

## Artículo Original

# Detección de mohos micotoxigénicos e identificación de plomo y mercurio en la harina de maca (*Lipidium meyenii* Walp.)

## Detection of mycotoxygenic mold and identification of lead and mercury in maca flour (*Lipidium meyenii* Walp.)

Nansi Marsela Solano-Medina <sup>1,a</sup>, Américo J. Castro <sup>1,b</sup>, Luis A. Inostroza <sup>1,c</sup>, Norma J. Ramos <sup>1,d</sup>, Mario Alcarraz <sup>2,e</sup>

Recibido: 30/03/2021 Aceptado: 27/12/2021 Publicado: 31/12/2021

### Resumen

Maca (*Lipidium meyenii* Walp.), es un producto peruano con diferentes propiedades y beneficios para la salud, sin embargo, dependiendo de su naturaleza tanto en su estado procesado o como materia prima puede presentar sustancias contaminantes provenientes de su aspecto natural o estado de conservación. El estudio tuvo como objetivo realizar la detección de mohos micotoxigénico e identificar metales pesados de plomo y mercurio en la harina de maca proveniente del mercado agrícola de Buenos Aires del Distrito de Carhuamayo, Provincia de Huancayo y Departamento de Junín. La detección de los mohos se hizo por el método directo, apreciándose especies del género *Cephalosporium* sp. (HMD1) y *Penicillium* sp. (HMD2) y por el método indirecto se obtuvo una dilución (-7)  $5 \times 10^8$  ufc/mL de levaduras. En la identificación de metales pesados por espectrofotometría de absorción atómica se evidenció la presencia de plomo en 0,17 mg/kg cantidad media al valor tóxico del límite permisible y mercurio en concentraciones menores al límite de detección del equipo de valor de 1 ppm.

**Palabras clave:** *Lipidium meyenii* Walp; micotoxigénico; plomo; mercurio.

### Abstract

Maca (*Lipidium meyenii* Walp.) is a Peruvian product with different properties and health benefits, however, depending on its nature both in its processed state and as a raw material, it can present polluting substances from its natural appearance or state of conservation. The objective of the study was to detect mycotoxygenic molds and identify heavy metals of lead and mercury in maca flour from the Buenos Aires agricultural market in the Carhuamayo District, Huancayo Province and Junín Department. The detection of molds was made by the direct method, appreciating species of the genus *Cephalosporium* sp. (HMD1) and *Penicillium* sp. (HMD2) and by the indirect method a dilution (-7)  $5 \times 10^8$  cfu / mL of yeast was obtained. In the identification of heavy metals by atomic absorption spectrophotometry, the presence of lead was evidenced in 0.17 mg / kg average amount at the toxic value of the permissible limit and mercury in concentrations lower than the detection limit of the equipment of 1 ppm.

**Keywords:** *Lipidium meyenii* Walp; mycotoxygenic; lead; mercury.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales "Juan de Dios Guevara". Lima, Perú.

2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Instituto de Investigación "Antonio Raimondi". Lima, Perú.

a E-mail: [nansi.solano@unmsm.edu.pe](mailto:nansi.solano@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8345-0511>

b Autor para correspondencia: [acastral@unmsm.edu.pe](mailto:acastral@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8012-967X>

c E-mail: [linostroza@unmsm.edu.pe](mailto:linostroza@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8038-0730>

d E-mail: [nramosc@unmsm.edu.pe](mailto:nramosc@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4361-1330>

e E-mail: [malcarrazc@unmsm.edu.pe](mailto:malcarrazc@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5262-2969>

### Citar como:

Solano-Medina, N., Castro, A., Inostroza, L., Ramos, N. y Alcarraz, M. (2021). Detección de mohos micotoxigénicos e identificación de plomo y mercurio en la harina de maca (*Lipidium meyenii* Walp.). Ciencia e Investigación 2021 24(1):31-37. doi: <https://doi.org/10.15381/ci.v24i1.22227>

## INTRODUCCIÓN

La maca (*Lepidium meyenii* Walp.) es una planta que pertenece a la familia *Brassicaceae* cuyo hábitat natural se encuentra por encima de los 3800 metros de altitud, una altura típica de la puna andina que pocas plantas pueden soportar, debido a los vientos constantes y a su gélido e inhóspito clima <sup>1</sup>. La maca es utilizada principalmente para la producción de harina de diversos tipos: gelatinizada, precocida, tostada y cruda. En su proceso y comercialización no siempre tiene un buen control de calidad, lo que ocasiona pérdidas al productor y puede afectar la salud del consumidor <sup>2</sup>.

Estos hongos son productores de micotoxinas conocidas como metabolitos secundarios, siendo estas aflatoxinas y ocratoxinas, generando daño en los seres de nuestro planeta, incluyendo el ser humano con afectación mutagénicas, teratogénicas, cancerígenas, hepatotóxicas, nefrotóxicas y neurotóxicas, siendo perjudiciales para la salud pública <sup>3,4</sup>.

Un estudio realizado en muestras de *Lepidium meyenii* Walp. expendidas en un mercado de la Ciudad de Lima durante el año 2016, determinaron cuantitativamente la concentración de arsénico, cadmio y plomo, donde el 29 % de las muestras analizadas superaban las concentraciones máximas permitidas según los parámetros establecidos de Mercosur <sup>5</sup>.

El mercurio produce toxicidad aguda y crónica, es dañino para el sistema nervioso central y los riñones <sup>6</sup>. La FAO/OMS fija valores en alimentos de límites máximo de mercurio de 0,1 mg/kg para la sal alimentaria y 0,001 mg/kg en aguas minerales naturales; y para el metilmercurio en pescado y peces depredadores de 0,5 y 1 mg/kg respectivamente. El mercurio existe en el medio ambiente como metilmercurio, el cual es transformado por bacterias y hongos. En la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Registro Internacional de Sustancias Potencialmente Tóxicas (IRPTC), se encuentra el mercurio, plomo, arsénico y cadmio. Asimismo, la FAO/OMS (2008) presenta la Ingesta Semanal Tolerable Provisional (ISTP) de mercurio según la Comisión de mercurio total en 5,0 µg/kg peso/semana y metilmercurio en 1,6 µg/kg peso /semana <sup>7</sup>.

En los mercados de Andahuaylas, Ica y Cañete, determinaron la prevalencia de hongos en la harina de maca (*Lepidium peruvianum* Walp.) concluyéndose que no existió diferencia significativa entre los centros de expendio. Los géneros con mayor incidencia fueron *Penicillium* y *Fusarium* en lo que corresponde a muestras de la harina de maca <sup>8</sup>.

En este trabajo de investigación se detectará los mohos micotoxigénicos y la identificación de plomo y mercurio en *Lepidium meyenii* Walp, con el propósito de contribuir y dar a conocer las complicaciones y el cuidado concerniente a su consumo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Material Vegetal. La harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) fue recolectada del mercado agrícola de

Buenos Aires del Distrito de Carhuamayo, Provincia de Huancayo y Departamento de Junín. (10°55'13.8"S 76°03'36.1"W). La presente muestra vegetal fue validada mediante certificación de identificación botánica y categorías taxonómicas.

### Muestra

Se recolectó 1000 g de harina de Maca (*Lepidium meyenii* Walp.) proveniente del mercado Buenos Aires, del Distrito de Carhuamayo, Provincia de Huancayo y Departamento de Junín, para conocer la situación en que se expende este producto en la zona agrícola de la sierra central.

### Detección de mohos micotoxigénicos

#### Método directo <sup>9</sup>

Para la determinación de los tipos de mohos se tomó de 10 g de harina y se inoculó a un matraz con 90 mL de Solución salina (SS) (10<sup>-1</sup>) estéril, luego se tomó 1 mL de esta y se colocó en un tubo de 9 mL con SS estéril (10<sup>-2</sup>), realizando diluciones seriadas hasta 10<sup>-4</sup>, de las últimas tres diluciones se tomó 100 µL y fueron sembradas por diseminación en placas con Agar Papa Dextrosa (APD) mas Gentamicina 0.5 mL al 10%, finalmente se incubó a 28 °C por 5 días. (Figura 1 y Figura 2).

#### Método indirecto <sup>10</sup>

Para la determinación de los mohos micotoxigénicos por este método, se realizó un pre-enriquecimiento de la harina en caldo YPG incubándolo por 24 h a 28 °C a 120 rpm de agitación y luego de ese periodo se tomó 1 mL de esta, se colocó en un tubo de 9 mL con SS estéril (10<sup>-1</sup>), realizando diluciones seriadas hasta 10<sup>-8</sup>, de las últimas tres diluciones se tomó 100 µL y fueron sembradas por diseminación en placas con APD mas Gentamicina, finalmente se incubó a 28 °C por 5 días.

Las purificaciones de los mohos obtenidos se realizaron en placas con medio APD.

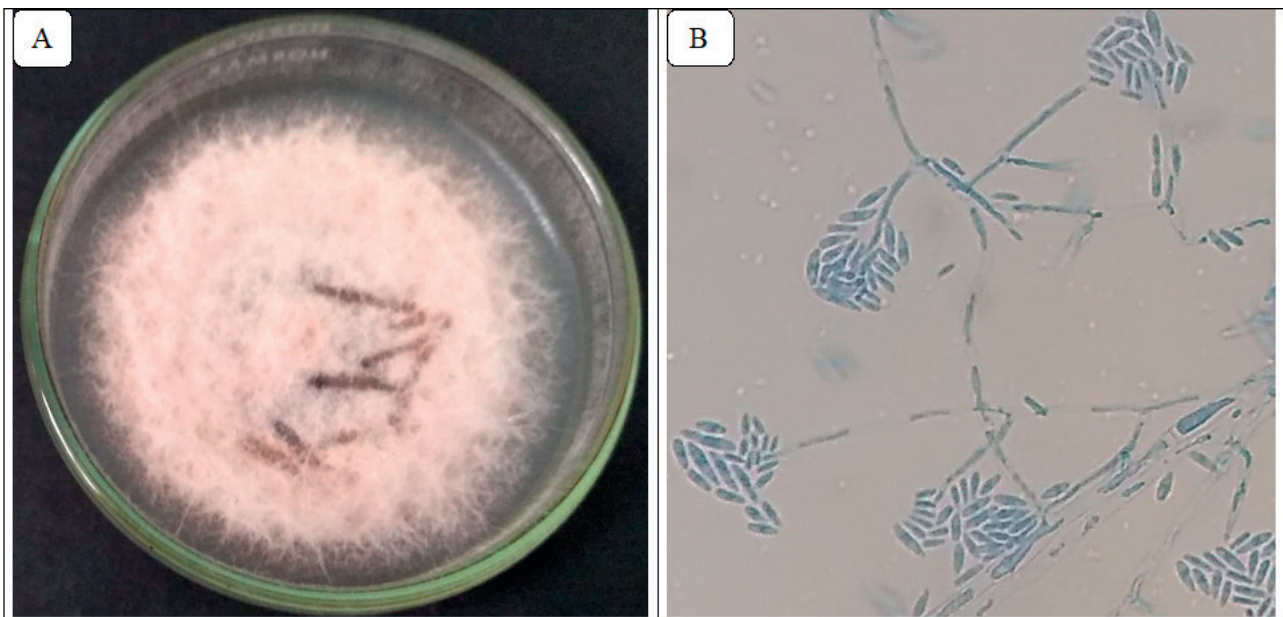
Luego se sembraron a ceparios con medio APD y se conservaron a 4°C. Para su identificación se realizaron microcultivos siguiendo la técnica de Ridell con algunas modificaciones y se observaron las estructuras microscópicas mencionadas con el microscopio CX23 marca Olympus del laboratorio de Bioprocesos Industriales de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

### Identificación de metales pesados: plomo y mercurio.

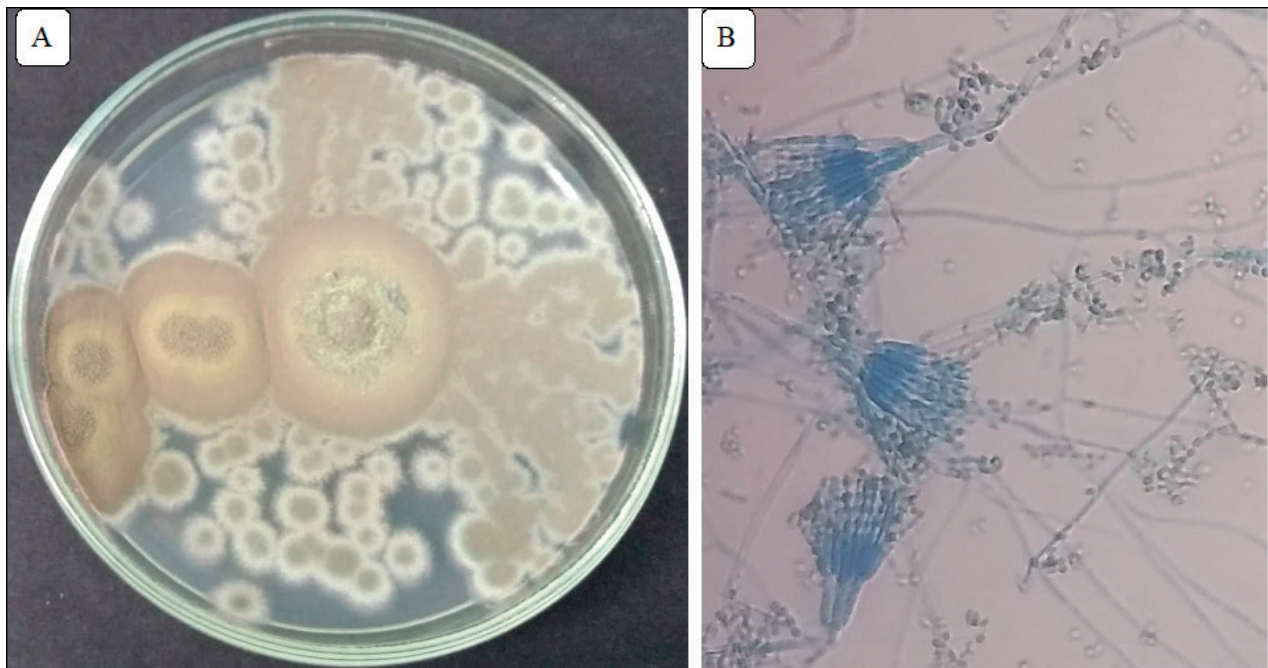
#### Soluciones estándar

Soluciones estándar de plomo. Las soluciones estándar se realizaron a partir de la solución estándar de plomo (1000 mg/L) en medio ácido, HNO<sub>3</sub> 0,5 N. Para la curva de calibración se consideró cuatro puntos según lo establecido para las consideraciones del equipo espectrofotómetro de absorción atómica de flama: 0,5, 1, 2 y 5 ppm. (Tabla 1).

Soluciones estándar de mercurio. Las soluciones estándar se realizaron a partir de la solución estándar de



**Figura 1.** A: Características macroscópicas de *Cephalosporium* sp. (HMD1) en medio APD. B: Características microscópicas de *Cephalosporium* sp.



**Figura 2.** A: Características macroscópicas de *Penicillium* sp. (HMD2) en medio APD. B: Características microscópicas de *Penicillium* sp.

mercurio (1000 mg/L) en medio ácido,  $\text{HNO}_3$  0.5 N. Para la curva de calibración se consideró cuatro puntos según lo establecido para las consideraciones del equipo espectrofotómetro de absorción atómica de flama: 1, 3, 6 y 9 ppm. (Tabla 2).

#### Tratamiento de la muestra para plomo

Se pesó 20 g de muestra en un crisol. (Hasta  $\frac{3}{4}$  de la altura del crisol), llevándose a la mufla incrementando la temperatura desde 100 °C a 450 °C. Se dejó a 450 °C durante 12 horas. Se retiró la muestra de la mufla, se agregó 2 de mL de agua destilada, se secó en una plancha de calentamiento y se colocó otra vez en la mufla a 450

°C. Se repitió este paso hasta obtener cenizas completas de la muestra, se agregó 5 mL de una solución de HCl 6M evaporándose hasta sequedad, se disolvió el sólido en solución de  $\text{HNO}_3$  de 0.1 M, se cubrió con una luna reloj, digerido por 20 min. Se enfrió, filtró y enrasó a 25 mL con agua ultra pura. Este procedimiento se realizó con dos repeticiones y un blanco de muestra (Tabla 3).

#### Tratamiento de la muestra para mercurio

Se pesó 5 g de muestra en un matraz, agregándose 25 mL de una solución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de 9M, 20 mL de una solución de  $\text{HNO}_3$  de 7M y 1 mL de solución de molibdato de sodio al 2 %. Se cubrió con una luna reloj y se di-

girió por 1 h, se enfrió a temperatura ambiente. Después se agregó 20 mL de una mezcla (1:1) de  $\text{HNO}_3$ - $\text{HClO}_4$ , se cubrió con una luna reloj, y se digirió por 20 min enfriándose a temperatura ambiente. Se agregó 10 mL de agua destilada. Se digirió por 10 min más, se enfrió, filtró y enrasó a 50 mL. Este procedimiento se realizó por duplicado y se usó un blanco de muestra (Tabla 4).

Para la identificación de plomo y mercurio en muestra de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) la lectura se realizó utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica de flama. Shimadzu, AA-7000. (Tabla 5).

Las normas oficiales para la identificación de metales pesados en alimentos estaban en referencia a métodos como:

Método oficial AOAC 999.11 Metales en los alimentos. Se aplica a la determinación de plomo en alimentos mediante espectrometría de absorción atómica de llama y ceniza seca (GFAAS), por lo que respecta el procedimiento establece horno de grafito y de llama <sup>11</sup>.

Método oficial AOAC 971.21 Mercurio en los alimentos. La muestra se digiere con una mezcla en solución de  $\text{HNO}_3$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , en presencia de molibdato de sodio. El

contenido de mercurio se estima mediante el método de absorción atómica sin llama <sup>12</sup>.

## RESULTADOS

### Detección de mohos micotoxigénicos

De la harina procesada por el método directo se obtuvieron las siguientes cepas: HMD1 y HMD2 (Figuras 1-2).

De la harina procesada por el método indirecto se obtuvo en la dilución (-7)  $5 \times 10^8$  ufc/mL de levaduras.

### Datos de la Curva de calibración y concentración de plomo y mercurio en muestras de harina de maca (Tablas 1-5).

## DISCUSIÓN

Los alimentos propios de consumo humano, tienden a ser almacenados, bajo diferentes condiciones ambientales, el clima y los métodos que se aplican en su producción; pueden variar la contaminación por micotoxinas generadas por mohos y la aparición de los diferentes tipos como *Penicillium* sp, *Rhizopus* sp, *Cephalosporium* sp, etc. Por lo que estos abundan en diferentes partes del

**Tabla 1.** Datos de la curva de calibración de plomo.

Estándar	Concentración, ppm	Absorbancia
E1	0.5	0.0086
E2	1	0.0167
E3	2	0.0328
E4	5	0.0813

**Tabla 2.** Datos de la Curva de calibración de mercurio.

Estándar	Concentración, ppm	Absorbancia
E1	1	0.0013
E2	3	0.0047
E3	6	0.0101
E4	9	0.0150

**Tabla 3.** Datos de la concentración de plomo.

Muestra	Absorbancia	Concentración detectada, ppm	Concentración real, ppm	Masa de muestra, g	Concentración Final, (ug Pb/g muestra)
Blanco de muestra	0.0016	0.0667	-	-	-
Muestra repetición 1	0.0027	0.1348	0.0681	11.5908	0.15
Muestra repetición 2	0.0030	0.1533	0.0866	11.7760	0.19
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.17</b>

**Tabla 4.** Datos de la concentración de mercurio.

Muestra	Absorbancia	Concentración detectada, ppm	Concentración real, ppm	Masa de muestra, g	Concentración Final, (ug Pb/g muestra)
Blanco de muestra	0.0000	< L.D.D	-	-	-
Muestra repetición 1	0.0000	< L.D.D	< L.D.D	2.0137	< L.D.D
Muestra repetición 2	0.0000	< L.D.D	< L.D.D	2.0118	< L.D.D
<b>PROMEDIO</b>					<b>&lt; L.D.D</b>

**Tabla 5.** Identificación de plomo y mercurio.

ANÁLISIS	RESULTADOS (mg/kg de muestra)	NORMA DE REFERENCIA
Plomo, Pb	0.17	AOAC OFFICIAL METHOD 999.11 METALS IN FOOD <sup>19</sup>
Mercurio, Hg	< L.D.D <sup>(1)</sup>	AOAC OFFICIAL METHOD 971.21 MERCURY IN FOOD <sup>20</sup>

<sup>(1)</sup> Las soluciones acuosas obtenidas del tratamiento de muestras del mercurio tienen concentraciones menores al Límite de Detección del equipo para Hg (L.D.D) cuyo valor es: 1 ppm.

mundo, presentándose más en zonas como Sudamérica, Centroamérica, Australia, Asia y África <sup>13</sup>.

Estudios anteriores han evaluado la toxicidad en organismos acuáticos de *Artemia franciscana* y el pez Guppy (*Poecilia reticulata*), aplicando el extracto acuoso en cocimiento al *Mus musculus* un ratón de modelo experimental; comprobándose que existe toxicidad para ellos dependiendo de la dosis y tiempo de exposición <sup>14</sup>.

De igual forma estudios realizados en otras especies vegetales como en granos de trigo almacenados, mediante el uso de técnicas moleculares y analíticas avanzadas, determinaron mediante un análisis químico convencional, la revelación que 17 muestras contenían micotoxinas por encima del nivel de detección, pero solo 6 muestras estaban contaminadas por encima de los límites reglamentarios, producidas por ciertos mohos positivos para las Especies de *Fusarium* sp. y *Aspergillus* sp. con las toxinas más comunes encontradas en estas muestras <sup>15</sup>.

Por otro lado, los mohos micotoxigénicos determinados en el maní egipcio, en 5 regiones (Alejandría, El-Behaira, El-Sharqiya, El-Daqahelaya en norte de Egipto y Asyut, sur de Egipto) en los años (2007 - 2008), determinaron un indicativo riesgo potencial de variabilidad tóxica, siendo la especie *Aspergillus* sp. consistentemente el género más frecuente en semillas y maní con cáscara, con las cepas *Flavus*, *Niger*, las más potenciales y el género *Circumdati* de forma mínima <sup>16</sup>.

Estudios realizados sobre muestras de cacao blanco de Piura, en las etapas de cosecha, fermentado, secado y almacenado; identificó la presencia de Ocratoxina A, extraída y empleando bicarbonato de sodio 1% y con el uso de columnas de inmunoafinidad se logró purificar; para luego realizar la cuantificación por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC). Se encontró una concentración de Ocratoxinas A de  $1,92 \pm 0,02$  µg/kg en la etapa de fermentado, producidas por los hongos del género *Apergillus*. Los granos de cacao no expresaron presencia de Ocratoxinas A en las etapas de cosecha, secado y almacenado <sup>17</sup>.

En el estudio de la especie de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) obtenida de la Región de Junín, se identificó las especies de hongos como *Cephalosporium* sp. (HMD1) y *Penicillium* sp. (HMD2), que son perjudiciales para la salud. Y en estudios de esterilización en muestras de maca se identificaron especies de patógenos como: aerobios, mohos, levaduras, *Escherichia coli* y coliformes totales, para proceder al sistema de esterilización orgánica bajo las condiciones de tiempo y temperatura de

inyección de vapor, para el otorgamiento de la conservación de la calidad nutricional, sensorial y funcional de la maca <sup>18</sup>.

En otro estudio determinaron el método de validación para la cuantificación de los tipos de hongos a nivel de harina de maca después de pasar por el sistema de esterilización orgánica, que en comparación con el método del recuento convencional en placas petrifilm 3 MTM, fueron identificados hongos y levaduras en ambos métodos para su cuantificación <sup>19</sup>. En nuestro análisis micotoxigénico de *Lepidium meyenii* Walp, utilizando el método directo, se identificaron cepas de hongos de las especies *Cephalosporium* sp. (HMD1) y *Penicillium* sp. (HMD2), y por el método indirecto se identificó en dilución (-7)  $5 \times 10^8$  ufc/mL de levaduras.

En otros estudios para la identificación de metales pesados en muestras de maca, se utilizaron nanotubos de carbono multipared modificados con nanopartículas de  $Fe_3O_4$ , además la utilización de sorbentes permitió la extracción de cadmio y plomo en las muestras mediante análisis por el método por espectrometría de absorción atómica de llama, y en condiciones óptimas, las curvas de calibración estuvieron lineales entre 0,05 a 20 mg/L para cadmio y 0,05 a 25 mg/L para plomo, los límites de detección estuvieron entre 0,32 y 0,57 µg/L respectivamente <sup>20</sup>. En nuestro estudio utilizando las muestras de harina de maca de consumo frecuente en nuestra población, se evidenció la presencia de plomo en cantidad media al valor tóxico del límite permisible y mercurio en concentraciones menores al límite de detección del equipo de valor 1 ppm.

## CONCLUSIONES

- En el estudio de la harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) correspondiente a la detección de mohos micotoxigénicos se obtuvo por el método directo especies del género *Cephalosporium* sp. (HMD1) y *Penicillium* sp. (HMD2) y por el método indirecto se obtuvo en la dilución (-7)  $5 \times 10^8$  ufc/mL de levaduras.
- En la identificación de metales pesados se evidenció la presencia de plomo en 0.17 mg/kg, cantidad promedio al valor tóxico del límite permisible y el mercurio a concentraciones menores al límite de detección del equipo en el valor de 1 ppm.
- Por lo que se concluye que el producto harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) proveniente de uno de los mercados del distrito de Carhuamayo, se en-

cuentra contaminada y debe ser purificada, tratada y esterilizada, para eliminar impurezas químicas y orgánicas (metal pesado y mohos), lo que ocasionaría problemas de salubridad para la población si no se tiene en cuenta las precauciones para su consumo.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales “Juan de Dios Guevara” de la Facultad de Farmacia y Bioquímica - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por el apoyo brindado al desarrollo de esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza H. Factores de Comercialización que influyen en el Análisis de la Contaminación Microbiológica de productos derivados de la Maca (*Lepidium meyenii* W.) expendidas en casas naturistas de la ciudad de Juliaca, agosto-setiembre 2015. [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca - Perú. 2016. Disponible desde internet en: [http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/688/Apaza\\_Apaza\\_Hugo\\_Elmer.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/688/Apaza_Apaza_Hugo_Elmer.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Reyes D, Quevedo F. Determinación de aflatoxina total y ocratoxina A en maca seca y en harina de maca. Ciencia e Investigación. FFBQ - UNMSM. 2006; 9 (1): 7 - 14. Disponible desde internet en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/4970>
- Grau de Marín C, Muñoz D, Márquez E, Figueroa G, Maza J. Identificación de hongos con potencial micotoxigénico en harinas de pescado destinadas para la elaboración de alimentos concentrados. Revista Científica. 2011; 21(3): 256 - 264. Disponible desde internet en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15648>
- Reyes de la Cruz V. Determinación de Aflatoxinas y Ocratoxinas en la maca seca y harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp). [Tesis para optar el grado académico de Magister en Toxicología]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú. 2006. Disponible desde internet en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/4970>
- Espinoza J, Quispe Y. “Determinación cuantitativa de arsénico, cadmio y plomo en maca (*Lepidium meyenii*) expendida en el mercado 10 de octubre durante el período de junio - octubre 2016”. [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. Universidad Norbert Wiener. Lima - Perú. 2016. Disponible desde internet en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/715>
- Orozco C, Pérez A, Gonzales N, Rodríguez F, Alfayate J. Contaminación ambiental; una visión desde la química. Madrid, España. Thomson 2008: 625. Disponible desde internet en: [https://www.paraninfo.es/catalogo/9788497321785/contaminacion-ambiental--una-vision-desde-la-quimica?gclid=CjwK-CAjw8KmLBhB8EiwAQbqNoAmzf\\_VcOA8tEtuU7iSVBwXp-nOOFYvQr1pYYhRcM\\_5ADjZ6XNp-HGxoCrQsQAvD\\_BwE](https://www.paraninfo.es/catalogo/9788497321785/contaminacion-ambiental--una-vision-desde-la-quimica?gclid=CjwK-CAjw8KmLBhB8EiwAQbqNoAmzf_VcOA8tEtuU7iSVBwXp-nOOFYvQr1pYYhRcM_5ADjZ6XNp-HGxoCrQsQAvD_BwE)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Organización Mundial de la Salud. FAO/OMS. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comité del Codex sobre contaminantes de los alimentos. Segunda reunión. 2019 Disponible desde internet en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/Codex/manual/Manual\\_de\\_Procedimiento\\_27%20edicion.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/Codex/manual/Manual_de_Procedimiento_27%20edicion.pdf)
- Orellana A, Muchaypiña J, Guillermo J. Prevalencia de hongos en harina de *Lepidium peruvianum* «Maca» en mercados de Andahuaylas, Ica y Cañete - Perú. Rev. Perú. biol. 2005; 12(3): 445- 448. Disponible desde internet en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/2420>
- Contreras, Liliana Yanet Suárez. Identificación molecular de aislamientos de *Moniliophthora roreri* en huertos de cacao de Norte de Santander, Colombia. Acta Agronómica, 2016, vol. 65, no 1, p. 51-57. Disponible desde internet en: [https://www.researchgate.net/publication/283708717\\_Identificacion\\_molecular\\_de\\_aislamientos\\_de\\_Moniliophthora\\_roreri\\_en\\_huertos\\_de\\_cacao\\_de\\_Norte\\_de\\_Santander\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/283708717_Identificacion_molecular_de_aislamientos_de_Moniliophthora_roreri_en_huertos_de_cacao_de_Norte_de_Santander_Colombia)
- Villamil J, Blanco J, Viteri S. Evaluación in vitro de Microorganismos Nativos por su Antagonismo contra *Moniliophthora roreri* Cif & Par en Cacao (*Theobroma cacao* L.). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 2012; 65 (1): 6305-6315. Disponible desde internet en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n1/v65n1a02.pdf>
- Jorhem L, Afthan G, Cumont G, Dypdahl H.P, Gadd K, Havre G.N. et al. Determination of Metals in Foods by Atomic Absorption Spectrometry after Dry Ashing: NMKL Collaborative Study, Journal of AOAC INTERNATIONAL. 2000; 83(5): 1204 -1211. Disponible desde internet en: <https://academic.oup.com/jaoac/article/83/5/1204/5656356?login=true>
- Manual of methods of analysis of foods. Determination of mercury in food by flameless atomic absorption spectrophotometric method. Fssai. 2015. Disponible desde internet en: [https://old.fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/Draft\\_Manuals/METALS.pdf](https://old.fssai.gov.in/Portals/0/Pdf/Draft_Manuals/METALS.pdf)
- Blesa J. Evaluación de la presencia de ocratoxina A y aflatoxinas en alimentos. [Tesis para optar el Grado de Doctor en Farmacia]. Universidad de Valencia. Valencia - España. 2006. Disponible desde internet en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=76043>
- Gutiérrez H, Gutiérrez R, Herles E, Hernández M, Horna P, Hoyos P, Huby C, Jiménez M, Jiménez L, Kollmann A, Castañeda B, Ibáñez L Scotto C. Análisis comparativo de la toxicidad del extracto acuoso en cocimiento de la harina de maca (*Lepidium meyenii*, Walp) en tres especies de animales modelos: Artemia franciscana (Crustácea, Anostraca), pez Guppy (*Poecilia Reticulata*) y ratón (*Mus musculus*). Revista Horizonte Médico. 2007; 7(2): 103 - 108. Disponible desde internet en: <https://www.redalyc.org/pdf/3716/371637116007.pdf>
- Sadhasivam S, Britzi M, Zakin V, Kostyukovsky M, Trostanetsky A, Quinn E, et al. (2017). Rapid detection and identification of mycotoxigenic fungi and mycotoxins in stored wheat grain. *Toxins*. 2017; 9(10): 302. Disponible desde internet en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28946706/>
- Sultan Y, Magan, N. Mycotoxigenic fungi in peanuts from different geographic regions of Egypt. *Mycotoxin Research*. 2010; 26(2):133-140. Disponible desde internet en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23605317/>
- Ramos N, Castro A, Juárez J, Acha de la Cruz O, Rodríguez N, Blancas J, et al. Evaluación de ocratoxina A en *Theobroma cacao* L. “cacao blanco” durante el proceso de cosecha, fermentado, secado y almacenado. Rev. Soc. Quím. Perú. 2016; 82(4): 431 - 439. Disponible desde internet en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2016000400005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000400005)
- Guevara A, Nolasco D, Cansino K, Oliva 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. Disponible desde internet en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1099>

19. Dueñas A. Validación microbiológica de un método rápido para la cuantificación de hongos en harina de maca (*Lepidium meyenii* W.) OSS (Organic Sterilization System). [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología]. Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú. 2017. Disponible desde internet en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1696/Due%C3%B1as\\_y.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1696/Due%C3%B1as_y.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
20. Jus, Yu J, Ma Y, Liu M. Rapid Determination of Cadmium and Lead in Maca (*Lepidium meyenii*) by Magnetic Solid-Phase Extraction and Flame Atomic Absorption Spectrometry. *Analytical Letters*. 2015; 48: 16. Disponible desde internet en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00032719.2015.1043667>

---

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés.

**Fuente de financiamiento:** Autofinanciado.