Estudio farmacognóstico y químico de Chuquiraga jussiuei J.F. Gmel (Asteraceae)

Carlos Ernesto Viteri Poveda
Raisa Mangas Marín
Iván Andrés Chóez Guaranda
Migdalia Miranda Martínez

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

VITERI POVEDA, C. E., MANGAS MARÍN, R., CHÓEZ GUARANDA, I. A., and MIRANDA MARTÍNEZ, M. Estudio farmacognóstico y químico de Chuquiraga jussiuei J.F. Gmel (Asteraceae). In: MOSQUERA, T., ed. *Productos naturales*: investigación y perspectivas en Ecuador [online]. Quito: Editorial Abya-Yala, 2022, pp. 51-69. ISBN: 978-9978-10-620-4. https://doi.org/10.7476/9789978108260.0004.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribição 4.0.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimento 4.0.

Estudio farmacognóstico y químico de Chuquiraga jussiuei J.F. Gmel (Asteraceae)

Pharmacognostic and chemical study of Chuquiraga jussiuei J.F. Gmel (Asteraceae)

C. E. Viteri-Poveda[1], *R. Mangas-Marín*[2], *I. Chóez-Guaranda*[3], *M. Miranda-Martínez* (†) [4]

1 Carlos Ernesto Viteri Poveda. MSc. Investigaciones Clínicas y Epidemiológicas. Profesor. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas. Guayaquil. Ecuador. carlos.viterip@ug.edu.ec.

2 Raisa Mangas Marín. PhD. Ciencias Farmacéuticas. Profesora. Universidad de La Habana. Instituto de Farmacia y Alimentos. La Habana. Cuba. raisam@ifal.uh.cu

3 Iván Andrés Chóez Guaranda. Magister en Biociencias Aplicadas con mención en Biodescubrimiento. Investigador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Centro de Investigaciones Biotecnológicas de Ecuador. Guayaquil. Ecuador. iachoez@espol.edu.ec

4 Migdalia Miranda Martínez. PhD. Ciencias Químicas. Profesora. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales. Guayaquil. Ecuador. mgmiran@espol.edu.ec

Introducción

Chuquiraga jussieui J.F. Gmel usada tradicionalmente por sus virtudes terapéuticas; se le atribuyen diferentes propiedades, dependiendo de la parte de la planta y de su preparación. Sus hojas y flores se utilizan como cicatrizantes, antiinflamatorio, diurético y antiséptico de las vías urinarias y próstata, pero las evidencias científicas son escasas. Se ha informado la capacidad antioxidante de todos sus órganos vegetales, así como la actividad diurética de hojas y raíces. Sobre su composición química no existe información. En el presente capítulo se detalla el estudio que tuvo como objetivos la caracterización morfoanatómica de las flores y hojas, su composición química cualitativa a través de tamizaje fitoquímico y la determinación de los componentes presentes en los extractos de baja polaridad, utilizando la cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas. A través de tamizaje fitoquímico se detectaron compuestos grasos, triterpenos, esteroles, compuestos fenólicos y flavonoides, entre otros. Por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas se asignaron las estructuras del lupeol, acetato de taraxasterol, β-amirina, ácido linolénico y otros ácidos grasos libres y metilados, entre otros. De esta forma, se contempla el hecho de que la composición química de la especie se informa por primera vez.

Ecuador se encuentra entre los países con mayor biodiversidad del mundo, y alberga alrededor de 17 000 especies de plantas vasculares, de las cuales, solo un tercio de ellas son utilizadas de forma diversa por la población, principalmente para aplicaciones medicinales. No obstante, la mayoría de las especies no cuentan con estudios de composición química o de sus posibles actividades biológicas [1], [2].

Como resultado del metabolismo secundario de las plantas, estas elaboran una serie de compuestos bioactivos cuya función principal es protegerlas de patógenos, insectos y otros tipos de estrés ambiental. Estos bioactivos presentan diversas propiedades biológicas beneficiosas, como antimicrobianas, antiinflamatorias, anticancerígenas, diuréticas, cicatrizantes y analgésicas, por solo mencionar algunas, por lo que forman parte importante de la formulación de productos farmacéuticos y se utilizan como materia prima para el desarrollo de nuevos fármacos [3], [4].

En los Andes, desde el suroeste de Colombia hasta el centro de Chile y por toda la Patagonia argentina, se encuentran distribuidas el mayor número de las especies del género *Chuquiraga* y se diversifica principalmente en los desiertos y semidesiertos de América del Sur. En Ecuador dos especies son representativas del género: *Chuquiraga arcuata* Harling y *Chuquiraga jussieui* J.F. Gmel, ambas se encuentran siempre a más de 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm) [5].

C. jussieui se utiliza desde la antigüedad por la población nativa del Ecuador y otros países de la región, donde se le conoce por sus nombres comunes: flor del caminante, flor de los Andes, chuquiraga y chuquiraguac. Es una especie botánica con flores de la familia Asteraceae (Figura 1) y es considerada la "Flor Nacional del Ecuador" [6].

Figura 1. Foto *Chuquiraga jussieui* J.F Gmel



Fuente: Tomada por el autor durante su colección. Abril 2020, cantón Colta Chimborazo

Chuquiraga jussieui J.F. Gmel ha sido usada tradicionalmente por sus virtudes terapéuticas; se le atribuyen diferentes propiedades, dependiendo de la parte de la planta y de su preparación, pero las evidencias de estudios científicos son escasas [7]. Las hojas y los tallos macerados en alcohol se utilizan para tratar el reumatismo, la fiebre y la inflamación. La resina se

utiliza como cataplasma en heridas y para aliviar el dolor causado por dislocaciones y fracturas. La infusión o decocción de partes aéreas también se emplea para tratar diversas enfermedades como las de la próstata, estómago, quemaduras, heridas superficiales, úlceras y también se usa como antipirético. Efectos como: antioxidante, antiinflamatorio y antibiótico, entre otros, también han sido reportados en estudios experimentales, sugiriendo su posible uso para una amplia variedad de patologías [8]-[11].

Los extractos metanólicos de *Chuquiraga straminea* Sand (Asteraceae) muestran la presencia de quercetina-3-O-glucósido, quercetina-3-O-rutinósido, kaempferol-3-O-glucósido y kaempferol-3-O-rutinósido. Sus extractos totales demuestran actividad antioxidante por los métodos de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) y 2,2´-azino-bis(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS) con concentración inhibitoria media (IC_{50}) de 14,5 y 34,9 mg/mL, y se observan una correlación positiva significativa entre la actividad antioxidante y los fenoles totales [12].

El estudio del extracto clorofórmico de las hojas de *Chuquiraga lessing* permite la identificación de flavonoides, triterpenos, esteroides, alcaloides, taninos, compuestos fenólicos, lactonas sesquiterpénicas y la elucidación estructural de 5,6,7-trihidroxi-4'-metoxiflavona; 3',5,6,7-tetrahidroxi-4'-metoxiflavanona; 4',5,7,8-tetrahidroxiflavona y 5,7,8-trihidroxi-4'-metoxiflavona. La capacidad secuestradora del radical DPPH es de 86,4 % (300 µg/mL) e *in vivo* aumenta la actividad de las enzimas antioxidantes catalasa (2146,8 UI/mL sangre); superóxido dismutasa (10,12 UI/mL sangre) y reduce la lipoperoxidación como malondialdehido (3,6 µmol/mL sangre) a 300 mg/kg de peso. La mayor actividad antiinflamatoria del extracto es a 300 mg/kg (39,1 %) y la actividad inmunomoduladora a 200 mg/kg (48,23 %) [13].

En un estudio de la especie colectada en Ecuador, se informan los parámetros fisicoquímicos de la droga seca de diferentes órganos de la planta, el estudio químico cualitativo, la cuantificación de fenoles y flavonoides totales y la actividad antioxidante por los métodos de Poder Antioxidante ferro reductor (FRAP), DPPH y ABTS [14]. Otros estudios de los extractos acuosos de las partes aéreas sugieren la presencia de triterpenos y/o esteroides, compuestos fenólicos [15], resinas y flavonoides, estos últimos, también se identifican por cromatografía en placa delgada [5]. Además, se

demuestran sus propiedades antioxidantes, al inhibir la hemólisis de los eritrocitos (CI_{50} = 64,89 mg/L) [10] e hipoglicemiante a partir de una concentración de 400 mg/Kg, [16].

Este trabajo tiene como objetivos la caracterización morfoanatómica de las flores y hojas, su composición química cualitativa a través de tamizaje fitoquímico y la determinación de los componentes presentes en los extractos de baja polaridad, utilizando la cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas.

Métodos

Recolección y secado

La planta completa de *Chuquiraga jussieui* JF Gmeil fue recolectada el 27 de abril de 2019, en los Andes ecuatorianos, en el Lirio, cantón Colta, Chimborazo a una altitud promedio de 3212 msnm., con las siguientes coordenadas 1°42′S 78°45′O.

La caracterización taxonómica fue realizada por el MSc Xavier Cornejo del herbario de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, donde se le asignó el vaucher: L. Allauca s.n.

Los diferentes órganos vegetales fueron separados, lavados con abundante agua corriente y secados en estufa marca Mettler Toledo de recirculación de aire a 50 °C, hasta peso constante. Las muestras secas se trituraron en un molino artesanal manual de cuchillas y se guardaron en frascos de cristal de color ámbar.

Evaluación macromorfológica de las flores y hojas

Se realizó una valoración de las características macromorfológicas de la especie, considerándose la disposición de las hojas sobre el tallo, forma y borde y las características de las flores (cáliz, pistilo, pétalos). Las observaciones se realizaron a simple vista y con ayuda de un microscopio estéreo NTB-2B, de fabricación china, empleando cámara modelo HDCE-50B [17].

Evaluación morfoanatómica de las flores y hojas

Para el análisis histológico se trabajó con las drogas en polvo de cada órgano vegetal, las que fueron aclaradas con hipoclorito de sodio al 1 % y

posteriormente coloreadas con safranina al 1 % en agua. Las muestras se fijaron con gelatina glicerinada, según los procedimientos descritos [18], [19].

Para visualizar los diferentes caracteres anatómicos internos del vegetal se empleó un microscopio NOVEL (lente 10X), de procedencia china, con cámara acoplada modelo HDCE-50B.

Identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico se le realizó a la droga cruda (flores y hojas), según procedimiento descrito por Miranda y Cuéllar [17]. Se utilizó un sistema de extracción con una batería de disolventes, de menor a mayor polaridad, sobre el mismo material vegetal, para lograr que cada metabolito fuera extraído adecuadamente según su selectividad por el disolvente empleado. La droga cruda se extrajo sucesivamente con éter de petróleo (30-40 °C), etanol absoluto y agua, para obtener los extractos correspondientes. Los reactivos empleados fueron de la firma Sigma Aldrich.

Obtención de extractos

Los extractos de flores y hojas fueron obtenidos empleando un equipo Soxhlet de 200 mL, partiendo de 20 g de cada droga y 150 mL de hexano (Sigma Aldrich), por un tiempo de 2 h. Los extractos hexánicos se destilaron en evaporador rotatorio Heildoph Laborota modelo 4001 efficient con baño de agua digital HB a presión reducida, 50 rpm y temperatura de 40 °C, hasta un volumen de 10 mL, los cuales se conservaron en refrigeración hasta su posterior análisis.

Identificación de compuestos mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)

La separación e identificación de compuestos se efectuó en un equipo de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-EM) marca Agilent Technologies (sistema 7890A GC y 5975C inerte XL MSD con detector de triple eje). Se empleó una columna capilar DB-5MS (30 m × 0.25 mm) con fenil metilpolisiloxano (0.25 µm de espesor de película) como fase estacionaria y helio como gas de arrastre (1,2 mL/min). La inyección de 1 uL de muestra se efectuó a 250 °C, la temperatura del horno se mantuvo en

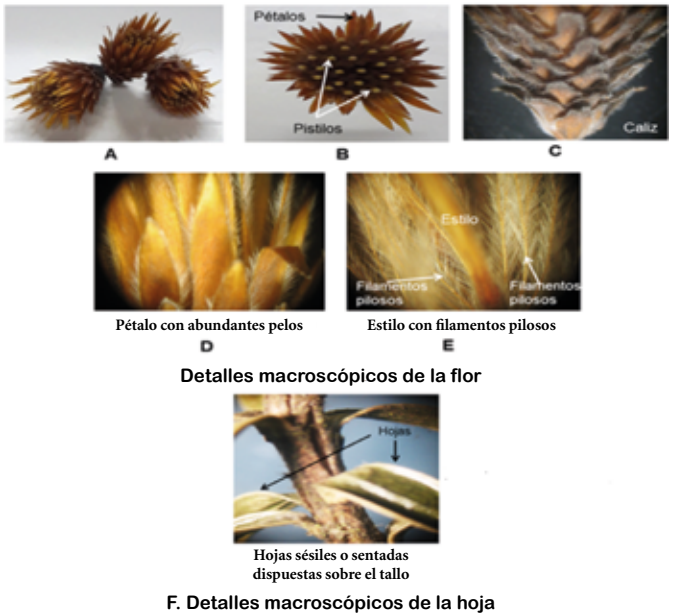
70 °C por 2 minutos, se incrementó hasta 300 °C a 5 °C/min y se mantuvo a 300 °C por 6 minutos. La temperatura de la línea de transferencia fue de 280 °C. Posteriormente, la identificación de los compuestos separados se realizó mediante comparación con los espectros de masas de la librería NIST 2011 y lo informado en la literatura. Se utilizó una ionización de electrones de 70 eV con una temperatura de 230 °C en la fuente de iones y los datos fueron adquiridos empleando el modo de barrido completo (40-550 unidades de masa atómica (uma)), en el analizador de masas de cuadrupolo.

Resultados

Análisis macromorfológico

En la figura 2 se ilustran las características macromorfológicas de los dos órganos vegetales analizados.

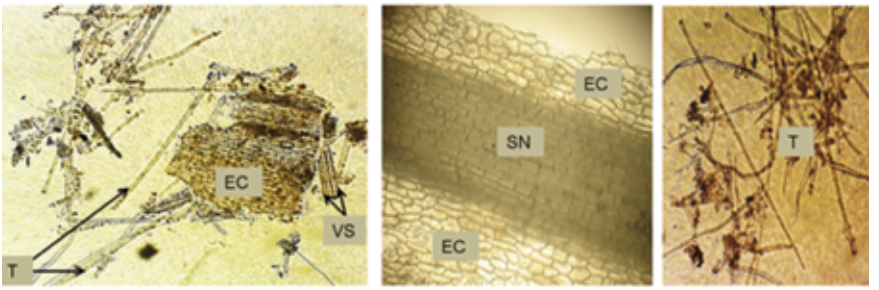
Figura 2. Detalles macromorfológicos de flores (A-E) y hojas (F) de Chuquiragua



Análisis micromorfológico

En la figura 3 se detallan algunas características microscópicas de la droga en polvo de la flor.

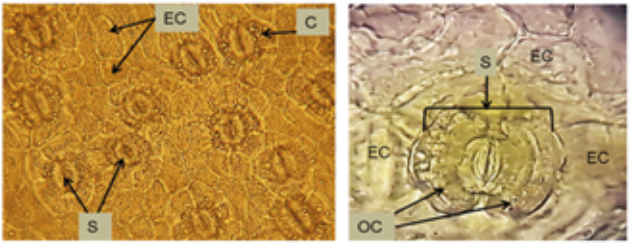
Figura 3. Detalles micromorfológicos de la flor de Chuquiragua



T. tricomas, EC: células epidérmicas, VS: fragmento de sistema vascular, NS: nervio secundario

En la figura 4 se visualizan algunos elementos de la sección planar de la epidermis de la hoja.

Figura 4. Detalles micromorfológicos de la hoja de Chuquiragua



S: estomas. EC: células epidérmicas, OC: células oclusivas

Identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico es uno de los aspectos considerados de interés en el estudio de una droga ya que permite determinar de forma cualitativa la composición aproximada de metabolitos en un extracto. Consiste en ejecutar reacciones químicas basadas en cambios colorimétricos, fluorescencia, for-

mación de precipitados, etc. En este caso, se realizó el tamizaje a los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de flores y hojas de chuquiragua. En la tabla 1 se muestran los resultados de los tres extractos ensayados para cada órgano vegetal estudiado. Como se puede apreciar, los órganos estudiados mostraron una composición química similar desde el punto de vista cualitativo.

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico de las drogas crudas de *Chuquiragua*

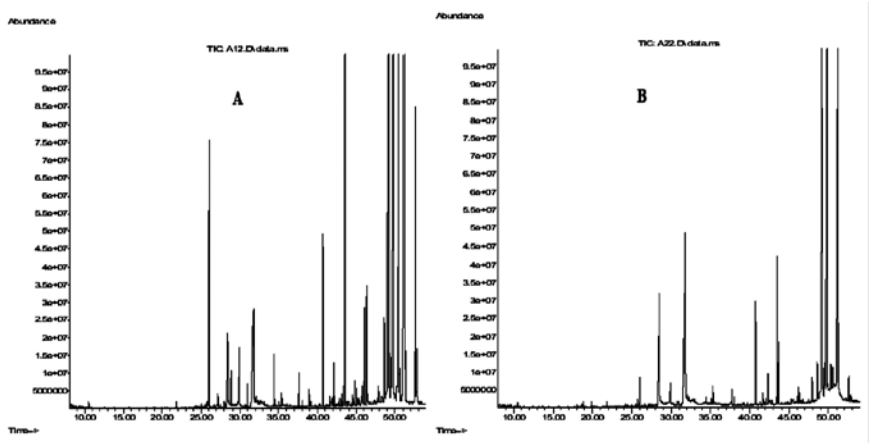
Ensayos	Metabolitos	EE		EAlc		EAc	
		F	H	F	H	F	H
Sudan	Aceites y compuestos grasos	++	++				
Dragendorff	Alcaloides	-	-	±	±	-	-
Mayer	Alcaloides	-	-	±	±	-	-
Wagner	Alcaloides	-	-	±	±	-	-
Baljet	lactonas/ coumarinas	-	-	-	+		
Lieber-mann-Burchard	triterpenoides/esteroides	++	++	+	+		
Resina	Resina			-	-		
Cloruro de hierro III	taninos/fenoles			++	++	++	++
Espuma	Saponinas			+	+	+	+
Ninhidrina	Aminoácidos			±	±		
Börntrager	Quinonas			-	-		
Shinoda	Flavonoides			++	++	++	++
Kedde	Cardiotónicos			-	-		
Antocianidina	Antocianidinas			+	++		
Catequinas	Catequinas			-	-		
Fehling	sustancias reductoras			+	++	+	+
Mucílago	Mucílagos					-	-

Leyenda: EE: extracto etéreo; EAlc: extracto alcohólico; EAc: extracto acuoso; + ensayo positivo; ++ ensayo muy positivo; - ensayo negativo; ± ensayo dudoso, F: flores, H: hojas.

Análisis de los extractos mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)

En la figura 5 se muestran los perfiles cromatográficos de los extractos hexánicos de las flores y hojas de la especie estudiada. Los cromatogramas mostraron una gran cantidad de picos cromatográficos de diferentes intensidades a partir de los 10 minutos y hasta los 53 minutos aproximadamente, observándose la mayor complejidad después de los 25 minutos. Se observó una mayor intensidad y un mayor número de picos cromatográficos en el extracto de las flores que en el de las hojas.

Figura 5. Perfiles cromatográficos de los extractos hexánicos de a) flores y b) hojas de *Chuquiragua*



En la tabla 2 se exponen los compuestos identificados por comparación de sus espectros de masas con los de la biblioteca del equipo y la literatura. Como se observa, se pudieron identificar un mayor número de compuestos para el extracto de las hojas que para el de las flores.

Tabla 2. Compuestos identificados en extractos hexánicos de flores y hojas de *Chuquiragua*

Tiempo de retención (minutos)	Compuesto	Fórmula molecular	Porcentaje de área (%)[a]	
			Flores	Hojas
10,496	Dodecano	$C_{12}H_{26}$	0,06 ± 0,01	0,10 ± 0,02
25,783	Neofitadieno	$C_{20}H_{38}$	nd	0,15 ± 0,03
28,447	Ácido hexadecanoico	$C_{16}H_{32}O_2$	1,88 ± 0,14	6,17 ± 0,29
30,924	Heneicosano	$C_{21}H_{44}$	0,25 ± 0,01	0,07 ± 0,01
31,626	Ácido 9,12-octadecadienoico	$C_{18}H_{32}O_2$	2,32 ± 0,15	nd
31,734	Ácido 9,12,15-octadecatrienoico	$C_{18}H_{30}O_2$	1,82 ± 0,14	12,74 ± 1,36
32,079	Ácido octadecanoico	$C_{18}H_{36}O_2$	0,13 ± 0,01	0,32 ± 0,04
34,440	Tricosano	$C_{23}H_{48}$	0,49 ± 0,02	0,12 ± 0,01
35,110	Lactona del ácido 4-hidroxi-4,8,12,16 -tetrametilheptadecanoico	$C_{21}H_{40}O_2$	0,03 ± 0,00	0,09 ± 0,02
35,314	9-Octadecenamida	$C_{18}H_{35}NO$	0,12 ± 0,02	0,32 ± 0,04
37,668	Pentacosano	$C_{25}H_{52}$	0,32 ± 0,02	0,27 ± 0,02
39,190	Hexacosano	$C_{26}H_{54}$	0,05 ± 0,00	nd
40,703	Heptacosano	$C_{27}H_{56}$	1,78 ± 0,08	1,96 ± 0,14
41,663	13-Docosenamida	$C_{22}H_{43}NO$	0,11 ± 0,02	0,23 ± 0,05
42,098	Octacosano	$C_{28}H_{58}$	0,40 ± 0,02	0,17 ± 0,02
42,210	Escualeno	$C_{30}H_{50}$	0,10 ± 0,01	0,18 ± 0,04
43,559	Nonacosano	$C_{29}H_{60}$	7,10 ± 0,37	2,70 ± 0,18
45,059	beta-Tocoferol	$C_{28}H_{48}O_2$	0,21 ± 0,02	nd
46,299	alfa-Tocoferol	$C_{29}H_{50}O_2$	1,26 ± 0,07	0,32 ± 0,03
47,911	Ursa-9(11),12-dien-3-ol	$C_{30}H_{48}O$	0,30 ± 0,03	0,55 ± 0,03
49,122	beta-Amirina	$C_{30}H_{50}O$	12,96 ± 0,14	16,96 ± 0,42
49,266	Lupenona	$C_{30}H_{48}O$	0,77 ± 0,03	0,79 ± 0,12
49,802	Lupeol	$C_{30}H_{50}O$	15,80 ± 0,33	22,12 ± 0,56
50,580	Epi-psi-taraxastanonol	$C_{30}H_{50}O_2$	0,75 ± 0,01	nd
51,196	Acetato de taraxasterol	$C_{32}H_{52}O_2$	23,26 ± 0,62	nd
51,532	Taraxasterol	$C_{30}H_{50}O$	0,94 ± 0,02	nd

[a] Valores promedios (n=3) ± desviación estándar, nd: no detectado.

Discusión

La evaluación macromorfológica permite observar flores diapétalas, con pétalos agudos en los extremos (A, B) y con abundantes pelos (D); los pistilos (B) prominentes. En el cáliz de la flor, uno de los dos verticilos que conforman el periantro de las flores está formado por un conjunto de sépalos muy pilosos. En la disección longitudinal de la flor (E) se visualiza en su parte central el estilo, rodeado de un conjunto de filamentos muy pilosos.

Las hojas (F) son sésiles o sentadas, dispuestas de forma decusadas sobre el tallo, forma lanceolada, bordes lisos que terminan en espinas. Para el género y la especie, solo existe una referencia de 1985 [20] y los resultados concuerdan con los informados (fig. 2).

Para el análisis morfoanatómico de la droga en polvo de las flores no se registra información anterior; se observa una sección de las células epidérmicas de los pétalos con abundantes triocomas en forma pelos; se puede distinguir un pequeño fragmento de un elemento del sistema vascular (A). Una ampliación de una sección de la imagen anterior muestra células epidérmicas de forma variable, y en la parte central se observa un nervio secundario (B), así como abundantes tricomas del tipo pluricelular (C) (fig. 3).

En una sección planar de la epidermis de la hoja (D) se puede observar células epidérmicas, hexagonales de formas irregulares, numerosas estomas del tipo anomocítico (estoma rodeado de cuatro o más células que no difieren del resto de las células epidérmicas) [21] y acompañadas de pequeñas estructuras circulares que pudieran ser cloroplastos, que debido al proceso de decoloración no pueden ser observadas las tonalidades verdes. En una imagen ampliada de una estoma (E) se observan las células oclusivas de la estoma, la apertura y las células epidérmicas acompañantes (fig.4).

Con relación al tamizaje fitoquímico se aprecia (tabla 1), que en los extractos etéreos resulta notoria la presencia de compuestos grasos y triterpenoides/esteroides, siendo intensos los ensayos de éstos últimos en ambos órganos vegetales.

En los extractos hidroalcohólicos se notan algunas diferencias en cuanto al ensayo de Baljet (cumarinas) el cual fue positivo solamente para el extracto de hojas. Por su parte, en el ensayo de Ninhidrina el resultado es dudoso para los extractos de flores y hojas al igual que el de alcaloides. En este

género la presencia de alcaloides es escasa y el resultado falso positivo puede ser debido a la presencia de azúcares y/o compuestos de naturaleza fenólica los cuales pueden dar reacciones con los reactivos de alcaloides. En los demás ensayos no se perciben diferencias importantes en la composición química determinada por tamizaje fitoquímico, pero sí en las tonalidades de color para algunos, manifestándose de forma muy evidente en los compuestos de naturaleza fenólica (taninos, flavonoides, antocianidinas). Se evidencian en ambos órganos resultados positivos para saponinas y sustancias reductoras, además de confirmarse la presencia de triterpenoides/esteroides.

Los extractos acuosos también se destacan por la presencia de compuestos de naturaleza fenólica, siendo igualmente intensos los ensayos en flores y hojas, saponinas y sustancias reductoras. Por otra parte, el resultado negativo para alcaloides sugiere la ausencia de este tipo de metabolitos, lo que puede confirmar la hipótesis planteada anteriormente.

La composición química cualitativa sugerida está en correspondencia con lo informado anteriormente para el género y la especie. Estudios fitoquímicos del género *Chuquiragua* revelan la presencia de flavonoides, triterpenos y esteroles, saponinas, entre otros [12], [13], [22], [23]. Por su parte, el estudio preliminar de *Chuquiragua jussieui* ha permitido detectar flavonoides, saponinas, mucílagos, triterpenos y/o esteroides, taninos pirocatecólicos, fenoles, compuestos grasos, antocianidinas y azúcares reductores [5], [24], [25].

En el estudio químico a través del sistema acoplado cromatografía gaseosa-espectrometría de masas (fig. 5, tabla 2), se identifican 25 compuestos para el extracto hexánico de las flores y 20 para las hojas. De los compuestos identificados, 19 se encuentran presentes en ambos órganos vegetales con diferencias cuantitativas.

El análisis permite detectar en las flores cinco ácidos grasos (6,18 % del contenido total detectado), nueve hidrocarburos de cadena larga (10,55 %), dos amidas (0,23 %) y siete triterpenos (54,78 %). En las hojas igualmente el mayor contenido le corresponde a los triterpenos (40,42 %), a pesar de que solo se identifiquen cuatro, y el menor a las amidas (0,55 %). Además, se detectan cuatro ácidos grasos (19,32 %) y los mismos hidrocarburos, pero en menor proporción (5,72 %). Los seis compuestos ausentes en las hojas se encuentran en baja abundancia relativa en las flores, excepto el ácido 9,12-octadecadienoico y el acetato de taraxasterol que se encuentran en cantidades

nada despreciables. Un comportamiento similar tiene el neofitadieno que no es identificado en las flores y su contenido es muy bajo en las hojas. La ausencia de estos metabolitos en los órganos vegetales estudiados no da la certeza de que no estén presentes pudiéndose asumir, entre otras cuestiones, que dada su poca abundancia en el extracto analizado no fueron detectados por el equipo. Por su parte, la presencia de la mayoría de los compuestos tanto en las flores y como en las hojas sugiere la abundancia de los mismos en la especie.

Los compuestos mayoritarios identificados para las flores son: acetato de taraxasterol, lupeol y β-amirina; mientras que en las hojas se encuentran el lupeol, β-amirina y ácido linolénico.

Estos resultados concuerdan con los que exhibe el tamizaje fitoquímico para el extracto de baja polaridad.

Con relación a las actividades biológicas de los compuestos mayoritarios se puede señalar que tanto a los metabolitos secundarios como a varias especies que los contienen se les han realizados estudios biológicos y para el acetato de taraxasterol se informan propiedades contra los desórdenes neurológicos [26], antituberculoso [27], regulador hormonal [28] y antibacterial [29]; para el lupeol se informan actividades antiinflamatorias y anticancerígena [30], [31], gastroprotectora [32] y antioxidante [33]. Estas propiedades se informan de igual forma para la β-amirina [34], [35]. El ácido linolénico, también conocido como omega 3, es esencial para los mamíferos porque disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, asociado fundamentalmente, a su capacidad para reducir los niveles de triglicéridos séricos y la inflamación [36], [37].

Es importante señalar que para la especie no existe información anterior respecto a su composición química, por lo que los resultados planteados en este trabajo constituyen el primer informe para la especie. No obstante, se considera se debe continuar trabajando con los extractos de mayor polaridad, así como los otros órganos vegetales para poder identificar los metabolitos secundarios presentes en la especie.

Conclusiones e implicaciones sociales

- Se informan las características morfoanatómicas de las flores y hojas de la especie para las cuales no existían informes anteriores.

- La composición química cualitativa responde con lo reportado para la especie.
- Se identifican por primera vez para la especie 25 compuestos para el extracto hexánico de las flores y 20 para las hojas.
- Los componentes mayoritarios del extracto de las flores fueron el acetato de taraxasterol, el lupeol y la β-amirina, mientras que en las hojas lo fueron el lupeol, la β-amirina y el ácido linolénico.

Reconocimientos

Al Instituto de Farmacia y Alimentos y al Centro de Investigaciones Biotecnológicas de Ecuador por el apoyo brindado para la realización de estos estudios.

Referencias

[1] De la Torre L., Cerón CE., Balslev H. & Borchsenius F. (2012). A Biodiversity Informatics Approach to Ethnobotany: Meta-analysis of Plant Use Patterns in Ecuador. *Ecology and Society*, 17(1):15. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5751/ES-04582-170115

[2] Eliaser EM., Ho JH., Hashim NM., Rukayadi Y., Ee GC. & Razis AF. (2018). Phytochemical Constituents and Biological Activities of Melicope lunu-ankenda. *Molecules*, 23(10):2708. Disponible en: https://doi.org/10.3390/molecules23102708

[3] Shaikh JR. & Patil MK. (2020). Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2):603–8. Disponible en: http://dx.doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2i.8834

[4] Rivadeneira AD., Cedeño UA., Manso EO. et al. (2014). Análisis fitoquímico y de seguridad de los extractos de Chuquiraga jussieui J. F. Gmell. *Centro Agrícola,* 41(2):79–84. Disponible en: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V41-Numero_2/cag132141977.pdf

[5] Villagran C., Romo M. & Castro V. (2003). Etnobotánica del sur de los Andes de la primera región de Chile: un enlace entre las culturas altiplánicas y las de quebradas altas del Loa superior. *Chungará (Arica)*, 35(1):73–124. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562003000100005

[6] Viteri-Poveda CE., Gutiérrez-Gaitén YI., Carrillo-Lavid G. & Miranda-Martíez M. (2020). Pharmacognostic Study and Evaluation of the Antioxidant Activity of Chuquiraga jussieui J.F. Gmel (Asteraceae). *Acta Scientific Pharmacology*, 1(8):3–14. Disponible en: https://actascientific.com/ASPC/pdf/ASPC-01-0047.pdf

[7] Alberto MR., Zampini IC. & Isla MI. (2009). Inhibition of cyclooxygenase activity by standardized hydroalcoholic extracts of four Asteraceae species from the Argentine Puna. *Braz J Med Biol Res*, 42(9):787–90. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2009000900003

[8] Casado R., Landa A., Calvo J. & Garcia-Mina JM. (2011). Anti-inflammatory, antioxidant and antifungal activity of Chuquiraga spinosa. Pharmaceutical Biology, 49(6):620–626. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3109/13880209.2011.577436

[9] Dueñas AA., Alcívar UE., Olazabal E. & Cortés RR. (2014). Efecto antioxidante de la Chuquiraga jussieui J. F. Gmel en el ensayo de hemólisis. *Medicentro Electrónica*, 18:57-64. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266914557_Efecto_antioxidante_de_la_Chuquiraga_jussieui_J_F_Gmel_en_el_ensayo_de_hemolisis

[10] Zampini C., Cuello S., Alberto MR. et al. (2009). Antimicrobial activity of selected plant species from «the Argentine Puna» against sensitive and multi-resistant bacteria. *Journal of Ethnopharmacology*, 124(3):499–505. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2009.05.011

[11] Mendiondo ME., Juárez BE., Zampini C., Isla MI. & Ordoñez R. (2011). Bioactivities of Chuquiraga Straminea Sandwith. *Natural Product Communications*, 6(7):965–968. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/1934578X1100600710

[12] Ramírez E., Bonilla P., Suarez S., Choquesillo F. & Castro A. (2014). Actividad antioxidante, antinflamatoria e inmunomodulador del extracto clorofórmico de las hojas de Chuquiraga lessing "HUAMANPINTA". *Ciencia e investigación*, 17(1):37-42. Disponible en: http://dx.doi.org/10.15381/ci.v17i1.11116

[13] Barrera Basantes AC. (2015). de la actividad diurética del extracto de chuquiragua (Chuquiraga jussieui) en ratas (rattus norvegicus), Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4627

[14] Dueñas-Rivadeneira A., Alcívar-Cedeño U., Sacon-Vera E. et al. (2016). Determinación de las condiciones de extracción de compuestos fenólicos a partir de Chuquiraga Jussieuijf Gmel usando la lixiviacion de muestras

sólidas. *Tecnología Química*, 36(2):198-209. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445546335005

[15] Dueñas-Rivadeneira A. (2019). Efecto hipoglucémico del extracto acuoso de Chuquiraga jussieui J.F. Gmel, en ratas con diabetes inducida. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 24(3). Disponible en: http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/781

[16] Cuéllar-Cuéllar A. & Miranda-Martínez M. (2014). *Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales*. Cuba: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela.

[17] Peacock HA. & Bradbury S. ([1940] 1973). Peacock's elementary microtechnique. London: Edward Arnold And Co.

[18] Gattuso MA. & Gattuso SJ. (1999). Manual de procedimientos para el análisis de drogas en polvo. Argentina: Editorial Universidad Nacional de Rosario.

[19] Ezcurra C. (1985). Revisión del género Chuquiraga (Compositae, Mutisieae). *Darwiniana*, 26(1):219-284. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284422377_Revision_del_genero_Chuquiraga_Compositae-Mutisieae

[20] Mitra S., Maiti GG. & Maity D. (2015). Structure and distribution of heteromorphic stomata in Pterygota alata (Roxb.) R. Br. (Malvaceae, formerly Sterculiaceae). *Adansonia*, 37(1):139–147. Disponible en: https://doi.org/10.5252/a2015n1a9

[21] Flagg ML., Valcic S., Montenegro G., Gomez M. & Timmermann BN. (1999). Pentacyclic triterpenes from Chuquiraga ulicina, *Phytochemistry*, 52(7):1345–1350. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S0031-9422(99)00362-3

[22] Landa A., Casado R. & Calvo MI. (2009). Identification and Quantification of Flavonoids from Chuquiraga spinosa (Asteraceae), *Nat. Prod. Commun.*, 4(10):1353–1355. Disponible en: https://doi.org/10.1177/1934578X0900401008

[23] Rondón M., García I., Cornejo X., Rojas J. & Terán W. (2018). Phytochemical screening and antioxidant activity of seven medicinal plants species from Ecuador. *Pharmacologyonline*, 3:19–28. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/294407108_Phytochemical_Screening_and_Antioxidant_Activity_of_Seven_Medicinal_Plants_Species_from_Ecuador

[24] Guerrero DA., Granda-Albuja MG., Guevara M. et al. (2020). Bioactive compounds and antioxidant capacity of Chuquiraga jussieui J.F.Gmel from the highlands of Ecuador, *Nat. Prod. Res.*, 34(18):2652–2655. Disponible en: https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1548450

[25] Srivastava P., Mohanti S., Umrao Bawankule D., Khan F. & Shanker K. (2013). Effect of Pluchea lanceolata biactives in LPS-induced neuroinflammation in C6 rat glial cells, *Naunyn-Schmiedeberg's Archives Pharmacology*, 387(2):119–127. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00210-013-0924-6

[26] Zhao J., Evangelopoulos D., Bhakta S., Gray AI. & Seidel V. (2014). Antitubercular activity of Arctium lappa and Tussilago farfara extracts and constituents. *J. Ethnopharmacol*, 155(1):796–800. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.06.034

[27] Mert I., Ali Z., Khan IA., Tastan H. & Küpeli AE. (2020). Isolation and identification of triterpenes from Anthemis austriaca Jacq. through bioactivity-guided fractionation on polycystic ovary syndrome rat mode. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 301(4):1103–1111. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00404-020-05493-7

[28] Sahli R., Rivière C., Dufloer C. et. al, (2017). Antiproliferative and Antibacterial Activities of Cirsium scabrum from Tunisia. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Vol. 2017. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2017/7247016

[29] Caballero-Gutiérrez L. & Gonzáles GF. (2016). Alimentos con efecto anti-inflamatorio. *Acta Méd. Peruana*, 33(1):50–64. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v33n1/a09v33n1.pdf

[30] Siddique HR., Mishra SK., Karnes RJ. & Saleem M. (2011). Lupeol, a Novel Androgen Receptor Inhibitor: Implications in Prostate Cancer Therapy. *Clin. Cancer Res.*, 17(16):5379–5391. Disponible en: DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-1

[31] Lira SR., Rao VS., Carvalho AC., Guedes M. et al. (2009). Gastroprotective effect of lupeol on ethanol-induced gastric damage and the underlying mechanism. *Inflammopharmacoogy*, 17(4):221–228. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s10787-009-0009-9

[32] Jaramillo JC., García MV., Cuesta RO. et al. (2015). Phytochemical, antioxidant and hypoglucemic activity of extracts from leaves of Cnidoscolus aconitifolius (Mill.) I. M. Johnst (chaya). *Rev Cubana Farm.*, 49(3):543–556. Disponible en: https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=65740

[33] Sunil C., Irudayaraj SS., Duraipandiyan V. et al. (2014). Antioxidant and free radical scavenging effects of β-amyrin isolated from S. cochinchinensis Moore. leaves. *Ind. Crops Prod.*, 61:510–516. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.005

[34] Shan LY., Thing TC., Ping TS., Awang K. et al. (2014). Cytotoxic, antibacterial and antioxidant activity of triterpenoids from Kopsia singapurensis Ridl. *J. Chem. Pharm. Res.*, 6(5):815–822. Disponible en: https://www.jocpr.com/articles/cytotoxic-antibacterial-and-antioxidant-activity-of-triterpenoids-from-kopsia-singapurensis-ridl.pdf

[35] Zhao G., Etherton TD., Martin KR., West SG. et al. (2004). Dietary alpha-linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women. *The Journal of Nutrition*, 134(11):2991–2997. Disponible en: https://doi.org/10.1093/jn/134.11.2991

[36] Calder PC. (2010). Omega-3 Fatty Acids and Inflammatory Processes. *Nutrients*, 2(3):355–374. Disponible en: https://doi.org/10.3390/nu2030355