

CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS DE MUESTRAS COMERCIALES DE MACA EN TRES REGIONES DE PERÚ

Edgardo Palma-Gutiérrez^{1a}, Christian Prado-Bravo^{1a}, Berta Loja-Herrera^{1,b},
Alberto Salazar-Granara^{1, 2, 3, c}

1. Centro de Investigación de Medicina Tradicional y Farmacología. Facultad de Medicina Humana de la Universidad de San Martín de Porres (USMP), Lima, Perú.
2. Sociedad Científica de Estudiantes de Medicina de la USMP, Lima, Perú.
3. Sociedad Científica Médico Estudiantil Peruana, Perú.
 - a. Estudiante de Medicina.
 - b. Bióloga. Doctora en Ciencias Biológicas.
 - c. Médico Cirujano. Doctor en Medicina.

CIMEL 2012; 17(2): XX-XX

RESUMEN

Objetivo: Determinar las características fitoquímicas de productos comerciales denominados maca, procedente de centros de expendios formales e informales de las provincias de Lima, Callao y Junín, Perú. **Metodología:** Se estudiaron productos de harina de maca colectadas por conveniencia. Fueron en total ocho muestras: tres muestras de venta formal con registro sanitario (RS) y cuatro muestras de venta informal (sin RS), y otra muestra fue clasificada taxonómicamente por el método de Cerrate E., como *Lepidium peruvianum*, la cual se colectó en la Meseta de Bombón (Junín). La marcha fitoquímica se realizó según el método de colorimetría descrito por Lock et al, que catalogó cualitativamente la presencia del fitoquímico en “+++” (abundante), “++” (moderado), “+” (leve) y “-” (ausencia). Se indagaron los siguientes metabolitos: alcaloides, lactonas y cumarinas, triterpenos/esteroides, catequinas, resinas, azúcares reductores, saponinas, fenoles, taninos, aminoácidos libres, quinonas, flavonoides y antocianidinas. **Resultados:** Los fitoquímicos se presentaron de forma heterogénea entre las 8 muestras. Resalta la presencia de alcaloides (+++) en una muestra tanto de venta formal como de informal, frente a (+) de *Lepidium peruvianum*. Asimismo, se evidenció flavonoides en dos muestra de venta informal (++) y en *Lepidium peruvianum* (+). Igualmente, se observó esteroides en una muestra de venta formal (++) en dos de venta informal (+++) y en *Lepidium peruvianum* (++) **Conclusiones:** Se evidenció la presencia de todos los fitoquímicos indagados, con excepción de las saponinas.

Palabras claves: Maca, *Lepidium*, Alcaloides, Flavonoides, Fitosteroles, Comercio

PHYTOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL SAMPLES OF MACA IN THREE REGIONS OF PERÚ.

ABSTRACT

Objective: To determine the phytochemical characteristics of commercial product called maca, from centers of formal and informal markets in the provinces of Lima, Callao and Junin, Peru. **Methodology:** We studied maca flour products collected by convenience. They were a total of eight samples: three samples from formal sales with Sanitary Registration (SR) and four samples of informal sale (without SR), and another sample was taxonomically classified by Cerrate E. method as *Lepidium peruvianum*, which was collected in the Meseta de Bombón (Junín). The phytochemical was performed according to the colorimetry method described by Lock et al, who cataloged the presence of phytochemical qualitatively in “+++” (abundant), “++” (moderate), “+” (mild) and “-” (absence). The metabolites investigated were: alkaloids, lactones and coumarins, triterpenes/steroids, catechins, resins, reducing sugars, saponins, phenols, tannins, free aminoacids, quinones, flavonoids and anthocyanins. **Results:** Phytochemicals are presented unevenly among the eight samples. We emphasize the presence of alkaloids (+++) in a sample of formal sale and another of informal sale, opposite (+) of *Lepidium peruvianum*. It was also demonstrated the presence of flavonoids in two samples of informal sale (++) and in *Lepidium peruvianum* (+). Likewise, steroids were observed in a sample of formal sale (++) in two samples of informal sale (+++) and *Lepidium peruvianum* (++) **Conclusions:** This study revealed the presence of all investigated phytochemicals except saponins.

Keywords: Maca, *Lepidium*, alkaloids, flavonoids, phytosterols, Commerce

INTRODUCCIÓN

La maca, conocida como *Lepidium peruvianum* o *Lepidium meyenii*, es una planta herbácea de cosecha anual que originalmente se cultiva en los andes centrales del Perú en altitudes que comprenden los 3800 a 4800 msnm⁽¹⁾. Tradicionalmente, la maca es empleada como alimento y también como medicamento natural, debido a que se le atribuyen propiedades tales como revitalizante, afrodisiaco y potenciador de la fecundidad⁽²⁾.

Los usos de la maca como Medicina natural, se sustentan en investigaciones preclínicas en las que se le han demostrado efectos farmacológicos tales como inmunomodulación, antioxidante, antimutagénica, estrogénica y progestágena. A su vez, estos efectos se deben a la presencia de componentes fitoquímicos en la planta (metabolitos secundarios), tales como alcaloides, flavonoides y esteroides⁽³⁻⁵⁾.

Estas características de la planta, hacen que la maca pase de ser un alimento tradicional a un producto comercial y en tal sentido, hoy en día, su expendio en el Perú se ha incrementado, hecho que se refleja en la exportación de la misma, que

para el 2010 alcanzó un valor de 6 millones 179 mil 011,80 dólares ⁽⁶⁾.

En el Perú, la adquisición comercial de la maca por los usuarios, se da a través de la venta formal e informal; la venta formal se define como la actividad económica que por ley está sujeta a la regulación gubernamental; mientras que la informal es aquella actividad que no es reconocida, registrada, protegida o regulada por las autoridades públicas ⁽⁷⁾.

Así, la ley peruana establece que la venta formal de un producto medicinal natural, se rige a requisitos como contar con registro sanitario, el cual se obtiene a través de una serie de pruebas que garanticen la eficacia, seguridad y calidad del producto natural, entre estas se encuentra el análisis fitoquímico ^(8,9).

Este marco de formalidad en la venta de los productos medicinales naturales, radica en las directrices de la Organización Mundial de la Salud, que recomienda solo el uso de aquellos productos naturales que sean de calidad asegurada, a fin de evitar efectos no deseados ⁽¹⁰⁾, ante un contexto social de percepción equivocada del consumidor, en el cual los productos “naturales” son inocuos en lo referente a efectos secundarios y ventajosos por su supuesto carácter “natural”.

El presente estudio se centró en determinar los componentes fitoquímicos de un productos comerciales denominados maca, procedente de centros de expendios formales e informales de las provincias de Lima, Callao y Junín, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 8 muestras de harina de maca, las cuales fueron recolectadas mediante un muestreo no probabilístico y por conveniencia. El periodo de colecta fue comprendido entre los meses de marzo a junio del 2011.

Se categorizaron las muestras según el tipo de expendio de las mismas, siendo los criterios los siguientes:

- Muestras de expendio informal: Aquellas que se adquieren en centros comerciales con o sin licencia de funcionamiento, por medio de la venta ambulatoria, que no cuenten con envasado y sin registro sanitario.
- Muestras de expendio formal: Aquellas que se adquieren en centros comerciales con licencia de funcionamiento, por medio de la venta en tiendas, que cuenten con envasado y registro sanitario.

Para la muestra de *Lepidium peruvianum*, las pautas para la colecta y clasificación taxonómica fueron realizadas siguiendo los criterios de Cerrate E ⁽¹¹⁾.

De esta forma, cuatro muestras de expendio informal procedieron de los siguientes mercados: Mercado mayorista La Parada (provincia de Lima), Mercado Reynoso (provincia del Callao), Mercado Modelo (provincia de Huancayo, región Junín) y un mercado de abastos (provincia de Chupaca, región Junín).

De la misma forma, tres muestras de expendio formal catalogadas como “A”, “B” y “C”, procedieron de un hipermercado en el distrito de La Molina, provincia de Lima. La muestra de *Lepidium peruvianum* procedió de la Meseta de Bombón, anexo Chupaca, provincia de Junín.

Se realizó la marcha fitoquímica ⁽¹²⁾, empleando el método de cribado fitoquímico descrito por Locket et al ⁽¹³⁾. De esta forma, el primer paso fue la obtención del pool de metabolitos secundarios de las muestras mediante la exposición de estas a solventes hidroalcohólicos por una semana. Seguidamente, se expuso el extracto a diferentes reactivos químicos, la reacción química subsiguiente se expresa en cambios colorimétricos de la solución que se catalogaron cualitativamente como presencia “+++” (abundante), “++” (moderado) y “+” (leve) del metabolito estudiado. A continuación se detallan las pruebas químicas: 1) Reactivo de Dragendorff, Mayer y Wagner para alcaloides; 2) Hidróxido de sodio y Prueba de Baljet para lactonas y cumarinas volátiles; 3) Ensayo de Lieberman-Burchard para Triterpenos/Esteroides; 4) Vainillina-ácido clorhídrico para catequinas; 5) Prueba de resinas para resinas, 6) Prueba de Fehling para la detección de azúcares reductores; 7) Prueba de espuma para saponinas; 8) Cloruro férrico al 5% para fenoles; 9) Reactivo de Gelatina al 10% para taninos. 10) Prueba de Ninhidrina al 2% para aminoácidos libres; 11) Reactivo de Borntrager para quinoas; 13) Prueba de Shinoda para flavonoides y 14) Prueba de antocinidinas para Antocianidina.

Los resultados de los experimentos se recolectaron en una ficha ad hoc y se presentan de forma descriptiva en una tabla.

RESULTADOS

Se demostró la presencia de los metabolitos secundarios estudiados en intensidades heterogéneas, con excepción para las saponinas, las cuales no fueron detectadas en ninguna de las muestras evaluadas. (Ver tabla 1).

Respecto a la presencia de alcaloides en la maca, la muestra formal C y la muestra informal de Lima, presentaron la mayor intensidad del metabolito (+++); en contraste, la muestra de *Lepidium peruvianum* presentó una intensidad leve (+).

Por otra parte, la presencia de Lactonas y cumarinas en la maca, fue uniforme para las muestras de expendio formal (++), contrario a lo que se observó en las muestras de expendio informal que arrojaron un patrón de heterogeneidad y en contraste con la muestra de *Lepidium peruvianum*, esta última presentó la mayor intensidad de este metabolito.

Para los triterpenos y esteroides de la maca, solo en la muestra formal C, se observó la presencia (++) de este compuesto; por su parte, en las muestras de expendio informal, se detectó intensidad alta (+++) en las muestras del Callao y Chupaca, mientras que *Lepidium peruvianum* presentó una presencia moderada (++) de dicho metabolito.

La presencia de catequinas en maca, se observó solo en la muestra de expendio informal del Callao (++) y en la muestra de *Lepidium peruvianum* (+).

Se encontró una presencia leve (+) de resinas en la muestra de expendio formal B y *Lepidium peruvianum*, mientras que la presencia fue moderada (++) en las muestras de expendio informal del Callao, Huancayo y Chupaca.

Los azúcares reductores se presentaron de forma heterogénea, tanto en las muestras de expendio formal como informal; la mayor presencia (+++), se registró en las muestras de expendio formal B, de expendio informal de Lima y Chupaca, y en la de *Lepidium peruvianum*.

Los fenoles solo se presentaron en las muestras de maca de expendio formal A (+), de expendio informal de Chupaca (++) y en *Lepidium peruvianum* (+). La presencia de taninos fue moderada (++) para las muestra de expendio formal C, de expendio informal de Lima, Callao y *Lepidium peruvianum*, en tanto que para las muestras de expendio informal de Huancayo y Chupaca fue muy intensa (+++).

Por su parte, los aminoácidos libres en maca, se observaron en intensidad moderada (++) en las muestras de expendio formal e intensidad leve (+) en la muestra de expendio informal de Lima y de *Lepidium peruvianum*.

La presencia de quinonas, solo se observó en las muestras de

maca de expendio informal del Callao (++), Huancayo (+), Chupaca (++) y *Lepidium peruvianum*(+++).

Los flavonoides también solo estuvieron presentes en las muestras de expendio informal de Huancayo (++) , Chupaca (++) y *Lepidium peruvianum* (+).

Por último, la presencia de antocianidinas en las muestras de expendio formal fue moderada (++) para las muestras A y B, y leve en la muestra C. En contraste, las muestras de expendio informal de Huancayo y *Lepidium peruvianum* registraron una presencia moderada (++) del fitoquímico.

DISCUSIÓN

Los resultados del análisis fitoquímico no mostraron uniformidad en la presencia de metabolitos secundarios. Asimismo, se detectó la ausencia de saponinas en en las ocho muestras estudiadas, lo cual es contradictorio a lo reportado en estudios previos realizados en maca⁽¹⁴⁾.

Otros metabolitos que no fueron detectados en algunas muestras de maca fueron: esteroides, resinas, fenoles, taninos, quinonas, flavonoides y antocianidinas (Ver tabla 2). De igual manera, la presencia de estos metabolitos es reconocida en investigaciones anteriores^(14,15).

Los efectos medicinales de la maca, recaen en la actividad biológica que presentan sus metabolitos secundarios. Por ejemplo, estudios demuestran que la actividad sobre la fertilidad y el deseo sexual de la maca, son producidos por acción de sus esteroides^(15,16). Asimismo, los alcaloides presentes en la planta ejercen una actividad inmunomoduladora^(4,15). Sin embargo, diversos factores pueden influenciar en la presencia de los metabolitos secundarios en la maca, lo cual podría explicar la variabilidad encontrada en este estudio, así por ejemplo el clima, prácticas agronómicas, condiciones de manejo post cosecha, especie, altitud, entre otros^(2,17,18).

Este estudio introdujo el aspecto del tipo de adquisición de la maca, categorizándolo en adquisición por medio de la venta formal e informal, variable que por primera vez se explora en la realidad peruana, sugiriendo que esta se comporta como un posible factor que influye en la presencia de los metabolitos secundarios de la maca.

Por otra parte, para que los productos naturales como la maca, obtengan registro sanitario para su expendio formal, deben pasar un control de calidad y contar con evidencia científica

Tabla 1. Presencia de los metabolitos secundarios estudiados

Metabolito	Maca venta formal			Maca de venta informal				<i>Lepidium peruvianum</i>
	A	B	C	Lima	Callao	Huancayo	Chupaca	
1. Alcaloides	++	++	+++	+++	++	++	++	+
	-	-	+++	+++	-	-	+	++
	-	-	++	+	-	+	++	+
2. Lactonas y Cumarinas	++	++	++	+	-	+	++	+++
3. Triterpenos/Esteroides	-	-	++	-	+++	+	+++	++
4. Saponinas	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Fenoles	+	-	-	-	-	-	++	+
6. Taninos	-	-	++	++	++	+++	+++	++
7. Flavonoides	-	-	-	-	-	++	++	+
8. Antocianidina	++	++	+	-	-	++	-	++

Leyenda: (+++) Presencia intensa, (++) Presencia moderada, (+) Presencia leve, (-) Ausencia.

que avale su seguridad y efecto positivo en la salud^(8,9). Sin embargo, la evidencia en ensayos clínicos en maca, es aún insuficiente, pues a la fecha se reportan solo 12 artículos publicados sobre su efecto en humanos, y en los cuales se ha trabajado en su mayoría con la especie *Lepidium meyenii*^(16,19,20). Lo que resultaría un problema más complejo si se demuestra que *L. peruvianum* y *L. Meyenii* tienen diferencias fitoquímicas.

Resulta necesario mencionar algunas limitaciones que tuvo el presente estudio, como fue la poca cantidad de muestras estudiadas, así como el número de reacciones para la determinación de cada metabolito, lo cual no nos permite realizar una inferencia de nuestros resultados a todos los productos comerciales formales e informales de maca que se expendieron en el Perú. Por ello, el presente estudio no busca aseverar pero sí proponer un evento que puede estar aconteciendo y no se toma en cuenta.

De esta forma, se concluye que los hallazgos de componentes fitoquímicos en las ocho muestras de harina de maca no fueron semejantes entre sí, encontrándose en algunos casos, presencia y en otros ausencia de ciertos metabolitos relacionados con las propiedades medicinales de la maca.

AGRADECIMIENTOS:

A los estudiantes de Medicina Humana de la de USMP que colaboraron con el presente estudio: Álvaro Taype-Rondán, Renato Lozano, Christine Ochoa, Jennie Mayaute, Christian Ponce, Brittney Rivera, Axel Rueda, Paula Santos, Yesenia Velásquez y Lilly Velayarce. A las autoridades de la USMP, por brindarnos las facilidades de infraestructura y asesoría, en especial al Decano de la Facultad de Medicina Humana, Dr.

Frank Lizaraso Caparó, al Director del Instituto de Investigación, Dr. Benjamín Castañeda Castañeda, y al Profesor Ángel Alvarado Yarasca.

Correspondencia:

Edgardo Palma Gutiérrez
 Jr. Luis de la Puente Uceda 409
 Urb. Universal – Santa Anita
 epalmagutierrez04@gmail.com
 Teléfono: 01 4781789
 Móvil: 987148442

Recibido: 17/03/2012

Aprobado: 15/03/2013

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cuentas R, De la Cruz L, Hernández G, Mateo I, Castañeda C, Ibáñez L, et al. Evaluación del efecto antioxidante de hojas de *Lepidium peruvianum* Chacón, "maca". Rev. Horiz. Med 2008; Vol 8. N°1.
2. Castaño M. Maca (*Lepidium peruvianum* Chacón): Composición química y propiedades farmacológicas. Revista de Fitoterapia 2008; 8 (1): 21-28.
3. Alzamora L. Estudio del efecto antitumoral e inmunomodulador del extracto alcaloidal de raíces de *Lepidium peruvianum* Chacón «maca» (Brassicaceae), en ratones. [Tesis Doctoral]. Lima: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2003.
4. Alzamora L, Colona E, Acero de Mesa N, Galán de Mera A, Muñoz-Mingarro D, Linares F, et al. Efecto citotóxico del extracto metanólico de tres ecotipos de *Lepidium peruvianum* Chacón sobre líneas celulares HeLa y HT-29. Rev. Peru. Biol. 2007; 13(3): 219 – 221.
5. Zheng L, He K, Kim H, Rogers L, Yu S, Huang Y, et al. Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior in mice and rats. Urology 2000; 55: 598-602.
6. Gonzales GF. Ethnobiology and Ethnopharmacology of *Lepidium meyenii* (Maca), a Plant from the Peruvian Highlands. Evidence-

- Based Complementary and Alternative Medicine 2011. Vol 2012, Article ID 193496.
7. Organización Internacional del Trabajo [Internet]. Conferencia Internacional del Trabajo 90ª Reunión 2002. Capítulo Primero: Trabajo decente y economía informal. Primera edición 2002. Disponible en: <http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc90/pdf/rep-vi.pdf>. (Fecha de acceso: 03 de mayo de 2012).
 8. Ministerio de Salud. Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. Normatividad. 20/07/1997. Ley General de Salud N° 26842. [Portal Virtual]. Visitado el 10/01/2012. Disponible en: <http://www.digemid.minsa.gob.pe/normatividad/LEY2684202.HTM>
 9. Ministerio de Salud. Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. Normatividad 26/11/2009. Ley N° 29459. Aprueban Ley de los Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios. [Portal Virtual]. Visitado el 10/01/2012. Disponible en: <http://www.digemid.minsa.gob.pe/normatividad/Ley29459.pdf>
 10. Temas de Salud. Medicina Tradicional. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2002–2005. Organización Mundial de la Salud Ginebra. Organización Mundial de la Salud 2002. [Portal Virtual]. Visitado el 22/12/2011. Disponible en: http://www.who.int/topics/traditional_medicine/es/
 11. Cerrate E. Manera de preparar plantas para un herbario. Museo de Historia Natural (Lima). Serie de Divulgación No.1. 10 pp; 1969.
 12. Harbourne JB. Phytochemical methods: A guide to modern techniques of analysis. 3rd Ed. Chapman and Hall, London 1998.
 13. Lock O. Investigación Fitoquímica, Fondo Editorial 2da ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú; 1994.
 14. Chacon G. Estudios fitoquímicos de *Lepidium meyenii* Walp [Tesis de Bachiller en Biología] Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Lima, Perú. 1961.
 15. Gonzales G. Sección I: "Maca: La Tradición". En: Gonzales GF. Maca de la Tradición a la Ciencia. 1ra ed. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia – CONCYTEC; 2006.
 16. Gonzales GF, Córdova A, Vega K, Chung A, Villena A. Effect of *Lepidium meyenii* (maca), a root with aphrodisiac and fertility-enhancing properties, on serum reproductive hormone levels in adult healthy men. J Endocrinol 2003; 176: 163-168.
 17. Clément C, Diaz Grados DA, Avula B, Khan IA, Mayer AC, et al. Influence of colour type and previous cultivation on secondary metabolites in hypocotyls and leaves of maca (*Lepidium meyenii* Walpers). J Sci Food Agric. 2010 Apr 15;90(5):861-9.
 18. Tropentag. International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development. [Internet]. Göttingen University, Germany: Variation in Chemical Composition of the Hypocotyle of Maca (*Lepidium meyenii* Walp.) cultivated in Czech Republic and in Peru 2008. Disponible en: <http://www.tropentag.de/2008/proceedings/proceedings.pdf>. (Fecha de acceso: 15 de mayo de 2012).
 19. Gonzales GF. Maca: Del alimento perdido de los incas al milagro de los andes. Estudio de seguridad alimentaria y nutricional. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 2010;17 (1): 16-36.
 20. Brooks NA, Wilcox G, Walker KZ, Ashton JF, Cox MB, Stojanovska L. Beneficial effects of *Lepidium meyenii* (Maca) on psychological symptoms and measures of sexual dysfunction in postmenopausal women are not related to estrogen or androgen content. Menopause. 2008; 15:1157-1162.