



EVALUACION DEL CONTENIDO DE MINERALES DE *LEPIDIUM MEYENII*, MACA NATURAL BOLIVIANA

Hernán Boris Valdivia Zambrana¹* Giovanna Almanza²

¹Laboratorio Servicio de Análisis, ²Instituto de Investigaciones Químicas, Carrera de Ciencias Químicas, Universidad Mayor de San Andrés, Calle 27 Cota-Cota, C.P. 303 La Paz- Bolivia.

Keywords: *hypocotyl, edible portion, macronutrients, micronutrients, ecotips, weight composition, Lepidium meyenii, food plant. quantification of minerals.*

ABSTRACT

This paper describes the quantification of minerals present in Maca *Lepidium meyenii* variety in differentiated hypocotyl samples (edible portion) performed relatively different composition by weight calcium, magnesium, sodium, potassium and iron and mineral macronutrients, as well the presence of mineral micronutrients such as zinc, copper and manganese in lower weight composition. The results, show this plant nutritional food with high carbohydrate percentage, however the percentage ash, fat, protein, fiber and water is significant and important to compare with other vegetables like carrots, radishes etc., whose nutritional composition is water in eighty percent. Basically the vegetables in general are an important part in our diet, so the supply of vitamins, minerals and fiber is essential.

*Corresponding author: borisvaldiviaz@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo describe la cuantificación de minerales presentes en Maca de la variedad *Lepidium Meyenii*, en muestras diferenciadas de hipocotilo (parte comestible) obteniendo resultados relativamente diferentes de composición en peso para calcio, magnesio, sodio, potasio y hierro como minerales macro nutrientes, además de la presencia de minerales micronutrientes como zinc, cobre y manganeso en menor composición. Los resultados muestran a este vegetal alimenticio con elevado porcentaje nutricional en carbohidratos, no obstante el porcentaje para cenizas, grasas, proteínas, fibras y agua no deja de ser significativo e importante al comparar con otros vegetales como la zanahoria, los rábanos, etc. cuya composición nutricional es agua en un setenta por ciento (70%), Básicamente los vegetales en general son parte importante en nuestra dieta, por lo cual el aporte de vitaminas, minerales y fibras es fundamental.

INTRODUCCION

La maca tuvo gran importancia en la época preincaica e incaica, hasta hace poco era un cultivo casi desaparecido en Bolivia. Sin embargo en los últimos años gracias al incremento en la demanda mundial, se puede afirmar la expansión de plantaciones en los departamentos de La Paz, Potosí, Oruro y Cochabamba, por otro lado, el cultivo de Maca se ha incentivado debido al interés de la población en productos naturales y sanos ecológicamente (1). La maca es un vegetal alimenticio originario de los andes de Sudamérica, crece en Bolivia y Perú, en las regiones frías y templadas de suelos ricos en materia orgánica y medianamente húmedos, con alturas desde 3 000 a 4 500 metros sobre el nivel del mar y es muy resistente a las heladas, soporta variaciones de temperatura: de -10°C hasta temperaturas de 22°C o más. La cosecha de la Maca en Bolivia se realiza entre los meses de Mayo y Junio. Científicamente es conocida como *Lepidium Meyenii*, presenta un valor nutritivo importante en calcio, magnesio, potasio, hierro, cobre, etc., contiene asimismo un elevado nivel de proteínas, aminoácidos esenciales, carbohidratos y ácidos grasos, como el linoleico, palmítico y oleico. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el contenido de minerales macro nutrientes y micronutrientes presentes en los hipocótilos de la Maca parte comestible, a la vez conocer el valor nutritivo como alimento y los beneficios que pueda aportar este vegetal.

Descripción y clasificación

La maca es una planta perenne perteneciente a la familia de las crucíferas, puede alcanzar altura de más de 15 cm.; en su máximo desarrollo llega a tener 12 a 20 hojas festoneadas que surgen de un eje central plano, las que se postran sobre el suelo, cubriéndolas raíces de las gélidas temperaturas del ambiente; es una típica planta de puna, compuesta por una roseta externa de hojas y un órgano subterráneo de almacenamiento que deriva del hipocótilo; la parte superior del eje en forma de rabanito (medidas aproximadas de 1- 3 cm. por 1,5 - 2,0 cm), termina en una superficie plana de la que brotan las hojas con la parte inferior cónica y alargada terminando en una raíz ancha y fuerte, presenta diferentes ecotipos por colores: amarillo, café, blanco cremoso, rojo, morado y plomo (2). La maca es cultivada para consumo de sus hipocótilos y se usa extensivamente con propósitos medicinales. Actualmente, se hacen esfuerzos por parte de laboratorios farmacéuticos para promover su cultivo y expandir su producción y consumo.

Propiedades nutricionales

La maca es un alimento natural completo debido a su valor proteico y alto contenido vitamínico, especialmente rico en complejo B y C, actúa directamente en el flujo sanguíneo, fortaleciendo los glóbulos rojos que oxigenan los tejidos y los leucocitos (glóbulos blancos) del sistema inmunológico, disminuye los estados de estrés, aumenta la resistencia física y el vigor, mejora la percepción y el estado de ánimo, ayuda en el síndrome de fatiga crónica, mejora la memoria, posee acción reguladora en trastornos del proceso reproductivo y fertilidad, etc. Es un factor determinante para el tratamiento de la osteoporosis principalmente en mujeres; debido a la pérdida de grandes cantidades de calcio durante los períodos de gestación y lactancia, después de los 35 años en los varones, se produce una descalcificación progresiva en los huesos, haciendo que con el tiempo éstos se vuelvan porosos y por lo tanto fáciles de romperse. La maca se tiene diversas aplicaciones de consumo: principalmente como bebida, la parte comestible deshidratada, cocida con agua o con leche, puede mezclarse con jugos, frutas deshidratadas, prepararse mermeladas mezcladas con otras frutas, la maca seca puede se puede tostar y moler, obteniéndose harina de maca, la cual puede reemplazar hasta 20% de la harina de trigo, en la industria farmacéutica la maca es procesada en forma de capsulas reconstituyentes (6).



Fig. 1. Maca ecotipo amarillo claro



Fig. 2 Maca ecotipo café oscura

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron dos variedades de Maca ecotipo amarillo y ecotipo café oscura ,parte comestible, en cuanto a la composición de minerales las cuales fueron proporcionadas por Laboratorios Hanemann, los resultados obtenidos del análisis bromatológico en el presente trabajo, se reportan en los cuadros 1 y 2.

Las Tablas 3 y 4, reportan valores de concentración para calcio, magnesio, potasio, sodio, manganeso, hierro, zinc y cobre; correspondiente al análisis químico.

En base a los valores de concentración en minerales, Tablas 3-4; se determinó el contenido de minerales (7) en mg por 100 g de muestra para calcio, magnesio, potasio, sodio, manganeso, hierro y cobre, Tablas 3,1 y 4,1; a la vez se hizo una comparación del contenido porcentual en cada variedad de maca, obteniendo valores similares con una leve variación en cenizas y carbohidratos, según Tabla 5 de valores nutritivos para la Maca.



Tabla 1. Contenido del valor nutricional de Maca en porcentaje. Variedad: *Lepidium meyenii*-amarillenta, parte comestible

Parámetro	unidad	MAG1	MAG2	MAG3	PROMEDIO
Humedad	%	8,2	8,1	8,5	8,3%
Cenizas	%	5,1	4,8	4,5	4,8%
Proteínas	%	8,8	9,2	8,5	8,8%
Grasa	%	0,8	0,9	0,8	0,9%
Fibra	%	4,5	4,2	4,1	4,4%
Carbohidratos	%	72,6	72,8	73,1	72,8%

Tabla 2. Contenido del valor nutricional de Maca en porcentaje. Variedad: *Lepidium meyenii* - café, parte comestible

Parámetro	unidad	MCP1	M CP2	MCP 3	PROMEDIO
Humedad	%	8,8	8,7	8,9	8,8%
Cenizas	%	5,5	5,8	5,3	5,5%
Proteínas	%	9,1	8,9	9,2	9,1%
Grasa	%	1,1	1,2	1,1	1,1%
Fibra	%	4,0	4,1	4,3	4,2%
Carbohidratos	%	71,5	71,3	71,2	71,3%

Tabla 3. Concentración de Minerales de Maca (mg/l.) Variedad: *Lepidium meyenii*-amarillenta, parte comestible

Parámetro	Unidad	MAG-1	MAG-2	MAG-3	PROMEDIO
(Peso) m.	g	1,017 2	1,012 5	1,018 2	1,016
Calcio	mg/l	61,7	60,9	61,5	61,4
Magnesio	mg/l	19,2	18,9	19,1	19,1
Sodio	mg/l	7,8	7,5	7,9	7,7
Potasio	mg/l	96,5	97,2	96,3	96,7
Manganeso	mg/l	0,8	0,74	0,72	0,8
Hierro	mg/l	19,4	18,8	19,1	19,1
Zinc	mg/l	0,45	0,46	0,44	0,5
Cobre	mg/l	3,1	3,3	3,1	3,2

Tabla 4. Concentración de Minerales de Maca (mg/l) Variedad: *Lepidium meyenii* - marrón, parte comestible

Parámetro	Unidad	MCP-1	M CP- 2	MCP- 3	PROMEDIO
(Peso) m.	g	1,085 1	1,094 7	1,080 1	1,086 6
Calcio	mg/l	42,9	41,8	41,5	42,1
Magnesio	mg/l	18,1	17,8	18,3	18,1
Sodio	mg/l	11,2	11,3	11,5	11,3
Potasio	mg/l	323	321	320	321,3
Manganeso	mg/l	0,62	0,6	0,58	0,6
Hierro	mg/l	1,66	1,59	1,6	1,6
Zinc	mg/l	0,41	0,39	0,42	0,4
Cobre	mg/l	3,4	3,5	3,4	3,4

Tabla 5. Valores Nutritivos de Comparación

VALORES NUTRICIONALES DE MACA (g/100 g)			
Parámetro	Porcentaje teórico	Porcentaje MAG determinado	Porcentaje MCP determinado
Humedad	9 – 12 %	8,3%	8,8 %
Proteínas	9 – 13 %	8,8%	9,1 %
Grasas	0,6 – 0,9 %	0,9%	1,1 %
Fibras	4 – 8 %	4,4%	4,2 %
Cenizas	3 – 6 %	4,8%	5,5 %
Carbohidratos	65 – 75 %	72,9%	71,3 %

El gráfico 1, muestra la composición nutricional en 100 g de Maca, donde los carbohidratos se destacan con el 72 %, luego se tiene proteína y agua con un 10 %; el 5 % corresponde a cenizas y fibra, finalmente el 1 % es grasa. Comparando estos valores de porcentaje con valores en Harina de Maca, se evidencia que estos se encuentran dentro del rango de valores nutritivos de acuerdo a la bibliografía consultada.

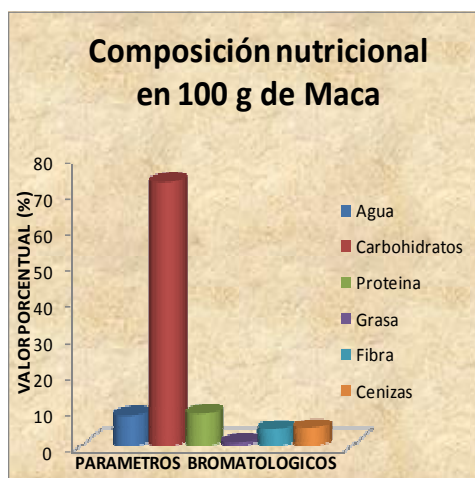


Grafico 1. Composición Nutricional de la Maca Boliviana

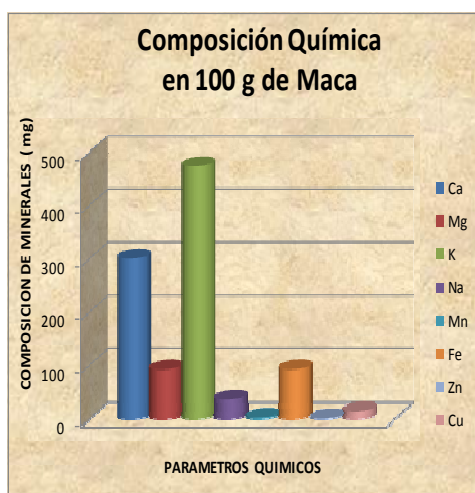


Grafico 2. Composición Química de Minerales en Maca Boliviana

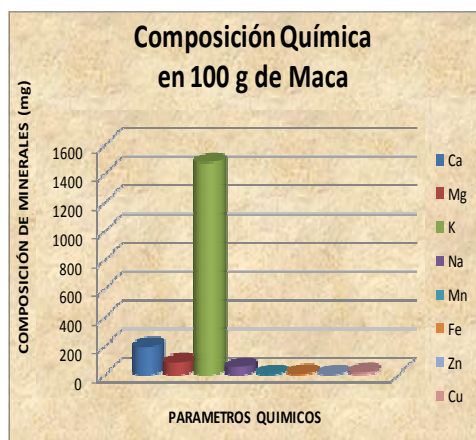


Grafico 3. *Composición Química de Minerales en Maca*

Los gráficos 2 y 3, muestran diferencias significativas en la composición química de minerales: los valores experimentales del gráfico 2, reporta un valor de 500 mg de potasio, por cada 100 g de muestra, luego aparece el calcio con 300 mg, el magnesio y hierro muestran contenidos similares mayor a 90 mg en peso; los elementos en menor porcentaje, corresponden al sodio y el cobre con 35 y 15 mg respectivamente por cada 100 g de muestra.

El gráfico 3, en cambio se observa una disminución notoria en la composición de minerales, sin embargo el contenido de potasio es mayor respecto al gráfico 2, triplicándose hasta 1 500 mg de potasio, por 100 g de muestra, como componente principal; en segundo lugar aparece el calcio con 195 mg, seguido del magnesio con 80 mg en peso, luego se ubican el sodio y el cobre con 50 mg y 15 mg respectivamente, finalmente se tiene a los elementos en menor porcentaje que corresponden al zinc, manganeso y hierro.

En función a los valores obtenidos, la Maca ecotipo amarillenta presenta una mejor composición y distribución de minerales macro nutrientes y micronutrientes gráfico 2, Sin embargo desde el punto de vista bromatológico ambas variedades, muestran valores de parámetros similares.

Tabla 6. *Valores de Comparación: Macro nutrientes y Micronutrientes*

MACRONUTRIENTES (mg/100g)	Valor teórico	Maca MAG	Maca MCP
Potasio	1 100 -2 000	476	1 480
Calcio	240 -500	302	193
Fósforo	145 -400	NSD	NSD
Magnesio	70 -160	94	83
MICRONUTRIENTES(mg/100g)			
Sodio	10 - 40	38	52
Hierro	8 - 95	94	7
Zinc	1 - 3	2,2	2
Manganeso	2 - 3	3,7	2,8
Cobre	0,10	15	15

NSD = no se determinó

CONCLUSIONES

La evaluación de minerales, muestra resultados significativos principalmente en la maca de la variedad ecotipo amarillenta, la composición de minerales es más homogénea respecto a la variedad ecotipo café, cuya composición es diferente, donde el potasio esta en mayor proporción respecto a los otros minerales. Por lo que la composición de minerales presentes en ambas variedades tiene un gran valor nutricional alimenticio por el aporte de potasio, calcio, fósforo y magnesio macro-nutrientes presentes, sin desmerecer el aporte de zinc, cobre y manganeso micronutrientes de la maca propiamente en el hipocotilo comestible.



EXPERIMENTAL

La metodología utilizada en el presente trabajo, se dividió en dos partes, la primera corresponde al análisis bromatológico realizado en parámetros agua, proteína, cenizas, grasa, fibra y carbohidratos, una segunda parte correspondiente al análisis cuantitativo efectuado en muestras de maca en dos variedades, donde se determinó valores de concentración en mg/l; para calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, manganeso, zinc y cobre. El trabajo elaborado se realizó en laboratorios de Instituto de Investigaciones Químicas de la Carrera de Química- Laboratorio de Análisis y Servicios.

La determinación de los parámetros bromatológicos fueron evaluados en base a normas establecidas, el contenido de agua se determinó mediante la norma NB-993 (determinación de la humedad), el contenido de cenizas se efectuó de acuerdo a la norma NB-664 (determinación de cenizas); para la determinación de grasa cruda, el método consistió en la extracción Soxhlet con éter de petróleo, según la NB-992, para la determinación de proteínas se procedió según norma, NB-666; para fibras, de acuerdo a la norma NB-663, posteriormente se determinó el contenido de carbohidratos, en base a la norma NB- 668 correspondiente, a la vez se tomó en cuenta los métodos oficiales de la AOAC 930.04-1999.

Los parámetros químicos se determinaron mediante absorción atómica, previamente se realizó el tratamiento de muestras: a partir de maca cruda (parte comestible) se pesaron por triplicado muestras de cada variedad de maca, en crisoles de porcelana, para ser calcinadas a una temperatura de 600 °C, por cuatro 4 horas descomponiendo toda la materia orgánica. Las cenizas obtenidas fueron tratadas con 10 ml de HCl al 20 %, luego fueron retomadas con agua destilada y filtradas en matraces aforados de 50 ml. Finalmente las muestras fueron refrigeradas a 4°C hasta el momento de efectuar las lecturas correspondientes.

Se preparó un blanco reactivo a partir de HCl al 1 %, a continuación se prepararon soluciones estándar para calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, hierro y zinc, de acuerdo al rango lineal de cada elemento y las condiciones de sensibilidad del equipo. De manera similar se preparó blanco reactivo para calcio y magnesio, para evitar interferencias; solución de estroncio al 1 %, para sodio y potasio se utilizó blanco reactivo solución de cesio al 0,1 %, finalmente para metales analizados se preparó un blanco reactivo con HNO₃ concentrado al 1 %.

Las lecturas fueron realizadas en el espectrofotómetro de Absorción atómica Analist-200, provisto de acetileno-aire como combustible-oxidante; para cada elemento se utilizó una lámpara de cátodo hueco y una longitud de onda específica, los límites de detección determinados para el Manganeso fue 0,09 mg/l y 0,1 mg/l para el Zinc. Se elaboró una curva de calibrado para cada elemento mediante la lectura de estándares, leyendo a continuación las muestras preparadas para el efecto.

Los resultados de concentración obtenidos para elemento por triplicado, se observan en los Tablas 3 y 4, donde se puede verificar que en el caso del Manganeso y el Zinc muestran valores de concentración menores a la unidad, por lo cual se incluye los límites de detección para ambos elementos.

RECONOCIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Dra. Laura Quijarro Ruiz de Laboratorios Hanneman, por proporcionar las muestras de Maca para su análisis en el laboratorio químico.

Agradecer al Lic. Jorge Quintanilla, del IIQ UMSA, por la colaboración en el uso del equipo de Absorción atómica, en la lectura de elementos analizados.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Producción y Microempresa "Guía de Procedimientos para la Exportación", 2007 IBCE."Boletín EXPORTEMOS", 2 de Abril 2007 FAN, Bolivia debe aprovechar mejor las bondades del Bio-comercio, "Foro IBCE – FAN", Junio 2007
2. Ministerio de Producción y Microempresa, Acuerdos comerciales suscritos en Bolivia, "Guía de Procedimientos para la exportación", Primera Edición, 2006
3. Soto Aurelio Lavado, Modelo de Evaluación de Mercado, "Gestión y Producción," Quinta Edición, 2001
4. Obregón L., "Maca planta medicinal y nutritiva del Perú" Ltda. Instituto de Fitoterapia Americano. Lima – Perú, 1998.
5. Quiroz C, y Aliaga C, "Maca (Lepidium Meyenii Walp) Andean Roots and tubers ahipa, Arracacha, maca y yacon" IPGRI, 1998
6. Lusenka Porres H.J.A, Tesis, "Procesamiento y Exportación de Productos Orgánicos: Maca en polvo Hacia Mercados Latinoamericanos", 2008
7. Gómez G. Javier, Nieto Cecilia A., Surco L. F.; Evaluación de Minerales en Maca, (Lepidium peruvianum) y sus derivados, 1998