

**OBTENCIÓN DE ENCURTIDO DE MACA (*Lepidium peruvianum* G. Chacón) EN  
SALMUERA MARINADA CON ESPECIES PERUANAS**

***OBTAINING PICKLED MACA (*Lepidium peruvianum* G. Chacón) IN MARINATED  
BRINE WITH PERUVIAN SPECIES***

Claudia Magda Aroste Cerón<sup>1</sup>, Ursula Villafuerte-Montes<sup>1\*</sup>, Eva Ramos Llica<sup>1</sup>, M.G.  
Retuerto-Figueroa<sup>1</sup>, Jossimar Huamaní Tarazona<sup>1</sup>, Crenelia Mallqui Aguilar<sup>1</sup>, Carmen  
V. Huaccho Huamán<sup>2</sup>, Samuel J. Aldana Cruz<sup>2</sup>

Claudia Magda Aroste Cerón: <https://orcid.org/0000-0002-2545-8291>

Ursula Villafuerte-Montes: <https://orcid.org/0000-0003-4671-3578>

Eva Ramos Llica: <https://orcid.org/0000-0001-8594-5537>

Mónica G. Retuerto Figueroa: <https://orcid.org/0000-0001-8706-2789>

Jossimar P. Huamaní Tarazona: <https://orcid.org/0000-002710-2299>

Crenelia Mallqui Aguilar: <https://orcid.org/0000-0002-2261-0358>

Carmen V. Huaccho Huamán: <https://orcid.org/0000-0002-5140-2451>

Samuel J. Aldana Cruz: <https://orcid.org/0000-0003-2164-8853>

<sup>1</sup> Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Jr.  
Puno 1002, Lima, Perú.

<sup>2</sup> Empresa ALICAMPS S.A.C.

\* Autor correspondiente: [uvillafuertem@unmsm.edu.pe](mailto:uvillafuertem@unmsm.edu.pe) (U. Villafuerte)

---

## RESUMEN

Se obtuvo un encurtido de maca fresca en salmuera marinada con especias peruanas. El proceso consistió en las siguientes operaciones: selección, clasificación, lavado, desinfección, cortado, cocción, acidificación, marinado, envasado, pasteurizado y almacenamiento. Los hipocótilos de los ecotipos de maca fresca, fueron seleccionados según calibre de 20-24 mm de diámetro y 29-35 mm de altura. Previo acondicionamiento, fueron sometidos a cocción por 30 minutos. Se procedió a la acidificación con salmuera, para obtener el producto intermedio, con pH de 2,28 y 2.33% de acidez acética, evaluado mediante análisis fisicoquímico y microbiológico. Finalmente, se determinó la formulación de la salmuera marinada con especias constituidas de: orégano, ají pprika, albahaca, romero y miel, obteniéndose un equilibrio a pH 3,3 a 25°C y 1,32% de acidez láctica.

El producto terminado reune los requisitos de calidad microbiológica y fisicoquímica, registrando esterilidad comercial “satisfactoria”, pH 3,3; 1,32% acidez láctica; 292,1 mmHg de vacío; seguridad 1,56 mm. Así mismo, presentó 84,75% de humedad, 1,74% de proteínas, 1,58% de grasa, 1,30%, de fibra cruda, 2,72% de cenizas, 7,92% de carbohidratos, 52,84% de energía y minerales como 2.90mg/ Kg de hierro, 0,05% de calcio, el tamizaje fitoquímico determinó la presencia de carbohidratos, flavonoides, compuesto amino y alcaloides y un rendimiento de proceso del 95%.

Palabras claves: *Lepidium peruvianum*; maca fresca; encurtido; salmuera; conserva.

## **ABSTRACT**

*A pickle of *Lepidium peruvianum* G. Chacón, fresh maca in brine marinated with Peruvian species, was obtained. The process consisted of the following operations: selection, classification, washing, disinfection, cutting, cooking, acidification, marinating, packaging, pasteurizing and storage. The hypocotyls of the fresh maca ecotypes were selected according to the caliber of 20-24 mm in diameter and 29-35 mm in height. Previous conditioning, they were subjected to cooking for 30 minutes. Acidification with brine was carried out to obtain the intermediate product, with a pH of 2.28 and 2.33% acetic acidity, evaluated by physicochemical and microbiological analysis. Finally, the formulation of the marinated brine with spices consisting of oregano, paprika pepper, basil, rosemary and honey was determined, obtaining a balance at pH 3.3 at 25°C and 1.32% lactic acidity.*

*The finished product meets the microbiological and physicochemical quality requirements, registering “satisfactory” commercial sterility, pH 3.3; 1.32% lactic acidity; 292.1mmHg vacuum; security 1.56mm. Likewise, it presented 84.75% moisture, 1.74% protein, 1.58% fat, 1.30% crude fiber, 2.72% ash, 7.92% carbohydrates, 52.84% energy and minerals such as 2.90 mg/kg of iron, 0.05% of calcium, the phytochemical screening determined the presence of carbohydrates, flavonoids, amino compounds and alkaloids, and a process yield of 95%.*

**Keywords:** *Lepidium meyenii*, maca, pickle, brine, preserved and marinate.

## 1. Introducción

El *Lepidium peruvianum* G. Chacón “maca” es una especie de la familia *Brassicaceae*, distribuida en la zona alto andina del Centro del Perú (Brack, 2011). La maca en estudio constituye una producción con denominación de origen “Maca Junín-Pasco”, cultivada en la Meseta del Bombón entre los departamentos de Junín y Pasco en condiciones climáticas especiales, sobre la Cordillera de los Andes (Resolución N° 006065-2011 / DSD-INDECOPI, 2011).

La maca es un alimento clasificado en la categoría de superalimento (*superfoods*) por sus buenas propiedades nutritivas, posee las características necesarias para responder a la demanda creciente de productos naturales que busca el mercado de exportación (Publicación MINCETUR, 2016). Actualmente, la maca es conocida comercialmente por sus propiedades nutraceuticas y funcionales; principalmente como energizante, para estimular el rigor sexual, mejorar los problemas menstruales, la menopausia, entre otros (Sifuentes-Penagos *et al.*, 2015). La presentación es usualmente encapsulada y además también tiene presentación como harina de maca. En Perú, en determinadas estaciones del año, se comercializa maca fresca que tiene como limitación la poca vida útil durante el almacenamiento, por ser susceptible a la descomposición.

Las empresas que exportan y comercializan maca con valor agregado son pocas, pudiéndose mencionar a la empresa agroindustrial ALICAMPS S.A.C. que produce, transforma y la comercializa en presentaciones: maca gelatinizada en polvo, maca en polvo y filtrantes de maca granulada.

En la actualidad, la maca nativa del Perú es un producto que tiene la más alta calidad y es reconocido en los más exigentes mercados internacionales por su origen y propiedades nutritivas (ADEX, 2019). Así mismo, la vida agitada, el estrés y los deficientes hábitos alimenticios generan la necesidad de presentar a los consumidores un alimento fácil y listo para consumir con propiedades nutricionales y compuestos bioactivos como la maca fresca. Sin embargo, la maca entera fresca con valor agregado no se ha registrado en el mercado nacional e internacional, por ello el objetivo de esta investigación

fue la obtención de un encurtido de maca entera fresca en salmuera marinada en especies peruanas, viabilizando su consumo y disponibilidad en todas las estaciones del año que garanticen el aporte de compuestos bioactivos y nutricionales.

## **2. Materiales y Métodos**

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Farmacognosia y Medicina Tradicional “Q.F. Bertha Jurado Teixeira” y en el laboratorio de Bromatología Especial y Tecnología Nutricional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

### **Materia prima**

La maca, en estado fresco de ecotipos: amarillo, rojo y negro fue cultivada en la Meseta del Bombón, en la parte noroeste del departamento de Junín y la parte suroeste del departamento de Pasco, en una altitud comprendida entre los 3 950 a 4 450 msnm.

### **Método de análisis**

Los análisis se realizaron según las etapas siguientes:

Etapa 1. Caracterización de la materia prima.

Análisis físico: se determinó el tamaño<sup>45</sup> (diámetro y largo), peso, calibre (grande, mediano y pequeño) del ecotipo rojo, amarilla y negro.

Análisis de rendimiento en la recepción de la materia prima.

Etapa 2. Elaboración de producto intermedio de encurtidos de maca.

Análisis fisicoquímico: pH (AOAC.981.12), acidez (AOAC.948.15) , cloruros (AOAC.915.01).

Tamizaje fitoquímico: Se realizó por pruebas de coloración y precipitación a los extractos etanólico y crudo con la finalidad de determinar la presencia de constituyentes químicos.

Análisis microbiológico:

Áerobios mesófilos (AOAC 990.12), Mohos y Levaduras (AOAC 997.02), Coliformes y *E.coli* (AOAC 991.14), *Salmonella* sp. (AOAC 2014.01), *Bacterias Ácido Lácticas* (AOAC research institute).

Etapa 3. Elaboración de producto terminado de encurtido de maca.

Evaluación sensorial de preferencia hedónica.

Análisis estadístico Design Expert para experimento factorial por bloques incompletos.

Etapa4. Caracterización de producto terminado.

Análisis fisicoquímico: pH (AOAC.981.12), acidez (AOAC.948.15), cloruros (AOAC.915.01), determinación de vacío, determinación de espacio de cabeza, determinación de seguridad, peso escurrido (AOAC.980.30).

Análisis microbiológico de esterilidad comercial (AOAC. 17.6)

Análisis bromatológico:

Determinación de cenizas totales. Asta Method 3.0, Total ash. 4ta Edition Revised January 1997.

Determinación de humedad. NMX-F-266-1978.

Determinación de proteína. AOAC 984.13.c4.20 th Ed 2018. Protein (crude) inAnimal food and pet Feed. Cooper Catalyst Kjeldahl Method.

Determinación de grasa. AOAC Official Method 945.16.27.4.04 2005 AOAC International. Oil in cereal Adjuncts Petroleum Ether Extraction Method.

Determinación de fibra cruda. AOACS Ba 6-84 6th Edition 2009. Crude Fiber.

Carbohidratos totales (Cálculo)

Energía (Cal) (Por cálculo)

Determinación de hierro. NOM-117-SSA1. 1994, por Espectrometría de Absorción Atómica.

Tamizaje fitoquímico: Se realizó por pruebas de coloración y precipitación al extracto etanólico y crudo con la finalidad de determinar la presencia de constituyentes quimicos<sup>49</sup>.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización física de la materia prima

Se usó como materia prima: ecotipo rojo, amarillo y negro de *Lepidium peruavianum*, de tamaño mediano (diámetro: 20-24 mm y altura: 29-35 mm), sin defectos (podredumbre, defectos de piel y tamaño desproporcionado); ver anexos 2.

Como parte de la caracterización física, se realizó el rendimiento de la materia prima para obtener el % de hipocotilos para la elaboración de la maca.

En la siguiente tabla se muestra el rendimiento de maca:

Tabla 1: Rendimiento de maca fresca.

Ecotipos: negro, amarilla y roja.	
Peso maca amarilla:	295,80 g
Peso maca roja:	582,05 g
Peso bruto (maca con cola y cabeza):	1281,85 g
Peso de hojas:	404,00 g
Peso de maca:	877,85 g
% Rendimiento:	68,48

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2. Pruebas para obtención de Producto intermedio

### **Tipos de salmuera:**

Se prepararon 4 tipos de salmuera con diferentes ácidos y sinergia entre ellos.

Tabla 2. Salmueras de los tratamientos para el producto intermedio.

Salmuera	Sal	ácido cítrico	ácido láctico	ácido acético	vinagre	sorbato de potasio	benzoato de sodio
S1	3 %	1 %	1 %	-	-	0,1%	0,1 %
S2	3 %	-	3 %	-	-	0,1 %	0,1 %
S3	3 %	-	-	4 %	-	0,1 %	0,1 %
S4	3 %	-	-	-	10 %	0,1 %	0,1 %

Fuente: Elaboración propia

### **Tipos de salmuera:**

Se prepararon 4 tipos de salmuera con diferentes ácidos y sinergia entre ellos.

Tabla 3. Salmueras de los tratamientos para el producto intermedio.

Salmuera	Sal	ácido cítrico	ácido láctico	ácido acético	vinagre	sorbato de potasio	benzoato de sodio
S1	3 %	1 %	1 %	-	-	0,1%	0,1 %
S2	3 %	-	3 %	-	-	0,1 %	0,1 %
S3	3 %	-	-	4 %	-	0,1 %	0,1 %
S4	3 %	-	-	-	10 %	0,1 %	0,1 %

Fuente: Elaboración propia.

Proceso de encurtido por acidificación de producto intermedio de encurtido de maca

La maca clasificada en tamaño mediano, se lavó, se desinfectó y se cocinó; en estas etapas se realizó una evaluación microbiológica.

Como se observa en tabla adjunta con los resultados microbiológicos:

Tabla 4. Evaluación microbiológica del proceso de elaboración de encurtido de maca.

	<b>Maca entera fresca desinfectada*</b>	<b>Maca entera cocinada</b>
<i>Coliformes totales</i>	8,0 x 10 <sup>1</sup> UFC/g	1,0 x 10 <sup>1</sup> UFC/g
<i>E. coli</i>	<10 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Aerobios mesófilos</i>	4,8 x 10 <sup>3</sup> UFC/g	2,2 x 10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Mohos</i>	5 x 10 <sup>2</sup> UFC/g	<10 UFC/g
<i>Salmonella</i>	Ausencia	Ausencia

Parámetros de encurtido de producto intermedio

#### a. Parámetros de salmuera

Posteriormente se encurtió la maca en las diferentes salmueras previamente elaboradas en las pruebas para obtención del producto intermedio. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos:

Tabla 5. Parámetros de salmueras para tratamiento de producto intermedio. La temperatura media para la medición de pH fue de 25,1 ± 0,4 °C.

<b>Salmuera</b>	<b>pH</b>	<b>° Baumé</b>	<b>Acidez</b>
S1	2,16	3	6,69
S2	2,28	3	2,33
S3	2,93	3	3,98
S4	4,22	3	0,49

#### Evaluación fisicoquímica:

##### Determinación de pH

Se determinó el pH del equilibrio de los diferentes tratamientos. Como se muestra en la tabla 20.

Tabla 6. Evaluación de pH (equilibrio entre sólido y líquido) para los tratamientos de maca en salmuera evaluado en tres intervalos de tiempo de 15 días.

Tratamiento	Día 15	Día 30	Día 45	Promedio	Desviación estándar
T1 S1XPelado	2,50	2,25	2,35	2,25	0,1258
T2 S2XPelado	3,04	3,15	3,18	3,15	0,0737
T3 S3XPelado	2,32	2,59	2,42	2,59	0,1365
T4 S4XPelado	4,16	4,43	4,38	4,43	0,1436
T5 S1XSin Pelado	2,90	2,96	2,77	2,96	0,0971
T6 S2XSin Pelado	3,38	3,46	3,36	3,46	0,0529
T7 S3XSin Pelado	3,70	3,77	3,61	3,77	0,0802
T8 S4XSin Pelado	4,46	4,61	4,52	4,61	0,0755

### Determinación de acidez

Se determinó la acidez de los diferentes tratamientos, en 4 evaluaciones. Como se observa en la tabla 19.

Tabla 7. Evaluación de acidez (equilibrio entre sólido y líquido) para los tratamientos de maca en salmuera evaluada en 3 intervalos de tiempo de 15 días.

Tratamiento	Día 15	Día 30	Día 45	Promedio	Desviación estándar
S1XPelado	4,0199 (láctica)	3,45 (láctica)	3,85 (láctica)	3,76	0,24
S2XPelado	1,373 (láctica)	1,5 (láctica)	1,29 (láctica)	1,42	0,11
S3XPelado	2,272 (acética)	2,22 (acética)	1,88 (acética)	2,17	0,20
S4XPelado	0,380 (acética)	0,47 (acética)	0,28 (acética)	0,35	0,09
S1XSin Pelado	3,450 (láctica)	3,45 (láctica)	4,075 (láctica)	3,99	0,65
S2XSin Pelado	1,360 (láctica)	1,36(láctica)	1,36 (láctica)	1,41	0,10
S3XSin Pelado	2,950 (acética)	2,95 (acética)	3,26 (acética)	2,83	0,47
S4XSin Pelado	0,360 (acética)	0,32 (acética)	0,3 (acética)	0,31	0,04

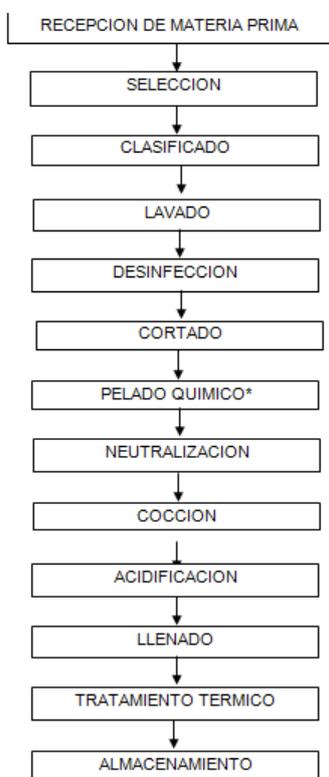
### 3.3.Evaluación fitoquímica de producto intermedio

Se realizó análisis fitoquímico de extracto etanólico con cascara y maca con pelado químico.

Tabla 8. Análisis fitoquímico de salmuera y de maca de encurtido de maca con cáscara a los 7 días de encurtido.

### Proceso de marinado de producto terminado de conserva de maca

En la figura N° 1 se muestra el Flujograma del proceso de elaboración de encurtido marinado de maca.



**Figura 1.** Flujograma de elaboración de conserva de maca. Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Prueba sensorial de conservas de marinado de maca

#### Determinación del mejor marinado por prueba sensorial

Se realizó el respectivo análisis estadístico a las respuestas del análisis sensorial de la maca encurtida con especias.

##### a.1 Distribución de datos experimentales para el análisis sensorial:

La distribución de los experimentos fue realizada mediante un diseño de bloques incompletos al azar con los siguientes parámetros estadísticos obtenidos mediante fórmulas estadísticas sugeridas por Montgomery (2002):

Tabla9. Parámetros para construir un DIBB

Parámetro	Descripción de parámetros	Valores
t	(tratamientos o muestras)	12
K	(tamaño de bloque)	3
b	(número de bloques o jueces)	44
R	(número de repeticiones por muestra)	11
$\Lambda$	(número de bloques en el cual el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo tratamiento aparecen juntos)	2
N	N° observaciones	132

<b>Extracto etanolico</b>				
<b>N°</b>	<b>Reactivo</b>	Salmuera de maca	Maca encurtida con	<b>Constituyentes</b>
		encurtida con cascara	cascara.	
<b>1</b>	Molish	+++	++	Carbohidratos
<b>2</b>	Antrona	+++	++	Carbohidratos
<b>3</b>	Felhing	+++	+++	Azucares reductores
<b>4</b>	FeCl <sub>3</sub>	-	-	Compuestos fenólicos
<b>5</b>	Gelatina	-	-	Taninos
<b>6</b>	Shinoda	++	-	Flavonoides
<b>7</b>	Rosenheim	-	+	Catequinas
<b>8</b>	Borntrager	+	++	Compuestos antraquinónicos
<b>9</b>	Lieberman- Burchardat	++	+++	Compuestos triterpenoides
<b>10</b>	Ninhidrina	+	+++	Compuestos amino
<b>11</b>	Dragendorff	-	-	Alcaloides
<b>12</b>	Mayer	-	-	Alcaloides
<b>13</b>	Bertrand	+	+	Alcaloides
<b>14</b>	Sonnenschein	+	+	Alcaloides
<b>15</b>	Hidroxilamina	+	-	Compuestos carbonilos

<b>16</b>	Prueba de espuma	++	++	Saponinas
<b>17</b>	Vainillin sulfúrico	-	+	Heterósidos

### 3.5. Caracterización de producto terminado

Para caracterizar al producto final se realizaron los siguientes análisis: fisicoquímico, microbiológico y proximal, según la Norma Técnica Sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos envasados de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano; además, la determinación de la vida útil. Finalmente, se evaluó la actividad antioxidante, fenoles totales y presencia de constituyentes químicos.

#### Caracterización fisicoquímica de producto terminado

Se realizó la caracterización física de peso drenado, peso neto, peso bruto, espacio de cabeza, vacío y seguridad.

Tabla 10. Evaluación física de producto terminado.

Parámetros	Conserva de maca marinada en estilo Italiano
Peso drenado (g)	101,70
Peso neto (g)	219,70
Peso bruto (g)	357,00
Vacío (mmHg)	292,10
Espacio de cabeza (mm)	1,03
Seguridad (mm)	4,56

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Evaluación química de producto terminado.

Parámetro	Sólido	Salmuera	Equilibrio
pH	3,58 / 25°C	3,15 / 25 °C	3,3 / 25 °C
% acidez ( láctica)	1,31	1,62	1,32
% Cloruros	-	5	-

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis bromatológico de la conserva de maca como producto terminado se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Composición química de conserva de maca marinada.

<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>
Cenizas totales (%)	2,72
Determinación de humedad (%)	84,75
Proteína (g/100g)	1,74
Determinación de grasa (% de grasa cruda)	1,58
Fibra cruda (g/100g)	1,30
Carbohidratos totales (g/100g)	7,92
Energía (Kcal/100 g)	52,84
Calcio (g/100 g)	0,05
Hierro (mg/Kg)	2,90

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis microbiológico de la conserva de maca se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Esterilidad comercial de conserva de maca en especias 1.

<b>Requisitos</b>	<b>Límite permitido</b>	<b>Resultado</b>
<i>Aerobios mesófilos</i> a 35°C	Negativo	Satisfactorio
<i>Anaerobios mesófilos</i> a 35°C	Negativo	Satisfactorio
<i>Aerobios mesófilos</i> a 55°C	Negativo	Satisfactorio
<i>Anaerobios mesófilos</i> a 55°C	Negativo	Satisfactorio

### **3.6. Evaluación fitoquímica de producto terminado.**

**Tabla 14. Resultados de evaluación fitoquímica de marinado de encurtido de maca**

N°	Reactivo	Salmuera	Maca	Constituyentes químicos
1	Molish	+++	+++	Carbohidratos
2	Antrona	+++	++	Carbohidratos
3	Felhing	+++	++	Azucares reductores
4	FeCl <sub>3</sub>	+	0	Compuestos fenólicos
5	Gelatina	++	+	Taninos
6	Shinoda	+++	+++	Flavonoides
7	Rosenheim	++	+	Catequinas
8	Borntrager	+	+	Compuestos antraquinónicos
9	Lieberman- Burchardat	+	+	Compuestos triterpenoides
10	Ninhidrina	+++	++	Compuestos amino
11	Dragendorff	-	0	Alcaloides
12	Mayer	+	+	Alcaloides
13	Bertrand	+++	++	Alcaloides
14	Sonnenschein	+++	++	Alcaloides
15	Hidroxilamin a	-	0	Compuestos carbonilos
16	Prueba de espuma	+	0	Saponinas
17	Vainillin sulfúrico	+	0	Heterósidos

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda: (-) Negativo o ausencia, (+) Leve, (++) Moderado, (+++) Abundante.

## **DISCUSION**

La conserva fue elaborada con hipocótilos de maca, clasificadas por tamaño para estandarizar el proceso y la presentación. Se clasificaron hipocótilos de tamaño mediano de 2,0 - 2,4 cm de diámetro y 2,9 – 3,5 cm de alto, características semejantes a los de Flores y Córdova (2006) que elaboraron una conserva de maca en almíbar con hipocótilos de 2,5 a 3 cm de diámetro.

Las muestras de maca fresca utilizadas en este estudio fueron los ecotipos amarillo, negro y rojo cuyo pH en conjunto fue de 6,44; valor que difiere a los reportados por Flores y León (2006) que utilizaron maca fresca de ecotipos amarillo, quienes reportaron 5,50 de pH, ambas materias primas provenientes del departamento de Junín, debido al diferente equipo de medición del pH. El tiempo y temperatura de la cocción de la maca tamaño mediano coincide con su estudio, siendo realizado este a 100°C por 30 min.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) de encurtidos<sup>60</sup>, el líquido de gobierno tiene como requisitos: acidez máxima 3,5% expresado en ácido acético y el contenido máximo de sal de 3%. La formulación del líquido de gobierno de la maca encurtida como producto intermedio presentó 3,98% de acidez acética, 3% de sal. La acidez acética difiere de lo indicado en la presente norma, pero posteriormente como producto terminado, la salmuera adicionada es de 1,62% de acidez láctica. Sin embargo, estos resultados fueron logrados gracias al proceso de elaboración, cuya etapa que determinó su calidad fue la obtención del producto intermedio mediante encurtido en salmuera con adición de ácido acético al 4%<sup>3</sup>, estando dentro del rango recomendado entre 3,5 y 4% de

concentración adecuada para inhibir completamente el crecimiento de levaduras<sup>6</sup>. El ácido acético, es considerado más efectivo para inhibir el desarrollo de levaduras y bacterias. (5)

Para asegurar la inocuidad del proceso de elaboración de maca encurtida se realizó un análisis microbiológico después de las etapas de lavado, desinfectado y cocción observándose que los niveles microbiológicos disminuyen paulatinamente.

Se obtuvieron en maca fresca lavada y desinfectada  $4,8 \times 10^3$  UFC/g de aerobios mesófilos,  $5,0 \times 10^2$  UFC/g de mohos,  $2,6 \times 10^2$  UFC/g de levaduras,  $8,0 \times 10$  UFC/g coliformes y ausencia de patógenos como se muestra en la Tabla N° 16. Comparado con los estudios de Guevara *et al.* (2016)<sup>11</sup>, obtuvo que la maca lavada, desinfectada y secada a 60°C por 24 minutos tuvo valores de  $3,8 \times 10^3$  UFC/g hasta  $2,3 \times 10^5$  UFC/g en *aerobios mesófilos*, para el caso de mohos hasta  $5,0 \times 10$  UFC/g, levaduras  $1,5 \times 10^2$  UFC/g, no hubo crecimiento de patógenos ni coliformes. La diferencia de los resultados obtenidos respecto al el crecimiento de mohos y coliformes, puede deberse a la concentración del desinfectante y la operación de secado a 60°C por 24 minutos con la propuesta por Ríos y Riquez, obteniéndose resultados diferentes debido a que la maca que usaron fue seca.

Los parámetros de pasteurización aplicados a la conserva de maca encurtida fueron de 90°C por 15 minutos, tratamiento térmico similar al usado en una metodología establecida en 1940, según lo indicado por Lau *et al.* (2000) y mencionado por Martínez (1988), en el proceso de pasterización para encurtidos de pepinillo; siendo la temperatura de pasteurización en el centro del envase de 75°C durante un tiempo de quince minutos y después debe enfriarse rápidamente por debajo de 40°C para evitar pérdidas de textura en los frutos. La efectividad del tratamiento térmico aplicado a la maca fresca, fue verificado mediante análisis microbiológico de esterilidad comercial según normativa NTS N° 07164, cuyo resultado fue “satisfactorio”, lo cual verifica la inocuidad del producto y acción letal del proceso aplicado.

Referente a la evaluación bromatológica de la maca encurtida, el contenido de proteínas fue de 1,7 g/100 g, fibra 1,3 g/ 100 g, calcio 50 mg/100 g y hierro 0,29 mg/ 100g, estos resultados son los

primeros en reportarse para maca encurtida en salmuera. Sin embargo, existen resultados reportados por Torres Villanueva, R. (1984) que evaluó proximalmente maca seca de ecotipo claro y oscuro, cruda y cocida, donde concluyó que no hay diferencia significativa según el color o el estado, siendo ligeramente menor el contenido de proteínas, grasa, fibra y ceniza en maca cocida; teniendo en maca clara hasta 10,93 g/100 g de proteínas; 7,10 g/100 g fibra.<sup>10</sup> Según INCAP (1981) la composición química de maca fresca se constituye de proteínas 3,9g/ 100 g, calcio 72 mg/g y hierro 4,3 mg/100 g<sup>21</sup>. Asimismo, la tabla nutricional de alimentos peruanos (2017)<sup>62</sup> reporta 3.5% de proteínas, 37 mg/100 g de calcio y hierro 49,90 mg/100 g en maca silvestre fresca, estos valores se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, pero se observa pérdida de proteínas, hierro y fibra, los cuales disminuyeron durante el proceso de elaboración en las etapas de pasteurización y acidificación, verificada en la evaluación fitoquímica de Ninhidrina, donde se observó presencia de grupo amino en la salmuera, demostrándose transferencia de proteínas de la maca al líquido de gobierno. Además de una descarboxilación de proteínas por el tratamiento térmico y la adición de ácidos.<sup>61</sup>

De acuerdo a la evaluación fitoquímica del producto intermedio y producto terminado, tanto en salmuera como en maca encurtida, se encontró que en el proceso de elaboración del encurtido se van perdiendo ciertos componentes, además en la etapa de acidificación se evidencia que la salmuera extrae constituyentes químicos, ya que en la salmuera del producto intermedio hubo presencia de carbohidratos, compuestos fenólicos, flavonoides, compuestos triterpenoides, alcaloides y heterósidos. En el caso de maca como producto intermedio con pelado químico, se pierden varios constituyentes químicos, los cuales no son detectados en el análisis; caso contrario en la maca con cáscara (sin pelado químico) como producto intermedio hay presencia de carbohidratos, azúcares, compuestos triterpenoides, compuesto amino y saponinas en mayor presencia; en menor presencia catequinas, alcaloides, heterósidos y ausencia de taninos, flavonoides y compuestos fenólicos. En el caso del producto terminado donde se adicionó especias y miel, estos últimos aportan metabolitos secundarios, obteniendo en maca presencia de carbohidratos, flavonoides, aminoácidos libres,

compuesto amino, alcaloides en mayor presencia y catequinas, taninos compuestos triptenoides en menor presencia; ausencia de compuestos fenólicos, saponinas y compuestos heterósidos. No se han reportado estudios de tamizaje fitoquímico en un producto elaborado tipo encurtido de maca, por lo que las comparaciones se hicieron con resultados de harina de maca y maca fresca. En un análisis de constituyentes químicos en tres ecotipos de harina de maca hubo presencia de fenoles, alcaloides, carbohidratos, flavonoides y aminoácidos libres, siendo la mayor concentración en maca roja<sup>14</sup>. Otro estudio evaluó constituyentes químicos en muestras comerciales de harina de maca en tres regiones del Perú, reportando alta concentración de azúcares reductores, alcaloides, en menor concentración láctonas y cumarinas, triterpenos, esteroides, catequinas, taninos, aminoácidos libres, flavonoides; baja concentración de fenoles y ausencia de saponinas. Estos resultados concuerdan con lo obtenido en el producto terminado, donde hay ausencia de saponinas y de compuestos fenólicos.

La evaluación físicoquímica de la conserva de encurtido de maca fue el pH de 3,30, vacío de 292,1 mmHg, espacio de cabeza de 1.03 mm, la seguridad de 4.56 mm y la acidez láctica de 1,32%. Estos parámetros están dentro de los límites de la normativa del MINSA (2008), ya que el pH fue menor de 4.6, según se establece para productos pasteurizados. El vacío fue mayor a 140 mmHg, con respecto a la seguridad la distancia estuvo entre 4 y 6 mm respecto a la junta de molde de la boca, por lo que se considera que el vacío y el cierre fueron realizados correctamente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al programa INNOVATE Perú por el cofinanciamiento con la empresa ALICAMPS en asociación estratégica con mi alma mater, para realizar la investigación en el proyecto con contrato 266-FIDECOM-INNOVATE PERU - PIMEN-2018.

## **CONCLUSION**

Se elaboró una conserva tipo encurtido de maca (*Lepidium peruvianum* G. Chacón) en salmuera marinada con especies peruanas, que cumple los requisitos microbiológicos y físicoquímicos

establecidos en la normativa peruana, con una buena aceptabilidad sensorial y aporte nutricional, compuestos fenólicos y antioxidante, apto para consumo.

Las condiciones más favorables para el proceso de elaboración de la conserva de maca encurtida en salmuera marinada con especias peruanas son: maca fresca de tamaño mediano, temperatura de cocción de 100°C por 30 minutos, pasteurización a 90°C por 15 minutos, salmuera con pH de 2,28 y 2,33 % acidez acética para el producto intermedio. Los valores fisicoquímicos de la salmuera del producto terminado fue de pH 3,3 y 1,32 % acidez láctica.

El ácido más favorable en la salmuera del producto intermedio evaluado mediante evaluación fisicoquímica y microbiológica fue el ácido acético con una concentración de 4%.

La mejor formulación del marinado con especias para la conserva de maca fue el marinado en especias 1 constituido de orégano, ají pprika, albahaca, romero, además de miel; con una aceptabilidad calificada como buena.

Se caracterizó el producto terminado, fisicoquímicamente se obtuvo los siguientes resultados: pH 3,3; % acidez láctica 1,32; vacío 292,1 mmHg; seguridad 1,56 mm; microbiológicamente fue “satisfactorio” la esterilidad comercial; bromatológicamente tuvo alto contenido de hierro, además de proteínas y fibra, fitoqumicamente hubo presencia de carbohidratos.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

ADEX. Exportación de productos naturales generó más de 80 mil empleos [internet]. 2018.

[Citado el 10 de octubre del 2019] Disponible en:

<https://www.adexperu.org.pe/notadeprensa/exportacion-de-productos-naturales-genero-mas-de-80-mil-empleos/>.

Américo GP; Diana NC, Keidy CC, Carlos OC. Descontaminación microbiana de la maca (*Lepidium meyenii*) aplicando el sistema de esterilización orgánica (OSS) para preservar sus propiedades nutricionales y sensoriales. Rev. Scientia Agropecuaria. 2016. 7 (1).

Anderson ME., Marshall RT. Interaction of concentration and temperature of acetic acid solution on reduction of various species of microorganisms of beef surfaces, J. Food Protection. 1989, 52(5):312-315.

Anónimo. 1999. “Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios”, Diario Oficial de la Federación, 9 de agosto, México, D.F.

AOAC Internacional. 17 Ed. AOAC Internacional, Gaithersburg, MD.

AOAC. 980.30. Peso escurrido Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis. Kansas City. Metrohm-Peak. 2005.

AOAC.915.01. Determinación de cloruros. Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis. Kansas City. Metrohm-Peak. 2005

AOAC.948.15. Determinación de acidez. Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis. Kansas City. Metrohm-Peak. 2005.

AOAC.981.12. Determinación de pH. Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis. Kansas City. Metrohm-Peak. 2005.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method990.12. Aerobic Plate Count in Foods. Official Methods of Analysis of AOAC Internacional. 17 Ed. AOAC Internacional, Gaithersburg, MD.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method997.02. Yeast and Mold Counts in Foods. Official Methods of Analysis of

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method989.10. Bacterial and Coliform counts in Dairy Products. Official Methods of analysis of AOAC Internacional. 17 Ed. AOAC Internacional, Gaithersburg,MD.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method 2014.01. Salmonella in Foods. Methods of analysis of AOAC Internacional. 17 Ed. AOAC Internacional, Gaithersburg, MD.

Badui S. Química de los Alimentos. Cuarta Edición. México: Pearson Educación. (2006).

Blocher JC., Busta FF., Sofos JN. Influence of potassium sorbate and pH on ten strains of type A and B Clostridium botulinum. J. Food Sci. 1982, 47(6): 2028-2032.

Brack A. Atlas tesoros del Perú-Frutos. Primera Edición. Lima: UNIMUNDO SAC. (2011).

Brack A. Diccionario Enciclopédico de plantas Útiles del Perú. Primera Edición. Lima: PNUD. 1999.

Cabieses F. Maca y la puna. Primera Edición. Lima: Universidad San Martín de Porres (1997).

Carbajal LM, Ospina N, Martínez OL, Ramírez L, Restrepo CC, Adarve SS, et al. Evaluación de textura a 5 cortes de carne de res conservados por esterilización en envase de hojalata. Rev. De la Facultad de química Farmacéutica. 2008: 15(2).

Chacón G. Estudio fotoquímica de *Lepidium meyenii* Walp. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima- Perú. 1961.

Cioletti LJ., Gilliland SE., Henrickson RL. Acetic acid, formic acid and potassium sorbate as preservatives for short term storage of bovine hides. J. Food Sci. 1982, 47(6):1793-1796.

Codex Alimentarius. Norma para frutas y hortalizas encurtidas. Suiza: FAO/OMS; 2007. (Serie de Normas técnicas).

Deshapande SS., Salunkhe DK., Deshapande US. Food Acidulants, en Food Additives Toxicology, Ed. J.A. Maga y T.T. Anthony, Marcel Dekker, Nueva York; 1993. págs. 13-14.

Dini A, Migli G, Rastrelli L, Saturnino P y Schettino O. Chemical Composition of *Lepidium meyenii*. Wood Chemistry 49:347-349, 1994.

Doroteo VH, Díaz C, Terry C, Rojas R. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante *in vitro* de 6 plantas peruanas. Rev. Soc. Quím (Perú). 2013, marzo. 79(1).

Flores JA., León JA. Determinación de parámetros óptimos en la elaboración de rodajas de maca (*Lepidium peruvianun* Chacón) en almíbar de mandarina (*Citrus reticulata*) utilizando envases de vidrio. [Tesis de Titulación]. Perú: Universidad Nacional del centro del Perú, Facultad de Ingeniería y ciencias humanas; 2006.

Inma NG, María JP, Francisco GA. Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. Rev. Esp Nutr Hum Diet.. 2017; 21(4).

Instituto Nacional de INCAP. Composición química a alimentos consumidos en el Perú. Ministerio de Salud. (1981)

Juvasa. Guía de uso de manual de tapas caps twist para conservas familiares. [internet]. 2016. [Citado el 10 de octubre del 2019] Disponible en: <https://www.juvasa.com/es/blog/guia-de-uso-manual-de-tapas-caps-twist-para-conservas-familiares>.

Lock O. Investigación fotoquímica. Fondo editorial de PUC.2006.

Martinez F. Fabricación de encurtidos de pepinillo. Primera Edición. Madrid: Ministerio de Agricultura pesca y alimentación. 1988.

Ministerio de Agricultura. Fabricación de encurtidos de pepinillo. Argentina: Dirección general de investigación y capacitación agraria. 1988.

Ministerio de Salud. Norma sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos envasados de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano. Perú: MINS/DIGESA; 2008. (Serie de Normas técnicas).

Ministerio de Salud. NTS N°071: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Perú: MINS/DIGESA; 2003. (Serie de Normas técnicas).

Mostacero J, Mejía F, Gamarra O. Fanerógamas del Perú. Primera Edición. Trujillo: CONCYTEC. 2009.

NTP 209.100.1976. Especies y condimentos. Encurtidos. 1° Edición. 2010.

Palma E., Prado C., Loja B., Salazar A. Características fitoquímicas de muestras comerciales de maca en tres regiones de Perú. Rev. Cimel. 2012; 17(2).

Publicación MINCETUR. Maca. Toronto (2016)

Reyes M., Gómez P., Espinoza C. Tabla Peruana de Composición de Alimentos. Primera Edición. Lima: MINSA. (2017).

Rios CK., Riquez , AM. Determinación del recuento de productos derivados de la maca (*Lepidium meyenii* W.) utilizando placas petrifilm y su comparación con el método convencional. [Tesis de Titulación]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2007.

Rosas K. Análisis de los principios activos en *Calendula officinalis* y *Camellia sinensis* [Tesis para optar el título profesional]. México D.F: Instituto Politécnico Nacional; 2009.

Sofos JN. Antimicrobial activity and functionality of reduced sodium chloride and potassium sorbate in uncured poultry products. J. Food Sci. 1986, 51(1):1-252.

Swain T., Hillis, W. The phenolic constituents of *Prunus domestica*, L – the quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1959;10(1):63-68.

Taoukis PS., Labuza TP., Saguy IS. Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction, En: Handbook of Food Engineering Practice. Rotstein E., Singh R.P. y Valentas K.J. Eds. Boca Raton, FL, CRC Press, 1997, pp. 366-408.

To E.C., Robach MC. Potassium sorbate dip as a method of extending shelf life and inhibiting the growth of Salmonella and Staphylococcus aureus on fresh, whole broilers. Poultry Sci.1980, 59(4):726-730.

Torres R., Estudio nutricional de la maca (*Lepidium meyenii* Walp) y su aplicación en la elaboración de una bebida base. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. 1984.

Vargas G. Evaluación de la preservación del encurtido de rocoto (*Capsicum pubescens*), mediante la utilización de lactosuero ácido como líquido de gobierno. [Tesis para optar el título profesional]. Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 2017.

Williams WB, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Rev. Food science and technology. 1995; 28 (1).