. A. Maillo y A. Usubillaga, "Rearrangements of Methyl 9 β -Hydroxy-11-oxo(-)-kauran-19-oate to a New Skeletal Ring b Aromatic Diterpene with Boron Trifluoride-Etherate and Acetic Anhydride. Proof of its Mechanistic Pathway", en *Natural Product Letters*, vol. 4, No. 4, 1994, p. 2.357-2.360.

Figura 9

Reordenamientos moleculares en ácidos kaurénicos obtenidos de la resina del frailejón



Usos del frailejón en medicina popular

Según García Barriga,⁴⁸ los moradores de los páramos colombianos utilizan el frailejón para el reumatismo, las parálisis y las histerias; la infusión de las hojas, como sudorífico y antibronquial, y una mota de lana para el dolor de oído. Sin embargo, estos usos no están avalados por ningún estudio científico.

El uso popular más frecuente en Venezuela es como jarabe, para tratar el asma. Este uso fue objeto de un estudio en la Universidad de los Andes de Mérida.⁴⁹ Se sometieron a un tratamiento con el jarabe de frailejón –que consistía en tres tomas diarias de 45 ml de jarabe para los niños y 60 ml para los adultos– a cincuenta y un pacientes, cuyo estado asmático había sido clínicamente comprobado. Solamente cuatro de ellos experimentaron una franca mejoría, siete una mejoría relativa y nueve abandonaron el tratamiento. Los treinta y un pacientes restantes continuaron con el tratamiento por veinte semanas, sin obtener un resultado favorable. Se llegó entonces a la conclusión de que el efecto terapéutico favorable posiblemente era autosugestivo y que el jarabe de frailejón carecía de valor farmacológico. Sin embargo, el prestigio del jarabe de frailejón sigue vigente en Venezuela. Muchos turistas recogen hojas de *Espeletia schultzii* a su paso por el páramo, para prepararlo. Pero los campesinos utilizan únicamente la raíz de la *Espeletia weddellii*, que los lugareños llaman precisamente frailejón batato. El estudio se realizó con un jarabe preparado a partir de batatas de *Espeletia weddellii*.

Estudios sobre la actividad biológica del ácido kaurénico y sus derivados

El ácido grandiflorénico y el ácido kaurénico son los compuestos más abundantes en la resina de todos los frailejones estudiados hasta el momento. Es muy conocido el uso tradicional en México de extractos de *Montanoa tomentosa* –conocida como zoapatle– para inducir el aborto y se ha demos-

48 H. García Barriga, *Flora medicinal de Colombia*, t. 3, Bogotá, Imprenta Nacional, 1975.

49 M. Hartung y C. Seelkopf, “Investigaciones acerca de la efectividad de extractos de *Espeletia weddellii* Schultz Bip. en el tratamiento del asma”, en *Revista de la Facultad de Farmacia*, No. 10-11, Mérida, Universidad de los Andes, 1970, p. 35-50.

trado que el principio activo es el ácido grandiflorénico.⁵⁰ A solicitud del Dr. Moussatché, farmacólogo brasileño al servicio de la Facultad de Medicina de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado de Barquisimeto, se preparó en nuestro laboratorio *ent*-kaur-9(11)16-dien-19-ol, el cual fue ensayado en ratones. Según el Dr. Moussatché, quien tenía unas células que inducían tumores abdominales, el *ent*-kaur-9(11)16-dien-19-ol inducía tumores iguales en los ratones. Lamentablemente estos datos no se publicaron. Este es un dato curioso porque actualmente se realiza en Barquisimeto un estudio, a nivel preclínico, sobre el uso del kaurenato de sodio para tratar el cáncer de la piel. La diferencia entre el ácido kaurénico y el grandiflorénico es solamente la presencia de un doble enlace adicional en el ácido grandiflorénico. Sin embargo, la posición de este doble enlace adicional, hace que la configuración general del ácido grandiflorénico sea distinta a la del ácido kaurénico. En los seres vivos la actividad de una sustancia depende, entre otros factores, de la forma tridimensional de la molécula.

El ácido kaurénico es una sustancia que se encuentra en muy pequeña cantidad en casi todas las plantas, ya que es un precursor de las giberilinas, hormonas de crecimiento vegetal. Pero existen algunas plantas que contienen grandes cantidades de kaurenos. Por ejemplo, la forma enana de *Phebalium rude*, acumula en sus hojas un 0,2% de ácido kaurénico.⁵¹ Las hojas frescas de *Espeletia semiglobulata* contienen 0,1% de ácido kaurénico. También en otras especies de frailejón como *Coespeletia spicata*, *Coespeletia thyrsoformis*, *Espeletiaopsis pannosa* y *Ruilopezia floccosa*, se ha determinado que su resina contiene alrededor de un 50% de ácido kaurénico.⁵²

Se han publicado numerosos estudios sobre la actividad biológica del ácido kaurénico. Se ha reportado que dicho ácido posee moderada actividad antibacteriana ante *Bacillus subtilis* (Oguntimein, 1987), *Staphylococcus aureus* (Mitscher *et al.*, 1983) y *Candida albicans* (Mathur *et al.*, 1975). Igualmente, se ha reportado que es activo ante *Tripanosoma cruzi* (Alves *et al.*, 1995) agente causante del mal de chagas. Pero una de sus propiedades más

50 X. Lozoya *et al.*, "The zoapatle V. The effect of Kauradienoic Acid upon Uterine Contractility", en *Contraception*, vol. 27, No. 3, 1983, p. 267-279.

51 J. R. Cannon *et al.*, "Isolation of (-)-Kaur-16-en-19-oic acid and 15 β -Hydroxy-(-)-kaur-16-en-19-oic Acid from *Phebalium rude* Bartl", en *Australian Journal of Chemistry*, vol. 19, No. 5, 1966, p. 861-867.

52 A. Usubillaga, M. Romero y R. Aparicio, "Kaurenic Acids in *Espeletinae*", en *Acta Horticulturae*, No. 576, p. 115-117, 2003.

Figura 10

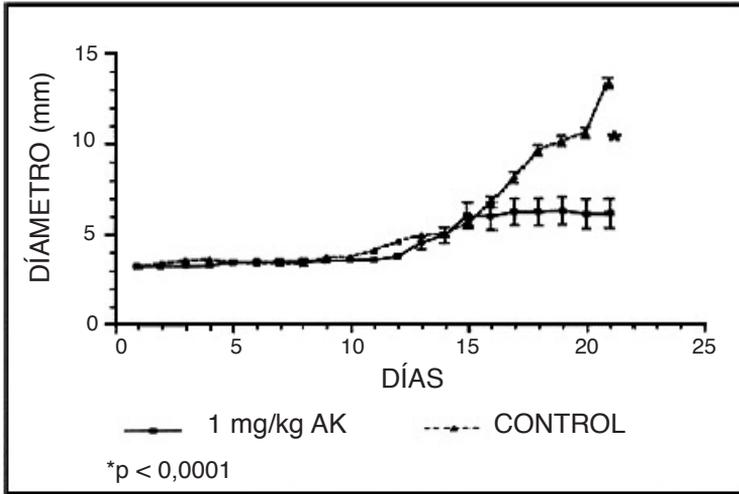
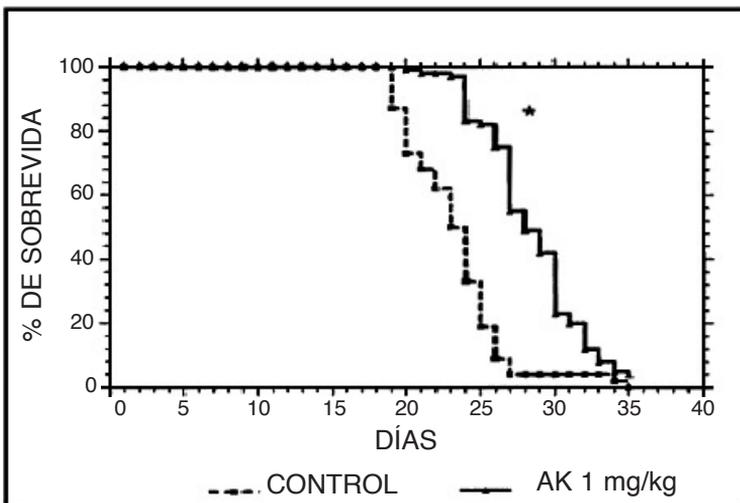
a. Efecto del ácido kaurénico sobre el tamaño del tumor en ratones con melanoma**b. Efecto del ácido kaurénico sobre la sobrevivida en ratones infectados con melanoma**

Figura 11

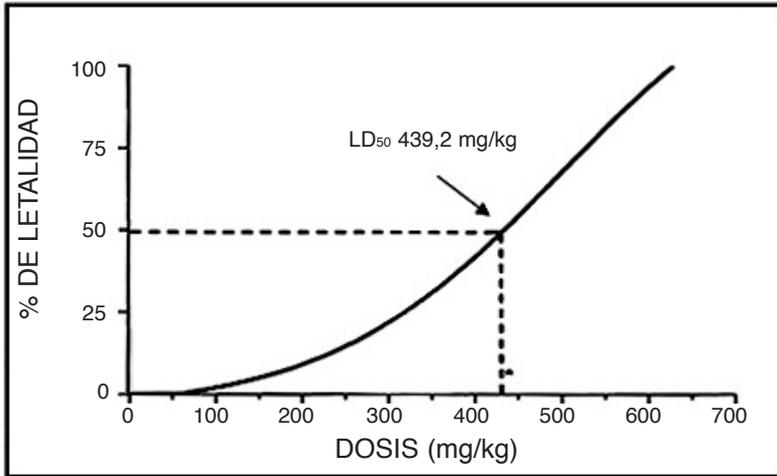
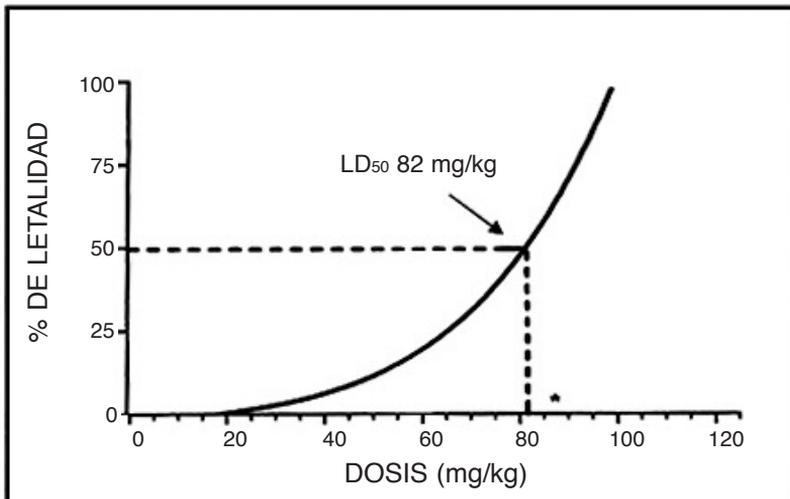
a. Toxicidad aguda del ácido kaurénico**b. Toxicidad crónica del ácido kaurénico**

Figura 12

Ésteres del ácido kaurénico con glucosa, galactosa y ramnosa

interesantes es su moderada actividad *in vitro* ante diferentes tipos de cáncer (Ryu *et al.*, 1996; Sosa Sequera *et al.*, 1988) y se ha encontrado que el ácido kaurénico es efectivo *in vivo* ante el melanoma murino B16F1 en ratones C57BL/6, en concentraciones de 1,0 mg/kg. No solamente disminuye el rango de crecimiento del tumor (diagrama a de la fig. 10) sino que también disminuye el número de metástasis y aumenta el tiempo de sobrevida (diagrama b de la fig. 10). Una ventaja del ácido kaurénico es su baja toxicidad. La dosis letal aguda (DL₅₀) determinada fue de 439,2 mg/kg (diagrama a de la fig. 11), en tanto que la dosis letal crónica es de 82 mg/kg (diagrama b de la fig. 11). Si comparamos estos datos con su dosis efectiva ante el melanoma murino, que es de 1,0 mg/kg, se llega a la conclusión de que el ácido kaurénico ofrece un amplio margen de seguridad.

Un problema del ácido kaurénico es su baja solubilidad en agua. Una alternativa es usarlo como sal sódica y la otra es preparar ésteres con carbohidratos. Hasta el momento se han preparado ésteres con glucosa, galactosa y ramnosa (fig. 12).⁵³ Ensayos realizados sobre ratones C57BL/6 demuestran que la sobrevida de los ratones inoculados con melanoma aumenta en un 50%, cuando son tratados con el éster α -D-glucosil-kaurénico.

53 T. Visbal *et al.*, "Carbohydrate Esters of Kaurenic Acid", en *Revista Latinoamericana de Química*, No. 32, 2004, p. 27-30.

Activación del ácido kaurénico mediante esterificación con chacotriosa

La chacotriosa es un trisacárido {*O*- α -L-ramnopiranosil-(1 \rightarrow 2)- [*O*- α -L-ramnopiranosil-(1 \rightarrow 4)- β -D-glucopiranosilo}, formado por una molécula de glucosa glicosilada por dos moléculas de ramnosa sobre los *hidroxilos* 2 y 4 que, unida al alcaloide esteroideal solanidina, forma la chaconina, uno de los glicoalcaloides de las *Solanáceas* pertenecientes a los géneros *Solanum* y *Lycopersicum*, responsables de su resistencia al ataque de insectos y hongos. La elucidación de la estructura de la chaconina se debe a Kuhn *et al.* (1955). La solanina es otro glicoalcaloide de la solanidina presente en este tipo de plantas, pero su parte azucarada es la solatriosa, trisacárido formado por galactosa, ramnosa y glucosa. Se ha descrito muchos glicoalcaloides⁵⁴ (pero los más frecuentes son: la solamargina, que es el chacotriósido de la solasodina y la solasonina, conformado por la solatriosa y la solasodina (fig. 13).

Estos glicoalcaloides tienen propiedades biológicas muy interesantes. Se ha descrito el uso de una crema, que contiene solasonina y solamargina, en el tratamiento efectivo de tumores malignos de la piel.⁵⁵ Roddick,⁵⁶ han observado que estos glicoalcaloides son capaces de inhibir la actividad de la acetilcolinesterasa y reportaron además que la chaconina y la solamargina son activas, en tanto que los glicósidos que contienen solatriosa muestran una actividad mucho menor. Por otra parte, Chataing,⁵⁷ reportaron que la solamargina contenida en los frutos del *Solanum americanum* Miller es el agente activo ante el *Herpes zoster*, *Herpes simplex* y *Herpes genital*. Estos estudios demuestran que la chacotriosa juega un papel importante en el reconocimiento de las membranas celulares de algunos agentes patógenos.

54 V. Prelog y O. Jeger, "Steroid Alkaloids: the Solanum Group", en R. H. F. Manske, edit., *The Alkaloids: Chemistry and Physiology*, vol. 7, Nueva York, Academic Press, 1957, p. 343-361; K. Schreiber, "Steroid Alkaloids: the Solanum Group", en R. H. F. Manske, edit., *The Alkaloids: Chemistry and Physiology*, vol. 10, Nueva York, Academic Press, 1968.

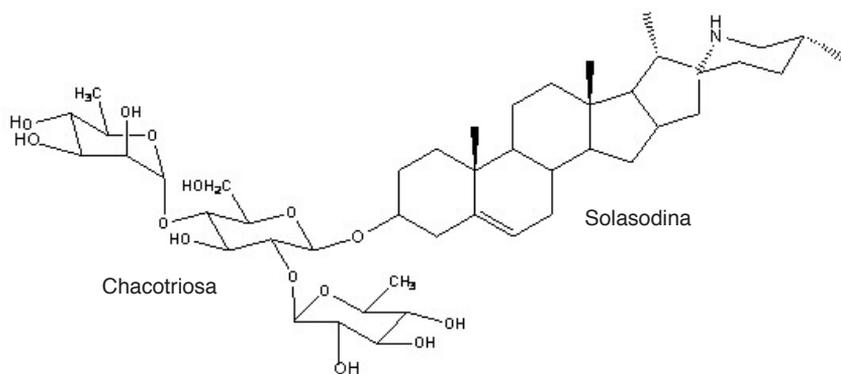
55 B. E. Cham, B. Daunter y R. S. Evans, "Topical Treatment of Malignant and Premalignant Skin Lesions by Very Low Concentrations of a Standard Mixture", en *Cancer Letters*, No. 59, 1991, p. 183-192.

56 J. Roddick, "The Acetylcholinesterase-inhibitory Activity of Steroidal Glycoalkaloids and their Aglycones", en *Phytochemistry*, vol. 28, No. 10, 1989, p. 2631-2634.

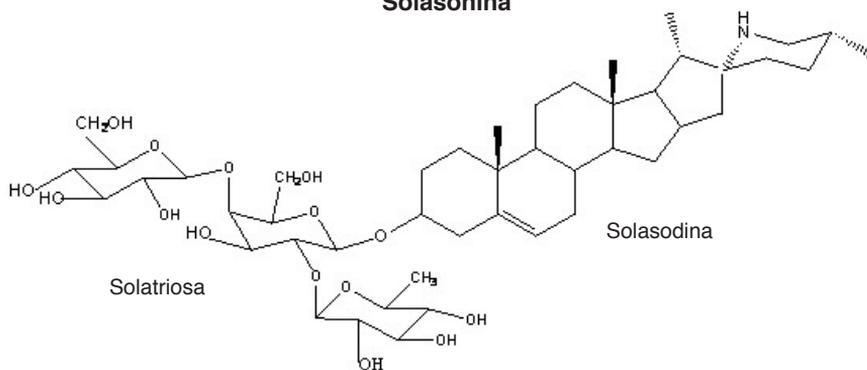
57 B. Chataing, N. Buitrago de Cristancho y A. Usubillaga, "Tratamiento tópico del Herpes simplex, Herpes zoster y Herpes genital con una mezcla de alcaloides de solanáceas", en *MedULA*, No. 1-4, 2001, p. 30-35.

Figura 13
Estructura de la Solamargina y la Solasonina

Solamargina



Solasonina



Con base en estas evidencias, se ha considerado interesante esterificar el ácido kaurénico con la chacotriosa, para estudiar la actividad de esta nueva molécula ante el melanoma y otros tipos de cáncer. Un primer paso en este sentido fue realizar la síntesis de la chacotriosa, lo cual fue posible realizar gracias a la colaboración del Dr. Pierre Villa del Laboratorio de Química Orgánica y Cinética de la Universidad Jules Verne, Picardie (Morillo *et al.*, 2001). Una síntesis más directa de la chacotriosa fue publicada poco tiempo después por Ikeda *et al.* (2001), síntesis que ha sido abordada por una de mis estudiantes de postgrado –Rosa Aparicio, en su tesis doctoral–, como base para obtener el kaurenato de chacotriosa.

En la fig. 14 se presenta el esquema de la síntesis del éster. En primer lugar, es necesario hidrolizar selectivamente el hidroxilo anomérico de la pentaacetil glucosa y luego proteger el hidroxilo anomérico, con un grupo alilo. Se procede luego a hidrolizar los grupos acetato y el alil- β -D-glucopiranosido se hace reaccionar con cloruro de pivaloilo en piridina a 0 °C para obtener selectivamente el alil-3,6-di-O-pivaloil- β -D-glucopiranosido. Posteriormente se debe glicosilar las posiciones 2 y 4 de la glucosa con 2, 3, 4, tri-O-acetil-O- α -L-ramnosil-tricloroimidato, usando $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$ como promotor. Rosa Aparicio ha avanzado hasta este punto en su trabajo de tesis. Los siguientes pasos que debe ejecutar son: (i) remover el grupo alilo y dejar el grupo hidroxilo anomérico libre; (ii) esterificar el ácido kaurénico con la chacotriosa protegida mediante la reacción de Mitsunobu⁵⁸ y (iii) desproteger todos los hidroxilos mediante hidrólisis alcalina suave. En caso de tener éxito, se prepararían –aplicando el mismo esquema sintético– los ésteres del ácido kaurénico epoxidado y de otros derivados interesantes, como el ácido *ent*-15-oxo-kaur-16-en-19-oico. La actividad de todos estos compuestos sería ensayada ante el melanoma murino y otros tipos de cáncer.

Actividad antimalárica de algunos derivados kaurénicos

La malaria es una de las enfermedades más extendidas en las áreas tropicales del mundo. El incremento de la resistencia a la cloroquina hace necesario desarrollar nuevas drogas que ayuden a controlar esta enfermedad. A

58 O. Mitsunobu, “The Use of Diethyl Azodicarboxylate and Triphenylphosphine in the Synthesis and Transformation of Natural Products”, en *Synthesis*, vol. XX, 1981, p. 1-27.

Figura 14

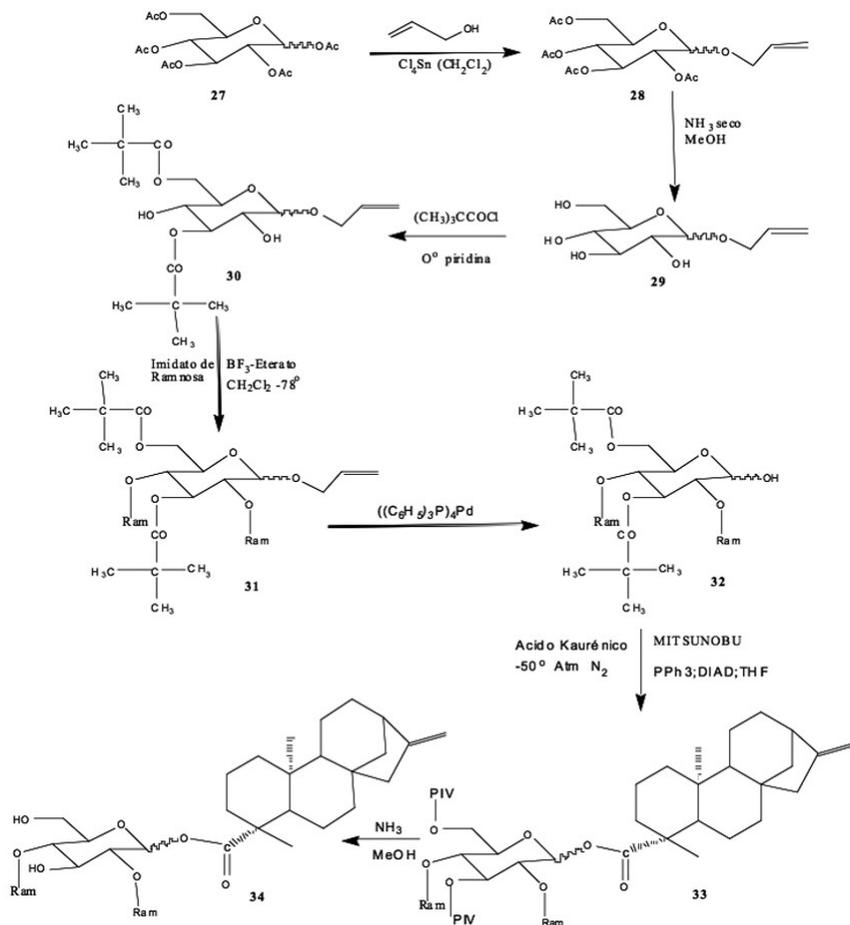
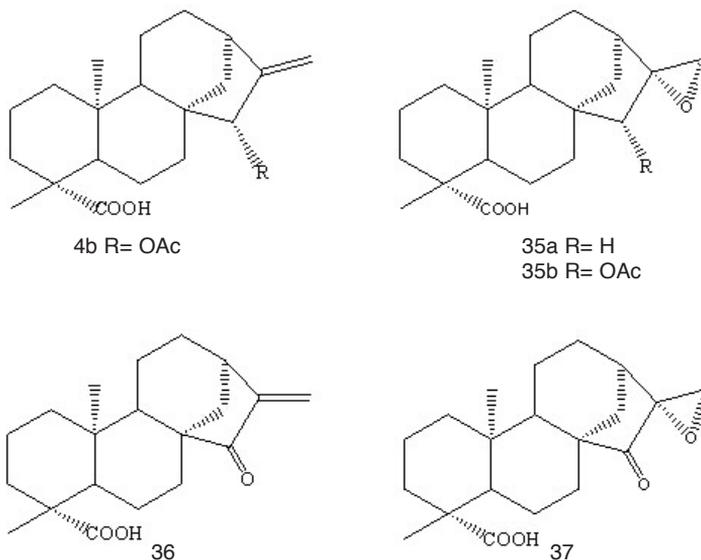
Esquema de la síntesis del *kaurenato de chacotriosa*

Figura 15

**Derivados del ácido kaurénico ensayados
contra el *Plasmodium berghei***

solicitud de la Dra. Neira Gamboa, profesora de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central de Venezuela –quien es miembro del grupo de investigación que trabaja en el desarrollo de nuevas drogas antimaláricas– le envié para su ensayo cinco derivados del ácido kaurénico, tres de ellos portadores de un grupo epoxi (fig. 15).

Existen cuatro especies de *Plasmodium* que son los flagelados que causan la enfermedad. El *Plasmodium falciparum* es posiblemente el más extendido y el que ha desarrollado mayor resistencia a los fármacos existentes. Estos flagelados tienen un ciclo de vida muy complejo, que comprende reproducción asexual en el huésped humano y reproducción sexual en el insecto vector. Cuando el parásito invade los glóbulos rojos, se transforman en trofozoitos que poseen enzimas, que les permiten digerir el citoplasma de los glóbulos rojos para obtener los aminoácidos que requieren para su reproducción. Como subproducto de la degradación de la hemoglobina queda el Fe(II), que se transforma en Fe(III), tóxico para el parásito. Pero el *Plas-*

modium posee una polimerasa que transforma el Fe(III) en hematina, una matriz cristalina no tóxica. La cloroquina y otras aminoquinolinas bloquean esta reacción de polimerización, causando acumulación de Fe(III) y muerte del parásito. Para los ensayos se utilizaron ratones NIH (18-22 g) y *Plasmodium berghei* ANKA, agente causante de la malaria en roedores.

La capacidad de los derivados kaurénicos para inhibir la proteólisis de la globina fue ensayada *in vitro*, utilizando un extracto rico en trofozoitos, que actuaron sobre sangre que se obtuvo de ratones no infectados. El grado de digestión se evaluó por electroforesis. Todos los cinco derivados del kaureno mostraron más del 60% de actividad, pero el más activo fue el ácido *ent*-15-oxo-16,17-epoxi-kauran-19-oico, que produjo un 95% de inhibición (fig. 16, 37). Estos resultados indican que los kaurenos bloquean las enzimas que permiten a los parásitos digerir el citoplasma de los glóbulos rojos.⁵⁹ Por otra parte, es evidente que son los compuestos que portan un grupo epoxi los que presentan mayor actividad *in vitro* (fig. 16, 35a, 35b y 37).

En vista de que todos estos derivados del kaureno mostraron más de un 50% de inhibición de la proteólisis de la hemoglobina, se ensayaron *in vivo* en ratones infectados con *Plasmodium berghei* ANKA, un tipo de malaria murina, que es susceptible a la cloroquina. Se inyectó intraperitonealmente a los ratones 20 mg/kg de los derivados kaurénicos durante cuatro días consecutivos. Se midió el porcentaje de parasitemia en la sangre de los ratones cuatro días después de ser infectados y los resultados se compararon con la parasitemia que mostraban ratones que habían sido inyectados solamente una solución salina o cloroquina, a razón de 25 mg/kg durante cuatro días. Como se puede observar en la fig. 17, todos los derivados del kaurano ensayados bajaron el nivel de parasitemia, pero en este caso el ácido kaurénico epoxidado (fig. 17, 35a) fue el compuesto más efectivo, ya que logró bajar la parasitemia hasta un 12%. Sin embargo, la cloroquina fue mucho más efectiva ya que logró bajar la parasitemia hasta un 3%. Estos resultados son interesantes; sin embargo indican que es necesario obtener nuevos derivados que sean más efectivos *in vivo*.

59 J. Rodríguez *et al.*, "Síntesis y actividad antimalárica de algunos derivados kaurénicos. Resumen *in extenso* FI 23", en *Memorias del VII Congreso Venezolano de Química*, Mérida, Universidad de los Andes, 2007.

Figura 16

**Inhibición de la proteólisis de la globina
producida por los derivados kaurénicos**

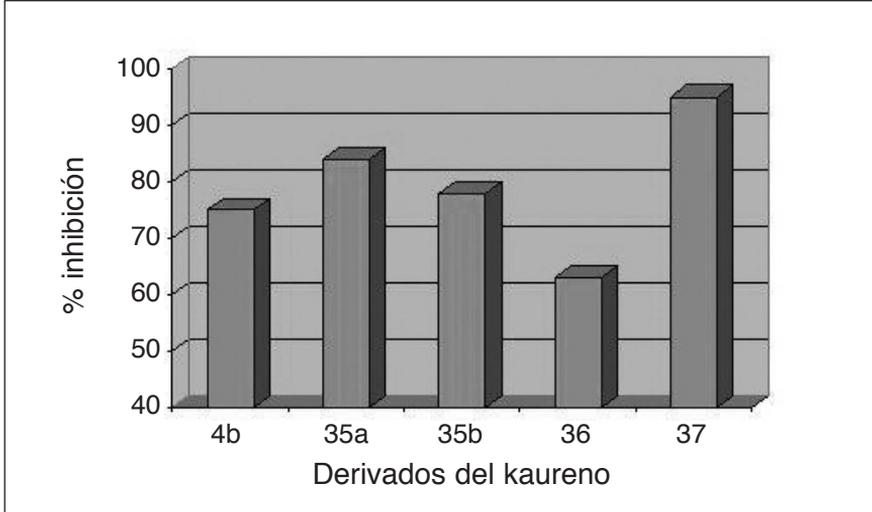
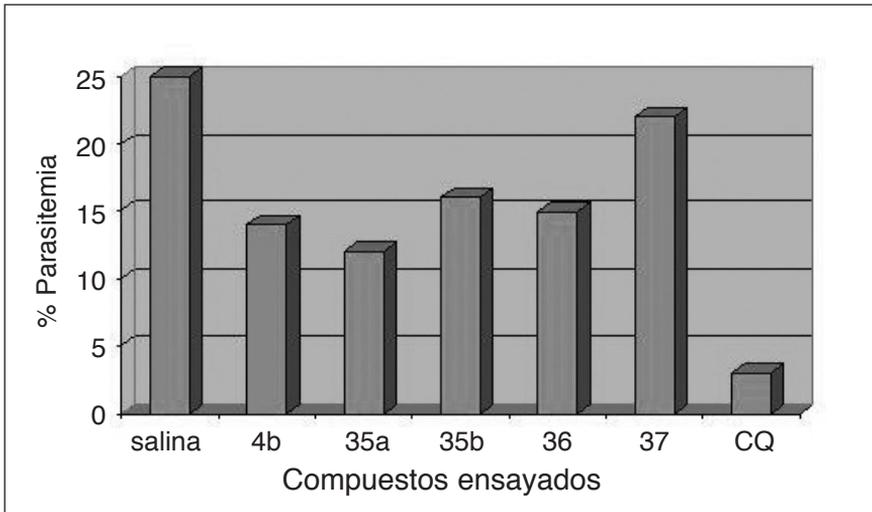


Figura 17

**Efecto de los derivados del kaureno sobre el porcentaje de
parasitemia remanente al cuarto día postinfección**



Otras propiedades biológicas del ácido kaurénico

Además de las propiedades descritas, se ha encontrado que el ácido kaurénico posee propiedades antiinflamatorias. Igualmente, se ha encontrado que posee propiedades anticonvulsivas; una publicación sobre el tema está en prensa en la revista *Investigación clínica*.⁶⁰ Finalmente, en la actualidad se está ejecutando el proyecto “Estudio del ácido kaurénico sobre lesiones neoplásicas dermatológicas no infiltrantes”, que se realiza en el Hospital Universitario Antonio María Pineda, de la ciudad de Barquisimeto, bajo la responsabilidad de la Dra. Houda de Chami, miembro del Departamento de Dermatología de dicho hospital. Se están tratando alrededor de veinte pacientes con una crema que contiene kaurenato de sodio. He sido informado que los resultados son prometedores pero, antes de publicar resultados, se requiere por lo menos un año más de observación clínica.

Agradecimiento

Tuve la oportunidad de conocer a grandes botánicos, como a José Cuatrecasas, Luis Ruiz Terán y Manuel López Figueiras, a los que siempre estaré agradecido por haberme permitido acompañarlos en algunas de sus expediciones. También deseo expresar mi gratitud a Gilberto Morillo y Jaime Bautista, que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme en la recolección e identificación de los frailejones y otras plantas. El trabajo que se describe en esta monografía no habría sido posible sin el apoyo económico del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de los Andes y del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT). Por supuesto tampoco se habría logrado realizar sin la cooperación de colegas y amigos como Tatsuhiko Nakano, Pierre Villa, Patrick Martin, Luis Rojas, Bernardo Chataing y Nancy Khouri. Deseo expresar mi agradecimiento a los estudiantes de la Universidad de los Andes: Robert Lobatón, Marianella Romero, Marielba Morillo, Tomás Visual, Mariugenia Monsalve, José Gregorio Baptista, Jimena Ibáñez, Alexis Peña y Rosa Aparicio, que con gran entusiasmo y dedicación realizaron un enorme trabajo. Así mismo, hago

60 N. L. Daló, M. Sosa-Sequera y A. Usubillaga, “On the Anticonvulsant Activity of Kaurenic Acid”, en *Investigación Clínica*, vol. 48, No. 3, 2007.

especial mención al trabajo farmacológico realizado por Miriam Sosa Sequera y Nelson Daló, investigadores de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado de Barquisimeto. También resalto la contribución de Neira Gamboa y Juan Rodríguez, del Departamento de Farmacología de la Universidad Central de Venezuela, quienes me propusieron la idea de probar la actividad de los epóxidos kauránicos ante el *Plasmodium berghei* y los ensayaron experimentalmente. Finalmente, agradezco a María Cristina Avenadoño, quien dibujó el mapa (fig. 1) y a David Díaz Miranda y Dignora Carroz, por la lectura crítica que realizaron sobre esta monografía y por sus valiosas sugerencias.

Referencias bibliográficas

- Adams, R. P., *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy*, Carol Stream, Allured Publishing Corp., 1995.
- Aparicio, R., *et al.*, “Composition of the Essential Oil from the Leaves of four *Ruilopezia* sp. from the Venezuelan Andes”, en *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 16, No. 3, p. 172-174, 2001.
- “Volatile Constituents from the Leaves of Three Species of *Coespeletia* from the Venezuelan Andes”, en *Journal of Essential Oil Research*, No. 14, p. 37-39, 2002.
- Aristeguieta, L., *Flora de Venezuela*, vol. X, *Compositae*, Caracas, Instituto Botánico de Venezuela, 1968.
- Banerjee, A. K., *et al.*, “Photosensitized Oxydations of some Derivatives of Kaurenes”, en *Journal of Organic Chemistry*, vol. 38, No. 21, p. 3.807-3.811, 1973.
- Bohlmann, F., *et al.*, “Neue Diterpene aus der Subtribus *Espeletiinae* Bohlmann”, en *Phytochemistry*, No. 19, 1980.
- “Neue Sesquiterpene und Norditerpene aus der Gattung *Libanothamus*”, en *Phytochemistry*, No. 19, p. 1.145-1.148, 1980.
- “Tricyclic Sesquiterpenes and Further Diterpenes from *Espeletiopsis* sp.”, en *Phytochemistry*, No. 19, p. 2.399-2.403, 1980.
- Brieskorn, C. H., y E. Pöhlmann, “Diterpene von Kaurantyp aus der Composite *Espeletia schultzei* (Wedd.)”, en *Tetrahedron Letters*, No. 54, p. 5.662-5.664, 1968.
- Caballero, Y., y F. Walls, *Boletín del Instituto Químico de la Universidad Nacional Autónoma de México*, vol. 22, No. 5, p. 79-102, 1970.
- Ceballos Gómez, D. L., “José de Ezpeleta”, ficha bibliográfica, en *Biblioteca Virtual del Banco de la República*, Bogotá, 2004.

- Cannon, J. R., *et al.*, "Isolation of (-)-Kaur-16-en-19-oic Acid and 15 β -Hydroxy(-)-kaur-16-en-19-oic Acid from *Phebalium rude* Bartl", en *Australian Journal of Chemistry*, vol. 19, No. 5, p. 861-867, 1966.
- Cham, B. E, B. Daunter y R. S. Evans, "Topical Treatment of Malignant and Premalignant Skin Lesions by Very Low Concentrations of a Standard Mixture", en *Cancer Letters*, No. 59: 183-192, 1991.
- Chataing, B., N. Buitrago de Cristancho y A. Usubillaga, "Tratamiento t3pico del Herpes simplex, Herpes zoster y Herpes genital con una mezcla de alcaloides de solan3ceas", en *MedULA*, No. 1-4, p. 30-35, 2001.
- Cuatrecasas, J., "A New Subtribe in the *Heliantheae* (*Compositae*): *Espeletiinae*", en *Phytologia*, No. 35, p. 43-61, 1976.
- "A New Genus of the *Compositae*: Paramiflos (*Espeletiinae*) from Colombia", en *Proceedings of the Biological Society of Washington*, No. 108, p. 748-750, 1995.
- Dal3, N. L., M. Sosa-Sequera y A. Usubillaga, "On the Anticonvulsant Activity of Kaurenic Acid", en *Investigaci3n Cl3nica*, vol. 48, No. 3, 2007.
- Garc3a Barriga, H., *Flora medicinal de Colombia*, t. 3, Bogot3, Imprenta Nacional, 1975.
- Ghisalberti, E. L., "The Biological Activity of Naturally Occurring Kaurene Diterpenes", en *Fitoterapia*, vol. LXVIII, No. 4, p. 303-325, 1997.
- Hartung, M., y C. Seelkopf, "Investigaciones acerca de la efectividad de extractos de *Espeletia weddellii* Schutz Bip. en el tratamiento del asma", en *Revista de la Facultad de Farmacia*, No. 10-11, M3rida, Universidad de los Andes, p. 35-50, 1970.
- Hedberg, O., "Features of Afroalpine Plant Ecology", en *Acta Phytogeographica Suecica*, No. 49, p. 1-144, 1954.
- Ib3ñez, J., "Estudio de la composici3n del aceite esencial y de la resina en el ciclo vital de la *Espeletia schultzii*, *Coespeletia moritziana*, *Ruilopezia atropurp3rea* y de un h3brido procedentes de diferentes poblaciones altitudinales", tesis de grado para la obtenci3n del t3tulo de M3ster Interdisciplinario en Qu3mica Aplicada, Facultad de Ciencias-Universidad de los Andes, M3rida, 2004.
- Ib3ñez, J., y A. Usubillaga, "Analysis of the Essential Oil of Two Different Altitudinal Populations of *Coespeletia moritziana* (Sch. Bip. ex Wedd.) Cuatrec.", en *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 21, No. 5, p. 760-763, 2006.
- "The Essential Oil of *Espeletia schultzii* of Different Altitudinal Populations", en *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 21, No. 2, p. 286-289, 2006.
- Khouri, N., *et al.*, "The essential oil of *Espeletia weddellii* Sch. Bip. ex Wedd.", en *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 15, No. 4, p. 263-265, 2000.

- Lozoya, X., *et al.*, “The Zoapatle. The Effect of Kauradienoic Acid upon Uterine Contractility”, en *Contraception*, vol. 27, No. 3, p. 267-279, 1983.
- Luteyn, J. L., “Páramos. A Checklist of plant Diversity, Geographical Distribution and Botanical Literature”, en *Memories of The New York Botanical Garden*, vol. 84, Nueva York, 1999.
- Monasterio, M., “Los páramos andinos como región natural, características biogeográficas generales y afinidades con otras regiones andinas”, en *Estudios ecológicos en los páramos andinos*, Mérida, Universidad de los Andes, 1980.
- Mora, A., *et al.*, “A Peracetylated Glucosyl Estero of Kaurenic Acid”, en *Acta Crystallographica*, vol. E60, p. 334-336, 2004.
- Mitsunobu, O., “The Use of Diethyl Azodicarboxylate and Triphenylphosphine in the Synthesis and Transformation of Natural Products”, en *Synthesis*, vol. XX, p. 1-27, 1981.
- Nakano, T., A. Martin y A. Usubillaga, “Studies on Rearrangements of Derivatives of Grandiflorenic Acid. Part 2. Synthesis of Methyl-(-)-20-Nor-Kaur-9 α -Methyl-5(10)16-dien-19-oate. A New Tetracyclic Rosane-Type Diterpene”, en *Journal of Natural Products*, vol. 49, No. 1, p. 62-66, 1986.
- Nakano, T., *et al.*, “Molecular Rearrangements in Derivatives of Grandiflorenic Acid [(-)-Kaur-9(11),16-Dien-19-oic Acid]”, en *Pure and Applied Chemistry*, vol. 66, No. 10-11, p. 2.357-2.360, 1994.
- Nakano, T., *et al.*, “Preferred Conformation of a New Ring B-Homo Diterpene, Rearrangement Products of Methyl 9 α -Hydroxy-11 α -Methanesulfonyloxy-(-)-Kauran-19-oate”, en *Natural Product Letters*, vol. 6, No. 1, p. 63-68, 1995.
- Nakano, T., *et al.*, “Rearrangements of Derivatives of Methyl 9 β -Dihydroxy-Kauran-19-oate to New Skeletal Diterpenes”, en *Natural Products Letters*, vol. 1, No. 4, p. 257-262, 1993.
- Nakano, T., *et al.*, “Rearrangements of Methyl 9 β -Hydroxy-11-oxo-(-)-Kauran-19-oate to Diterpene Skeletons with New Ring Systems”, en *Tetrahedron Letters*, vol. 32, No. 52, p. 7.667-7.670, 1991.
- Nakano, T., *et al.*, “Studies on the Constituents of *Espeletia weddellii*”, en *Planta Médica*, vol. 24, No. 3, p. 243-248, 1973.
- Nakano, T., *et al.*, “Studies on Rearrangements in Derivatives of Grandiflorenic Acid. Part 1. Reaction of the Epoxides of Methyl (-)-kaur-9(11)-en-19-oate and (-)-kaur-9(11)-en-19-oic Acid with Boron Trifluoride-Diethyl Ether Either in the Absence or in the Presence of *N*-Nitrosomethylurea. Formation of Two Diterpenes of a New Skeletal Type”, en *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions I*, p. 1.693-1.697, 1985.
- Nakano, T., M. A. Maillo y A. Usubillaga, “Rearrangements of Methyl 9 β -Hydroxy-11-Oxo-(-)-Kauran-19-oate to a New Skeletal Ring b Aromatic Diterpene with

- Boron Trifluoride-Etherate and Acetic Anhydride. Proof of its Mechanistic Pathway”, en *Natural Product Letters*, vol. 4, No. 4, p. 241-245, 1994.
- Piozzi, F., *et al.*, “Struttura dell’acido grandiflorolico”, en *Chimica Italiana*, No. 98, p. 907-910, 1968.
- Prelog, V., y O. Jeger, “Steroid Alkaloids: The Solanum group”, en R. H. F. Manske, edit., *The Alkaloids: Chemistry and Physiology*, vol. 7, Nueva York, Academic Press, 1957.
- Proaño, O., M. Arteaga y A. Usubillaga, “Estudio fitoquímico de la *Espeletia hartwegiana*”, en *Politécnica*, vol. 2, No. 3, p. 95-106, 1972.
- Ramírez, M. B., A. N. Téllez y R. D. Torrenegra, “Estudio químico de la *Espeletiosis muiska* Cuatr. (Cuatr.) y evaluación de sus actividad antimicrobiana”, en *Revista Latinoamericana de Química*, No. 28, p. 129-124, 2000.
- Rangel-Ch., J. O., *et al.*, “Espermatofitos”, en J. O. Rangel-Ch, edit., *Colombia. Diversidad Biótica*, vol. III, *La región de vida paramuna*, Bogotá, Unibiblos / Universidad Nacional de Colombia, 2000.
- Rauscher, J. T., “Molecular Systematics of the *Espeletia* Complex: Evidence from NRITS Sequence on the Evolution of an Andean Adaptive Radiation”, tesis doctoral, School of Arts and Sciences, Washington University, Saint Louis, 2000.
- Rauscher, J. T., “Molecular Phylogenetics of the *Espeletia* complex (*Asteraceae*): Evidence from RNDNA ITS Sequences on the Closest Relatives of an Andean Adaptive Radiation”, en *American Journal of Botany*, No. 89, p. 1.074-1.084, 2002.
- Robinson, H., “A Revision of the Tribal and Subtribal Limits of the *Heliantheae* (*Asteraceae*)”, en *Smithsonian Contributions to Botany*, No. 51, p. 1-102, 1981.
- Roddick, J., “The Acetylcholinesterase-Inhibitory Activity of Steroidal Glycoalkaloids and their Aglycones”, en *Phytochemistry*, vol. 28, No. 10, p. 2.631-2.634, 1989.
- Rodrigues, J., *et al.*, “Síntesis y actividad antimalárica de algunos derivados kaurénicos. Resumen *in extenso* FI 23”, en *Memorias del VII Congreso Venezolano de Química*, Mérida, Universidad de los Andes, 2005.
- Rodríguez, B., y T. L. Cobos, “Nuevas especies de frailejones”, proyecto de grado, 2006, en <www.universia.net.com>.
- Rojas, L. B., A. Usubillaga y F. Galárraga, “The Essential Oil of *Coespeletia Timotensis* (Cuatr.)”, en *Phytochemistry*, vol. 52, No. 8, p. 1.483-1.484, 1999.
- Schreiber, K., “Steroid Alkaloids: The Solanum group”, en R. H. F. Manske, edit., *The Alkaloids: Chemistry and Physiology*, vol. 10, Nueva York, Academic Press, 1968.
- Schubert, C., “Aspectos geológicos de los Andes venezolanos: historia, breve síntesis, el Cuaternario y bibliografía”, en M. Monasterio, edit., *Estudios ecológicos en los páramos andinos*, Mérida, Universidad de los Andes, 1980.

- Smith, A., y M. Koch, "The Genus *Espeletia*: A Study of Phylogenetic Taxonomy", en *Brittonia*, No. 1, p. 479-530, 1935.
- Sosa Sequera, *et al.*, "Ácido kaurénico, su efecto en la hematopoyesis murina", en *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, vol. II, p. 3.129-3.132, 1988.
- Stuessy, T., "Chapter 23", en Heywood, V. H., J. B. Harborne y B. L. Turner, edit., *Biology and Chemistry of Compositae*, vol. II, Londres, Academic Press, 1977.
- Torrenegra, R. D., y A. N. Téllez, "Chemotaxonomic Value of Melampolides in *Espeletia* sp. (Asteraceae)", en *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 23, p. 449-450, junio de 1995.
- "Phytochemistry of *Espeletia killipii* Cuatr. and Giberelic Activity of Some of the Isolated Compounds", en *Revista Latinoamericana de Química*, No. 24, p. 2-6, 1996.
- Torrenegra, R. D., *et al.*, "Química de especies del género *Espeletia*. *E. killipii*, *E. tunjana*", en *Revista Colombiana de Química*, No. 23, p. 29-35, 1994.
- Usubillaga, A., *et al.*, "Estudio de los aceites esenciales de 18 especies de *Espeletiinae*", en *Memorias del X Congreso Italo Latinoamericano de Etnomedicina*, Isla Margarita, Sociedad Italo-latinoamérica de Etnomedicina, p. 157-158, 2001.
- Usubillaga, A., *et al.*, "Kaurenoid Diterpenes in *Espeletia* sp.", en *Phytochemistry*, No. 12, p. 299, 1973.
- Usubillaga, A., *et al.*, "Study of the Essential Oil from the Leaves of Four Species of *Libanothamus* from the Venezuelan Andes", en *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 16, No. 3, p. 209-211, 2001.
- Usubillaga, A., N. Khouri y L. B. Rojas, "Essential Oil from the Leaves of *Espeletia batata*", en *Journal of Essential Oil Research*, No. 13, p. 450-451, 2001.
- Usubillaga, A., N. Khouri y T. Visbal, "Volatile Constituents of *Espeletia semiglobulata* (Cuatrec.)", *Journal of Essential Oil Research*, vol. 11, p. 757-758, 1999.
- Usubillaga, A., M. Romero y R. Aparicio, "Kaurenic Acids in *Espeletiinae*", en *Acta Horticulturae*, No. 576, p. 115-117, 2003.
- Usubillaga, A., y A. Morales, "Diterpenos kaurénicos en la *Espeletia tenore*", en *Revista Latinoamericana de Química*, No. 1, p. 128-132, 1970.
- "Kaurenic Acids in *Espeletia* sp.", en *Phytochemistry*, No. 11, p. 1.856-1.857, 1970.
- Usubillaga, A., y M. C. Capra, "Chemical Constituents of *Espeletia semiglobulata*", en *Fitoterapia*, vol. LIX, No. 5, p. 383-384, 1988.
- Usubillaga, A., y T. Nakano, "Kaurene Diterpenes in *Ruilopezia margarita*", en *Planta Médica*, vol. 35, No. 4, 1982.

- Van der Hammen, T., "The Pleistocene Changes of Vegetation and Climate in Tropical South America", en *Journal of Biogeography*, No. 1, p. 3-26, 1974.
- Vareschi, V., *Flora de los páramos*, Mérida, Universidad de los Andes, 1970.
- Viloria, E., L. B. Rojas y A. Usubillaga, "Análisis of Kaurenic Acids Methyls Esters by Gas Chromatography", *Journal of High Resolution Chromatography*, No. 20, p. 50-51, 1997.
- Visbal, T., *et al.*, "Carbohydrate Esters of Kaurenic Acid", en *Revista Latinoamericana de Química*, No. 32, p. 27-30, 2004.

Búsqueda de sustancias bioactivas de plantas de la flora colombiana. Estructura, actividad y síntesis

Fernando Echeverri L.

Grupo de Química Orgánica de Productos Naturales,
Universidad de Antioquia, Colombia

Resumen

La biodiversidad puede ofrecer alternativas terapéuticas y económicas para los países poseedores; no obstante, ésta es una riqueza muy amenazada, tanto por la desidia política como por los intereses de la gran industria farmacéutica.

El uso racional de la biodiversidad y el beneficio para la sociedad solamente podrán alcanzarse en la medida en que se propongan objetivos viables y organizados dentro de un plan de bioprospección, realizado por fases, conformado por grupos multidisciplinarios y con propósitos planteados desde una necesidad sanitaria nacional. Obviamente, también se precisa de una financiación adecuada.

Por otra parte, la búsqueda de alternativas terapéuticas para las llamadas “enfermedades huérfanas” –en su mayoría parasitosis– exige nuevas ópticas que permitan plantear soluciones propias y viables a dichos problemas sanitarios, con métodos de ensayo, dosis y concentraciones adaptados a las realidades y necesidades terapéuticas. Además, deben implementarse las validaciones de los usos etnobotánicos, en los laboratorios que usualmente realizan análisis especializados de bioactividad, como parte de proyectos de exploración de la biodiversidad o de productos naturales.

Finalmente, en este artículo se presentan los resultados de algunas investigaciones realizadas por el autor, así como otras que están en curso. Para su desarrollo ha ocurrido una conjunción entre los datos aportados por la medicina tradicional y las evidencias experimentales en cuanto a la actividad

y a la toxicidad. No obstante, queda un interrogante: ¿hasta dónde debe avanzar una investigación para que se posibilite una apropiación correcta y adecuada para la sociedad? Porque, si bien el avance científico incluyendo el conocimiento del mecanismo de acción y la estructura de las sustancias bioactivas son indispensables, estas actividades consumen mucho tiempo y recursos económicos mientras un número apreciable de personas se infecta o incluso muere durante ese período de espera.

Palabras clave: biodiversidad, productos naturales, bioactividad, bioprospección, antiparasitarios

Introducción

Las plantas siempre han acompañado al hombre en su lucha contra las enfermedades, aliviando algunas y controlando otras, pero solamente en los últimos dos siglos se han realizados estudios exhaustivos tendientes a purificar las sustancias bioactivas, conocer su estructura, mecanismo de acción, toxicidad, síntesis y optimización molecular.^{1, 2}

Los países más pobres son muy ricos en biodiversidad pero, paradójicamente, también son los más afectados por una serie de enfermedades que se caracterizan por altas mortalidades y disminución en la calidad de vida de las personas.

Estas enfermedades son principalmente la malaria, leishmaniosis, tripanosomiasis y tuberculosis y se conocen como “enfermedades huérfanas”, debido al poco interés que tienen hacia ella las grandes multinacionales farmacéuticas y los propios gobiernos. De estos últimos depende tomar e implementar medidas sanitarias apropiadas previas, tales como programas de control de vectores, suministro de agua potable, construcción de alcantarillados, disposición de basuras y fomento a la nutrición infantil.

- 1 G. A. Cordell, “Biodiversity and Drug Discovery. A Symbiotic Relationship”, en *Phytochemistry*, No. 55, 2000, p. 463-480; I. Raskin *et al.*, “Plants and Human Health in the Twenty-first Century”, en *Trends in Biotechnology*, vol. 20, No. 12, 2002, p. 522-531.
- 2 D. J. Newman *et al.*, “Natural Products as Sources of New Drugs over the Period 1981-2002”, en *Journal of Natural Products*, No. 66, 2003, p. 1.022-1.037, y D. J. Newman *et al.*, “The Influence of Natural Products upon Drug Discovery”, en *Natural Product Report*, No. 17, 2000, p. 215-234.

La carencia de esas elementales medidas para sus connacionales hace necesario considerar la alternativa más costosa en términos humanos y sociales, como es la disponibilidad de medicamentos para controlarlas. Pero la búsqueda de una nueva droga implica un alto desarrollo en ciencia y tecnología –que no los tienen– además de inversiones de varios centenares de millones de dólares, características que solamente poseen las multinacionales farmoquímicas. Para dichas multinacionales estos mercados son poco atractivos, por la nula o poca capacidad de las naciones y de sus habitantes para pagar lo que ellas consideran debería ser un precio acorde con la inversión realizada y el riesgo asumido.

¿Cómo y dónde encontrar alternativas viables y económicamente favorables para combatir esas y otras enfermedades? La biodiversidad puede ser la respuesta, pero sus posibilidades de uso deben ser cuidadosamente evaluadas antes de depositar toda nuestra confianza y expectativa en ella, como a continuación se analiza.

Las expectativas en la biodiversidad

Aunque la biodiversidad, especialmente la vegetal y la microbiana, son importantes valores que puede tener una nación para apalancar su desarrollo y mejorar el nivel de vida de sus habitantes, debe tenerse en cuenta que ésta tiene varios aspectos intrínsecos que no son tenidos en cuenta a la hora de tratar de darle un valor y uso.³

Las actividades y los usos de la biodiversidad se fundamentan principalmente en las moléculas que ésta posee

Tener muchas especies no es sinónimo de poseer mucho potencial de uso y aplicación. Por ejemplo, cien especies de un género pueden tener las mismas moléculas muy afines estructuralmente. Este es el caso de muchas especies de la familia *Asteraceae*, que poseen principalmente lactona sesquiterpénicas de uno o dos tipos; entonces, su diversidad molecular es muy baja. No obstante pueden existir cinco especies con otros subtipos de lacto-

3 F. Echeverri, *Biodiversidad. Realidad y ficción*, Medellín, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, 2004.

nas sesquiterpénicas además de alcaloides, flavonoides, coumarinas, esteroides, quinonas etc. En este último caso sería mucho más rica, desde el punto de sus posibilidades industriales y farmacéuticas.

La biodiversidad no tiene fronteras

Además de la variabilidad inherente a zonas geográficas y ecológicas muy específicas –desiertos, bosques, selvas, mesetas, valles aislados– ésta se manifiesta más en términos de latitud que de longitud. Esto en general significa que en extensas zonas fronterizas, varios países pueden compartir gran parte de su biodiversidad; por ejemplo, Colombia y la zona andina venezolana y la selva amazónica con Ecuador, Perú y Brasil. En términos políticos dicha situación supone un delicado problema, puesto que si los países que comparten la rica biodiversidad no generan directrices tendientes a homogeneizar y regular las condiciones de acceso, uso y explotación, pueden verse abocados a una alta biopiratería y a los efectos negativos que ejerce el mercado de las multinacionales farmoquímicas sobre su biodiversidad.

La biodiversidad es una riqueza muy frágil

La biodiversidad está amenazada por el descuido de sus propietarios, los avatares políticos, la colonización humana, el cambio climático, la avidez de las compañías y la biopiratería. Ésta última es favorecida por los avances en bioquímica, química orgánica y biotecnología, que hacen posible el acceso a la diversidad molecular de un organismo de una manera rápida y efectiva, mediante la genómica y proteómica, la replicación masiva de tejidos y la síntesis orgánica masiva.

¿Por qué hay tantas moléculas bioactivas reportadas y tan pocos medicamentos?

Semana a semana y mes a mes, las publicaciones nacionales e internacionales más connotadas, reportan los resultados de la actividad de muchas moléculas y extractos de plantas, microorganismos y organismos marinos, amén de las sustancias sintéticas. ¿Por qué razón tan pocas de ellas ingresan

a la fase de desarrollo y por qué prácticamente ninguna de ellas es actualmente un medicamento, si precisamente se estudian sobre enfermedades huérfanas? Hay varias aproximaciones a una posible respuesta.

Tabla 1

Causas de los fracasos en la búsqueda de sustancias bioactivas

- La investigación tiene orígenes netamente académicos.
- El modelo experimental no es el adecuado, por ejemplo el estadio del organismo modelo.
- Las dosis son francamente extremas.
- Las toxicidades son in vitro y en un modelo de célula desnuda.
- No se validan modelos experimentales más precisos.
- No se realiza una fase de optimización molecular.
- La vía de administración, la dosis y la frecuencia no son las adecuadas.
- La disponibilidad de la sustancia es muy baja.
- Se desconoce la estructura del compuesto responsable o es imposible purificarlo.
- Los componentes puros son inactivos.
- Se terminaron la tesis y el proyecto.

Fuentes: (Planta Medica; Phytochemistry; J. Nat. Products; Phytotherapy research; Fitoterapia; J. Org. Chemistry; J. Am.Chem. Soc.: Organic letters; Tetrahedron; J. Med. Chemistry; Tetrahedron Letters.

De hecho, la mayor parte de lo que se publica tiene orígenes netamente académicos, ya que la industria trata de guardar en confidencialidad los resultados más importantes, para una posible protección o patente a futuro. Ahora bien, en el ámbito académico la investigación tiene poco de bioprospección, pues en la mayoría de los casos solamente se hace para formar cuadros científicos a nivel de pre y posgrado, surge como una iniciativa personal y continuación de una línea de trabajo, no mantiene relaciones con la empresa y posee pocos medios para asumir los costos del desarrollo de un

producto. Además, no hay un interés en optimizar el perfil farmacológico por modelación molecular y síntesis orgánica. ¿Las razones para esto último? La primera es un área aún desconocida y la segunda tiene un crónico déficit de especialistas y engorrosos, costosos e inaccesibles procedimientos para importar insumos necesarios para la investigación científica.

Por otra parte, existen otros factores extrínsecos que de entrada abortan las mejores perspectivas. Recientemente se expusieron los requisitos para que una molécula se considerase como una candidata o *hit* para iniciar estudios de factibilidad, pero las concentraciones efectivas *in vitro* son muy difíciles de alcanzar en la vida real⁴ (0,1 µg/ml), el índice de selectividad (IS= 100) está en la categoría de celestial y las dosis en el modelo animal caen en el rango de lo hipotético. Además, también es requisito que su mecanismo de acción haya sido elucidado previamente, desconociendo que precisamente ese es el factor incierto en varias de las drogas más usadas actualmente.

Con esos parámetros, muchas de las drogas usadas actualmente no habrían entrado al mercado; mas parecen dictados para impedir que quien tenga menos recursos busque soluciones a sus propios problemas. Por otra parte, algunas de esas mismas publicaciones periódicas alientan conclusiones un poco desastrosas: reportan un efecto anticanceroso cuando solamente se ha hecho un ensayo *in vitro* en una línea celular o se encuentra un efecto sobre un parásito, pero esto no es sinónimo de curar la enfermedad. De esta manera, lo antimalárico se vuelve equivalente a antiplasmodial y algo que es leishmanicida (mata al parásito de la leishmaniasis) es anti-leishmania (cura la enfermedad). Adicionalmente, hay dosis exageradamente altas y toxicidades que no se evalúan o simplemente son muy cercanas a las dosis farmacológicas.

Entonces, hay que evaluar con cuidado el verdadero potencial de los diferentes estudios reportados en la literatura científica. Si esto pasa con la literatura científica, una mal entendida etnomedicina –que respalda el uso y la efectividad de algunas plantas medicinales– está mucho mas alejada de la realidad, pues carece de estudios clínicos o al menos preclínicos, la calidad no es homogénea ni ha tenido parámetros de calidad, sus actividades rayan en lo milagroso y una sola de ellas cura prácticamente

4 Nwakal Solomon y Alan Hudson, “Innovative Lead Discovery Strategies for Tropical Diseases”, en *Nature Reviews Drug Discovery*, No. 5, 2006, p. 941-955.

todo el espectro farmacológico, contradiciendo el principio de que: *lo que sirve para más de una enfermedad no sirve para ninguna; por el contrario, significa que es tóxica.*

No obstante lo anterior, en muchos países del tercer mundo y donde a duras penas se hace alguna investigación científica, el propio Estado –único financista de la investigación científica– desconoce sus resultados. Así, algunos institutos y universidades validan los usos tradicionales mediante pruebas *in vitro* y ocasionalmente *in vivo*, pero estas pruebas no sirven como respaldo para que tales prácticas etnoculturales sean fomentadas y apoyadas por los estados, principalmente en aquellos lugares donde los sistemas de salud son deficitarios.

Expectativas en cuanto al uso de la biodiversidad

El uso de la biodiversidad en los países biodiversos no ha mejorado desde la Convención para la Diversidad Biológica en 1992; aún existe la biopiratería y, en especial, hay un punto muerto en el impulso de políticas y legislaciones tendientes a mejorar las condiciones para que se haga una correcta apropiación de ella.

Actualmente las multinacionales farmoquímicas están reconociendo que la política de fundamentar expectativas de desarrollo de nuevas moléculas en la química combinatoria, fue un error y están volviendo a la naturaleza para buscar nuevos modelos estructurales y biológicos, lo que representa una gran oportunidad para los países megadiversos. Pero llegar a valorar –y tal vez explotar– en términos ventajosos esa biodiversidad, es un reto organizativo y político mayúsculo. En Colombia por ejemplo, durante los años 2003-2004, el Instituto Alexander von Humboldt –una entidad no gubernamental– desarrolló el “Programa de política y legislación. Proyecto acceso a recursos genéticos”, con el cual se buscaba conocer el estado de uso de la biodiversidad.

En Colombia, por ejemplo, en el período 2003-2004 y mediante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Bogotá), dentro del Programa de Investigación en Política y Legislación, con el Proyecto Política de Acceso y Aprovechamiento de los Recursos Genéticos en Colombia-Bioprospección en Productos Naturales, se buscó conocer el estado de uso de la biodiversidad.

En cuanto al tema de los productos naturales los resultados no fueron los mejores: no existía una legislación clara y ágil para su uso y acceso, los grupos de investigación trabajaron separadamente, eran proyectos muy puntuales, las colecciones estaban dispersas y mal tenidas y, finalmente, no había un inventario ni medianamente aproximado de lo que realmente tenía el país. Un panorama muy similar al de casi todo el contexto latinoamericano y africano.

Ahora bien, en el campo de los productos naturales, que aporta las moléculas y los modelos bioquímicos, existen varias alternativas para evaluar y aprovechar sus posibilidades:

- Tratar de desarrollar productos con logística y presupuestos propios.
- Implementar un modelo abierto de acceso para la industria farmoquímica, pero en un ámbito más restringido que el modelo costarricense.
- Continuar con el mismo modelo de investigación –si es que existe un modelo–, difundiendo y patentando resultados conseguidos con la escasa financiación estatal, para que eventualmente los usen y aprovechen otros investigadores.
- Crear *joint ventures* con empresas nacionales y extranjeras.

La primera alternativa es irrealizable por obvias razones y la segunda debe perfeccionar las condiciones de la primera experiencia costarricense. Por otra parte, es indudable que la situación debe cambiar pues, quiérase o no, aún existe biopiratería y la sociedad para nada se beneficia de la biodiversidad. Con esto en mente, nosotros hemos desarrollado un modelo de exploración de la biodiversidad colombiana, que parte de la recolección de especies con base en la medicina tradicional, su evaluación preliminar con ensayos rápidos y luego la validación en el modelo animal y reconocimiento de su toxicidad. Esto le da un valor agregado a la investigación, que puede ser aprovechado por la sociedad, por la industria local e internacional, en *joint ventures* que respeten los derechos nacionales. A continuación se relacionan los principales hallazgos de este programa que entra en su quinto año.

Algunas sustancias bioactivas de la flora colombiana⁵

Búsqueda de antiparasitarios

A partir de conocimientos aportados por la medicina tradicional, se inició un programa de bioprospección para buscar alternativas farmacológicas contra leishmaniosis y tripanosomiasis. De 86 plantas analizadas, 12 pasaron las concentraciones mínimas y finalmente cinco extractos pasaron a ensayos en el modelo animal de leishmanía.⁶

Otro punto de partida para buscar esta clase de sustancias es emplear moléculas análogas. Por ejemplo, los withanolidos tienen algunas similitudes con las ecdisonas, sustancias que en insectos y algunos protozoos modulan su metamorfosis; por tanto su inhibición podría alterar su bioquímica e incluso posiblemente causar la muerte del parásito. Se encontró una alta actividad leishmanicida pero también una gran toxicidad con varios compuestos.⁷

Se optimizaron las moléculas mediante modelación molecular, dando como resultado cuatro cabezas de serie que tienen CI_{50} 1,0-10,0 $\mu\text{g/ml}$ y $DL_{50} > 20$; algunos derivados están siendo estudiados en el modelo animal de la enfermedad. En esta misma línea de optimizar sustancias naturales se encuentran las passifloricinas, una serie de pironas polihidroxiladas. La passifloricina A mostró actividad contra leishmanía, tripanosomiasis y malaria pero, como en el caso anteriormente descrito, era igualmente tóxica. Después de sintetizar más de veinte análogos, se encontró una lactama con una actividad análoga, pero cuya toxicidad es diez veces inferior a la del compuesto original.^{8,9}

- 5 F. Echeverri, "Química de productos naturales como fuente de moléculas bioactivas", en *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, No. 27, 2003, p. 423-439.
- 6 D. Cardona *et al.*, "Búsqueda de sustancias antiparasitarias de la flora colombiana", en *Actualidades biológicas*, No. 27, 2005, p. 65-69.
- 7 D. Cardona *et al.*, "Leishmanicidal Activity of Withajardins and Acnistins. An Experimental and Computational Study", en *Tetrahedron*, No. 62, 2006, p. 6.822-6.829
- 8 F. Echeverri *et al.*, "Leshmanicidal Activity of Passifloricin A and Derivatives", en *Molecules*, No. 9, 2004, p. 666-672.
- 9 W. Cardona *et al.*, "Antiparasite and Antimycobacterial Activity of Passifloricin Analogues", en *Tetrahedron*, No. 62, 2006, p. 4.086-4.092.

Por otra parte, la medicina tradicional tiene componentes que deben ser cuidadosamente evaluados. Por ejemplo, los nombres vulgares para una misma planta tienen una alta variabilidad de región a región y el material vegetal es propenso a modificar su composición química según estas regiones, principalmente por los factores edáficos. Así, de *Vismia baccifera* se conocen tres variedades muy parecidas entre sí; un primer ensayo demostró que el extracto de una de ellas poseía un alta actividad tripanocida. El material posteriormente fue recolectado en diferentes regiones, pero la cromatografía en capa fina demostró que la composición de estas nuevas accesiones era muy diferente a la del extracto original. Los ensayos de actividad demostraron también diferentes comportamientos contra *T. cruzi*.¹⁰

También se han iniciado estudios biodirigidos con basidiomicetes. De *Pycnoporus sanguineus* se hicieron estudios bio guiados de sus extractos y actividad leishmanicida; finalmente se aisló una de las sustancias activas, que correspondió al ergosterol endoperóxido.¹¹

Dicha sustancia hace parte de alimentos como la mantequilla y ofrece una alternativa nutracéutica de utilidad en una posible terapia antiparasitaria o antituberculosa, pues también se ha reportado este efecto. De esta manera, la irradiación de alimentos como la leche y la mantequilla generarán ergosterol, que una vez ingerido podría actuar contra estos microorganismos.

Antituberculosos de la flora colombiana

En asocio con la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá) y el Institute for Tuberculosis Research (Illinois, EUA) se desarrolla un proyecto tendiente a buscar lignanos del tipo diarilfuranos activos contra *M. tuberculosis*. De cinco familias de plantas se han analizado veinte especies, que a su vez han generado cinco extractos con índices de actividad superiores al 90% de inhibición. Igualmente, se han aislado e identificado por métodos espectroscópicos varios arilfuranos naturales.¹²

10 A. Gallego *et al.*, "Actividad leishmanicida y tripanocida de *Acacia farnesiana*, *Piper arieianum*, *P. subpedale*, *Sphagnum recurvum* y *Vismia baccifera* Subs. *Ferruginea*", en *Actualidades Biológicas*, No. 28, 2006, p. 39-49.

11 E. Correa *et al.*, "Leishmanicidal Activity of *Pycnoporus sanguineus*", en *Phytotherapy Research*, No. 20, 2006, p. 497-499.

12 E. Baquero *et al.*, "Actividad antimicrobacteriana de algunas plantas de la flora colombiana", en *Scientia et Technica*, vol. XIII, No. 33, Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2007, p. 133-136.

Además de buscar sustancias naturales antimicobacterianas, también han sido sintetizadas varias hidrazonas, algunas de ellas derivadas del piridoxal. Dos de ellas tienen índices antibacterianos adecuados para ensayos posteriores.

Antivirales de la familia *Euphorbiaceae*

La difusión del SIDA y el riesgo de una epidemia de SAR han hecho patente la necesidad de buscar nuevos antivirales. Varios países de América Latina tampoco están exentos del riesgo de otras enfermedades virales, como por ejemplo el dengue.

Para el SIDA además es necesario contrarrestar su latencia por largos períodos de tiempo, lo que constituye un grave inconveniente para su tratamiento. La prostratina es un diterpeno aislado de una especie de la familia *Euphorbiaceae*, que tiene la propiedad de activar las formas latentes del virus, lo cual podría ser un tratamiento alternativo o paralelo a la terapia antiviral. Se emprendió por tanto la búsqueda de sustancias con acción similar en otras especies colombianas de esa misma familia, con el Grupo de Inmunovirología de Universidad de Antioquia y el Laboratorio de Inmunología de la Universidad de Córdoba en España. Se encontraron dos extractos que contienen diterpenos con CE_{50} de activación viral entre 0,1-1,0 $\mu\text{g/ml}$.¹³

Búsqueda de nuevos modelos de analgésicos

Por otra parte, plantas de las familias *Asteraceae*, *Piperaceae* y *Rutaceae* tienen propiedades analgésicas, por lo que se emplean para aliviar algunas molestias bucales. Estas sustancias son consideradas como plantillas para diseñar otras más potentes. Se han encontrado diferentes clases de sustancias con esta actividad, incluyendo isobutilamidas, carbazoles y derivados aromáticos prenilados.¹⁴

- 13 P. Tabares *et al.*, "Metabolitos secundarios y efectos antivirales de algunas especies de la familia *Euphorbiaceae*", en *Scientia et Technica*, vol. XIII, No. 33, Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2007, p. 107-110.
- 14 E. Correa *et al.*, "Prenilhidroxibenzoicos de *Piper arieianum*", en *Scientia et Technica*, vol. XIII, No. 33, Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2007, p.179-180.

La investigación científica y su nivel de retorno a la sociedad

Finalmente, hay un punto a resaltar: ¿hasta dónde deben avanzar las investigaciones para que la sociedad se beneficie de sus resultados, a corto o mediano plazo? Validar una actividad en el laboratorio y reconocer sus riesgos toxicológicos supone que ya existe una información apropiable por la sociedad a partir de prácticas etnomédicas tradicionales. Las fases posteriores son costosas, lentas y difíciles: aislar el componente bioactivo, identificarlo espectroscópicamente, optimizarlo por síntesis orgánica y emprender otros estudios preclínicos y clínicos supone una alta inversión de recursos, muy por encima del alcance de muchos países del tercer mundo.

Parece que para estos países el avance científico supone un alejamiento de esa posibilidad: la inversión de mayor esfuerzo económico y personal da una ganancia científica muy importante, si se está participando en la formación de una masa crítica científica para el país; pero esos avances del conocimiento, en sí mismos sólo serían de utilidad práctica para una empresa que posea los medios económicos y logísticos necesarios para desarrollar un producto, pues implica centenares de millones de dólares.

Agradecimientos

El autor agradece a Colciencias (Colombia) y a la Universidad de Antioquia la financiación de los trabajos presentados en este artículo.

Referencias bibliográficas

- Baquero, E., *et al.*, “Actividad antimicobacteriana de algunas plantas de la flora colombiana”, en *Scientia et Technica*, vol. XIII, No. 33, p. 133-136, Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2007.
- Cardona, D., *et al.*, “Búsqueda de sustancias antiparasitarias de la flora colombiana”, en *Actualidades biológicas*, No. 27, p. 65-69, 2005.
- “Leishmanicidal Activity of *Withajardins* and *Acnistins*. An Experimental and Computational Study”, en *Tetrahedron*, No. 62, p. 6.822-6.829, 2006.
- Cardona, W., *et al.*, “Antiparasite and Antimycobacterial Activity of *Passifloricin* Analogues”, en *Tetrahedron*, No. 62, p. 4.086-4.092, 2006.

- Cordell, G. A., "Biodiversity and Drug Discovery. A Symbiotic Relationship", en *Phytochemistry*, No. 55, p. 463-480, 2000.
- Correa, E., *et al.*, "Leishmanicidal Activity of *Pycnoporus sanguineus*", en *Phytotherapy Research*, No. 20, p. 497-499, 2006.
- "Prenilhidroxibenzoicos de *Piper arieianum*", en *Scientia et Technica*, vol. XIII, No. 33, p. 179-180, Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2007.
- Echeverri, F., *Biodiversidad. Realidad y ficción*, Medellín, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, 2004.
- "Química de productos naturales como fuente de moléculas bioactivas", en *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, No. 27, p. 423-439, 2003.
- Echeverri, F., *et al.*, "Leshmanicidal Activity of *Passifloricin A* and Derivatives", en *Molecules*, No. 9, p. 666-672, 2004.
- Gallego, A., *et al.*, "Actividad leishmanicida y tripanocida de *Acacia farnesiana*, *Piper arieianum*, *P. subpedale*, *Sphagnum recurvum* y *Vismia bascifera* subs. *Feruginea*", en *Actualidades Biológicas*, No. 28, p. 39-49, 2006.
- Newman, D. J., Gordon M. Cragg y Kenneth M. Snader, "Natural Products as Sources of New Drugs over the Period 1981-2002", en *Journal of Natural Products*, No. 66, 2003, p. 1.022-1.037
- "The Influence of Natural Products upon Drug Discovery", en *Natural Products Report*, No. 17, p. 215-234, 2003.
- Raskin, I., *et al.*, "Plants and Human Health in the Twenty-First Century", en *Trends in Biotechnology*, vol. 20, No. 12, p. 522-531, 2002.
- Solomon, Nwagal, y Alan Hudson, "Innovative Lead Discovery Strategies for Tropical Diseases", en *Nature Reviews Drug Discovery*, No. 5, p. 941-955, 2006.
- Tabares, P., *et al.*, "Metabolitos secundarios y efectos antivirales de algunas especies de la familia *Euphorbiaceae*", en *Scientia et Technica*, vol. XIII, No. 33, p. 107-110, Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, 2007.

Las vira-viras: botánica, química y propiedades medicinales

Rubén Darío Torrenegra G.

Departamento de Investigación de Fitoquímica,
Universidad Javeriana, Colombia

Resumen

En Colombia se denominan vira-viras a las plantas de la familia *Asteracea*, pertenecientes, en especial, a los géneros *Gnaphalium* y *Achyrocline*. Figuran en la medicina tradicional como antiinfecciosas y antiinflamatorias.

En el presente trabajo se hace una revisión de las especies descritas de los dos géneros que crecen en Colombia, y se presenta una tabla de las especies descritas en muchos otros países, con la indicación del contenido en compuestos químicos sobre cada una de tales especies.

La especie *G. gracile*, *G. elegans*, *A. bogotensis* y *vel. Aff. bogotensis* fueron sometidas a investigaciones químicas y farmacológicas. Se encontró que, efectivamente, tienen actividad antibacteriana contra gérmenes Grampositivas y efecto antiinflamatorio. Los compuestos químicos aislados son: flavonoides, en especial, glicósidos de quercetina y luteolina o apigenina.

Palabras clave: *Gnaphalium*, *achyrocline*, gamochaeta, antiinflamatoria, anti-cáncer, antimicrobianos, quimiotaxonomía.

Se denominan popularmente como vira-viras a plantas de la tribu *inu-
leae* de la familia *Asteracea* y los géneros *Gnaphalium*, *Achyrocline* y *Ga-*

mochaeta. Son hierbas anuales o perennes que crecen entre los 2.000 y 3.200 msnm y que por su similitud en las características morfológicas son confundidas con especies de otros géneros. Estas hierbas no crecen más de 1,5 m y en varias regiones del mundo son utilizadas como plantas medicinales y podrían desaparecer porque sus ambientes están siendo ocupados por construcciones habitacionales. Han sido estudiadas tanto botánica como químicamente pero sólo algunas pocas de las no muchas especies que conforman este grupo de vira-viras.

Especies del género *Gnaphalium* son confundidas con especies de géneros filogenéticamente muy cercanos, como *Achyroclines*, *Gamochoaeta*, *Coniza* o *Aster*, además de otros géneros no muy cercanos. García Barriga nombra a las *Gamochoetas* como *Gnaphalium* en su libro *Flora medicinal colombiana*.¹

Tribu Inuleae

Cass, *Jour. Phys.*, vol. 88, 1819, p. 193.

D. Arcy, *Ann. Missouri Bot. Gard.*, vol. 62, No. 4, 1975, p. 1.033-1.038.

Nash, F1. Guatemala, vol. 24, No. 12, 1976, p. 164-167.

Cabrera, F1. Prov. Jujuy, vol. 13, No. 10, 1978, p. 26-29.

Sinonimia: Gnaphalineae Rydb, F1. Rocky Mts. 833. 1917.

Tipo: *Inula* L. Sp. P1. 881. 1973.

Diagnosis taxonómica

La mayoría de las especies de esta tribu pueden reconocerse por sus hojas alternas, pubescencias aragnoide y pequeña, unas pocas carecen de pelos a nivel de flor; flores marginales filiformes.²

Descripción taxonómica

Plantas herbáceas, sufrutecentes (*Tessaria*); pubescencia generalmente aracnoide; tallos algunas veces glandulosos; hojas lernas u opuestas, a menu-

1 H. García Barriga, *Flora medicinal de Colombia*, vol. III, Bogotá, Imprenta Nacional, 1975.

2 A. Cabrera, *Flora de la provincia de Jujuy*, parte X, *Compositae*, Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 1978.

do densamente tomentosas, enteras. Inflorescencia generalmente paniculada, cimosa, algunas veces corimbosa, raramente espigada (*Gnaphalium*); capítulos heterógamos, discoideos raramente radiados; involucreo con numerosas brácteas dispuestas en diferentes series, generalmente endurecido, sobrecubierto, libre, algunas veces coloreado; filarias multiseriadas, algunas veces escamosas; receptáculo plano o convexo, casi siempre desnudo; flores dimorfas, las marginales femeninas y filiformes, las del disco tubulosas, hermafroditas o masculinas; corola rosado, púrpura, blanca, raramente amarilla (*Gnaphalium*); flosculos con corolas tubulares camanuladas o sagitadas de aurículas caudales; estilo bifurcado o cortamente bífido en el ápice, redondeado o truncado más o menos tubulado, no apendiculado, pilosos desde más abajo del punto de bifurcación; ovarios generalmente gruesos, pequeños a menudo costatos; vilano ausentes o formado por cerdas o setas usualmente uniseriadas o estrigosas, soldadas entre sí en la base, formando un anillo y caducas en conjunto.

Distribución geográfica

Esta tribu se encuentra representada en todo el mundo, principalmente en Europa, Australia y América del Sur. El género *Gnaphalium* es el más extenso y cosmopolita, se encuentra entre los 2.000 y 3.200 msnm, lo que asegura su presencia en los países que se asientan sobre las cordilleras andinas. Vira-viras se han encontrado desde América del Norte hasta la Patagonia.

Género *Gnaphalium* L.

Gnaphalium L. Gen. Ed. 1. 250. 1737: Sp. P1: 850. 1753; Gen. P1 ed/5 386. 1754. Cabrera, F1. Prov. Jujuy, vol. 13, No. 10, p. 275-276, 1978. Nash, F1. Guatemala, vol. 24, No. 12, p. 167, 1976.

Etimología

De Theis (1810), en su libro *Dioscorides*, describió una planta cuyas hojas blancas y blandas sirven para reemplazar el algodón y viene de la palabra griega que expresa la acción de quitar el pelo.

Tipo no designado

N. L. Britton y A. Brown, 11. F1, N. V. S. ed. 23: 4 (53) seleccionaron a *Gnaphalium luteoalbum* L.; como Loctotipo: M. L. Green, Prp. Bot. 1818 seleccionó a *Gnaphalium uliginosum* L.

Diagnosis taxonómica

Hierbas anuales o perennes, raramente subfruticosas, usualmente blanco tomentosas, a menudo ramificadas. Tallos erectos, raramente rastreros, foliados; hojas alternas, simples, enteras o crenadas, usualmente angostas y sésiles, tomentosas al menos en parte; los pelos del tipo aracnoide, algunas veces glandulosos.

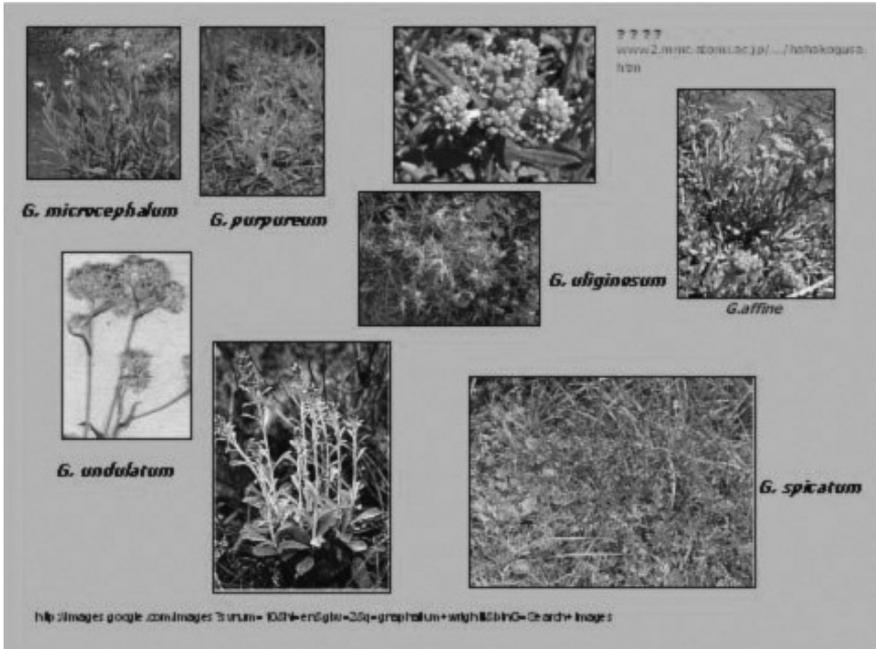
Inflorescencia abierta o densa, cimosa o glomerulosa paniculada, racimosa o espigada. Capítulos pequeños, desciformes, generalmente rodeados por brácteas o bractéolas. Involucro ovoide, cilíndrico o acampanado. Filarias numerosas en series imbricadas, base engrosada, cuerpo generalmente membranoso, ápice hialino blanco-amarillos, a veces rosado o purpúreo, raramente toda la filaria es escretosa y opaca, algunas veces es membranosa con el ápice engrosado, las más extensas lanosas.

Receptáculo plano, conexo o semicónico, desnudo, algunas veces con un rudimento efímero. Flores numerosas, raramente unisexuales, dimóricas, las más externas pistiladas con corolas filiformes dentadas o partidas en el ápice, con tres o cuatro divisiones; las internas hermafroditas, poco numerosas, con corola tubulosa pentadentada, amarilla, blanca o púrpura, anteras con apéndices conectivales ovados y tecas terminadas interiormente en una punta más o menos larga (nateras sagitadas).

Estilos de las flores del disco con ramas delgadas truncadas en el ápice donde llevan una coronita de pelos colectores.

Aquenios muy pequeños de 0,4-1,5 mm de largo, elipsoidales u ovoides, lisos o ligeramente granulosos.

Vilano formado por una serie de pelos delgados, simples no soldados en la base, pero a veces adheridos por medio de diminutos tricomas caducos por separado $X=7$.



Distribución geográfica

Los géneros *Gnaphalium* y *Achyrocline* comprenden de 200 a 300 especies aproximadamente, las cuales tienen distribución cosmopolita; son numerosas en Norteamérica, México, Centroamérica, Europa, África y las Indias. En Sudamérica se encuentran sobre la cordillera andina, especialmente en Colombia, Bolivia, Chile, Argentina, también en Venezuela, Brasil, Uruguay y en las Islas Malvinas. En Colombia, de acuerdo con las exicatas del Herbario Nacional Colombiano, se encuentran espontáneamente en las regiones frías y paramunas de las tres cordilleras, distribuyéndose hasta los 3.200 y muy rara vez hasta los 4.000 msnm.

Especies

Hasta el 2006 en Colombia se encontraban reportadas en el Herbario Nacional catorce especies de *Gnaphalium*, diez de *Achyroclines* y tres de *Gamochaeta*.

Género *Achyrocline*

Achyrocline bogotensis H.B.K.; D.C.

Achyrocline lehemanii

Achyrocline alata H.B.K., D.C.

Achyrocline mallis

Achyrocline crassiceps Blake

Achyrocline trinaneane Klatt

Achyrocline vauterana

Achyrocline vargasiana

Achyrocline virescens Klatt

Género *Gnaphalium*

Gnaphalium antennarioides D.C.

Gnaphalium cheirantifolium Lam.

Gnaphalium elegans

Gnaphalium gaudichaudianum

Gnaphalium gracile

Gnaphalium graveolens

Gnaphalium lanuginosum

Gnaphalium meridanum

Gnaphalium paramorum Blake

Gnaphalium pellitum H.B.K.

Gnaphalium pepigianum

Gnaphalium polycephallum

Gnaphalium rufescens

Gnaphalium tenue H.B.K.

Género *Gamochaeta*

Gamochaeta americanum

Gamochaeta colombianum

Gamochaeta spicatum

Gamochaeta purpureum

Usos

Las *inuleas-Gnaphalines* son consideradas mundialmente como plantas medicinales. Usualmente se utilizan para tratar la bronquitis, la gripe, enfermedades intestinales, pulmonares o para desinflamar la próstata y tratar magulladuras.

Las *Gnaphalium* se pueden generalizar como anodinas. Las hojas –o la planta entera– se usan en forma de emplastos o cataplasmas en contacto con la parte afectada; en caso de heridas, infecciones e hinchazones se utiliza como hemostáticos la decocción del *Gnaphalium purpureum* L.; y *Gnaphalium elegans* H.B.K.; por vía oral se dice que cura el cáncer.³

Aunque no existen reportes de toxicidad en el ganado, puede causarlo eventualmente por nitratos, cuando se fermentan, a partir de su asociación con otras especies. Las *Gnaphalium* son preconizadas casi siempre como antiinflamatorias, antiinfecciosas, hemostáticas, contra la tos, la prostatitis y algunos tipos de cáncer.

Especies de *Achyrocline*, principalmente *Ach. Satureioides*, han dado resultados positivos para análisis como antivirales.⁴ El contenido apreciable de quercetina y sus glicósidos podrían ser los responsables de dicha actividad.

Química de las vira-viras

Estudios realizados en especies de *Gnaphalium* reportan la presencia de flavonoides, diterpenos derivados del kaurano y labdano, triterpenos, polienos y acetilenos, tanto en las hojas como en las inflorescencias. Algunos estudios reportan el aislamiento de compuestos acetilénicos y la posibilidad de haber obtenido una diterpeno-lactona muy rara. También han sido reportados flavonas o flavonoles no sustituidos en el anillo B y con alta metoxilación. En *Achyrocline bogotensis* se ha reportado recientemente el aislamiento de achirodímeros que son butano dímeros.⁵

3 H. García Barriga, *op. cit.*

4 G. H. García *et al.*, “Antiherpetic Activity of some Argentine Medicinal Plants”, en *Fitoterapia*, vol. 61, No. 6, 1990, p. 542-546.

5 S. Takaaki *et al.*, “Cyclobutane Dimers from the Colombian Medicinal Plant *Achyrocline bogotensis*”, en *Journal of Natural Products*, No. 68, 2005, p. 502-505.

En algunos casos se han aislado chalconas pero sus reportes no son comunes. Los diterpenos reportados para el género *Gnaphalium* son del tipo labdano y kaurano, predominando los derivados ácidos del kaureno. También se han reportado triterpenos y sitosteroles, comunes en todos los vegetales.

Estudios realizados, y no comprobados, reportan la presencia de alcaloides en una especie de *Gnaphalium* chilena. En la tabla 1 se muestran los compuestos que se han aislado de especies del género *Gnaphalium*. Bolhmann estudió un grupo de especies, principalmente muestras de herbario colectadas por Cuatrecasas.

La mayoría de los estudios químicos y de actividad biológica que se han efectuado en especies de *Achyroclines* se refieren principalmente al *Achyrocline satouraioides*, debido a su amplio uso y distribución a nivel mundial. A partir de esta especie de vira-vira, denominada comúnmente como marcela o macela, se han elaborado productos antiinflamatorios, antivirales y cosméticos. Reportes de estudios químicos y de propiedades medicinales de las especies colombianas son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 1
Compuestos químicos* aislados de especies
de vira-viras a nivel mundial

Especie	Compuesto	Fuente
<i>G. affine</i>	Apigenina, (I) quercetina, (II). 4-glucosido de quercetina (III). 4-glucosido de apigenina (IV)	Flores, Ourisson, G. (1970)
<i>G. gaudichaudianum</i> D.C.	5,8- dihidroxi-3,6,7-tri-metoxiflavona, (V) 5,8-dihidroxi-6,7-dimetoxi-flavona (IV) Acidos Kaur 16-en-19-oico(VIII) Acido 3 hidroxikaur 16en 19 oico(VIII) isómero esclareol (IX)	Flores, Guerreiro, (1982) Bolhmann, F. (1980)
<i>G. declinatum</i>	1,3,5,7,9-undecapentinil eleno (X) 7-(1,3,5,-heptatrinil), 4,6-octadienol (XI)	Hojas, Bolhmann, F. (1980)
<i>G. multiceps</i>	4,2',4', - trihidroxi-6'meto-xichlcona 4'-glucosido, (XII) Naringenin-5methyleter, (XIII) luteolina-4'glucosido (XIV)	Flores, Maruyama, M. (1974)

* Compuestos aislados de algunas especies de *Gnaphalium* y *Achyroclines*; se indica la parte estudiada y la referencia bibliográfica consultada en estudios desarrollados fuera de Colombia.

Especie	Compuesto	Fuente
<i>G. btusifolium</i>	<i>Gnaphalium</i> (XV), metil-gnaphalin, (XVIII) obtusifolina (XVII)	Flores, Crouden, R. K., (1980)
<i>G. pellitum</i>	1,3,5,7,9-undecanpentinil-pentanol (XVII)	Flores - Hojas Bolhmann, F. (1980)
<i>G. oligandrum</i>	Trien(1-10), (5-6), (4-15) Germacrano (1-10), (4-5) Acido Kaur-16-en-19-oico, (XIX) Acido Kaur-9,11(16)dien-19-oico (XIX)	Bolhmann, F. (1980)
<i>G. undulatum</i>	15B-hidroxi-wedwlie-cokaurenolico;(XX) 5-cloro-2octatriin-(2,4,6)-iliden-5,6-dihidro-2H-pirano(XXI) ,6,7,8-tetrametoxi-5hidroxiflavona,(XXI) Acido kau-16-en-19-oico; (XXII) 18-kaurenol,(XXIII) Acido kaur-9,11,(16)-dien-18-oico(XIX) 8-Epi-ent-sclareol(XXIV)-13-dihidroxignaphaleno (XXV) cicloscareol 8-epi (XXX)	Hojas Bolhmann, F. (1980)
<i>G. uliginosum</i>	7-0-[6-(3,5-dihidroxicenamoil)] Rhamnosido de 6-metoxiquercetina (XXVI)	Bolhmann, F. (1980)
<i>G. wrightii</i>	2-cloro-2-(3,5,7,9-undecatriin-1-enil) etanol (XXVII). cloro-2-(3,5,7, undecatriin-1,9dienil)etanol (XXVIII) 3,6-dime-toxi-5,7-dihidroxyflavona (XXIX)	Hojas, Bolhmann, F. (1980)
<i>Achyrocline saturaoides</i>	Quercetina, luteolina, 3-metoxi quercetina, dibenzofurano prenilado, achyurfurano	Partes aéreas, Carney (2002)
<i>Achyrocline tomentosa</i>	3,5-Dihidroxi-7,8-dimetoxiflavona and 5,7,4'-trihidroxi-8,3'-dimetoxiflavona	Partes aéreas Ferraro (1985)
<i>Achyrocline flácida</i>	5-hidroxi-7-(3-metil-2,3-epoxibutoxi)flavanona, 5-hidroxi-3,8-dimetoxi 7-(3-metil2, 3epoxibutoxi)flavona, 4'-hidroxi-5-metoxi-7-(metil-2,3-epoxibutoxi)flavona, Tamarixetin, gnaphalin, isognaphalin 5,7,8-trihidroxi-3-metoxiflavona, chrysoeriol, galangin 3-metil eter, naringenin 5-metil eter, ácido cafeico, ácido chlorogenico y ácido isochlorogénico. 7,4' dihidroxi 5-metoxiflavanona y la chalcona correspondiente.	Partes aéreas Norbedo (1984)

Química y propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas de especies de *Gnaphalium* colombianas

Varias especies de *Gnaphalium* son preconizadas contra infecciones. Para comprobar la actividad antimicrobiana de estas especies se hicieron estudios de acción antibiótica para las especies: *G. gracile*, *G. elegans*, *Achyrocline bogotensis* y *vel. Aff. Bogotensis*, encontrándose actividad contra bacterias Gram, positivas principalmente. Esto fue probado utilizando la técnica de Kirby Bauer, con las modificaciones necesarias para evitar la adsorción o poca difusión de las sustancias en el medio Muller Hinton.

Para estudiar la acción antiinflamatoria, que podrían presentar algunos extractos de especies de *Gnaphalium*, se utilizó la pletismografía. Se realizaron ensayos para extractos totales y fracciones de distintas polaridades usando ratones blancos, a los cuales se les indujo inflamación en una de sus patas sin y con extractos aplicados; el efecto se midió por medio de cambios de volumen en una de las patas del ratón. Todas las especies de *Gnaphalium* y *Gamochaetas* colombianas que han sido estudiadas en el grupo de investigación fitoquímica de la Universidad Javeriana, sede Bogotá, han mostrado actividad antiinflamatoria y las sustancias responsables de dicha acción son los flavonoides, principalmente los glicósidos de quercetina, luteolina o apigenina.

Pruebas de citotoxicidad y actividad antitumoral también han sido efectuadas para varias especies de *Gnaphalium* y *Achyrocline* usando citometría de flujo.⁶ Los estudios químicos condujeron al hallazgo de compuestos de tipo flavonoides y diterpenos derivados del kaurano y labdano, principalmente.

Quimiotaxonomía de vira-viras

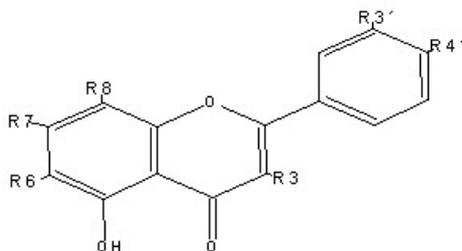
Hay dificultades para identificar las vira-viras, por eso se agrupan con este nombre común; especies de *Gnaphalium*, *Gamochaetas* y *Achyroclines* son confundidas aún por los especialistas, pero ellas presentan diferencias químicas importantes, las cuales pueden ser usadas como taxones en su diferenciación y clasificación; por lo menos a nivel de géneros.

6 Rubén Torrenegra, "Química y actividad biológica de algunas plantas promisorias colombianas", en *Revista Latinoamericana de Química*, vol. 28, suplemento especial, 2000.

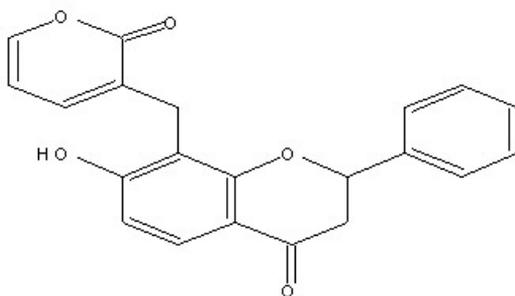
Tabla 2

Compuestos aislados de especies de *vira-viras* colombianas

Especie	Compuesto aislado	Fuente, bibliografía
<i>G. pellitum</i>	5-hidroxi-7,8-dimetoxiflavona (Javerianina) Rhamnetina y Quercetina, 13-episclareol, 3-hidroxi-13-episclareol, estigmasterol, dehidroestigmasterol, ácido-1-acetoxi-(-)kaur (16) en, 18-oico, ácido (-) kaur, 16-en-18-oico.	Rubén Torrenegra y Saúl Escarria. (1978, 1980).
<i>G. graveolens</i>	Gnaphalin, luteolina, miricetina, 5,7-dihidroxi-3,6,8-trimetoxiflavona y ácido (+) grandiflorénico.	R. Torrenegra, y S. Escarria (1980).
<i>G. elegans</i>	Gnaphalin, luteolina, miricetina, 5,7-dihidroxi-3,6,8-trimetoxiflavona y ácido(+) grandiflorénico	R. Torrenegra (1980).
<i>G. lanuginosum</i>	Gnaphalin	R. Torrenegra (2000).
<i>G. antennarioides</i>	Hispidulina, 7-glucósido de hispidulina	R. Torrenegra (1987).
<i>G. rufescens</i>	Luteolina, 7-metoxi-luteolina, ácido 11-B-aceto-si-kaurenico. Acido(+) kaur-16-en-19-oico y 16-kauranol	R. Torrenegra (1987).
<i>G. gracile</i>	Gnaphalin, Galangin-3-metil-eter, 3-metoxi-quercetina y quercetina	R. Torrenegra G. (1989).
<i>G. purpureum</i>	Hyperina, Miricetina y Quercetina	R. Torrenegra,
<i>G. colombianum</i>	Luteolina y Apigenina, glicósidos	R. Torrenegra,
<i>G. americanum</i>	Luteolina y Apigenina.	R. Torrenegra,
<i>Achyrocline bogotensis</i>	Gnaphalin, metil gnaphalin, Javerianina, quercetina, 7-glucosido de quercetina, 3,5 dihidroxi-6,7,8 trimetoxi flavona, Achyrodímeros, XXXI, XXXII	R. Torrenegra (1982), S. Takaaki (2005)
<i>Achyrocline vel. Aff. Bogotensis</i>	Javerianina, quercetina, 4'-glucosido de quercetina, 3,5 dihidroxi-6,7,8 trimetoxi flavona, luteolina, miricetina	R. Torrenegra, Pedrozo
<i>Achyrocline crassiceps</i>	Javerianina, luteolina	R. Torrenegra

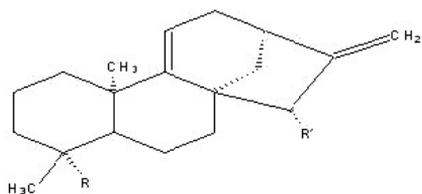


- | | | |
|-------|----------------------|----------------------|
| I. | R7, R4'= OH | otros= H |
| II. | R3, R7, R3', R4'= OH | |
| III. | R3, R7, R3', R4'= OH | R4'= Gluc |
| IV. | R7= OH | R4'= Gluc |
| V. | R8= OH | R3, R6, R7= O Me |
| VI. | R8= OH | R6, R7= O Me |
| XIV. | R7, R3'= OH | R4'= Gluc |
| XV. | R7= OH | R3, R8= O Me |
| XVI. | | R3, R7, R8= O Me |
| XXII. | | R3, R6, R7, R8= O Me |
| XXIX. | R7= OH | R3, R6= O Me |

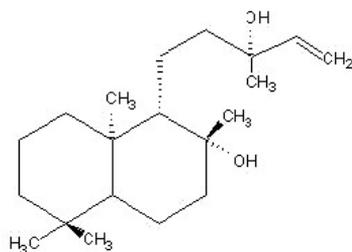


XVII

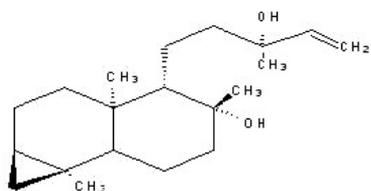
Obtusifolin



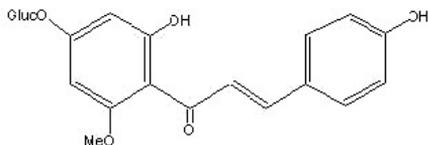
- VII. R= C O O H R'= H
 XXII. R= C O O H R'= O H
 XXIII. R= C H O R'= H



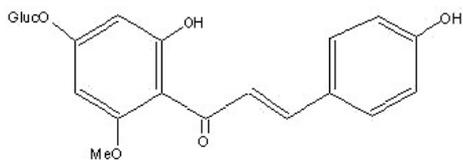
XXIV



XXX



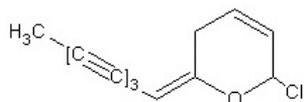
XII



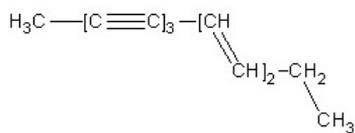
XII



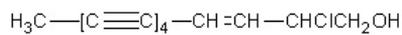
X



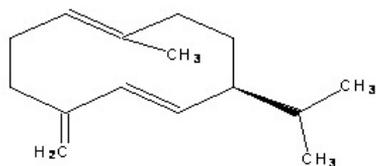
XXI



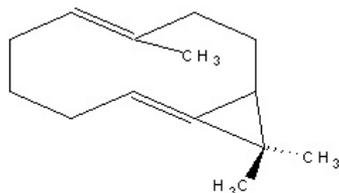
XI



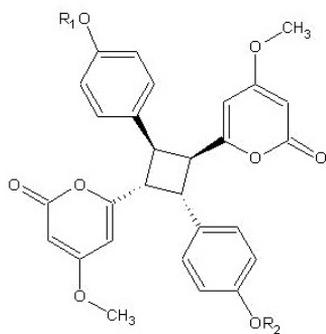
XXXI



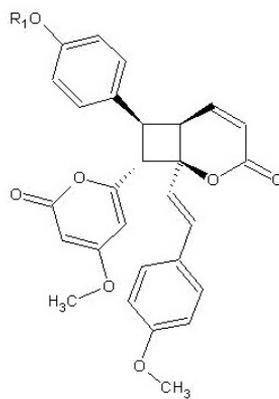
XXV



XVIII



XXXII



XXXII

- 1 R1= H R2= H
- 2 R1= gluc R2= H
- 3 R1= gluc R2= gluc

- 4 R1= H R2= H
- 5 R1= gluc R2= gluc

Como se puede ver de los datos mostrados en las tablas 1 y 2 y resumidas en el cuadro siguiente, se presentan características genéricas muy claras que diferencian químicamente estos géneros. Otros análisis más detallados pueden ser usados para diferenciar algunas de estas especies. Es muy notoria la ausencia de kauranos en los extractos de las partes aéreas de especies de *Achyrocline* y *Gamochaetas*, la ausencia de flavonoides no metoxilados en el anillo B para las especies de *Gamochaetas*.

Características genéricas de vira-viras

Géneros de vira-viras	Flavonoides metoxilados no sustituidos en el anillo	B Flavonoides derivados de quercetina, luteolina y sus glicósidos	Diterpenos kauranoides
<i>Gnaphalium</i>	presente	presente	presente
<i>Achyrocline</i>	presente	presente	presente
<i>Gamochaetas</i>	ausente	presente	ausente

Referencias bibliográficas

- Bolhmann, F., y J. Ziesche, "New Diterpenes aus *Gnaphalium* arten.", en *Phytochemistry*, vol. 19, No. 1, p. 71-74, 1980.
- Cabrera, A., *Flora de la provincia de Jujuy*, Parte X, *Compositae*, Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 1978.
- Crouden, R. K., "*Obtusifolium*, una flavona con biosíntesis inusual", en *Chemical Abstracts*, vol. 74, p. 1.971-1.980, 1980.
- De Souza, K. C., "Influence of Excipients and Technological Process on Anti-inflammatory Activity of Quercetin and Achyrocline Satureioides (Lam.) D.C. Extracts by Oral Route", en *Phytomedicine*, vol. 14, No. 2-3, p. 102-108, 2007.
- Escarria, S., R. Torrenegra y B. Angarita, "Colombian Plants of Genus *Gnaphalium*", en *Phytochemistry*, vol. 16, No. 1.678, 1977.

- Ferraro, G. E., *et al.*, “Flavonoids from *Achyrocline tomentosa*”, en *Journal of Natural Products*, vol. 48, No. 5, p. 817-818, 1985.
- García Barriga, H., *Flora medicinal de Colombia*, vol. III, Bogotá, Imprenta Nacional, 1975.
- García, G. H., *et al.*, “Antiherpetic Activity of some Argentine Medicinal Plants”, en *Fitoterapia*, vol. 61, No. 6, p. 542-546, 1990.
- Guerreiro, E., J. Kavka y O. Giorda, “5,8 Dihidroxy 3, 6, 7-Trimethoxy Flavone from *Gnaphalium gaudichadianum*”, en *Phytochemistry*, vol. 21, p. 2.601-2.602, 1982.
- Maruyama, M., K. Hayashaka y S. Ichi, “4,2', 4'Trihidroxy-6'-Methoxy-Chalcone, 4'Glicoside, Narigenine 8- Methyl ether from *Gnaphalium multiceps*”, en *Phytochemistry*, vol. 13, p. 286-288, 1974.
- Norbedo, C., G. Ferraro y J. D. Coussio, “A New Flavanone from *Achyrocline flaccida*”, en *Journal of Natural Products*, vol. 45, No. 5, p. 635-636, 1982.
- “Flavonoids from *Achyrocline flaccida*”, en *Phytochemistry*, vol. 23, No.11, p. 2.698-2.700, 1984.
- Ourisson, G., “Luteolin 4 b-D Glycoside from *Gnaphalium affine*”, en *Phytochemistry*, vol. 74, 1970.
- Takaaki, S., *et al.*, “Cyclobutane Dimers from the Colombian Medicinal Plant *Achyrocline bogotensis*”, en *Journal of Natural Products*, vol. 68, p. 502-505, 2005.
- Torrenegra G., Rubén D., “Química y actividad biológica de algunas plantas promisorias colombianas”, en *Revista Latinoamericana de Química*, vol. 28, suplemento especial, 2000.
- Torrenegra G., R., *et al.*, “5,7-Dihidroxy-3, 6, 8-Trimetoxylavone a New Flavone from the Flowers of *Gnaphalium elegans*”, en *Phytochemistry*, vol. 19, p. 2.795-2.796, 1980.
- “Diterpenes from *Gnaphalium pellitum* and *Gnaphalium graveolens*”, en *Phytochemistry*, vol. 31, No.7, p. 2.415-2.418, 1980.
- “Estudio fitoquímico de *Achyrocline bogotensis*”, en *Revista Latinoamericana de Química*, vol. 13, No. 2, 1982.
- “Flavonoids from *Gnaphalium gracile* H.B.K.”, en *Journal of Crude Drug Research*, vol. 27, No. 1, p. 22, 1989.
- “Plantas colombianas del género *Gnaphalium* (II)”, en *Revista Latinoamericana de Química*, vol. 10, p. 83-84, 1979.
- “Plantas colombianas del género *Gnaphalium* (IV), *G. rufescens* y *G. antennarioides*”, en *Revista Latinoamericana de Química*, vol. 18, No. 3, p. 116-118, 1987.

- Torrenegra, R., S. Escarria y B. Angarita, “Colombian Plants of the *Gnaphalium* genus (I)”, en *Revista Latinoamericana de Química*, vol. 8, p. 148, 1977.
- Torrenegra, R., y J. Pedrozo, “Estudio quimiotaxonómico de los géneros *Gnaphalium* y *Achyrocline*”, en *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, vol. 2, No. 1, p. 39-44, 1984.
- Torrenegra, R., y S. Escarria, “Flavonoides de *Gnaphalium pellitum*”, en *Revista Latinoamericana de Química*, vol. 8, No. 2, p. 101, 1978.

Validación de plantas medicinales del Ecuador

Ximena Chiriboga

Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Central del Ecuador, Ecuador

Resumen

El uso de las plantas como medicamentos está ampliamente difundido, observándose que alrededor del 80% de la población de los países en vías de desarrollo hace uso de ellas para la atención primaria de salud, debido fundamentalmente al escaso acceso que tiene a los medicamentos y al elevado costo de los mismos. Además, el bajo ingreso per cápita y la limitada participación del sector público en el suministro de medicamentos, plantea la necesidad de estimular el uso y explotación racional de las plantas medicinales cultivables, con el propósito de cubrir de una mejor manera las necesidades de salud de la población.

La gran riqueza de ecosistemas así como su biodiversidad, hacen del Ecuador un país megadiverso. Sin embargo, gran parte de sus especies vegetales no ha sido estudiada en forma sistemática en sus aspectos químicos, farmacológicos y toxicológicos, perdiéndose la posibilidad de su utilización tanto en el campo terapéutico como en la industria alimenticia.

Lo anterior plantea la urgente necesidad de validar científicamente el marco conceptual de la práctica médica tradicional a fin de aprovechar el conocimiento milenario en el desarrollo de nuevos agentes quimioterapéuticos de origen vegetal, integrando en el sistema nacional de salud recursos terapéuticos de bajo costo dirigidos fundamentalmente a estratos marginados de la población, los cuales en la actualidad observan una cobertura médica altamente deficitaria.

En este contexto, la investigación que lleva a cabo un grupo de profesionales de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central, está permitiendo establecer el valor potencial de las plantas medicinales en el cuidado de la salud, a través de la producción de fitofármacos validados científicamente.

Palabras clave: etnofarmacológico, gastroprotectora, antidiarreica, antiinflamatoria, análisis fitoquímico.

Los pueblos indígenas han existido en toda América durante miles de años. En esta trayectoria de vida han desarrollado su propia ciencia y tecnología para asegurar su supervivencia. Desde niños han aprendido a reconocer las bondades de las plantas y animales que los rodean, conocer sus nombres y propiedades alimenticias y curativas, desde su propia cosmovisión y, por ende, desarrollar sus propios sistemas y prácticas médicas.

En Ecuador la práctica médica tradicional, desafiando al tiempo y la civilización, se mantiene viva y vigente. Por tanto, el uso medicinal de las plantas está ampliamente difundido en el país. Se estima que alrededor del 70% de la población hace uso de ellas para la atención primaria de salud, debido fundamentalmente a que tanto el campesino indígena como los marginados urbanos, encuentran limitaciones para acceder a la medicina ortodoxa, tanto por una resistencia a una cultura y racionalidad diferentes como por el alto costo de la misma.

Sin embargo, este tipo de medicina –muy aceptada por una gran mayoría de la población– es desconocida o no validada por los profesionales de la salud, que al carecer de bases científicas que justifiquen el uso terapéutico de las especies vegetales, determinan la exclusión, censura o represión a este tipo de prácticas, quedando fuera de la formación profesional del personal de salud.

Ecuador, de acuerdo a su Constitución, es una nación pluriétnica y multicultural; sin embargo la medicina indígena no ha sido reconocida legalmente, toda vez que la política de salud no está articulada a las características etnoculturales de los grupos sociales, a las cuales van dirigida.

En las últimas décadas, especialmente por el avance de la investigación etnobotánica, farmacológica y química –que ha aportado elementos de juicio válidos sobre la importancia del saber tradicional– la situación está cambiando. Sumado a esto, las organizaciones campesinas e indígenas han toma-

do una mayor conciencia sobre sus derechos, lo que ha servido para que exijan la protección de sus sistemas de salud y el respeto a sus métodos y tradiciones médico-culturales.

De otra parte, el estudio de las plantas medicinales se ha constituido en una preocupación permanente de los organismos que a nivel mundial o regional fijan políticas de salud. Como respuesta a ello y a una importante tradición etnofarmacológica por parte de grandes núcleos poblacionales, en la última década los sistemas de salud de los países en vías de desarrollo empiecen a considerar el potencial curativo de dichas plantas.

Si se considera, además, que existen aproximadamente unas 500.000 especies vegetales en el mundo¹ –de las cuales entre un 60 y 70% se encuentran en América Latina, principalmente en el bosque tropical húmedo y un 10 al 12% de ellas tienen actividad biológica– bien se podría decir que alrededor de 35.000 especies de nuestros países tienen interés médico y un importante potencial terapéutico, como fuente para la elaboración de nuevos fármacos.

Ecuador es un país con una geografía muy particular, lo que permite la existencia de una gran diversidad de pisos climáticos y nichos ecológicos en sus cuatro regiones geográficas. Ello determina la existencia de una alta diversidad genética, calculada aproximadamente en el 10% de todas las especies de plantas del mundo.² Esta condición hace del Ecuador uno de los países más megadiverso del mundo.

Las últimas estadísticas indican que el país tiene aproximadamente 114.730 km² de superficie cubierta de bosques naturales, lo que significa el 42,5% de su extensión territorial. Sin embargo, si tomamos en cuenta que anualmente desaparecen alrededor de 3.400 km² de bosque (2,8% de la superficie total), para el año 2025 el país estaría prácticamente deforestado,³ asestándole un golpe catastrófico a su biodiversidad, por la desaparición de los ecosistemas y sus comunidades bióticas.

1 R. E. Schultes y R. F. Raffauf, *The Healing Forest: Medicinal and Toxic Plants of the Northwest Amazonia*, Portland, Dioscorides Press, 1990.

2 David A. Neil, “Ecuador: centro mundial de la diversidad biológica”, en *Cultura*, Quito, Banco Central del Ecuador, 1993.

3 L. Suárez y R. Ulloa, “La diversidad biológica del Ecuador”, en *Lineamientos para la estrategia de conservación y uso de la biodiversidad en el Ecuador*, Quito, Grupo Nacional de Trabajo sobre Biodiversidad, 1995.

Por tanto, es indispensable proteger los recursos biogenéticos, debido al peligro de su desaparición y –junto a ello– a la pérdida del gran acervo de conocimiento, que ello acarrearía. Además, dado que la etnofarmacología permite establecer especies promisorias como potenciales fuentes de medicamentos y principios activos, su desaparición significaría la pérdida de un sinnúmero de plantas –en especial autóctonas– que pueden ser fuentes de nuevos agentes terapéuticos. En otras palabras, la extinción de las plantas y la pérdida del acervo cultural sobre ellas, pone en riesgo nuevos conocimientos aún no desarrollados por la ciencia moderna.

En nuestro país existe una numerosa bibliografía sobre el uso médico de especies vegetales o clasificaciones taxonómicas con agregados de utilización folklórica, que son –en su mayoría– esfuerzos de recopilación de información popular, sin validación médico-científica. Esto es, no existe un estudio médico-químico que justifique o descarte la validez real de las prácticas médicas tradicionales, debido a que los recursos vegetales no han sido estudiados en forma integral o a que una buena parte de las especies existentes ni siquiera están descritas botánicamente –menos todavía desde un punto de vista químico y farmacológico– lo que determina que no se conozca esta fuente tan importante de compuestos con actividades terapéuticas.

En este contexto, la investigación que lleva a cabo nuestro grupo de trabajo, antes que constituirse en un espacio referente para reconstrucciones socio-antropológicas de la cultura médica tradicional, se enfoca en la necesidad de validar científicamente el marco conceptual de las prácticas médico-tradicionales y en la utilización de este conocimiento milenario para la investigación y desarrollo de nuevos agentes químico terapéuticos de origen vegetal. Es indispensable realizar este tipo de estudios integrados, ya que al establecer el potencial terapéutico y toxicidad de la especie, se logrará dar alternativas terapéuticas válidas, seguras y eficaces, que contribuyan a dar soluciones a la gran problemática ocasionada por la falta de recursos para la atención primaria de salud.

Se ha llevado a cabo un diagnóstico y una evaluación etnofarmacológicos de la flora del país, en especial de la Amazonía. Ello implica, por un lado, la recolección y estudio de cada uno de los elementos que componen la farmacopea tradicional y, por otro lado, el análisis de los usos y formas de prescripción; es decir, como éstos son utilizados y organizados dentro de las prácticas médicas tradicionales, para de esta manera seleccionar especies cuyo uso en la medicina tradicional es de conocimiento generalizado y otras

cuyo uso y conocimiento corresponde a los chamanes y médicos tradicionales de las comunidades.

La investigación farmacológica fue diseñada tomando en cuenta fundamentalmente las patologías predominantes en el país. Por ello se realizó primeramente la evaluación de la actividad antibacteriana y antimicótica y luego la actividad antiviral y citotoxicidad. Posteriormente se desarrolló la evaluación de la actividad gastroprotectora, antidiarreica, antiinflamatoria y el análisis fitoquímico. Se seleccionaron las plantas con actividad farmacológicas comprobadas y se realizó el aislamiento, purificación y elucidación estructural de los principales metabolitos secundarios. Además se desarrolló ensayos para determinar los probables mecanismos de acción, que justifican su potencial actividad terapéutica y la evaluación de la toxicidad.

Los resultados de la investigación demuestran que del *screening in vitro* de la actividad antibacteriana de los extractos etanólicos totales de 150 plantas medicinales –en concentraciones que van de 100 ppm a 5.000 ppm– el 95% tienen una actividad excelente (del 100%) sobre una o más de las siete bacterias patógenas investigadas: *Escherichia coli*, *Salmonella typha*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*.

Los resultados obtenidos demuestran que un 95% de las plantas investigadas tienen actividad antibacteriana en diferentes grados de eficacia. De estas plantas se seleccionaron las más activas para continuar con la evaluación de la potencia antibiótica y la extracción e identificación de los principios activos. Las plantas más activas fueron: *Meliosoma arenosa* (*Sabiaceae*) y *Protium fimbriatum* (*Burseraceae*), que tienen actividad a partir de 100 ppm sobre las siete bacterias; *Gnaphallum elegans* (*Asteraceae*), que a la concentración de 100 ppm presenta una actividad del 50 al 75%, sobre cinco de las siete bacterias investigadas; *Virola duckei* (*Myristicaceae*), que a la concentración de 1.000 ppm tiene una actividad de 50% sobre seis bacterias y *Otoba glycyarpa* (*Myristicaceae*), a la concentración de 1.000 ppm, tiene una actividad de 50% sobre cinco bacterias.

Los resultados de la investigación demuestran que del *screening in vitro* de la actividad antimicótica de los extractos etanólicos totales de 150 plantas medicinales, en concentraciones que van de 100 ppm a 5.000 ppm, el 67% tienen una actividad excelente (del 100%) sobre *Micosporum cannis*, *Tricophytum tonsarans* y *Tricophytum mentagrophytes*, tres de los cuatro hongos dermatofitos investigados, el 15% tiene una actividad excelente so-

bre los hongos anteriormente mencionados y sobre *Tricophyton rubrum*. De estas plantas se seleccionaron las más activas para la extracción e identificación de los principios activos.

Las plantas más activas fueron: *Eugenia* sp. (*Myrtaceae*) y *Viola duc-kei* (*Myristicaceae*), que inhibe al *Tricophyton rubrum* en un 100% y en un 50% respectivamente y *Epidendrum evictum* (*Orchidaceae*) que tiene una actividad buena (50%) sobre los cuatro hongos investigados.

La investigación de actividad antiviral se desarrolló en 50 plantas medicinales y dio como resultado que el extracto etanólico total de seis plantas presenta una actividad antiviral excelente (sobre el 90%) sobre herpes simples, a la máxima concentración no citotóxica (MCNC). Los demás extractos presentan actividad en diferentes grados de eficacia, que va del 80 al 50% de inhibición a la máxima concentración no citotóxica (MCNC). Únicamente una planta no presenta actividad antiviral. En las plantas que dieron la mejor actividad determinó su probable mecanismo de acción. Se evaluó su actividad frente a otros virus: en cuatro plantas se investigó la actividad anti-retroviral y la extracción e identificación de los principios activos.

Las plantas más activas fueron: *Chrysophyllum amazonicum* (*Sapotaceae*), 99% de inhibición a 50 mg/ml; *Viola pavonii* (*Myristicaceae*), 99% de inhibición a 0,50 mg/ml; *Aspidosperma* sp. (*Apocynaceae*), con 98% de inhibición a 0,50 mg/ml; *Tabernaemontana markgrafiana* (*Apocynaceae*), con 95,2% de inhibición a 2,00 mg/ml; *Piper lenticellosum* (*Piperaceae*), con 92,2% de inhibición a de 0,75 mg/ml y *Monnina obtusifolia*, con 81,2% de inhibición a 0,20 mg/ml.

El análisis de los resultados de la actividad gastroprotectora de 40 plantas medicinales ecuatorianas dio como resultado que el 80% de los extractos presentan una inhibición del índice de ulceración en diferentes grados de eficacia, lo que determina un porcentaje excelente de protección gástrica si relacionamos con la actividad gastroprotectora de la ranitidina que dio, en nuestra investigación, un porcentaje de inhibición del índice de ulceración de 82,60%. Esto demuestra que tienen una protección gástrica incluso superior a la del fármaco de referencia. Las plantas más activas fueron: *Croton mentodorus*, 93,45%; *Piper carpunya*, 89,12%; *Aristeguieta glutinosa*, 86,95%; *Croton lechleri*, 82,58%; *Dieffenbachia harlingii*, 84,18%.

Al comparar la actividad antibacteriana y antimicótica, podemos llegar a la conclusión de que no necesariamente las plantas que tienen una activi-

dad antibacteriana excelente tienen también actividad antimicótica excelente o viceversa. Así vemos que *Protium fimbriatum* y *Gnaphallum elegans*, que tienen una actividad antibacteriana excelente, son completamente inactivas frente a los hongos investigados. Lo contrario sucede con *Virola duckei* y *Otoba glycyarpa*, que tienen una muy buena actividad antibacteriana y una excelente actividad antimicótica. Se determinó que especies de la familia *Myristicaceae* y *Piperaceae* tienen muy buena actividad antibacteriana y antimicótica y excelente actividad antiviral, por lo que es muy importante continuar con la evaluación de esta familia.

La investigación se ha llevado a cabo en una forma sistemática y científicamente orientada a determinar el potencial biológico total de las plantas investigadas, su toxicidad, potencia y concentración a la que los extractos son activos, de tal manera que estos recursos terapéuticos sean validados. Sin embargo, es indispensable establecer claramente que ni uno ni otro tipo de medicina pueden avanzar por sí solos; por ello deben juntarse, ya que el objetivo final que persiguen es salvar la vida.

Si se utiliza como promedio un rendimiento de extracción del 10%, la concentración de 5.000 ppm corresponde al extracto de un gramo de planta. De igual forma, la máxima concentración utilizada en la investigación, que es 20.000 ppm, corresponde al extracto de cuatro gramos de planta; más aún, la de 100 ppm corresponde apenas a 0,002 g.

Finalmente, queda demostrado con claridad que las plantas investigadas tienen las actividades para las cuales son utilizadas en medicina tradicional, lo cual otorga “racionalidad científica” a este tipo de medicina alternativa.

Referencias bibliográficas

- Alcaráz, M., y J. Jiménez, “Flavonoides as Antiinflammatory Agentes”, en *Fitoterapia*, No. 59, p. 25-38, 1988.
- Balows, Albert, *Manual of Clinical Microbiology*, Washington DC, American Society for Microbiology, 5a. ed., 1991.
- Brooks, Geo, *Microbiología médica de Jawetz, Melnick y Aldelberg, Manual moderno*, 16a. ed., 1999.
- Bossolani, M. P., et al., “Comparación de los efectos de *Maytenus aquifolium* y *Maytenus ilicifolia* en la secreción gástrica de ratas”, en XII Reunión de la Federación de Sociedades Biológicas Experimentales, Caxambu, 1997.

- Cáceres, Armando, *et al.*, “Pharmacological Properties of Moringa Oleifera 1: Preliminary Screening From Antimicrobial Activity”, en *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 33, No. 3, p. 212-216, 1991.
- Cohen, Y., *Presentation de la collection des abreges de pharmace*, París, 1986.
- Cano, J. O., “Suceptibilidad bacteriana *in vitro* a extractos vegetales utilizados popularmente en el tratamiento de infecciones gastrointestinales”, Guatemala, Facultad de Ciencias Medicas-Universidad de San Carlos, 1985.
- Estrella, E., *La biodiversidad en el Ecuador: historia y realidad*, Quito, Academia Nacional de Historia / Museo Nacional de Medicina / Tulpa, p. 103 1993.
- Freeman, Bob. A., *Microbiología de Burrows*, Madrid, Emalsa, 22a. ed. 1986.
- Heading, R. C., *et al.*, “Working Team Report Gastric Emptying”, en *Gastroenterology*, vol. 115, No. 3, 1992.
- Moore, K., *Anatomía con orientación clínica*, s.l., Panamericana Médica, 4a. ed., 2001.
- Lester A. Mitscher, *et al.*, “Antimicrobial Agents from Higer Plants: Activity and Structural Revision of Flemiflavanone-D from *Flemingia stricta*”, en *Phytochemistry*, vol. 24, No. 12, 1985.
- Murria, Robert, *et al.*, *Bioquímica de Harper, Manual moderno*, 14a. ed., 1997.
- Neil, David A., “Ecuador: centro mundial de la diversidad biológica”, en *Cultura*, Quito, Banco Central del Ecuador, 1993.
- Pfeiffer, A., *et al.*, “Muscarinic Receptors Mediating Acid Secretion In Isolated Rat Gastric Parietal Cells are M3 Type”, en *Gastroenteroly*, vol. 98, No. 1, 1990.
- Schultes R. E., y R. F. Raffauf, *The Healing Forest: Medicinal and Toxic Plants of the Northwest Amazonia*, Portland, Dioscorides Press, 1990.
- Suárez, L., y R. Ulloa, “La diversidad biológica del Ecuador”, en *Lineamientos para la estrategia de conservación y uso de la biodiversidad en el Ecuador*, Quito, Grupo Nacional de Trabajo sobre Biodiversidad, 1995.
- Varios autores, *Proyecto X-1: búsqueda de principios bioactivos en plantas de la región*, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 1993.
- Vanden Berghe, D., y A. J. Vlietinck, *Avances en la investigación de plantas medicinales*, Stuttgart, 1985.
- Screening Methods for Antibacterial and Antiviral Agents for Higher Plants”, en *Plantas*, vol. 6.

PARTE III

LAS PLANTAS MEDICINALES
Y SU POTENCIAL
FITOFARMACÉUTICO

Composición del aceite esencial de *Ambrosia arborescens* y sus propiedades

Blanca Naranjo

Escuela de Biotecnología
Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador

**Alessandra Braca,
Marinella de Leo
y Cioni Perluigi**

Departamento de Química Bioorgánica y Biofarmacia,
Universitá de Pisa, Italia

Resumen

Se analizó el aceite esencial de *Ambrosia arborescens* Miller, obtenido de un proceso de hidrodestilación por CG-EM y se encontró una composición rica en monoterpenos en pequeñas concentraciones, destacándose una concentración muy importante de un monoterpeno oxigenado: la *crisantenona* (20,9%) y porcentajes representativos de sesquiterpenos como: γ -*curcumeno* (20,3%) y *germacreno* D (18,7%). Además se analizó el agua del proceso de hidrodestilación y se encontró los metabolitos en bajas concentraciones: *crisantenona* (0,1%), γ -*curcumeno* (1,2%) y *germacreno* D (1,2%).

Es una especie muy difundida en la región interandina. Al ser una planta aromática es utilizada en la medicina popular y en la agricultura sustentable.

Se realizaron pruebas alelopáticas para comprobar su acción frente a la germinación de otras especies. Con un testigo de comparación, se experimentó con semillas de rábano y lechuga, obteniendo como resultado la inhibición de la germinación de estas semillas por más de 96 horas.

Palabras clave: aceite esencial, terpenos, *Ambrosía*, alelopatía

Introducción

Para la agricultura moderna resulta de gran importancia investigar y encontrar nuevas estrategias que permitan el desarrollo de una agricultura sustentable, no contaminante, basada en el uso racional de los recursos naturales renovables.

Observaciones ecológicas permitieron determinar que la vegetación del callejón interandino es rico en plantas del género *Ambrosia arborescens*, conocidas comúnmente como: marco. Esta investigación analizó el aceite esencial de esta planta y se realizó pruebas de actividad alelopática.

Las especies de *Ambrosia* pertenecen a la familia de las *Asteraceae*, que se caracterizan por ser plantas aromáticas, con propiedades medicinales muy difundidas entre los pobladores de nuestra región para aliviar dolores de cabeza y migraña, reumatismo, baños vaginales, fiebre, estreñimiento, desórdenes de la próstata y casos de fracturas y lesiones. Se utilizan también para atacar a organismos inferiores como pulgas, garrapatas, etc., así como a los herbívoros.¹ Dentro de la agricultura sustentable, esta propiedad es utilizada para el control biológico de plagas.

Se realizó una hidrodestilación de las partes aéreas de muestras secas de *Ambrosia arborescens*, utilizando un equipo *Clevenger*, con un rendimiento del 0,4% y luego se analizó el aceite obtenido por CG-EM. Los resultados revelan la presencia de una gran variedad de monoterpenos, que se hallan en bajas concentraciones: mirceno (3,6%), artemisiol (3,1%), *α*-felandreno (2,1%), santolintrieno (2,4%) y, como representante de este grupo, se encontró la presencia de un monoterpeno oxigenado: crisantenona (20,9%). También están presentes compuestos fenólicos (2,6%), dimetilfenol (4,2%) y otros monoterpenos presentes en concentraciones traza. La concentración más importante está representada por sesquiterpenos: γ -curcumeno (20,3%) y germacreno D (18,7%) y otros sesquiterpenos, en menores concentraciones.

Se analizó además el agua de la hidrodestilación y se encontró concentraciones minoritarias de estos terpenos, como: crisantenona (0,1%), γ -curcumeno (1,2%) y germacreno D (1,2%) y de trazas de otros terpenos.

1 J. E. Correa, Q. L. Henry y Y. Bernal, “*Franseria artemisioides* en especies promisorias vegetales de los países del Convenio Andrés Bello”, en *Ciencia y Tecnología*, No. 17, t. V., Bogotá, SE-CAB, p. 464-467, 1990.

El agua de la hidrodestilación fue utilizada para comprobar la acción alelopática de esta especie, utilizando semillas de rábano (*Raphanus sativus* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.) sobre cajas petri por varios días, comprobándose el detenimiento en la germinación de estas semillas.

Materiales y métodos

El material vegetal fue recolectado realizando una prospección previa, con el fin de localizar poblaciones estables y abundantes de plantas. Respetando la distribución geográfica, se recolectaron varias muestras representativas en el mes de noviembre.

El material fue transportado al laboratorio y sometido a secado por exposición al aire y venteo, durante un período variable de tres a siete días. Posteriormente fue sometido a hidrodestilación en un equipo *clevenger*, obteniendo aceites identificados como: “esencia directa” y “esencia de aguas”. El aceite separado se analizó por CG y una combinación CG-EM.

Los cromatogramas en fase gaseosa fueron realizados con un cromatógrafo de gases HP-5890, equipado con columnas capilares HP-CERA y HP-5 (30 m x 0,25 x 0,25 μm de espesor), trabajando con el siguiente programa de temperaturas: 60 °C por 10 min., rampa 5 °C/min. hasta 220 °C; el inyector y detector a temperaturas 250 °C; el gas portador nitrógeno (2 ml/min.); detector FID; proporción 1:30; inyección de 0,5 μl al 10% de una solución en *n*-hexano. La identificación de los componentes fue realizada en las dos columnas por comparación de los tiempos de retención, con estándares puros y por medio de sus índices de retención lineal (LRI) relacionados a las series de *n*-hidrocarburos. Las proporciones relativas de los constituyentes del aceite esencial son porcentajes obtenidos por el FID normalizando banda máximo-área.

Se realizaron los análisis de GC/EIMS con un varian CP-3800 gas-cromatógrafo provisto con una columna capilar DB-5 (30 m x 0,25 x 0,25 μm de espesor) y un detector de masa trampa de iones varian saturno 2000. Las condiciones analíticas: el inyector y temperaturas de línea de traslado 220 y 240 °C, respectivamente; la temperatura del horno programada de 60-240 °C a 3 °C/min.; el gas portador helio a 1 ml/min.; la inyección de 0,2 μL (10% solución en *n*-hexano); la proporción 1:30; tiempo de scan 1 seg.; el rango de masa *m/z* 35-400. La identificación de los constituyentes se realizó compa-

rando los tiempos de retención e índices de retención lineal con muestras auténticas de las series de *n*-hidrocarburos. En computadora se comparó con la librería de espectros de masa (NIST 98 y ADAMS),² construidos de sustancias puras de aceites conocidos literatura de EM. Los pesos moleculares de todas las sustancias identificadas fueron confirmados por GC/CIMS, usando metanol CI como el gas ionizante (se usó el mismo equipo con las condiciones analíticas indicadas).

El aceite de aguas fue analizado de la misma manera que el esencial y posteriormente fue utilizado para realizar pruebas de alelopatía con semillas de especies de fácil germinación, como la lechuga y el rábano, colocadas en cajas *petri*, humedecidas con el agua de la hidrodestilación a temperatura ambiente. Con observaciones a partir de las veinticuatro horas de iniciado el ensayo, se comparó los resultados con un testigo de germinación, para lo cual se usó agua de consumo doméstico y las semillas indicadas.

Discusión de resultados

Se analizaron las partes aéreas de *Ambrosia arborescens* Miller, secadas a temperatura ambiente. El aceite esencial se obtuvo por hidrodestilación de 100 g del material seco, usando un aparato *clevenger* por dos horas, con un rendimiento del 0,4%. El aceite se aspiró de la superficie con una jeringa y analizó por GC-MS.

La interpretación de los espectros y cromatogramas de las esencias correspondientes muestra los resultados de la tabla 1.

La especie de *Ambrosia arborescens* contiene una variedad de monoterpenos en pequeñas cantidades e incluso trazas, representando a este grupo un monoterpeno oxigenado: la crisantenona (20,9%) y un alto contenido de sesquiterpenos, destacándose el germacreno D (18,7%) y γ -curcumeno (20,3%). Esta composición da cuenta del poder tóxico que posee esta especie, contribuyendo a esta actividad la presencia de otros monoterpenos, como las tujonas. Este resultado condujo a realizar pruebas de actividad alelopática frente a otras especies.

2 R. P. Adams, *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy*, Carol Stream, Allured, 2001.

Tabla 1
**Constituyentes del aceite esencial de las partes aéreas
 de *Ambrosia arborescens***

Constituyentes	%	Constituyentes	%
E)-2-hexenal	0,7	α -copaeno	tr
santolina trieno	2,4	Dauceno	tr
α -tujona	0,3	β -bourboneno	tr
α -pineno	1,1	β -cubebeno	0,4
camfeno	0,3	metil eugenol	tr
artemiseol	3,1	Italiceno	0,2
β -pineno	tr	<i>cis</i> - α -bergamoteno	tr
6-metil-5-hepten-2-ona	tr	β -cariofileno	0,9
mirceno	3,6	β -gurjuneno	tr
octanal	tr	<i>trans</i> - α -bergamoteno	tr
α -felandreno	2,1	Aromadendreno	tr
α -terpineno	0,2	(E)-geranil acetona	0,3
π -cimeno	0,3	(E)- β -farnesano	0,4
limoneno	1,0	α -humuleno	0,3
γ -terpineno	0,4	γ -curcumeno	20,3
<i>cis</i> -sabineno hidrato	0,4	germacreno D	18,7
terpinoleno	1,3	β -selineno	0,2
2,6-dimetil fenol	4,2	Biciclogermacreno	0,5
nonanal	tr	α -muroleno	tr
crisantenona	20,9	(E,E) α -farnesano	0,8
α -campolenal	tr	β -bisaboleno (germacreno A)	0,2
<i>cis</i> -verbenol	tr	10-epi-italiceno éter	0,3
crisantenol	tr	δ -cadineno	0,2
4-terpineol	0,2	β -sesquifelandreno	tr
α -terpineol	tr	acor-4-eno-6,11-oxido (italiceno éter)	0,6
<i>trans</i> -carveol	tr	Espatuleno	0,5
timol metil éter	tr	cariofileno oxido	0,2
cumin aldehido	tr	Carotol	0,5
(E)-2-decanal	tr	tau-cadinol	tr
Piperitenona	tr	α -cadinol	0,2
Eugenol	tr	epi- α -bisabolol	0,2
Ciclosativeno	tr	Total	88,4

Se realizó el análisis del agua de hidrodestilación por GC-EM. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2
**Constituyentes del agua de hidrodestilación
en *Ambrosia arborescens***

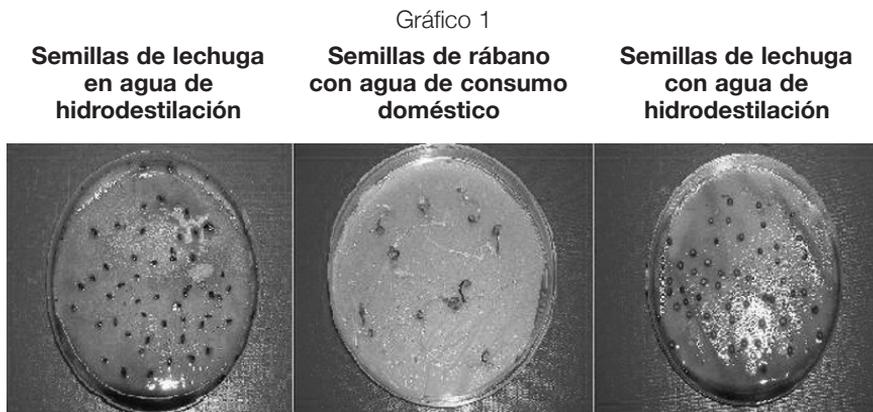
Constituyentes	%
Artemiseol	0,6
Limoneno	0,2
Nonanal	tr
Crisantenona	0,1
Decanal	0,2
Piperitenona	0,2
γ -curcumeno	1,2
germacreno D	1,2
acor-4-ene6,11-oxido	tr
Elemicina	tr

La esencia de aguas contiene cantidades pequeñísimas de los terpenos representativos del aceite esencial, como es crisantenona (0,1%), γ -curcumeno (1,2%) y germacreno D (1,2%), además del artemisol (0,6%) y concentraciones trazas de otros monoterpenos.

La esencia de aguas fue utilizada para realizar pruebas alelopáticas y comprobar su influencia en la germinación de semillas de rábano y lechuga, escogidas por ser especies de fácil y rápida germinación.

Sobre cajas petri se colocaron 50 semillas de rábano con agua del proceso de la hidrodestilación. Se esperó 24, 48 y 72 horas, sin observar cambios en las cajas donde se encontraban las semillas con el agua de la hidrodestilación, mientras el testigo permitió la germinación de todas las semillas, como se observa en el siguiente gráfico.

Se comprobó que el alto porcentaje de los componentes terpénicos ejercen una acción alelopática, impidiendo la germinación de las semillas escogidas.



Se encontró en la especie de *A. arborescens* proporciones considerables de mono y sesquiterpenos. Adquiere interés el elevado contenido de sesquiterpenos, destacándose el germacreno D (18,7%) y γ -curcumeno (20,3%), permitiéndonos pensar que el alto contenido de germacreno D se debe a que constituye un precursor biosintético de otros sesquiterpenos monocíclicos presentes en esta esencia, como se puede observar en el gráfico 2.

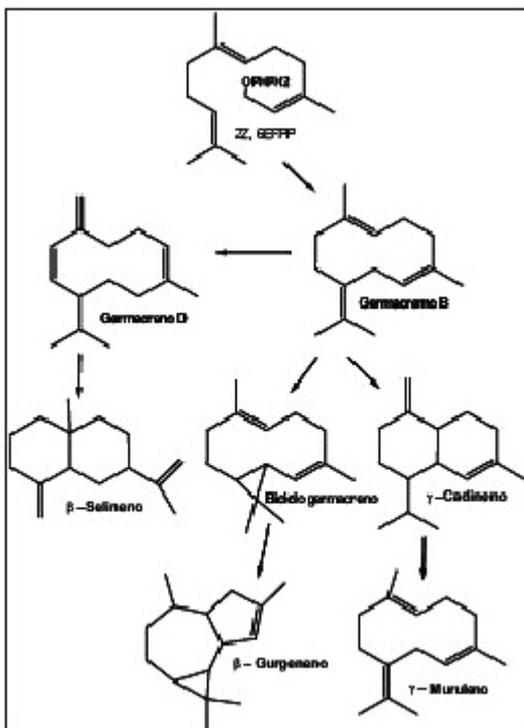
El alto contenido de terpenos que esta especie produce en concentraciones muy importantes, puede responder a la adaptación de esta planta al medio en el que se desarrolla. Generalmente en suelos secos y con ahorro energético, para cumplir con sus funciones polinizadoras o alelopáticas,³ la planta produce concentraciones altas de terpenos, que al ser emitidos al medio ambiente se dispersan con menor facilidad que al usar compuestos de menor peso molecular (monoterpenos).

Conclusiones

La especie *Ambrosia arborescens* M. es una planta aromática con un 0,4% de aceite esencial, de composición muy variada en mono y sesquiterpenos.

3 W. W. Payne, "A re-evaluation of the genus *Ambrosia* (Compositae)", en *Journal of the Arnold Arboretum*, vol. XLV, p. 401-438, 1964.

Gráfico 2

Ruta biosintética de sesquiterpenos monocíclicos

En el análisis del aceite esencial de *Ambrosia arborescens* M., mediante CG y CG acoplada a EM, se identificaron sesenta y tres compuestos.

El aceite esencial posee una concentración muy importante de crisantemona (20,9%), un monoterpeneo oxigenado y de los sesquiterpenos germacreno D (18,7%) y γ -curcumeno (20,3%). También se encuentran en pequeñas concentraciones tujonas (0,3%). Estos contenidos nos permiten pensar que las sustancias identificadas tienen actividad alelopática y están simultáneamente relacionadas con funciones de protección o defensa de las plantas respecto a ataques de microorganismos e insectos.

La presencia de sesquiterpenos como componentes fundamentales de la especie de *Ambrosia arborescens*, demuestra que su ruta biosintética debe estar

favorecida a la producción de otros sesquiterpenos. Queda demostrado que el germacreno D origina una variedad de sesquiterpenos que también están presentes en este aceite, como: *selineno* (0,2%), *biciclogermacreno* (0,5%), γ -*cadineno* (0,2%), *gurjuneno* (trazas), *muruleno* (trazas).

La presencia de los sesquiterpenos en la *Ambrosia arborescens*, confirma el escaso uso de esta especie como planta medicinal –avalando, en cambio, su mayor utilización contra ciertos insectos– sin descartar su posible acción ligeramente tóxica, debido a la presencia del alto contenido de germacreno, cuya estructura da origen, por oxidación, a una serie de compuestos de tipo lactónico que producen reacciones citotóxicas o alérgicas en la piel.⁴

Se ha comprobado que las condiciones bajo las cuales vive la especie estudiada –lugares secos– además de ser elaboradas por la planta como polinizadores, también están muy relacionadas con el gasto energético del vegetal, al elaborar compuestos con un mayor peso molecular que los monoterpenos para impedir su fácil dispersión y con ello disminuir el aporte energético por parte de la planta.

El contenido de sesquiterpenos podría explicarse además por otras funciones desarrolladas por la planta, sobre todo la actividad alelopática comprobada con las pruebas de germinación realizadas con el aceite de aguas, que a pesar de contener una mínima concentración de estos sesquiterpenos, inhibió la germinación de las semillas de lechuga y rábano.

Referencias bibliográficas

- Adams, R. P., *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy*, Carol Stream, Allured, 2001.
- Correa, J. E., Q. L. Henry y Y. Bernal, “*Franseria artemisioides* en especies promisorias vegetales de los países del Convenio Andrés Bello”, en *Ciencia y Tecnología*, No. 17, t. V., Bogotá, SECAB, p. 464-467, 1990.
- Davies, N. W., “Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases”, en *Journal of Chromatography*, No. 503, p. 1-24, 1990.

4 Paul M. Dewick, *Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach*, Sussex, John Wiley & Sons, 1998.

Dewick, Paul M., *Medicinal Natural Products. A Biosynthetic Approach*, Sussex, John Wiley & Sons, 1998.

Hesse, M., H. Meier y B. Zeeh, *Métodos espectroscópicos en química orgánica*, Madrid, Síntesis, 5a. ed. en esp., 1997.

Igartuburu, J. M., “Alelopatía en agroecosistema. Metodologías, aplicaciones y perspectivas”, en *XII Seminario Científico y IV Simposio de Agricultura Sostenible. Resúmenes*, No. 63, 2000.

Payne, W. W., “A re-evaluation of the genus *Ambrosia* (*Compositae*)”, en *Journal of the Arnold Arboretum*, vol. XLV, p. 401-438, 1964.

Identificación cromatográfica de *Solanum dulcamara* en pastillas de Birm

Cumandá Játiva G.

Facultad de Ciencias
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

Resumen

En las tiendas naturistas del Ecuador se expende jarabe, capsulas y pastillas de dulcamara, mientras que en las boticas y farmacias se encuentra la dulcamara con el nombre de birm. En la propaganda televisiva, en la etiqueta del jarabe aparecen las flores moradas con centro amarillo, propias de las *solanaceas*. Una de las formas fáciles y rápidas de comprobar la composición química es el tamizaje fitoquímico. En el presente caso se escoge todos los vegetales utilizados como dulcamara, que dan positivo para flavonoides y las pastillas de birm dan reacción para terpenoides y alcaloides. Posteriormente se escoge el solvente de corrido etanol y acetato de etilo, la fase estacionaria silica gel G y los reactivos de identificación Rosentaler.

Palabras clave: dulcamara, amara dulce, amargamiel, dulciamarga, dulzamara, emborrachadora, María preta, oiocha, uva de cão, uva de raposa, uva de zorro, uva del diablo, vid de Judea.

Introducción

La dulcamara es una planta del género *Solanum*, nativa de Europa y Asia. Crece en todo tipo de terrenos y en ocasiones, por su condición de hierba invasora, puede convertirse en problema en la agricultura.

La dulcamara es una planta herbácea perenne, con una altura promedio de dos metros, aunque eventualmente puede alcanzar los cuatro. El tamaño de las hojas varía entre 4 y 12 cm de largo, en forma de flecha y lobuladas. Las flores se presentan en racimos y están formadas por cinco pétalos púrpuras y estambres amarillos. La fruta es una baya roja ovoide. Tanto el follaje como el fruto son venenosos para los humanos y el ganado y constituyen alimento para los pájaros, que dispersan sus semillas.

Las diversas variedades de dulcamara son conocidas con diversos nombres: *Calanchoe*, hojas del aire, dulcamara, amara, dulce, amargamiel, dulceamarga, dulzamara, emborrachadora, maría preta, piocha, uva de cão, uva de raposa, uva de zorro, uva del diablo, vid de Judea.

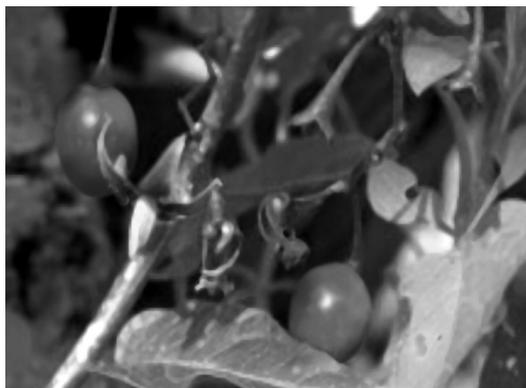
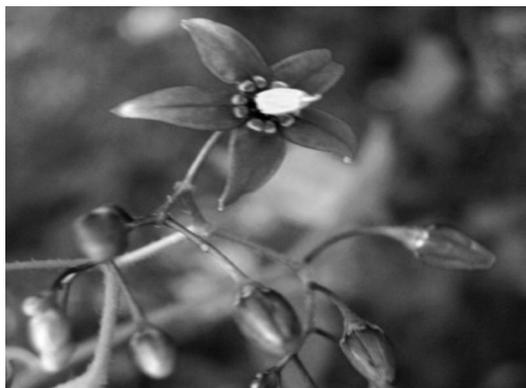
La dulcamara contiene saponinas, glucósidos y ácidos *dulcamárico* y *dulcamarético*, dotados de propiedades antimicrobianas. Tiene un uso medicinal para afecciones de la piel, alergias, herpes e inflamaciones de la garganta. Se utiliza en decocción como tonificante ya que favorece los intercambios metabólicos. Externamente, se utiliza en compresas y emplastos para el tratamiento de eczemas y dermatosis. La medicina tradicional la utiliza para el tratamiento de varios tipos de cáncer, aunque las referencias bibliográficas determinan un uso específico del birm para la próstata. En mi experiencia personal, la dulcamara funciona para evacuar tumores estomacales, reducir tumores cerebrales y en tratamientos de colon. Con fines terapéuticos se recogen las extremidades de los tallos, secándose en estufa a menos de 40 °C.

Lo que está fuera de toda duda es que se trata de una planta venenosa y de difícil manejo.

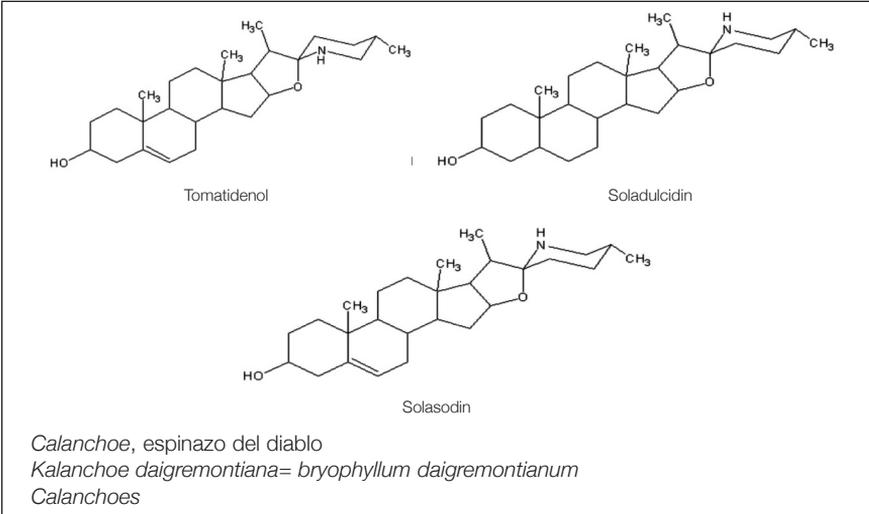
Objetivos

- Determinar, por tamizaje fitoquímico, los grupos fotoquímicos presentes en dulcamaras consumidas en el Ecuador.
- Determinar la absorción ultravioleta de los extractos de dulcamaras.

- Determinar por cromatografía de capa fina los terpenoides presentes en las dulcamaras, teniendo como referencia el Birm (*Solanun dulcamara*).



Composición química



Usos

Anticancerígeno. El nombre dulcamara se debe al sabor dulce y amargo a la vez, por lo cual las preparaciones más consumidas son en jarabe y pastillas.



Están reportados en pruebas en disco de papa que los bufanólidos de *Calanchoe tubiflora hamet* (*crasulaceae* contiene *calanchotoxina* tiene actividad antitumoral en concentraciones de D₅₀ en concentraciones de $3,2 \times 10^{-3}$ y $6,3 \times 10^{-3}$ ug, y la dosis tóxica es de 6 mg por kg.

Hipótesis

Las dulcamaras utilizadas en los medicamentos herbolarios son solanáceas, las cuales deben contener terpenoides y alcaloides indicados en la composición química.

Metodología

1. Los vegetales de dulcamara se lavan y secan en estufa con circulación de aire. Se reducen a polvo y reflujan por 10 minutos por cada gramo del vegetal con 10 ml d etanol. Una vez fría, se filtra la solución.
2. Concentrar a 1 ml y aplicar con un capilar en la placa. Como solvente de corrido utilizar etanol: acetato de etilo 2:5, retirar la placa después de que corre 8 cm. Secar y observar en UV. Luego revelar con Rosentaler, calentar sobre reverbero y fotografiar.
3. Moler las pastillas de birm en mortero. Añadir 5ml de etanol y 3 gotas de ácido clorhídrico concentrado. Llevar a 1 ml y aplicar en la placa, junto a los otros extractos.
4. La determinación ultra violeta primero se desarrolla un barrido para determinar la longitud de onda en el extracto etanólico.
5. Para el tamizaje fitoquímico, los concentrados se disuelven en etanol y aplican las pruebas de Benedict, Shinoda; ácido sulfúrico; Rosentaler, Dragendorff, Baljet, Legal.



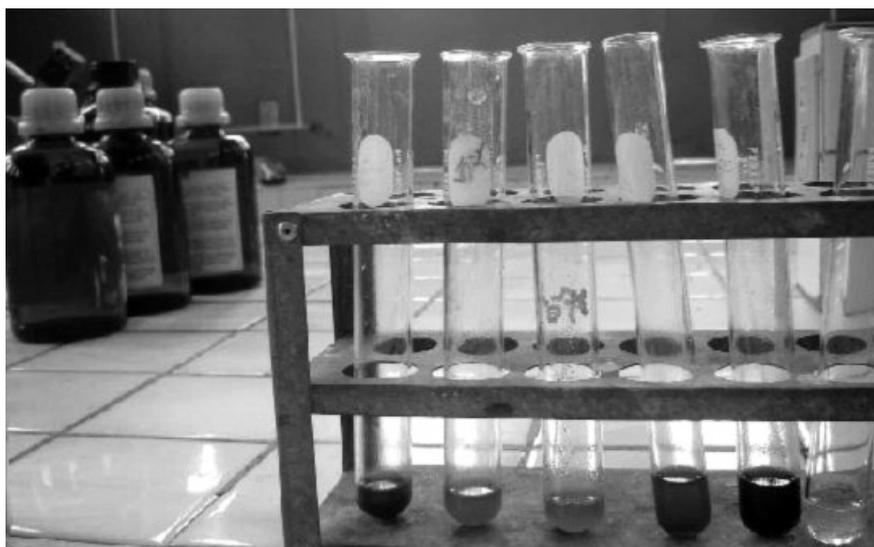
El tamizaje fotoquímico

Las reacciones de coloración dan la pauta de la composición química. Las falsas dulcamaras dan derivados flavonoides mientras que para el birm dan la presencia de terpenoides, con el reactivo de Rosenthaler y alcaloides con el reactivo de Dragendorff.

La cromatografía de capa fina se realiza con extractos etanólicos y se revelan con Rosenthaler, obteniéndose manchas a diferentes posiciones de la placa, que se comparan entre las diferentes dulcamaras, para verificar con las referencias bibliográficas.



Resultados



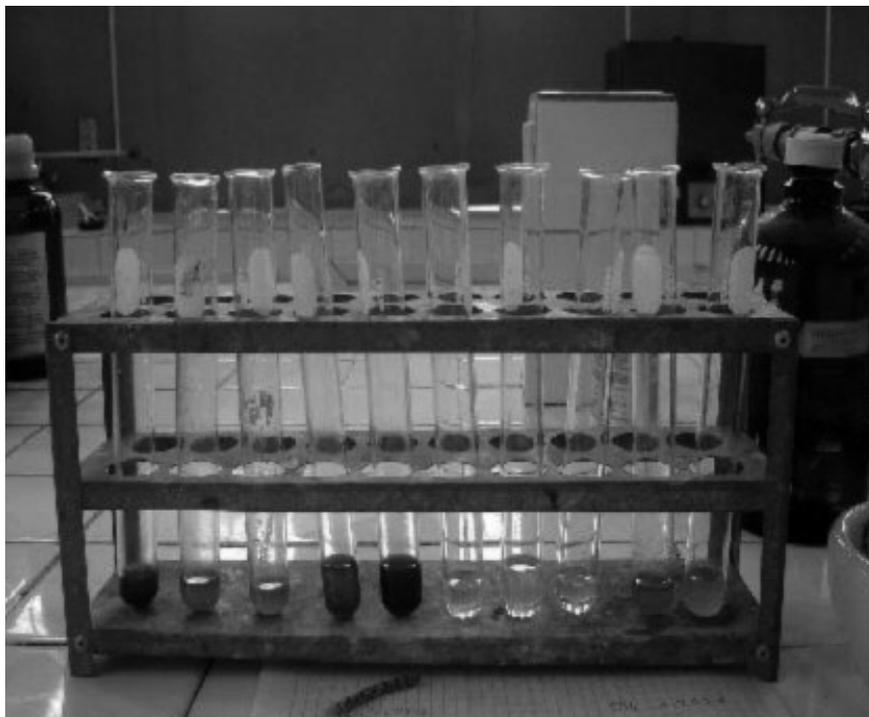
Reacciones de *Calanchoe*

Tabla 1
Tamizaje fotoquímico

Prueba	<i>Calanchoes</i>		Tabletas	Birm
	<i>Pinnata</i>	<i>Bryophyllum</i>	Platanillos	
Benedict	verde	azul	azul	anaranjado
Shinoda	anaranjado	cereza	guinda	blanco
Acido sulfúrico	anaranjado	cereza	cereza	blanco
Dragendorff	rojo	rojo	ladrillo	precipitado anaranjado

Se anotan sólo las reacciones positivas, que sirven para verificar la composición de metabolitos secundarios representativos.

Tamizaje de *Calanchoe* y *dulcamara* (Birm)



Determinación ultravioleta

Se determina en solución etanólica la Λ_{MAXIMA} y la respectiva absorbencia nos da una idea de la concentración de los metabolitos secundarios presentes en los vegetales.

Tabla 2
Determinación ultravioleta de extractos etanólicos

Vegetal	Λ_{MAXIMA}	Absorbencia
Dulcamara birm	549 nm	0,416
<i>Calanchoe</i> platanitos	650 nm 210 nm	1,326 0,054

Los grupos característicos que presentan una sola banda de absorción de 198 nm corresponden a ciclopropanos suplementarios. Los valores de 650 nm corresponden a *flavonoides* que están en mayor concentración, dados visualmente con la reacción de shinoda. Los valores de 549 nm corresponden a alcaloides esferoidales.

Identificación cromatográfica

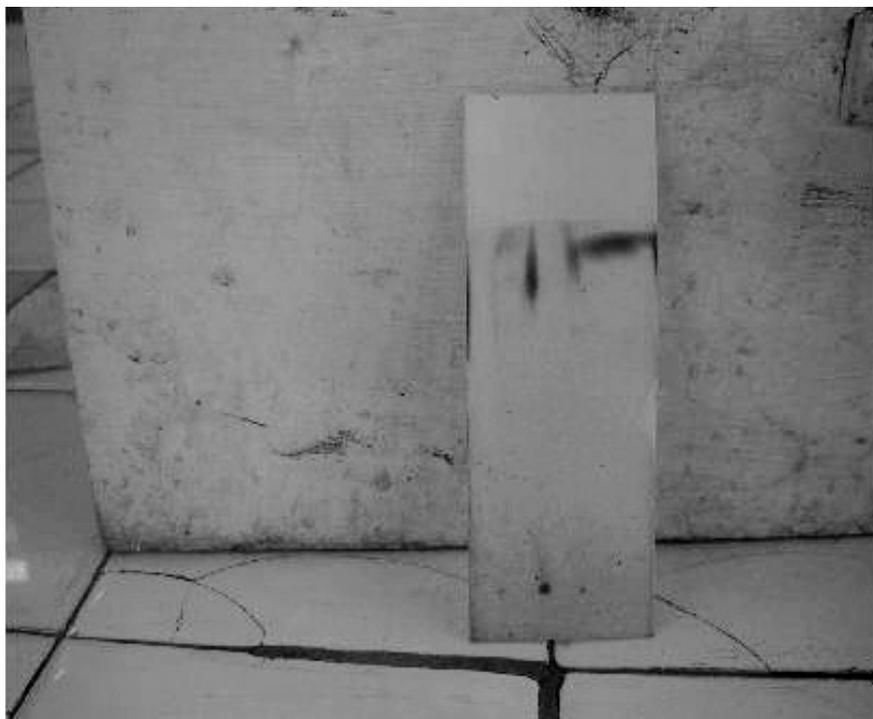
Con los análisis preliminares ya tenemos los posibles metabolitos secundarios presentes en el birm *terpenoides* y alcaloides, mientras que en los *Chalanchoes* derivados fenólicos. Después de algunas pruebas cromatográficas se observa separación de compuestos en:

Placas sílica gel G_F 254.

Solvente de corrido: etanol-acetato de etilo 2:5.

Revelador: rosentaler y calor.

Muestras: 1 *Calanchoe pinnata*, 2 *C. Bryophyllum*, 3 *C. sp.*, 4 Birm.

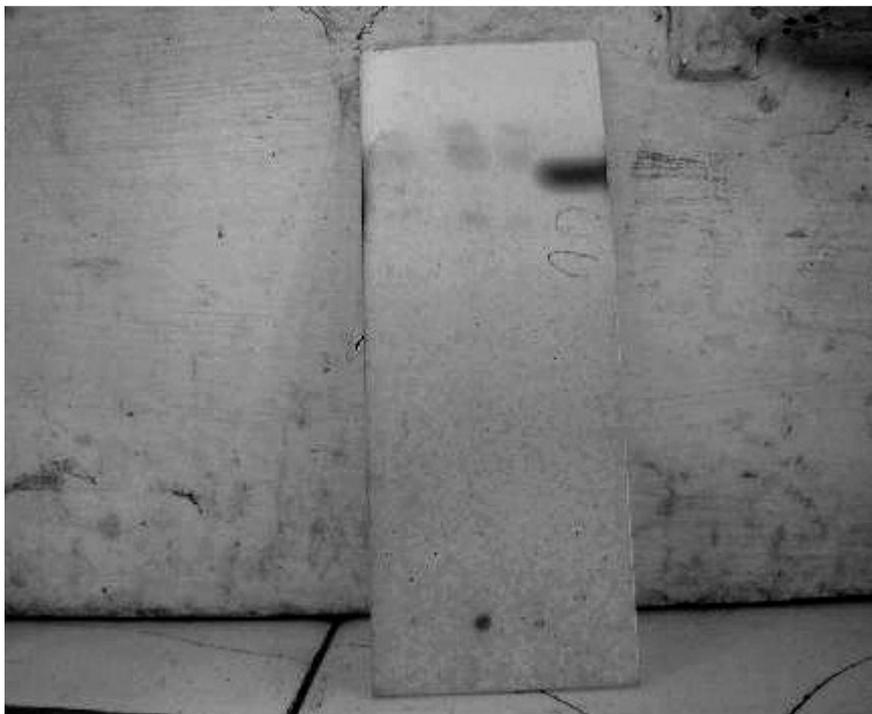


La presencia de manchas violetas determina que los *Calanchoes* tienen dos terpenos, en manchas alargadas corren con el frente del solvente. En el punto de aplicación se observa una mancha de color rojizo, mientras que en el birm se observan dos manchas violetas no muy claras –visibles en el UV largo– y una mancha bien definida de color rojo violáceo bastante concentrada. En el punto de aplicación no existe ninguna señal.

Tabla 3

Rf de los metabolitos presentes en *Calanchoes* y Birm

<i>C. pinnata</i>	<i>C. bryophyllum</i>	<i>C. sp.</i>	Birm	Rf
0	0	0	0	
0,78	0,78	0,78	0,75	
0,87	0,87	0,87	0,85	
0,94	0,94	0,94	0,96	
0,96	0,96	0,96		



Los gráficos demuestran que todos los *Calanchoes* tienen los mismos compuestos rojos en la base y violetas en la parte superior; el birm tiene tres compuestos *terpenoides* con diferentes Rf.

Conclusiones

El análisis botánico determina que el birm tiene como base *Solanum dulcamara* (*solanaceae*), mientras que las otras son *crasulaceae*.

La presencia de terpenos y alcaloides en el birm demuestra que está hecha de una *solanácea*. Las *crasuláceas* o *calanchoes* contienen derivados *fenólicos* y *terpenoides*, comprobados con tamizaje fitoquímico.

La determinación ultravioleta con Λ_{MAXIMA} demuestra que no son los mismos compuestos en las *Calanchoes* y *dulcamara*.

La cromatografía de capa fina permite demostrar que el Birm contiene *solanácea dulcamara*.



Referencias bibliográficas

Silva, M., *et al.*, “Química de los Triterpenos”, en *Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico*, Washington DC, Secretaría General de la OEA, 1992.

Dey, P. M., J. B. Harborne y K. Hostettman, edit., *Methods in Plant Biochemistry. Assays for Bioactivity*, vol. 6, Londres, Academic Press, 1991.

Potencial nutraceutico de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) y el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*)

Elena Villacrés

Estación Experimental Santa Catalina
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
INIAP, Ecuador

Resumen

El chocho y la jícama se inscriben en la categoría de alimentos nutraceuticos, englobándose en este concepto los alimentos o ingredientes alimenticios que poseen propiedades beneficiosas para la salud, además de las atribuidas a los nutrientes.

Los componentes que proporcionan efectos beneficiosos para la salud se conocen como sustancias fitoquímicas y/o factores promotores de la salud. Actúan en el control y modulación del metabolismo y de las funciones de diferentes sistemas del organismo [inmunológico, endócrino, nervioso, circulatorio y digestivo]. La legislación japonesa, reconoce como tales a los siguientes componentes: fibra dietética, oligosacáridos [*rafinosa, estaquiosa, verbascosa*, fructooligosacáridos], azúcares y alcoholes diversos, péptidos y proteínas, isoprenoides, vitaminas, colinas, bacterias ácido lácticas, minerales, ácidos grasos poliinsaturados.

Los aborígenes consideraban que el chocho, la quinua, el amaranto y la jícama tenían propiedades medicinales y aún mágicas. En los últimos años se ha acumulado información científica que ratifica los efectos beneficiosos de dichos alimentos. Así por ejemplo, al chocho se le asigna la capacidad de disminuir el colesterol en la sangre, aumento de la tolerancia a la glucosa y reducción de la dependencia a la insulina. Estos efectos son atribuibles a la estructura especial de su proteína, a la composición de ácidos grasos, al contenido de fibra, oligosacáridos y minerales.

Las raíces de la jícama eran consumidas en la antigüedad por su contenido de azúcares y minerales, mientras que las hojas –en forma de cataplasma– eran utilizadas en la medicina tradicional para bajar la fiebre, las inflamaciones y como cicatrizante natural.

La información disponible sugiere que el consumo regular de chocho y jícama es beneficioso para la salud. Sin embargo, es recomendable a futuro realizar más investigaciones sobre el tema así como el desarrollo de productos alimentarios que contengan altas concentraciones de los compuestos activos identificados en estas especies.

Palabras clave: chocho, jícama, nutraceutico, fitoquímica, fructooligosacáridos, oligosacáridos, fructanos, polifenoles.

Chocho

La importancia económica y social del chocho radica en la cantidad y calidad de su proteína y aceite. Las proteínas del grano superan el 50% (base seca), mientras que la grasa representa alrededor del 20%.¹ El primer componente contiene casi todos los aminoácidos necesarios para la nutrición humana (crecimiento, mantenimiento y tensión emocional), salvo los aminoácidos azufrados.

Un aspecto de interés de las proteínas del chocho, desde el punto de vista funcional, son las subunidades de globulina 7S y 11S. Se ha sugerido que este tipo de globulinas en la soya tiene efecto hipocolesterolémico. La proteína del chocho es un excelente opción para reducir o sustituir el consumo de proteína animal y reducir el riesgo de fracturas. Varios estudios sugieren que el alto consumo de proteína animal puede ser calciurético. Desde este punto de vista, el chocho no solo tiene valor nutritivo sino también un efecto medicinal, que podría ayudar a elevar su valor económico.

En cuanto a la grasa, ésta es de buena calidad y fácilmente digerible. En su composición se destacan los ácidos grasos no saturados, como el oleico (48,8-55,58%), linolénico (2,93-3,70%) y el linoleico (23,45-28,47%). Éstos se metabolizan rápidamente, transformándose en energía, en contraste a los

1 K. Lara, “Estudio de alternativas tecnológicas para el desamargado de chocho”, tesis de Doctorado en Química, ESPOCH / INIAP, 1999.

ácidos grasos saturados (especialmente de origen animal) que se almacenan en el tejido adiposo y dan lugar a la obesidad.^{2, 3}

Los componentes mencionados convierten al chocho en una alternativa viable no sólo para combatir la desnutrición sino también para disminuir el colesterol y prevenir las enfermedades crónicas como la arterioesclerosis.⁴

Es un hecho demostrado que la deficiencia de ácidos grasos esenciales produce atrofia linfoide y una depresión del sistema inmunológico. Se requieren pequeñas cantidades de ácido linoleico para la propagación y maduración normales de las respuestas inmunológicas celulares. El ácido γ -linolénico (AGL), reduce la inflamación y lesiones en los tejidos de las articulaciones. Se ha sugerido además que el AGL podría ser un sustituto eficaz de los antiinflamatorios no esteroides.

El contenido de fibra dietética bruta del chocho oscila entre el 7 y el 11%. De estas cifras, un 86,46% corresponde a la fibra insoluble y un 3,62% a la fibra soluble. Se ha prestado mucha atención en los últimos años a la relación entre la fibra alimentaria y el cáncer. La mayor parte de los estudios ha demostrado el efecto protector de la fibra. El posible modo de acción de este componente puede ser la reducción del tiempo de tránsito en el intestino, reduciendo así el tiempo en que el intestino está en contacto con posibles agentes cancerígenos.

Otros efectos pueden ser: la alteración de la flora microbiana intestinal, la fijación de posibles agentes cancerígenos, la dilución de la concentración de compuestos tóxicos, debido a su capacidad de absorción de agua y/o al cambio inducido en el comportamiento de las células intestinales, incluyendo su respuesta a las hormonas del aparato digestivo. También se ha afirmado que la fibra alimentaria puede utilizarse para el control de la obesidad.⁵

A pesar de sus contenidos nutricionales, el chocho contiene oligosacáridos en una proporción del 16% de los carbohidratos solubles. En la última

- 2 E. Villacrés *et al.*, "Usos alternativos del chocho", en *Boletín Divulgativo*, No. 333, Quito, INIAP, 2006.
- 3 S. Guzmán y O. Paredes, "Productos funcionales de plantas autóctonas de Latinoamérica: quinoa, judías y plantas medicinales", en G. Mazza, edit., *Alimentos funcionales*, Zaragoza, Acribia, p. 291-317, 2000.
- 4 A. Cunha-Queda y M. Beirao da Costa, "Modification of functional properties of *Lupinus luteus* L. Proteins by chemical and germinative way", en *Technology & Industry*, No. 4, p. 515-520, 1998.
- 5 W. Duszkiwicz-Reinhard, E. Gujska y K. Khan, "Reduction of Stachyose in legume flours by lactic acid bacteria", en *Journal of Food Science*, vol. 59, No. 1, p. 115-117, 1997.

década estos componentes han adquirido una creciente popularidad como ingrediente alimentario, debido principalmente a los posibles efectos beneficiosos para la salud, favoreciendo la proliferación de bifidobacterias en el colon, las cuales son antagónicas de las bacterias de putrefacción y reducen la formación de productos de fermentación tóxicos.

Otra ventaja del consumo de oligosacáridos radica en la reducción de la concentración de metabolitos tóxicos y el consiguiente efecto preventivo contra la disfunción hepática. Los oligosacáridos también son útiles para prevenir el estreñimiento y para reducir la concentración de colesterol en el suero y la presión sanguínea. Además, pueden contener compuestos anticancerígenos. Estos efectos se pueden conseguir mediante el consumo de 2-3 g/día de oligosacáridos. La preocupación por la flatulencia no parece justificada, ya que se ha comprobado que el consumo diario de 100 ml de un refresco carbonatado que contenía tres gramos de oligosacáridos de soya durante dos semanas, no produjo flatulencia ni diarrea.

Entre los minerales que contiene el chocho, sobresale el calcio (0,42%). Este elemento, como componente nutritivo, permite el desarrollo y mantenimiento de los tejidos óseos.⁶ Sin embargo, el calcio presenta otros efectos importantes que encajan en el concepto actual de alimento funcional, como es: su papel en la regulación de la presión sanguínea, sus posibles efectos anticancerígenos o el posible efecto anticariogénico.

Jícama

La jícama (*Smallanthus sonchifolius* P. y E., *Compositae*) es una planta originaria de la región andina. Pertenece a la clase de las *dicotiledóneas* y a la familia de las compuestas.⁷ En Ecuador, se ha colectado germoplasma en las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja.⁸

6 E. Villacrés *et al.*, *op. cit.*

7 V. Barrera *et al.*, "Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecoregión andina del Ecuador", en V. Barrera, C. Tapia y A. Monteros, edit., *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*, Quito-Lima, INIAP / CIP, p. 7-8, 2004.

8 C. Tapia, R. Castillo y N. Mazón, *Catálogo de recursos genéticos de raíces y tubérculos andinos en el Ecuador*, Quito, INIAP, 1996.

9 J. Seminario, M. Valderrama e I. Manrique, "El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de

La planta es perenne y tiene entre 1,5 y 3 m de altura. Los tallos son cilíndricos, subangulares y huecos en la madurez, con algunas ramas. El sistema radicular está compuesto por raíces reservantes y carnosas en número de 4 a 23, cuyo tamaño puede alcanzar hasta 25 cm de longitud y 10 cm de diámetro. Esta especie es de alta productividad. Algunos reportes indican un rendimiento que fluctúa entre 28 y 100 toneladas por hectárea y hasta 23 unidades por raíz.⁹

Internamente, presenta dos tipos de raíces: fibrosas y reservantes. Las primeras son muy delgadas y su función es la fijación de la planta al suelo y la absorción de agua y nutrientes. Las raíces reservantes son engrosadas, fusiformes u ovadas, de color blanco, crema o anaranjado y su peso puede fluctuar entre los 50 y 1.000 g.

La jícama tiene un gran potencial agronómico, ya que sirve como protector de los suelos, por su calidad de especie perenne –especialmente en zonas agroecológicas áridas– actuando como osmorregulador de los cultivos durante la sequía.¹⁰

Composición y propiedades de la planta

Hojas

Las partes utilizables de la jícama son las hojas y las raíces. Las primeras presentan aptitud para la preparación de tisanas antiestrés, antidepresivas y relajantes, gracias al contenido de potasio (4,4%*) y calcio (1,5%*). Entre otras funciones fisiológicas importantes, el potasio actúa como un tranquilizante natural y produce efectos positivos en el tratamiento de las enfermedades cardíacas, la diabetes y la tensión arterial. El calcio actúa facilitando el influjo nervioso, normalizando el sueño y la tensión sanguínea.¹¹

un recurso promisorio”, Centro Internacional de la Papa / Universidad Nacional de Cajamarca / Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Lima, 2003.

10 M. Valderrama y J. Seminario, “Diversidad y variabilidad genética del yacón”, en J. Seminario y M. Valderrama, edit., *I Curso Nacional Cultivo y Aprovechamiento del Yacón*, Universidad Nacional de Cajamarca, p. 29-31, 2002.

* Valores expresados en base seca.

11 FAO/WHO, *Energy and Protein Requirements*, Ginebra, WHO, 1985.

12 R. Sánchez y J. Madrid, F. de la Orden y V. Álvarez, edit., artículo *Enciclopedia de la Nutrición*,

La Organización Mundial de la Salud recomienda una ingestión diaria de al menos 300 mg de calcio,¹² requerimiento mínimo que estaría cubierto con la ingestión de 120 gramos de hojas frescas. Igualmente 150 gramos de esta fracción de la planta podrían aportar los 10-15 mg diarios de hierro y 153 mg de magnesio, que se estiman como necesarios para mantener los niveles normales de estos nutrientes en el organismo.

Por su contenido de carbohidratos (45-57%*), proteínas (21,76%*), lípidos (7,48%*), minerales (18,36%*) y fibra (12,32%*), las hojas se incluyen en la categoría de alimentos de consumo frecuente que integran la base de la pirámide nutricional y pueden ser utilizadas como una verdura, en la preparación de sopas y ensaladas.¹³

Raíces

Las raíces son comestibles en estado fresco, soleadas, horneadas o procesadas industrialmente. La jícama fresca se consume como fruta o en ensalada. La cáscara tiene un sabor desagradable, por lo que se recomienda pillar el fruto previo a su consumo.

Por su contenido de minerales (3,73%) y azúcares totales (22%), se la considera como un rehidratante natural y podría representar una alternativa en el diseño de dietas para diabéticos, gracias a su reducido aporte calórico (5,32 Kcal/100 ml).¹⁴ A diferencia de los azúcares comunes que se absorben en el intestino delgado en forma de glucosa, la jícama contiene fructanos, un 46% de los cuales corresponde a los azúcares no calóricos o fructooligosacáridos (FOS), cuya estructura fundamental consta de unidades de fructosa unidas entre sí por enlaces glicosídicos β -(2 \rightarrow 1).¹⁵ Esta unión es la que determina la resistencia de los FOS a la hidrólisis, tanto en el estómago, como en el intestino humano, por lo que pasan al colon sin ser degradados. En este conducto se fermentan hasta ácidos grasos de cadena corta, rápida y total-

Bogotá, Espasa Calpe, v.1, 2004.

13 L. Cuadrado, "Caracterización bromatológica y fitoquímica de la jícama (*Smilax sp.*)", tesis para la obtención del título de Doctora en Bioquímica y Farmacia, Riobamba, ESPOCH, 2004.

14 E. Villacrés y F. Ruiz, "Raíces y tubérculos andinos: alimentos de ayer para la gente de hoy", en *Publicación Miscelánea*, No. 114, Quito, INIAP, 2002.

15 L. Cuadrado, *op. cit.*

16 R. Sánchez y J. Madrid, *op. cit.*

mente, por acción de las bifidobacterias (*Bifidobacteria* sp.), los cuales tienen un efecto positivo sobre el metabolismo sistémico de los lípidos, ayudando a disminuir el nivel de colesterol, fosfolípidos y triglicéridos en el suero sanguíneo. Los FOS también son considerados como prebióticos, ya que nutren selectivamente a los gérmenes benéficos que forman parte de la flora intestinal.¹⁶

Guzmán y Paredes¹⁷ reportan que el consumo de raíces de jicama fresca, provoca un efecto hipoglicemiante en sujetos clínicamente sanos, lo cual sugiere que las raíces de la planta tienen un principio activo que ocasiona la disminución significativa de la glucosa posprandial, lo cual plantea una alternativa para el control de dicha enfermedad, pues –entre otros factores– el paciente diabético necesita controlar que sus niveles de glucosa en la sangre no suban demasiado después de las comidas. Una forma de prevenir y revertir el sobrepeso consiste en la sustitución de alimentos de alto contenido calórico.

La evidencia científica sustenta el reconocimiento de los FOS como fibra dietética y como prebiótico, estimulante de los probióticos y reconstituyente de la microflora intestinal, lo cual influye en la respuesta del sistema inmunológico y corrige desórdenes gastrointestinales bastante comunes, tales como: acidez estomacal, diarreas repentinas, trastornos gástricos, indigestiones.

En el colon, los FOS se fermentan completamente hasta formar los ácidos láctico, acético y propiónico, los cuales inciden en la disminución del pH, impiden la proliferación de las bacterias putrefactivas y nocivas del colon, reduciendo el riesgo de desarrollar lesiones precancerosas.

Los ácidos grasos de cadena corta han sido asociados con varias de las propiedades asignadas a los fructanos, en especial la de mejorar la asimilación de calcio y el metabolismo de los lípidos. Su intervención regula el metabolismo de la glucosa, disminuye la glicemia posprandial y la respuesta insulínica. Los resultados de estudios realizados en laboratorio con animales, muestran una fuerte evidencia de que los FOS reducen además el nivel de colesterol y triglicéridos en la sangre.^{18, 19, 20}

17 S. Guzmán y O. Paredes, *op. cit.*

18 *Ibid.*

19 W. Duszkievicz-Reinhard, E. Gujska y K. Khan, *op. cit.*

20 C. Waher-Rodarte, “Alimentos y bebidas fermentados tradicionales”, en *Biotecnología Alimentaria*, México DF, Limusa, 2a. ed., p. 313-329, 1997.

21 L. Cuadrado, *op. cit.*

Componentes fitoquímicos

Entre los metabolitos secundarios con propiedades medicinales, en las hojas, tallos y raíces de la jícama, se destacan los esteroides, los sesquiterpenos y los flavonoides. Los primeros ayudan a maximizar el efecto hipocolesterolemiático de las dietas bajas en grasa; los sesquiterpenos tienen acción citotóxica, antitumoral, analgésica e inhibidora del crecimiento de bacterias, mientras que los flavonoides son antisépticos urinarios, con acción antialérgica, antiinflamatoria, reductora de radicales libres, hepatotoxinas e inhibidores de aglomeraciones plaquetarias, formación de úlceras y tumores.²¹

Las hojas de la jícama contienen *sesquiterpenolactonas*, un grupo fitoquímico de gran importancia por la variada acción biológica, citotóxica, antitumoral, analgésica e inhibidora del crecimiento de bacterias.

En las hojas y en las raíces se cuantificó el contenido de polifenoles totales, determinándose en las primeras una concentración de 8 µg/g y en las raíces un valor de 8,5 µg/g, en muestra seca. La capacidad antioxidante de las raíces de jícama (144 µm trolox/g muestra seca) guarda relación con el contenido de polifenoles y es similar al tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*) de color morado (143,7 µm trolox/g muestra seca), siendo importante su aporte a través de la dieta, contra el ataque de los radicales libres causantes del cáncer, la arterioesclerosis, las cataratas y ciertos procesos de envejecimiento.²² Varios estudios han demostrado que los polifenoles afectan a la etapa de iniciación de la carcinogénesis, protegiendo a las células contra los agentes cancerígenos de acción directa como las nitrosaminas o alterando su activación metabólica.

La composición fitoquímica particular de las hojas y las raíces de esta especie, es la base para emprender el desarrollo de nuevos productos en la industria farmacéutica. Los cambios demográficos y sociales de la población ecuatoriana impulsan el desarrollo de productos que eleven el nivel de salud y la calidad de vida, reduciendo a largo plazo los costosos gastos del sistema sanitario. Las actuales exigencias de los consumidores constituyen una oportunidad para convertir un cultivo subexplotado en un producto promisorio, inclusive con perspectivas de exportación.

22 E. Villacrés *et al.*, "Jícama: raíz andina con propiedades nutraceuticas", en *Boletín Técnico*, No. 128, Quito, INIAP, 2007.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, J., “Developments in Lupin Protein Extraction Technology”, en *Food Technology*, No. 32, p. 262-273, 1978.
- Barrera, V., *et al.*, “Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecoregión andina del Ecuador”, en V. Barrera, C. Tapia y A. Monteros, edit., *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*, Quito-Lima, INIAP / CIP, p. 7-8, 2004.
- Caicedo, C., *et al.*, *Poscosecha y mercado de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Ecuador*, Quito, PRONALEG-INIAP, 2001.
- Caicedo, C., y E. Peralta, edit., *Zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Ecuador*, Quito, Programa Nacional de Leguminosas-Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), 2000.
- Cerletti, P., y M. Duranti, “Development of Lupine Proteins”, en *Journal of the American Oil Chemists' Society*, No. 56, p. 460-464, 1979.
- Cuadrado, L., “Caracterización bromatológica y fitoquímica de la jicama (*Smallanthus sonchifolius* P. y E., *Compositae*) en diferentes etapas de desarrollo de la planta”, tesis para la obtención del título de Doctora en Bioquímica y Farmacia, Riobamba, ESPOCH, 2004.
- Cunha-Queda, A., y M. Beirao da Costa, “Modification of functional properties of *Lupinus luteus* L. Proteins by chemical and germinative way”, en *Technology & Industry*, No. 4, p. 515-520, 1998.
- Del Pozo, F., “El fantasma de la desnutrición”, *El Comercio*, suplemento *Familia*, Quito, 17 de marzo de 1999.
- Duszkiewicz-Reinhard, W., E. Gujska y K. Khan, “Reduction of Stachyose in legume flours by lactic acid bacteria”, en *Journal of Food Science*, vol. 59, No. 1, p. 115-117, 1997.
- Espín, S., E. Villacrés y A. Rubio, “Caracterización físico-química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos”, en V. Barrera, C. Tapia y A. Monteros, edit., *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*, Quito-Lima, INIAP / CIP, p. 91-116, 2004.
- Espín, S., E. Villacrés y A. Rubio, “Estudio y evaluación de los cambios en las propiedades Físico-Químicas de la Jicama (*Smallanthus sonchifolius* P. y E., *Compositae*) por efecto del almacenamiento, Informe final, Proyecto CPBID 01/PCAPF-C”, Quito, FUNDACYT, 2001.
- FAO/WHO, *Energy and Protein Requirements*, Ginebra, WHO, 1985.
- Gelineau, C., *Los germinados en la alimentación*, Madrid, Integral, 2002.
- Guzmán, S., y O. Paredes, “Productos funcionales de plantas autóctonas de Latinoa-

- mérica: quinoa, judías y plantas medicinales”, en G. Mazza, edit., *Alimentos funcionales*, Zaragoza, Acribia, p. 291-317, 2000.
- INIAP, edit., *Informe Anual del Departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos*, Quito, INIAP, 1997.
- Íñiguez, D., “Desarrollo de la tecnología de elaboración de tisanas funcionales en base a las hojas de la jicama (*Smallanthus sonchifolius* P. y E., Compositae) y glomérulos del sangorache (*Amaranthus hybridus*)”, 2007.
- Lara, K., “Estudio de alternativas tecnológicas para el desamargado de chocho”, tesis de Doctorado en Química, ESPOCH / INIAP, 1999.
- Marcial, N., “Desarrollo de la tecnología para la elaboración de un jarabe con alto contenido de FOS, a partir de jicama (*Smallanthus sonchifolius* P. y E., Compositae)”, 2007.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Información Agropecuaria, *Estimación de la superficie cosechada, rendimiento y volumen de producción de varios cultivos en Ecuador, período 1996-2001*, Quito, MAG, 2001.
- Naranjo, P., “Chocho, carne vegetal”, *El Universo*, Quito, 2003.
- Sánchez, R., y J. Madrid, artículo, en F. de la Orden y V. Álvarez, edit., *Enciclopedia de la Nutrición*, Bogotá, Espasa Calpe, v. 1, 2004.
- Seminario, J., M. Valderrama e I. Manrique, “El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio”, Centro Internacional de la Papa / Universidad Nacional de Cajamarca / Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Lima, 2003.
- Tapia, C., R. Castillo y N. Mazón, *Catálogo de recursos genéticos de raíces y tubérculos andinos en el Ecuador*, Quito, INIAP, 1996.
- Valderrama, M., y J. Seminario, “Diversidad y variabilidad genética del yacón”, en J. Seminario y M. Valderrama, edit., *I Curso Nacional Cultivo y Aprovechamiento del Yacón*, Universidad Nacional de Cajamarca, p. 29-31, 2002.
- Villacrés, E., et al., “Jícama: raíz andina con propiedades nutraceuticas”, en *Boletín Técnico*, No. 128, Quito, INIAP, 2007.
- “Usos alternativos del chocho”, en *Boletín Divulgativo*, No. 333, Quito, INIAP, 2006.
- Villacrés, E., y F. Ruiz, “Raíces y tubérculos andinos: alimentos de ayer para la gente de hoy”, en *Publicación Miscelánea*, No. 114, Quito, INIAP, 2002.
- Waher-Rodarte, C., “Alimentos y bebidas fermentados tradicionales”, en *Biotecnología Alimentaria*, México DF, Limusa, 2a. ed., p. 313-329, 1997.
- Yáñez, E., V. Gatas y D. Ballester, “Valor nutritivo del lupino y su potencial como alimento humano”, en *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. 29, No. 4, p. 52-60, 1989.

Aislamiento de hongos endófitos de plantas medicinales

Jorge Yandry Ramírez R.

Centro de Biología Celular y Molecular
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

Tosi Solveig

Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestri
Università di Pavia, Italia

Resumen

De la investigación llevada a cabo en la zona suburbana de la ciudad de Loja, donde la mayoría de la población se dedica al cultivo de plantas medicinales, se investigó y aisló los hongos endófitos asociados a *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers., *Baccharis obtusifolia* Kunth, *Piper barbatum* Kunth y *Borreria laevis* (Lam.) Grises.

Entre los taxa fúngicos más frecuentemente encontrados están: *Alternaria-like*, *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Coelomycetes*, *Epicoccum-like*, *Nigrospora* sp., *Phoma-like*, *Stilbacea* y *Zygomycetes-like*. El aislado fúngico con mayor incidencia, y presente en las cuatro especies de plantas medicinales fue *Micelia sterilia*, siendo estos de particular interés como posibles endófitos.

Se evaluó además la interacción antagonista de nueve aislados fúngicos: *Alternaria-like*, *Alternaria* sp., *Phoma-like*, *Nigrospora* sp., *Epicoccum-like*, *Micelia sterilia* 1 (hospedero *Baccharis latifolia*), *Micelia sterilia* 2 (hospedero *Borreria laevis*), *Micelia esterilia* 3 (hospedero *Baccharis obtusifolia*) y *Stilbacea* frente a [hongos y bacterias]: *Aspergillus niger*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumomiae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*.

La mayoría de las cepas estudiadas presentaron actividad, pero los resultados más prometedores son los evidenciados por los tres aislados fúngicos de *Micelia sterilia*.

Palabras clave: plantas medicinales, antagonista, hongos endófitos.

Introducción

La palabra endófito se deriva del griego *endon*, que significa dentro y *phyte* que significa planta. Se define a los endófitos como hongos o bacterias que, durante todo o parte de su ciclo de vida, invaden los tejidos de plantas vivas y causan infecciones asintomáticas en todos los tejidos. Esto excluye las asociaciones micorrizas e incluye hongos con fases latentes antes del periodo de infección y hongos que son patógenos conocidos pero que no expresan síntomas en el tejido.¹

Considerando que seis de los veinte medicamentos más comúnmente prescritos son de origen fúngico² y que sólo un 5% de los hongos han sido descritos,³ éstos se convierten en una gran fuente potencial para nuevos productos.⁴

Datos sobre asociaciones de hongos a plantas ecuatorianas son muy escasos. Por lo que respecta a las especies de plantas utilizadas en el trabajo, existen datos de hongos epifitos asociados a diversas especies de *Baccharis*.⁵ Por lo tanto los hongos que se pueden encontrar en asociación endofítica con estas especies vegetales podrían jugar un rol importante en la propiedad medicinal de las mismas.

El estudio etnobotánico de la *Planta de productos naturales*⁶ muestra que: *Baccharis obtusifolia* Kunth, es usada para el vértigo, reumatismo y micosis de la piel; *Borreria laevis* (Lam.) Grises, es usada para el espanto, en aplicación directa de sus hojas maduras machacadas; *Piper barbatum* Kunth

1 M. Espola, "Catastro de hongos endófitos miceliales en *Thrinax Morrisii* H. Wendl. en el bosque estatal de Susúa, Sabana Grande, Puerto Rico", tesis de grado, Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayagüez Mayagüez, 2005; G. Carroll, "Fungal Endophytes in Stems and Leaves: from Latent Pathogen to Mutualistic Symbiont", en *Ecology*, vol. 69, No. 1, 1988, p. 2-9; B. Schulz *et al.*, "Endophytic Fungi: a Source of Novel Biologically Active Secondary Metabolites", en *Mycological Research*, vol. 106, No. 9, 2002, p. 996-1.004, y C. Salgado y M. Cerero, "Aislamiento de hongos endófitos en rosa (*Rosa hybrida*)", en *Revista Iberoamericana de Micología*, vol. 22, Bogotá, 2005, p. 99-101.

2 B. Schulz *et al.*, *op. cit.*

3 *Ibid.*

4 *Ibid.*

5 D. F. Farr *et al.*, *Fungi on Plants and Plant Products in the United States*, Saint Paul, APS Press, 1995.

6 T. Zaragoza *et al.*, "Estudio entomológico de las plantas de las provincias de Loja y Zamora-Chinchi", en *Project PFN 0133: Bioactividad de aceites esenciales y extractos de plantas medicinales y aromáticas de la región sur del Ecuador*, Loja, FUNDACYT / Universidad Técnica Particular de Loja, 2003; Z. Aguirre, *Botánica austroecuatoriana*, Quito, Abya-Yala, 2002, y J. Ramírez *et al.*, "Actividad antagonista de hongos endófitos de plantas medicinales del Ecuador sobre bacterias patógenas", en *Boletín Micológico*, vol. 21, 2006, p. 49-53.

es utilizada en casos de dermatitis, como desinfectante y cicatrizante y *Baccharis latifolia Pers.*, es utilizada como antiinflamatorio, contra cólico estomacal y cólico hepático.

El propósito principal del trabajo es aislar e identificar los hongos endófitos de cuatro plantas ecuatorianas con interés medicinal: *Baccharis latifolia Pers.*, *Baccharis obtusifolia* Kunth *Piper barbatum* Kunth y *Borreria laevis* (Lam.) Grises. Además, identificar morfológicamente los hongos endófitos aislados y determinar la interacción entre los hongos endófitos aislados y microorganismos (hongos y bacterias): *Aspergillus niger*, *Stafilococcus aureus*, *Klebsiella pneumomiae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*.

Materiales y métodos

Lugar de estudio

La investigación se llevó a cabo al sur del Ecuador, en la provincia de Loja (fig. 1), la misma que tiene una superficie de 11.027 km² y limita al norte con las provincias de Azuay y El Oro, al este con Zamora Chinchipe y al sur y oeste con Perú.

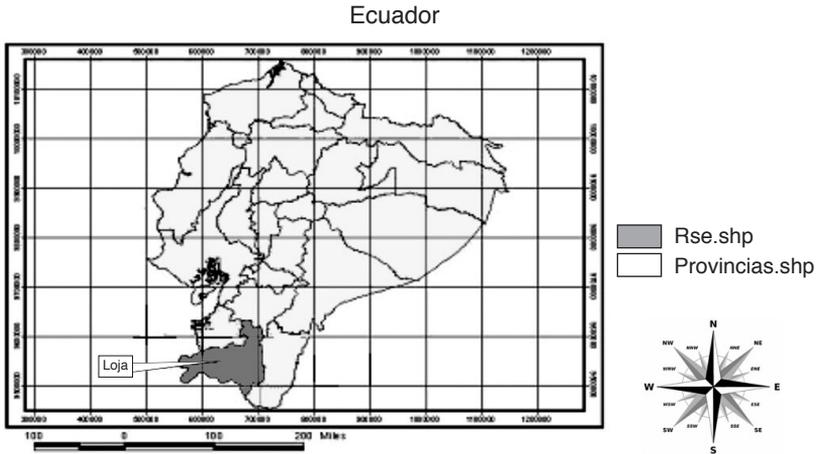
La zona de estudio está localizada en el sector suburbano de la ciudad de Loja (fig. 2). La mayoría de la población se dedica al cultivo de especies medicinales, que luego son comercializadas en la ciudad y provincia de Loja. El sector se encuentra dentro de las siguientes coordenadas: longitud: 079° 11,366 O hasta 079° 11,893 O latitud: 03° 57,966 S hasta 03° 59,343 S altitud: 2.125 hasta 2.144 msnm.⁷

Recolección y tratamiento de la muestra

De cada planta seleccionada se muestrearon diez individuos diferentes y de cada individuo se colectó diez hojas al azar. Las hojas colectadas fueron puestas en bolsas estériles de plástico y rápidamente llevadas al laboratorio, para procesarlas en un período de dos a tres horas a partir del muestreo.

7 J. Ramírez et al., op. cit.

Figura 1
Localización geográfica de la provincia de Loja
Mapa creado en SIG-UTPL 2005



Las hojas se lavaron con agua potable y fueron esterilizadas superficialmente por inmersiones consecutivas, durante un minuto en etanol 70% (v/v), diez minutos en hipoclorito de sodio 3%, y treinta segundos en etanol 70% (v/v), siguiendo el método reportado por Bills (1996). Cada hoja fue dividida en cuatro partes, a cada parte se le asignó un número aleatorio y mediante técnicas asépticas se cortaron en secciones pequeñas (3-5 mm²) entre la nervadura central y el borde de la hoja.

Después de la esterilización las secciones correspondientes a cada hoja se inocularon en cajas petri (100 x 15 mm) con agar extracto de malta, (MEA; DIFCO) e incubaron en el laboratorio, a temperatura de salón (25 ± 2 °C), expuestos a períodos naturales de luz y oscuridad. Se inocularon un total de 40 fragmentos de hojas por especie vegetal. El crecimiento de las colonias se observó durante la primera semana, luego se aisló cada una de las nuevas colonias a cajas petri (60 x 15 mm) con agar extracto de malta.⁸ Los cultivos puros se rotularon y mantuvieron a temperatura de salón (25 ± 2 °C), expuestos a períodos naturales de luz y oscuridad.⁹

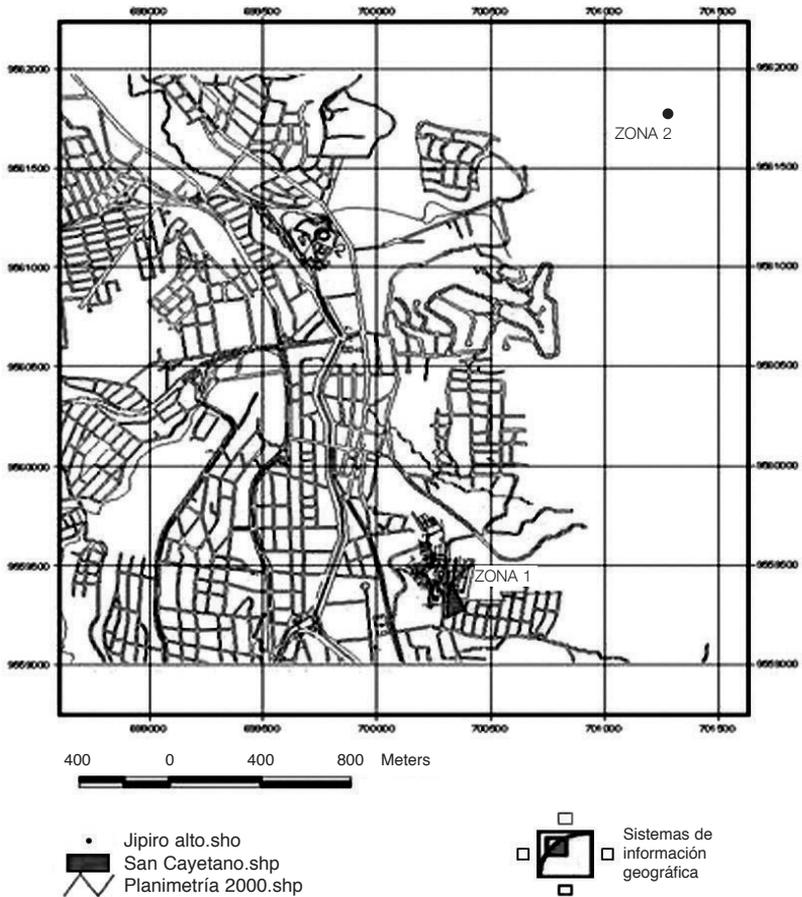
⁸ C. Salgado y M. Cerero, *op. cit.*

⁹ J. Ramírez *et al.*, *op. cit.*

Figura 2

Localización de las zonas de muestreo Mapa creado en el SIG-UTPL 2006

Lugar de recolección de especies vegetales

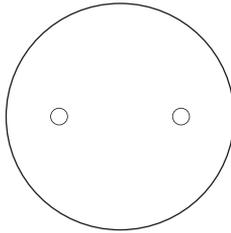


En la zona 1 fueron colectadas: *Baccharis latifolia*, *Baccharis obtusifolia* y *Borreria laevis*, mientras que en la zona 2 se colectó *Piper barbatum*.

Evaluación de la interacción antagonista entre los aislados fúngicos y hongos y bacterias patógenas

Prueba hongo-hongo

Para evaluar la interacción entre los hongos endófitos aislados y microorganismos, se realizaron cultivos en cajas petri (100 x 15 mm), las mismas que contienen *Potato dextrosa* Agar para observar la propiedad antagonista de los microorganismos. La prueba consistió en cortar con puntales estériles discos de micelio de 4 mm de diámetro de la colonia fúngica que crece sobre cajas petri que contienen PDA. Estos discos fueron inoculados en cajas petri que contienen 20 ml del mismo medio, como se ilustra en el esquema siguiente.¹⁰



Los dos discos fueron inoculados a una distancia de 2.6 cm del margen de la caja y 3.5 cm entre ellos, de un lado se inocularan los hongos endófitos y del otro el hongo *Aspergillus niger*. El porcentaje de inhibición, se calculó con la fórmula de Van Del Heuvel.¹¹

$$1\% = (R-r)/r * 100$$

Donde R: radio medido del centro de la colonia antagonista hacia el borde de la caja y r: radio medido del centro colonia inhibida hacia el borde de la colonia antagonista

10 V. Malaspina, "Interazione in vitro tra micromiceti antartici e microrganismi batterici e fungini, ambientali e patogeni", tesis de grado, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestre, Sezione di Micologia, Università degli Studi di Pavia, 2002, y O. Agary, F. Akinyoso-ye y F. Adetuyi, "Antagonistic Properties of Microorganistic Associated with Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Products", en *African Journal of Biotechnology*, vol. 4, No. 7, 2005, p. 627-632.

11 V. Malaspina, *op. cit.*

Prueba hongo-bacteria

De la colonia fúngica crecida sobre *Potato dextrosa Agar*, se cortó y retiró con puntales estériles, discos de micelio de 4 mm de diámetro. Estos fueron inoculados en cajas *petri* de (100 mm), las mismas que contenían 20 ml del mismo medio de cultivo, a una distancia de 2,6 cm del margen de la caja. A una distancia de 3,7 cm del disco fúngico endófito, recientemente inculado, se colocó la suspensión de bacterias patógenas *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* o *E. coli*, tal como se indica en el gráfico.

Resultados y discusión

En el gráfico 1 se observan los taxa de hongos encontrados en las cuatro especies de plantas medicinales investigadas. El porcentaje está referido a la incidencia del hongo en la planta calculada sobre el total de fragmentos de hojas analizados por especie de planta.¹²

Descripción de los principales hongos presentes

1. *Alternaria-like*

Colonias en el anverso, de color verde claro, en agar extracto de malta (MEA, DIFCO), textura del micelio esponjoso. En el reverso, textura del micelio liso con pigmentaciones de color café claro.

Se presentaron conidias en ramificaciones de dos a ocho, de color marrón. Las conidias multicelulares (fig. 3), poseen de dos a seis septos transversales, de uno a cuatro longitudinales. Este aislado se diferencia por la presencia de conidias constituidas por células muy alargadas formando globosidad.

12 E. French y T. Hebert, *Métodos de investigación fitopatología*, San José, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1982.

Gráfico 1
Hongos encontrados en las cuatro especies de plantas medicinales

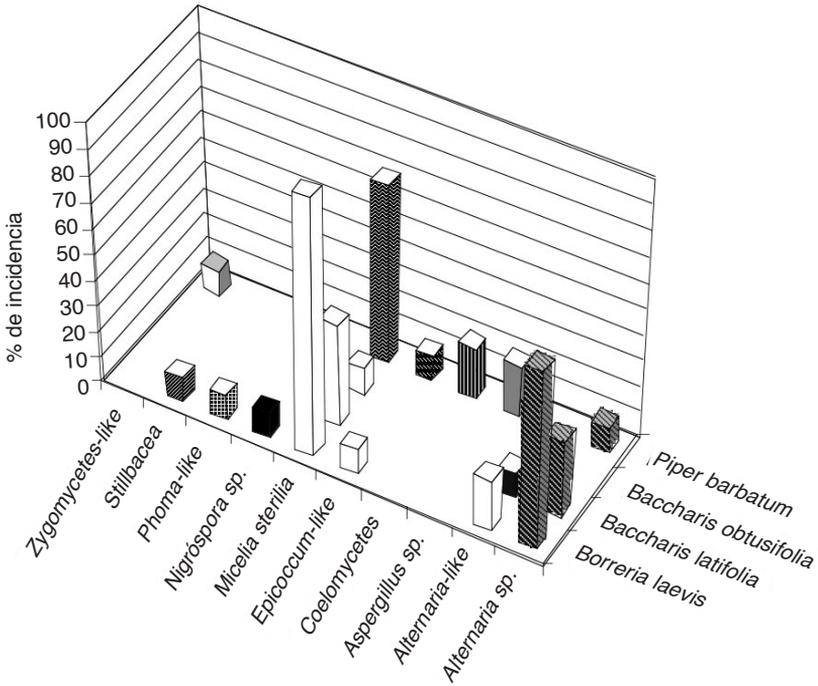
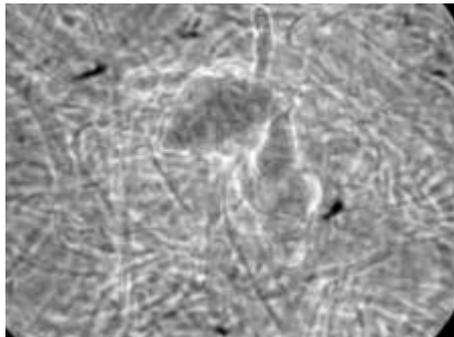


Figura 3
Conidias de *Alternaria-like*
Hospedero *Borreria Laevis* (Lam.) Grises

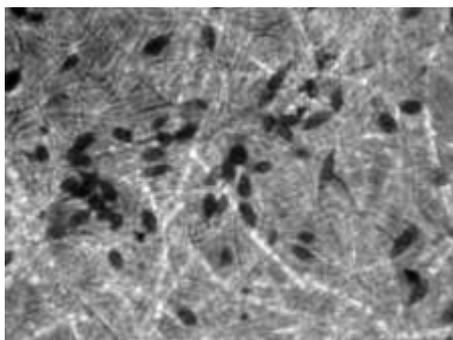


2. *Alternaria* sp.

Colonias en el anverso, de color verde oliva, en agar extracto de malta, textura del micelio esponjoso. En el reverso, textura del micelio liso con pigmentaciones de color café. Se presentaron conidias en ramificaciones de dos a ocho, de color marrón. Las conidias multicelulares (fig. 4), poseen de dos a seis septos transversales, de uno a cuatro longitudinales. Conidioforos oscuros, frecuentemente simples, cortos o alargados.

Figura 4

Conidias de *Alternaria* sp. Hospedero *Piper barbatum* Kunth



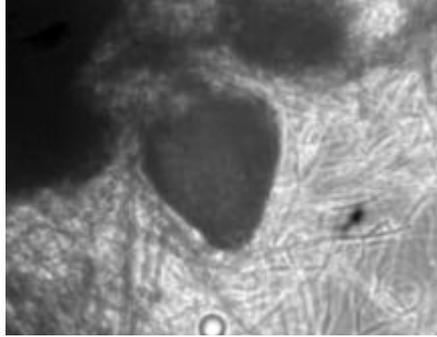
3. *Aspergillus* sp.

Colonias en el anverso, de color violeta, en agar extracto de malta, textura del micelio algodonoso. En el reverso, textura del micelio rugoso, con pigmentaciones de color crema. Conidioforos rectos, simples con una terminación globosa, conidia (*phialosporas*) de una célula globosa.

4. *Coelomycetes*

Colonias en el anverso, de color verde oliva, en agar extracto de malta (MEA, DIFCO), textura del micelio esponjoso. En el reverso, textura del micelio liso. Son *deuteromycetes* u hongos conídicos que esporulan asexualmente (conidia). Comprende hongos anamórficos, cuyas conidias están en un pequeño cuerpo fructífero (fig. 5) o conidioma.

Figura 5

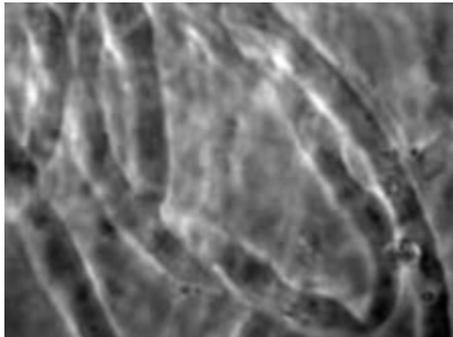
Coelomyces. Hospedero Piper barbatum Kunth**4. *Epicoccum-like***

Colonias en el anverso, de color crema a verde claro, en agar extracto de malta, textura del micelio esponjoso, pigmentaciones de color amarillo. En el reverso, textura del micelio liso. Conidioforos compactos, oscuros, conidia oscura, de una célula, globosa.

5. *Micelia sterilia*

Este grupo de hongos no producen conidias (fig. 6). Serán estudiados en el proceso de la investigación, siendo éstos de particular interés como

Figura 6

Micelia esterilia. Hospedero Piper Barbatum Kunth

posibles endófitos. Mediante la utilización de medios de cultivo oportunamente seleccionados, serán estimulados para producir fructificaciones, para una más precisa identificación.

7. *Nigrospora* sp.

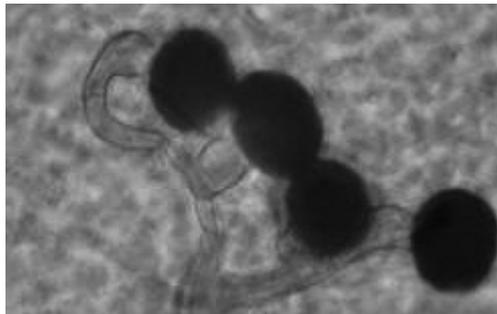
Colonias en el anverso, de color blanco, en agar extracto de malta, textura del micelio algodonoso. En el reverso, textura del micelio liso. Conidioforos cortos (fig. 7), simple, conidias (aleurisporas) negras de una sola célula globosa aplanada.

8. *Phoma-like*

Colonias en el anverso, de color crema, en agar extracto de malta (MEA, DIFCO), textura del micelio algodonoso, presenta una estructura de esclerotia. En el reverso, textura del micelio liso con pigmentaciones de color café claro. Conidiomata picnidial (fig. 8), no estromático, ostiolata, algunas veces setosa.

Figura 7

***Nogrospora* sp. Hospedero *Borreria laevis* (Lam.) Grises**



9. *Stilbacea*

Colonias en el anverso, de color crema, en agar extracto de malta, presenta una estructura de esclerotia, textura del micelio algodonoso. En el reverso, textura del micelio liso, con pigmentos blancos.

10. *Zygomycetes-like*

Colonias en el anverso, de color entre crema y café, en agar extracto de malta, textura del micelio esponjoso, con pigmentaciones de color blanco. En el reverso, textura del micelio liso con pigmentaciones de color marrón, hifas no septadas (fig. 9), pared celular quitinina, esporas contenidas en un esporangio multispórico.

Figura 8

**Pycnidium y conidias de *Phoma-like*.
Hospedero *Borreria laevis* (Lam.) Grises**

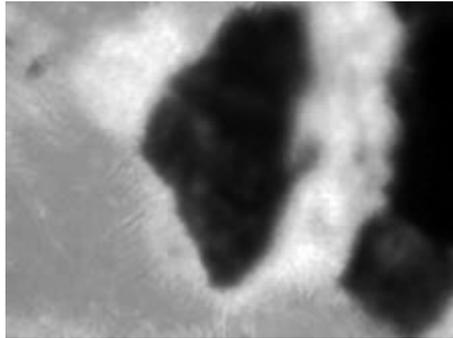


Figura 9

***Zygomycetes-like*. Hospedero *Piper barbatum* Kunth**



Diversos taxa aislados son: *Alternaria*, *Epicoccum*, *Nigrospora*, *Poma*, resultando como hongos ambientales comunes. Estos se encuentran comúnmente en el aire, como epifitos o en asociación con numerosos sustratos.¹² Su presencia en las plantas analizadas podría ser indicativa de una colonización eventual temporánea de los tejidos del hospedero, sin excluir un eventual significado ecológico de endófitos. El grupo de los aislados seguramente más interesantes es aquel de los micelios estériles.

Mayoritariamente se ha aislado *Micelia sterilia* en las cuatro especies de plantas medicinales investigadas, por lo tanto hay una incidencia del 100% de hongos interesantes que viven en posible asociación endófitica.

Revisiones recientes de la diversidad de metabolitos secundarios aislados de hongos endófitos enfatizan un rol ecológico favorable.¹³

Pruebas de interacción entre hongos y bacterias

Tabla 1

Resultados de ensayos de interacción. *Micelia sterilia* 1 (Hospedero *Baccharis latifolia*), *Micelia sterilia* 2 (Hospedero *Borreria laevis*), *Micelia sterilia* 3 (Hospedero *Baccharis obtusifolia*)

Aislados fúngicos	<i>Aspergillus niger</i>		<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
	I1%	I2%				
<i>Alternaria</i> sp.	17,86	36,95	+	+	+	+
<i>Alternaria-like</i>	26,78	17,37	+	+	+	+
<i>Phoma-like</i>	37,50	8,70	+	+	+	+
<i>Nigrospora</i> sp.	15,93	22,00	+	+	+	+
<i>Epicoccum-like</i>	25,00	21,00	+	+	+	+
<i>Micelia sterilia</i> 1	10,71	39,13	+	+	+	+
<i>Micelia sterilia</i> 2	15,85	25,87	-	-	-	-
<i>Micelia sterilia</i> 3	7,14	39,13	+	+	-	+
<i>Stilbacea</i>	32,14	21,74	+	+	+	+

13 R. Tan y W. Zou, "Endophytes: a Rich Source of Functional Metabolites", en *The Royal Society of Chemistry*, No.18, p. 448-459, 2001.

En la tabla 1 se presenta los resultados de la interacción antagonista de algunas de las cepas de hongos aislados frente a microorganismos patógenos (hongos y bacterias). El porcentaje de inhibición I₁, está referido a la inhibición del patógeno sobre la cepa ensayada y el porcentaje de inhibición I₂, está referido a la inhibición de la cepa sobre el patógeno.

- + significa que la cepa inhibe el crecimiento de la bacteria,
- la cepas bacterianas no crecieron.

En la fig. 10 se observa la inhibición de *K pneumoniae*, de parte de micelia sterilia 3 (hospedero *Baccharis obtusifolia*) y en la fig. 11 la inhibición de *E coli*, de parte de *Nigrospora* sp. Así mismo en las figs. 12 y 13 se observa el cultivo doble *Phoma-like* y *Alternaria-like* versus *Aspergillus niger* respectivamente.

Figura 10

Cultivo doble.
Inhibición de *K pneumoniae*
de parte de *Micelia sterilia 3*



Figura 11

Cultivo doble.
Inhibición de *E coli*
de parte de *Nigrospora* sp.



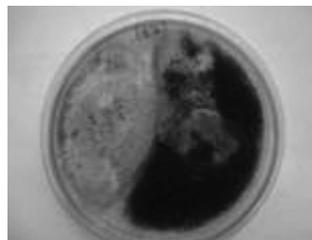
Figura 12

Cultivo doble.
Inhibición de *Aspergillus niger*
de parte de *phoma-like*



Figura 13

Cultivo doble.
Inhibición de *Aspergillus niger*
de parte de *Alternaria-like*



El potencial bioactivo de los hongos aislados es prometedor, pues la gran mayoría de las cepas testadas muestran propiedad antagonista positiva tanto con bacterias como también con *Aspergillus niger*. Principalmente las tres cepas que no han fructificado nombrados como *Micelia sterilia* y que han sido sometidas a los ensayos de inhibición, exhiben antagonismo positivo, siendo estos de interés potencial como posibles endófitos.

El grupo de micelios estériles aislados en este estudio podría ser un óptimo material biológico para investigaciones futuras. En primer lugar, será importante clasificarlos desde el punto de vista taxonómico, eventualmente utilizando medios de cultivo adecuados y con la ayuda de técnicas biomoleculares; en segundo lugar, direccionar la investigación sobre el análisis de los eventuales metabolitos secundarios que están en grado de dar a estos hongos el poder antagonista mostrado en este estudio.

Conclusiones

Micelia sterilia fue la cepa fúngica mayoritariamente aislada en las cuatro especies de plantas medicinales estudiadas, principalmente en *Borreria laevis* (Lam.) Grises, se encontró presente en todos los individuos muestreados.

Los géneros de *Alternaria* sp., fueron comúnmente aislados en *Baccharis latifolia* (Ruiz y Pav.) Pers., *Piper barbatum* Kunth y *Borreria laevis* (Lam.) Grises.

Los géneros *Phoma-like* y *Nigrospora* sp., además la familia de moniliales (*Stilbacea*), se aislaron de manera común en *Borreria laevis* (Lam.) Grises.

Los géneros *Zygomycetes-like*, *Aspergillus* sp. y los hongos *Coelomycetes*, se aislaron de forma común en *Piper barbatum* Kunth.

Epicoccum-like fue un género fúngico aislado tanto en *Borreria laevis* (Lam.) Grises, como también en *Piper barbatum* Kunth

Los resultados de los ensayos de bioactividad, mediante cultivo doble, evidencian que *Alternaria* sp., *Micelia sterilia* 1 (Hospedero *Baccharis latifolia*), *Micelia sterilia* 2 (Hospedero *Borreria laevis*) y *Micelia sterilia* 3 (hospedero *Baccharis obtusifolia*), muestran actividad antifúngica, aunque débil contra *Aspergillus Niger*.

La mayoría de las cepas fúngicas testadas muestran actividad antibacteriana, en contra de *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*.

El resultado más interesante se muestra en lo referente al *Micelio estéril 3* (hospedero *Baccharis obtusifolia*), pues éste muestra una marcada actividad antibacteriana, principalmente frente a *Klebsiella pneumoniae*.

Referencias bibliográficas

- Agary, O., F. Akinyosoye y F. Adetuyi, "Antagonistic Properties of Microorganistic Associated with Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Products", en *African Journal of Biotechnology*, vol. 4, No. 7, p. 627-632, 2005.
- Aguirre, Z., *Botánica austroecuatoriala*, Quito, Abya-Yala, 2002.
- Bills, G. F., "Isolation and Analysis of Endophytic Fungal Communities from Woody Plants", en S. C. Redlin y L. M. Carris, edit., *Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants*, Saint Paul, APS Press, 1996.
- Carroll, G., "Fungal Endophytes in Stems and Leaves: from Latent Pathogen to Mutualistic Symbiont", en *Ecology*, vol. 69, No. 1, p. 2-9, 1988.
- "The Biology of Endophytism in Plants with Particular Reference to Woody Perennials", en N. J. Fokema y J. Van den Heuvel, edit., *Microbiology of the Phyllosphere*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 205-222, 1986.
- Domsch, K. H., W. Gams y T. H. Anderson, *Compendium of Soil Fungi*, Londres, Academic Press, 1980.
- Espola, M., "Catastro de hongos endófitos miceliales en *Thrinax Morrisii* H. Wendl. en el bosque estatal de Susúa, Sabana Grande, Puerto Rico", tesis de grado, Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayagüez Mayagüez, 2005.
- Farr, D. F., et al., *Fungi on Plants and Plant Products in the United States*, Saint Paul, APS Press, 1995.
- French, E., y T. Hebert, *Métodos de investigación fitopatología*, San José, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1982.
- Malaspina, V., "Interazione in vitro tra micromiceti antartici e microrganismi batterici e fungini, ambientali e patogeni", tesis de grado, Dipartimento di Ecologia del Territorio e degli Ambienti Terrestre, Sezione di Micologia, Università degli Studi di Pavia, 2002.
- Ramírez, J., et al., "Actividad antagonica de hongos endófitos de plantas medicinales del Ecuador sobre bacterias patógenas", en *Boletín Micológico*, vol. 21, p. 49-53, 2006.

- Salgado, C., y M. Cerero, “Aislamiento de hongos endófitos en rosa (*Rosa hybrida*)”, en *Revista Iberoamericana de Micología*, vol. 22, Bogotá, p. 99-101, 2005.
- Schulz, B., *et al.*, “Endophytic Fungi: a Source of Novel Biologically Active Secondary Metabolites”, en *Mycological Research*, vol. 106, No. 9, p. 996-1.004, 2002.
- Sridhar, K., y N. Raviraja, “Endophytes: Crucial Issue”, en *Courrent Science*, vol. 69, No.7, p. 570-571, p. 1.995.
- Tan, R., y W. Zou, “Endophytes: a Rich Source of Functional Metabolites”, en *The Royal Society of Chemistry*, No.18, p. 448-459, 2001.
- Zaragoza, T., *et al.*, “Estudio entnomédico de las plantas de las provincias de Loja y Zamora-Chinchiipe”, en *Project PFN 0133: Bioactividad de aceites esenciales y extractos de plantas medicinales y aromáticas de la región sur del Ecuador*, Loja, FUNDACYT / Universidad Técnica Particular de Loja, 2003.

Estudio farmacognóstico de la calahuala (*Campyloneurum amphostenon*)

Patricia Layedra

Facultad de Ciencias

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

Resumen

Calaguala (*Campyloneurum amphostenon*) es una de las plantas utilizadas en la medicina tradicional andina para el tratamiento de varias enfermedades de carácter infeccioso e inflamatorio principalmente.

Se la emplea en infusión con otras plantas medicinales como la manzanilla, mashua y sangorache en forma oral y tópica. Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en nuestro país y es comercializada por la empresa de plantas medicinales Jambi Kiwua, de la ciudad de Riobamba.

Palabras clave: calaguala, *Campyloneurum amphostenon*, antiinflamatorio, antiinfeccioso, Jambi Kiwua.

Las plantas medicinales y sus derivados, han sido milenariamente utilizados por la medicina tradicional. Actualmente constituyen la materia prima para la elaboración de medicamentos, en la industria farmacéutica y herbal.

En los países iberoamericanos, la medicina tradicional y popular aún juega un papel muy importante en el cuidado de la salud.

En el Ecuador y en otros países de América del Sur se están llevando a cabo proyectos sobre recolección, uso y comercio de plantas medicinales.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar la toxicidad y la actividad antimicrobiana del extracto fluido de *Campyloneurum amphostenon* (calahuala), el cual viene siendo utilizado por la medicina tradicional de nuestro país.

Campyloneurum amphostenon ha sido confundida con otras especies y géneros como el *Niphyidium albopuntactisimum* y *Niphyidium*, que en ocasiones pueden inclusive resultar tóxicas.

Del mismo modo, a nivel de Latinoamérica, la calahuala pertenece a otras especies. En Guatemala corresponde al *Phlebodium decumanun*, y en Honduras a *Phlebodium aureum*, etc.

La clasificación botánica es la siguiente:

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Plantae	<i>Pteridophyta</i>	<i>Pteropsida</i>	<i>Filicales</i>	<i>Polypodiaceae</i>	<i>Campyloneurum</i>	<i>Amphostenon</i>

Fuente: <www.perunatural.es.fm>.

Es un helecho epífito u ocasionalmente terrestre. El rizoma es densamente escamoso, de color dorado a cobrizo. La planta en estado maduro mide aproximadamente 41 cm de alto, el ancho de sus hojas es de 1,2 a 1,6 cm. Los soros son de color verdes o cafés y están dispuestos en hileras. Por lo general se encuentran tres soros por cada fila. Su forma de reproducción es mediante siembra de raíces. Los rizomas se colectan en plena madurez.

Geográficamente, esta planta se cultiva entre los 500 y 4.000 msnm, en bosque húmedo montano y en suelo volcánico. Las provincias en donde se ha localizado son: Azuay, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Pichincha, Tungurahua y Morona Santiago.

Para este estudio se obtuvo la droga cruda de la empresa Jambi Kiwa, la misma que se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo. Dicha empresa es una organización que pretende mejorar el nivel de vida de las comunidades que laboran en ella, promover el cultivo orgánico y la capacitación en medicina natural.

Los usos etnomédicos de esta planta son variados y puede emplearse tanto en forma oral como tópica.

En forma oral se usa para limpieza de la sangre, mediante la decocción con valeriana y sangorache. Los chamanes la utilizan para tratar enfermedades de la próstata, preparando un jugo con mashua.

En forma tópica se utiliza la infusión para desinfección de heridas y tratamiento de inflamaciones. Para infecciones vaginales se utiliza mediante la infusión con manzanilla.

En el Perú se utiliza como astringente, para curar la tos y las enfermedades de los bronquios. Además es efectivo como hepático y depurativo.

Para el desarrollo de este trabajo se efectuaron estudios farmacognósticos, mediante la realización de pruebas macro y microscópicas, con los siguientes resultados: cenizas totales, 7,40%; cenizas solubles en agua, 2,75%; cenizas insolubles en ácido, 0,99%; humedad, 3,5% y pruebas de control microbiológico, las cuales sirven para establecer que la muestra seca de la planta en estudio cumple con los parámetros de control de calidad para droga cruda.

Posteriormente se elaboró el extracto fluido sobre el cual se hicieron las siguientes pruebas: pH: 5,3, índice de refracción, 1,3729; densidad, 1,004; sólidos totales, 1,4 y perfil cromatográfico. Todas estas determinaciones fueron realizadas mediante técnicas estandarizadas para productos fitofarmacéuticos.

Mediante el *screening* fitoquímico se evidenció la presencia de diferentes tipos de compuestos como: flavonoides, agrupamientos lactónicos, triterpenos, esteroides y taninos. Al cuantificar estos metabolitos obtuvimos un 2,32% de flavonoides y un 14,88% de taninos.

El análisis cromatográfico en capa fina concluyó que la planta presenta diferentes tipos de flavonoides. Estos compuestos le confieren propiedades depurativas, antimicrobianas, antiinflamatorias, entre otras. Pese a que el extracto resultó no presentar actividad antimicrobiana al ser probado con la técnica de Mitscher a concentraciones de 10, 100 y 1.000 ppm, a concentraciones superiores (10.000 ppm) se evidenció la actividad antimicrobiana frente a *Candida albicans* ATCC 10231 y a *Staphylococcus aureus* ATCC 13.709.

El extracto fluido de *C. amphostenon* presentó un CL₅₀ de 800,7 ppm frente a *Artemia* salina, considerándosele como un extracto de toxicidad relativamente baja.

La importancia de los cultivos orgánicos es vital para evitar que muchas especies de plantas medicinales desaparezcan. Si esto ocurre estaríamos per-

diendo el recurso fitogenético que por milenios ha constituido el acervo cultural sobre todo de los pueblos andinos.

Referencias bibliográficas

- Association of Official Analytical Chemists, *Bacteriological Analytical Manual*, Washington DC, AOAC International, 8a. ed., p. 5.01-5.20, 1995.
- Bustamante, F., *Manual sobre el uso de las plantas medicinales*, Managua, Isnaya, p. 212-216, 2002.
- Domínguez, X., *Cromatografía en papel y en capa delgada*, México DF, ELA, 1995.
- *Métodos de investigación fitoquímica*. México DF, Limusa, p. 161-173, 1999.
- Empresa de Producción y Comercialización de Plantas Medicinales Jambi-Kiwa, La magia de las plantas, Riobamba, s.e., s.f.
- Gatuso, M., y S. Gatuso, *Manual de procedimientos para el análisis de drogas en polvo*, Rosario, Universidad Nacional de Rosario, 1999.
- Holt, J., *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, Baltimore, Williams & Wilkins, 9a. ed., 1998.
- Játiva, C., *Texto básico de fitoquímica*, Riobamba, Escuela Politécnica de Chimborazo, 2000.
- Jorgensen, P., *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*, Missouri, Botanical Garden Press, 1999.
- Look, O., *Investigación fitoquímica*, Lima, Universidad Peruana Cayetano Heredia / Sociedad Química del Perú, p. 195-204, 1988.
- Memorias del Curso Internacional de Control de Calidad de Fitofármacos, CD-ROM, organizadores, Quito, 29 de marzo-2 de abril de 2003.
- Miranda, M., *Métodos de análisis de drogas y extractos*, La Habana, Universidad de La Habana, 1996.
- Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), *Directorio de la Red Iberoamericana de Productos Fitofarmacéuticos*, Antigua, CYTED, 2001.
- *Manual de técnicas de investigación, Subprograma X. Química Fina Farmacéutica*, Antigua, CYTED, 1995.
- Seminario-Taller sobre Estandarización de Extractos Vegetales y Garantía de Calidad de Productos Fitoterápicos, Cartagena de Indias, CYTED, 4-8 de agosto de 2004.

Valeriana decussata R & P, planta nativa para uso fitofarmacéutico

Susana Abdo

Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Ecuador

Leonor Andino y María Guzmán

Asociación de productoras de plantas medicinales Jambi Kiwa
Ecuador

Resumen

Valeriana decussata R & P es una especie nativa de los Andes. Se ha investigado sobre la propagación y reproducción en condiciones de cultivo orgánico. Se reproduce vegetativamente a partir de partes aéreas y específicamente de foliolos. Tiene un muy buen desarrollo en cultivo asociado con chocho y con maíz, prefiere suelos abonados. Desde el punto de vista fitoquímico, la *Valeriana decussata* cumple con los parámetros establecidos para la *Valeriana officinalis*. Tiene valepotriatos, pero no hay presencia de ácido valerénico y valerenal. Se ha evaluado farmacológicamente su actividad sedante en ratones, resultando efectiva. No presenta toxicidad.

Palabras clave: *Valeriana decussata* R & P, actividad sedante, toxicidad, reproducción vegetativa.

Introducción

Debido a que una de las enfermedades con mayor prevalencia en el Ecuador y en el mundo es el estrés,¹ la valeriana tiene gran demanda en el mer-

1 K. Leyton, "Enfermedades emocionales. La epidemia del siglo", en <<http://www.monografias.com/trabajos16/enfermedades-emocionales.shtml>>, 15 de agosto de 2004.

cado nacional e internacional. El uso tradicional de la valeriana, como inductora al sueño y tranquilizante, ha sido muy difundido entre los indígenas y campesinos del Ecuador. En el país existen treinta y cinco especies del género *Valerianaceae*, de las cuales nueve son endémicas.² En la provincia de Chimborazo existen dieciocho especies de valeriana, de las cuales la *Valeriana decussata* R & P es una de las más usadas.

A la *Valeriana decussata* se le atribuyen las mismas propiedades que a la *Valeriana officinalis*; es decir, uso oral para tratar afecciones nerviosas (agotamiento, convulsiones, epilepsia, histeria, insomnio, mareos, nerviosismo, neuralgia, neurastenia), reumatismo, infección renal, problemas cardíacos y afecciones digestivas.³ En la agricultura se recomienda el uso de las inflorescencias, como bioestimulantes y las hojas se usan para prevenir el ataque de insectos.⁴

La empresa Jambi Kiwa produce, transforma y comercializa plantas medicinales, aromáticas y especias. Está ubicada en Riobamba, provincia del Chimborazo. Incluye a más de 600 familias campesinas de 63 comunidades.⁵ El 80% de los socios son mujeres y sus huertos van desde los 400 hasta los 4.200 msnm. Esta empresa procesa *V. decussata* para las empresas productoras de fitofármacos. Hasta el momento la única fuente de provisión ha sido la recolección del rizoma de plantas silvestres, lo cual genera un impacto ambiental negativo, puesto que la recolección en forma desmedida desequilibra su disponibilidad y su potencial regenerativo, más cuando la parte utilizada medicinalmente es el rizoma y la recolección involucra a toda la planta.⁶

A través de este proyecto se han estudiado los métodos de propagación y reproducción en condiciones de cultivo orgánico, frente a plantas proveniente de generación espontánea. Se ha comprobado su eficacia y seguridad y se han establecido parámetros de calidad para su comercialización.

2 P. Moller et al., *Catálogo de las plantas vasculares de Ecuador*, Missouri, Botanical Garden Press, 1999.

3 A. Cáceres, *Plantas de uso medicinal en Guatemala*, Guatemala, Universidad de San Carlos, No. 1, 1996.

4 Rosendo Méndez, *Cultivos orgánicos. Su control biológico en plantas medicinales y aromáticas*, Bogotá, ECOE, 2006.

5 Jambi Kiwa, en <www.jambikiwa.org>.

6 A. Moscoso y V. Sandoya, *Estructura y composición poblacional de Valeriana decussata R&P en la Provincia de Chimborazo*, Quito, EcoCiencia, 2006.

Parte experimental

Agrotecnología

La investigación del componente agrotecnológico se realizó en la granja Santa Cruz, situada en la parroquia de Yaruquíes, al sudeste de la ciudad de Riobamba, donde funciona la planta procesadora de plantas medicinales de la Asociación de Productoras de Plantas Medicinales Jambi Kiwa. Se desarrolló mediante la aplicación de la metodología de los comités de investigación agrícola local (CIAL).⁷ Los CIAL siguen un proceso cíclico, que consta de las siguientes etapas:⁸

- Encuentro para motivar a los miembros de la asociación.
- Elección del comité.
- Reunión de diagnóstico.
- Reunión de planeación.
- Ejecución o montaje del ensayo de la investigación:
 - a) Ensayo de prueba. Se realizó en parcelas pequeñas, con diferentes tratamientos. Incluyendo un testigo local. La escala espacial fue de 5 surcos de 5 m con dos repeticiones.
 - b) De comprobación. Se ensayó en parcelas más amplias con el tratamiento que dio mejor resultado en el ensayo de prueba. Éste se realizó con 20 surcos repetidos 3 veces.
 - c) De multiplicación. El CIAL puede continuar con la producción a nivel comercial en el ensayo de multiplicación.
- Evaluación del ensayo.
- Análisis de resultados.
- Reunión de retroinformación a los miembros de la asociación.

La recolección del material vegetativo se realizó en el cerro de Yuibug, sector de Puela, cantón Penipe. En el desarrollo de la investigación se puso en práctica los principios de la agricultura ecológica, aplicando los métodos más importantes:⁹

7 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Comités de investigación agrícola local (CIAL), en <<http://www.enlacecial.org/sitio-web/comoinvestigan.html>>.

8 Comités de Investigación Agrícola Local, en <http://www.isnar.cgiar.org/shiip/pilot_es/Caso10.htm>.

9 José Luis Barbado, *Huertas orgánicas. Su empresa de huertos orgánicos*, Buenos Aires, Albatros, 2003.

1. Uso de abonos orgánicos: compost, humus de lombriz, abono verde y otros.
2. Asociación de cultivos.
3. Realización de tareas agrícolas en base a fases lunares apropiadas.
4. Solarización.
5. Control biológico.

La propagación de plántulas, el trasplante y replanteo se realizaron cinco días antes y cinco después de luna tierna, y las labores de deshierba, riego y abonaduras, en luna llena.

Análisis farmacognóstico y fitoquímico

Para la investigación del componente químico y farmacológico, se usó *Valeriana decussata* R & P de recolección silvestre mediante muestreo al azar, en los sectores de Puela, y Pucará, en los meses de enero y febrero de 2006. Se recolectaron los rizomas, los cuales fueron lavados, secados en estufa con aire circulante y luego triturados en molino de cuchillas, con una dimensión de muestra de 2 mm. La comprobación taxonómica se realizó en el herbario de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Métodos y técnicas

Para la identificación macro y micromorfológica se usó la metodología de tinción Gattuso,¹⁰ mediante cortes muy finos de las raíces, sometidos a tinción con safranina. Para el tamizaje fitoquímico se aplicaron técnicas apropiadas Miranda.¹¹ El análisis cromatográfico en capa delgada se realizó de acuerdo a Wagner¹² y de la USP 25-NF 20,¹³ en la monografía

10 M. Gattuso, *Manual de procedimientos para el análisis de drogas en polvo*, Rosario, Universidad Nacional de Rosario, 1999.

11 M. Miranda, *Métodos de análisis de drogas y extractos*, La Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos, 1996.

12 H. Wagner y Sabine Bladt, *Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas*, Munich, Springer, 2a. ed., 1996.

13 United States Pharmacopeia, *United States Pharmacopeia 25 and National Formulary 20*, Washington DC, United States Pharmacopeia, 2a. ed., 2002.

para *Valeriana officinalis*, para la investigación de valepotriatos y ácidos valerénicos mediante CCD.

Los análisis físicoquímicos –cenizas totales, solubles en agua e insolubles en ácido–, determinación de humedad y humedad residual, determinación de materias extrañas, determinación de sustancias extraíbles y cuantificación de aceite esencial, se llevaron a cabo según las metodologías descritas y las de la Real Farmacopea Española 2002 (RFE).¹⁴

Determinación de microorganismos contaminantes

Según las metodologías señaladas por la AOAC (1995).¹⁵ En droga cruda para número más probable de coliformes totales y coliformes fecales; conteo de aerobios mesófilos totales en placa; salmonella; conteo de mohos y levaduras en placa. Esto sirve para determinar si la droga está dentro de los límites establecidos.

Obtención de extractos

Se obtuvieron los extractos hexánico y cetónico por maceración. Para los extractos fluidos se utilizaron las técnicas de Miranda¹⁶ y Sharapin.¹⁷

Control de calidad

Según las metodologías de Miranda¹⁸ y la RFE,¹⁹ para determinar: pruebas organolépticas, pH, índice de refracción, densidad relativa y porcentaje

14 Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, *Real Farmacopea Española*, Madrid, Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios / Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2a. ed., 2002.

15 Association of Official Analytical Chemists, *Bacteriological Analytical Manual*, Washington DC, AOAC International, 8a. ed., 1995.

16 M. Miranda, *op. cit.*

17 N. Sharapin, *Fundamentos de tecnología fitoterapéuticos*, Bogotá, Convenio Andrés Bello / Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2000.

18 M. Miranda, *op. cit.*

19 Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, *op. cit.*

de sólidos totales. Para la investigación de valepotriatos Wagner²⁰ y la USP 25-NF 20,²¹

Cuantificación de marcadores químicos

Para el fitomedicamento se tomó como marcador químico a los flavonoides totales interpretados como porcentaje de quercetina, según la metodología descrita por Kostennikova y modificada por Méndez.²²

El análisis HPLC fue realizado por el método de Bos *et al.*²³ Para ácidos valeriánicos se tomó como referencia una muestra de extracto estandarizado que contiene 0,87% de ácidos valeriánicos de valeriana. Cada muestra se analizó por duplicado. Columna Waters Bondapack C18 de 300 x 30,2; bomba: Shimadzu LC-10Ai, detector: Shimadzu SPD-10Ai, 220 nm para detección de ácidos valeriánicos, autoinyector automático Shimadzu SIL-10AVi; volumen inyectado: 10 μ l; fase móvil: MeOH-H₂O (0,5% H₃PO₄, pH 2) 80:20; flujo: 1,5 ml/min.

Determinación de componentes volátiles

El análisis de compuestos volátiles fue realizado en seis muestras en el Centro de Investigación y Valoración de la Biodiversidad (CIVABI) de la Politécnica Salesiana en Quito.

Pruebas farmacológicas

Actividad sedante

La prueba de actividad sedante se testó en extracto fluido (extracto hidroalcohólico) y en un extracto cetónico blando de *Valeriana decussata*, extracto seco de *V. officinalis*, usando como referencia el diazepam.

20 H. Wagner y S. Bladt, *op. cit.*

21 United States Pharmacopeia, *op. cit.*

22 Y. Gutiérrez *et al.*, "Validación de 2 métodos espectrofotométricos para la cuantificación de taninos y flavonoides (quercetina) en *Psidium guayaba*, L.", en *Revista Cubana de Farmacia*, vol. 34, No. 1, p. 50-55, 2000.

23 T. Waszkuc, Marked compounds in Herbal Extract: Valerian (*Valeriana officinalis*), en NOW, 2005.

Procedimiento experimental

Este ensayo fue conducido en ratones con miras a determinar el efecto sedante del extracto a investigar, empleando para ello la vía intraperitoneal, por cuanto la técnica de evaluación de la actividad farmacológica de plantas medicinales así lo estipula.²⁴ Cada ratón de los grupos a experimentar fue sometido a las pruebas antes y después de la administración de las muestras a investigar. Esto permitió obtener valores referentes de las condiciones y características basales propias de cada ratón, para establecer valores de comparación con y sin los diferentes extractos administrados.

Dosis utilizada en el ensayo

En este estudio se trabajó con la dosis intraperitoneal de 100 mg/kg de peso del extracto fluido de *Valeriana decussata*, extracto cetónico y extracto seco de *Valeriana officinalis*. Las muestras fueron disueltas en agua empleando ultrasonido.

La vía de administración fue la intraperitoneal. Como referente para la evaluación de la actividad y comportamiento motor especialmente en roedores, se emplean sustancias con propiedades ansiolíticas, hipnosedativas y anti-convulsivantes como el diazepam, en dosis intraperitoneales de 0,5 mg/kg de peso.²⁵

Modelo animal

El ensayo se realizó en una especie roedora (ratones suizos albinos adultos), con 6 animales por grupo, con un peso medio de 28 g ($\pm 20\%$ de éste) procedentes del bioterio de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, los cuales se encontraban aptos para realizar el estudio propuesto.

Los animales fueron mantenidos en condiciones de cuarentena y aclimatación por un período de cinco días. El acceso al agua y comida fue *ad*

24 CYTED, *Manual de técnicas de investigación. Subprograma X. Química Fina Farmacéutica*, San José, CYTED, 1995.

25 *Ibid.*

libitum. Los animales fueron distribuidos de forma aleatoria dentro de los diferentes grupos.

1. Agua bidestilada.
 2. Diazepam.
 3. Extracto fluido de *Valeriana decussata*.
 4. Extracto seco de *Valeriana officinalis*.
 5. Extracto blando cetónico de *Valeriana decussata*.
- a. *Test de curiosidad*. Este test permite observar la disminución de la reacción inicial de la exploración que tiene un animal al ser colocado en un recinto nuevo. 30 minutos después de la inyección intraperitoneal de las correspondientes dosis de control –productos patrones o productos de ensayo a lotes de seis ratones machos– se colocan éstos en una placa cuadrada de 40 x 40 cm, provista de 16 agujeros y se anota durante cinco minutos el número de veces que introducen la cabeza en uno de los orificios.
- b. *Test de incapacitación motriz*. Test de la chimenea. Se usan lotes de 6 ratones machos, a los que se les administra por vía intraperitoneal 5 mg/kg de suero fisiológico. A los 40-70 minutos después de la administración, se utiliza la prueba, anotándose el tiempo que tardan en subir marcha atrás por el tubo de vidrio, el cual tiene una marca a 20 cm de uno de los extremos y cuyo diámetro varía según el peso del ratón (22 mm para un ratón de 15 a 18 g, y 28 mm para un ratón de peso comprendido entre 20 y 30 g).
- c. *Ensayo de la actividad exploratoria*. El test *open field* o campo abierto, que investiga el nivel de actividad exploratoria del lote de animales en estudio. Este ensayo permite una evaluación de la actividad estimulante o depresora de un principio activo, pudiendo aún indicar actividades más específicas como la ansiolítica. La prueba se la realiza durante cinco minutos, con iluminación del recinto cerrado y en total silencio. Se registra el comportamiento del animal al contabilizar el cruce de los cuadros que en el piso se encuentran pintados, aparte de establecer los períodos que puede permanecer inmóvil en determinado lugar.

Estadística

Los porcentajes de actividad sedante fueron calculados a partir de las diferencias de comportamiento entre los ratones tratados con extractos. Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) a valores de $P < 0,05$ en una sola dirección.

Prueba de toxicidad aguda en ratones

En el estudio toxicológico, siendo la DL_{50} del extracto de la raíz de *Valeriana officinalis* en ratones por vía intraperitoneal de 30 mg/kg peso citado por Alonso,²⁶ se realizaron ensayos con el extracto de *Valeriana decussata* con dosis crecientes de hasta 400 mg/kg peso en seis ratones de ambos sexos, no consanguíneos, de 30-50 días de edad, con pesos de entre 20-30 g, dejándolos en ayunas por 24 horas con agua *ad libitum* y mantenidos a temperatura constante entre 18 y 20 °C. Los animales fueron mantenidos en condiciones de cuarentena y aclimatación durante cinco días.

Después de la administración se realizaron las observaciones y se registraron sistemáticamente en el récord individual para cada animal. Al final del ensayo se procedió a sacrificar los animales, empleando para ello una atmósfera saturada de éter, para investigar si existen cambios en los órganos internos.

Resultados

Agrotecnología

De acuerdo a la experiencia de las socias de Jambi Kiwa, de las investigadoras del proyecto aplicando la metodología CIAL y de la información obtenida a través de estudios en las zonas de recolección de *Valeriana decussata*,²⁷ se conoció que la multiplicación vegetativa se puede realizar a través de las partes aéreas, de modo diferente a la reproducción reportada para *Valeriana officinalis*²⁸ y otras valerianas,²⁹ que se indica a través de divisiones de raíces.

26 Jorge Alonso, *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos*, Rosario, Corpus, 2004.

27 A. Moscoso y V. Sandoya, *op. cit.*

28 F. Muñoz, *Plantas medicinales y aromáticas. Estudio, cultivo y procesado*, Madrid, Mundi Prensa, 1987.

29 Sara Antonio, "Valeriana mexicana planta que vale", en *Teorema Ambiental*, No. 61, México, 2006.

En los ensayos de reproducción vegetativa empleando foliolos y ramas con tres a cinco nudos, se observa un mejor prendimiento con los foliolos, tanto en el ensayo de prueba como en el de comprobación de acuerdo a la metodología CIAL como se observa a continuación.

Tabla 1

Porcentajes de mortalidad de plántulas en reproducción vegetativa de *V. decussata* en semillero, a partir de foliolos y ramitas con tres a cinco nudos

Reproducción vegetativa Parte de la planta	Ensayo de prueba % mortalidad	Ensayo de comprobación % mortalidad
Foliolos	0,9	15,5
Ramas con 3 a 5 nudos	2,1	29,0

La reproducción de valeriana a través de las partes aéreas (foliolos y ramitas) presenta varias ventajas respecto a la reproducción a través de raíces:

1. Se verifica una excelente capacidad reproductiva.
2. Al originarse los foliolos y ramitas de una misma planta, existe uniformidad genética.
3. Una planta en estado juvenil y maduro puede producir alrededor de 50 a 95 foliolos, por lo tanto es altamente reproductiva.
4. Al ser los foliolos y las ramitas de la parte aérea de la planta, se los puede utilizar al hacer podas sin esperar a cosechar el rizoma de la planta.

El ensayo de prueba en sitio definitivo de cultivo de *V. decussata* –sola y en asociación con chocho, maíz, arveja y sangorache– confirman que el mejor resultado se da en la asociación con chocho: sobre 73 plantas, no hay mortalidad. Por otro lado, las plantas crecen muy fuertes, debido a la simbiosis con los microorganismos fijadores de nitrógeno que tienen las leguminosas, en éste caso el chocho. Sin embargo, con la arveja –que es otra leguminosa– no se verifica un buen crecimiento y el porcentaje de mortalidad (48%) es bastante alto. Esto permite asegurar que entre las plantas también existen afinidades y que la valeriana tiene afinidad con el chocho y no con la arveja.

Tabla 2
Ensayo de prueba en sitio definitivo

Asociaciones	Total de plantas	Número de plantas prendidas	Porcentaje de mortalidad
Valeriana sola	50	43	16,0
Valeriana-sangorache	98	49	50,0
Valeriana-chochos	73	73	0,0
Valeriana-arveja	98	48	51,0
Valeriana-maíz	79	74	6,7
Total plantas	398	287	29,7

De igual manera, podríamos analizar el comportamiento de la valeriana asociada con dos cereales: maíz y sangorache (este último, pseudocereal para algunos autores). Asociada con maíz, el crecimiento de la valeriana es bastante bueno –6,4% de mortalidad–, mientras que con sangorache, la mortalidad es del 50% y bajo crecimiento. Existen plantas con efecto alelopático sobre otras,³⁰ como la arveja y el sangorache sobre la valeriana.

La valeriana que se cultivó sola –en calidad de testigo– presenta un buen desarrollo de las partes aéreas, pero no genera un buen crecimiento de los rizomas. Esto puede deberse al tipo de suelo o por estar cultivada bajo árboles de chisniay, generando mayor crecimiento de su parte aérea por competencia por la luz, disminuyendo el crecimiento de los rizomas.

El lote de comprobación de valeriana con chocho que fue sembrado en octubre de 2006, presenta el 83,8% de prendimiento en relación al 100% en el ensayo de prueba y todavía no se tienen evaluaciones sobre las plantas, dado que el período de crecimiento es aún corto.

La *Valeriana decussata* floreció a partir de los primeros meses de cultivada; inclusive en fase de reproducción de plántulas, presenta inflorescencias y ha permanecido así durante todo el cultivo en *Valeriana officinalis*. Los genotipos que florecen a partir del primer año agotan la reserva de las raíces y provoca disminución considerable de los rendimientos. Para la multiplicación de la especie éstos deben ser eliminados. En esta experiencia no

30 Jambi Kiwa, *op. cit.*

se han eliminado ya que se está determinando las prácticas agrícolas para el mejor cultivo. En siguientes fases se deben investigar otros parámetros para la optimización de la producción de *Valeriana decussata*.

Farmacognosia y fitoquímica

La *Valeriana decussata*, en comparación con los datos reportados para la *Valeriana officinalis*, presenta semejanzas macromorfológicas y micro-morfológicas, pero se diferencian entre sí, por la forma de sus células y la disposición de sus estructuras. *V. officinalis* presenta una exodermis o una simple capa de células poligonales con paredes suberificadas, mientras que *V. decussata* presenta la exodermis con células poligonales.

Al determinar los parámetros fisicoquímicos en *Valeriana decussata* se han obtenido: cenizas totales entre 7,2 y 9,2%; cenizas insolubles en ácido entre 0,65 y 2,11%; cenizas solubles en agua entre 6,51 y 5,2; sustancias extraíbles 28,3 y 27,3%, encontrándose dentro de los parámetros aceptables según las exigencias para *V. officinalis*.^{31, 32} Mediante el tamizaje fitoquímico se determinó que en *V. decussata* los grupos fitoquímicos más abundantes son: aceites esenciales, alcaloides, lactonas, cumarinas, triterpenos esteroidales, azúcares reductores y compuestos fenólicos en general, particularmente flavonoides.

Por medio de cromatografía en capa delgada (CCD), en los extractos de *V. decussata* comparados con el extracto seco estandarizado de *V. officinalis*, se ha demostrado que contiene valepotriatos en alta concentración. La presencia de ácido *isovalerénico alil éster* como componente predominante, confirma que al igual que otras valerianas de América –como *Valeriana edulis* Nutt. y *Valeriana mexicana* DC– contienen de 4 a 7% de valepotriatos y cuya fracción arrastrable por corriente de vapor de agua está constituida casi exclusivamente por productos de descomposición de valepotriatos (ácido isovalerénico) y de hidrocarburos sesquiterpénicos.³³ La *Valeriana decussata* presenta una alta concentración de valepotriatos, particularmente valtrato/isovaltrato, que fueron detectados por CCD. El componente predominante en la fracción volátil de *Valeriana decussata* –analizado por gas-masa– es el ácido

31 United States Pharmacopeia, *op. cit.*

32 Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, *op. cit.*

33 F. Muñoz, *op. cit.*

isovalerénico alil éster, que es uno de los responsables del olor característico de la valeriana, como producto de descomposición de valepotriatos.³⁴

Los análisis por CCD y HPLC indican que el ácido valerénico y valeranal están ausentes en *V. decussata*. Éstos son exclusivos de *V. officinalis*, razón por la cual son utilizados por la USP, el Analytical, Quality Control, and Therapeutic Monograph, el American Herbal Pharmacopoeia and Therapeutic Compendium, la British Pharmacopoeia, REAL Farmacopea Española entre otros, como los marcadores químicos de autenticación y estandarización de esa droga y los productos elaborados a base de la misma.

El aceite esencial varía entre 1,4 y 0,55%; el contenido de flavonoides totales en los extractos fluidos varía entre 1,74 y 1,65%. La valeriana contiene flavonoides la 6- metil apigenina, la hespiridina y la linimarina que si bien no son inductores del sueño, aumentan fuertemente la actividad hipnótica y producen potenciación de los efectos sedantes de los compuestos diazepínicos.³⁵

Se confirmó que la *Valeriana decussata R & P* es una especie promisoriosa por su alto contenido de valtrato, isovaltrato y alto porcentaje de flavonoides.

Farmacología

La prueba de actividad sedante se realizó sobre ratones, a dosis de 100 mg/kg de peso en extracto fluido y extracto cetónico blando de *Valeriana decussata*, con la finalidad de comparar el efecto de los compuestos menos polares con los más polares presentes en valeriana. A su vez, comparar el efecto sedante de *V. decussata* en relación a un extracto seco de *V. officinalis*, usando como referencia el diazepam.

Para la actividad sedante se aplicaron los test de disminución de la curiosidad, actividad exploratoria y el de la disminución de la actividad motriz. Los resultados en las tres pruebas son muy similares, siendo el extracto blando cetónico de *Valeriana decussata*, el más activo y muy próximo al extracto seco de *Valeriana officinalis* y, en tercer lugar, el extracto fluido de *Valeriana decussata*, como se puede observar en la tabla 3.

34 J. Bruneton, *Farmacognosia, fitoquímica, plantas medicinales*, Zaragoza, Acribia, p. 587-592, 2001 [1995].

35 F. Muñoz, *op. cit.*

El extracto blando cetónico presenta más actividad sedante que el extracto fluido, esto puede deberse a que en ésta extracción –por ser menos polar– se obtiene una mayor concentración de valepotriatos y de ácidos valerénicos que en el extracto fluido (en éste tienden a degradarse), y éstos son parte del grupo de compuestos que poseen dicha actividad.

El conjunto de principios activos (aceite esencial, valepotriatos y sus productos de descomposición, ácidos valerénicos y secundariamente los alcaloides y flavonoides) serían los responsables del efecto sedante de la valeriana, dándose un efecto sinérgico, sin descartar la participación de otros compuestos que no se hayan aún identificado.³⁶

Tabla 3

Diferencia en la respuesta de los ratones antes y después de la aplicación de los extractos por vía peritoneal

Tratamiento	Dosis mg/kg	Test de curiosidad motriz	Test de incapacidad exploratoria*	Test de actividad
Agua bidestilada	-	-3,00 W 2,61	-0,30 W 2,28	4,50 W 20,42
Diazepam	0,35	5,83 W 4,22	-1,18 W 1,95	21,17 W 18,12
Extracto fluido de				
<i>Valeriana decussata</i>	100	5,17 W 7,00	1,58 W 5,41	14,33 W 17,24
Extracto blando				
cetónico de <i>Valeriana</i>				
<i>decussata</i>	100	12 W 6,32	10,28 W 12,22	27,33 W 18,40
Extracto seco de				
<i>Valeriana officinalis</i>	100	14,33 W 5,99	9,50 W 12,94	22,83 W 21,54

* Valores promedio de la diferencia de medidas con y sin tratamiento con extractos.

W Desviación estándar; $P < 0,05$

La *Valeriana decussata* es una planta nativa que se ha venido utilizando por siglos. De nuestra parte hemos realizado pruebas de toxicidad aguda en ratones a dosis de hasta 400 g/kg de peso, sin que se observe ninguna manifestación adversa.

La *Valeriana decussata* se comporta de manera similar a la *Valeriana officinalis*, la misma que está en lista GRAS de la FDA reconocida como segura y su uso está aprobado en la industria alimenticia de EUA³⁷ y Argentina.³⁸

Conclusiones

Las zonas de Pucará, Licto y Puela –puntos de crecimiento espontáneo de valeriana– son continuamente afectados por los recolectores.

Se determinó que la mejor manera de reproducción vegetativa de la *Valeriana decussata* es a través de las partes aéreas, específicamente de los folíolos.

La valeriana para su cultivo se debe asociar con chocho o con maíz porque son las combinaciones que elevan la productividad de los rizomas de *Valeriana decussata*. No se deben asociar con arveja ni con sangorache porque el prendimiento y el desarrollo de los rizomas son bajos.

La metodología CIAL a través de los ensayos de prueba, de comprobación y multiplicación es muy efectiva para tomar la decisión de cómo cultivar adecuadamente *Valeriana decussata*, además que ha permitido involucrar directamente como investigadoras a un grupo de socias de Jambi Kiwa, para lograr capacidades locales para reproducir la experiencia con la demás socias.

Mediante los ensayos fitoquímicos realizados para *V. decussata* se encontró que cumple con los parámetros de calidad establecidos para *Valeriana officinalis* tal como lo exigen las normativas nacionales e internacionales para facilitar su utilización y comercialización. No contiene ácido valerénico ni valerenal que son compuestos que se les atribuye parte de la actividad biológica, pero sí están presentes valepotriatos valtrato/isovaltrato que son compuestos activos; se confirmó la presencia de flavonoides y alcaloides que también participan en la inducción del sueño.

Los resultados de actividad sedante para *Valeriana decussata* R & P en general se interpretan como positivos en cada una de las pruebas realizadas; siendo un poco más evidente en el extracto cetónico. No presenta toxicidad

37 United States Pharmacopeia, *op. cit.*

38 Jorge Alonso, *op. cit.*

en ratones a concentración de 400 mg/kg suministrado por vía intraperitoneal (según está reportada la toxicidad de *Valeriana officinalis*).

Referencias bibliográficas

- Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, *Real Farmacopea Española*, Madrid, Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios / Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2a. ed., 2002.
- Alonso, Jorge, *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos*, Rosario, Corpus, 2004.
- Antonio, Sara, “Valeriana mexicana planta que vale”, en *Teorema Ambiental*, No. 61, México, 2006.
- Association of Official Analytical Chemists, *Bacteriological Analytical Manual*, Washington DC, AOAC International, 8a. ed., 1995.
- Barbado, José Luis, *Huertas orgánicas. Su empresa de huertos orgánicos*, Buenos Aires, Albatros, 2003.
- Bruneton, J., *Farmacognosia, fitoquímica, plantas medicinales*, Zaragoza, Acribia, p. 587-592, 2001 [1995].
- Cáceres, A., *Plantas de uso medicinal en Guatemala*, Guatemala, Universidad de San Carlos, No. 1, 1996.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Comités de investigación agrícola local (CIAL), en <<http://www.enlacecial.org/sitio-web/comoinvestigan.html>>.
- Comités de Investigación Agrícola Local, en <http://www.isnar.cgiar.org/shiip/pilot_es/Caso10.htm>.
- CYTED, *Manual de técnicas de investigación. Subprograma X. Química Fina Farmacéutica*, San José, CYTED, 1995.
- Gattuso, M., *Manual de procedimientos para el análisis de drogas en polvo*, Rosario, Universidad Nacional de Rosario, 1999.
- Gutiérrez, Y., *et al.*, “Validación de 2 métodos espectrofotométricos para la cuantificación de taninos y flavonoides (quercetina) en *Psidium guayaba*, L.”, en *Revista Cubana de Farmacia*, vol. 34, No. 1, p. 50-55, 2000.
- Jambi Kiwa, en <www.jambikiwa.org>.
- Leyton, K., “Enfermedades emocionales. La epidemia del siglo”, en <<http://www.monografias.com/trabajos16/enfermedades-emocionales.shtml>>, 15 de agosto de 2004.
- Méndez, Rosendo, *Cultivos orgánicos. Su control biológico en plantas medicinales y aromáticas*, Bogotá, ECOE, 2006.

- Miranda, M., *Métodos de análisis de drogas y extractos*, La Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos, 1996.
- Moller, P., et al., *Catálogo de las plantas vasculares de Ecuador*, Missouri, Botanical Garden Press, 1999.
- Moscoso, A., y V. Sandoya, *Estructura y composición poblacional de Valeriana decussata R & P en la Provincia de Chimborazo*, Quito, EcoCiencia, 2006.
- Muñoz, F., *Plantas medicinales y aromáticas. Estudio, cultivo y procesado*, Madrid, Mundi Prensa, 1987.
- Sharapin, N., *Fundamentos de tecnología fitoterapéuticos*, Bogotá, Convenio Andrés Bello / Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2000.
- United States Pharmacopeia, *United States Pharmacopeia 25 and National Formulary 20*, Washington DC, United States Pharmacopeia, 2a. ed., 2002.
- Wagner, H., y Sabine Bladt, *Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromathography Atlas*, Munich, Springer, 2a. ed., 1996.
- Waszkuc, T., Marked compounds in Herbal Extract: Valerian (*Valeriana officinalis*), en NOW, 2005.

ANEXOS

Resolución del Consejo Superior de la Universidad Andina concediendo el grado de Doctor Honoris Causa al Doctor Plutarco Naranjo

RESOLUCIÓN C. S. Extraordinario: I N° 02 /06

EL CONSEJO SUPERIOR
DE LA UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR

Considerando

Que el Comité de Coordinación Académica de la Sede Ecuador de esta Universidad ha solicitado en forma unánime la designación del Dr. Plutarco Naranjo Vargas como Doctor Honoris Causa y Profesor Emérito de la institución;

Que el doctor Naranjo es uno de los más eminentes científicos del Ecuador, reconocido internacionalmente como investigador médico en el campo de los estudios sobre alergias, nutrición y salud pública; y que ha desempeñado con lucimiento las funciones de profesor universitario, Presidente de la Academia de Medicina, Director Médico del Seguro Social y Ministro de Salud Pública;

Que ha desarrollado importantes investigaciones sobre Historia del Ecuador y de América Andina, por lo que ha sido designado Director de la Academia Nacional de Historia, y que también se ha destacado como un defensor de la democracia y de los sectores más pobres del país y del continente;

Que el Dr. Naranjo es uno de los autores ecuatorianos con mayor producción bibliográfica no sólo en temas especializados de Medicina, sino, también, en Historia, Antropología y otros Estudios Sociales, sus libros son referentes científicos reconocidos en el ámbito internacional; su labor en el campo del periodismo, que se ha extendido por más de seis décadas, lo señalan como un autor que ha merecido su incorporación a la Academia Ecuatoriana de la Lengua;

Que fue uno de los profesores fundadores de la Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, y que a ella ha entregado sus mejores esfuerzos durante los pasados quince años como Director del Área de Salud, profesor principal y autor de varios libros, y que, además, ha donado a la institución valiosas publicaciones, materiales para la hemeroteca y una colección de obras de arte;

Que varias instituciones del Ecuador, de América y Europa le han otorgado ya la más altas distinciones académicas y profesionales, como reconocimiento a su inmensa labor profesional y humanista.

Resuelve

Artículo primero. En atención a sus elevados méritos profesionales y académicos, a su reconocida calidad humana, y a la contribución que ha hecho al nacimiento y desarrollo de la Universidad Andina Simón Bolívar; conceder el grado de DOCTOR HONORIS CAUSA al profesor PLUTARCO NARANJO VARGAS.

Artículo segundo. Al mismo tiempo, como corresponde a los miembros más destacados de la planta académica de la institución, designarlo PROFESOR EMÉRITO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLIVAR.

Artículo tercero. Establecer que el acto de entrega de las mencionadas distinciones se realice en la Sede Ecuador de la universidad durante el primer semestre del año 2007, en el marco de un evento internacional que tendrá lugar en su homenaje. Este congreso, este evento que llevará el nombre de Plutarco Naranjo, deberá realizarse periódicamente como un tributo a su calidad científica y compromiso con la institución.

Artículo cuarto. Disponer que el retrato del Dr. Plutarco Naranjo Vargas sea descubierto en el Área de Salud de la Universidad y que sus obras más importantes sean publicadas por la Sede Ecuador.

Es dada en la ciudad de Quito, Ecuador, al 15 de diciembre de 2006.

Dr. Ernesto Albán Gómez
Presidente del
Consejo Superior

Dr. Julio Garret Aillón
Rector

Dr. Joaquín Hurtado Muñoz
Miembro Consejo Superior
República de Bolivia

Dr. Gustavo Jalkh
Miembro Consejo Superior
República de Ecuador

Dr. Luis Fernando Duque
Miembro Consejo Superior
República de Colombia

Dr. Héctor Navarro
Miembro Consejo Superior
República de Venezuela

Lic. Jaime Barrón
Rector Universidad de
San Francisco Xavier de Chuquisaca

Otorgamiento de grado de Doctor Honoris Causa de la Universidad Andina Simón Bolívar

Por cuanto el profesor

PLUTARCO NARANJO VARGAS

Se ha destacado como uno de los más importantes científicos e investigadores del Ecuador y la Comunidad Andina, como un prestigioso defensor de la democracia, y como uno de los fundadores de la Sede Ecuador, a la cual ha servido por quince años, le concede el grado de

DOCTOR HONORIS CAUSA

Con todas las prerrogativas que a esta distinción corresponden, recomendando su nombre a la comunidad universitaria como ejemplo de académico y patriota.

Es dado en Quito a los catorce días del mes de diciembre de dos mil seis.

Ernesto Albán Gómez
Presidente del Consejo Superior

Julio Garret Aillón
Rector

Enrique Ayala Mora
Rector de la Sede Ecuador

Virginia Alta Perugachi
Secretaria General
de la Sede Ecuador

Adhesión del Parlamento Andino al reconocimiento de la Universidad Andina Simón Bolívar

DECISIÓN No. 1182

ADHIRIÉNDOSE AL RECONOCIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR AL DOCTOR PLUTARCO NARANJO

El Parlamento Andino en el marco de las sesiones reglamentarias del mes de mayo de su XXX periodo ordinario de sesiones, celebrado en la ciudad de Bogotá, República de Colombia, durante los días 27, 28, 29 y 30 de mayo de 2007

Considerando

Que el doctor Plutarco Naranjo Vargas es uno de los más destacados académicos e investigadores del Ecuador, con un currículo de servicios, sobre todo en las áreas de la investigación especializada, la salud pública y la historiografía;

Que la Universidad Andina Simón Bolívar ha conferido al doctor Naranjo el grado de Doctor Honoris Causa, como reconocimiento a sus altos méritos y servicio a la comunidad;

Por los considerando antes expuestos, el Parlamento Andino constituido en Su Plenaria; en uso de sus atribuciones y de conformidad con lo previsto en el Reglamento General,

Decide

Artículo primero. Rendir homenaje al doctor Plutarco Naranjo Vargas, reconociendo los grandes aportes científicos, académicos y profesionales al desarrollo del Ecuador y a la causa de la integración de nuestros pueblos.

Artículo segundo. Hacer público este homenaje, con oportunidad de que la Universidad Andina Simón Bolívar ha conferido al doctor Naranjo Vargas el Doctorado Honoris Causa.

Notifíquese y publíquese.

Dado y firmado en la ciudad de Bogotá, República de Colombia a los treinta días del mes de mayo de 2007.

Luis Fernando Duque García
Presidente
Parlamento Andino

Rubén Vélez Núñez
Secretario General
Parlamento Andino

Discurso del Doctor Enrique Ayala Mora pronunciado en el homenaje al Doctor Plutarco Naranjo

Nuestra casa de estudios se junta esta tarde para rendir homenaje a uno de los más ilustres ecuatorianos que ha sido también baluarte de su nacimiento institucional y de su trayectoria académica. Estamos aquí congregados para hacer pública entrega de los títulos de Doctor Honoris Causa y Profesor Emérito de la Universidad Andina Simón Bolívar, a Plutarco Naranjo Vargas.

En casos como éstos, los oradores suelen comenzar declarando lo difícil que resulta referirse a la vida y a la contribución intelectual de un hombre profundo y multifacético. Por mi parte, confieso lo contrario. Nada más fácil que hablar de Plutarco Naranjo. Su trayectoria y su obra están a la vista de todos y destacarlas no significa ningún esfuerzo. Quizá la única dificultad reside en poner en orden el inmenso cúmulo de aportes y merecimientos. Por ello, en estas palabras introductorias que la universidad me ha encomendado pronunciar en este acto, renuncio de entrada a leer su *curriculum vitae* –tan rico como diverso– para limitarme a destacar los grandes motivos que hoy nos congregan.

En un país en donde la investigación científica es tan pobre y reducida, la obra de un verdadero científico se destaca con mayor nitidez. Plutarco Naranjo asumió su vocación de investigador en sus tiempos de universitario y la ha mantenido hasta el presente, por más de cincuenta años. Fue pionero de las investigaciones sobre alergias en nuestro medio y sus aportes han sido ampliamente reconocidos en el país y en varios continentes. Hasta hoy trabaja cotidianamente en su instituto especializado, el más importante del país y uno de los más destacados de América Latina. A lo dicho hay que añadir sus originales estudios sobre nutrición y alimentación, los que han revalorizado nuestros productos andinos y nuestras comidas tradicionales. Y no podemos dejar de recordar que ha sido también uno de los pioneros –y más sólidos promotores– del desarrollo de la farmacología y de las medicinas alternativas. Hoy, por ejemplo, en buena parte gracias a sus aportes, el ejercicio de la salud indígena ya no se considera brujería, sino un derecho de los pueblos, una inmensa fuente de conocimiento y un patrimonio de la nación toda.

Plutarco Naranjo es reconocido como un intelectual sólido y prolífico. Fue profesor de la Universidad Central y de numerosos centros académicos del exterior. Ha sido presidente de la Academia Ecuatoriana de Medicina, de las asociaciones latinoamericanas de Alergología y Farmacología. Es miembro de número de la Academia de Ciencias de Nueva York y miembro activo y honorario de numerosas corporaciones del país, de América y de Europa. Su actividad académica ha rebasado el campo de la medicina. Es también uno de los más destacados investigadores históricos del Ecuador y llegó a ser director de la Academia Nacional de Historia.

Ha sido galardonado con numerosos premios, entre ellos el Eugenio Espejo, que confiere el Ecuador a sus intelectuales más destacados.

Su obra bibliográfica es inmensa. Ha publicado más de 30 libros de autoría individual y otros tantos como coautor. Tiene más de 500 publicaciones científicas en libros colectivos y revistas nacionales y extranjeras. Sólo esta universidad cuenta en su catálogo con 6 libros de Plutarco Naranjo. Este día, como parte de nuestro homenaje, se presenta una nueva edición de *Saber alimentarse*, una obra de divulgación que, precisamente por su sencillez, llega a un inmenso universo de lectores no especializados y es ya parte de nuestro más rico patrimonio nacional. En unos meses se lanzará al público una gran publicación que rescata una visión integral de ese gigante americano que fue Eugenio Espejo, promovida –entre otros colegas– por Plutarco,

Pero Plutarco Naranjo no se ha circunscrito solamente a la investigación. Es un médico en pleno ejercicio, que ha combinado la consulta cotidiana con el servicio público. ¿Cuántas personas del país y del exterior le deben su salud?. ¿Cuántas le agradecen por un diagnóstico acertado y un tratamiento exitoso? Imposible conocerlo. Quizás ni el mismo lo sepa. Indiscutiblemente son muchísimas. En el trabajo administrativo, fue director del Seguro Social, en los tiempos más notables de ese servicio y llegó a ejercer el Ministerio de Salud Pública, con cuatro años de record de permanencia y calidad de trabajo. En el ámbito internacional, ha sido presidente del Comité Ejecutivo de la Organización Panamericana de la Salud y de la Cuadragésima Tercera Reunión Mundial de la Salud. Fue también embajador del Ecuador en la Unión Soviética, Polonia y la República Democrática Alemana.

Plutarco Naranjo no ha sido un trabajador desatendido decon la realidad del país y del continente. Al contrario. Es, en toda la extensión de la palabra, un intelectual comprometido. Su primer compromiso fue con Ambato, su ciudad natal. Ha realizado numerosas contribuciones para rescatar sus raíces y sus valores humanos más relevantes. Su vida la ha consagrado a la defensa de la libertad y del laicismo. A él le debemos ingentes esfuerzos por divulgar la obra de Eugenio Espejo y los anhelos libertarios de Juan Montalvo y Roberto Andrade, entre otras figuras de la construcción nacional. Como hombre de cultura, ha participado en importantes jornadas de lucha por la identidad del Ecuador, siendo uno de los pilares de la Casa de la Cultura Ecuatoriana, cuya vicepresidencia ejerció por varios años. Sus columnas semanales de prensa en dos de los rotativos más importantes del país, han sido por décadas su trinchera más privilegiada.

Naranjo, como intelectual comprometido, ha sido mucho más definido. Optó por la actividad política y desde hace más de seis décadas abrazaó la militancia socialista. Estuvo en la primera fila de la lucha universitaria y fue el primer dirigente nacional de la Juventud Socialista Ecuatoriana. Participó activamente en la gloriosa jornada de mayo de 1944 y ejerció la secretaría general del Partido Socialista en momen-

tos cruciales de la vida del país. En toda su trayectoria y hasta el día de hoy, ha mantenido su militancia y lucha de izquierda en forma ejemplar, defendiendo la democracia, la soberanía nacional y los derechos humanos, abogando siempre por la unidad y por la consecuencia con los principios.

Pero por sobre todo este cúmulo de merecimientos, los que conocemos a Plutarco sabemos que antes y después del científico, del patriota y del militante, hay un maravilloso ser humano. Sencillo, generoso, claro, prudente, comedido, dispuesto a ver siempre el mejor lado de la gente, capaz de entender y respetar al otro sin dejar de ser él mismo. Todos los que nos hemos congregado aquí esta noche le debemos algo y venimos, con gran voluntad y alegría, a devolverle la mano extendida y el abrazo cariñoso que siempre ha tenido para todos. Pero ni la vida pública ni la privada, ni la obra ni la gran calidad humana de Plutarco Naranjo, se entienden sin la persistente presencia de la compañera de todos sus años, Enriqueta Banda, a quien, con cariño inmenso, queremos también asociarla a este homenaje. Suele decirse que detrás de cada gran hombre hay una gran mujer. Aquí, felizmente, el lugar común no viene al caso. Me consta a mí como a muchos que Quetita –no puedo dejar de llamarla coloquialmente, como siempre– no ha estado detrás sino junto –o adelante– de Plutarco. Condíscipula suya en el colegio y en la universidad, médica y también especialista, ha sido su guía y su fuerza. Y si no ha tenido mayor presencia pública como profesional e investigadora, ha sido sólo porque su amor y generosidad le han llevado a pensar que su mejor contribución a la familia y al país era desde su rol discreto al lado del compañero de su vida.

Lo que he podido expresar en estos breves párrafos y lo que todos sabemos, que es mucho más, sería suficiente para justificar las designaciones que hoy entregamos a nuestro ilustre homenajeado. Esta universidad ha sido cicatera al momento de discernir sus grados honoríficos. Apenas hay un puñado de profesores honorarios de la Universidad Andina Simón Bolívar, tres de los cuales nos acompañan hoy en este acto. El rango de Profesor Emérito –otorgado a los más destacados docentes de la institución– ha sido conferido antes a Arturo Andrés Roig y Germánico Salgado y el doctorado Honoris Causa se ha entregado a Manuel Patarroyo, Luis Alberto Luna Tobar y Joseph Stiglitz. Pero hay además otro motivo para que nuestra casa de estudios organice este homenaje: Plutarco Naranjo Vargas es uno de sus fundadores y sostenedores.

Cuando en 1992 recibimos la responsabilidad y el desafío de fundar esta sede de la Universidad Andina Simón Bolívar, apenas teníamos un papel y muchas dificultades. Plutarco Naranjo estuvo entre los que creyeron que la voluntad de levantar un gran proyecto académico podía vencer todas las dificultades. Gracias a su fe y a su empeño –junto con los de otros– hemos podido hacer crecer esta institución que ahora tiene un prestigio posicionado en el país, en la Comunidad Andina y en el concierto académico internacional. Como voluntario, sin ser docente de planta, asumió la dirección del Área de Salud, que la ha ejercido por quince años con ejemplar dedicación. Él delineó el ámbito de trabajo innovador en el campo de la salud alternativa, con un alcance andino. Ha dictado clase en varios cursos de posgrado y programas

de extensión, ha organizado más de una docena de eventos nacionales e internacionales, ha concurrido a numerosos congresos en América y Europa, ha publicado –como ya lo mencioné– varios libros en los campos de la salud, la historia y el pensamiento nacional.

En el día a día de las labores académicas, su aporte ha sido siempre positivo. En los momentos difíciles, su apoyo ha sido incondicional y su consejo firme y prudente. Cada mes se reúne nuestro Comité de Coordinación Académica y Plutarco ha sido siempre el primero en llegar. Su participación activa ha orientado nuestras definiciones académicas y nuestras resoluciones prácticas. Hace ya algunos años entregó parte de su colección de publicaciones periódicas a nuestra biblioteca y cuando se inauguró el edificio de servicios universitarios Manuela Sáenz, donó a la universidad una pintura de la heroína y una colección de seis retratos de los sabios andinos, que ahora decoran el Área de Informática. Pero, más allá de esas importantes donaciones, Plutarco nos ha dado su generosa calidez humana. Aquí todos lo quieren y lo consideran como propio.

Cuando hace dos años, Plutarco me comunicó su voluntad de retirarse de la dirección del Área de Salud para dedicarse con mayor tiempo a la tarea de completar varios trabajos científicos pendientes, le pedí que se mantuviera en esa función hasta que pudiéramos hallar un sucesor adecuado y hasta que realizáramos unas jornadas andinas de eEtnomedicina, que él mismo había venido proponiendo con gran empeño. Hace algunos meses, el Consejo Superior de nuestra universidad había tomado por unanimidad, –y con aplauso– las resoluciones pertinentes. DesdeA inicios de este año 2007, ya el Área tienea un nuevo director que, siguiendo el camino trazado por su predecesor, continuará las labores académicas, cumpliendo la misión que tenemos ante el país y la Comunidad Andina. Y la preparación de estas jornadas estaba en marcha. Era el momento de realizar el homenaje al profesor Naranjo. Y lo hacemos ahora, justamente en el marco de este jornadas, que están especialmente dedicadaso a él.

Este es un homenaje en medio de un camino inconcluso y no una jubilación. Para Plutarco, que está en plena producción académica, éste es un cambio de actividad. Lo entendemos como una modesta voz de aliento para comprometer su trabajo ulterior. Nos debe –quizá soy muy limitado: le debe al país– un conjunto de trabajos que están en marcha y que sabemos los entregará en el futuro cercano. Esperamos que los desarrolle como profesor de la universidad, haciendo uso de nuestro fondo de investigaciones. Felizmente, el propio Plutarco nos ha prometido que continuará, –con su puntualidad proverbial– presente ena estos claustros, cuya gente tanto lo quiere y lo necesita.

Al entregar a Plutarco Naranjo los documentos originales de su designación como Profesor Emérito y Doctor Honoris Causa, cumpla un deber honroso y particularmente grato. Al compañero de numerosas luchas y amigo de muchos años, al colega profesor cuyo ejemplo nos alienta a todos, le digo, en nombre de esta

comunidad de la que es parte insustituible, que la Universidad Andina Simón Bolívar, con él como parte de ella, seguirá adelante cumpliendo su compromiso y su misión, bajo la mirada del Libertador que sabía que somos un pequeño género humano.

Enrique Ayala Mora
17 de mayo de 2007

Discurso de agradecimiento del Doctor Plutarco Naranjo

Señores:

Me siento verdaderamente abrumado al recibir este homenaje tan significativo y al escuchar las nobles y generosas palabras del señor Rector de la Universidad –doctor Enrique Ayala– en nombre de las más altas autoridades de la institución andina. Es difícil poner a esa altura un sencillo agradecimiento, aunque muy sentido y leal. Mil y mil gracias. También mi agradecimiento a los colegas de la docencia y la administración universitaria.

No puedo dejar de agradecer a mi esposa, doctora Enriqueta Banda –quien ha colaborado eficazmente conmigo a lo largo de decenas de años– y a mis tres hijos que, en sus respectivos campos de la cultura, me han brindado su apoyo y ayuda.

El filósofo Ortega y Gasset sostuvo: “El ser de las cosas se reduce a la conducta del hombre respecto de las mismas. Pero la vida no es, en rigor, nada: es un continuo hacerse a si misma. La vida del hombre es su existencia particular que, inmersa en sus circunstancias se orienta hacia su propia identidad y destino. Cada uno es su yo y sus circunstancias”.

¿Cuál es mi yo? En esta era del minucioso conocimiento de esa inmensa enciclopedia –el mapa genético humano– quizá el yo es simplemente la expresión de esos miles de genes que pueden programar la conducta, siendo las circunstancias las que finalmente determinan el destino humano.

¿Cuáles mis circunstancias? Me referiré a unas pocas y sobre todo a las primeras que fueron definiendo mi camino

En el cuarto grado de escuela el profesor nos propuso algo inusual: enviar un “mensaje de paz y amistad a los niños de América”. Recibimos respuestas y cada uno de nosotros tenía que contestar su carta correspondiente. Así aprendí, temporalmente, a escribir cartas y cuánto me ha servido! Siguiendo el aforismo “hablando se entiende la gente”, yo diría que escribiendo, en cambio se consigue mucho más.

En el sexto grado de la escuela otro profesor tuvo la idea de que organizaríamos un comité de delegados de todas las escuelas fiscales de Ambato, para publicar un periódico. Se publicó con el título *La voz escolar*. Allí publiqué mi primer artículo periodístico y durante los últimos decenios he sido parte de las columnas de opinión de importantes diarios de Quito y Guayaquil

En el sexto curso del Colegio Bolívar, el profesor de química –un destacado maestro– una ocasión nos exhortó: “jóvenes, si tienen la oportunidad de escribir,

escriban, pero háganlo sobre la ciencia; el país lo necesita. Tenemos novelistas y poetas pero faltan científicos”. Respondí escribiendo mi primer ensayo. El mismo año colaboré con el diario *Crónica* de Ambato y avancé por el campo del periodismo científico.

En el Colegio Bolívar se me nombró ayudante adhonoren de botánica y en el primer curso de medicina –independientemente de esa carrera– recibí el nombramiento de ayudante del Instituto Botánico. Se me abrió la oportunidad –diría la circunstancia– de hacer investigación de laboratorio y de campo y en 1947 publiqué mi primer libro *La necrosis fría de las plantas* y dos años más tarde mi primer libro médico, *El sistema neurovegetativo*.

Por esos tiempos la patria parecía fenecer ante la derrota bélica y el cercenamiento de su territorio. Benjamín Carrión proclamó: “Si no podemos ni debemos ser potencia política, económica, diplomática y menos –mucho menos– militar, seamos una gran potencia de la cultura”.

Fue un llamamiento a la reflexión y a la conciencia a quienes hemos sido privilegiados en deambular por los caminos de las letras, la cultura, la ciencia, la tecnología y asumir la responsabilidad de tratar de convertir el Ecuador, si no en una potencia cultural, por lo menos en un país respetable por sus valores culturales. Por mi parte, las circunstancias me han sido favorables para preservar la proclama de Carrión al tiempo que desempeñaba mis distintas funciones.

Goethe, en su arenga a la juventud dijo: “saber ser digno de la libertad quien sabe conquistarla cada día”. Haciendo un parangón, diría: saber ser digno de honor quien sabe conquistarlo cada día. Ojalá ésta sea la realidad del tan alto honor que me han otorgado y no sólo el fruto de la bondad y magnanimidad de quienes me lo han conferido.

Asamblea Mundial de la Salud

DISCURSO DE ORDEN PRONUNCIADO POR EL
DOCTOR PLUTARCO NARANJO,¹
MINISTRO DE SALUD PÚBLICA DEL ECUADOR, AL ASUMIR
LA PRESIDENCIA DE LA ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD
1990-1991

Nota introductoria

Desde hace 43 años, bajo los auspicios de la Organización Mundial de la Salud, se realiza en el mes de mayo de cada año en Ginebra, la Asamblea Mundial de la Salud, en la que participan, aproximadamente, 150 delegaciones, presididas por lo general, por los ministros de salud de los gobiernos miembros.

La Asamblea Mundial avoca conocimiento de los informes técnicos preparados por comités de expertos –analizados previamente por el Ejecutivo y estudiados y aprobados, según el tema, por las comisiones A y B–, los discute y finalmente los aprueba en sesiones plenarias, las mismas que se realizan a lo largo de dos semanas consecutivas.

La Asamblea Mundial inicia sus labores con la elección de sus dignatarios. La presidencia alterna anualmente entre las seis regiones geográficas que constituyen la Organización Mundial de la Salud. Las vicepresidencias y más cargos directivos se eligen procurando mantener un equilibrio entre las regiones y los países.

Para la 43 Asamblea Mundial le correspondía a la región de las Américas, integrada por 37 países, proponer la candidatura a la presidencia. La región –en reconocimiento de los méritos personales, su larga trayectoria científica, los logros obtenidos al frente del Ministerio de Salud y el prestigio internacional del Ecuador– propuso la candidatura del doctor Plutarco Naranjo. Su elección se produjo por aclamación y el éxito conseguido en el desempeño de tan delicada y honrosa función, se puede apreciar en los discursos pronunciados por los jefes de delegación

1 Una de las posiciones más altas e importantes que ha tenido el doctor Plutarco Naranjo –y que también honra al país– es la de Presidente de la Asamblea Mundial de la Salud. Reproducimos su discurso de posesión y los discursos de los ministros de Salud de varios países en la sesión de clausura.

elegidos por cada una de las regiones y pronunciados en la sesión de clausura de la mencionada asamblea.

Excelentísimos y honorables ministros y embajadores, distinguidos delegados, señor Director General, señor Director General Adjunto, señores y señoras:

Con profunda emoción me dirijo a ustedes en calidad de Presidente de la 43 Asamblea Mundial de la Salud.

Nuestro Director General, el doctor Hiroshí Nakajima, manifestó en su alocución ante el Consejo Ejecutivo celebrada en enero, que 1989 había sido un año excepcional; o para decirlo con sus propias palabras, “un año en que el miedo dio paso a la esperanza y al esfuerzo denodado”.

La presente asamblea de la salud se reúne bajo el signo de cambios acelerados: han caído muros; las fronteras ya no son barreras; líderes negros han dejado la cárcel mientras otros, en libre elección, han alcanzado posiciones de alta responsabilidad; varias dictaduras militares y oligarquías tiránicas han sido reemplazadas por regímenes electivos, representativos y democráticos. Los vientos de la libertad soplan vivificadores por todos los continentes y hay un clima de distensión y un ambiente propicio para la paz mundial. En suma, ha renacido la esperanza.

Sin embargo, la verdadera paz y seguridad sociales deben edificarse –como lo proclamó la Organización Mundial de la Salud en su propia constitución, hace 44 años– sobre las sólidas bases de la salud de los pueblos. Por desgracia, lo que se constata es un agudo contraste entre los rápidos cambios políticos y el lento y difícil progreso en el mejoramiento del nivel de vida y de salud de las mayorías sociales.

Los acontecimientos que el mundo ha presenciado con sorpresa en un período tan corto, como es el último año, confirman que es más fácil la conquista de la libertad política que la consolidación de la seguridad y el bienestar sociales.

En la ya larga historia de la humanidad los pueblos siempre han luchado por alcanzar esos altos valores del espíritu –como la libertad, la justicia y la equidad– sin que se hubiesen propuesto una meta en el tiempo. En cambio, la Organización Mundial de la Salud se impuso a sí misma –comprometiendo a los gobiernos miembros– alcanzar la salud para todos en el año 2000. Seguramente hace diez o más años, con cierto optimismo, se veía alcanzable dicha meta.

La crisis económica ha repercutido en el campo de la salud, no ya sólo en los países menos adelantados sino también en muchos de los que se hallan en situación de mayor holgura. Se han producido drásticos recortes de los presupuestos de salud y han empeorado las condiciones de vida. Comprobamos ahora que los efectos de estas reducciones, en algunos países, se traducen en un aumento de las tasas de morbilidad y mortalidad.

Para cumplir con este objetivo se diseñó una estrategia, al parecer apropiada: la de poner al alcance de todos los individuos y familias de la comunidad métodos y tecnologías socialmente aceptables, que garanticen una atención primaria e integral de salud. Quizás esta estrategia fue más idealista que real, en cuanto supuso que por sí misma la salud se convertiría en la función central y núcleo principal del desarrollo social y económico global de la comunidad.

Abordando el tema de la atención primaria de la salud, en lo que llamaría su aspecto restringido –es decir, como estrategia de atención médica– ¿cuánto ha avanzado? Ciertamente que en menos de tres lustros desde su formulación no se pueden esperar grandes progresos pero, en cambio, si se confronta con la meta para el año 2000 –de asegurar salud para todos– hay que reconocer que no hemos avanzado lo suficiente. El 2000 está muy cerca mientras que la salud se aleja.

Hay unos cuantos factores retardatarios. Quisiera referirme solamente a dos de ellos. El primero, la filosofía y la praxis de la atención primaria de salud se ha quedado, en gran medida, confinada a las oficinas de los ministerios de salud y se ha convertido en una especie de lenguaje oficial de entendimiento entre organismos multigubernamentales, como la propia OMS, sus organizaciones regionales y los funcionarios internacionales pero ha trascendido poco el tenazmente conservador campo de la medicina asistencial. Los hospitales siguen casi impermeables e inmutables a la nueva estrategia. En muchos de ellos ni siquiera ha penetrado la expresión “atención primaria de salud”. La atención hospitalaria –a pesar de sus deficiencias y de que atiende sólo a una pequeña fracción de la población– sigue consumiendo entre el 60 y 70% de los presupuestos de salud y, lo que es peor, requiere y exige cada día más nuevos recursos.

La evolución de los modos de vida y la creciente longevidad de la población obligan, tanto a los países industrializados como a los países en desarrollo, a desviar la atención de los problemas prioritarios y a centrarla en el cáncer, los accidentes, las enfermedades cardiovasculares y las afecciones crónicas, cuyo tratamiento absorbe gran parte de los recursos humanos y económicos. Grupos de interés muy concretos presionan, cada vez más con más insistencia, para que se recurra a la tecnología de vanguardia a fin de resolver los problemas patológicos resultantes de ciertos hábitos, como el fumar o beber licores espirituosos. A la vez, poderosísimos grupos de interés gastan más de 2.500 millones de dólares por año para promover el tabaquismo, lo que conduce a una espiral siempre ascendente de gastos de salud, que en su mayor parte quedan absorbidos por la tecnología de avanzada y/o la asistencia dispensada a los enfermos crónicos o en fase terminal.

La medicina asistencial se vuelve progresivamente más científica, más técnica, más precisa pero, por desgracia, también mucho más cara y más inaccesible a las grandes mayorías. ¿Cuántos de los pacientes que requieren exámenes de sofisticada tecnología o intervenciones quirúrgicas de alto costo, hubieran evitado su afección y tratamiento con simples y económicas medidas preventivas? Podría

decir que la atención primaria lleva implícito el lema “más salud y menos enfermos hospitalarios”. Llevar a la práctica tal lema requiere una verdadera revolución en las caducas estructuras sanitarias de muchos países.

El otro factor retardatario está en las propias universidades. Algunas de ellas, aunque en lo político y social aparecen como baluartes de transformación y hasta de revolución, en materia de salud mantienen posiciones increíblemente conservadoras y anacrónicas. La atención primaria de la salud no ha trascendido, en la medida que debía esperarse, hacia los ámbitos universitarios, en especial hacia las facultades de medicina. Salvo excepciones, han seguido formando profesionales como lo hacían hace diez, veinte o más años atrás. Siguen egresando médicos instruidos en las técnicas y metodologías hospitalarias, educados con mentalidad esencialmente curativa y biológica –mucho más gratificadora en prestigio y honorarios– pero sin conocimientos apropiados de la realidad epidemiológica de los países. Lo trágico es que, si el profundo cambio ideológico que representa la estrategia de la atención primaria de salud no se produce también dentro de las facultades de medicina, sus objetivos se vuelven mucho más lejanos y hasta inalcanzables.

Tampoco es raro que se confunda atención primaria de salud con atención de salud de primer nivel que –en apariencia– nada tendría que ver con la alta especialidad, máxime cuando se equipara atención primaria con medicina de comadronas y curanderos.

Si, por el contrario, estamos convencidos de la validez de la atención primaria de salud, debemos comprometernos en un renovado esfuerzo para sacarla de su aislamiento, de su ostracismo y convertirla en realidad viviente, tanto dentro de los viejos muros de los hospitales y centros curativos como de las facultades de medicina e instituciones formadoras de recurso humano para la salud.

La atención primaria no fue diseñada para atender sólo a la población rural. Sin embargo, ante el abandono en que han vivido las poblaciones campesinas y la urgencia de fomentar su cobertura, se ha practicado con mayor énfasis en las zonas rurales. Mas hoy, muchos países viven una nueva realidad. El último decenio es testigo de la masiva migración campesina hacia las grandes ciudades o hacia las grandes metrópolis. Se ha producido no precisamente aquello que los economistas y antropólogos denominan urbanización de los países, sino un nuevo fenómeno, que podría llamarse ruralización de las grandes urbes. Se ha supuesto que en las ciudades se goza de mejores condiciones de vida y que, al concentrarse en ellas, esa creciente masa suburbana iba automáticamente a acceder a los servicios de salud.

La realidad resultó muy diferente. Han surgido los nuevos barrios de miseria que con distintos nombres comparten una misma situación: hacinamiento, carencia total de saneamiento y agua potable y ausencia de servicios básicos de salud, escuelas, transporte. Se han convertido en populosas zonas de tugurio y verdaderas bombas de tiempo que pueden explotar en cualquier momento. Acontecimientos recientes en algunas capitales y países del tercer mundo, constituyen un ejemplo patético.

Cabe ahora plantearse algunas interrogantes: ¿se están cumpliendo todas las metas de salud o –más bien– sólo aquellas estrictamente médicas o de orden técnico y epidemiológico? Los llamados “indicadores de salud” ¿son realmente de salud o simplemente de supervivencia o pervivencia?. Es cierto que disminuir la mortalidad es un importante logro, pero luego ¿qué? Prevalece la desnutrición, el analfabetismo, el abandono temprano de la escuela, dando lugar a la desocupación juvenil y a la delincuencia. ¿Es esto salud? ¿Es esto lo que la OMS ha preconizado?

Los economistas han llamado al decenio de los 80 “la década perdida”. En efecto, el producto interno bruto en los países en desarrollo ha crecido menos que el aumento vegetativo de la población o, peor aún, ha disminuido en términos reales. El ingreso per cápita ha disminuido y algo semejante sucede con otros indicadores económicos. ¿Qué podemos decir nosotros, los que tenemos la responsabilidad más directa de la salud de nuestros pueblos? ¿Qué podemos decir sobre la década de los 80?

Podemos, en efecto, enorgullecernos de presentar ciertos indicadores de salud en términos positivos: menor mortalidad infantil, mayor promedio de duración de vida, mayores coberturas de inmunización, etc. Sin embargo, no podemos decir lo mismo en cuanto a saneamiento ambiental y sistemas de agua potable, que son mucho más costosos. Al mismo tiempo, en el otro lado de la medalla hay que inscribir –y con vergüenza– el aumento de la desnutrición, del desempleo, de la pobreza creciente y el descenso de la calidad de la vida de las mayorías sociales.

Por los años en que Josué de Castro escribía su famosa obra *Geografía del hambre*, se constituían la OMS y la FAO. El hambre no sólo no ha desaparecido sino que en la década de los ochenta ha aumentado. Llegará un momento en que los niños ya no mueran de viruela, de polio o de sarampión, pero fallezcan de hambre o de desnutrición. ¿No es ésta una forma de genocidio? ¿No es éste el peor crimen contra la humanidad? ¿No será el momento de iniciar –al igual que se realiza una campaña mundial para erradicar la polio– una gran cruzada para salvar a los niños de la desnutrición, para asegurarles un futuro saludable, pleno de capacidad física y mental?

Aquel principio, establecido por la OMS en 1964, de que “el goce del grado máximo de salud es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano, sin distinción de raza, religión, ideología política o condición económica o social”, implica la necesidad de elevar el nivel de vida. Requiere la búsqueda de la salud, no por la salud misma sino la salud como camino, como factor hacia el bienestar y desarrollo sociales. Quizás nuestros esfuerzos no deban limitarse sólo a los aspectos técnicos de la salud, a la ampliación de las coberturas, a la mecánica de las acciones de salud, etc., cuanto a la lucha sistemática a favor de un mundo de equidad, de menores diferencias en el acceso y goce de los bienes generados por la producción colectiva y de los servicios que de ella derivan.

La inflación, ese nuevo leviatán hobbesiano que devora todo, es uno de los monstruosos mecanismos que polariza la riqueza y acentúa la injusticia y la inequidad social. Vuelve indigentes a los pobres y absurdamente ricos a quienes ya están atosigados de fortuna. En el un extremo se producen las así llamadas enfermedades de la opulencia, mientras en el otro –donde se ubican las grandes mayorías– se producen las enfermedades de la miseria: la desnutrición, las enfermedades por carencia, la diarrea, la parasitosis, las infecciones respiratorias agudas y las llamadas enfermedades tropicales.

Se dispone ahora de tantos y tan poderosos recursos técnicos para luchar contra las epidemias, para prevenir las enfermedades, para curar a los enfermos, para rehabilitarlos y, sin embargo, nunca como hoy nos sentimos tan impotentes y frustrados, no sólo por la limitación de los recursos económicos destinados al sector salud sino, sobre todo, por la persistencia y agudización de la tragedia biológica y social de las grandes mayorías ciudadanas, agravadas por ese otro monstruo: el de la deuda externa de los países del tercer mundo.

Para mencionar un ejemplo, que me es familiar: Latinoamérica ha acumulado una deuda externa que excede los 420 mil millones de dólares, por la cual ha tenido que efectuar ya una transferencia real de 185 mil millones de dólares hacia los países desarrollados, suma que presenta un 40% del producto real bruto. En 1989, catorce de diecinueve países ya no pudieron pagar ni siquiera el llamado “servicio de la deuda”. Latinoamérica, al igual que la mayoría de países del tercer mundo, se ha empobrecido.

Pero, ¿es acaso el pobre el único responsable de su tragedia? ¿Es el enfermo el único responsable de su mal? El desnutrido ¿es el único responsable de su hambre? El país deudor ¿es el único responsable de su agobiante deuda externa? Si las respuestas son negativas quiere decir que hay muchos responsables, que hay muchas tareas por cumplir y que la salud –en su concepción más amplia e integral, más humana y justa, concebida como bienestar– no depende únicamente de acciones médicas sino de un profundo cambio de la estructura socioeconómica y de ciertos modelos de desarrollo: no el desarrollo para la población de la riqueza sino el desarrollo para la salud y el bienestar de todos.

Mientras más fuerte sea nuestra conciencia social y mayor nuestro convencimiento acerca de las nuevas responsabilidades, estaremos mejor preparados para hacer frente al reto de asegurar a nuestros pueblos la verdadera salud, aunque sea más allá del año 2000.

Las grandes decisiones económicas, por desgracia, no se adoptan en el sector salud, ni siquiera se formulan en el sector social; sin embargo es éste el que asume la difícil tarea de promover la salud y compensar el desequilibrio social. Quienes tienen el poder económico tienen también el poder político, el poder de decisión que garantiza sus propios intereses como clase o, peor aún, como simple grupo oligárquico.

El sector salud debe involucrarse y quizá liderar un frente social en cada gobierno como en este momento lo ha hecho el del Ecuador, no sólo para afrontar las raíces mismas de los grandes problemas sociales, dentro de los cuales está la salud, sino porque puede generar un poder político y decisorio dentro del ámbito de cada gobierno.

¿Cómo pretender que el sector salud pueda solucionar estos problemas sin ser protagonista de las grandes decisiones económicas? ¿Cómo podemos fomentar y garantizar salud a nuestros pueblos si se mantienen las situaciones de extrema desigualdad? ¡La propina que se deja en un restaurante en París o Nueva York, puede equivaler al salario de un mes, en el tercer mundo! ¿Es esto equidad? ¿Cómo pensar en salud si no se soluciona el problema del hambre?.

Que 1990 y esta asamblea mundial marquen un nuevo rumbo de la organización, que nuestras metas rebasen los simples "indicadores de salud" y se proyecten con mayor fuerza hacia los campos sociales y económicos, hacia la conquista del bienestar individual, familiar y colectivo y hacia la salud integral. Estas conquistas podrán ser una realidad si todos luchamos juntos, si la cooperación y la solidaridad mundial dejan de ser un tema lírico para convertirse en una acción generosa, efectiva y humanista.

Asamblea Mundial de la Salud

Sesión de Clausura FRAGMENTOS DE LOS DISCURSOS DE LOS DELEGADOS DE LAS REGIONES GEOGRÁFICAS DE LA OMS²

Asia oriental

Doctor Saicheva (Tailandia)

La Asamblea Mundial de la Salud ha sido capaz de completar sus tareas un día antes del calendario establecido. Esto, sin duda, es prueba fehaciente de la eficiencia, el imponderable esfuerzo y la solidaridad demostradas por todas las delegaciones participantes, bajo su presidencia.

Las dos semanas de reuniones de intensa actividad y deliberaciones dejarán buena memoria de la atmósfera de delicadeza y de trabajo efectivo que ha sido desarrollado por todos nosotros.

Bajo su guía, señor presidente –y demostrando su vasta capacidad, conocimientos y experiencia– la Asamblea Mundial ha llegado a una finalización exitosa.

Nosotros, las delegaciones de la Región de Asia Oriental, deseamos felicitarle a usted no sólo por la elección unánime para que ocupe la presidencia de la 43 Asamblea Mundial sino –y en particular– por su liderazgo y guía, claramente demostrados durante nuestras deliberaciones a través de las sesiones plenarias. Esto no sólo es una reafirmación de la gran esperanza que esta augusta Asamblea General depositó en usted sino el reflejo de su liderazgo, ahora tan familiar para todos nosotros.

Países europeos

Doctor Rosdahl (Dinamarca)

Es un gran honor para mi país –y para mí personalmente– hablar en nombre de los países de la región europea. Es particularmente gratificante hablar en un

2 No se incluye el fragmento del discurso del delegado de la región del Cercano Oriente, por no existir traducción oficial.

momento en que al interno de Europa nuestras relaciones nunca habían sido tan estrechas e intensas.

En el discurso que pronuncié en la sesión inicial me referí a ocho personalidades que se han destacado en el campo de la salud pública. En esta sesión de clausura desearía añadir a esa lista el nombre de nuestro honorable presidente de esta asamblea. Todos estamos muy agradecidos con todos los dirigentes de la asamblea y sus comités, pero queremos expresar un especial reconocimiento a nuestro altamente competente presidente.

Anthony Burgués en su novela *El fin de las noticias del mundo* describe la misión que está por realizar una nave espacial que está pronta a abandonar la tierra y que es la de llevar los elementos más importantes de la civilización humana hacia algún planeta remoto e inhabitado. Justo el día de la partida se cae en cuenta que el comandante encargado de la logística ha equipado la nave espacial con muestras de la civilización humana que representan los logros científicos y tecnológicos pero ha olvidado, desgraciadamente, las grandes contribuciones de la filosofía, el arte, la literatura, la música y la religión.

Nuestra nave espacial *salud*, a diferencia de aquella de la novela, está cuidadosamente equipada con la tecnología, la ciencia y el humanismo involucrados en la salud, permitiendo cumplir a satisfacción su misión, tal como ha sido definida en la propia constitución de la Organización Mundial de la Salud.

Pacífico occidental

Doctor Kwa (Singapur)

Es ciertamente un gran privilegio y honor para mi el hablar en esta sesión de clausura, en representación de los países miembros de la región del Pacífico occidental.

Quizás lo más relevante de esta asamblea radique en el espíritu de cordialidad, cooperación y consenso presente en todas las discusiones y debates, tanto en las sesiones plenarias como en las de sus comités.

El tributo por estos resultados no debe ir sólo a los distinguidos delegados sino, y especialmente, a ustedes –señor presidente y señores vicepresidentes– por la forma como han guiado las sesiones y reuniones de los comités.

Esta asamblea no ha sido una reunión fácil. Sin embargo, el hecho de que hayamos conseguido sus resultados así como completar nuestras tareas antes del plazo previsto, habla de la competencia y cooperación de todos, pero habla especialmente de su muy capaz e inspirado liderazgo de nuestro presidente, por lo que

en nombre de los miembros de mi región, me permito felicitarlo y agradecerle, haciendo extensiva esta felicitación a los distinguidos señores vicepresidentes.

África

Doctor Makuto (Zimbawe)

Debo comenzar mi breve comentario saludando y aplaudiendo la manera tan experta con la cual tanto nuestro presidente como los vicepresidentes han guiado y conducido las deliberaciones de esta asamblea. Bajo su ágil guía hemos podido concluir el trabajo antes de tiempo, en medio de un ambiente de cordialidad y consenso en las resoluciones y estrategias que hemos adoptado, para plantearnos el desafío de llegar hacia el final del siglo asegurando salud para todos.

La cuadragésima tercera Asamblea Mundial de la Salud pasará a la historia como uno de los eventos mayores para el desarrollo de la salud global hacia el fin de la década y del siglo XX.

América

Doctor Douglas (Jamaica)

Las congratulaciones y el voto de confianza que le extendimos a nuestro presidente al comienzo de esta Asamblea Mundial han sido ampliamente confirmadas durante el desarrollo de la misma, por su guía capaz, su erudición en relación a los problemas planteados y su sabiduría en el manejo de tan variados temas de discusión.

Hemos sido capaces de con entereza, sinceridad y espíritu constructivo, revisar asuntos complejos y difíciles, poniendo nuestra experiencia al servicio de los demás, cuando esto fue posible.

Discurso del presidente

Doctor Plutarco Naranjo

Señor Director General Adjunto, señores vicepresidentes, delegados todos: permítanme unas palabras finales.

Aunque varios delegados ya lo han hecho en nombre de sus regiones, en nombre de toda la asamblea quisiera agradecer a la nación suiza y en particular al

cantón Ginebra, por la hospitalidad que nos ha brindado esta bella ciudad, en este magnífico ambiente tan lleno de tranquilidad, de paz, de flores y de armonía.

En segundo lugar, quisiera agradecer al señor Director General, al Director General Adjunto y a todo el personal de secretaría, por el extraordinario trabajo realizado y por la magnífica organización de la asamblea. Caben destacar algunos aspectos innovadores, como el haber invitado a dos jefes de Estado para que nos hablasen sobre la vinculación estrecha entre salud y economía. Aunque nosotros ya partíamos de que sin base económica, la salud es como una nave espacial llena de buenos deseos y de buenas intenciones pero sin recursos para ir adelante en el cosmos, es relevante que los jefes de Estado consideren a la salud como elemento imprescindible para el desarrollo social y económico de los países.

Quisiera agradecer también la colaboración de los vicepresidentes, de los presidentes, relatores y demás participantes de las distintas comisiones al igual que la colaboración de tantos delegados y personas que han puesto todo de sí para hacer de esta asamblea una reunión constructiva.

Así mismo, agradezco las generosas palabras y expresiones de elogio pronunciadas por los delegados de las distintas regiones y, a título personal, por muchos otros colegas, respecto a la forma como la presidencia ha conducido esta asamblea. Ciertamente, hemos puesto el máximo de nuestra voluntad pero no habría sido posible alcanzar el éxito que ha conseguido esta 43 Asamblea, sin la colaboración armónica de todos sus delegados. El lema de esta reunión ha sido “solidaridad, tolerancia y trabajo”, hecho éste que ha causado asombro a algunos de los periodistas que me entrevistaron esta tarde.

Hemos trabajado intensamente y quisiera expresarles mi complacencia y la de la mesa directiva de la asamblea, por el cumplimiento cabal y total de la agenda –tan amplia y cargada de temas– gracias a la responsabilidad y a la seriedad con las que los delegados y participantes de las diferentes comisiones han trabajado. Su afán ha sido cumplir con una de las misiones más altruistas: agotar cualquier esfuerzo sin pensar en el reloj –aunque estemos en Suiza– por la salud y el bienestar de los 5500 millones de habitantes de esta nave espacial que se llama Tierra.

La importancia, variedad y trascendencia de los temas; la profundidad con que se han analizado y preparado los informes y trabajos así como las discusiones dentro de las comisiones; el respeto a la opinión ajena, pese a las diferencias naturales en una reunión de esta naturaleza, todo ha contribuido para que la 43 Asamblea pueda considerarse como ejemplo digno a seguirse en los años venideros. Los temas conflictivos han sido más de uno: el del hábito de fumar, el del uso de sucedáneos de la leche materna, el de los medicamentos esenciales y tantos otros. Sin embargo, parecería que esta asamblea estuvo destinada a crear una semilla de concordia y de análisis amigable de los problemas, por difíciles y conflictivos que éstos fueren.

Aspiramos a que las resoluciones adoptadas por la asamblea –que requieren del compromiso político de nuestros gobiernos– sean cumplidos gracias a nuestra propia influencia como ministros de salud o como altos funcionarios como también por parte del Director General de la Organización Mundial de la Salud. Quedan pues en las buenas manos del doctor Nakajima, quien sin duda sabrá ponerlas en práctica con el acierto y la diligencia que le caracterizan.

Creo que la 43 Asamblea ha hecho todo lo posible por preservar y aun reforzar el prestigio mundial de la OMS. Además ha fomentado su indiscutible autoridad en materia de salud y ha sabido sobreponerse a aspectos que podrían ser considerados como de política ajena a la institución. Esto ha demandado, por supuesto, el necesario tino en el tratamiento de ciertos temas y la prudencia indispensable para no entrar en terrenos que no son de su estricta competencia.

No me resta sino agradecer a todos los colegas vicepresidentes y a todas las delegaciones que han ofrecido sus experiencias y conocimientos a favor de esta causa común. Todos anhelamos hacer realidad esa sencilla frase que el monarca Francisco José escribiera a su madre en un día trágico de su vida: “lo último que hay que perder es la esperanza”. Nosotros no la perderemos y quedamos con la esperanza de que la salud sea una realidad para todos en el año 2000.

Declaro clausurada la 43 Asamblea Mundial de la Salud.

Comentarios de la agencia EFE

Ginebra, 17 mayo (EFE).- El presidente de la 43 Asamblea Mundial de la Salud, el ministro ecuatoriano de Salud Pública, Plutarco Naranjo, expresó hoy su satisfacción por la aprobación de la resolución sobre la asistencia sanitaria a la población palestina.

La 43 Asamblea Mundial de la Salud finalizó hoy su trabajo en Ginebra, con la presencia de 1.200 delegados de 167 países miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En el ámbito estricto de la salud, en rueda de prensa Plutarco Naranjo alertó sobre la expansión del paludismo, los problemas de desnutrición, el peligro que representa el tabaquismo y el aumento constante del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA).

Respecto a la controvertida resolución sobre la ayuda de la OMS al pueblo palestino, Naranjo destacó el espíritu de colaboración demostrado por todos los delegados, que supieron superar los conflictos y las situaciones enfrentadas, dando muestras de una tolerancia ejemplar. La OMS destinará en el bienio 1990-1991 algo

más de 18 millones de dólares para el programa especial de asistencia médica para el pueblo palestino.

Plutarco Naranjo calificó el trabajo de la asamblea de eficaz, ya que permitió concluir –incluso un día antes de lo previsto– con el examen detallado de la agenda de la cuadragésima tercera sesión. Afirmó que se debatieron las principales preocupaciones en el ámbito de la salud y se contó con el apoyo constructivo de los delegados.

En el capítulo de las enfermedades tropicales, el presidente de la asamblea señaló que, a pesar de los esfuerzos que se realizan desde la OMS para su erradicación, continúan existiendo focos infecciosos, favorecidos por las condiciones climáticas. Como ejemplo citó al paludismo, que afecta a más de 100 países en el mundo, causa entre dos y cinco millones de muertes anuales y se extiende a países tan poco propensos hasta el momento a registrar enfermedades tropicales, como Bulgaria, donde confirmó la existencia de varios miles de casos. Naranjo afirmó que el paludismo no es clínicamente igual que antes, ya que ahora resiste a los medicamentos habituales y los insecticidas que se utilizan contra el mosquito que lo inocula, son en la actualidad menos eficaces.

Respecto a la desnutrición, indicó que afecta a grandes zonas del mundo y representa la principal causa de mortalidad de niños menores de dos años en los países en desarrollo, calculándose en alrededor de cinco millones de niños insuficientemente nutridos en el mundo.

En cuanto al consumo del tabaco, Naranjo señaló que su venta aumentó en los últimos años en los países en desarrollo, en donde se dedican más de 2.500 millones de dólares a su promoción, con una publicidad dirigida a captar esencialmente a la población joven. Si el consumo de tabaco continúa al ritmo actual, de aquí al año 2000 morirán a causa de enfermedades relacionadas con el mismo, alrededor de 500 millones de personas en el mundo, añadió.

En relación con el SIDA, afirmó que 100 años atrás éste habría sido una de las grandes epidemias de la humanidad. Añadió que, en el año 2000, entre cinco y diez millones de personas habrán contraído la enfermedad y alrededor del 50% de los enfermos morirán por su causa. Sobre la posibilidad de encontrar un medicamento que combata al SIDA, Naranjo indicó que cualquier nuevo producto necesita de una inversión cercana a los 100 millones de dólares y un proceso de investigación de al menos diez años.

Preguntado sobre las medidas que en materia de salud deberían aplicarse en los países en desarrollo, señaló que la recomendación general alude al empleo de medicamentos esenciales.

Sobre la situación sanitaria en América Latina, Naranjo precisó que la crisis económica ha obligado a reducir los presupuestos destinados al ámbito de la salud,

aunque en cifras absolutas se registra un cierto incremento, con el fin de combatir la inflación que sufren esos países.

La 43 Asamblea Mundial de la Salud finalizó sus sesiones de trabajo en Ginebra con la adopción de todas las resoluciones presentadas, las mismas que fueron aprobadas por consenso.

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

La Universidad Andina Simón Bolívar es una institución académica de nuevo tipo, creada para afrontar los desafíos del siglo XXI. Como centro de excelencia, se dedica a la investigación, la enseñanza y la prestación de servicios para la transmisión de conocimientos científicos y tecnológicos.

La Universidad es un centro académico abierto a la cooperación internacional, tiene como eje fundamental de trabajo la reflexión sobre América Andina, su historia, su cultura, su desarrollo científico y tecnológico, su proceso de integración, y el papel de la Subregión en América Latina y el mundo.

La Universidad Andina Simón Bolívar fue creada en 1985 por el Parlamento Andino. Es un organismo del Sistema Andino de Integración. Además de su carácter de institución académica autónoma, goza del estatus de organismo de derecho público internacional. Tiene su Sede Central en Sucre, Bolivia, una sede nacional en Quito, Ecuador, una sede local en La Paz, Bolivia, y una oficina en Bogotá, Colombia.

La Universidad Andina Simón Bolívar se estableció en el Ecuador en 1992. En ese año la Universidad suscribió un convenio de sede con el gobierno del Ecuador, representado por el Ministerio de Relaciones Exteriores, que ratifica su carácter de organismo académico internacional. En 1997, el Congreso de la República del Ecuador, mediante ley, la incorporó al sistema de educación superior del Ecuador, y la Constitución de 1998 reconoció su estatus jurídico, el que fue ratificado por la Ley de Educación Superior de 2000. Es la primera universidad del Ecuador en recibir un certificado internacional de calidad y excelencia.

La Sede Ecuador realiza actividades, con alcance nacional e internacional, dirigidas a la Comunidad Andina, América Latina y otros ámbitos del mundo, en el marco de áreas y programas de Letras, Estudios Culturales, Comunicación, Derecho, Relaciones Internacionales, Integración y Comercio, Estudios Latinoamericanos, Historia, Estudios sobre Democracia, Educación, Adolescencia, Salud y Medicinas Tradicionales, Medio Ambiente, Derechos Humanos, Migraciones, Gestión Pública, Dirección de Empresas, Economía y Finanzas, Estudios Agrarios, Estudios Interculturales, Indígenas y Afroecuatorianos.

Este libro recoge las ponencias presentadas por académicos e investigadores de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela en el Primer Congreso Andino de Etnomedicina organizado por la Universidad Andina Simón Bolívar en honor al doctor Plutarco Naranjo Vargas los días 17 y 18 de mayo de 2007.

Las especies vegetales han sido utilizadas desde hace milenios para la prevención y curación de enfermedades, y sus usos y propiedades han sido transmitidos de generación en generación como parte del saber médico indígena. La investigación sobre las plantas ha permitido, además de conocer su valor histórico y cultural, validar los usos terapéuticos de éstas y descubrir los principios activos que contienen.

A pesar de que la ciencia lleva décadas volcada a la síntesis química, el interés por las plantas no sólo no ha desaparecido, sino que se hace necesario, ya sea porque algunas no han podido ser reemplazadas por los nuevos medicamentos o porque entre las miles de plantas medicinales no son muchas las que han sido estudiadas científicamente. La importancia de su estudio radica, como de hecho ha sucedido, en que algunas pueden servir de modelos moleculares de nuevos y hasta milagrosos medicamentos derivados de los principios activos identificados.

Plutarco Naranjo, autor de este volumen, es pionero de la investigación científica, ha sido profesional médico, docente, maestro universitario, historiador, funcionario y sobre todo un emprendedor por la Archa social, comprometido con la transformación del Ecuador y de América Latina en el plano científico y en la vida pública. Fue director del Área de Salud de la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, y luego fue designado Profesor Emérito y Doctor Honoris Causa de la institución.



UNIVERSIDAD ANDINA
SIMÓN BOLÍVAR
Ecuador

