
Estudio Botánico y Fitoquímico de las Hojas Secas de Maca de la Meseta de Bombón, Junín-Perú

BOTANIC AND PHYTOCHEMIC STUDY OF DRY MACA LEAVES FROM THE "MESETA DE BOMBÓN", JUNÍN PERÚ.

Benjamín Castañeda², Berta Loja¹, Pilar Puebla³, Fabricio Gamarrá¹, Ángel Alvarado¹, Ana María Muñoz², Yanina Enríques Valencia¹, Lucy Ibáñez².

RESUMEN

Realizamos el estudio botánico (taxonómico e histológico) y fitoquímico de las hojas de maca que se cultivan en la Meseta de Bombón del Departamento de Junín, con el OBJETIVO de determinar la especie a la que pertenece.

MATERIALES Y MÉTODO

Las muestras fueron colectadas entre diciembre-2007 y agosto-2008, siguiendo el método de Cerrate E y Ramagosa et al. El estudio taxonómico se fundamentó en el sistema de clasificación de Cronquist (1981), claves nacionales e internacionales, descripciones originales fototipos y dibujos. Utilizamos reactivos de grado analítico y un estándar certificado de quercetina.

La determinación de la quercetina se realizó por espectrofotometría UV/Vis, en un extracto metanólico hidrolizado, siguiendo la metodología de Sharapin modificada; y por HPLC (método de Piacente modificado).

La identificación de los ácidos grasos poliinsaturados se realizó por cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masa (GC-EM).

RESULTADOS

La morfología de las hojas demostró que la planta es anual, pubescente, herbaceae-sufrutice; hojas pinnasectas, sépalos persistentes; raíz globosa tuberosa, características propias del *Lepidium peruvianum* Chacón. La histología mostró tricomas unicelulares cónicos y tricomas pluricelulares; la epidermis y el mesófilo contienen cristales de oxalato de calcio.

En el extracto metanólico hidrolizado "B" encontramos una cantidad significativa de flavonoides, expresados como quercetina (3,55-3,95 mg/ gramo de muestra), tanto por el método espectrofotométrico, como por el de cromatografía líquida de alta precisión. Por CG-EM identificamos ácidos grasos poliinsaturados (palmítico; linoleato, linolenato y palmitato de etilo).

CONCLUSIONES

La muestra vegetal colectada proveniente de la Meseta del Bombón del Departamento de Junín corresponde a la especie *Lepidium peruvianum* Chacón y contiene flavonoides (quercetina) y ácidos grasos poliinsaturados).

Palabras claves

Lepidium, tricoma, mesófilo, quercetina.

1. Profesores Investigadores, Centro de Medicina Tradicional y Farmacología, Instituto de Investigación de la Facultad de Medicina Humana, Universidad de San Martín de Porres-USMP.
2. Doctor en Medicina Humana, Director del Instituto de Investigación, FMH-USMP.
3. Catedrática e Investigadora de la Universidad de Salamanca.

ABSTRACT

We make a botanic (taxonomic and histologic) and phytochemical study of the “maca” from the Meseta de Bombón-Junín with the OBJECTIVE to determine the species to which it belongs.

MATERIALS AND METHOD

The samples were collected between December-2007 and August-2008 according with the Cerrate E and Ramagosa et al. Method.

The taxonomic study was based on the Cronquist classification system (1981), national and international keys, original descriptions and phototypes and drawings. We used reagents of analytical grades and certified standards of Quercetin.

The test of quercetin was made by spectrophotometry UV/Vis in the methanolic hydrolyzed extract, following the Sharapin modified method and by HPLC following the Piacente modified method. The identification of the unsaturated fatty acids was made by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-EM).

RESULTS

The morphology of the leaves showed that the plant is annual, pubescent, herbaceous-fruitlet; pinnate leaves, permanent sepals; globose tuberous roots. All of these are characteristics of the *Lepidium peruvianum* Chacón. The histology showed that the plant has unicellular conical trichomes and pluricellular trichomes; the epidermis and the mesophyll has calcium oxalate crystals.

In the methanolic hydrolyzed “B” we found a significant amount of flavonoids, expressed as Quercetin (3,55- 3,95 mg/g of sample) tested by spectrophotometry as by HPLC.

By GC-EM we found polyunsaturated fatty acids such: palmitic acid, ethyl linoleic, ethyl linolenic and ethyl palmitic.

CONCLUSIONS

The sample of “Maca” collected in the Meseta de Bombón-Department of Junín belongs to the *Lepidium peruvianum* Chacón species and has flavonoids (quercetin) and polyunsaturated fatty acids.

KEY WORDS

Lepidium, thyrsoid, mesophyll, Quercetin

INTRODUCCIÓN

La palabra “Maca” proviene de dos voces de la lengua chibcha: “ma”, que significa origen de altura, y “ca” que significa alto, excelso comida buena que fortalece¹; mientras que el nombre de *Lepidium* deriva del griego *lepidion*, que significa pequeña escama en alusión al fruto, y mencionado por Dioscórides². En América se domesticaron aproximadamente 25 especies de raíces y tubérculos comestibles tales como la papa, el camote y la yuca. Nueve son especies andinas con partes subterráneas comestibles. Tres de ellas son tubérculos (oca, olluco y mashua) y las seis restantes son raíces o estructuras derivadas de raíces, dentro de las que está la maca, la cual se constituye en la única Brassicaceae (Crucifera) domesticada en los Andes. El *Lepidium peruvianum* Chacón “maca”, es una especie que se cultiva en el piso bioclimático llamado puna entre los 3 850 a 4 850 msnm². Originalmente el cultivo estuvo restringido a los departamentos de Junín y Pasco, en las localidades de Huayre, carhuamayo, Uco, Ondores y Junín y en Ninacaca, Vico y Cerro de Pasco. Actualmente se encuentran cultivos en: San Pedro de Cajas, Vico, Huayre, Junín, Carhuamayo, Óndores del Departamento de Junín; y en Ninacaca, Huallay, Tinghahuarco, Simón Bolívar y otros caseríos del Departamento de Pasco, a una altitud de 3 700 a 4 500 msnm que corresponden al piso ecológico de la puna. La maca contiene 16 - 18% de proteínas, tiene 10 aminoácidos (aa) esenciales siendo rica en fenilalanina, valina y lisina y también presenta aa no esenciales, tiene un bajo nivel de grasa conteniendo una alta concentración de ácidos grasos esenciales, presenta Vit C Vit B12, Vit B1, Vit B3, Vit B6 Vit B2, Vit E, además de Potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro, zinc, cobre, selenio^{3,4,5}.

En los estudios realizados por Samame y colaboradores (2002), se observó un aumento notable en los niveles de hemoglobina y hematocrito en los animales tratados con maca por vía oral por espacio de 60 días. López Fando y col (2004) investigaron la actividad antiestrés del *Lepidium peruvianum* Ch, y Alzamora G y col (2005) demostraron el efecto inmunomodulador y la estimulación en la producción de interferón- γ (IFN- γ) en cultivos de linfocitos de pacientes infectados con el virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH). Haito Ch.K y col. observaron el efecto antiestrés de *Lepidium peruvianum* al prevenir la producción de úlceras gástricas en ratas sometidas a estrés por inmovilización. Fernández S. y Osorio J (2005), evaluaron en 60 pacientes menopáusicas que la maca a la dosis de 1.5 a 3g/d permitía un tratamiento eficaz en el manejo del cuadro clínico de las pacientes con climaterio. La raíz

de la maca, ha sido utilizada desde la época pre-Inca con la cultura Pumpush o Chinchay de la Meseta de Bombón, por su valor nutricional^{5,6}. El *Lepidium peruvianum Chacón*, es una planta anual, sufrutícea y arrosetada, de tallo principal reducido, ramas desarrolladas decumbentes de 20 a 35 cm de longitud formando una roseta de 40 a 70 cm de diámetro; su inflorescencia terminal y axilar es de tipo racimo de 2,5 a 5 cm de longitud, con 6 estambres, dos fértiles en el ciclo externo con filamento de 0,3-0,5 mm de longitud.

En 1961 Chacón, reporta por primera vez la presencia de ciertos metabolitos secundarios como los taninos, saponinas, alcaloides y glucósidos⁶; en 1994, se reporta tres alcaloides en los extractos metanólicos y butanólicos de maca, de los ecotipos amarillo, rojo y negro^{7,8}. Ganzera y cols. (2002) determinaron por cromatografía líquida de alta presión la presencia de ácidos grasos poliinsaturados denominados macamidas, macaenas, ácido linoleico y ácido linoléico, que corresponden a la raíz de *Lepidium meyenii Walp*⁹. Muhammad y cols. (2002) identificaron la macaridina (1,2-dihidro-N-hidroxipiridina), al N-Bencil-5-oxo-6E, 8E-octadecadienamida y la N-Bencilhexadecanamida¹⁰, siendo casi desconocidos los mecanismo de acción y los efectos farmacológicos. Lee y cols. (2004) aislaron de la raíz de *Lepidium meyenii Walp* un alcaloide denominado isoptopodin¹¹; mientras que Cui y cols (2003) identificaron dos alcaloides imidazólicos, conocidos como cloruro de 1,3-dibencil-4,5-Dimetilimidazolio y cloruro de 1,3-dibencil-2,4,5-trimetilimidazolio¹². En diversos estudios, se ha reportado la presencia de glucosinolatos¹³, bencilglucosinolatos^{14,15}, p-metoxi-bencil glucosinolato¹⁶ y m-metoxi-bencilglucosinolato¹⁷.

En el *Lepidium peruvianum Chacón*, se ha encontrado los productos de los glucosinolatos, isotiocianatos aromáticos, bencilisotiocianato y el p-metoxi-bencilisotiocianato, que podrían ser los responsables de las propiedades potenciadoras de la fertilidad^{8,18,19}, identificándose en las hojas y raíces frescas y secas, los aromáticos bencilglucosinolatos (glucotropaeolin) y el p-metoxibencilglucosinolato¹⁸. Entre los esteroides estudiados por Zheng y cols. (2000) se tiene a los β -sitosterol, campesterol y estigmasterol¹⁹.

Además, hemos encontrado flavonoides⁷, y antocianinas²⁰; entre los flavonoides encontrados están los flavonoles y la quercetina¹¹. La quercetina es un flavonoide que se encuentra presente en pocas plantas como el geranio, hipérico, Manzanilla, Ginko biloba, siendo considerado como un principio activo antitumoral, neuroprotector además de ser un inhibidor natural de la Tirosinquinasa (TKN), de la ornitina descarboxilasa (ODC), de la PKCs, de la 5 Li-

poxigenasa, de la Fosfolipasa A2, de las PI3K e PI4P-5K, entre otras^{21,22,23,24}.

El objetivo de nuestro trabajo fue determinar, mediante el estudio taxonómico e histológico de las hojas de maca que se cultivan en la Meseta del Bombón del Departamento de Junín, la especie a la que corresponde y, a la vez, determinar la presencia de quercetina y ácidos grasos poliinsaturados en las hojas secas de dicha especie.

MATERIAL Y MÉTODO

II.1 Materiales

II.1.1 Material Vegetal: se recolectó las hojas de “maca” en la Meseta del Bombón (Junín, Óndores y anexo de Chupaca) del Departamento de Junín, durante los meses de diciembre de 2007 y agosto de 2008, por el personal del Centro de Medicina Tradicional de la FMH-USMP, siguiendo el método de Cerrate E26 y Ramagosa et. al 27

II.1.2 Reactivos y estándares: se utilizó reactivos de grado analítico (agua bidestilada, acetonitrilo, ácido clorhídrico 6 M, ácido fosfórico 0,05%, acetato de potasio 1 M, nitrato de aluminio 10%p/v, metanol grado HPLC) y estándar certificado de quercetina.

II.2 Equipos: Espectrofotómetro UV 2550 (Shimadzu), Cromatógrafo líquido de alta precisión, Columna RP-18- (125 x 4 mm, 5 μ m), Estufa FANEM, Molino cortaviento eléctrico MRC, Vortex Genie 2 y Balanza analítica Acculab Sartorio Group.

II.2 Métodos analíticos

Clasificación Taxonómica: se siguió el sistema de clasificación de Cronquist A, claves nacionales e internacionales, descripciones originales fototipos y dibujos²⁸. Evaluación histológica: se realizó siguiendo la metodología de Johanse A²⁹. Preparación de los extractos: las hojas de Maca, en estudio, fueron estabilizadas en una estufa a una temperatura menor a 40°C, luego fueron molidas y tamizadas; posteriormente se obtuvo el extracto metanólico “A” (40 mg/mL), tomando 10 mL de ese extracto para obtener el extracto metanólico hidrolizado “B”, siguiendo la metodología de Sharapin modificada por nosotros³⁰.

Determinación de flavonoides y ácidos grasos poliinsaturados, se emplearon dos métodos:

Método espectrofotométrico UV/Vis: previamente se preparó una curva de calibración del estándar de quercetina. Luego se midió 0,2 mL del extracto metanólico hidro-

lizado “B” siendo filtrado con Acrodisc 0,45 µm y se llevó a una fiola de 10 mL, adicionando 0,2 mL de acetato de potasio 1 M, 0,2 mL de nitrato de aluminio al 10% y metanol csp 10 mL; se dejó en reposo durante 45 minutos, para luego ser leído en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 415 nm.³⁰

Método por cromatografía líquida de alta precisión: se inyectó 20 µL del extracto metanólico hidrolizado “B, previamente filtrado en filtros Acrodisc 0,2 µm, utilizando una columna RP 18 125 x 4, una fase móvil de metanol-acetonitrilo (1:1), según el Método de Piacente modificado por nosotros¹⁷.

La identificación de los ácidos grasos poliinsaturados se realizó por cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masa (GC-EM), para ello se pesaron 200 g de las hojas de maca, adicionando etanol al 70% csp 2000 mL, con lo que se obtuvo un extracto etanólico al 70%. Con el extracto etanólico se realizó la cromatografía sobre Sephadex LH-20, utilizando como eluyente una mezcla de hexano/diclorometano/metanol (2:2:1) (cromatografía B), obteniendo 10 fracciones, las cuales se sometieron al análisis cromatográfico, encontrándose los compuestos en las fracciones B2, B3, B4 y B5.

RESULTADOS

Estudio Botánico e Histológico

Las características botánicas de las hojas de la maca, estudiada, así como los hallazgos histológicos se consigna en las tablas N°: 1, 2 y 3, y en las figuras 1 y 2.

Tabla N° 1
Características de las hojas, flores
y fruto de la Maca estudiada

Hojas	Disposición	basales , arrosetadas	caulinares, alternas
	Partes	18	9 (50.0%)
	Vaina	1-2 cm. de longitud	Vaina y peciolo
	Peciolo	1-2 cm. de longitud	0.5-2 cm. de longitud
	Limbo	Simple pinnatisecta y bipinnatisecta	Simple pinnatisecta y bipinnatisecta
	Pubescente con pelos simples	Pubescente con pelos unicelulares cónicos y pluricelulares	

Inflorescencia	Terminal y axilar	
Flores	Tamaño	Pequeño 2-2.5 mm
	Color	Blanco
	Envoltura floral	Heteroclamídea
	Cáliz	4 sépalos verdes y cóncavos de 1.5_1.7 X 0.5_0.8 mm dispuestos en 2 ciclos,
	Corola	4 pétalos blancos de 1.5_2 X 0.2_0.5 mm. en un ciclo
	Androceo	6 estambres, 2 fértiles en el ciclo externo con filamento de 0.3_0.5 mm de longitud y antera de 0.2_0.4 X 0.2_0.4 mm, ditésicas, basífilas de dehiscencia longitudinal; 4 estériles en el ciclo interno de 0.6_1 mm de longitud.
	Gineceo	Pistilo con el ovario súpero bicarpelar, bilocular, biovular, el ovario de 1X1.5 mm, estilo reducido escasamente de 0.1 mm de longitud, estigma globoso de 0.2_0.3 X 0.2_0.3 mm. Óvulos anátropos de placentación axilar apical.
Fruto	Silícula, pequeño, lateralmente comprimido, elíptico _orbicular, emarginado de 4_4.5 X2.5_3 mm con 2 semillas, una en cada lóculo de 1.8_2 X 0.8_1 mm; cotiledones incumbentes porque la radícula se aplica sobre los cotiledones.	

En la tabla N° 1, apreciamos las características macroscópicas de las diferentes partes de la planta de maca, que se toman en cuenta para la realización de la clasificación taxonómica de las plantas; apreciamos que, ellas, difieren de las características propias de la especie *Lepidium meyenii* Walp.

Tabla N° 2
Estudio histológico de las hojas de maca estudiada
Sección superficial de la hoja

Epidermis	haz (adaxial)	envés (abaxial)
Tricomas unicelulares cónicos y pluricelulares	Escasos	abundantes
Células epidérmicas normales, compactas, poligonales de contorno ligeramente ondulado sinuoso.	Igual en el haz y el envés	
Estomas aleatorios anocíticos (sus células anexas no difieren de las restantes células epidérmicas)	escaso	abundante
Células oclusivas.	Cloroplasto abundante	Cloroplasto escaso

En las tablas N° 2 y 3, así como en las figuras 1 y 2, apreciamos los resultados del estudio histológico de la planta estudiada, útiles para establecer, junto con las características macroscópicas, la variedad de la planta.

Tabla N° 3
Sección transversal de la hoja de maca estudiada

Epidermis	
haz	envés
Cutícula gruesa	Cutícula delgada
uniarticuladas, con células compactas, poligonales; contiene cristales de oxalato calcio de diferentes formas.	igual
Mesófilo	
Parénquima en empalizada	Parénquima esponjoso
Células alargadas y dispuestas una junto a otras paralelamente, tiene abundante cloroplasto	Células de forma irregular de contorno más o menos sinuoso unidas entre sí solo por los extremos de sus partes salientes y por tanto con grandes espacios intercelulares, células con escaso cloroplasto
Presenta oxalato de calcio	igual

Figura N° 1
Células epidérmicas con cristales de oxalato de calcio (a)

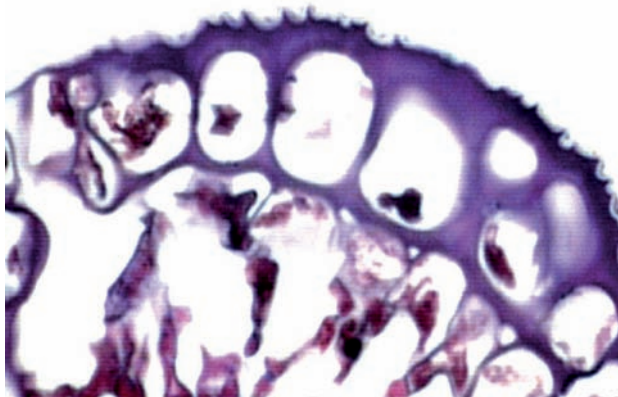


Figura N° 2
Corte transversal de la Hoja: Epidermis (a); Parénquima en empalizada (a) y parénquima esponjoso (b)

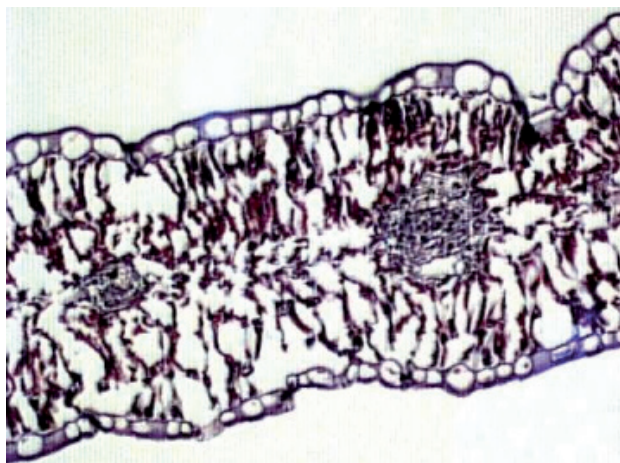


Tabla N° 4
Clasificación taxonómica de la muestra vegetal

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliópsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Capparales
Familia	Brassicaceae = Cruciferae
Género	Lepidium
Especie	Lepidium peruvianum Chacón
Nombre común	Maca

La posición taxonómica de la planta estudiada se fundamenta en el sistema de clasificación de Cronquist A.

En la tabla N° 5, apreciamos las características taxonómicas de las dos variedades de maca, con las que existe confusión de la especie estudiada por nosotros.

Igualmente, en las figuras 3 y 4, apreciamos, la especie *Lepidium meyenii* Walpers y la procedente de la meseta de Bombon; notamos, claramente, la diferencia y que, la maca de la meseta de Bombon, no corresponde a la especie *Lepidium meyenii* W.

Tabla N° 5
Clave para diferenciar las especies

Parámetros	<i>Lepidium meyenii</i> Walpers	<i>Lepidium peruvianum</i> Chacón
Ciclo Vital	perenne	Anual
Hábito	glabro	Pubescente
Porte	leñosa(Fig. 1)	herbácea-sufrutícea (Fig. 2,3)
Hojas	pinnatipartidas	Pinnatisectas
Sépalo	caducos	persistentes
Raíz	Pivoteada o alargada	Tuberosa, globosa, redondeada (Fig. 4)

Figura N° 3. *Lepidium meyenii* Walpers



Figura N° 4. Planta de Maca de la meseta del Bombón



Figura N° 5. Colectando la planta “maca” en el anexo de Chupaca, Junín a 4 330 msnm



Figura N° 6. Raíces de “maca” recolectada

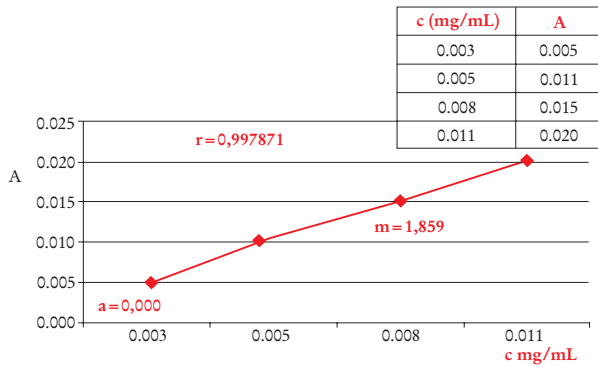


ANÁLISIS FITOQUÍMICO:

Determinación cuantitativa de Quercetina
(marcador farmacológico).

Figura N° 7

Grado de correlación de la curva de calibración de quercetina



Existe un elevado grado de correlación entre las absorbancias obtenidas y las concentraciones (mg/mL) demostrándose la existencia de una relación directa proporcional, por lo que el método utilizado es confiable y reproducible. Las cantidades de quercetina encontradas por espectrofotometría es mayor que la obtenida por HPLC (tablas 6 y 7; fig. 8 y 9).

En la tabla 8, apreciamos los diferentes ácidos grasos poliinsaturados contenidos en la maca procedente de la meseta de Bombón, en las diferentes fracciones; entre ellos: ácido palmítico, ácido esteárico, palmitato de etilo, linoleato de etilo, linolenato de etilo y linolenato de metilo.

Tabla N° 6

Quercetina por gramo de muestra de hojas secas de maca obtenido por espectrofotometría UV/Vis

Absorbancia ($\lambda = 415 \text{ nm}$)	Cantidad de quercetina encontrada
	(mg/g de muestra)
0,148	3,98
0,147	3,95
0,146	3,93
X: 0,147	3,95

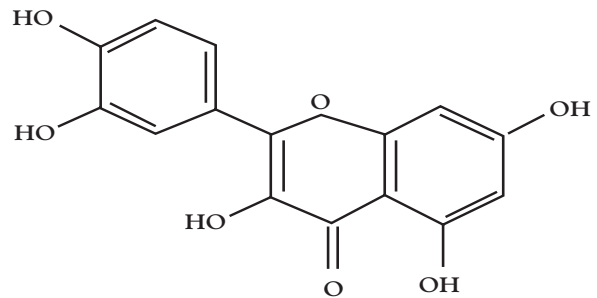


Tabla N° 7

Quercetina por gramo de muestra de hojas secas de maca obtenido por cromatografía líquida de alta presión

Tipo de muestra	Áreas del HPLC	Tiempo de retención (RT)	Cantidad de quercetina encontrada
			(mg/g de muestra)
Extracto hidrolizado "B"	889436	14,2 min	3,55
Estándar de quercetina	2451224	14,2 min	

Figura N° 8

Cromatograma típico del estándar de Quercetina obtenida por HPLC

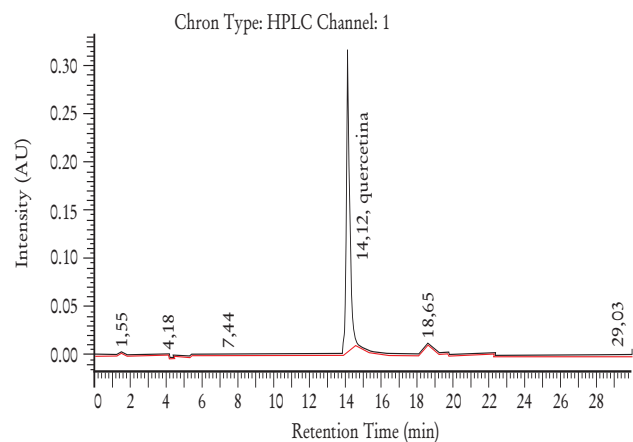


Figura N° 9

Cromatograma de Quercetina identificada en las hojas secas de maca estudiada, por cromatografía líquida de alta presión

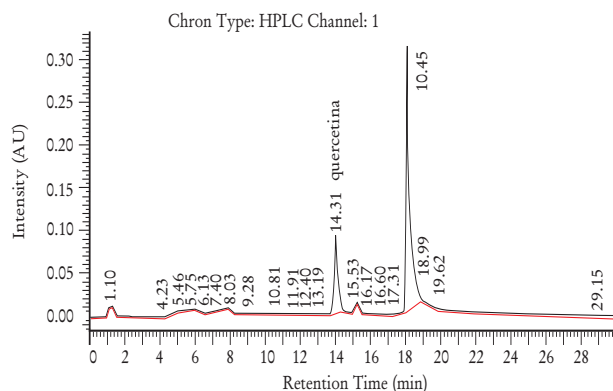


Tabla N° 8

Ácidos grasos poliinsaturados del extracto etanólico al 70% identificados por cromatografía de gases acoplados a un espectrómetro de masas (CG-EM)

Fracción B2	Fracción B3	Fracción B4	Fracción B5
Ácido palmítico Linoleato de etilo Linolenato de etilo Palmitato de etilo	Ácido esteárico Linolenato de metilo	Linolenato de metilo Linoleolato de etilo Palmitato de etilo	Palmitato de etilo Linoleato de etilo

DISCUSIÓN

Para la clasificación taxonómica, hemos seguido el sistema de clasificación de Cronquist²⁸, centrándonos en los caracteres morfológicos de la raíz, tallo, hojas, flores, frutos, semillas, tricomas y en el hábitat de la planta. Meyenii colectó una planta en Piscona, en el Departamento de Puno, que corresponde a los Andes Sureños del Perú, la cual fue descrita por el Botánico Walpers (en 1843) por primera vez, y la denominó *Lepidium meyenii*; el autor no indica nombre común, tampoco indica la morfología de la raíz³¹.

Nosotros hemos colectado las muestras vegetales en la

Meseta de Bombón, Andes Centrales del Perú en Junín y Ondores que se encuentran a una altitud de 4 136 msnm siendo depositadas en el Herbario USM con el registro N° 232717; y las colectadas en Junín y anexo de Chupaca (4 430 “msnm”) se depositaron en el Herbario Vargas (CUZ). Respecto a la planta, Walpers, señala en su descripción original que su especie es glabrescente³¹, mientras que Chacón G (1990), describió una especie pubescente con raíz engrosada, conocida comúnmente con el nombre de maca, en los Andes centrales del Perú, denominada *Lepidium peruvianum* Chacón, cuyo tipo está registrado en el Herbario USM, y un isotipo depositado en el Herbario de Zurich-Suiza, siendo considerada como única especie, por su forma, dentro del género *Lepidium*⁵.

En las flores, la diferencia de ambas especies radica en que en el *Lepidium meyenii* Walp los sépalos son caducos, mientras que en el *Lepidium peruvianum* Chacón son persistentes. Nosotros hemos observado que la especie del Departamento de Junín es una planta pubescente, sépalos persistentes, con características taxonómicas de un *Lepidium peruvianum* Chacón.

Respecto a los cortes histológicos de la hoja de maca estudiada, observamos tricomas cónicos unicelulares y tricomas pluricelulares y en el mesofilo encontramos cristales de oxalato de calcio, los cuales podrían ser específicos de ésta especie, toda vez que en un estudio similar realizado por Marín (2003), en *Lepidium meyenii* Walp, no encontró, en los cortes histológicos de hojas, los tricomas pluricelulares, ni los oxalatos de calcio³². Considerando las características morfológicas, histológicas, procedencia oriunda y las características de similitud observada por Chacón, llegamos a clasificar la maca del Departamento de Junín, taxonómicamente, como *Lepidium peruvianum* Chacón.

En el estudio químico de las hojas de *Lepidium peruvianum* Chacón, hemos encontrado, en el extracto metanólico hidrolizado “B”, la presencia de flavonoides, expresados como quercetina, tanto por el método espectrofotométrico UV/Vis, como por el de cromatografía líquida de alta presión, cuya cantidad se reporta en un rango de 3,55 a 3,95 mg/gramo de muestra, siendo identificada por la comparación de un estándar de quercetina, y en función del tiempo de retención (14,2 minutos). Illescas (1994) encontró flavonoides en tres ecotipos de *Lepidium meyenii* Walp “maca” provenientes de Carhuamayo del Departamento de Junín⁷; siendo Lee y cols. (2004) quienes determinaron la presencia de flavonoles y quercetina en la raíz de *Lepidium meyenii* Walp¹¹. Por la zona de procedencia, se podría tratar de *Lepidium peruvianum* Chacón, ya que la especie que hemos estudiado proviene de la misma zona, y en ella se observa la presencia de quercetina.

Ganzer y cols. (2002), determinaron en la raíz de *Lepidium meyenii* procedentes de la puna de los Andes del Perú, la presencia de ácidos grasos poliinsaturados denominados macamidas, macaenas, ácido linoleico y ácido linolénico, todos identificados por el método de cromatografía líquida de alta presión⁹.

Nosotros, estudiando un extracto alcohólico al 70% de las hojas de maca, fraccionada sobre Sephadex HL-20 y luego por cromatografía de gases acoplados a un espectrómetro de masas (CG-EM), encontramos ácidos grasos poliinsaturados como el palmítico, linoleato de etilo, linolenato de etilo y palmitato de etilo.

Nuestros resultados deberán ser confirmados por estudios bromatológicos de las hojas y raíces, y con estudios genéticos de diferenciación de las especies que deberán ser colectadas en los Andes sureños y centrales del Perú.

CONCLUSIONES

Considerando las características morfológicas de: raíz, tallo, hojas, flores, frutos, semillas y tricomas observados en los cortes histológicos de la hoja de maca estudiada, procedente del Departamento de Junín, concluimos que corresponde a la especie *Lepidium peruvianum* Chacón.

Los cortes histológicos de las hojas de maca, evidencian que tiene como característica una epidermis con pelos cónicos unicelulares y pluricelulares, en el mesófilo, el parénquima en empalizada y esponjoso no se diferencia fácilmente; existen cristales de oxalato en la epidermis y en el mesófilo.

En las hojas secas de la especie estudiada se encuentran flavonoides (quercetina) y ácidos grasos poliinsaturados.

AGRADECIMIENTOS

A la Sra. Máxima Córdova y a los hermanos Luis y Alberto Castillo por dejarnos coleccionar la maca en sus cultivos en Junín. Al Dr. Arturo San Feliciano y al Dr. José Luis López Pérez de la USAL por haber brindado el apoyo y las facilidades del Laboratorio de Departamento de Química Farmacéutica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pulgar J. Conferencias Magistrales de Medicina Tradicional. Lima: Instituto Nacional de Medicina Tradicional IMETRA; 1996.
2. Soukup J. Vocabulario de los nombres vulgares de la Flora Peruana. Lima: Colegio Salesiano; 1970.

3. Alzamora L, Álvarez E, Torres D, Solís H, Colona E, Quispe J, Chanco M. Efecto de cuatro ecotipos de *Lepidium peruvianum* Chacón sobre la producción de óxido nítrico in Vitro. Revista Peruana de Biología 2007;13(3) 215-217.
4. Alzamora L, Galván P, Álvarez E, Torres D, Colona E, Aliaga M, Marcelo A. Producción de IINF- γ en cultivos de linfocitos humanos por efecto de los extractos metanólicos de cuatro ecotipos de *Lepidium peruvianum*, Chacón (Brassicaceae). Revista Peruana de Biología 2007; 13(3) versión on-line
5. Chacón G. Maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) Planta Milenaria del Perú, con propiedades altamente nutricional y medicinal. Lima: Gráfica Mundo; 2001.
6. Chacón G. Phytochemical Studies of *Lepidium meyenii* Walp. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 1961.
7. Illescas, M. Estudio químico y fitoquímico comparativo de tres ecotipos de *Lepidium meyenii* Walp “maca” procedente de Carhuamayo (Junín). Lima: Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 1994.
8. Arias A. Biotecnología y metabolitos secundarios en *Lepidium peruvianum* Chacón “Maca”. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
9. Ganzer M, Zhao J, Muhammad I, Khan I. Chemical profiling and standardization of *Lepidium meyenii* (maca) by reversed phase high performance liquid chromatography. Chem Pharm Bull 2002; 50(7): 988-991.
10. Muhammad I, Zhao J, Dunbar D, Khan I. Constituents of *Lepidium meyenii* “maca”. Phytochemistry 2002; 59:105-110.
11. Lee K-J, Dabrowski K, Rinchar J, et al. Supplementation of maca (*Lepidium meyenii*) tuber meal in diets improves growth rate and survival of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) alevins and juveniles. Aquac Res 2004; 35:215-23.
12. Cui B, Zheng L, He K, et al. Imidazole alkaloids from *Lepidium meyenii*. J. Na. Prod 2003;66:1101-3.

13. Johns T. Ethnobotany and Phytochemistry of *Tropaeolum tuberosum* and *Lepidium meyenii* from Andean South America. Faculty of Graduate Studies University of British Columbia; 1980.
14. Dini A, Migliuolo G, Ratrelli L, et al. Chemical composition of *Lepidium meyenii*. Food Chem 1994;49:347-9.
15. Dini I, Tenore C, Dini A. Glucosinolates from maca (*Lepidium meyenii*). Biochem Syst Ecol 2002;30:1087-90.
16. Johns T. The anu and the maca. J Ethnobiol 1981;1:208-12.
17. Piacente S, Carbone V, Plaza A, Zampelli A, Pizza C. Investigation of the Tuber Constituents of Maca (*Lepidium meyenii* Walp). Journal of Agricultural and Food Chemistry 2002; 50:5621-5625.
18. Li G, Ammermann U, Quirós C. Glucosinolate contents in Maca (*Lepidium peruvianum Chacón*) Seeds, sprouts, Mature Plants and Several Derived Commercial Products. Economic Botany 2001; 55(2): 255-262.
19. Zheng BL, He K, Kim CH, et al. Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior in mice and rats. Urology 2000; 55:598-602.
20. Jeri H. Estudio fitoquímico de la maca. Pasco (Perú): Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; 1990.
21. López-Fando A, Gómez-Serranillos MP, Iglesias I, Lock O, Upamayta UP, Carretero ME. *Lepidium peruvianum Chacon* restores homeostasis impaired by restraint stress. 2004 Jun;18(6):471-4.
22. Rannelletti FO et al.: Quercetin inhibits p21-RAS expression in human colon cancer cell lines and in primary colorectal tumors. Int J Cancer. 2000 Feb 1; 85(3):438-45.
23. Ossola B, Kääriäinen TM, Männistö PT.: The multiple faces of quercetin in neuroprotection. Expert Opin Drug Saf. 2009 Jul; 8(4):397-409. Review.
24. Caltagirone S et al: Flavonoids apigenin and quercetin inhibit melanoma growth and metastatic potential. Int J Cancer. 2000 Aug 15; 87(4):595-600.
25. Tovar O. Tipos de Vegetación Diversidad Florística y Estado de Conservación de la cuenca del Mantaro. Lima: 1 ed. Centro de Datos para la Conservación UNA; 1990.
26. Cerrate E. Manera de preparar plantas para un herbario. Lima: Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 1969.
27. Ramagosa J, Rosales S, Flore R. Enciclopedia de Medicina Naturalista y Alternativas 2001; Pg. 17-22
28. Cronquist A. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York : Columbia University Press; 1891.
29. Johansen A. Plant Microtechnique. New York: McGraw-Hill; 1940.
30. Sharapin N. Industrialización de Fitoterapéuticos y su control de calidad. Separata del Curso realizado del 22 al 26 de octubre de 2001.Lima: PUCP; 2001.
31. Walpers G. Novorum Actorum Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur. (Cruciferae) 1843: 19(1):249-250.
32. Marín M. Histología de a maca *Lepidium meyenii* Walpers (Brassicaceae). Rev. Perú Biol. 2003.