

***Lepidium meyenii* Walp.**  
**¿Por qué nos interesa conocerla?**

**Trabajo de Fin de Grado en Farmacia de:**  
Yanira Farrais Delgado

**Curso:** 2016-2017

**Convocatoria:** Junio

**Tutora:** Irene Emilia La Serna Ramos

**Co-tutor:** Juan Ramón Acebes Ginovés



**Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal**  
**(Área de Botánica)**  
**Universidad de La Laguna**

## ABSTRACT

*Lepidium meyenii* Walp. (= *Lepidium peruvianum* Chacón), known as maca, is an annual herbaceous plant native of the Central Andes of Peru that grows above 4000 altitude meters in adverse weather conditions.

His cultivation dates back to pre-Inca periods where it was considered a valuable product due to the high nutritional and medicinal value of it's tuberous root. The Incas used it because of it's energizing properties, aphrodisiacs and fertilizers, reason why this plant was within the category of the magic. Nowadays, other pharmacological actions are also attributed to it, for instance, as antioxidant, antistress, cytostatic, antitumor, hypoglycemic and hypolipidemic, among others.

It has a high nutritional value due to it's high content of carbohydrates and proteins, along with vitamins, minerals and essential fatty acids. It is the presence of secondary metabolites, such as macaenes, macamides, glucosinolates, alkaloids, and sterols that confer it medicinal properties.

As far as food is concerned, the naturally dried roots are consumed cooked in water or milk, baked or roasted in ashes or preheated stones. Flour can be added to beverages and solid foods. It's also used in the manufacture of products such as cookies, bread, sweets, jams, bars, juices, spirits, among others. In addition to their direct consumption, they are marketed in the form of capsules, tablets, tablets, extracts and vials. Another use of maca is application in male cosmetics, in the shampooing and in the conditioning of hair. Actually, it is being considered his use in sun creams due to his protective effect against ultraviolet radiation.

Although maca is considered safe and it does not appear to have serious side effects on human it is properly consumed, there are few scientific studies that support his safety so it should be recommended to carry out more clinical trials.

The development of this work aims to deepen through the information gathered in the bibliography, in chemical composition, properties, uses and possible adverse effects of this species and facilitate their knowledge.

## RESUMEN

*Lepidium meyenii* Walp. (= *Lepidium peruvianum* Chacón), conocida como maca, es una planta herbácea anual nativa de los Andes Centrales del Perú, que crece sobre los 4000 metros de altura en condiciones climatológicas adversas.

Su cultivo se remonta a periodos pre-incaicos donde era considerada un producto valioso debido al alto valor nutricional y medicinal de su raíz tuberosa. Los incas la usaban debido a sus propiedades energizantes, afrodisiacas y fertilizantes, razón por la cual esta planta se hallaba dentro de la categoría de las mágicas. Hoy en día, además se le atribuyen otras acciones farmacológicas como antioxidante, antiestrés, citostática, antitumoral, hipoglucemiante e hipolipemiente, entre otras.

Posee un alto valor nutricional debido a su elevado contenido en carbohidratos y proteínas, junto con vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales. Es la presencia de metabolitos secundarios, tales como macaenos, macamidas, glucosinolatos, alcaloiles, y esteroleos los que le confieren las propiedades medicinales.

En alimentación, las raíces desecadas de forma natural, se consumen cocidas en agua o leche, u horneadas o asadas en cenizas o piedras precalentadas. La harina se puede añadir a bebidas y a alimentos sólidos, y también se emplea en la elaboración de productos como galletas, pan, dulces, mermeladas, barritas, jugos, licores, entre otros. Además de su consumo directo, se comercializa en forma de cápsulas, comprimidos, tabletas, extractos y viales. Otro uso de la maca es su aplicación en cosmética masculina y en la elaboración de champús y acondicionadores para el cabello. Actualmente se está planteando su uso en cremas solares debido a su efecto protector frente a la radiación ultravioleta.

A pesar de que la maca es considerada como segura ya que no parece presentar efectos adversos graves en humanos cuando se consume adecuadamente, hoy en día son pocos los estudios científicos que avalen dicha seguridad, por lo cual deberían realizarse más ensayos clínicos al respecto.

La elaboración de este trabajo pretende profundizar, a través de la información recopilada en la bibliografía, en la composición química, propiedades, usos y posibles efectos adversos de esta especie y facilitar así su conocimiento.

## Índice de abreviaturas

**AFSSA:** Agencia francesa de seguridad de los alimentos

**EA:** Extracto acuoso

**ECA:** Enzima convertidora de angiotensina

**EE:** Extracto etanólico

**EH:** Extracto hidroalcohólico

**EM:** Extracto metanólico

**HBP:** Hiperplasia benigna de próstata

**IFN- $\gamma$ :** Interferón gamma

**ISRS:** Inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina

**LDL:** Lipoproteína de baja densidad

**PSA:** Antígeno prostático específico

**RUV:** Radiación ultravioleta

**SI:** Sistema inmune

**SNC:** Sistema nervioso central

**TG:** Triglicéridos

**VLDL:** Lipoproteína de muy baja densidad

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1. Posición sistémica.....	1
1.2. Antecedentes históricos.....	1
1.3. Caracteres diagnósticos.....	3
1.4. Distribución y ecología.....	4
1.5. Cultivo.....	4
1.6. Objetivos (¿por qué nos interesa conocerla?).....	6
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
3. RESULTADOS.....	9
3.1. Fitoquímica.....	9
3.2. Propiedades.....	13
3.3. Usos y modos de empleo.....	14
3.4. Seguridad, aceptabilidad y eficacia.....	18
4. CONCLUSIONES.....	19
5. BIBLIOGRAFÍA.....	19

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La maca es el nombre peruano que recibe la raíz tuberosa de *Lepidium meyenii* Walp. (= *Lepidium peruvianum* Chacón). Es una planta herbácea anual originaria de los Andes Centrales del Perú, cultivada desde la época pre-incaica por su alto valor nutricional y medicinal, y que actualmente los campesinos de la puna andina siguen cultivando como sus antepasados, pues les resulta de enorme ayuda para sobrevivir en estos ambientes extremos, donde son escasas las especies cultivables debido a las condiciones extremas de su clima y a la escasez de oxígeno. Su consumo regular, además del aporte alimenticio, permite a los hombres y mujeres de estos pueblos mantener su actividad sexual hasta edades muy avanzadas.

Sus características nutricionales y farmacológicas han hecho que el interés por la maca y los productos que se pueden obtener a partir de su cultivo hayan crecido notablemente y sean reconocidos a nivel mundial.

### 1.1. POSICIÓN SISTÉMICA

*Lepidium meyenii* Walp. conocida comúnmente como maca, que proviene de dos voces de la lengua Chibcha: “ma” (= origen de altura) y “ca” (= comida buena que fortalece el cuerpo) [1], y también denominada “maca andina”, “maca peruana”, “maca dorada”, “maca-maca”, “maino”, “ayak chichira”, “ayak willku”. Según el sistema de clasificación APG III Angiosperm Phylogeny Group (2009) para las Angiospermas [2], Kadereit (2004) en [3] para los rangos superiores y Nieto Foliner (1993) para la familia [4], la posición sistemática es la que se recoge en la Tabla 1:

<b>Reino</b>	• Plantae
<b>División</b>	• Streptophyta
<b>Subdivisión</b>	• Spermatophytina
<b>Clase</b>	• Magnoliopsida
<b>Subclase</b>	• Rosidae
<b>Orden</b>	• Brassicales
<b>Familia</b>	• Brassicaceae (Cruciferae <i>nom. cons.</i> )
<b>Tribu</b>	• Lepidieae
<b>Género</b>	• <i>Lepidium</i>
<b>Especie</b>	• <i>L. meyenii</i>

Tabla 1. Posición sistemática de *Lepidium meyenii* Walp.

### 1.2. ANTECEDENTES HISTORICOS

El conocimiento sobre la utilidad de la maca y su cultivo se remonta a épocas anteriores al imperio incaico, donde era considerada un alimento sagrado. Los relatos más antiguos dicen que su cultivo se inició en la etapa tardía de la cultura Wanka y fue en la época de los Incas

cuando se intensificó, especialmente en el altiplano habitado por los Collas, y con este producto (“Taky Oncoy”) alimentaban a sus tropas para potenciar su fortaleza física. También los conquistadores españoles impusieron la maca como tributo a los pueblos sometidos tras comprobar que, al alimentar con ella a sus animales traídos de Castilla, éstos recuperaban el nivel de reproducción que habían perdido en esas altitudes [5, 6].

Las primeras descripciones de la planta y sus usos, se deben a los españoles Vásquez Espinoza (alrededor de 1598) y Cobo (entre 1603-1629). Más tarde, Hipólito Ruíz, formando parte de la “Royal Spanish Botanical Expedition” (1777-1778), encontró la planta en cultivo cerca al lago de Junín y da una corta nota sobre su utilización [7]. Fue en 1843 cuando Wilhelm Gerhard Walpers [8], la describe válidamente con el nombre de *Lepidium meyenii* (Figura 1).

**G. WALPERS,**

***Lepidium Meyenii* Walp. caule prostrato ramoso, foliis omnibus sessilibus pinnatisectis vel grosse serrato-dentatis; siliquis rhombeis apice breviter emarginatis, stylo brevi, stigmatibus capitellatis; tota planta glabrescente.**

**Proximum praecedenti speciei, sed siliquis, rhomboideis, nec ovato-orbiculatis, dimidio fere maioribus certe diversum; calyce sero deciduo reliquisque characteribus ad tertiam sectionem Candolleanam pertinet.**

**Peruvia: in planitie circa Pisacomam, alt. 15,000 pedum.**

Figura 1. Descripción original de *Lepidium meyenii* Walp. [8].

En 1990 Gloria Chacón [9] describe otra especie para la maca cultivada *Lepidium peruvianum* Chacón. Esta autora indica que la especie por ella descrita se corresponde con la maca cultivada tradicionalmente en los Andes peruanos y que *L. meyenii* es la maca silvestre de estos mismos lugares (Figuras 2 y 3). Pero en la mayoría de los catálogos y floras actuales esta segunda especie (*L. peruvianum*) se considera sinónimo de la primera (*L. meyenii*) y es con esta denominación como se conoce a la maca en la actualidad [10, 11].



Figura 2. Pliegos originales de *Lepidium peruvianum* y *Lepidium meyenii* [12].



Figura 3. Maca silvestre y Maca cultivada  
[\[http://www.macaglochaperu.com/DESCRIPCIONBOTANICA.pdf\]](http://www.macaglochaperu.com/DESCRIPCIONBOTANICA.pdf).

### 1.3. CARACTERES DIAGNÓSTICOS (Figura 4)

*Lepidium meyenii* Walp., *Nov. Actorum Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur.* 19 (Suppl. 1): 249. 1843.

Planta bienal, raramente anual, con órgano reservante subterráneo (raíz tuberosa) y tallos decumbentes escasamente ramificados, con ejes 3-10(20) cm de largo y provistos de una roseta basal. Hojas de la roseta, grandes, 3-8 cm de largo, carnosas, pinnatifidas hasta bipinnatisectas y frecuentemente, más o menos liradas. Las hojas superiores, enteras, lobadas o profundamente crenadas. Inflorescencias en panículas, paucifloras, de 1-2(-5) cm de largo y frecuentemente en parte cubiertas de hojas. Cáliz tetrámero con sépalos blancos o verdosos; corola con 4 pétalos blancos. Androceo con dos estambres fértiles de anteras amarillentas de dehiscencia longitudinal y cuatro nectarios verdosos, ubicados en la base del ovario, dos a cada lado de los estambres. Frutos en silículas de 4-5 mm de largo, dehiscentes, con dos cavidades cuneadas, cada una de las cuales contiene una semilla. Semillas aovadas de 2-2,5 mm de largo y color rojo grisáceo [13].



Figura 4. *Lepidium meyenii* Walp. A: Roseta basal (hojas); B: Raíces tuberosas; C: Inflorescencias; D: Detalle de la flor.



## 1.4. DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

Actualmente se distribuye en los Andes Centrales de Perú (Figura 5), Bolivia y NW de Argentina. Habita entre 3800-4800 metros de altura en lo más inhóspito de áreas esteparias altoandinas, donde las temperaturas son extremas, pasando del intenso calor de la mañana a las heladas de la noche, con gélidos vientos, nevadas persistentes, alta irradiación solar y suelos ácidos (pH<5). En esta zona tan hostil, donde hay poco oxígeno, la vegetación es escasa, no existen árboles sino plantas de pocos cm de altura y en cultivo sólo crecen patatas amargas y maca [11, 12].

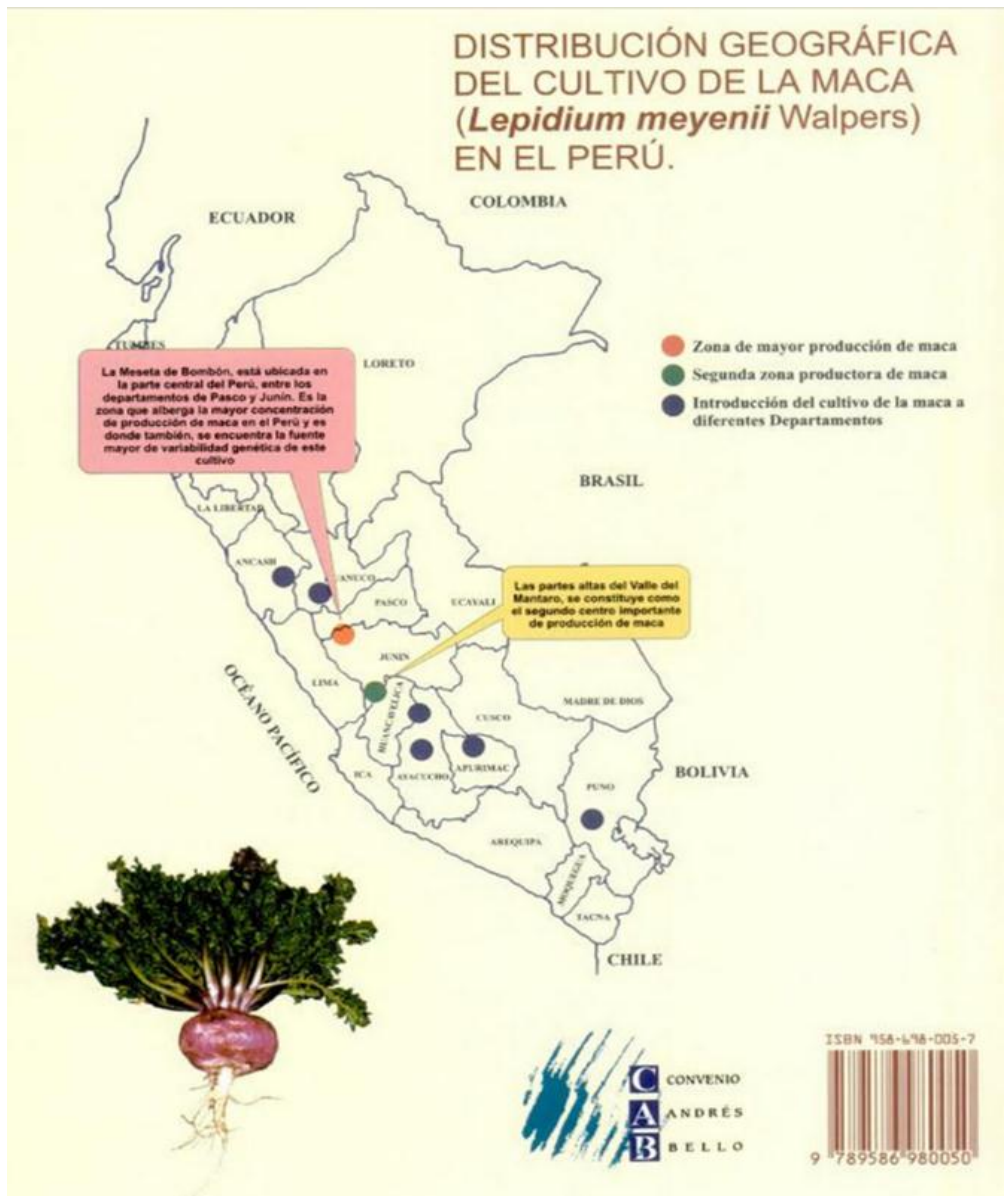


Figura 5. Mapa de distribución de los cultivos de “maca” en Perú [14].

## 1.5. CULTIVO

Normalmente es bienal, presentando dos etapas bien definidas: la vegetativa que dura casi 7 meses en la cual se produce la raíz tuberosa y la reproductiva en la que se obtiene la semilla. La siembra generalmente se realiza en monocultivos al inicio del período altoandino de lluvias (septiembre-octubre), en praderas y terrenos de barbecho en los que la maca no ha sido

cultivada hasta por diez años o mediante rotación de cultivo, ya que ésta agota fuertemente los nutrientes del suelo. A veces se intercalan en los cultivos de papa amarga puesto que, según los agricultores, reduce la infección de la papa por parásitos. Se cosechan manualmente y son secadas al sol (10-15 días) o en secaderos similares a invernaderos (Figura 6).



Figura 6. Cultivo de maca. A: Campo de cultivo (etapa vegetativa); B: Cosecha; C: Secado al sol; D: Secado en secaderos.

Según su color se diferencian claramente seis ecotipos: amarillo, morado, crema, morado claro (“rojo”), negro y plomo con siete formas que van desde la circular achatada a la amorfa. Para la obtención de las semillas, durante la cosecha se seleccionan las plantas más grandes y mejor formadas, las cuales se vuelven a plantar y se recogen las silículas cuando empiezan a amarillear, poco antes de la dehiscencia (Figura 7).



Figura 7. A: Maca fresca; B: Ecotipos o variedades de maca (roja, negra y amarilla); C: Maca seca; D: Semillas.

En cuanto a enfermedades y daños, raramente aparecen barrenadores de raíz (“gorrojo de los Andes”, *Premnotrypes* spp.) y oídios (*Peronospora parasitica*), es resistente a todo tipo de plagas y enfermedades [13].

## 1.6. OBJETIVOS

La elección de este trabajo se debe a que es una planta cuyas propiedades alimenticias y usos le han conferido una gran importancia en la actualidad.

Al tratarse de un producto en auge, su investigación y conocimiento son necesarios para optimizar y explotar su potencial de cara al futuro. Por ello, el objetivo de este trabajo es recopilar la mayor información posible sobre los estudios científicos existentes de esta planta para conocer mejor su fitoquímica, propiedades, usos y evaluar su seguridad y eficacia.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, la información fue obtenida a través de los recursos disponibles en el Servicio de la Biblioteca ULL: catálogos y biblioteca digital (punto Q) en donde se encontró la mayor parte de la información. También encontramos datos en webs de otras universidades y otros motores de búsqueda on-line como PubMed. En libros y revistas físicas de la ULL no se encontró información.

Además, se buscó información en varios herbolarios, mercados, farmacias y parafarmacias de Tenerife (Figuras 8 – 11) donde nos informaron que tanto hombres como mujeres la consumen.



Figura 8. Herbolarios y tiendas de alimentación localizados en Tenerife en donde se buscó información. A: Farma Parque en C.C. Meridiano de Santa Cruz; B: Herbolario El Pino en Santa Úrsula; C: Alimen3ano en Mercado Nuestra Señora de África de Santa Cruz; D: Herboristería Mil Variedades en Mercado Nuestra Señora de África de Santa Cruz (Y. Farrais Delgado).



Figura 9. Algunos de los productos en formato de harina encontrados en los herbolarios y pequeñas tiendas de alimentación citados anteriormente (Y. Farrais Delgado).



Figura 10. Otros formatos de maca encontrados en los herbolarios ya citados. A – C: Cápsulas; D – E: Comprimidos; F: Viales (Y. Farrais Delgado).



Figura 11. Diferentes presentaciones localizadas en farmacias de Santa Cruz de Tenerife (Y. Farrais Delgado).

Las mujeres la utilizan normalmente para problemas relacionados con la menopausia y los hombres para la disfunción eréctil. También la demandan deportistas de ambos sexos por su propiedad energizante. Si bien el consumidor normalmente la conoce y directamente preguntan por ella, en otras ocasiones son los vendedores quienes la recomiendan a los clientes que la desconocen. Intentamos conseguir la raíz de maca al natural siendo esto imposible, ya que nos informaron que está prohibido sacarla de su lugar de origen.

En grandes superficies como Carrefour e Hiperdino también encontramos algunos productos (Figura 12).



Figura 12. Diferentes productos encontrados en grandes superficies como Carrefour e Hiperdino. A – C: Cápsulas; D – E: Comprimidos; F: Polvo instantáneo con chocolate (A – D, F: Y. Farrais Delgado; F: I. E. La Serna Ramos).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. FITOQUÍMICA

La raíz de maca posee un alto valor nutricional, similar al del maíz, trigo, arroz y superior al de la papa, zanahoria, rábano y nabo. Diversos estudios ponen de manifiesto que dicho valor nutricional varía en función del lugar de recolección, fertilización de la tierra, color, clima, labores culturales, condiciones de manejo poscosecha, etc. [15 – 18], siendo su contenido en **componentes principales** los recogidos en la Tabla 2.

Componentes	Lobatón (2003) (%)	Castaño (2008) (%)	Guevara <i>et al.</i> (2016) (%)
Carbohidratos	51,81 – 76,05	54,60 – 60,00	55,00 – 75,00
Proteínas	10,10 – 18,25	8,87 – 11,60	11,90
Fibra	3,85 – 8,50	8,23 – 9,08	8,30
Cenizas	3,46 – 6,43	4,90 – 5,00	4,80
Lípidos	0,20 – 2,20	1,09 – 2,20	2,70

Tabla 2. Comparación de diferentes estudios del perfil nutricional de la raíz de maca [16, 17, 19].

Dentro de los **carbohidratos** los más abundantes son los polisacáridos (Tabla 3).

Carbohidratos	(%)
Polisacáridos	30,40
Sacarosa	23,40
Oligosacáridos	4,56
Glucosa	1,55

Tabla 3. Contenido de carbohidratos en la raíz de maca [20].

De los 18 **aminoácidos** encontrados (Tabla 4), 7 son esenciales y se encuentran en concentraciones cercanas a las de la leche y carne de vaca, leche humana, huevo y pescado, y superiores a las de otras raíces y tubérculos [16].

Aminoácidos	mg/10 g
ESENCIALES	
Leucina	91,0
Valina	79,3
Fenilalanina	55,3
Lisina	54,5
Isoleucina	47,4
Treonina	33,1
Metionina	28,0
NO ESENCIALES	
Ácido glutámico	156,5
Arginina	99,4
Ácido aspártico	91,7
Glicina	68,3
Alanina	63,1
Serina	50,4
Histidina	41,9

Tirosina	30,6
HO-Prolina	26,0
Prolina	0,5
Sarcosina	0,7

Tabla 4. Perfil de aminoácidos de la raíz de maca [21].

El análisis comparativo de diferentes estudios (Tabla 5) pone de manifiesto su alto contenido en **minerales**, sobre todo en potasio y calcio.

Minerales	Dini <i>et al.</i> (1993) mg/100 g	Lobatón (2003) mg/100 g	Guijarro (2011) mg/100 g
Potasio	2050,00	1000,00 – 2050,00	2050,00
Calcio	250,00	150,00 – 650,35	250,00
Fósforo	-	183,00 – 329,00	-
Magnesio	-	70,00 – 114,63	-
Sodio	18,70	18,70 – 40,00	19,00
Hierro	16,60	9,93 – 24,37	15,00
Cobre	5,90	5,90	6,00
Zinc	3,80	2,80 – 6,12	3,80
Manganeso	0,80	0,80	0,80
Iodo	-	-	0,52
Selenio	-	0,27 – 0,30	-

Tabla 5. Comparación de diferentes estudios de los minerales presentes en la raíz de maca [19, 21, 22].

Diferentes trabajos (Tabla 6), demuestran que es una buena fuente de **vitaminas**, especialmente de niacina. También se cita [17] la presencia de B<sub>12</sub>, D y E.

Vitaminas	Obregón (1999) mg/100 g	Salcines (2009) mg/100 g	Guijarro (2011) mg/100 g
Niacina (B <sub>3</sub> )	37,27 – 43,03	43,03	56,50
Ác. ascórbico (C)	0,80 – 3,52	3,52	2,86
Piridoxina (B <sub>6</sub> )	-	-	1,14
Riboflavina (B <sub>2</sub> )	0,31 – 0,76	0,61	0,39
Tiamina (B <sub>1</sub> )	0,15 – 1,17	0,42	-
Caroteno (A)	0,07	-	-

Tabla 6. Comparación de diferentes estudios de las vitaminas presentes en la raíz de maca [22 – 24].

Es rica en **ácidos grasos** (Tabla 7), siendo el linoleico (omega 6), oleico (omega 9) y palmítico los más abundantes.

Ácidos Grasos	Nº C : Nº dobles enlaces	(%)
Linoleico*	C18:2	32.6
Palmítico	C16:0	23.8
Oleico*	C18:1	11.1
Esteárico	C18:0	6.7
Palmitoleico	C16:1	2.7

Eicosenoico	C20:1	2.3
Behénico	C22:0	2.0
Heptadecanoico	C17:0	1.8
Araquidónico	C20:4	1.6
Heptadecenoico	C17:1	1.5
Mirístico	C14:0	1.4
Nonadecenoico	C19:1	1.3
Pentadecanoico	C15:0	1.1
Láurico	C12:0	0.8
Pentadecenoico	C15:1	0.5
Nonadecanoico	C19:0	0.4
Tetracosenoico	C24:1	0.4
Lignocérico	C24:0	0.4
Tridecenoico	C13:1	0.3
Tridecanoico	C13:0	0.1

Tabla 7. Composición de ácidos grasos presentes en la raíz de maca en % [24]. (\*): Esenciales.

Los **metabolitos secundarios** encontrados son:

✓ **Macaenos y macamidas:** El contenido de estos ácidos grasos poliinsaturados y sus amidas varía de forma considerable en diferentes muestras de maca seca (Tabla 8). Hasta el momento se han encontrado 1 macaeno (Figura 13) y 16 macamidas (Tabla 9).

Componentes	(%)
Macaenos	0,09 – 0,45
Macamidas	0,06 – 0,52

Tabla 8. Porcentaje de macaenos y macamidas presentes en la raíz de maca seca [16].

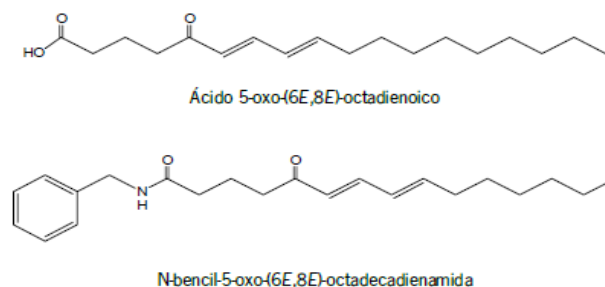


Figura 13. Estructura del macaeno y su correspondiente macamida [16].

NBencil-pentadecanamida	N(3-Metoxibencil)-9Z-octadecanamida
NBencil-hexadecanamida	NBencil(15Z)-tetracosenamida
N(3-metoxibencil)-hexadecanamida	NBencil-9-oxo-(12Z)-octadecenamida
NBencil-heptadecanamida	NBencil-9-oxo-(12Z,15Z)-octadecadienamida
NBencil-octadecanamida	NBencil(9Z,12Z)-octadecadienamida
NBencil-13-oxo-(9E,11E)-octadecadienamida	N(3-Metoxibencil)(9Z,12Z)-octadecadienamida
NBencil-5-oxo-(6E,8E)-octadecadienamida	NBencil(9Z,12Z,15Z)-octadecatrienamida
NBencil(9Z)-octadecenamida	N(3-Metoxibencil)(9Z,12Z,15Z)-octadecatrienamida

Tabla 9. Macamidas presentes en la raíz de maca [16].



✓ **Glucosinolatos:** Heterósidos sulfocianogénicos responsables del sabor picante y amargo de la maca fresca, cuyo contenido es 100 veces superior al de otras especies de Brassicaceae (col, coliflor y brócoli) y varía de unos cultivos a otros por las condiciones climáticas y fertilidad del suelo [16]. Se han encontrado 9 glucosinolatos (Tabla 10), siendo los más abundantes la glucotropaeolina y el p-metoxibencilglucosinolato [25 – 27].

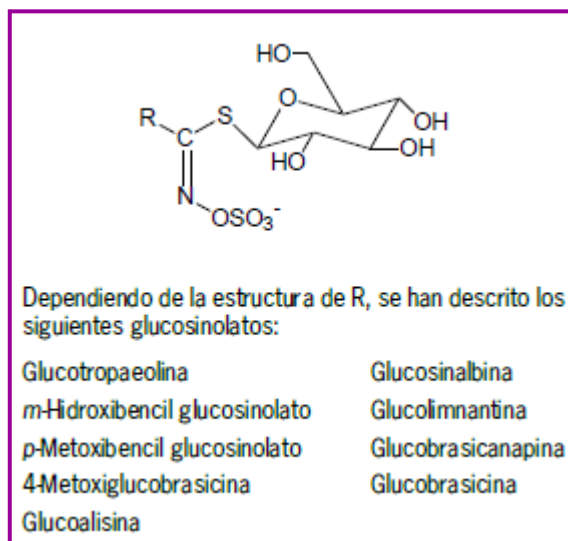


Tabla 10. Glucosinolatos descritos en la maca [16].

✓ **Esteroles:** De los encontrados (Tabla 11), los más abundantes son el  $\beta$ -sitosterol y el campesterol.

Esteroles	(%)
$\beta$ -sitosterol	45,50
Campesterol	27,30
Ergosterol	13,60
Brasicasterol	9,10
Estigmasterol	4,50

Tabla 11. Esteroles presentes en la maca [24].

✓ **Alcaloides:** Solo se han encontrado tres (Figura 14), los cuales pueden presentar diversas acciones.

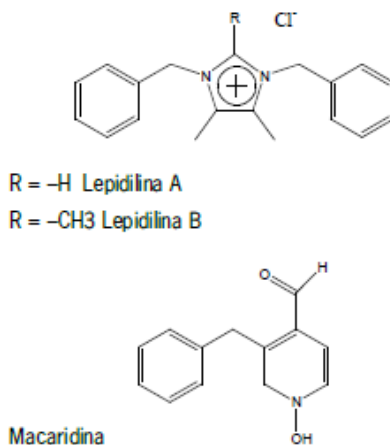


Figura 14. Alcaloides descritos en la raíz de maca [16].

✓ Otros **compuestos**: Flavonoides entre los que destacan el flavonol y la quercetina, carbolinas como el ácido (1R, 3S)-1-metil-tetrahydro-β-carbolin-3-carboxílico (Figura 15), catequinas, prostaglandinas, antocianinas (responsables del color de los hipocótilos), taninos, saponinas, ácido málico y uridina [16, 25, 28].

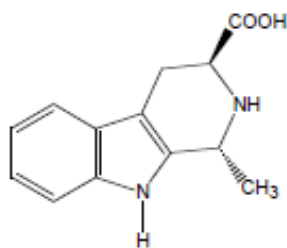


Figura 15. Ácido (1R, 3S)-1-metil-tetrahydro-β-carbolin-3-carboxílico [16].

### 3.2. PROPIEDADES

Son muchos los efectos y propiedades beneficiosas que se le atribuyen a la raíz de maca, al igual que las investigaciones llevadas a cabo y que aún se siguen realizando al respecto.

**Afrodisíaca**: Aumenta el deseo sexual y mejora la disfunción sexual en ambos sexos, incluso la inducida por el uso de ISRS [29], siendo responsables de estas acciones los macaenos, macamidas, prostaglandinas, esteroides, alcaloides, glucosinolatos e isotiocianatos [16, 20].

**Fertilidad (espermatogénesis y función reproductiva femenina)**: Mejora la fertilidad al aumentar la producción y la motilidad de los espermatozoides, siendo los esteroides, glucosinolatos e isotiocianatos los responsables de esta actividad [16, 20, 25, 28, 30, 31]. Además, revierte el efecto negativo sobre la espermatogénesis en animales tratados con malatión o acetato de plomo [32]. Ratonas que recibieron EA de maca presentaron un mayor número de crías, lo que sugiere un efecto protector sobre el número de embriones reabsorbidos durante la gestación [25], por aumento de los niveles de progesterona [29].

**Menopausia**: Los esteroides son los responsables de la disminución de rubores, sofocos y síntomas psicológicos asociados, tales como ansiedad y depresión [20, 25, 33].

**Osteoporosis**: Se ha demostrado que consumidores de maca roja y negra presentan menos tasas de fracturas que aquellos que no la consumen [29]. En ratas ovariectomizadas, los EE de maca previenen la pérdida ósea [25] y aumentan el contenido de calcio en el fémur [16].

**Energizante y antiestrés**: Debido a su alto contenido en proteínas, ácidos grasos insaturados y minerales, es considerada un gran adaptógeno (aumenta la energía, la resistencia y disminuye el estrés y la fatiga) [16, 29, 30, 34].

**Regulación metabólica**: El EH de maca negra y maca amarilla presentan actividad hipoglucemiante (reduce hasta 50% el valor de glucosa en sangre), hipolipemiante (disminuye los niveles plasmáticos de LDL, VLDL, colesterol y TG, debido a su alto contenido en selenio y otros antioxidantes) e hipotensora por su alto contenido en potasio o por inhibición de la ECA [16, 19, 20, 25, 29, 35].

**Antioxidante:** Inhibe los radicales libres y protege las células del estrés oxidativo y de la apoptosis inducida [15, 16]. El ácido (1R, 3S)-1-metil-tetrahidro-β-carbolin-3-carboxílico es el responsable de dicha actividad junto con las catequinas, esteroides, quercetina, antocianinas, vitaminas C y E [15, 20, 28, 36, 37].

**Citostática:** El EA de maca roja reduce el peso de la próstata, sin afectar al de las vesículas seminales, por disminución de los niveles de zinc intraprostático (incrementados en HBP). Efecto probablemente debido a las propiedades antiproliferativas y pro-apoptóticas de los glucosinolatos aromáticos. Se ha demostrado en ratas que el EM de maca amarilla previene la hiperplasia inducida por la RUV, ya que disminuye el grosor de la epidermis. También disminuye la actividad tumoral debida a la estimulación de los macrófagos y otras células del SI, siendo los responsables de esta acción los alcaloides, flavonoides, esteroides, prostaglandinas, antocianinas, glucosinolatos e isotiocianatos [16, 17, 18, 20, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 36, 38, 39].

**Función cognitiva:** La maca negra revierte el daño causado sobre la memoria y el aprendizaje espacial en ratas ovariectomizadas o tratadas con escopolamina [29], al parecer debido a la presencia de quercetina y antocianinas [16].

**Actividad inmunomoduladora:** Se debe a la presencia de alcaloides, macamidas, glucosinolatos e isotiocianatos. El EM del ecotipo morado, a diferencia de los ecotipos rojo, negro y blanco, estimula la producción de IFN-γ por los linfocitos T humanos cultivados in-vitro. El incremento de esta citoquina podría emplearse en el tratamiento del Alzheimer ya que juega un papel importante en la producción de los péptidos β-amiloides [18, 36, 40, 41].

**Antienvejecimiento:** Se ha visto que consumidores de maca presentan menor cantidad de interleukina 6 (glucoproteína asociada al envejecimiento y a la artritis reumatoide por su actividad inflamatoria) [29].

**Actividad hematopoyética:** El consumo de polvo de maca, en pacientes con anemia ferropénica, aumenta considerablemente los niveles de Fe [19], también se ha demostrado que el EA de maca amarilla incrementa el número de glóbulos blancos, hemoglobina y células de médula ósea en animales inmunodeprimidos [40].

**Mal de montaña crónico:** Reduce los síntomas y signos asociados a dicha enfermedad [35].

### 3.3. USOS Y MODOS DE EMPLEO

La raíz es usada desde tiempos precolombinos por su gran valor nutricional [36]. Tradicionalmente no se consume en fresco por considerarse dañina. Se cuecen en agua o leche (gachas suaves o mazamoras), al menos 2 horas, hasta alcanzar textura suave. También pueden consumirse recién cosechadas, horneadas o asadas en cenizas (“huatias”) o piedras precalentadas (“pachamancas”), las cuales tienen sabor dulce (Figura 16). Las hojas también son comestibles y pueden consumirse cocinadas o añadirse crudas a las ensaladas [22, 24, 25, 42 – 46]. Además, actualmente la raíz se utiliza en la industria alimenticia bajo diferentes presentaciones comerciales (Figura 17 – 19).



Figura 16. A: Maca cocida; B: Gachas de maca y avena; C: Pachamanca; D: Huatia.



Figura 17. Algunos productos de la marca Koken. A: Concentrado de maca; B: Néctar de maca; C: Licor de maca; D: Mermelada de maca; E: Maca instantánea; F: Harina de maca [<http://www.kokendelperu.com/index-sp.htm>].



Figura 18. Distintos productos a base de maca. A: Extracto líquido de maca; B: Flan de maca; C: Chicha de maca; D: Caramelos de maca; E: Galletas de maca; F: Café de maca.



Figura 19. Derivados de maca. A: Chocolate de maca; B: Yogurt con maca; C: Barrita de maca y arándanos; D: Quinoa y maca; E: Cereales con maca; F: Avena con maca.

La harina se puede añadir a bebidas frías o calientes (leche, batidos, jugo, café, agua o té) y a alimentos sólidos (cereales, granos, cremas, sopas, purés, guisos, ensaladas, postres, yogurt, aliños, etc) [47]. También de forma casera se pueden elaborar croquetas, pan, budines, galletas, dulces, barritas energéticas, gelatinas y mermeladas [22].

Como formas farmacéuticas podemos encontrarla en cápsulas, comprimidos y tabletas. La NASA la ha utilizado en la dieta de los astronautas, ya que conserva un excelente estado físico y mantiene la lucidez y los reflejos [22].

En la industria cosmética se utiliza en la elaboración de champús y acondicionadores para reparar y fortalecer el cabello dañado, así como en una línea masculina completa (Figura 20).



Figura 20. Línea de cosmética masculina. A: Lavado facial; B: Protector facial; C: Contorno de ojos; D: Desodorante; E: Crema de afeitado) [<https://www.thebodyshop.com/es-es/search?text=maca>]. Línea unisex. F: Champú; G: Acondicionador. [[http://www.imgrum.org/media/1195681494631222837\\_2875690034](http://www.imgrum.org/media/1195681494631222837_2875690034)].

En cosmética casera podemos elaborar mascarillas con polvo de maca y avena (Figura 21) o añadir extracto de maca a nuestras cremas faciales, champús, mascarillas y lociones para el cabello [48].



Figura 21. Mascarilla de avena con maca.

Se cree que la maca amarilla es efectiva para la protección solar, por ello el extracto de maca puede ser un ingrediente interesante de introducir en cremas cosméticas y cremas solares [49].

### 3.4. SEGURIDAD, ACEPTABILIDAD Y EFICACIA

Durante siglos, la población Alto Andina de Perú ha consumido maca, lo que apunta a considerar este producto como inofensivo para la salud. Diferentes estudios en ratas han demostrado que a dosis superiores a 17 g/Kg de peso corporal la maca es inocua, lo que hace pensar en la ausencia de toxicidad y de efectos adversos graves en humanos [25, 29, 50], no obstante, es necesario realizar estudios específicos al respecto [16]. Sin embargo, la “Natural Medicine Comprehensive Database” considera a la maca segura cuando es utilizada de manera adecuada durante cortos periodos de tiempo en adultos aparentemente sanos (3 g/día durante 12 semanas de tratamiento) [25, 33].

Los efectos secundarios son leves, no muy frecuentes y en la mayoría de los casos suelen ocurrir cuando se toma en cantidades excesivas o de forma incorrecta. Algunos de ellos son: insomnio, trastornos digestivos (inflamación abdominal o gases), diarrea, náuseas, acidez, dolor de estómago, taquicardia, hiperactividad o nerviosismo, reacciones alérgicas, erupciones, enrojecimiento y picazón [51, 52].

Las principales contraindicaciones son las recogidas en la Tabla 12.

Contraindicaciones	Motivos
Trastornos tiroideos	Dieta baja en yodo + glucosinolatos en exceso → bocio [27]
Insuficiencia renal	Alto contenido en potasio [19]
Embarazadas y lactantes	No se ha demostrado su seguridad [43]

Tabla 12. Contraindicaciones del consumo de maca.

Los estudios realizados para evaluar la aceptabilidad de la maca son escasos. La harina de maca presenta un olor picante y sabor amargo, por tanto, puede producir aversión en personas no acostumbradas a su consumo [33].

## 4. CONCLUSIONES

La raíz de maca presenta un alto contenido en carbohidratos y proteínas con respecto al de otras hortalizas y tubérculos, es muy rica en minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales. En cuanto a los metabolitos secundarios, entre otros compuestos, contiene macaenos, macamidas, glucosinolatos, esteroides y alcaloides, que son los responsables de sus actividades biológicas.

Diferentes estudios aseguran que la maca entre otras actividades, es un buen antioxidante, energizante, citostático, antitumoral, aumenta la fertilidad, mejora el deseo sexual y los síntomas de la menopausia. Existen diferencias entre las actividades biológicas y la composición química dependiendo del cultivo y de los ecotipos o variedades. De hecho, la maca negra tiene mejores efectos en la producción de espermatozoides, la memoria, el aprendizaje, el control de la glucosa y la resistencia física, mientras que la maca roja los tiene sobre la HBP, la osteoporosis y la reducción de los niveles de ansiedad, depresión y estrés.

Su importante papel en la regulación del crecimiento prostático sin afectar al peso de la vesícula seminal, así como su efecto en el mantenimiento de la estructura mineral ósea en la deficiencia estrogénica durante la post-menopausia sin afectar al peso uterino, la proponen como una buena alternativa natural al tratamiento farmacológico.

Recientemente se ha demostrado que la maca presenta actividad protectora sobre el epitelio expuesto a RUV, siendo interesante su aplicación en protectores solares.

Las propiedades anteriormente citadas junto con su valor nutricional han hecho que la maca haya adquirido una gran importancia a nivel de la industria alimentaria y agrícola, en donde la explotación de su cultivo en Los Andes Centrales del Perú y la obtención de numerosos productos a partir de su raíz son de creciente interés.

Su uso se ha incrementado tanto en Perú como en diferentes partes del mundo, siendo los mayores demandantes Estados Unidos, Japón y Europa, donde se consume principalmente como harina, cápsulas y tabletas.

Si bien parece no presentar toxicidad ni efectos adversos graves en humanos, deben realizarse más ensayos clínicos para garantizar su seguridad y eficacia.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Productos naturales del Perú. La maca – *Lepidium meyenii* Walp. Disponible en: <http://www.macapunch.com/maca.html>. Consultado 04/26, 2017.
- (2) Stevens PF. Angiosperm Phylogeny Website. 2001. Disponible en: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Consultado 04/21, 2017.



- (3) Sitte PW, Weiler EW, Kadereit J, Bresinsky A, Körner C editors. Strasburger Tratado de Botánica. 35.ª edición ed. Barcelona: Omega; 2004.
- (4) Nieto Foliner G. Cruciferae en Castroviejo S, Aedo C, Laín, M, Muñoz Garmendia F, Nieto Feliner G, Paiva J, Benedí C editores. Flora Ibérica IV. Real Jardín Botánico. C.S.I.C. Madrid; 1993.
- (5) Junín: La maca en la historia andina; 2013. Disponible en: <http://rpp.pe/peru/actualidad/junin-la-maca-en-la-historia-andina-noticia-612753>. Consultado 04/26, 2017.
- (6) Historia y origen de la maca; 2010. Disponible en: <http://macainka.blogspot.com.es/2010/07/historia-y-origen-de-la-maca.htm>. Consultado 04/26, 2017.
- (7) Seminario J. Origen de las raíces andinas (1) en Seminario J editor. Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie 6: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) No. 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima. Perú 2004; 1-38.
- (8) Walper W. *Lepidium Meyenii* Walp. Nov Actorum Acad Caes Leop-Carol Nat Cur 1843; 19 (Suppl. 1): 249.
- (9) Chacón G. La maca (*Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov.) y su Hábitat. Rev Peru Biol 1990; 3(2): 193-212.
- (10) The Plant List. Version 1.1.; 2013. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/>. Consultado 04/26, 2017.
- (11) Al-Shehbaz IA. A synopsis of the South American *Lepidium* (Brassicaceae). Darwiniana 2010; 48 (2): 141-167.
- (12) Meisner HO, Mscisz A, Kedzia B, Pisulewski P, Piatkowska E. Peruvian Maca: Two Scientific Names *Lepidium Meyenii* Walpers and *Lepidium Peruvianum* Chacon – Are They Phytochemically-Synonymous?. Int J Biomed Sci 2015; 11(1): 1-15.
- (13) Dostert N, Roque J, María A, La Torre I, Weigend M (2009) Factsheet: Datos botánicos de Maca. *Lepidium meyenii* Walp. Lima – Perú: Proyecto Perúbiodiverso – PBD 2009.
- (14) Ficha técnica de la maca; 2011. Disponible en: <http://macainperu.blogspot.com.es/2011/11/ficha-tecnica-de-la-maca.html>. Consultado 04/26, 2016.
- (15) 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”. Revista Horizonte Médico 2008; 8(1): 45-55.
- (16) Castaño Corredor MP. Maca (*Lepidium peruvianum* Chacón): composición química y propiedades farmacológicas. Revista de Fitoterapia 2008; 8(1): 21-28.
- (17) Guevara Pérez A, Nolzco Cama D, Cancino Chávez K, Oliva Cruz C. Descontaminación microbiana de la maca (*Lepidium meyenii*) aplicando el sistema de esterilización orgánica (OSS) para preservar sus propiedades nutricionales y sensoriales. Scientia Agropecuaria 2016; 7(1): 59-66.
- (18) Palma-Gutiérrez E, Prado-Bravo C, Loja-Herrera B, Salazar-Granara A. Características fitoquímicas de muestras comerciales de maca en tres regiones de Perú. CIMEL Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana 2012; 17(2): 89-93.
- (19) Lobatón Erazo ME. Micronutrientes de la maca (*Lepidium meyenii* Walp.), utilidad en el tratamiento de la anemia ferropénica e hiperlipidemia. Natura M I T I 2003; 21(1): 16-25.

- (20) Sifuentes-Penagos G, León-Vásquez S, Paucar-Menacho LM. Estudio de la maca (*Lepidium meyenii* Walp.), cultivo andino con propiedades terapéuticas. *Scientia Agropecuaria* 2015; 6(2): 131-140.
- (21) Dini A, Migliuolo G, Rastrelli L, Saturnino P, Schettino O. Chemical composition of *Lepidium meyenii*. *Food Chemistry* 1994; 49: 347-349.
- (22) Guijarro Loaiza DA. Proyecto de factibilidad para la producción y exportación de raíz de maca al mercado chino. Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial 2011.
- (23) Obregón LE. Maca. Planta medicinal y nutritiva del Perú. *Natura Medicatrix* 1999; 55: 26-27.
- (24) Salcines Minaya F. Cadena Agroalimentaria de la Quinua y la Maca Peruana y su Comercialización en el Mercado Español. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid 2009.
- (25) Gonzales Arimborgo C. Monografía: Maca. *Lepidium meyenii* Walp. Perú: Proyecto Perubiodiverso – PBD 2010.
- (26) Alvarado Alvarado JL. La maca roja (*Lepidium meyenii*) y su acción en el tratamiento de la hiperplasia prostática benigna. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería 2015.
- (27) Medrano Copete A, Rivas Hernández G, Sirvent López L. Nuevas aplicaciones terapéuticas en España de seis plantas medicinales. Madrid: Universidad Complutense 2015.
- (28) Alzamora L, Solís H, Rojas M, Calderón M, Fajardo N, Quispe J, *et al.* Actividad leishmanicida de los extractos metanólicos de cuatro ecotipos de *Lepidium peruvianum*, Chacón (Brassicaceae). *Rev Peru Biol* 2007; 13(3): 211-214.
- (29) Gonzales GF, Villaorduña L, Gasco M, Rubio J, Gonzales C. Maca (*Lepidium meyenii* WALP), una revisión sobre sus propiedades biológicas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2014; 31(1): 100-110.
- (30) Ronceros G, Ramos W, Garmendia F, Arroyo J, Gutiérrez J. Eficacia de la maca fresca (*Lepidium meyenii* walp) en el incremento del rendimiento físico de deportistas en altura. *An Fac Med Lima* 2005; 66 (4): 269-273.
- (31) Vásquez-Villalobos V, Rojas-Padilla C, Rojas-Naccha J, Hernández-Bracamonte O, Vásquez-Angulo J, Barreto-Alama O. Optimización de la extracción de glucosinolatos de maca (*Lepidium meyenii*) por superficie de respuesta y algoritmos genéticos. *Scientia Agropecuaria* 2016; 7(3): 275-284.
- (32) Valenzuela-Estrada M, Parra R, Velasco-Martín JP, Núñez H, Regadera J, Bustos-Obregón E. Efecto de la Maca Peruana (*Lepidium meyenii*) y de la Melatonina Sobre el Desarrollo Testicular del Ratón Expuesto a Hipoxia Hipobárica Continua. *Int J Morphol* 2014; 32(1): 70-78.
- (33) Gonzales-Arimborgo C, Yupanqui I, Montero E, Alarcón-Yaquette DE, Zevallos-Concha A, Caballero L, *et al.* Acceptability, Safety, and Efficacy of Oral Administration of Extracts of Black or Red Maca (*Lepidium meyenii*) in Adult Human Subjects: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Pharmaceuticals* 2016; 49(9): 1-23.
- (34) Cisneros R, Oré R, Arnao I, Suárez S. Relación de glutatión reducido/oxidado (GSH/GSSG) en ratas diabéticas tratadas con maca (*Lepidium meyenii* walp). *An Fac Med* 2011; 72(2): 107-111.
- (35) 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.

- (36) 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.
- (37) Leiva-Revilla J, Guerra-Castañón F, Olcese-Mori P, Lozada I, Rubio J, Gonzales C, *et al.* Efecto de la maca roja (*Lepidium meyenii*) sobre los niveles de IFN- $\gamma$  en ratas ovariectomizadas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 2014; 31(4): 683-688.
- (38) Alzamora L, Alvarez E, Torres D, Solís H, Colona E, Quispe J, *et al.* Efecto de cuatro ecotipos de *Lepidium peruvianum* Chacón sobre la producción de óxido nítrico *in vitro*. *Rev Peru Biol* 2007; 13(3): 215-217.
- (39) Esparza E, Hadzich A, Cosio E. La maca: la química detrás de su secado tradicional. *Revista de Química PUCP* 2015; 29(1): 11-17.
- (40) Alvarez E, Alzamora-Gonzales L. Efecto de *Lepidium meyenii* (maca) sobre la producción de tres citoquinas hematopoyéticas en esplenocitos de ratones inmunosuprimidos. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 2013; 12(3): 313-321.
- (41) Alzamora L, Galván P, Alvarez E, Torres D, Colona E, Aliaga M *et al.* Producción de IFN- $\gamma$  en cultivos de linfocitos humanos por efecto de los extractos metanólicos de cuatro ecotipos de *Lepidium peruvianum*, Chacón (Brassicaceae). *Rev Peru Biol* 2007; 13(3): 207-209.
- (42) Chang A. La fitofarmacopea peruana: Avances de un trabajo aún no concluido (Borrador de la I Fitofarmacopea Peruana – 2006). *FITOICA Revista Científica del Laboratorio de Productos Naturales* 2008; 3: 1- 215.
- (43) Ramírez E. Propiedades y beneficios de la maca; 2015. Disponible en: <http://laguiadelasvitaminas.com/propiedades-y-beneficios-de-la-maca/>. Consultado 05/11, 2017.
- (44) Moragues B. Para qué sirve la maca: propiedades y beneficios; 2013. Disponible en: <http://beatrizmoragues.blogspot.com.es/2013/04/para-que-sirve-la-maca-propiedades-y.html>. Consultado 05/11, 2017.
- (45) Rodríguez Arce OC. La Maca; 2006. Disponible en: <http://la-maca.blogspot.com.es/2006/11/>. Consultado 05/11, 2017.
- (46) Maca.info; 2012. Disponible en: <http://maca.info/preparaciones.php>. Consultado 05/11, 2017.
- (47) Moratinos G. Maca y quinoa, dos alimentos fundamentales en nuestra dieta; 2011. Disponible en: [http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2011-10-26/maca-y-quinoa-dos-alimentos-fundamentales-en-nuestra-dieta\\_583504/](http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2011-10-26/maca-y-quinoa-dos-alimentos-fundamentales-en-nuestra-dieta_583504/). Consultado 05/11, 2017.
- (48) Extracto de Maca (Principio activo Crecimiento Capilar); 2017. Disponible en: <https://www.cremas-caseras.es/extractos-de-plantas/756-extracto-de-maca.html>. Consultado 05/11, 2017.
- (49) Maca, propiedades y algunas recetas; 2013. Disponible en: <http://www.taringa.net/posts/salud-bienestar/16520551/Maca-propiedades-y-algunas-recetas.html>. Consultado 05/11, 2017.
- (50) Canales M, Aguilar J, Prada A, Marcelo A, Huamán C, Carbajal L. Evaluación nutricional de *Lepidium meyenii* (MACA) en ratones albinos y su descendencia. *ALAN* 2000; 50(2): 1-14.

- (51) Maca: efectos secundarios; 2016. Disponible en:  
<http://www.onlinepersonaltrainer.es/nutricion-deportiva/maca-efectos-secundarios/>.  
Consultado 05/11, 2017.
- (52) Maca efectos secundarios; 2012. Disponible en:  
<http://www.macaandina.es/propiedades.html>. Consultado 05/11, 2017.