Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Escuela Profesional de Ciencias de los Alimentos

Elaboración de una conserva tipo encurtido de maca (Lepidium peruvianum G. Chacón) en salmuera marinada con especias peruanas

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

AUTOR

Claudia Magda AROSTE CERON

ASESORES

Úrsula VILLAFUERTE MONTES

Eva RAMOS LLICA (Coasesor)

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Aroste C. Elaboración de una conserva tipo encurtido de maca (Lepidium peruvianum G. Chacón) en salmuera marinada con especias peruanas. [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Ciencias de los Alimentos; 2022.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Claudia Magda Aroste Ceron
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	48054527
Datos de asesor 1	
Nombres y apellidos	Úrsula Villafuerte Montes
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40784942
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4671-3578
Datos de asesor 2	
Nombres y apellidos	Eva Ramos Llica
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	29735069
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8594-5537
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Javier Saúl Córdova Ramos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	43479904
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Edwin Hualpa Cutipa
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42952898
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Teresa Celina Gallardo Jugo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07727234
Miembro del jurado 3	

Nombres y apellidos	Juana Margarita Flores Luna
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10492337
Datos de investigación	
Línea de investigación	Ingenieria y tecnología de Alimentaria. Alimentos funcionales y nutracéuticos
Grupo de investigación	Caracterización Integral y Procesos Tecnológicos de Alimentos Funcionales y Nutracéuticos
Agencia de financiamiento	Perú. Innovate. 266-FIDECOM-INNOVATE PERU-PIMEN-2018.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: UNMSM País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Calle: Av. Miguel Grau Latitud: -12.05777778 Longitud: -77.02305556
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019-2022
URL de disciplinas OCDE	Biotecnología agrícola, Biotecnología alimentaria https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.04.01

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

Elaboración de una conserva tipo encurtido de maca (*Lepidium peruvianum G. Chacón*) en salmuera marinada con especies peruanas

Que presenta la Bachiller en Ciencia y Tecnología de los Alimentos:

CLAUDIA MAGDA AROSTE CERON

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado Evaluador, y practicada la votación han obtenido la siguiente calificación:

Dieciséis (16); aprobado con mención honrosa

en conformidad con el Art. 34.º del Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Título Profesional de Licenciado (a) en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

JURADO EVALUADOR (R.D. N.° 000002-2022-D-FFB/UNMSM)

- PhD. Javier Saúl Córdova Ramos
- M.Sc. Edwin Hualpa Cutipa
- Q.F. Teresa Celina Gallardo Jugo
- Mg. Juana Margarita Flores Luna

Lima, 12 de agosto de 2022.

PhD. Javier Saúl Córdova Ramos
Presidente

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima 1 – Perú
Teléfonos: (511) 619-7000 anexo 4826 Ap. Postal 4559 – Lima 1
E-mail: decanofyb@unmsm.edu.pe http://farmacia.unmsm.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. DECANA DE AMÉRICA.
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

INFORME DE EVALUACIÓN DE CRITERIOS DE ORIGINALIDAD

1	Facultad	**FARMACIA Y BIOQUÍMICA**
2	Escuela	**Ciencia de los Alimentos**
3	Autoridad que emite el informe de originalidad	Director de la Escuela Profesional
4	Apellidos y nombres de la autoridad académica	**Crispín Pérez, Víctor**
5	Operador del programa informático de similitudes	**Crispín Pérez, Víctor**
6	Documento evaluado	**Elaboración de una conserva tipo encurtido de maca *(Lepidium peruvianum G. Chacón)* en salmuera marinada con especies peruanas**
7	Autor(es) del documento	**Bach. Claudia Magda Aroste Ceron**
8	Fecha de recepción del documento	**05-05-2022**
9	Fecha de aplicación del programa informático de similitudes	**09-05-2022**
10	Software utilizado	**Turnitin**
11	Configuración del programa detector de similitudes	**Excluye:** - **Textos entrecomillados** - **Bibliografía** - **Cadenas menores de 40 palabras**
12	Porcentaje de similitud según programa detector de similitudes	**Similitud 8% (Similitud debe ser ≤ 10%)**
13	Fuentes originales de las similitudes encontradas	• **Fuentes de internet varias 8%** • **Publicaciones 1%** • **Trabajos del estudiante 2%**
14	Observaciones	**Si cumple con el estándar mínimo establecido por la UNMSM**
15	Calificación de originalidad	**Documento si cumple criterios de originalidad**
16	Fecha del informe	**10-05-2022**

Nota: se adjunta archivo de reporte del sistema Turnitin en el que se resaltan las similitudes detectadas.

UNMSM
Firmado digitalmente por CRISPIN PEREZ Victor FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 10.05.2022 11:16:48 -05:00

Dr. Víctor Crispín Prez
Director
EP Ciencia de los Alimentos

DEDICATORIA

A todas aquellas personas que me apoyaron en todo este proceso de elaborar mi tesis, tanto a nivel de familia, así también amigos, docentes y a la empresa ALICAMPS.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Úrsula Villafuerte, mi asesora, catedrática de la UNMSM en la especialización de tecnología de alimentos por sus consejos, recomendaciones y ayuda en este proceso de elaboración de mi tesis.

A la Mg. Q.F. Monica Guadalupe Retuerto Figueroa, catedrática de la UNMSM, quien me apoyo brindándome su laboratorio de Farmacognosia, asi como la revisión de la tesis.

A la Mg.(c) Q.F. Eva Ramos Llica, catedrática de la UNMSM en la especialidad de botánica, por sus conocimientos e información brindada acerca de los aspectos botánicos de la maca que fue de mucha ayuda en la elaboración de mi tesis.

Al Sr. Samuel Aldana, dueño de la empresa ALICAMPS que nos brindó la materia prima para poder desarrollar el producto a base de maca.

A Bach. Crenelia Mallqui Aguilar, compañera de tesis, con la que investigamos, nos ayudamos y nos apoyamos para la realización de nuestras tesis.

A Bach. Jossimar Paul Huamaní Tarazona, gran apoyo en el desarrollo de mi tesis, me brindo conocimientos en los análisis fitoquímicos, además de su amistad.

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.

Al Vicerrectorado de Investigación y Posgrado por el financiamiento en el programa de Tesis.

INDICE GENERAL

		Pág.
Índice de figuras		9
Índice de tablas		14
Resumen		18
Summary		19
I.	Introducción	20
	I.1 Objetivo general	21
	I.2 Objetivos específicos	21
	I.3 Hipótesis	21
II.	Marco teórico	22
	II.1 Antecedentes generales	22
	II.2 Generalidades	24
	II.2.1 Aspectos botánicos de maca	24
	II.2.1.1 Género	24
	II.2.1.2 Clasificación taxonómica	25
	II.2.1.3 Ecotipos	25
	II.2.2 Valor nutricional de maca	25
	II.2.3 Disponibilidad de maca y ubicación del recurso	27
	II.2.4 Usos y aplicaciones de maca	28
	II.2.5 Cultivos de maca	28
	II.2.6 Principales mercados	29
	II.2.7 Bioquímica	30
	II.2.8 Aspectos sensoriales de maca	30
	II.2.9 Actividad antioxidante	31
	II.2.10 Compuestos fenólicos	31
	II.2.11 Taninos	32
	II.2.12 Flavonoides	32
	II.2.13 Alcaloides	33
	II.2.14 Definición de encurtido	33
	II.2.15 Conserva y normativa	36
III.	Metodología	38
	III.1 Lugar de ejecución	38
	III.2 Clase de estudio	38
	III.3 Materia prima	38

III.4 Equipos materiales y reactivos 38
III.5 Método de análisis 42
III.6 Metodología experimental 45
III.6.1 Elaboración de encurtido de maca 45
III.6.1.1 Descripción del proceso 46
III.6.1.2 Factores de estudio de producto intermedio 48
III.6.1.3 Pruebas de elaboración de encurtido de producto intermedio de maca 49
III.6.2 Determinación de la mejor formulación del producto terminado de encurtido de maca. 56
III.6.2.1 Factores de estudio 58
III.6.2.2 Tratamientos 58
III.6.2.3 Diseño estadístico experimental 59
III.6.3.4 Evaluación sensorial 60
III.6.3 Pruebas de caracterización de producto terminado .. 60
III.6.3.1 Evaluación química 60
III.6.3.2 Determinación física 61
III.6.3.3 Determinación de compuestos fenólicos 61
III.6.3.4 Evaluación de vida útil 62
III.6.3.5 Determinación de actividad antioxidante 63
III.6.3.6 Preparación del extracto 63
III.6.3.7 Evaluación de constituyentes fitoquímicos .. 64
III.6.3.8 Determinación de esterilidad comercial 64
III.6.3.9 Determinación bromatológica 64
IV. Resultados 66
IV.1 Determinación de las condiciones experimentales más favorables del proceso de elaboración de una conserva de maca.
IV.1.1 Caracterización física de Materia prima 66
IV.1.2 Pruebas para obtención de producto intermedio 68
IV.1.3 Tipos de salmuera 68
IV.1.4 Tiempo de cocción 69
IV.1.5 Pelado químico 69
IV.2 Determinación del acido más favorable en la salmuera del producto intermedio.
IV.2.1 Proceso de encurtido por acidificación de producto intermedio 69
IV.2.2 Parámetros de encurtido de producto intermedio 71
IV.2.3 Análisis estadístico de evaluación de producto intermedio 77
IV.2.4 Evaluación fitoquímica de producto intermedio 81

IV.3 Determinación de la formulación del marinado con especias para la conserva de maca.
IV.3.1 Proceso de marinado de producto terminado de conserva de maca 83
IV.3.2 Prueba sensorial de conserva de marinado de maca. 85
IV.3.3 Tratamiento térmico..... 89
IV.3.4 Rendimiento del proceso de elaboración de maca..... 90
IV.4 Caracterización de producto terminado 91
IV.4.1 Caracterización de producto terminado 91
IV.4.2 Caracterización fisicoquímica 91
IV.4.3 Caracterización bromatológica 92
IV.4.4 Caracterización microbiológica del producto terminado . 93
IV.4.5 Caracterización fitoquímica de producto terminado..... 94
IV.4.6 Determinación de compuestos fenólicos 95
IV.4.7 Determinación de actividad antioxidante 96
IV.5 Estimación del tiempo de vida útil de la maca encurtido en salmuera marinada en especias 99

V. Discusión 105

VI. Conclusiones 109

VII. Recomendaciones 111

VIII. Referencias bibliográficas 112

IX. Anexos 117

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Cuadro de porcentaje de países de exportación de maca 29

Figura 2. Compuestos de fracción lipídica de maca..... 30

Figura 3. Estructura química de compuestos fenólicos simples con diferente posición de grupos hidroxilo..... 32

Figura 4. Estructura química de tanino condensado 33

Figura 5. Estructura básica de un flavonoide 33

Figura 6. Solubilidad en agua de ácidos orgánicos..... 34

Figura 7. Cuadro de efecto de pH en la disociación de algunos conservantes 35

Figura 8. Flujograma de elaboración de conserva de maca..... 45

Figura 9. *Lepidium meyenii* (maca) 65

Figura 10. Maca amarilla sin hojas..... 66

Figura 11. Maca roja sin hojas 66

Figura 12. Clasificación de maca roja 67

Figura 13. Clasificación de maca amarilla..... 67

Figura 14. Crecimiento microbiano en el proceso de elaboración de maca encurtida 69

Figura 15. Evaluación de pH en los diferentes tratamientos 72

Figura 16. Evaluación de acidez en los diferentes tratamientos..... 73

Figura 17. Crecimiento microbiano (*Aerobios mesófilos*) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento. 75

Figura 18. Crecimiento microbiano (levaduras) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento..... 76

Figura 19. Crecimiento microbiano (mohos) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento 76

Figura 20. Crecimiento microbiano (Bacterias ácido lácticas) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento. 76

Figura 21. Crecimiento microbiano (Mohos) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento 76

Figura 22. Crecimiento microbiano (*Bacterias ácido lácticas*) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento 76

Figura 23. Análisis de varianza para evaluación de pH..... 77

Figura 24. Análisis de comparación por pareja de tukey de tipo de salmuera 78

Figura 25. Datos de comparaciones múltiples de tukey para salmuera. 78

Figura 26. Datos de comparaciones múltiples de tukey para %cascara. 78

Figura 27. Gráfica de Tukey para factor de % de cáscara. 79

Figura 28. Análisis de varianza para evaluación de ácidez..... 79

Figura 29. Análisis de comparaciones por pareja de tukey de tipos de salmuera 80

Figura 30. Datos de comparaciones múltiples de tukey para salmuera 80

Figura 31. Flujograma de proceso de elaboración de conserva de maca encurtida en salmuera marinada en especias..... 85

Figura 32. Valores residuales vs valores observados 87

Figura 33. Curva de concentración de ácido gálico..... 95

Figura 34. Concentración de trolox vs % CRL 97

Figura 35. Concentración de trolox vs absorbancia 98

Figura 36. Concentración de compuestos fenólicos a 35°C..... 100

Figura 37. Concentración de compuestos fenólicos a 45°C..... 101

Figura 38. Concentración de compuestos fenólicos a 55°C..... 102

Figura 39. Gráfica de logaritmo neperiano en función de 1/T. 103

Figura 40. Análisis microbiológico de maca cocinada a 100 °C por 30 minutos. A. *Aerobios mesófilos, B. Coliformes y E.coli y C. Mohos y levaduras*. D. *Salmonella sp.* 117

Figura 41. Análisis microbiológico de maca desinfectada a 50 ppm de hipoclorito de sodio. 117

Figura 42. Primera evaluación microbiológica de encurtido de maca con cascara. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Aerobios mesófilos.* A. Salmuera1, B. Salmuera2, C. Salmuera 3 y D. Salmuera4. 118

Figura 43. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Bacterias acido lácticas* por cómposito. A. Salmuera S1/ S3 y B. Salmuera S2/ S4. 118

Figura 44. Primera evaluación microbiológica de encurtido de maca con pelado químico. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con pelado químico. Análisis de *Mohos y levaduras.* A. Salmuera, B. Salmuera2, C. Salmuera 3 y D. Salmuera4. 119

Figura 45. Primera evaluación microbiológica de encurtido de maca con cascara. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Aerobios mesófilos.* A. Salmuera1, B. Salmuera2, C. Salmuera 3 y D. Salmuera4 119

Figura 46. Análisis de *Mohos y levaduras* en encurtido de maca con cascara en 4 tipos de salmueras.. 119

Figura 47. Análisis de *Coliformes* en encurtido de maca con cascara en 4 tipos de salmueras..... 120

Figura 48. Análisis de Aerobios mesófilos en encurtido de maca con cascara en 4 tipos de salmueras. 120

Figura 49. Análisis por cómposito de *Bacterias ácido lácticas* en encurtido de maca con cascara en 4 tipos de salmueras.. 120

Figura 50. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de Coliformes..... 120

Figura 51. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de aerobios mesófilos. 121

Figura 52. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de mohos y levaduras..... 121

Figura 53. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Coliformes*..... 121

Figura 54.Defectos de maca. Presencia de heridas, magulladuras, defecto de color, defecto de piel y con podredumbre 122

Figura 55. Los ecotipos de maca son según la coloración y tenemos: Amarilla, negra, roja y blanca..... 122

Figura 56. Producto intermedio de maca sin pelado químico en salmuera. A. Maca en salmuera 3. B. Maca en salmuera 1. 123

Figura 57. Tratamiento de maca sin pelado químico con las diferentes salmueras. 123

Figura 58. Producto intermedio con tratamiento de pelado químico en Salmuera S2, S3 y S4.). 123

Figura 59. Etapas de proceso. A. Llenado de peso de drenado en conserva de maca. B. Determinación de vacío. C..... 124

Figura 60. Tipos de marinados de encurtido de maca 125

Figura 61. Determinación fitoquímico de maca en salmuera con pelado químico. 126

Figura 62. Determinación fitoquímico de maca en salmuera sin pelado químico y sin antioxidantes (1-10). 126

Figura 63. Determinación fitoquímico de maca en salmuera sin pelado químico y sin antioxidantes (11-17). 126

Figura 64. Análisis de vida útil por evaluación de compuestos fenólicos de encurtido de maca a las diferentes temperaturas y tiempos de evaluación. 127

Figura 65. Maca en incubadora de 35°C para evaluación de tiempo de vida útil por método acelerado. 128

Figura 66. Determinación fitoquímica de producto terminado. (1-10)..... 129

Figura 67. Determinación fitoquímica del 11 al 17 de producto terminado..... 129

Figura 68. Determinación fitoquímica de salmuera de P.T. Reacciones del 1 al 10 129

Figura 69. Actividad antioxidante de diluciones de muestra de producto terminado de encurtido de maca..... 130

Figura 70. Parámetros microbiológicos de frutas y hortalizas frescas y frutas en salmuera 130

Figura 71. Dosis máximas de aditivo acido cítrico..... 131

Figura 72. Lista de aditivos permitidos para la siguiente clasificación de alimentos. 131

Figura 73. Dosis máximas de aditivo acido acético glacial..... 132

Figura 74. Dosis máximas de aditivo acido láctico 132

Figura 75. Análisis de varianza para evaluación de pH..... 135

Figura 76. Probabilidad de residuos para evaluación de pH. 136

Figura 77. Prueba de homogeneidad de varianza para pH de salmuera 137

Figura 78. Análisis de varianza para evaluación de pH..... 138

Figura 79. Análisis de varianza para evaluación de pH..... 139

Figura 80. Gráfica de Tukey para factor de % de cáscara 139

Figura 81. Análisis de varianza para evaluación de ácidez..... 141

Figura 82. Probabilidad de residuos para evaluación de acidez. 141

Figura 83. Probabilidad de residuos para evaluación de acidez. 143

Figura 84. Histograma de calificaciones..... 145

Figura 85. Probabilidad de residuos..... 145

Figura 86. Valores residuales vs valores observados.. 147

Figura 87. Medias de calificaciones de jueces. 147

Figura 88. Medias de calificaciones por tratamiento. 150

Figura 88. Medias de calificaciones por tratamiento.

Figura 81. Análisis de varianza para evaluación de ácidez.

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Clasificación taxonómica 25

Tabla 2. Composición química de la maca. 26

Tabla 3. Componentes minerales de la maca, papa, zanahoria (en mg/100g de producto seco) 26

Tabla 4. Composición química contenida en 100 g de la parte comestible ... 27

Tabla 5. Países de destino de exportación de maca 29

Tabla 6. Factores estudiados en la elaboración de maca encurtida en salmuera del producto intermedio..... 48

Tabla 7. Tratamientos de elaboración de encurtido de maca en salmuera ... 59

Tabla 8. Formulación de marinado en especies 1 para conserva de maca... 56

Tabla 9. Formulación de marinado en especies 2 para conserva de maca... 57

Tabla 10. Formulación de marinado dulce para conserva de maca 57

Tabla 11. Factores en la elaboración de marinados de encurtido de maca... 58

Tabla 12. Factores y niveles para el diseño de formulaciones del producto terminado 58

Tabla 13. Matriz del diseño de las formulaciones..... 60

Tabla 14. Rendimiento de maca fresca 65

Tabla 15. Medidas biométricas de ecotipos de maca roja y amarilla..... 66

Tabla 16. Salmueras de los tratamientos para el producto intermedio 67

Tabla 17. Evaluación microbiológica del proceso de elaboración de maca encurtido …..... 68

Tabla 18. Valores de equilibrio de pH entre solido y liquido 69

Tabla 19. Parámetros de salmueras para tratamiento de producto intermedio 70

Tabla 20. Evaluación de pH (equilibrio entre sólido y líquido) para los tratamientos de maca en salmuera evaluado en tres intervalos de tiempo de 15 días 70

Tabla 21. Evaluación de acidez (equilibrio entre sólido y líquido) para los tratamientos de maca en salmuera evaluada en 4 intervalos de tiempo de 15 días. 71

Tabla 22. Evaluación de porcentaje de cloruros de los tratamientos del producto intermedio 73

Tabla 23. Análisis microbiológico de encurtido de maca en día 15 74

Tabla 24. Análisis microbiológico de encurtido de maca en día 30 74

Tabla 25. Análisis microbiológico de encurtido de maca en día 45 74

Tabla 26. Análisis fitoquímico de salmuera y de maca de encurtido de maca con cáscara a los 7 días de encurtido..... 81

Tabla 27. Análisis fitoquímico de salmuera y de maca de encurtido de maca sin cáscara a los 7 días de encurtido..... 82

Tabla 28. Parámetros estadísticos para construir un DIBB. 85

Tabla 29. Tabla de ANNOVA 85

Tabla 30. Prueba HSD de Tukey; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Probabilidades aproximadas para pruebas post hoc Error: Entre MS = 2.2678, df = 77.000 87

Tabla 31. Prueba de Dunnett; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Probabilidades para Pruebas Post Hoc (2-lados) Error: Entre MS = 2.2678, df = 77.000 88

Tabla 32. Prueba de Duncan; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Aproximación Probabilidades para pruebas post hoc Error: Entre MS = 2.2678, df = 77.000 88

Tabla 33. Rendimiento de elaboración de maca..... 90

Tabla 34. Evaluación física de producto terminado..... 91

Tabla 35. Evaluación química de producto terminado 92

Tabla 36. Parámetro de salmuera de producto terminado..... 92

Tabla 37. Composición química de conserva de encurtido de maca marinado en especies mediterráneas 92

Tabla 38. Esterilidad comercial de conserva de maca marinada en especies mediterráneas. 93

Tabla 39. Resultados de evaluación fitoquimica de marinado de encurtido de maca 94

Tabla 40. Comparación de compuestos fenólicos en proceso de elaboración 95

Tabla 41. Datos de concentración trolox y su IC 50 97

Tabla 42. Absorbancias de muestras de extracto de encurtido de maca 98

Tabla 43. Concentración de compuestos fenólicos a 35°C por 90 días de almacenamiento..... 98

Tabla 44. Concentración de compuestos fenólicos a 45°C por 80 días de almacenamiento..... 100

Tabla 45. Concentración de compuestos fenólicos a 55°C por 56 días de almacenamiento..... 101

Tabla 46. Datos de temperaturas en función de logaritmo neperiano de la pendiente de las ecuaciones de cada temperatura..... 102

Tabla 47. Datos para la aplicación de modelo de Arrhenius para construcción de la ecuación 103

Tabla 48. Ecuación para el cálculo de vida útil de conserva de maca marinada en especies a 20°C. 104

Tabla49. Resultados microbiológicos al año de vida útil 104

Tabla 50. Resultados de evaluación sensorial de atributo de sabor para encurtido de maca. 132

Tabla 51. Ficha de análisis sensorial de encurtido de maca..... 134

Tabla52. Prueba de homogeneidad de varianza (maca encurtida sabor DBIB) Efecto: "juez"..... 146

Tabla 53. Prueba de Levene para la Homogeneidad de Varianzas (maca encurtida sabor DBIB) Efecto: "JUEZ" Grados de libertad para todos. F's: 43, 88. 146

Tabla54. Prueba de homogeneidad de varianzas (maca encurtida sabor DBIB) Efecto: "tratamiento" 147

Tabla55. Prueba de Levene para la Homogeneidad de Varianzas (maca encurtida sabor DBIB) Efecto: "juez" Grados de libertad para todos. F's: 11, 120 157

Tabla56. Prueba de Tukey HSD; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Probabilidades aproximadas para el error de las pruebas post hoc: entre EM. = 2.2678, df = 77.000..... 148

Tabla57. Prueba de Tukey HSD; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Probabilidades aproximadas para el error de las pruebas post hoc: entre EM. = 2.2678, df = 77.000..... 148

Tabla58. Prueba de Duncan; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 2.2678, df = 77.000 148

RESUMEN

Se elaboró una conserva tipo encurtido de maca (*Lepidium peruvianum G. Chacón*) en salmuera marinada con especias peruanas. Se realizó como primera etapa la determinación de las condiciones experimentales más favorables del proceso de elaboración de la conserva de maca; donde se caracterizó la materia prima eligiéndose el tamaño mediano con diámetro de 20-24 mm y altura de 29-35 mm y el tiempo de cocción fue de 30 minutos. Como segunda etapa se realizaron ensayos de tipos de salmuera con diferentes ácidos para obtener el producto intermedio, eligiéndose la salmuera con sinergia entre ácido cítrico y ácido láctico; y salmuera con ácido acético, evaluado mediante análisis fisicoquímico y microbiológico. Como tercera etapa se elaboró y determinó la formulación del marinado con especias para la conserva, aplicando un diseño factorial A x B x C, con 12 tratamientos; siendo la variable independiente, la evaluación sensorial, resultando la mejor formulación: salmuera con ácido acético, maca con cascara y marinado en especias 1.

Como cuarta etapa se caracterizó el producto terminado. Fisicoquímicamente el resultado fue conforme de acuerdo a la normativa, microbiológicamente la esterilidad comercial fue satisfactoria; bromatológicamente presentó alto contenido de fibra (1.30%), hierro (2.90mg/ Kg), carbohidratos (7.92%) y proteínas (1.24%); fitoquímicamente hubo alta presencia de carbohidratos, flavonoides, compuesto amino y alcaloides; la concentración de compuestos fenólicos fue de 2.03 mg ácido gálico/g; actividad antioxidante fue de 330.40 µgtrolox/ g. Finalmente el tiempo de vida fue de 1 año a temperatura ambiente. Se concluye según los datos experimentales que se elaboró un encurtido de maca en especias apto para consumo, con características de calidad según la normativa y manteniendo los compuestos bioactivos.

Palabras claves: *Lepidium peruvianum,* maca, encurtido, salmuera, conserva y marinado.

SUMMARY

A pickled type preserve of maca (Lepidium peruvianum G. Chacón) was made in brine marinated with Peruvian specias. As a first step, the determination of the most favorable experimental conditions of the maca canning process was carried out; where the raw material was characterized by choosing the medium size with diameter of 20-24 mm and height of 29-35 mm and the cooking time was 30 minutes.

As a third stage, the formulation of the marinade with spicias for canning was elaborated and determined, applying a factorial design A x B x C, with 12 treatments; being the independent variable, the sensory evaluation, resulting in the best formulation: brine with acetic acid, maca with shell and marinated in species 1.

As a fourth stage, the finished product was characterized. Physicochemically the result was in accordance with the regulations, microbiologically the commercial sterility was satisfactory; bromatologically presented high content of fiber (1.30%), iron (2.90mg / Kg), carbohydrates (7.92%) and proteins (1.24%); phytochemically there was high presence of carbohydrates, flavonoids, amino compound and alkaloids; the concentration of phenolic compounds was 2.03 mg gallic acid/g; Antioxidant activity was 330.40 µgtrolox/g.

Finally the life time was 1 year at room temperature. It is concluded according to the experimental data that a maca pickle was made in spices suitable for consumption, with quality characteristics according to the regulations and maintaining the biactive compounds.

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

I. INTRODUCCIÓN

La maca es un alimento clasificado en la categoría de superalimento (*superfoods*) por sus altas propiedades nutritivas, posee las características necesarias para responder a la demanda creciente de productos naturales que busca el mercado de exportación[1]. Actualmente, en el mercado la maca cada día tiene más presencia en las cadenas de farmacia, como producto medicinal; principalmente para estimular el rigor sexual, para mejorar los problemas menstruales, la menopausia y como energizante; la presentación es usualmente encapsulada y además también tiene presentación como harina de maca. En los mercados en ciertas estaciones del año se ve presencia de maca fresca que tiene como limitación la podredumbre y la poca vida útil.

Las empresas que exportan y comercializan maca con valor agregado son pocas pudiéndose mencionar a la empresa agroindustrial ALICAMPS, la cual transforma la maca y lo comercializa en presentación de conserva de almíbar considerando diferentes ecotipos de maca deshidratada; maca gelatinizada en polvo, maca en polvo, filtrantes de maca granulada. Este desarrollo se realizó con fines comerciales de la empresa ALICAMPS.

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[2]. Sin embargo, la maca entera fresca con valor agregado no se ha registrado en el mercado nacional e internacional, por ello esta tesis propone la elaboración de un encurtido de maca entera en salmuera marinada en especias, de esta forma se puede consumir en todas las estaciones del año evitando su rápido deterioro principalmente por crecimiento de mohos, que primordialmente afecta a su vida útil.

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. Por lo cual para los efectos la presente investigación tuvo los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo General:

Elaborar una conserva tipo encurtido de maca (*Lepidium peruvianum* G. Chacón) en salmuera marinada con especias peruanas.

1.2 Objetivos Específicos:

- Determinar las condiciones experimentales más favorables del proceso de elaboración de una conserva de maca encurtida en salmuera marinada con especias mediante análisis fisicoquímico, sensorial y microbiológico.
- Determinar el ácido más favorable en la salmuera del producto intermedio, mediante análisis fisicoquímico y microbiológico.
- Determinar la mejor formulación del marinado con especias mediante evaluación sensorial.
- Caracterizar el producto terminado mediante análisis fisicoquímico, microbiológico, bromatológico, fitoquímico, compuestos fenólicos y actividad antioxidante.
- Estimar el tiempo de vida útil de la conserva de maca, mediante prueba acelerada a diferentes temperaturas de almacenamiento.

1.3 Hipótesis

La elaboración de una conserva tipo encurtido de maca (*Lepidium peruvianum G. Chacón*) en salmuera marinada con especias tiene características de calidad cumpliendo la normativa y mantiene los constituyentes bioactivos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes generales

Para la formulación de alimentos acidificados, las normas no indican la dosificación ni el tipo de ácido orgánico[3]. Para el proceso de tratamiento térmico de encurtidos se usa la metodología de 1940, donde indica, someter a una temperatura de pasteurización interna de 74°C por 15 min seguido de un enfriamiento rápido. Sin embargo, cada empresa desarrolla su propio proceso para productos específicos[3]. Sin embargo, algunos vegetales que son utilizados para elaboración de encurtidos presentan sensibilidad al calor, por ello, durante el tratamiento térmico se debe controlar como indicadores de calidad como el color y textura[4].

Entre los tipos de ácidos orgánicos que se usan para elaborar encurtidos, el ácido acético es el más efectivo contra levaduras y bacterias que contra hongos[5]. Otros estudios concluyen que es más efectivo para películas de levaduras y hongos que contra bacterias. Pero como agente conservador, tiene acción débil frente a otros. A pH 5.0, el crecimiento de levaduras disminuye por la adición de 1% de ácido acético y el desarrollo se inhibe completamente en concentraciones de 3.5 a 4.0% de ácido acético.[6] La sal mejora la acción del ácido acético, principalmente al bajar la actividad acuosa[6]. Existen dos tipos de encurtidos: la primera por acidificación y la segunda por fermentación; en el encurtido por fermentación, los cambios fisicoquímicos el pH inicial de la salmuera (pH 6.5-7) desciende a valores entre 3.4 y 3.8, por la formación de ácido láctico no debiendo nunca ser superior a 4.En los parámetros de acidez al finalizar la fermentación, los valores expresados en acidez láctica son de 0.6 y 0.8%[7].

Según Flores[8], en la elaboración de una conserva de rodajas de maca en almíbar de mandarina en envases de vidrio, se clasificó la materia prima en tres categorías por diámetro y altura del hipocótilo, en su estudio se usó la segunda categoría, debido a que la primera era muy grande para la presentación del frasco y la tercera por ser muy pequeña se degrada con el

pelado químico. En la evaluación fisicoquímica de la maca fresca obtuvo valores de pH de 5.55, acidez titulable (% ácido sulfúrico) de 0.265. En las operaciones resalta el pelado químico como una operación que elimina los isotiocianatos volátiles, que transfiere ese sabor amargo y son eliminados por el pelado químico, neutralización y la mayor parte son eliminadas en la cocción. La operación de cocción fue de 30 min a 105°C como el óptimo. La caracterización del producto a las 24 horas fue pH 3.2, acidez titulable (% acido cítrico) de 0.7.

Con respecto a la actividad antioxidante y compuestos fenólicos en *Lepidium meyenii, un* estudio desarrollado por Doroteo, Diaz y Rojas[9], tuvo un valor de Actividad antioxidante < 0.01, debido a su bajo contenido de ácido ascórbico <45.00. En el caso de compuestos fenólicos totales fue de 9.3 mg ácido gálico/g extracto.

Se encontró resultados de evaluación química proximal de maca variedad clara y oscura estudiados por Torres[10], cruda o cocida, los mayores contenidos de proteínas fue en estado crudo tanto en variedad clara y oscura; en el caso de fibra el mayor contenido fue en maca cocida para variedad clara y en maca cruda fue variedad oscura.

Una evaluación microbiológica según Guevara et al.,[11] sobre maca descontaminada con esterilización orgánica, mostro que la maca antes de tratamiento de descontaminación tuvo valores de 38 $x10^2$ UFC/g hasta 2.3 x 10^5 UFC/g en *Aerobios mesófilos*, para el caso de mohos hasta 50 UFC/g, levaduras $1.5x10^2$ UFC/g, sin embargo no se evidencio el crecimiento de patógenos.

En otro estudio de evaluación microbiológica usando Petrifilm elaborado por Ccolque y Riquez[12] para muestras de maca comercial en diferentes presentaciones, se obtuvo en aerobios $5.1x10^5$ UFC/g, mohos y levaduras fue $3.5x10^4$ UFC/g en presentación de harina.

Los compuestos fitoquímicos en muestras comerciales de harina de maca estudiados por Palma, Prado, Loja y Salazar[13], determino alta concentración de azúcares reductores, alcaloides, en menor concentración lactonas y

cumarinas, triterpenos, esteroides, catequinas, taninos, aminoácidos libres, flavonoides; baja concentración de fenoles y ausencia de saponinas.

Otro estudio de evaluación fitoquímica de *Lepidium meyenii* walp realizado por Chacon[14]; evaluó la maca sin tratamiento térmico para 3 ecotipos encontrando presencia de fenoles, alcaloides, carbohidratos, flavonoides, aminoácidos libres y hubo mayor concentración en maca roja.

La cantidad de compuestos fenólicos que se deben consumir según estudio de nutrición en la población española según Navarro et al.,[15] por día es de 1365.1mg.

2.2 Generalidades

2.2.1 Aspectos botánicos de maca

2.2.1.1 Género

2.2.1.1 *Lepidium*.

- ***Lepidium meyenii* Walp.** "maca". Es una especie que crece en los andes peruanos sobre los 3500 m.s.n.m. La raíz es cultivada en la Sierra Central del Perú. Su forma de consumo es fresca o elaborada como suplemento nutricional en harinas, mermeladas o bebidas[16].

  "Lepidium meyeni Walp., otra denominación que le da Antonio Brack Egg., siendo este de la familia Brassicaceae, teniendo como nombres comunes: maca, maka, maca-maca, maíno, ayak, chichira, ayak, willku, huto-huto, peruvian ginseng*" [17.]* Brack[17], lo describe como una planta pequeña, que crece pegada al suelo; con 12 a 20 hojas radicales, partidas; tiene inflorescencia con tallo de hasta 30 cm, sus flores son tipo crucíferas; las semillas son ovoides de 2 mm de largo; su raíz es similar a un rabanito de 8 cm de diámetro como máximo,

presenta diversos colores como blanco con rojizo-morado, de sabor picante en estado fresco.

- *L. peruvianum G. Chacon de Popovici.* Hierba distribuida en la Sierra Altoandina del Centro de Perú.[16]

2.2.1.2 Clasificación taxonómica de *Lepidium*

Tabla1. Clasificación taxonómica.

Clasificación taxonómica	
Clase	Magnolopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Genero	*Lepidium*
Especie	*Lepidium peruvianum.*

Fuente: Atlas tesoros del Perú-Frutos de Antonio Brack, 2011[18].

2.2.1.3 Ecotipos de *Lepidium*

La maca según los colores que presenta: amarillo-cremoso, morado, negro, rojo, se le denomima ecotipos (Anexo 3) y no variedades como para otras especies[18].

Según otra investigación se le denomina variedades por el color de la maca siendo éste amarillo-cremoso, morado con franjas amarillas; morada y negra[17].

2.2.2 Valor nutricional de *Lepidium*

La maca tiene concentración de calcio, proteínas, hierro, vitaminas E, C y B, potasio, entre otros. También posee alcaloides que serían los constituyentes químicos que proporcionan sus propiedades biológicas. La maca (*Lepidium meyenii*) es una raíz con mayor cantidad de propiedades y efectos beneficiosos que existe en el mundo. Es un hipocótilo que gracias a su alto aporte nutritivo y curativo tiene gran valor en la

alimentación de los pobladores precolombinos y fue considerada por el imperio incaico no solo como alimento de la nobleza, sino como obsequio a los dioses en eventos ceremoniales, actividades religiosas y danzas. La raíz se puede consumir cruda como cocida y se utiliza en la preparación de pachamanca, dulce de maca y también chicha. Las hojas también son comestibles, y también se usan para ensaladas. La maca tiene un alto contenido de proteínas que le brindan propiedades como energizante y regulador hormonal. También se le atribuyen propiedades afrodisíacas y de estimulo sexual[18].

Tabla2. Composición química de maca.

Composición	Contenido promedio
Humedad	15.30 g
Proteínas	14.00 g
Grasa	1.60 g
Carbohidratos	64.40 g
Cenizas	5.00 g
Calcio	247.00 mg
Fósforo	183.00 mg
Hierro	14.70 mg
Tiamina	0.20 mg
Riboflavina	0.35 mg
Ácido ascórbico	2.50 mg

Por cada 100 gr. de parte comestible[19].

Las raíces cocidas contienen entre 13 a 16% de proteína y son fuente de aminoácidos esenciales. Por otro lado las raíces frescas contienen altas cantidades de hierro y yodo[17].

Tabla 3. Componentes minerales en maca comparados con otras raíces (en mg/100 g. de producto seco)

	MACA	PAPA	ZANAHORIA
Hierro	16.60	3.60	7.40
Manganeso	0.80	0.80	2.00
Cobre	5.90	0.70	0.90
Zinc	3.80	-	-

Sodio	18.70	3.60	387.00
Potasio	2050.00	1850.00	2504.00
Calcio	150.00	63.00	330.00

Fuente: Dini et. Al [20]

El contenido de vitaminas en maca (*Lepidium peruvianum*), es principalmente del Complejo B, que junto a los macronutrientes hace de la maca un alimento completo como se muestra en la siguiente tabla[21].

Tabla 4. Composición química contenida en 100 g de la parte comestible.

	Maca	Zanahoria	Rábano	Col
Agua, g	72.10	89.00	95.10	92.40
Calorías	104.00	41.00	14.00	24.50
Proteínas, g	3.90	0.60	0.80	1.50
Extracto etéreo, g	0.50	0.50	0.10	0.20
Carbohidratos, g	21.90	9.20	2.90	4.90
Calcio, mg	72.00	33.00	36.00	70.00
Fósforo, mg	53.00	16.00	29.00	69.00
Fierro, mg	4.30	0.50	1.00	0.40
Caroteno, mg	0.00	11.00	0.00	0.10
Tiamina, mg	0.50	1.04	0.01	0.30
Riboflavina, mg	0.11	0.04	0.02	0.03
Niacina, mg	0.00	0.18	0.19	0.33
Ácido ascórbico, mg	0.80	17.40	18.60	48.50

Fuente: Instituto de nutrición, INCAP[21].

2.2.3 Disponibilidad de maca y ubicación de recurso

La disponibilidad anual en Perú son los meses de junio, julio y agosto como maca fresca. Hasta los otros meses su disponibilidad es como maca seca[22].

Se distribuye en la sierra, especialmente en la pampa de Junín (Meseta de bombón). Se encuentra en alturas entre 3500 y 4500 msnm y es una planta de la puna [(3)]. Se ubica en los departamentos de Junín y Pasco[22].

2.2.4 Usos y aplicaciones

Tiene importancia como fuente alimenticia, medicinal y antioxidante ya que posee una alta concentración de calcio, vitamina E y C, proteínas; tiene 5 de 10 aminoácidos esenciales[17].

Como productos derivados de maca, se tiene lo siguiente.

- Harina
- Harina gelatinizada
- Extracto
- Cápsulas
- Tabletas
- Micropulverizada

Dentro de los usos se tiene lo siguiente:

- Como alimento:

  La raíz es comestible, una vez secada y cocida, se puede guardar durante años.

  Las hojas como verdura.

  Como bebida del agua de la raíz cocida y como chicha de maca.

  También macerado con licor; se toma como cóctel de maca.
- Medicinal

  Por el consumo de la raíz como antirraquítico, antianémica, alteraciones hormonales, bocio y afrodisiaco.
- Como alimento de animales: Forraje para cuyes.
- Uso veterinario: para la fertilidad de los animales al consumir la raíz.

2.2.5 Cultivos

"El cultivo es dificultoso. Se reproduce por semillas, que se obtienen de ejemplares maduros y trasplantados a suelos muy fértiles,

generalmente de corrales sin uso. Las semillas mantienen su fertilidad hasta 4 años. La cosecha se hace a los 6 a 9 meses"[17].

2.2.6 Principales mercados

Los principales mercados de exportación de maca en sus diversas presentaciones son las siguientes. Siendo Japón y U.S.A los que tienen mayor demanda[22].

Tabla 5. Países de destino de exportación de maca.

Destino	**%**
Japón	33
EE.UU	27
Canadá	5
Bélgica	5
Alemania	4
Otros	26

Fuente: Promperu (2008) [22].

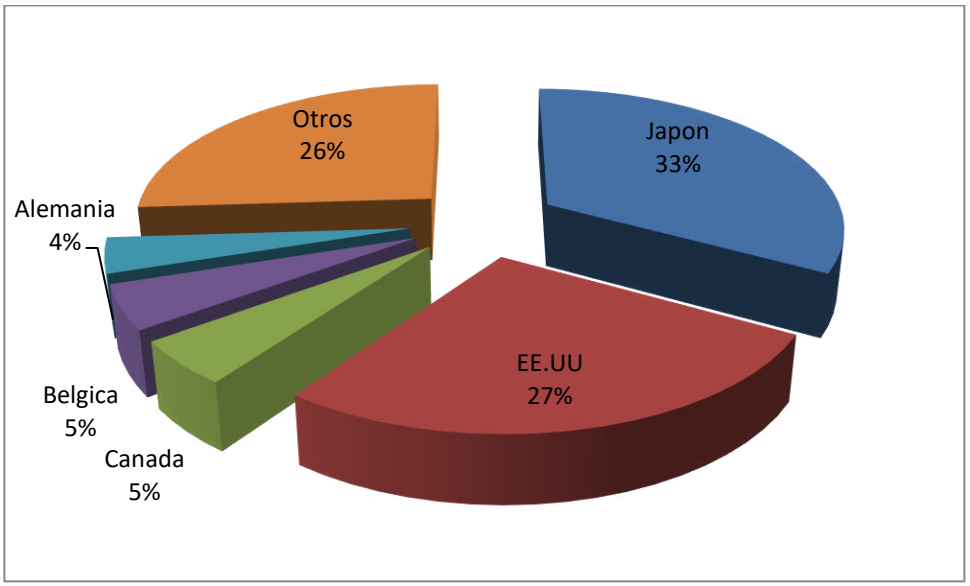

Figura 1. Cuadro de porcentaje de países de exportación de maca[22].

2.2.7 Bioquímica

"De la fracción lipídica de la maca se han determinado, por HPLC, las alcamidas benciladas (macamidas), entre ellos la N-bencil-octadecanamida, N-bencil-16-hidroxi-9-oxo1OE, 12E, 14E-octadecatrienamida, N-bencil-9, 16-dioxo1OE, 12E, 14E-octadecatrienamida **(A)**[23], así como N-bencilhexadecanamida **(B)**, N-bencil-5-oxo-6E,8Eoctadecadienamida **(C)**, el cetoácido acíclico, ácido 5-oxo6E,8E-octadecadienoico **(D)** y la 1 ,2-dehidro-N-hidroxipiridina**(E)**, esta última conocida como macaridina" [24].

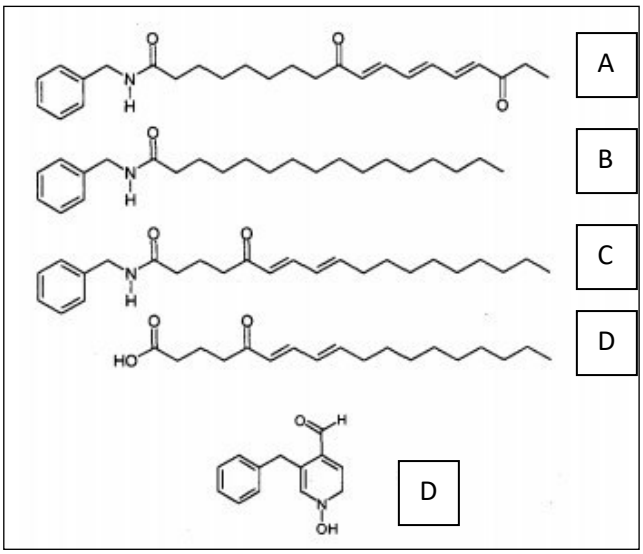

Figura2. Compuestos de fracción lipídica de maca.

2.2.8 Aspectos sensoriales de maca

"La maca se consume cruda, fresca con su sabor ligeramente picante como el rábano o dulce cuando sus almidones bajo presencia del sol, se han convertido parcialmente en azúcares. La remoja en agua de un día a otro. Entonces es dulce, como sucede con la oca, el camote y el yacón" [19].

A los pobladores de Cerro de Pasco o Huancayo lo preparan en platos con huacatay o con chincho o con muña, hierbas aromáticas de la cocina serrana. Para el consumidor limeño, la maca tiene un

gusto diferente, casi insípido, con aroma a tierra mojada después de la lluvia. Actualmente se consume en cápsulas o pastillas para ser consumida libremente como nutriente en el Perú y en el exterior [25].

2.2.9 Actividad antioxidante

Moléculas de dos fuentes: origen endógeno que es producido por el organismo y exógeno que es obtenido a través de alimentos que poseen actividad antioxidante; siendo compuestos con la capacidad de donar electrones para contrarrestar los efectos de los radicales libres y de esta forma neutralizar los efectos del estrés oxidativo causado por los radicales libres, ejemplo de compuestos con actividad antioxidante son: Vitamina E, C, los carotenoides, aminoácidos y ciertas proteínas de origen animal y vegetal, así también los metabolitos secundarios como alcaloides, flavonoides, compuestos fenólicos, los que tienen un gran poder antioxidante [26, 27, 28].

2.2.10 Compuestos fenólicos

Son compuestos con actividad antioxidante. Se denomina a ciertas moléculas que tienen la característica en común de presentar un grupo fenol como molécula base. En la Figura 3 se observa la estructura química de fenoles simples los cuales varían de acuerdo a la ubicación del grupo hidroxilo (-OH) generando moléculas diferentes. Estos compuestos sobresalen por su importancia biológica en nuestro organismo[29, 30].

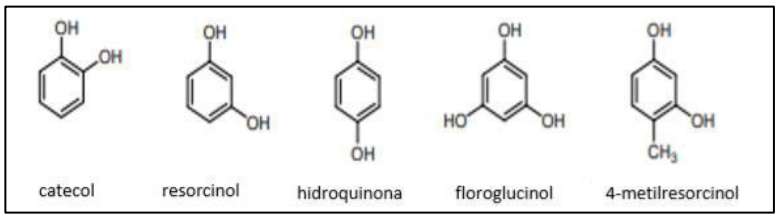

Figura 3. Estructura química de compuestos fenólicos simples con diferente posición de grupos hidroxilo.

2.2.11 Taninos

Son moléculas que se clasifican como compuestos fenólicos por tener presencia del grupo fenol como parte de su estructura, teniendo las siguientes variantes: taninos condensados, complejos e hidrolizados. Se caracterizan por precipitar las proteínas por ello tienen un sabor astringente [29].

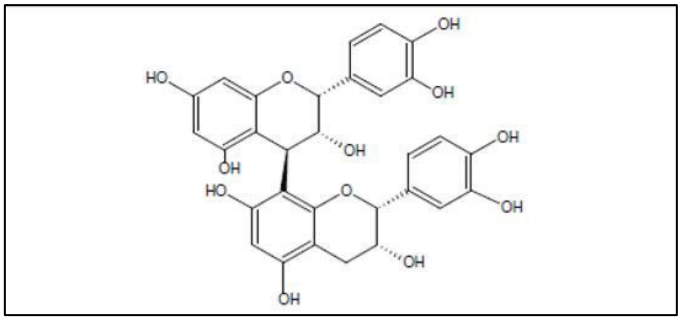

Figura 4. Estructura química de tanino condensado.

2.2.12 Flavonoides

Compuestos con actividad antioxidante con una estructura química compuesta por 3 anillos, por lo que se denomina compuesto polifenólico, con un anillo fenilo y pirano. Teniendo como ejemplos de flavonoides a: las antocianidinas, flavonas y flavonoles que se diferencian solo por la posición del anillo pirano. [29, 31, 32, 33, 34].

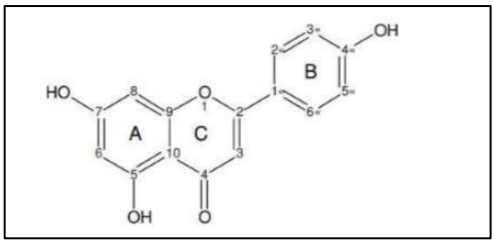

Figura 5. Estructura química de un flavonoide.

2.2.13 Alcaloides

Son constituyentes químicos que presentan nitrógeno en su estructura proveniente de un aminoácido, con actividad farmacológica. Los alcaloides se encuentran principalmente en las angiospermas, especialmente en las dicotiledóneas y en familias como *Asteraceae, Loganiaceae, Rubiaceae, Ranunculaceae y Solanaceae.*

Se clasifican de acuerdo a su aminoácido precursor, por ejemplo: los derivados de la ornitina, lisina, fenilalanina, tirosina, del triptófano, histidina y del ácido nicotínico[35].

2.2.14 Definición de encurtido

Tiene un líquido de cobertura como salmuera, aceite o un medio acido así como vinagre que permite lograr un equilibrio de pH no inferior a 4.6. Los ingredientes principales son agua, sal, aceite o un medio ácido. Los principales aditivos alimentarios que se usan para encurtidos son reguladores de acidez, agentes antiespumantes, antioxidantes, colorantes, agentes endurecedores, conservantes, secuestrantes y edulcorante[36].

a. Acidulantes y reguladores de pH: Son sustancias que modifican la acidez o alcalinidad de los alimentos[37].

Dentro de este grupo tenemos los siguientes compuestos como ácidos orgánicos: ácido acético, adípico, benzoico, cítrico, fumárico, láctico, málico, propiónico, tartárico, succínico y sorbico[39].

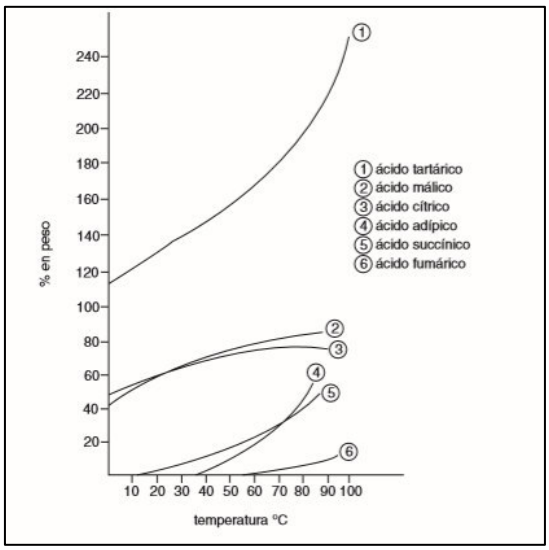

Figura 6. Solubilidad ácidos orgánicos en agua.

b. Antioxidantes: Son sustancias o aditivos que tienen la función de retardar o evitar la oxidación y enranciamiento de los alimentos[38].

c. Conservadores: Son sustancias o aditivos que tienen la función de prevenir, disminuir o evitar la fermentación, el enmohecimiento, la putrefacción, acidificación u otra alteración de los productos causados por algunos microorganismos y por algunas enzimas[38].

c.1 Ácido benzoico y benzoatos:

La sal sódica del ácido benzoico (ácido bencencarboxílico o ácido fenilfórmico) se usa con mayor frecuencia y es uno de los conservadores más comerciales en la industria de alimentos. Se encuentra de forma natural en las ciruelas, el clavo, la canela en un 0.05% de concentración y en algunas flores; la forma no disociada del ácido es la que tiene actividad antimicrobiana, por ello el pH es importante para su efectividad. En la figura 7,se observa que a un pH, 4.0 hay una alta parte sin disociar y de esta forma actúa óptimamente entre pH de 2.5-4.0. Por ello, en productos ácidos como postres, bebidas carbonatadas, jugos de frutas, alimentos fermentados, mermeladas y otros, controla y evita el

crecimiento de bacterias y levaduras, también pero en menor grado es efectivo para hongos[38].

CUADRO 9.1 Efecto del pH en la disociación de algunos conservadores (porcentaje de ácido sin disociar)

pH	*Sórbico*	*Benzoico*	*Propiónico*
3	98	94	99
4	86	60	88
5	37	13	42
6	6	1.5	6.7
7	0.6	0.15	0.7
pKa	4.67	4.19	4.87

Figura 7. Cuadro de efecto de pH en la disociación de algunos conservadores [38].

c.2 Ácido sórbico y sorbatos

El ácido sorbico ($CH_3CHCHCHCHCOOH$) y sus sales de potasio y de sodio se usan generalmente en 0.3% para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras en alimentos, siendo el pH favorable hasta 6.5; su efectividad incrementa al disminuir el pH, es decir, la forma activa es parte sin disociar. Se usa en encurtidos, quesos, jugos de frutas, pan, mermelada, pasteles, vino y otros. No es tóxico para el hombre debido a que se metaboliza como un ácido graso en nuestro organismo. Tiene baja solubilidad en agua el ácido sórbico (0.16 g/100 mL a 20°C), es preferible usar los sorbatos, debido a que son más solubles en agua. Su mecanismo de acción es unirse a la superficie de las células microbianas, modificando la permeabilidad de la membrana y el metabolismo. Las desventajas del ácido sórbico es que sufre reacciones de oxidación debido a sus dobles enlaces, lo que produce radicales libres que atacan la membrana de la célula e inducen reacciones que inhiben el crecimiento microbiano.

"El sorbato de potasio es la sal más usada para controlar hongos, aún cuando existen trabajos que muestran su efectividad contra *Salmonella sp, S. aureus, Vibrio parahaemoliticus y C. botulinum*" [39,

[40,41]. “En algunas aplicaciones, su acción se mejora cuando se combina con otros ácidos, como el fórmico, el cítrico o el láctico”[43].

c.2 Ácido acético y acetatos

Este ácido (CH_3COOH) es el agente activo del vinagre, en concentración de 4 a 5%; contribuye al gusto y al aroma de los alimentos, se usa para controlar levaduras y bacterias, y también en menor grado hongos. Su efectividad aumenta con la reducción del pH, debido a que la parte activa es la molécula sin disociar; el vinagre se utiliza ampliamente en encurtidos[43, 42].No es tóxico en las concentraciones generalmente empleadas (no mayor de 3%).

2.2.15 Conserva y normativa

La Normativa Sanitaria para la Fabricación de Alimentos envasados de Baja acidez y acidificados destinados al consumo humano define los siguientes términos:

A. “Alimento envasado acidificado es aquel que se le ha añadido ácidos aprobados para reducir su pH hasta alcanzar pH final de equilibrio de 4.6 o menor y siendo la actividad de agua (Aw) mayor de 0.85”[44].

B. “Alimento de baja acidez acidificado: Es aquel alimento que haya sido tratado para tener un pH de equilibrio de 4.6 o menor, después del tratamiento térmico” [44].

C. Alimento en conserva: Es aquel alimento comercialmente estéril y envasado en recipientes herméticamente cerrados[44].

D. Esterilidad comercial:

Es la condición de un alimento procesado térmicamente que se obtiene por: [44].

(i) Aplicación de calor:

(a) El alimento estará libre de microorganismos capaces de reproducirse en el alimento bajo condiciones normales de almacenamiento y distribución no refrigeradas; y (b) Microorganismos viables (incluyendo esporas) de importancia para la salud pública; o

(ii) Control de la actividad de agua y la aplicación de calor:

El alimento estará libre de microorganismos capaces de reproducirse en el mismo, bajo condiciones normales (no refrigeradas) de almacenamiento y distribución.

E. Criterios de calidad sanitaria e inocuidad

Los criterios de calidad e inocuidad para las conservas según los criterios fisicoquímicos, microbiológicos y de seguridad para los alimentos envasados de baja acidez y acidificados son los siguientes[44]:

1. Fisicoquímicos:

1. 1 Vacío: El vacío en la parte interna del envase herméticamente cerrado es la diferencia entre la presión atmosférica del medio ambiente y la presión en el interior del envase a la misma temperatura. Los parámetros en envases de vidrio es como mínimo 140 mmHg (5.5 pulgadas de Hg).

1.2 pH: El pH mínimo para conservas esterilizadas será de 4.6 y para conservas pasteurizadas el pH máximo será 4.6. La evaluación de pH se realizará con el uso de un potenciómetro sobre el producto homogeneizado, referido a 20º C.

1.3 Turbidez: Es el grado de transparencia del líquido de gobierno y la medición se realiza con un turbidímetro de Kertesz. El valor mínimo será de 3 unidades Kertesz.

2. Microbiológicos: Los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad que debe cumplir los alimentos de pH<4.6 es prueba de Esterilidad Comercial.

3. Seguridad: Se deberá medir en envases de vidrio como mínimo la seguridad del cierre (torque).

III. METODOLOGÍA

3.1 Lugar de ejecución

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 UNMSM.

3.2 Clase de estudio

Este estudio es de tipo experimental, transversal y prospectivo.

3.3 Materia prima

La materia prima usada en la presente investigación fue maca en estado fresco de ecotipos: amarillo, rojo y negro procedentes del departamento de Junín.

3.4 Equipo, materiales y reactivos

Materiales de laboratorio.

- Fiola de 50 mL
- Papel tissue

- Beaker de 20 mL
- Petrifilm *Áerobios mesófilos* Marca “3 M”
- Petrifilm *E.coli y coliformes totales* Marca “3 M”
- Petrifilm *Salmonella* Marca “3 M”
- Petrifilm *Mohos y levaduras* Marca “3 M”
- Petrifilm *Bacterias ácido lácticas* Marca “3 M”
- Agua peptonada bufferada ISO al 0.1%
- Pipeta de 1 mL
- Propipeta
- Difusor 20 cm^2 y 30 cm^2 3M
- Tubos de ensayo de 05 mL
- Gradillas
- Vasos descartables
- Agua de mesa
- Platos descartables
- Hoja de evaluación
- Lapiceros
- Mondadientes tipo tenedor descartables
- Servilletas

Reactivos

- Fenolftaleína al 1% p/v
- Hidróxido de sodio al 0.1 N p/v
- Nitrato de plata 0.1 N
- Cromato de potasio 5% p/v
- Solución de Storage marca HANNA
- Buffer 4.0 HANNA
- Buffer 10.0 HANNA
- Agua destilada o agua desionizada
- Molish A
- Ácido sulfúrico QP Marca Merck

- Solución de Antrona
- Solución de Felhing A
- Solución de Felhing B
- Solución de tricloruro de hierro
- Solución de gelatina
- Magnesio metálico
- Solución de Ácido clorhídrico QP Marca Merck
- Solución de Rosenheim
- Solución de Borntrager
- solución de Lieberman Buchardt
- Solución de Ninhidrina
- Solución de Dragendorff
- Solución de Mayer
- Solución de Bertrand
- Solución de Sonnenschein
- Solución de Hidroxilamina
- Solución de Vainillin Alcohólica
- Hidróxido de Sodio
- DPPH
- Folín
- $NaCaCO_3$
- Acido gálico
- Trólox

Equipos de medición y precisión

- Vacuometro manual
- Vernier digital
- Termómetro digital de punzón metálico de 30 cm de longitud.
- Bureta de shiling de 10 mL
- Electrodo para productos sólidos
- pHmetro digital modelo PL- 700PVS marca Gondo

- Balanza analítica modelo AP110S, serie N79876 marca OHAUS,
- Densímetro de vidrio graduado
- Stomacher Modelo 400 circulator marca Seward
- Baño maría marca Memmert
- Refractómetro marca Abbe
- Micropipeta 5-50 µL modelo Transferpette marca Brand
- Micropipeta 10-100 µL modelo Transferpette marca Brand Micropipeta 100-1000 µL modelo Transferpette marca Brand
- Licuadora marca OSTER
- Cocinilla eléctrica de placas
- Incubadora 25°C ± 1 Marca Binder
- Incubadora 35°C ± 1 Marca Memmert
- Autoclave modelo vertical Marca Quimis

Materiales de elaboración

- Cucharas
- Cuchillos
- Colador

Equipos de proceso

- Ollas de acero inoxidable de 5 L.
- Cocina semi- industrial
- Sistema de purificación de agua por ósmosis inversa

Aditivos

- Ácido cítrico marca “FRUTAROM”
- Ácido láctico marca “FRUTAROM”
- Ácido acético marca “AROMAS DEL PERU”
- Vinagre marca “TOTTUS”
- Sorbato de potasio marca “FRUTAROM”

- Benzoato de sodio marca “FRUTAROM”
- Sal marca “EMSAL”
- Azúcar marca “DULFINA”
- Miel de abeja artesanal S/M
- Canela en polvo, marca “TOTTUS”
- Clavo de olor, marca “TOTTUS”
- Anís entero, marca “TOTTUS”
- Albahaca en hojuelas, marca “RAI”
- Ají paprika en hojuelas, marca “BADIA”
- Orégano deshidratado, marca “TOTTUS”
- Romero deshidratado. Marca “TOTTUS”
- Agua tratada por ósmosis inversa

3.5 Método de análisis

Los análisis se realizaron según las etapas siguientes:

Etapa1. Caracterización de la materia prima.

- Análisis físico: se determinó el tamaño[45] (diámetro y largo), peso, calibre (grande, mediano y pequeño) de los ecotipos: 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)[46], acidez (AOAC.948.15) [47], cloruros (AOAC.915.01)[48].
- 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 quimicos[49].
- Análisis microbiológico:
    - Áerobios mesófilos (AOAC 990.12)[50]
    - Mohos y Levaduras (AOAC 997.02)[51]
    - *Coliformes y E.coli* (AOAC Métodos Oficiales (AOAC 991.14)[52]

- *Salmonella* sp. (AOAC 2014.01)[53]
- *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) [46], acidez (AOAC.948.15)[47], cloruros (AOAC.915.01)[48], determinación de vacío[54], determinación de espacio de cabeza[55], determinación de seguridad[55], peso escurrido (AOAC.980.30)[56].
- Análisis microbiologico 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. CrudeFiber.
  - Carbohidratos totales (Cálculo)
  - Energía (Cal) (Por cálculo)
  - Determinación de hierro. NOM-117-SSA1. 1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio,

Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Fierro, Zinc y Mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica.

- Capacidad antioxidante por el Método de DPPH según Brand. William, Cuvelier y Berset [57].
- Compuestos fenólicos totales según Swain y Hillis[58].
- 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[49].
- Evaluación de vida útil por método de Arrhenius[59].

3.6 Método experimental

3.6.1 Elaboración de encurtido de maca

Las operaciones que se siguieron para la elaboración de encurtido de maca se presentan en la figura 8.

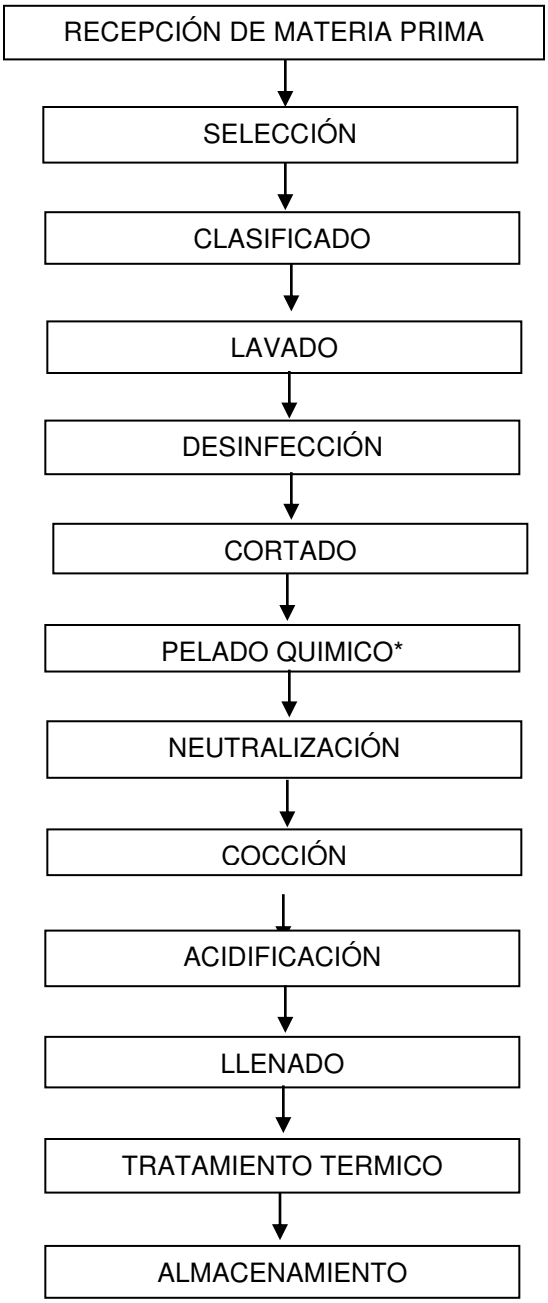

Figura 8. Flujograma de elaboración de conserva de maca. Fuente: Elaboración propia.

* Se realizó prueba de maca con cáscara y maca sin cascara, en este último se realizo el pelado químico.

3.6.1.1 Descripción del proceso:

1. Producto Intermedio

a) Recepción de materia prima (RMP).

   En esta etapa se recepcionó la materia prima y se retiró las hojas.

b) Selección

   En esta etapa se separó maca sin defectos físicos (magulladuras, golpes, picaduras y manchas) y sin defectos biológicos (podredumbre). (Figura 70)

c) Clasificación

   Se clasificó la maca de acuerdo con su tamaño (diámetro y altura) para homogenizar las muestras de maca, estableciendo calibres.

d) Lavado

   La maca clasificada se sumergió en agua para retirar restos de tierra, raíces, pajas o materia extraña que no forme parte del producto.

e) Desinfección

   La maca fresca lavada se sumergió en solución de hipoclorito de sodio a 150 ppm, previamente verificada la concentración, por 5 minutos para reducir la carga bacteriana presente en la materia prima. La lejía CLOROX al 8% y se uso 1.8 ml para una solución final de 1L. Las partes por millón del desinfectante hipoclorito de sodio al 8% se calculan según la siguiente ecuación.

$$C1\ x\ V1 = C2\ x\ V2$$

Leyenda:

C1: Concentración en ppm del hipoclorito de sodio

V1: Volumen del hipoclorito de sodio inicial

C2: Concentración de hipoclorito de sodio a determinar

V2: Volumen de hipoclorito de sodio de la disolución.

f) Cortado

La maca lavada y desinfectada se procede a cortar transversalmente, separando la raíz de la planta.

g) Pelado químico

Se tuvo dos presentaciones: maca encurtida con cáscara, para la cual no aplica esta operación y maca pelada químicamente en el cual se realiza con hidróxido de sodio al 4.5% a temperatura de ebullición por 2 minutos. Posteriormente se procede a lavar con agua, frotando para retirar la cáscara que se desprende con facilidad.

h) Neutralización

La maca previamente pelada se sumerge en solución de ácido cítrico al 6% por 8 minutos para acidificar la maca alcalinizada con hidróxido de sodio.

i) Cocción

La maca pelada o maca con cáscara se cocina a 100°C X 30 min, esto depende del calibre de la maca. Para calibre mediano se realiza a temperatura de ebullición por 30 minutos. Posteriormente se enfría para evitar una cocción excesiva de la maca y pierda la textura adecuada para ser encurtida.

j) Acidificación

La maca cocinada se sumerge en salmuera acidificada en un bidón para conservar la maca antes de ser usada como materia prima para elaborar las conservas marinadas de maca. La relación entre sólido y líquido será de 45 % y 55 % respectivamente.

1. Producto terminado

k) Envasado

Se envasa en frascos de 7 onzas modelo C-037, peso drenado de 180 g, previamente se adiciona a los frascos las especias según el tipo de marinado.

l) Pasteurización

Se envasa a 85°C por 15 minutos, la salmuera se adiciona a rebose a temperatura de 85°C. Posteriormente se enfrían los frascos para generar vacío. Para verificar se realiza la prueba de vacío, espacio de cabeza y seguridad de la conserva.

m) Almacenamiento

La vida útil de las conservas marinadas con especies es de 1 año a temperatura ambiente.

3.6.1.2 Factores de estudio de producto intermedio

Los factores en estudio sometidos a investigación fueron:

- Factor A: 4 niveles de salmueras con diferentes formulaciones de ácidos.
- Factor B: Dos niveles de presencia de cáscara en maca (pelado químico y sin pelado químico).

Tabla 6. Factores estudiados en la elaboración de maca encurtido en salmuera del producto intermedio.

	Factor A: Tipos de salmuera
NIVELES	**Salmuera tipo 1 (S1):** Ácido cítrico 1%, Ácido láctico 1%
	Salmuera tipo 2 (S2): Ácido láctico 3%
	Salmuera tipo 3 (S3): Ácido acético 4%
	Salmuera tipo 4 (S4): Vinagre 10%
	Factor B: Presencia de cascara
NIVELES	Pelado (P)
	Sin pelar (SP)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Tratamientos de elaboración de encurtido de maca en salmuera.

Tratamientos	Tipo de salmuera	Pelado
1	S1	Sin Pelado
2	S2	Sin Pelado
3	S3	Sin Pelado
4	S4	Sin Pelado
5	S1	Pelado
6	S2	Pelado
7	S3	Pelado
8	S4	Pelado

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza para determinar si existe diferencia significativa entre tratamientos, luego de comprobar los supuestos estadísticos se determinó el tipo de salmuera para el producto intermedio mediante la prueba de comparación de medias, usando el software MINITAB V.

3.6.1.3 Pruebas de elaboración de encurtido de producto intermedio de maca

a. Determinación de acidez

Se midió el parámetro de acidez en salmueras de producto intermedio; así también en la maca encurtida de los diferentes tratamientos.

Se procedió a tomar una muestra de 5 g de maca previamente licuada (se tomó 45g de maca y 55 g de salmuera, se licuó hasta formar una pasta). Se le adicionó 50 mL de agua destilada, se homogenizó en un vaso pírex de 100 ml, luego se le adicionan 3 gotas de fenolftaleína al 1%. Se tituló con solución de NaOH al 0.1% y se registró el gasto de NaOH.

Se calculó el % de acidez con la siguiente fórmula: [49]

$$\%acidez = \frac{GxNx\ meq\ del\ ácidox\ 100}{m}$$

Donde:

G: Gasto de NaOH

N: Normalidad de NaOH (0.1 N)

M: Peso de la muestra (5 g)

Meq. del ácido: Mili equivalente del ácido predominante.

- Ácido acético (CH_3COOH): 0.06
- Ácido láctico ($C_3H_6O_3$): 0.09
- Ácido cítrico ($C_6H_8O_7$): 0.064

b. Determinación de pH

Se determinó el pH de equilibrio en maca de producto intermedio en la salmuera.

Se procedió a homogenizar la muestra (45 g de maca con 55 g de salmuera, se licuó hasta formar pasta), se midió el pH con un pHmetro

marca Gondo, previamente calibrado con los buffers y se registró los datos[48].

c. Determinación de cloruros

Se pesó en 1 vaso de precipitado 200 mg de la muestra a analizar, se diluyo la muestra en 20 mL de agua destilada, se agitó la muestra para asegurar su completa disolución, luego se adicionó 3 gotas de indicador cromato de potasio al 5%; la muestra se tornará amarilla.
Se tituló con la solución de Nitrato de plata hasta que la muestra vire a color ladrillo lechoso. Se anotó el gasto. Se calculó con la siguiente fórmula.[49]

$$\%cloruros = \frac{GxNx\ FCxmeq(NaCl)x\ 100}{m}$$

Donde:
G: Gasto de nitrato de plata usado en la titulación.
N: Normalidad de Nitrato de plata (0.1)
Fc: Factor de corrección del nitrato de plata
MEq (NaCl): Peso miliequivalente de NaCl (0.05845)

d. Evaluación microbiológica

d.1 Determinación de microorganismos Aerobios mesófilos (AOAC 990.12)

1. Preparación de la muestra

-Se pesó una porción de la muestra preparando una dilución 1:10 (10g de muestra en 90 mL de agua peptonada).
- Se adicionó a la muestra el diluyente y se homogenizó con la muestra.
- Se ajustó el pH de la muestra diluida entre 6.6 y 7.2.

2. Inoculación

- Se colocó la placa petrifilm para aerobios sobre una superficie plana y lisa. Se levantó la lámina semitransparente superior.
- Se tomó 1 mL de la dilución de la parte sobrenadante y con la pipeta perpendicular a la placa petrifilm se colocó 1 mL de la muestra en el centro de la película cuadriculada inferior.
- Se bajó el film superior sobre el inóculo evitando la formación de burbujas.
- Se colocó el esparcidor plástico o difusor sobre el film con el lado rugoso hacia abajo en el centro de la placa.

3. Incubación

- Se incubó las placas por 48 ± 3 horas a 35 ± 1 °C.

4. Interpretación

- Se enumeró todas las colonias rojas sin importar su intensidad y tamaño. El resultado se calculó de la siguiente forma:

N° de colonias contadas o estimadas *10 (dilución) = N° de ufc/g. o ml.[50]

d.2 Determinación de Mohos y Levaduras (AOAC 997.02)

El procedimiento de preparación de la muestra e inoculación que el descrito en d.1.

1. Incubación

Se incubó las placas con el lado transparente hacia arriba en pilas de hasta 20 placas de 20°C a 25°C por 5 días.

2. Interpretación

- Las colonias de mohos se caracterizan por ser colonias grandes, de bordes difusos, su color es variable pudiendo ser café, beige, naranja, azul verdoso, etc. Las colonias tienen apariencia plana y el centro es oscuro y se expanden difusamente alrededor del mismo.

- Las de levaduras se caracterizan por ser colonias pequeñas, de bordes definidos, con un rango de color desde rosa tostado hasta azul verdoso, pueden tener también tonos rosas. Las colonias tienen apariencia en alto relieve el color es uniforme y no son difusas.
- Se leyó los resultados de levadura y mohos al 5° día. Se calculó de la siguiente forma:

N° de colonias contadas o estimadas *10 (dilución)=N° de ufc/g o mL.

d.3 Determinación de Coliformes y E*. coli (AOAC 991.14)*

El procedimiento de preparación de la muestra e inoculación que el descrito en d.1

1. Incubación

- El tiempo de incubación y la temperatura varía según el método:
  AOAC Método oficial 991.14: Para Coliformes: 24 hrs (+/- 2 hrs) a 35°C (+/- 1°C) y para *E. coli,* 48 hrs (+/- 4 hrs) a 35°C (+/- 1°C).

2. Interpretación

- La enumeración de colonias de color azul a rojo-azulado asociados con formación de burbujas de gas sin tomar en cuenta la intensidad del color y el tamaño de la colonia, son considerados como confirmación de presencia de *E. coli*. Colonias azules sin gas no serán enumeradas como *E. coli.*
- Las colonias de Coliformes son de color rojo asociadas (dentro de un diámetro de la colonia) con burbuja de gas. En cualquier momento dentro del periodo de incubación de método de validación todas las colonias de color azul asociadas con gas, se confirman como *E. coli.*
  El recuento se realiza de la siguiente forma:
  N° de colonias promedio por cuadrado * 20 = N° de colonias estimado:
  N° de colonias contadas o estimadas *10 (dilución) = N° de ufc/g. o mL..[52]

d.4 Determinación de Salmonella sp. (AOAC 2014.01)

1. Enriquecimiento de la muestra:

Se pesó 66.6 g de base para enriquecimiento de Salmonella para un volumen de 1.8 L. Posteriormente se autoclava. Luego de enfriar se adicionó asépticamente 90 mg de suplemento de Salmonella. Posteriormente se coloca 25 g. de muestra con 225 mL de enriquecimiento para Salmonella.

2. Inoculación, incubación e interpretación de la placa

Se usó un asa estéril de 10 µL para realizar el estriado en la placa 3 M petrifilm SALX.

Se incubó las placas a 41.5° ± 1 °C durante 24 ± 2 horas en posición horizontal con el lado coloreado hacia arriba en pilas de no más de 20 placas.

En la película superior de la placa 3M petrifilm SALX, se marcó con círculos las colonias aisladas presuntivas positivas de Salmonella para confirmar bioquímicamente todos los resultados presuntivos positivos de Salmonella mediante el uso del disco de confirmación petrifilm SALX.

Los resultados se expresaron como ausencia o presencia en 25 g de muestra.[53]

d.5 Determinación de Bacterias Ácido Lácticas (AOAC research institute)

El procedimiento de preparación de la muestra e inoculación que el descrito en d.1

3. Incubación

- El tiempo de incubación y la temperatura es de 28-37 °C por 48 ± 3 h.

4. Interpretación

- Las bacterias acido lácticas homofermentativas son colonias rojas sin gas.
- Las bacterias acido lácticas heterofermentivas son colonias rojas con una burbuja de gas asociada.

El recuento se realiza de la siguiente forma:

N° de colonias promedio por cuadrado * 20 = N° de colonias estimado.

N° de colonias contadas o estimadas *10 (dilución) = N° de ufc/g. o mL..[52]

e. Determinación fitoquímica

Se prepararon 17 baterías de tubos según lo descrito por Olga Lock 2019 [51] en donde se adicionaron 0.5 mL de extracto en cada tubo, luego en cada tubo se adicionó lo siguiente:

1. Reacción de Molish: V gotas de Molish A + Ácido sulfúrico QP.
2. Reacción de Antrona: V gotas de antrona en ácido sulfúrico
3. Reacción de azúcares reductores: V gotas de Felhing A y V gotas de Felhing B. Calentar por 10 minutos.
4. Reacción de tricloruro férrico: III gotas de tricloruro de hierro
5. Reacción con gelatina: III gotas de gelatina
6. Prueba de shinoda: Agregar mg metálico con III gotas de ácido clorhídrico qp
7. Reacción de Rosenheim: III gotas de reactivo de Rosenheim.
8. Reacción de Borntrager: V gotas de reactivo de Borntragen
9. Reacción de Liebermann-Burchard: 5 mL de reactivo de Liebermann Buchard A y 0.5 mL de reactivo de Liebermann Buchard B + X gotas de ácido sulfúrico.
10. Reacción de Ninhidrina: V gotas de ninhidrina y calentarlo por 10 minutos.
11. Reacción de Dragendorf: III gotas de dragendorf
12. Reacción de Mayer: III gotas de mayer
13. Reacción de Bertrand: III gotas de bertrand

14. Reacción de Sonnenschein: III gotas de sonnenschein.

15. Reacción de hidroxilamina: III gotas de hidroxilamina

16. Generación de espuma: 1 mL de agua destilada y agitar vigorosamente.

17. Reacción de Vainillin sulfúrico: V gotas de vainillina alcohólica + X gotas de ácido sulfúrico qp.

Por coloración y reacciones se identifican los componentes presentes y registrarlos.[51]

3.6.2 Determinación de la mejor formulación del producto terminado de encurtido de maca.

Se determinó que factores significativos ($p<0.05$) que influyen en las características sensoriales en los atributos de apariencia sabor. Se determinó la formulación del mejor marinado, tipo de salmuera y pelado que influye significativamente en el atributo sensorial de apariencia general del producto terminado de la conserva marinada de maca.

Se realizó 3 tipos de marinados para el producto terminado, los cuales fueron: Especias 1, Especias 2 y dulce (Anexo 5). La formulación se observa en la tabla adjunta.

Tabla 8. Formulación de marinado en especias 1 para conserva de maca.

	Ingredientes	%
Ingredientes sólidos (45%)	Maca encurtida	96.16
	Miel	3.00
	Orégano	0.20
	Ají paprika	0.04
	Albahaca	0.30
	Romero deshidratado	0.30
Ingredientes	Agua	94.78
	Sal	5.00

líquidos (55%)		
	Ácido cítrico	0.10
	Ácido láctico	0.12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Formulación de marinado en especias 2 para conserva de maca.

	Ingredientes	%
Ingredientes sólidos (45%)	Maca encurtida	96.28
	Miel	3.00
	Orégano	0.36
	Ají paprika	0.36
Ingredientes líquidos (55%)	Agua	94.78
	Sal	5.00
	Ácido cítrico	0.10
	Ácido láctico	0.12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Formulación marinado dulce para conserva de maca.

	Ingredientes	%
Ingredientes sólidos (45%)	Maca encurtida	96.35
	Miel	3.00
	Canela	0.20
	Clavo	0.20
	Anís	0.25
	Agua	92.78
	Sal	1.00

Ingredientes líquidos (55%)	Azúcar	6.00
	Ácido cítrico	0.10
	Ácido láctico	0.12

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2.1 Factores

Estos factores y los niveles evaluados se muestran en la Tabla 8.

Tabla11. Factores en la elaboración de marinados de encurtido de maca.

Factores	%							
Factor A: Tipos marinados								
Tipo de marinado	miel (%)	ají paprika (%)	albahaca (%)	romero en hojuelas (%)	orégano (%)	clavo de olor (%)	canela (%)	anís (%)
Marinado en especias 1	3.27	0.048	0.3	0.3	0.2	0	0	0
Marinado en especias 2	3.27	0.36	0	0	0.36	0	0	0
Marinado Dulce	3.27	0	0	0	0	0.2	0.2	2.5
Factor B. Presencia de cáscara.								
Pelado (0% cascara)								
Sin pelado (100% cascara)								

Factor C. Tipo de salmuera			
Tipo de Salmuera:	Ácido cítrico	Ácido láctico	Ácido acético
S1	1%	1%	0
S3	0	0%	4%

3.6.2.2 Tratamientos

Se realizaron 12 tratamientos (Tabla 13) con 3 factores:

- Tipo de marinado
- Presencia de cáscara
- Tipo de salmuera.

3.6.2.3 Diseño estadístico experimental:

Tabla 12. Factores y niveles para el diseño de formulaciones del producto terminado.

Factores	Niveles	Código
A	Marinado 1	Nivel1 de A
	Marinado 2	Nivel 2 de A
	Marinado 3	Nivel 3 de A
B	Salmuera 1	Nivel 1 de B
	Salmuera 2	Nivel 2 de B
C	Pelado	Nivel 1 de A
	Sin pelar	Nivel 2 de B

Fuente: elaboración propia, usando estadístico Design Expert v.7.0.0.

Tabla 13. Matriz del diseño de las formulaciones

RANDOMIZADO	CORRIDA	BLOQUE	MARINADO	SALMUERA	PELADO/ SIN PELADO
9	1	Bloque 1	Dulce	S1	Sin Pelado
4	2	Bloque 1	Especies 2	S3	Pelado
10	3	Bloque 1	Especies 2	S3	Sin Pelado
2	4	Bloque 1	Especies 1	S1	Pelado
7	5	Bloque 1	Especies 2	S1	Sin Pelado
12	6	Bloque 1	Dulce	S3	Sin Pelado
11	7	Bloque 1	Especies 1	S3	Sin Pelado
5	8	Bloque 1	Especies 1	S3	Pelado
1	9	Bloque 1	Especies 2	S1	Pelado
6	10	Bloque 1	Dulce	S3	Pelado
8	11	Bloque 1	Especies 1	S1	Sin Pelado
3	12	Bloque 1	Dulce	S1	Pelado

Fuente: elaboración propia, usando estadístico Design Expert v.7.0.0 para la determinación del marinado del producto terminado.

3.6.2.4 Evaluación sensorial

Las formulaciones del encurtido fueron evaluados en orden aleatorio, mediante análisis sensorial para determinar qué formulación es de mayor preferencia hedónica. Las formulaciones del líquido de cobertura fueron calificadas en una escala del 1 al 9 (Anexo 12) desde me gusta extremadamente y me disgusta extremadamente, respectivamente. A nivel de 44 jueces informados pero no entrenados de ambos géneros y de edades que fluctúan entre 18 y 25 años de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.6.3 Pruebas de caracterización de producto terminado

3.6.3.1 Evaluación química

Se evaluó los parámetros de acidez, pH y cloruros en el producto terminado y en la salmuera de producto terminado.

3.6.3.2 Evaluación física

a. Determinación de vacío

Se siguió el método descrito por Luz MC et al. 2008 [54].Se usó un vacuómetro manual para medir el vacío. Se punzó en el centro de la tapa con el vacuómetro, de modo que la campana de goma quede adherida a ella y no se produzcan alteraciones en el vacio del envase durante la lectura. Se registró la lectura del vacuómetro de acuerdo al valor que marque la aguja, en pulgadas de mercurio (inHg).Este se transformó a mmHg (milímetro de mercurio). (Ver anexo 4)

b. Determinación de espacio de cabeza de la conserva

Se siguió el método descrito por Juvasa[55] proveedor de envases de vidrio. El espacio de cabeza es el espacio que queda entre la capa superior del producto envasado y la parte interna de la tapa. Se registran los datos en mm.

c. Determinación de seguridad

Se siguió el método descrito por Juvasa[55] proveedor de envases de vidrio. La seguridad es una medida para verificar que el vacio y el cierre han sido correctos. Se marcó con rotulador indeleble una línea en la tapa justo a altura de la junta de molde de la boca. Se destapó la tapa sin llegar a abrirla y volver a cerrar sin ajustar fuerte. Los parámetros de aceptación fueron entre 4 y 6 mm respecto a la junta de molde de la boca. Se medió la distancia y registró los datos en mm.

3.6.3.3 Determinación de compuestos fenólicos

Se usó la metodología descrita por Swain y Hillis 1959 [58].Se preparó un extracto (Según punto 3.6.3.6), el cual se diluyó en1:3 con solución

hidroalcohólica al 50%. Se tomó 0,5 ml de extracto diluido y se le adiciona 2.5 ml de follin al 0,1%, luego se agitó en vortex por 1 minuto. Posteriormente se dejó reposar por 1 minuto. Después se colocó en oscuridad por 15 minutos. Se dió lectura a 760 nm en el espectrofotómetro. Luego se tabuló los datos de absorbancia del ácido gálico en una ecuación de recta.

Los cálculos se realizaron de la siguiente forma.

$$[\text{Ácido galico }] = \frac{Ab - 0.000007}{0.1148} * FD$$

Donde:

Ab: Absorbancia de la muestra

FD: Factor de dilución

3.6.3.4 Evaluación de vida útil

La vida útil se realizó por método indirecto con pruebas aceleradas descrito por Labuza 1985 [59], se usó la ecuación de Arrhenius para 3 temperaturas.

La ecuación es la siguiente:

$$K = K0\ x\ e^{-Ea/RT}$$

Donde:

k: Constante cinética de reacción

K0: Factor preexponencial

Ea: Energía de activación (Kj / mol)

R: Constante universal de los gases (0.008314 Kj / mol. K)

T: Temperatura absoluta (Kelvin)

Se sometió a las conservas a temperatura de 35°C, 45°C y 55°C, el indicador fue los compuestos fenólicos, la tolerancia fue 1.014, sin

repeticiones y el procesamiento de datos fue por el método de Arrhenius.

3.6.3.5 Determinación de actividad antioxidante

La capacidad antioxidante se evaluó según lo descrito por Brand-Williams et al. 1995 [57], aplicando ligeras modificaciones. 1mL del extracto fue diluido con 3 mL solución hidroalcohólica al 50%. Después se realizó una dilución seriada de la muestra diluida previamente; tomando 2 mL de la muestra diluida y se adicionó 4 mL de solución hidroalcohólica al 50%; así sucesivamente hasta realizar 4 diluciones seriadas. De cada dilución seriada se tomó 1 mL (se realizó por triplicado cada dilución), luego se adicionó 1 mL de DPPH (10 mg de DPPH en 25 ml de metanol, verificando en 1 espectrofotómetro a 517 nm, que la absorbancia sea 0.9 ± 0.01). Posteriormente se dejó en oscuridad por 15 minutos. Se procedió a leer la absorbancia a 517 nm.

Se llevó a cabo un procedimiento similar para la solución estándar de trolox dentro de un rango de concentración de 0.25 – 1.5 µm. La capacidad de eliminación de radicales libres de DPPH se calculó como el % restante de DPPH, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\%DPPH = (\,1 - \frac{AF}{A0}\,)\text{x}\,100$$

Donde:

A0: Absorbancia de la muestra control de DPPH a los 0 minutos.

AF: Absorbancia de la solución de DPPH después de la adición de la muestra en estado estable (10 min).

Finalmente, la actividad de captación de DPPH se expresa en términos de µm de trolox equivalente.

3.6.3.6 Preparación de extracto

Se preparó el extracto con solución hidroalcohólica al 50% en la relación 1:3, se reposó por 3 días a temperatura ambiente. Luego se filtró en papel filtro. Finalmente se obtiene el extracto hidroalcohólico, el cual se almacena en refrigeración a temperatura menos a 4°C hasta su uso.

3.6.3.7 Evaluación de constituyentes químicos

Se realizó la determinación de constituyentes químicos de maca en el producto terminado. Según la metodología descrita por Olga Lock [49].

3.6.3.8 Determinación de esterilidad comercial

Este análisis se realizó por laboratorio externo MQL, con la siguiente metodología NTC 4443, 2015, Método para evaluar la esterilidad comercial en alimentos

3.6.3.9 Determinación bromatológica

Este análisis se realizó por el laboratorio externo MQL. Los métodos son descritos según AOAC.

IV. RESULTADOS

4.1 Determinación de las condiciones experimentales más favorables del proceso de elaboración de una conserva de maca.

4.1.1 Caracterización física de la materia prima

Se usó como materia prima: Considerando los ecotipos de *Lepidium peruavianum,* de tamaño mediano (diámetro: 20-24 mm y altura: 29-35 mm), sin defectos (podredumbre y defectos de piel); 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 conserva de maca, retirando las hojas y cola.

En la siguiente tabla se muestra el rendimiento de maca fresca:

Tabla 14: Rendimiento de maca fresca para la elaboración de la conserva.

Ecotipos: negro, amarilla y roja.	
Peso bruto (maca con cola y cabeza):	1281.85 g
Peso de hojas:	404.00 g
Peso neto de maca:	877.85 g
% Rendimiento:	68.48

Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. *Lepidium meyenii* (maca).

La segunda clasificación fue por medidas biométricas de maca. Con la finalidad de estandarizar el tamaño de hipocólitos destinados al envasado del producto terminado, se determino las medidas biometricas, el cual se ajusto

de acuerdo al tamaño del envase. En la siguiente tabla se tienen los datos de las mediciones de ecotipos de maca roja y amarilla del tamaño mediano.

Tabla 15. Medidas biométricas de ecotipos de maca roja y amarilla.

	Peso (g)	**Diámetro (mm)**	**Altura (mm)**
Promedio	7.933	25.112	30.407
SD	±3.510	±3.681	±4.754

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Maca amarilla sin hojas.



Figura 13. Maca roja sin hojas.

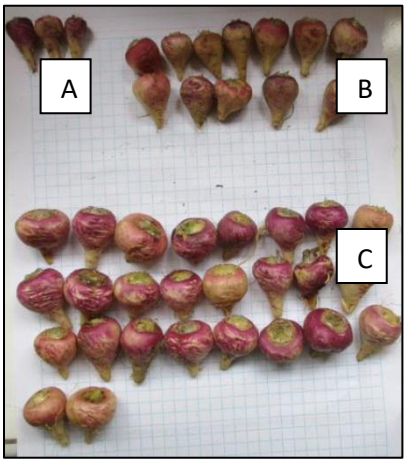

Figura 14. Clasificación de maca roja. A. Calibre pequeño, B. Calibre medianos y C. Calibre grande.



Figura 15. Clasificación de maca amarillo. D. Calibre pequeño y E. Calibre grande.

4.1.2 Pruebas para obtención de Producto intermedio

4.1.2.1 Tipos de salmuera:

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

Tabla 16. 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.

.4.1.2.2 Tiempo de cocción

Para el tamaño mediano el tiempo de cocción fue de 30 minutos a partir desde que empieza a ebullir (100°C) con el producto, evidenciándose por la textura suave y el olor a rosas característico de la maca.

4.1.2.3 Pelado químico

El pelado químico se realizó con NaOH al 4.5% a T° 90°C, el tiempo fue de 2 minutos, debido a que se desprende fácilmente la piel, quedando un color homogéneo (blanco).

4.2 Determinación del acido más favorable en la salmuera del producto intermedio.

4.2.1 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 17. Evaluación microbiológica del proceso de elaboración de encurtido de maca.

	Maca entera fresca desinfectada*	**Maca entera cocinada**
Coliformes totales	8.0 x 10^1 UFC/g	1.0 x 10^1 UFC/g
E. coli	<10 UFC/g	<10 UFC/g

Aerobios mesófilos	4.8 x 10^3 UFC/g	2.2 x 10^2 UFC/g
Mohos	5 x 10^2 UFC/g	<10 UFC/g
Salmonella	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del crecimiento de microorganismos se observa en el anexo1.

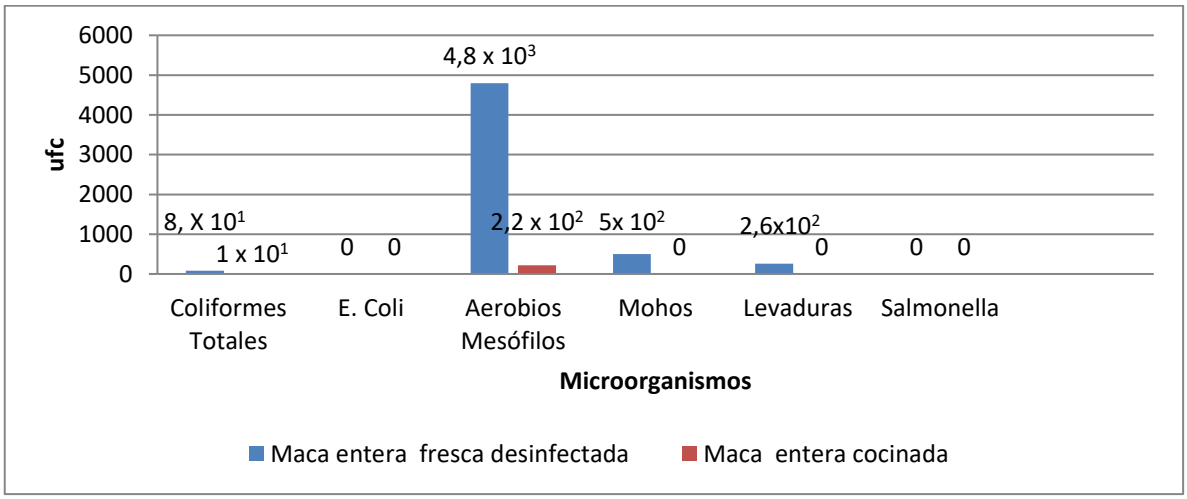

Figura 16. Crecimiento microbiano en el proceso de elaboración de maca encurtida.

Una vez encurtido, se midió el parámetro fisicoquímico de pH para verificar el equilibrio entre el sólido (maca) y la salmuera. Los valores fueron los siguientes:

Tabla 18. Valores de equilibrio de pH entre el sólido y liquido.

Etapa	pH	SD
pH inicial de maca fresca	6.45	0.032
pH inicial maca desinfectada y sancochada	5.87	0.055
pH de equilibrio de maca encurtida en Salmuera 1	3.14	0.006
pH de equilibrio de Salmuera 1	3.28	0.017

pH de equilibrio de maca encurtida	2.78	0.017
Salmuera 3		
pH de equilibrio de Salmuera 3	3.00	0.010

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 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 fueron:

Tabla 19. Parámetros de salmueras para tratamiento de producto intermedio. La temperatura media para la medición de pH fue de 25.1 ± 0.4 °C.

Salmuera	pH	° Baumé	Acidez
S1	2.16	3	6.69
S2	2.28	3	2.33
S3	2.93	3	3.98
S4	4.22	3	0.49

Fuente: Elaboración propia.

b. Parámetros de maca de producto intermedio.

b.1 Evaluación fisicoquímica:

b.1.1 Determinación de pH

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

Tabla 20. 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	SD
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

Fuente: Elaboración propia.

La temperatura promedio para la evaluación de pH fue de 25.2 ± 1.02 °C.

b.1.2 Determinación de acidez

Se determinó la acidez de los diferentes tratamientos, en 4 evaluaciones. Como se observa en la tabla 21.

Tabla 21. 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
S2X Pelado	1.373 (láctica)	1.5 (láctica)	1.29 (láctica)	1.42	0.11
S3X Pelado	2.272 (acética)	2.22 (acética)	1.88 (acética)	2.17	0.20
S4X Pelado	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	1.360	1.36(láctica)	1.36 (láctica)	1.41	0.10

Pelado	(láctica)				
S3XSin	2,950	2.95 (acética)	3.26 (acética)	2.83	0.47
Pelado	(acética)				
S4XSin	0,360	0.32 (acética)	0.3 (acética)	0.31	0.04
Pelado	(acética)				

Fuente: Elaboración propia.

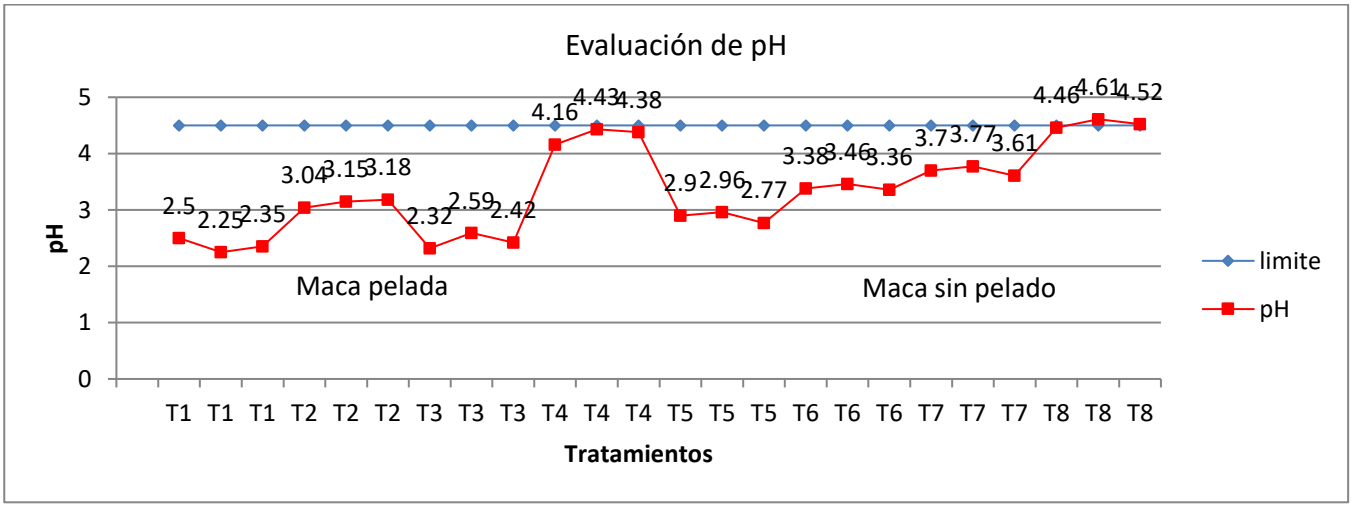

Figura 17. Evaluación de pH en los diferentes tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

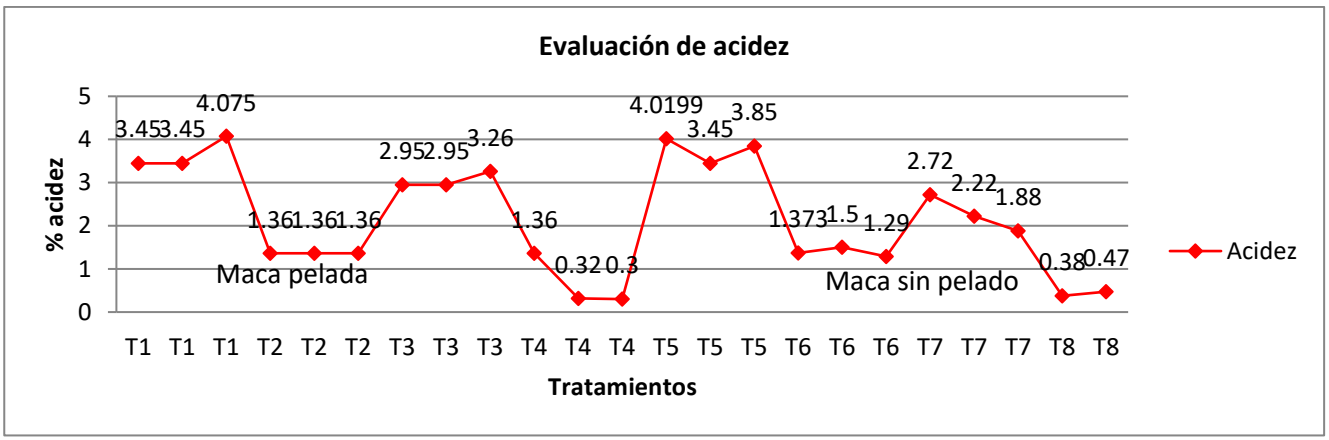

Figura 18. Evaluación de acidez en los diferentes tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

b.1.3 Determinación de cloruros

Se determinó el porcentaje de cloruros de los tratamientos, siendo en la salmuera la concentración de sal constante.

Tabla 22. Evaluación de porcentaje de cloruros de los tratamientos del producto intermedio.

Tratamientos	% Cloruros
T1	3.41
T2	2.92
T3	3.78
T4	3.09
T5	3.47
T6	3.43
T7	3.43
T8	3.22

Fuente: Elaboración propia.

b.2 Evaluación microbiológica

Los resultados de la evaluación microbiológica de los tratamientos fueron los siguientes:

Tabla 23. Análisis microbiológico de encurtido de maca en día 15.

Evaluación 1					
Tratamientos	**Aerobios (UFC/g)**	**Coliformes (UFC/g)**	**Levaduras (UFC/g)**	**Mohos (UFC/g)**	**Bacterias acido lácticas (UFC/g)**
T1	2.5×10^2	<10	<10	<10	**2.0** $\times 10^1$
T2	7.9×10^2	<10	<10	<10	**1.0** $\times 10^1$
T3	1.3×10^2	<10	<10	<10	**2.0** $\times 10^1$
T4	4.9×10^2	<10	<10	<10	**1.0** $\times 10^1$
T5	2.0×10^1	<10	<10	<10	<10
T6	<10	<10	<10	<10	<10
T7	1.0×10^1	<10	<10	<10	<10
T8	<10	<10	<10	<10	<10

Fuente: Elaboración propia.

Ver figura 43 -46.

Tabla 24. Análisis Microbiológico de encurtido de maca en día 30.

Evaluación 2					
Tratamientos	**Aerobios (UFC/g)**	**Coliformes (UFC/g)**	**Levaduras (UFC/g)**	**Mohos (UFC/g)**	**Bacterias ácido lácticas (UFC/g)**
T1	**2.0** $\times 10^1$	<10	<10	<10	<10
T2	<10	<10	<10	<10	<10
T3	**2.0** $\times 10^1$	<10	<10	<10	<10
T4	<10	<10	<10	<10	<10
T5	<10	<10	<10	<10	<10
T6	<10	<10	<10	<10	<10
T7	<10	<10	<10	<10	<10
T8	<10	<10	7.7×10^2	<10	<10

Fuente: Elaboración propia.

Ver figura 47-50.

Tabla 25. Análisis Microbiológico de encurtido de maca en día 45.

Evaluación 3					
Tratamientos	**Aerobios (UFC/g)**	**Coliformes (UFC/g)**	**Levaduras (UFC/g)**	**Mohos (UFC/g)**	**Bacterias Ácido lácticas (UFC/g)**
T1	<10	<10	<10	<10	<10
T2	<10	<10	<10	<10	<10
T3	**5.0** $\times 10^1$	<10	<10	<10	<10
T4	<10	<10	<10	**1.0** $\times 10^1$	<10
T5	<10	<10	<10	<10	<10
T6	**1.0** $\times 10^1$	<10	<10	<10	<10
T7	<10	<10	<10	<10	<10
T8	**1.0** $\times 10^1$	<10	**1.0** $\times 10^3$	<10	<10

Fuente: Elaboración propia.

Ver figura 51- 54.

** Crecimiento de bacterias ácido lácticas del tipo homofermentativas, no productoras de gas

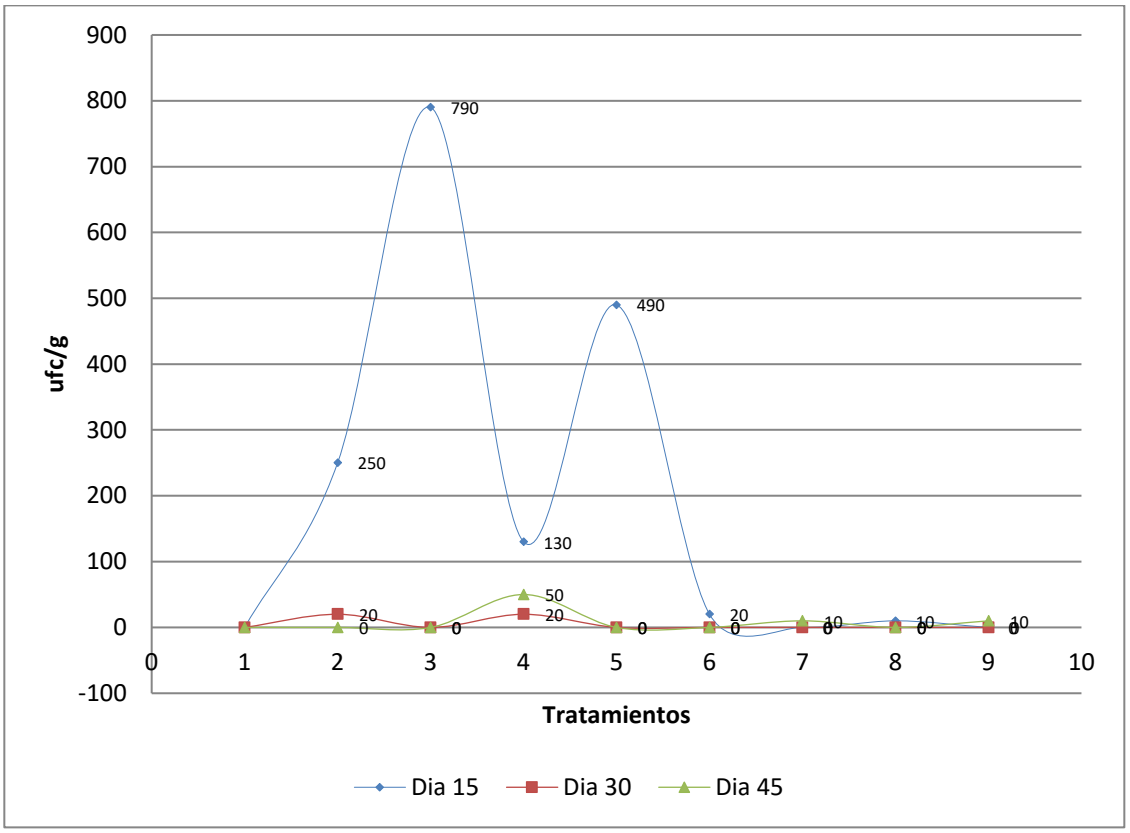

Figura 19. Crecimiento microbiano (*Aerobios mesófilos*) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento.

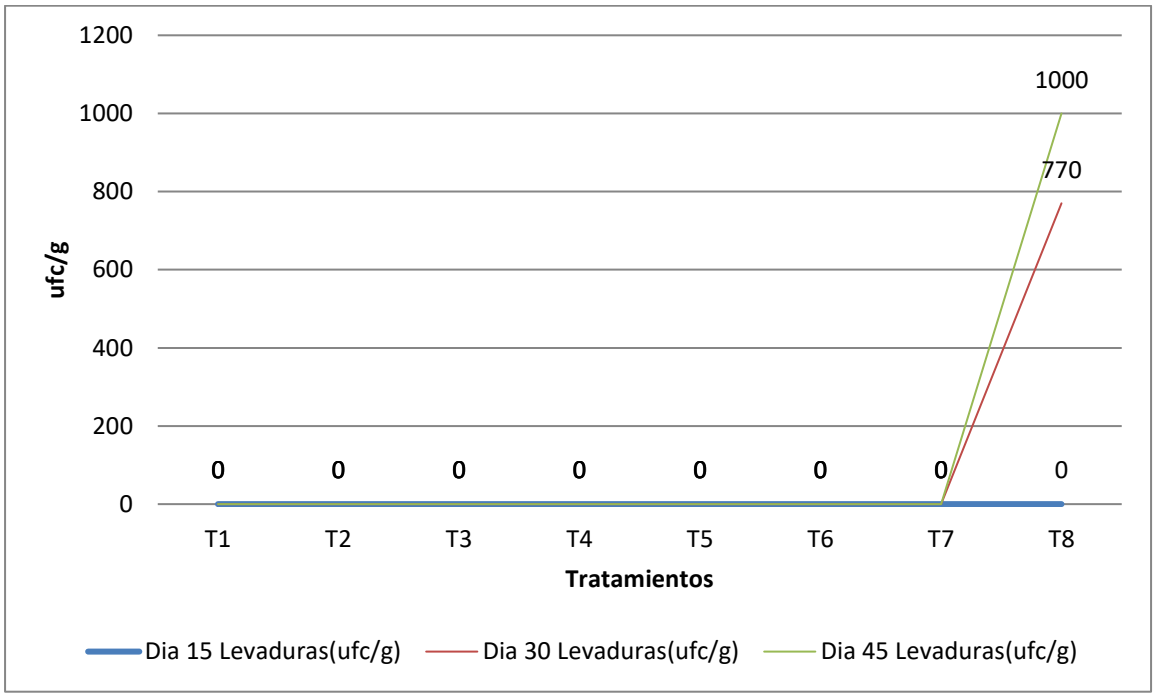

Figura 20. Crecimiento microbiano (Levaduras) en los diferentes tratamientos y días de almacenamiento.

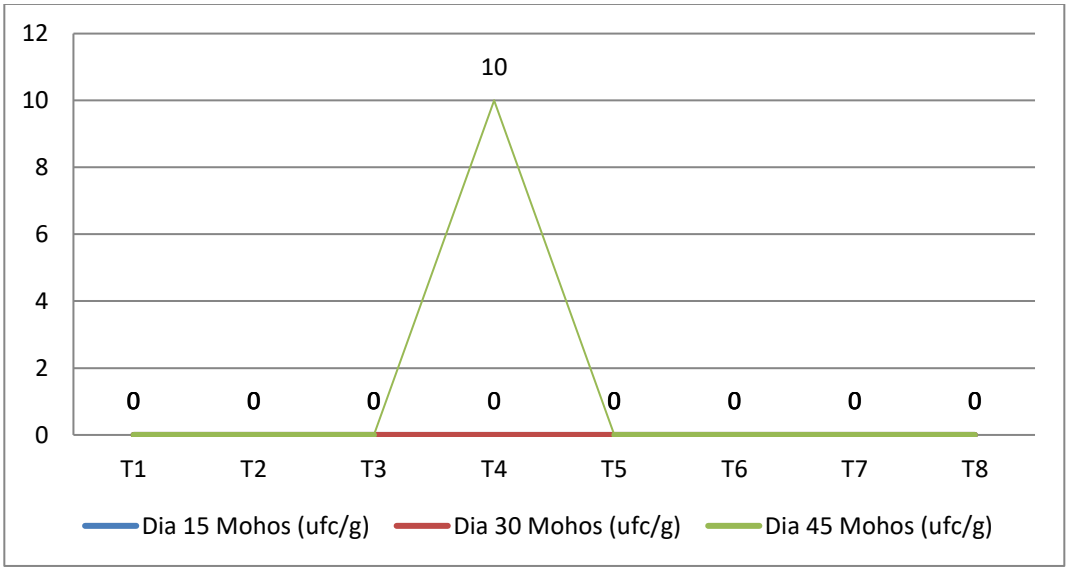

Figura 21. Crecimiento microbiano (Mohos) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento.

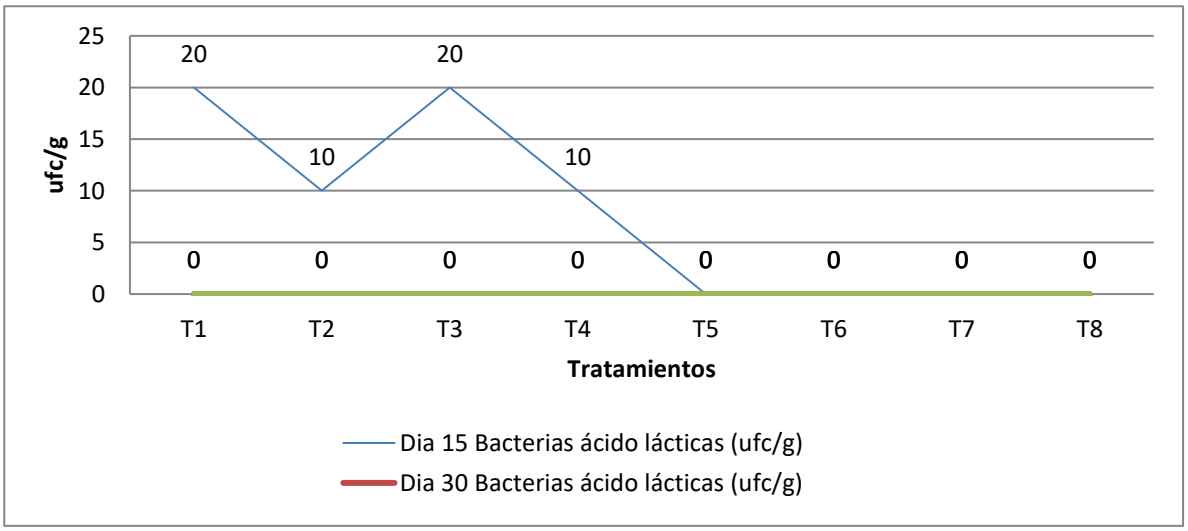

Figura 22. Crecimiento microbiano (*Bacterias ácido lácticas*) en los diferentes tratamientos en los diferentes días de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Análisis estadístico de evaluación de producto intermedio

A. Análisis de Varianza: pH del producto intermedio.

A.1 Supuestos estadísticos

```
Salmuera    Fixed       4  S1, S2, S3, S4
% cascara  Fixed       2  0, 100


Analysis of Variance

Source                DF   Adj SS   Adj MS  F-Value  P-Value
  Salmuera             3  10.6602  3.55340   334.83    0.000
  % cascara            1   1.8872  1.88720   177.83    0.000
  Salmuera*% cascara   3   1.0256  0.34186    32.21    0.000
Error                 16   0.1698  0.01061
Total                 23  13.7428
```

Figura 23. Análisis de varianza para evaluación de pH.

a. Prueba de normalidad de errores.

Los datos experimentales siguen una distribución normal respecto a la probabilidad de residuos.

Con un nivel de significancia de 0.05, los errores tienen distribución normal. (Ver figura 76, de anexo 13)

b. Homogeneidad de Varianzas.

Con un nivel de significancia de 0.05 se concluye que las varianzas son homogéneas. (Ver figura 77, de anexo 13)

c. Independencia de variables

Existe interacción entre niveles de% cáscara y tipos de salmuera que influya en la acidez del encurtido.

c.1.1 Efecto del % de cascara en el pH del encurtido

c.1.1.1 Prueba de Tukey:

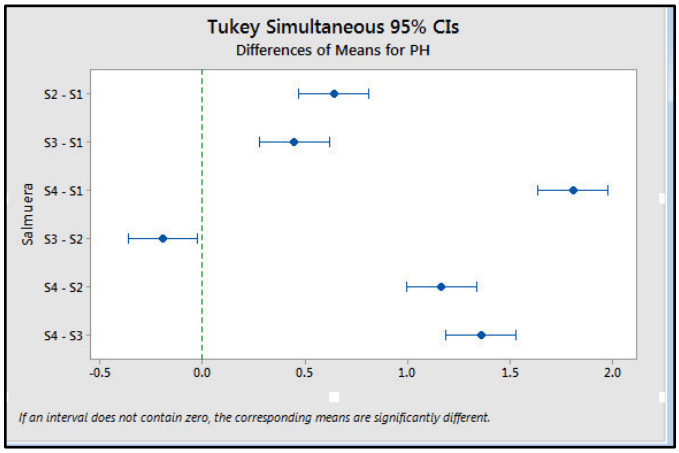

Figura 24. Análisis de comparaciones por pareja de tukey de tipo de salmuera.

C.1.1.2 Comparaciones múltiples tukey.

a. Determinación del nivel de salmuera por prueba de tukey

Salmuera	N	Mean	Grouping
S4	6	4,42667	A
S2	6	3,26167	B
S3	**6**	**3,06833**	**C**
S1	**6**	**2,62167**	**D**

Figura 25. Datos de comparaciones múltiples de tukey para salmuera.

Según la comparación de medias, todos los tratamientos de salmueras son diferentes. Siendo elegidas las salmueras S1 y S3 por presentar pH más bajos.

b. Determinación del % de cascara respecto al efecto del pH del encurtido de maca

% cascara	N	Mean	Grouping
100	12	3,62500	A
0	12	3,06417	B

Figura 26. Datos de comparaciones múltiples de tukey para %cascara.

Los tipos de salmueras son diferentes entre ellos.

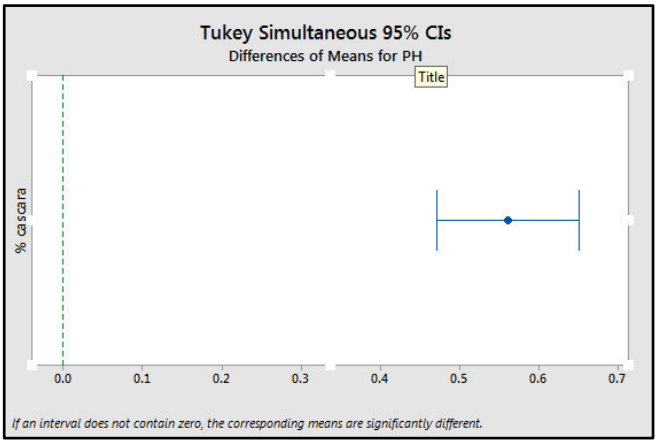

Figura 27. Gráfica de Tukey para factor de % de cáscara.

d. Coeficiente de variabilidad

El CV% fue de 3.08. Siendo CV% < 25%, se acepta el experimento.

B. Análisis de Varianza: Acidez del producto intermedio.

B.1 Supuestos estadísticos

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	AdjMS	F-Value	P-Value
Salmuera	3	35.2098	11.7366	137.88	0.000
% cascara	1	0.4294	0.4294	5.04	0.039
Salmuera*% cascara	3	1.0075	0.3358	3.95	0.028
Error	16	1.3620	0.0851		
Total	23	38.0087			

Figura 28. Análisis de varianza para evaluación de ácidez.

a. Prueba de normalidad de errores

Con un nivel de significancia de 0.05, los errores tienen distribución normal. (Ver figura 82, anexo 13)

b. Homogeneidad de la varianza

Con un nivel de significancia de 0.05 se concluye que las varianzas son homogéneas.

c. Independencia de valores

c.1 Combinación de niveles de salmuera y % cáscara

Existe interacción entre los niveles de salmuera y % cáscara que influyan en la acidez del encurtido.

c.1.1 Efecto de tipos de salmueras en la acidez del encurtido

c.1.2 Prueba de tukey

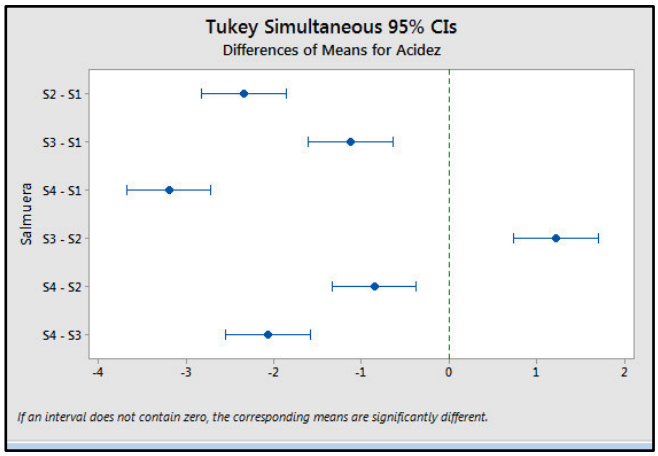

Figura 29. Análisis de comparaciones por pareja de tukey de tipos de salmuera.

c.1.3 Comparaciones múltiples tukey.

Salmuera	N	Mean	Grouping
S1	6	3,71582	A
S3	6	2,58867	B
S2	6	1,37383	C
S4	6	0,51833	D

Figura 30. Datos de comparaciones múltiples de tukey para salmuera.

Según la comparación de medias, todos los tratamientos de salmueras son diferentes. Siendo elegidas las salmueras S1 y S3 por presentar la acidez más alta.

c. Coeficiente de variabilidad

El CV% fue de 14.18. Siendo CV% < 25%, se acepta el experimento.

4.2.3 Evaluación fitoquímica de producto intermedio

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

Tabla 26. Análisis fitoquímico de salmuera y de maca de encurtido de maca con cáscara. (Anexo 6).

N°	Reactivo	Extracto etanolico		Constituyentes químicos
		Salmuera de maca encurtida con cascara	Maca encurtida con cascara.	
1	Molish	+++	++	Carbohidratos
2	Antrona	+++	++	Carbohidratos
3	Felhing	+++	+++	Azucares reductores
4	$FeCl_3$	-	-	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	-	-	Alcaloides
12	Mayer	-	-	Alcaloides
13	Bertrand	+	+	Alcaloides
14	Sonnenschein	+	+	Alcaloides
15	Hidroxilamina	+	-	Compuestos carbonilos
16	Prueba de espuma	++	++	Saponinas
17	Vainillin	-	+	Heterósidos

	sulfúrico

Fuente: Elaboración propia.

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

Tabla 27. Análisis fitoquímico de salmuera y de maca de encurtido de maca con cáscara. (Anexo 6).

N°	Reactivo	Extracto etanolico		Constituyentes químicos
		Salmuera de maca encurtida sin cascara	Maca encurtida sin cascara.	
1	Molish	+++	++	Carbohidratos
2	Antrona	++	++	Carbohidratos
3	Felhing	+++	++	Azucares reductores
4	$FeCl_3$	-	-	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	+	-	Alcaloides
12	Mayer	+	-	Alcaloides
13	Bertrand	+	-	Alcaloides
14	Sonnenschein	+	-	Alcaloides
15	Hidroxilamina	-	-	Compuestos carbonilos
16	Prueba de espuma	++	++	Saponinas
17	Vainillin	-	-	Heterósidos

sulfúrico

Fuente: Elaboración propia.

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

4.3 Determinación de la formulación del marinado con especias para la conserva de maca.

4.3.1 Proceso de marinado de producto terminado de conserva de maca

En la figura N° 31 se muestra el Flujograma del proceso de elaboración de encurtido marinado de maca. (Anexo 4).

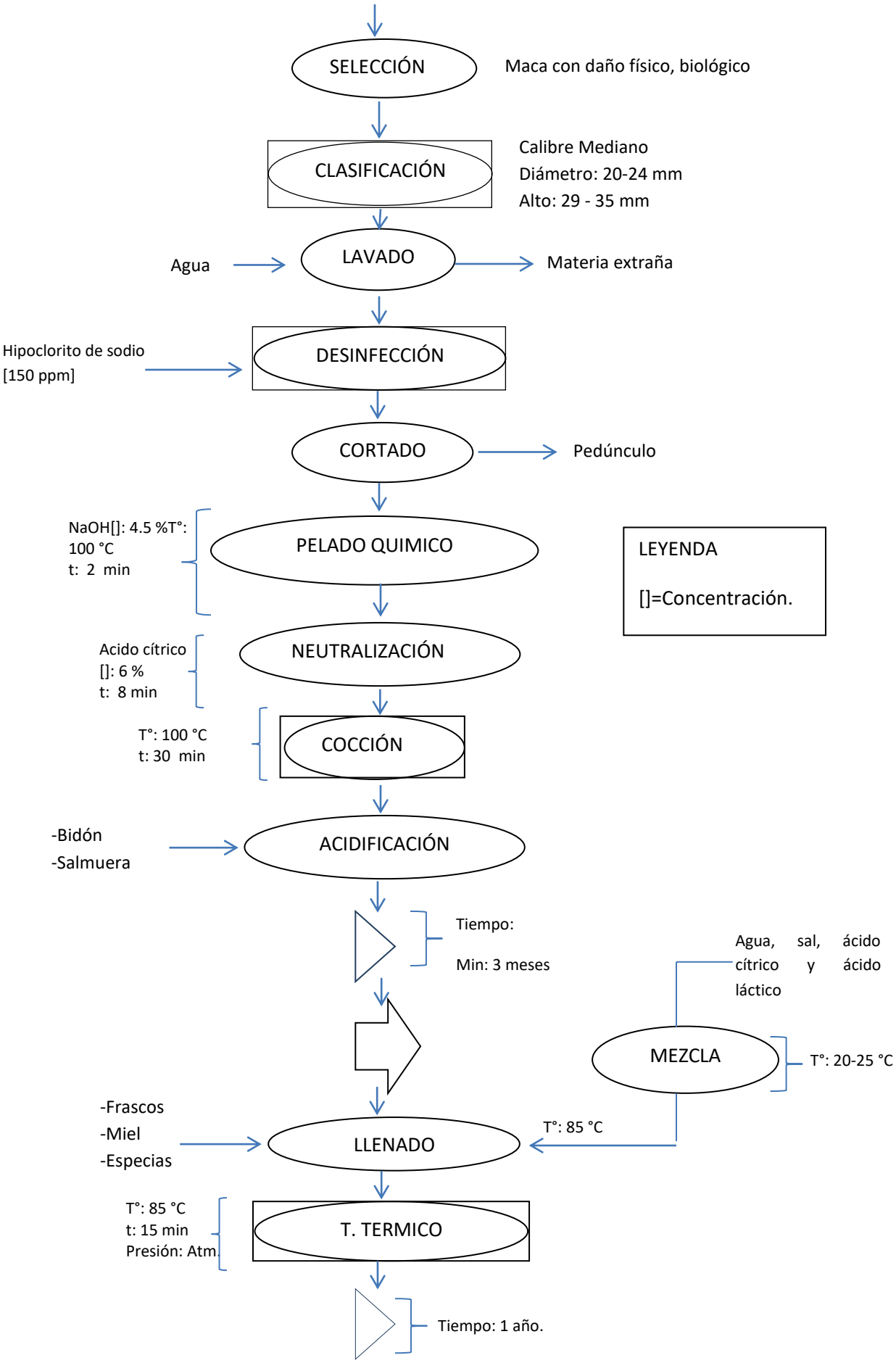
SELECCIÓN
Maca con daño físico, biológico
CLASIFICACIÓN
Calibre Mediano
Diámetro: 20-24 mm
Alto: 29 - 35 mm
Agua
LAVADO
Materia extraña
Hipoclorito de sodio
[150 ppm]
DESINFECCIÓN
CORTADO
Pedúnculo
NaOH[]: 4.5 %T°:
100 °C
t: 2 min
PELADO QUIMICO
LEYENDA
[]=Concentración.
Acido cítrico
[]: 6 %
t: 8 min
NEUTRALIZACIÓN
T°: 100 °C
t: 30 min
COCCIÓN
-Bidón
-Salmuera
ACIDIFICACIÓN
Tiempo:
Min: 3 meses
Agua, sal, ácido cítrico y ácido láctico
MEZCLA
T°: 20-25 °C
-Frascos
-Miel
-Especias
T°: 85 °C
LLENADO
T°: 85 °C
t: 15 min
Presión: Atm.
T. TERMICO
Tiempo: 1 año.

Figura N°31. Flujograma de proceso de elaboración de conserva de maca encurtida en salmuera marinada en especias. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Prueba sensorial de conservas de marinado de maca

Obtenidos mediante fórmulas estadísticas sugeridas por Montgomery (2002):

Tabla 28. Parámetros estadísticos 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
Λ	(número de bloques en el cual el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo tratamiento aparecen juntos)	2
N	N° observaciones	132

Fuente: Montgomery (2002), datos de elaboración propia

Los datos permitieron construir la siguiente tabla que muestran las correspondientes calificadas del análisis sensorial para el atributo de preferencia general (Anexo 12).

a.2 Supuestos estadístico

Tabla 29. Tabla de ANNOVA de los resultados de los tratamientos de evaluación sensorial.

	Grado de libertad	Calificación – SS	Calificación – MS	Calificación – F	Calificación – p
Intercepto	1	3016.618	3016.618	1532.955	0.000000
Juez	43	105.788	2.460	1.250	0.195094
Tratamiento	11	59.143	5.377	2.732	0.004932
Error	77	151.524	1.968		
Total	131	320.629			

Fuente: Elaboración propia.

a. Prueba de normalidad de errores

Los datos experimentales siguen una distribución normal respecto a la probabilidad de residuos. (Ver figura 84, anexo N°14)

b. Homogeneidad de varianzas

b.1 Para juez

Con un nivel de significancia de 0.05 se concluye que las varianzas son homogéneas.

b.2 Para Tratamientos

Con un nivel de significancia de 0.05 se concluye que las varianzas son homogéneas.

c. Dependencia de variables

Con un nivel de significancia de 0.05; hay dependencia de variables.

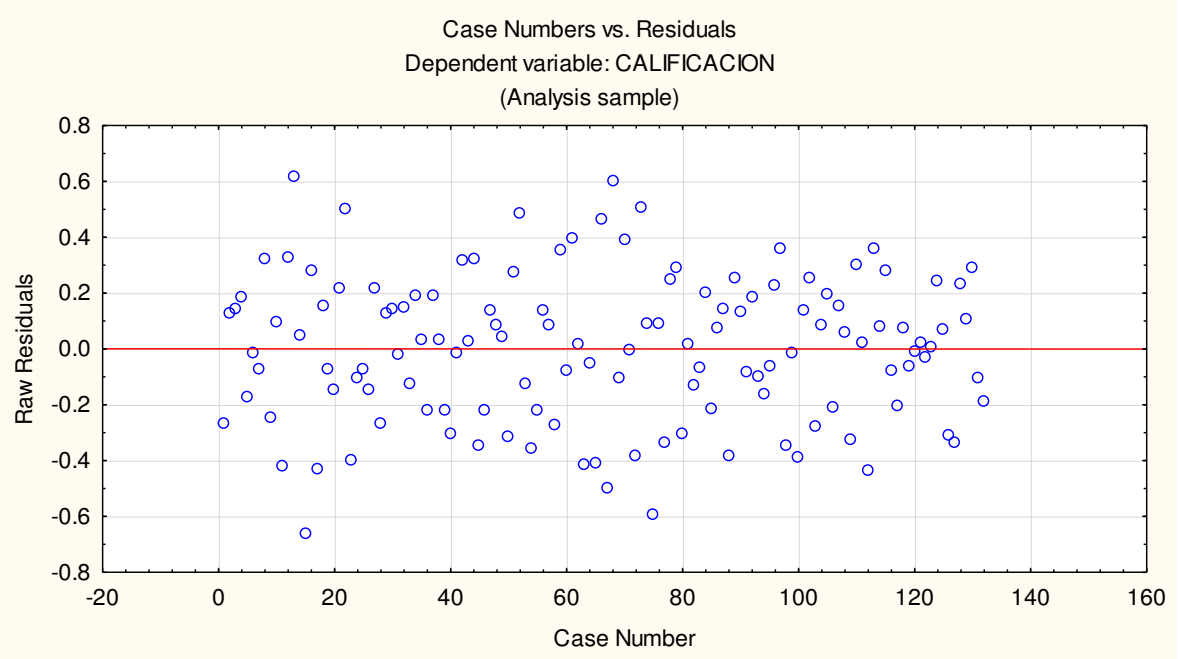

Figura 32. Valores residuales vs valores observados.

Prueba de comparación múltiple paramétrica Tukey:

Tabla34. Prueba de Tukey HSD; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Probabilidades aproximadas para el error de las pruebas post hoc: entre EM. = 2.2678, df = 77.000

TRATAMIENTO	{1} - 4.6364	{2} - 4.8182	{3} - 4.3636	{4} - 3.4545	{5} - 5.0909	{6} - 4.8182	{7} - 6.6364	{8} - 4.9091	{9} - 4.3333	{10} - 4.9091	{11} - 4.7273	{12} - 4.7000
1		1.0000	0.9999	0.7825	0.9797	1.0000	0.3901	0.9999	0.9996	0.9999	1.0000	1.0000
2	1.0000		0.9797	0.9522	0.9999	1.0000	0.7202	1.0000	0.9540	1.0000	1.0000	1.0000
3	0.9999	0.9797		0.0497	0.6130	0.9797	0.4279	0.8846	1.0000	0.8846	0.9978	0.9992
4	0.7825	0.9522	0.0497		0.9450	0.9522	0.0172	0.8355	0.5997	0.8355	0.5129	0.0682
5	0.9797	0.9999	0.6130	0.9450		0.9999	0.7135	1.0000	0.7601	1.0000	0.9978	0.9964
6	1.0000	1.0000	0.9797	0.9522	0.9999		0.7202	1.0000	0.9540	1.0000	1.0000	1.0000
7	0.3901	0.7202	0.4279	0.0172	0.7135	0.7202		0.6270	0.9389	0.6270	0.0437	0.7336
8	0.9999	1.0000	0.8846	0.8355	1.0000	1.0000	0.6270		0.7703	1.0000	1.0000	1.0000

9	0.99	0.99	1.00	0.93	0.97	0.99	0.00	0.99		0.99	0.99	0.99
	9996	9540	0000	5997	7601	9540	9389	7703		7703	9938	9977
10	0.99	1.00	0.99	0.39	1.00	1.00	0.16	1.00	0.99		1.00	1.00
	9999	0000	8846	8355	0000	0000	6270	0000	7703		0000	0000
11	1.00	1.00	0.99	0.60	0.99	1.00	0.08	1.00	0.99	1.00		1.00
	0000	0000	9978	5129	9978	0000	0437	0000	9938	0000		0000
12	1.00	1.00	0.99	0.67	0.99	1.00	0.08	1.00	0.99	1.00	1.00	
	0000	0000	9992	0682	9964	0000	7336	0000	9977	0000	0000	

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el tratamiento 7 presenta mayores diferencias significativas según los p-Value menores a 0.05.

Tabla 35. Prueba de Dunett; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Probabilidades aproximadas para el error de las pruebas post hoc. Pruebas (2-sided) Error: entre MS = 2.2678, df = 77.000.

Probabilidades aproximadas para el error de las pruebas post hoc: entre EM.

	TRATAMIENTO	{1} - 4.6364
1	1	
2	2	0.999998
3	3	0.999930
4	4	0.306783
5	5	0.989939
6	6	0.999998
7	7	0.011497
8	8	0.999930
9	9	0.999603
10	10	0.999930
11	11	1.000000
12	12	1.000000

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el tratamiento 7 presenta mayores diferencias significativas.

Tabla 36. Prueba de Duncan; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 2.2678, df = 77.000.

TRATAMIENTO	{1} - 4.6364	{2} - 4.8182	{3} - 4.3636	{4} - 3.4545	{5} - 5.0909	{6} - 4.8182	{7} - 6.6364	{8} - 4.9091	{9} - 4.3333	{10} - 4.9091	{11} - 4.7273	{12} - 4.7000
1		0.786505	0.650056	0.074285	0.526963	0.792594	0.004213	0.704567	0.637481	0.698078	0.887982	0.915703
2	0.786505		0.507980	0.050665	0.692164	1.000000	0.007513	0.894529	0.488297	0.887982	0.879769	0.854503
3	0.650056	0.507980		0.156147	0.313754	0.516034	0.001154	0.446965	0.959861	0.441808	0.586844	0.600892
4	0.074285	0.050665	0.156147		0.022642	0.053407	0.000016	0.042460	0.146242	0.040765	0.064912	0.066015
5	0.526963	0.692164	0.313754	0.022642		0.683842	0.011834	0.762261	0.297406	0.777587	0.603969	0.582648
6	0.792594	1.000000	0.516034	0.053407	0.683842		0.006640	0.887982	0.494587	0.879769	0.887982	0.861059
7	0.004213	0.007513	0.001154	0.000016	0.011834	0.006640		0.007012	0.001055	0.008620	0.005474	0.005265
8	0.704567	0.894529	0.446965	0.042460	0.762261	0.887982	0.007012		0.425947	1.000000	0.792594	0.769202
9	0.637481	0.488297	0.959861	0.146242	0.297406	0.494587	0.001055	0.425947		0.421931	0.566368	0.583723
10	0.698078	0.887982	0.441808	0.040765	0.777587	0.879769	0.008620	1.000000	0.421931		0.786505	0.762351
11	0.887982	0.879769	0.586844	0.064912	0.603969	0.887982	0.005474	0.792594	0.566368	0.786505		0.963881
12	0.915703	0.854503	0.600892	0.066015	0.582648	0.861059	0.005265	0.769202	0.583723	0.762351	0.963881	

Fuente: Elaboración propia.

d. Coeficiente de Variabilidad respecto a los tratamientos

El CV% fue de 24.70. Siendo CV% < 25%, se acepta el experimento.

4.3.2 Tratamiento térmico

Se replicó para el tratamiento térmico al pasteurizador continuo spray de agua, para lo cual se llenó los envases de vidrio con maca encurtida, luego se incorporó la salmuera caliente (85-90°C), se tapó manualmente y se sometió a calentamiento por 15 minutos a 90°C, posteriormente paso a la etapa de enfriamiento por 15 minutos. Según referencia, a la temperatura y tiempo de pasteurización de conserva de aceituna encurtida de informe de estudio de penetración de calor.

Para verificar la efectividad del tratamiento se realizó la evaluación de esterilidad comercial.

4.3.3 Rendimiento del proceso de elaboración de maca

Tabla 37. Rendimiento de elaboración de maca.

Operación	**Peso inicial (kg)**	**Peso final (kg)**	**Rendimiento (% p/p)**
Recepción Materia Prima	1000.0	1000.0	100.0
Selección	1000.0	950.0	95.0
Clasificado	950.0	950.0	100.0
Lavado	950.0	950.0	100.0
Desinfección	950.0	950.0	100.0
Cortado	950.0	712.5	75.0
Cocción	712.5	840.8	118.0
Acidificación	840.8	947.1	112.6
Envasado	947.1	947.1	100.0
Pasteurización	947.1	947.1	100.0
Almacenamiento	947.1	947.1	100.0

RENDIMIENTO TOTAL (% p/p)		95.0
	MERMA (% p/p)	5.0

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Caracterización del producto terminado mediante análisis fisicoquímico, microbiológico, bromatológico, fitoquimico, compuestos fenolicos y actividad antioxidante.

4.4.1 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.

4.4.2 Caracterización fisicoquímica de producto terminado

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

Tabla 38. 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.

Se realizó la caracterización química del producto terminado de la salmuera y del producto final, los análisis fueron de acidez, pH y cloruros.

Tabla 39. 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.

Tabla 40. Parámetros de salmuera de producto terminado.

Parámetros	Salmuera
pH	2.05 / 25°C
°Baumé	5.00 / 25 °C
% acidez (acética)	0.25

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Caracterización bromatológica del producto terminado

Los resultados del análisis bromatológico de la conserva de maca se muestran en la tabla 41. La metodología fue descrita en el ítem 3.5.

Tabla 41. Composición bromatológica de conserva de maca marinada en especies.

Análisis	Resultado
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: Resultado obtenido de laboratorio acreditado MQL.

4.4.4 Caracterización microbiológica de producto terminado

Los resultados del análisis microbiológico de la conserva de maca se muestran en la tabla 42.

Tabla 42. Esterilidad comercial de conserva de maca en especias 1.

Requisitos	**Límite permitido**	**Resultado**
Aerobios mesófilos a 35°C	Negativo	Satisfactorio
Anaerobios mesófilos a 35°C	Negativo	Satisfactorio
Aerobios mesófilos a 55°C	Negativo	Satisfactorio
Anaerobios mesófilos a 55°C	Negativo	Satisfactorio

Fuente: Resultado obtenido de laboratorio acreditado MQL.

4.4.5 Evaluación fltoquímica de producto terminado.

Tabla 43. 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	$FeCl_3$	+	0	Compuestos fenólicos
5	Gelatina	++	+	Taninos
6	Shinoda	+++	+++	Flavonoides
7	Rosenheim	++	+	Catequinas
	Borntrager	+	+	Compuestos antraquinónicos
8				
9	Lieberman-Burchardat	+	+	Compuestos triterpenoides
10	Ninhidrina	+++	++	Compuestos amino
11	Dragendorff	-	0	Alcaloides
12	Mayer	+	+	Alcaloides
13	Bertrand	+++	++	Alcaloides
14	Sonnenschein	+++	++	Alcaloides
15	Hidroxilamina	-	0	Compuestos carbonilos
16	Prueba de espuma	+	0	Saponinas
17	Vainillin sulfúrico	+	0	Heterósidos

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda: (-) Negativo o ausencia, (+) Leve, (++) Moderado, (+++) Abundante. Ver anexo 8.

4.4.6 Determinación de compuestos fenólicos

Se midió la concentración de compuestos fenólicos en el proceso de elaboración desde maca sancochada, maca encurtida en salmuera de producto intermedio y conserva de maca marinada.

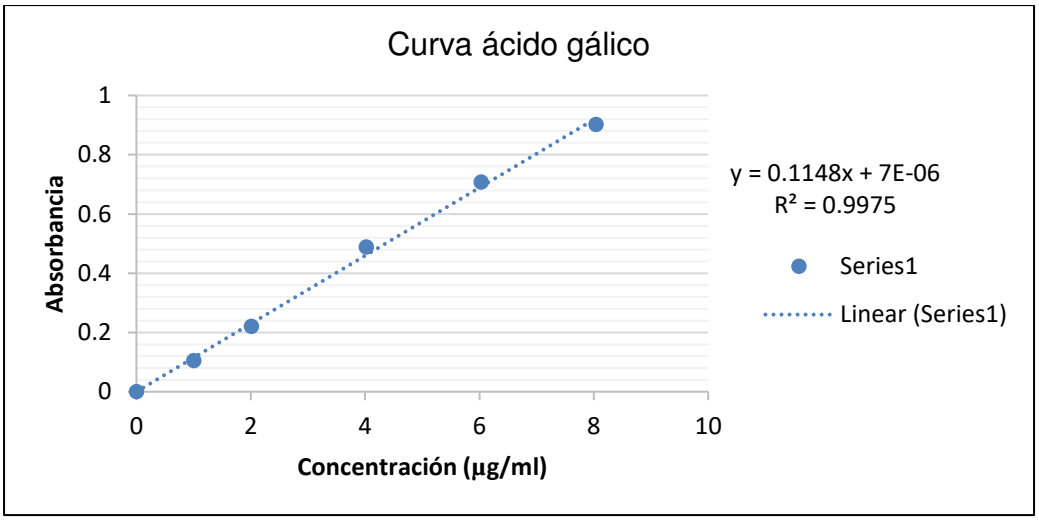

Figura 33. Curva de concentración de ácido gálico.

Tabla 44. Comparación de compuestos fenólicos en proceso de elaboración.

	Absorbancias			Concentración			Desviación Estándar	Promedio (mg ácido gálico/ g)
	A1	A2	A3	C1	C2	C3		
Maca sancochada	0.637	0.64	0.612	3.329	3.345	3.199	0.080	3.291

Producto intermedio	0.288	0.3	0.38	1.505	1.568	1.986	0.261	1.686
Producto terminado	0.364	0.423	0.377	1.902	2.211	1.970	0.162	2.028

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7 Determinación de actividad antioxidante.

Tabla 45. Datos de concentración trolox y su IC 50 (Anexo 9).

Concentración vial (µg/mL)	Concentración final (µg/mL)	Promedio Abs	%CRL	IC 50
18.75	6.25	0.025	95.778	
15.00	5.00	0.166	72.333	
11.25	3.75	0.271	54.889	3.38
7.50	2.50	0.386	35.722	
3.75	1.25	0.490	18.278	
DPPH	0.00	0.600	0	

Fuente: Elaboración propia.

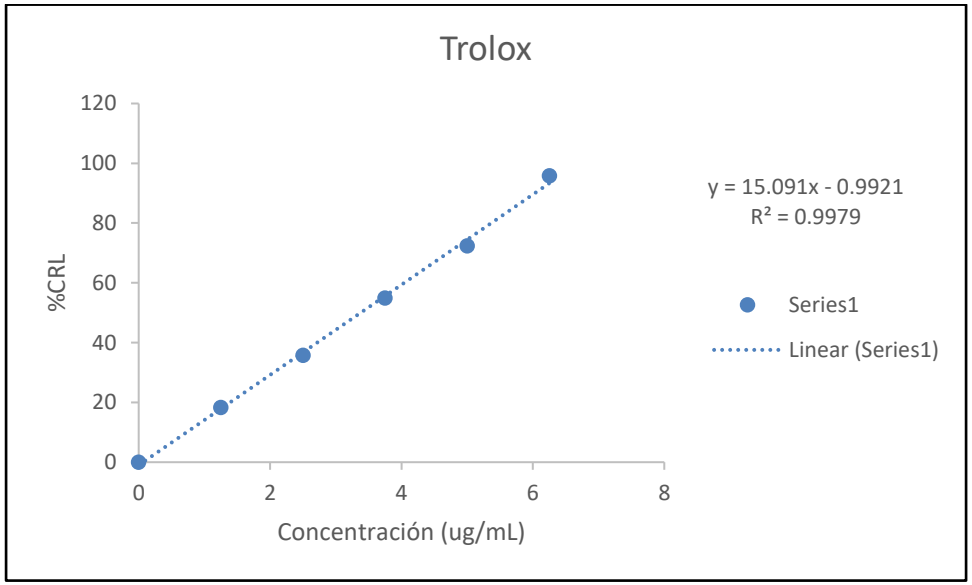

Figura 34. Concentraciòn de trolox vs % CRL.

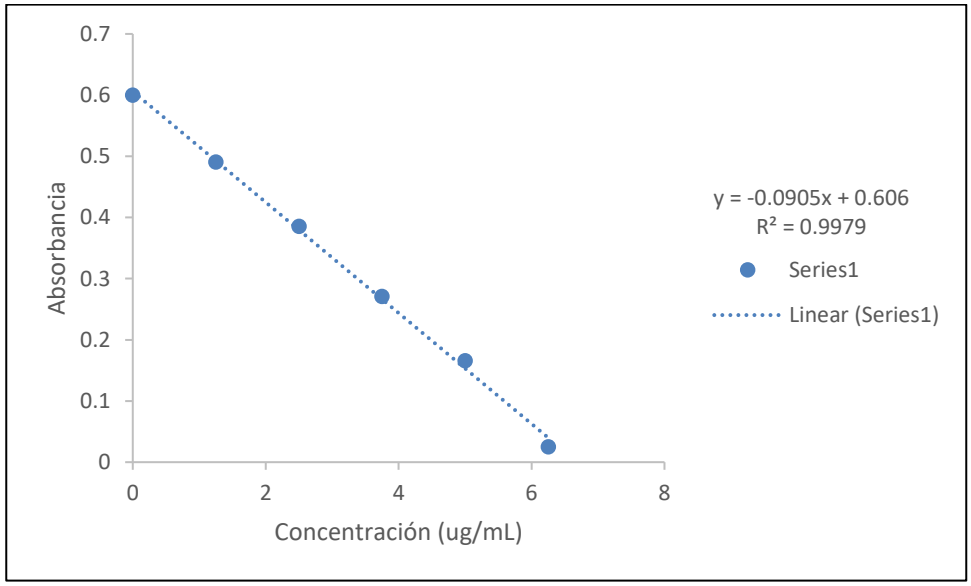

Figura 35. Concentración de trolox de concentración vs absorbancia.

Además:

Extracto de maca: 30 g de maca / 100 mL de solvente.

Para la solución stock para preparar las concentraciones:

Se tomó 1 mL de solución matriz y se completó hasta 4 mL con el solvente.

La concentración aproximada fue de 0.075 g de maca/ mL de solvente

Tabla 46. Absorbancias de muestras de extracto de encurtido de maca.

Concentración vial (g/mL)	Concentración final (g/mL)	Promedio Abs.	Abs. Blanco	Abs.Neta	%CRL	IC 50 (ug/mL)	Abs IC 50
0.050	0.017	0.108	0	0.108	82.423		
0.038	0.013	0.260	0	0.260	57.869	0.010	0.308
0.019	0.006	0.398	0	0.398	35.479		
0.009	0.003	0.485	0	0.485	21.255		
0.005	0.0016	0.544	0	0.544	11.790		
DPPH	0	0.616	0	0.616	0		

Fuente: Elaboración propia.

Se sabe que:

Absorbancia IC 50: 0.308

Por lo tanto en trolox son (µg/mL): 3.291

Maca (g) (IC50) Hay 1 mL y ese mL equivale a:
trolox (µg)

0.010 ……..> 3.291

1.000……...> 330.400

Hay aproximadamente 330.401 µg trolox/ g de maca encurtida.

4.5 Estimación del tiempo de vida útil de la conserva de maca encurtida en salmuera marinada en especias

Se determinó el tiempo de vida útil de la conserva de maca por el Método de Arrhenius, teniendo como indicador de deterioro el contenido de compuestos fenólicos descritos en el ítem 3.6.3.4.

Los resultados de los compuestos fenólicos en función del tiempo según la temperatura se muestran en la tabla N° 47, 48 y 49.

Se observó que la concentración de compuestos fenólicos en la conserva disminuye en relación al tiempo y tiene comportamiento lineal.

Tabla 47. Concentración de compuestos fenólicos a 35°C por 90 días de almacenamiento.

Día	Concentración			Desviación Estándar	Promedio
	1	2	3		
15	0.440	0.397	0.394	0.0258	0.4101
30	0.378	0.373	0.379	0.0033	0.3764
45	0.365	0.353	0.356	0.0065	0.3578
60	0.346	0.342	0.336	0.0052	0.3413
75	0.251	0.247	0.243	0.0036	0.2470
90	0.201	0.196	0.201	0.0030	0.1992

Fuente: Elaboración propia. Ver figura 81.

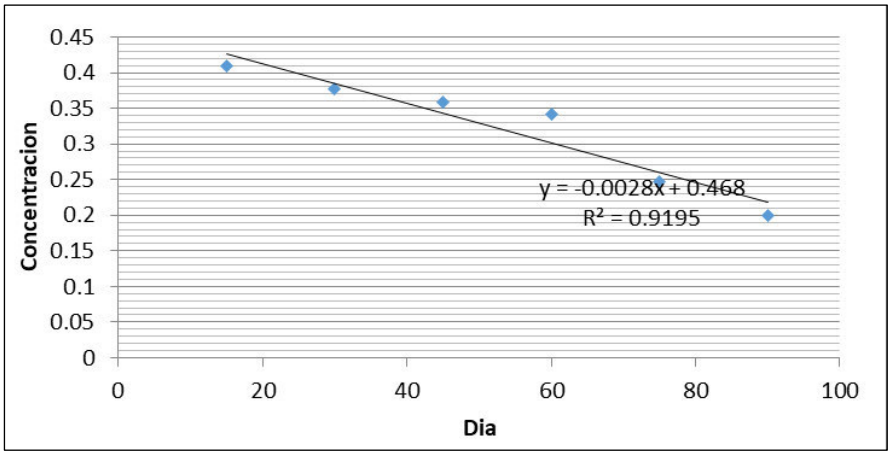

Figura 36. Concentración de compuestos fenólicos a 35°C.

Tabla 48. Concentración de compuestos fenólicos a 45°C por 80 días de almacenamiento.

Día	Concentración			Desviación Estándar	Promedio
	1	2	3		
10	0.444	0.476	0.558	0.0589	0.493
20	0.407	0.402	0.459	0.0144	0.423
30	0.412	0.385	0.390	0.0315	0.395
40	0.397	0.388	0.388	0.0054	0.391
50	0.339	0.352	0.349	0.0138	0.347
60	0,343	0.317	0.338	0.0071	0.332
70	0,313	0.262	0.244	0.0357	0.273
80	0,261	0.267	0.260	0.0034	0.263

Fuente: Elaboración propia.

Ver figura 81.

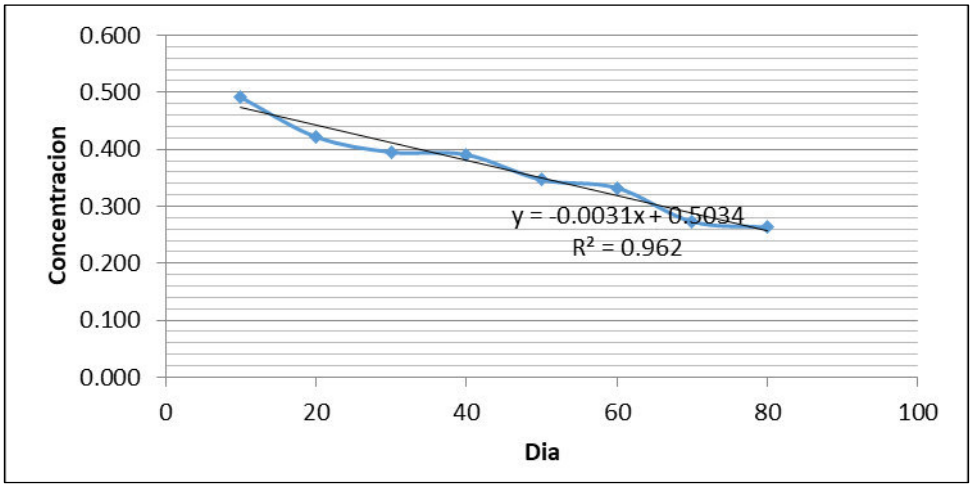

Figura 37. Concentración de compuestos fenólicos a 45°C.

Tabla 49. Concentración de compuestos fenólicos a 55°C por 56 días de almacenamiento.

Día	Concentración			Desviación Estándar	Promedio
	1	2	3		
7	0.387	0.402	0.392	0.0079	0.394
14	0.357	0.378	0.370	0.0105	0.369
21	0.307	0.293	0.301	0.0073	0.300
28	0.299	0.295	0.297	0.0020	0.297
35	0.286	0.297	0.288	0.0055	0.290
42	0.272	0.272	0.263	0.0048	0.269
49	0.269	0.236	0.259	0.0167	0.255
56	0.197	0.244	0.215	0.0237	0.219

Fuente: Elaboración propia.

Ver figura 81.

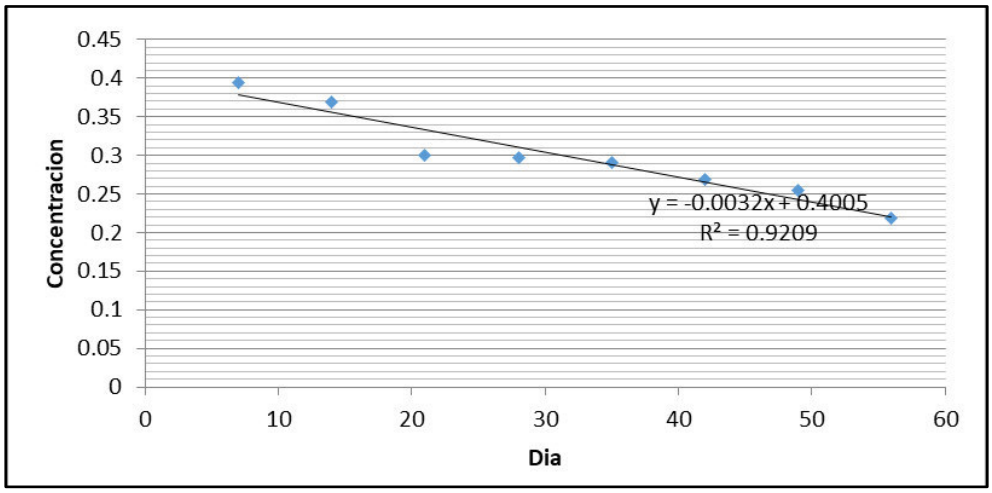

Figura 38. Concentración de compuestos fenólicos a 55°C.

Posteriormente con las graficas de cada temperatura se construye una grafica con temperatura vs lnK. Como se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 50. Datos de temperaturas en función de logaritmo neperiano de la pendiente de las ecuaciones de cada temperatura.

Temperatura (°C)	Temperatura (°K)	1/T ($°K^{-1}$)	k(dia^{-1})	lnk
35	308	0.00324675	0.0028	-5.88
45	318	0.00314465	0.003	-5.81
55	328	0.00304878	0.0032	-5.74

Leyenda:

1/T: Inversa de la temperatura en grados kelvin.

k: Pendiente de cada ecuación de la recta según cada temperatura.

lnk: Logaritmo neperiano de k.

Fuente: Elaboración propia.

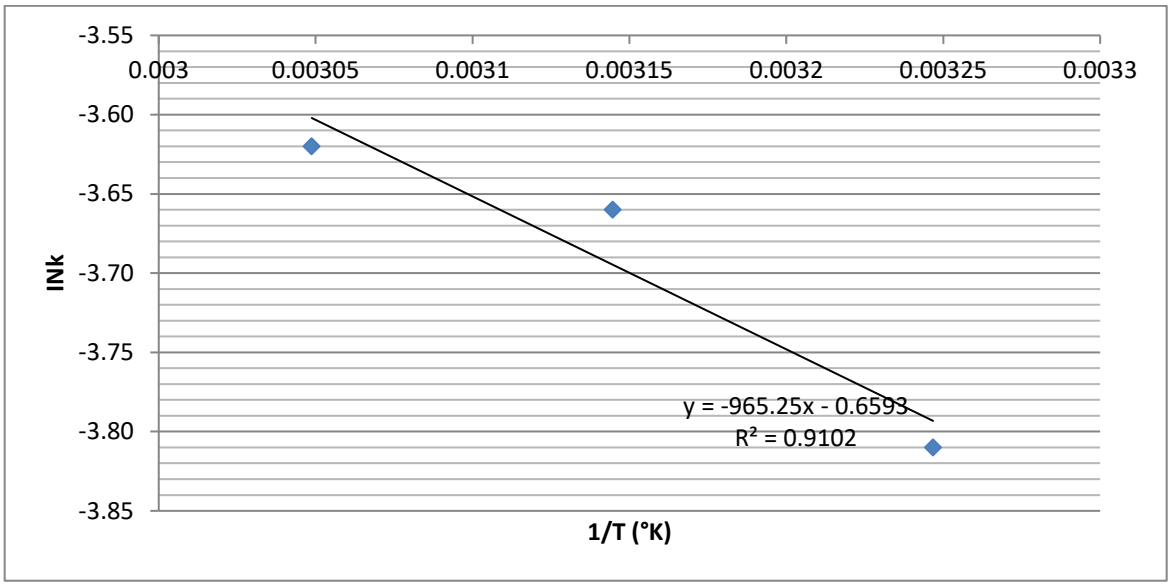

Figura 39. Gráfica de Logaritmo neperiano en función de 1/T.

La regresión lineal se presenta en la ecuación de la tabla 50. Con las constantes obtenidas de las pendientes de las ecuaciones y para las temperaturas estudiadas, se aplicó el modelo de Arrhenius.

Tabla 51. Datos para la aplicación del modelo de Arrhenius en la construcción de la ecuación para determinar la vida útil.

Ea	**5.8774992**
K0	0.0277256
Valor inicial*	2.028 mg ácido gálico
T°C	20
T°K	293
N	0
k20(dia-1)	0.00248331

Donde:

A partir de la ecuacion hallada: Y= 965.2x – 0,659

Pendiente = $\frac{Ea}{R}$

Intercepto: ln Ko

Leyenda:

k: Constante cinética de reacción

K0: Factor preexponencial

Ea: Energía de activación (Kj / mol)

R: Constante universal de los gases (0.008314 Kj / mol. K)

T°: Temperatura absoluta (Kelvin)

De la ecuación de la tabla 50, se puede construir la ecuación para determinar la vida útil a diferentes temperaturas de almacenamiento,

Tabla 52. Ecuación para el cálculo de vida útil de conserva de maca marinada en especies a 20°C.

1.014 = 2.028 mg/g extracto – 0.0024833*t t= 408.327 días

El tiempo de vida útil fue de 1 año y un mes.

Para verificar la inocuidad del producto se realizo evaluación microbiológica al año de elaboración, teniendo los siguientes resultados (Tabla 42). Además el producto no presento turbidez, ni presencia de gases y mantuvo el vacio.

Tabla 53. Resultados microbiológicos al año de vida útil

	Conserva de maca
Coliformes totales	<10 UFC/g
E. coli	<10 UFC/g
Aerobios mesófilos	<10 UFC/g
Mohos	<10 UFC/g
Salmonella	Ausencia

VI. DISCUSIÓN

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 lo reportado por Flores y Córdova (2006) quienes elaboraron una conserva de maca en almíbar con hipocótilos de 2.5 a 3.0 cm de diámetro. (Tabla 15) [8]

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)[8] quienes utilizaron maca fresca de ecotipos amarillo, reportando 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[60], 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% [3], estando dentro del rango recomendado entre 3.5 y 4% de concentración adecuada para inhibir completamente el crecimiento de levaduras[6]. 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 x 10^3 UFC/g de aerobios mesófilos, 5.0 x 10^2UFC/g de mohos, 2.6 x 10^2 UFC/g de levaduras, 8.0 x 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)[11], en la maca lavada, desinfectada y secada a 60°C por 24 minutos obtuvo valores de 3.8 x10^3 UFC/g hasta 2.3 x 10^5UFC/g en *aerobios mesófilos*, para el caso de mohos hasta 5.0 x 10 UFC/g, levaduras 1.5 x 10^2 UFC/g, no hubo crecimiento de patógenos ni coliformes. La diferencia de los resultados obtenidos respecto al 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 pasteurización 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 conserva de maca, fue verificado mediante análisis microbiológico de esterilidad comercial según normativa NTS N° 071[64],cuyo resultado fue “satisfactorio”, lo cual verifica la inocuidad del producto y acción letal del proceso aplicado (Tabla N°42).

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 (Tabla N° 41), 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.[10] 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[21]. Asimismo, la tabla nutricional de alimentos peruanos (2017)[62] 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.[61]

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 tripertenoides, 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 metabólitos secundarios, obteniendo en maca presencia de carbohidratos, flavonoides, aminoácidos libres, compuesto amino, alcaloides en mayor presencia y catequinas, taninos compuestos tripertenoides 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[14].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.[13]

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)[44], 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.[44]

El contenido de fenoles totales en producto terminado de conserva de maca fue de 2.028 mg acido gálico/g, siendo este menor que la cantidad que tuvo la maca solo con operación de cocción (3.29 mg acido gálico/g), pero mayor que el contenido de maca encurtida como producto intermedio (1.68 mg acido gálico/g); esto se debe que en la etapa de acidificación por adición de salmuera, se extraen compuestos fenólicos y en la conserva como producto terminado se adiciona miel y especias que aportan compuestos fenólicos. Estos resultados fueron comparados con los reportados por Doroteo (2013)[9] de análisis de actividad antioxidante y compuestos fenólicos en *Lepidium meyenii* que obtuvo 9,3 mg acido gálico/g, los cual evidencia la alta concentración de compuestos fenólicos en maca seca, esta diferencia se debe al procesamiento que tiene la conserva de maca fresca por las operaciones de cocción, acidificación y pasteurización. Por otro lado, el consumo recomendado de polifenoles por día es 1365,1mg, en la población española según estudio de Nutrición[15]. El consumo de la conserva en estudio aporta 14.85% en una porción de 100 g.

Finalmente, el tiempo estimado de vida útil de la conserva de maca encurtida mediante prueba acelerada por método de Arrhenius[59] fue de 1 año en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente, monitoreada por la cantidad de compuestos fenólicos como indicador de deterioro, considerando de este indicador desde un punto de vista nutricional, pero desde un punto de vista de inocuidad el producto tiene una duración de 1 año y seis meses, el cual fue determinado por el método directo de evaluación microbiológica de aerobios mesófilos, coliformes, mohos, levaduras y Salmonella al año y seis meses. No hay resultados reportados de vida útil de este producto. Vargas G., Paul (2017)[62] obtuvo 6.4 meses como tiempo de vida útil en encurtido de rocoto por prueba acelerada, cuyo indicador de deterioro fue crecimiento de levaduras. Cabe mencionar que las conservas de encurtidos comerciales expendidos en los centros comerciales tienen un tiempo de vida útil entre 1 a 2 años.

7. CONCLUSIONES

- Se elaboró una conserva tipo encurtido de maca (*Lepidium peruvianum G. Chacón*) en salmuera marinada con especias peruanas, que cumple los requisitos microbiológicos y fisicoquímicos 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 especies 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 páprika, 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, fitoquimicamente hubo presencia de carbohidratos, compuestos fenólicos, flavonoides, catequinas y aminoácidos libres; el contenido de compuestos fenolicos fue de 2.08 mg ácido gálico/g y 330.401 µg trolox/g para actividad antioxidante.
- Se estimo la vida útil de 1 año y mes de la conserva de maca tipo encurtido mediante método acelerado basado en la concentración de compuestos fenólicos.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar la validación de tratamiento térmico de maca encurtida con especies marinada, para fines de comercialización y exportación.
- Determinar el tiempo de vida útil por método directo (tiempo real) con otros indicadores como textura, color, predicción microbiológica entre otros.
- Elaborar un encurtido de maca incluyendo la etapa de pelado químico.
- Elaborar otro tipo de marinado del encurtido usando hierbas aromáticas oriundas del Perú como muña, huacatay y chincho.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Publicación MINCETUR. Maca. Toronto (2016)
2. 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/.
3. Breidt JR., Hayes J.S., McFeeters RF. Independent effects of acid and pH on survival of Escherichia coli in simulated acidiifed pickle products. J.Food Prot. 2004; 67(1).12-18.
4. Lau MH., Tang J., Swanson BG. Kinetics of textural and color changes in green asparagus during thermal treatments. J. Food Eng. 2000; 45(2000). 231-236
5. Ingram MF., Ottoway JH., Coppock JB. The preservative action of acid substances in food. Chem Ind,London. 1956; 42(1).
6. Yamamoto Y., Higashi K., Yoshii H. Inhibitory activity of organic acids on food spoilage bacteria. (Studies on growth inhibition of food spoilage microorganisms for low salt foods). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 1984; 31(8):525-530
7. Martinez F. Fabricación de encurtidos de pepinillo. Primera Edición. Madrid: Ministerio de Agricultura pesca y alimentación. 1988.
8. 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.
9. Doroteo VH, Díaz C, Terry C, Rojas R. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante *in vitro* de 6 plantas peruanas. Rev. Soc. Quim (Perú). 2013, marzo. 79(1).
10. 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.
11. 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).
12. 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 Bioquimica; 2007.

13. 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).
14. Chacón G. Estudio fotoquímica de *Lepidium meyenii* Walp. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima- Perú. 1961.
15. 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).
16. Mostacero J, Mejía F, Gamarra O. Fanerógamas del Perú. Primera Edición. Trujillo: CONCYTEC. 2009.
17. Brack A. Diccionario Enciclopédico de plantas Útiles del Perú. Primera Edición. Lima: PNUD.1999.
18. Brack A. Atlas tesoros del Perú-Frutos. Primera Edición. Lima: UNIMUNDO SAC. (2011).
19. Cabieses F. Maca y la puna. Primera Edición. Lima: Universidad San Martin de Porres (1997).
20. Dini A, Migli G, Rastrelli L, Saturnino P y Schettino O. Chemical Composition of Lepidium meyeni. Wood Chemistry 49:347-349, 1994.
21. Instituto Nacional de INCAP. Composición química a alimentos consumidos en el Perú. Ministerio de Salud. (1981)
22. Programa Nacional de Promoción de Biocomercio. Perú. Naturals Products. Segunda edición. Lima: Promperu. (2008).
23. Zhen BL, He K, Kim CH, Rogers L, Yu S, Huan ZY, et al . Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior inmice and rats. Rev Urology. 2000; 55(4).
24. Muhammad I., Zhao J., Dunbar C., Khan I. Constituents of *Lepidium meyenii* (maca). Phytochemistry. 2002; 59: 105 (1).
25. Cabieses F. Maca y la puna. Primera Edición. Lima: Universidad San Martin de Porres (1997).
26. Olivares L, Betanzos G, Sumaya M. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Investigación y ciencia. 2010; 18(50): 10-15.
27. Iglesias J. Diseño de ingredientes antioxidantes de origen natural y su aplicación en la estabilización de productos derivados de la pesca [Tesis].

28. Wright J, Johnson E, Dilabio G. Predicting the activity of phenolic antioxidants: theoretical method, analysis of substituent effects, and application to major families of antioxidants. J Am Chem Soc. 2001; 123(1): 1173-1183.
29. Peñarrieta J, Tejeda L, Mollinedo P, Vila J, Bravo J. Phenolic Compounds in Food. Rev Boliv Quím. 2014; 31(2): 68-81.
30. Kozubek A,Tyman J. Resorcinolic lipids, the natural non-isoprenoid phenolic amphiphiles and their biological activity. Chemical Reviews. 1999; 99: 1-26.
31. Escamilla C, Cuevas E, Guevara J. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. RevFacMed UNAM. 2009; 52(2): 73-75.
32. Gould, KS., Lister, C. Capítulo 8: Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications. Estados Unidos. Editado por Andersen, OM., Markham KR. Taylor y Francis Grupo; 2006, p. 398.
33. Groot H, Rauen U. Tissue injury by reactive oxygen species and the protective effects of flavonoids. Fundam ClinPharmacol. 1998; 12(3): 249- 255
34. Sudheesh S, Sandhya C, Sarah K, Vijayalakshmi N. Antioxidant activity of flavonoids from solanummelongena. Phyto Research. 1999; 13(1): 393- 396.
35. Rosas K. Análisis de los principios activos en *Calendula officinalis* y *Camellia sinesis* [Tesis para optar el título profesional]. México D.F: Instituto Politécnico Nacional; 2009.
36. Codex Alimentarius. Norma para frutas y hortalizas encurtidas. Suiza: FAO/OMS; 2007. (Serie de Normas técnicas).
37. 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.
38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. 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.

42. 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.
43. 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.
44. Ministerio de Salud. Norma sanitaria aplicable a la fabricación de alimentos envasados de baja acidez y acidificados destinados al consumo humano. Perú: MINSA/DIGESA; 2008. (Serie de Normas técnicas).
45. Ministerio de Agricultura. Fabricación de encurtidos de pepinillo. Argentina: Dirección general de investigación y capacitación agraria. 1988.
46. AOAC.981.12. Determinación de pH. Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis. Kansas City. Metrohm-Peak. 2005.
47. AOAC.948.15. Determinación de ácidez. Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis. Kansas City. Metrohm-Peak. 2005.
48. AOAC.915.01. Determinación de cloruros. Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis. Kansas City. Metrohm-Peak. 2005
49. Lock O. Investigación fotoquímica. Fondo editorial de PUC.2006.
50. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method990.12. Aerobic Plate Count in Foods. Oficial Methods of Analysis of AOAC Internacional. 17 Ed. AOAC Internacional, Gaithersburg, MD.
51. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method997.02. Yeast and Mold Counts in Foods. Official Methods of Analysis of AOAC Internacional. 17 Ed. AOAC Internacional, Gaithersburg, MD.
52. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method989.10. Bacterial and Coliform counts in Dairy Products. Official Methods ofanalysis of AOAC Internacional. 17 Ed. AOAC Internacional, Gaithersburg,MD.
53. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method2014.01.Salmonella in Foods. Methods ofanalysis of AOAC Internacional. 17 Ed. AOAC Internacional, Gaithersburg, MD.
54. Carbajal LM, Ospina N, Martinez OL, Ramirez 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).

55. 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.
56. AOAC. 980.30. Peso escurrido Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis. Kansas City. Metrohm-Peak. 2005.
57. Williams WB, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Rev. Food science and technology.1995; 28 (1).
58. Swain T., Hillis, W. The phenolic constituets of *Prunus domestica*, L – the quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1959;10(1):63-68.
59. 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.
60. NTP 209.100.1976. Especies y condimientos. Encurtidos. 1° Edición. 2010.
61. Reyes M., Gómez P., Espinoza C. Tabla Peruana de Composición de Alimentos. Primera Edición. Lima: MINSA. (2017).
62. Badui S. Química de los Alimentos. Cuarta Edición. México: Pearson Educación. (2006).
63. Vargas G. Evaluación de la preservación del encurtido de rocoto (*Capsicum pubescens*), mediante la utilización de lactosuero acido como liquido de gobierno. [Tesis para optar el título profesional]. Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 2017.
64. 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: MINSA/DIGESA; 2003. (Serie de Normas técnicas).

10. ANEXOS

ANEXO1

Evaluaciones microbiológicas durante la elaboración del encurtido de maca fresca

A. Evaluación microbiológica de la maca después de la desinfección y cocción:

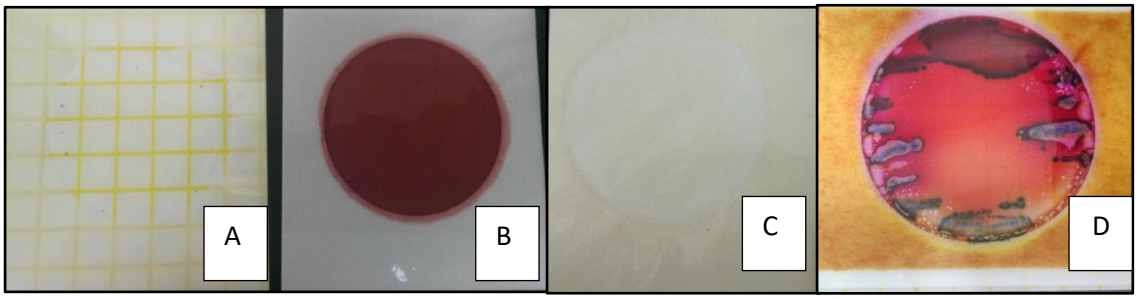

Figura 40**.** Análisis microbiológico de maca cocinada a 100 °C por 30 minutos. A. *Aerobios mesofilos, B. Coliformes y E.coli y C. Mohos y levaduras*. D. *Salmonella sp.*

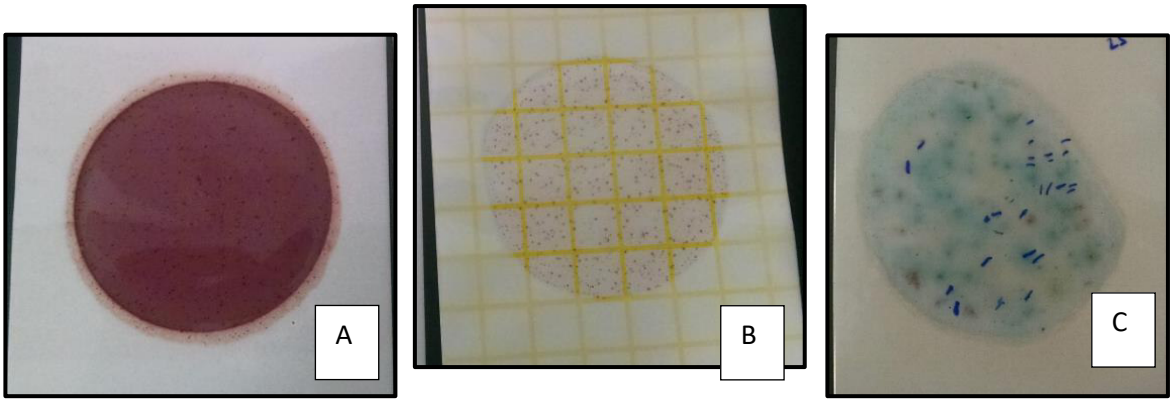

Figura 41. Análisis microbiológico de maca desinfectada a 50 ppm de hipoclorito de sodio.

B. Evaluación microbiológica de maca en el proceso de encurtido

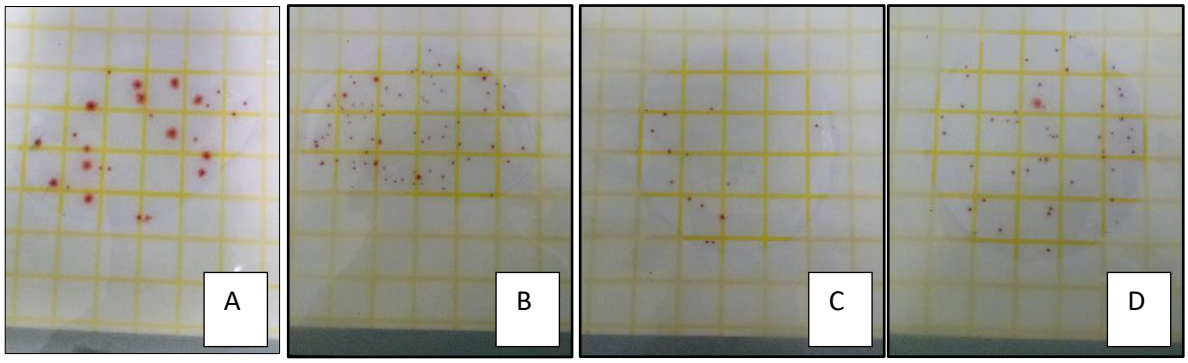

Figura 42. Primera evaluación microbiológica de encurtido de maca con cascara. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Aerobios mesófilos.* A. Salmuera1, B. Salmuera2, C. Salmuera 3 y D. Salmuera4.

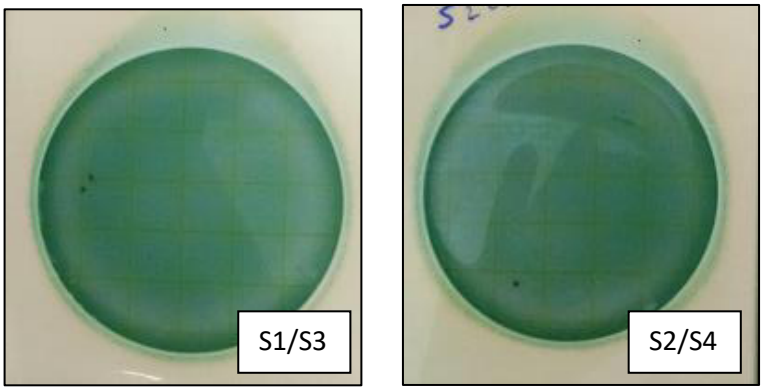

Figura 43. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Bacterias acido lácticas* por cómposito. A. Salmuera S1/ S3 y B. Salmuera S2/ S4.

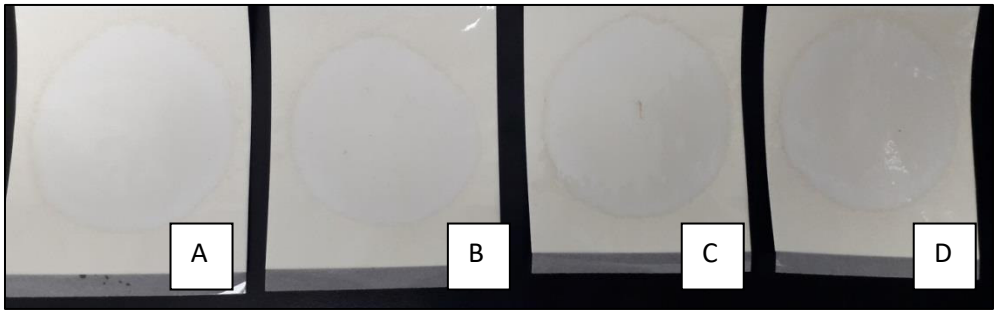

Figura 44. Primera evaluación microbiológica de encurtido de maca con pelado químico. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con pelado químico. Análisis de *Mohos y levaduras.* A. Salmuera, B. Salmuera2, C. Salmuera 3 y D. Salmuera4.

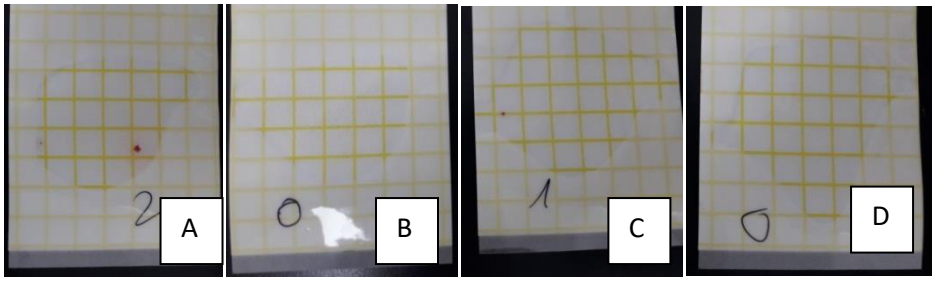

Figura 45. Primera evaluación microbiológica de encurtido de maca con pelado químico. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con pelado químico. Análisis de *Aerobios mesofilos.* A. Salmuera, B. Salmuera2, C. Salmuera 3 y D. Salmuera4.

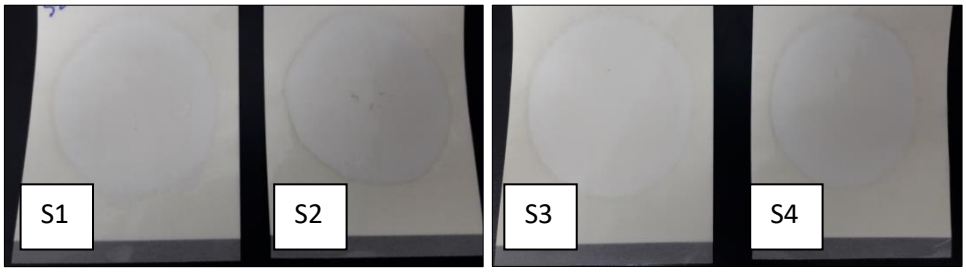

Figura 46. Análisis de *Mohos y levaduras* en encurtido de maca con cascara en 4 tipos de salmueras.

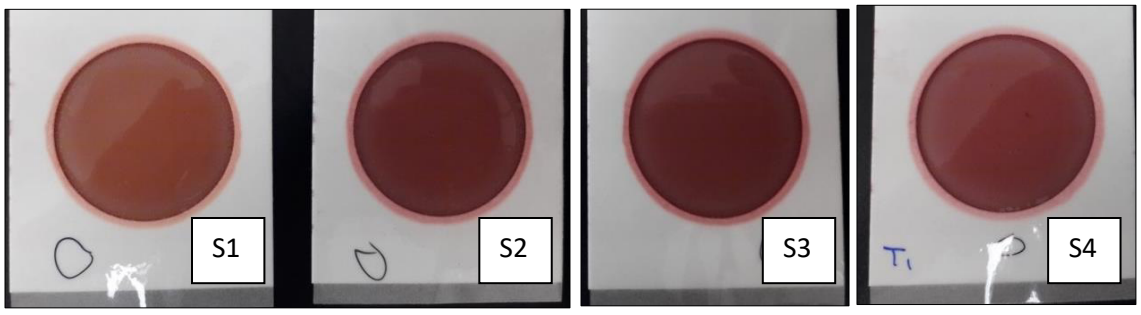

Figura 47. Análisis de *Coliformes* en encurtido de maca con cascara en 4 tipos de salmueras.

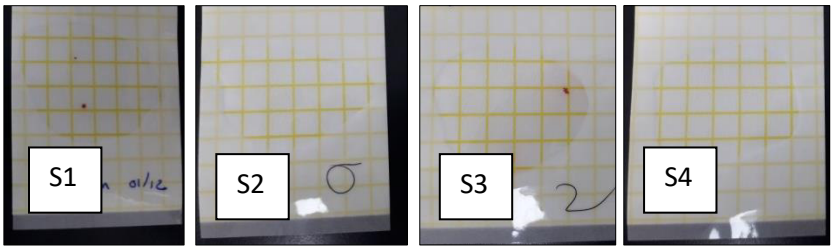

Figura 48. Análisis de Aerobios mesofilos en encurtido de maca con cascara en 4 tipos de salmueras.

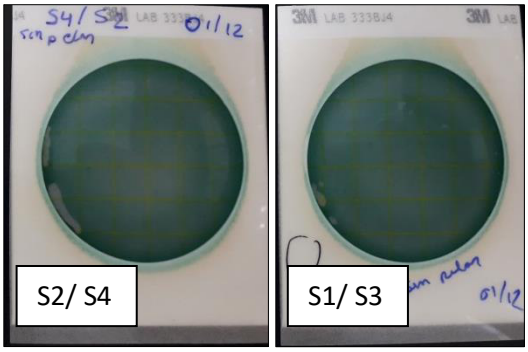

Figura 49. Análisis por cómposito de *Bacterias ácido lácticas* en encurtido de maca con cascara en 4 tipos de salmueras.

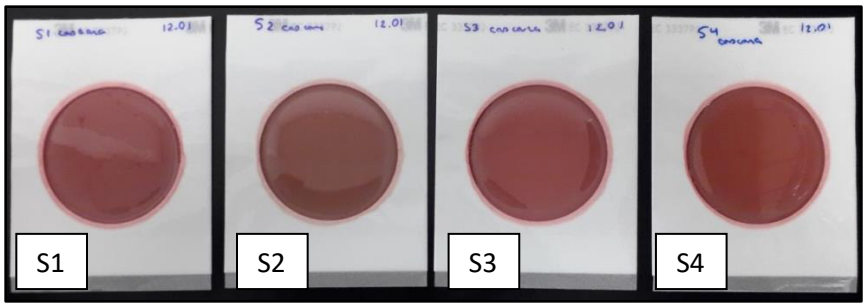

Figura 50. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Coliformes.*

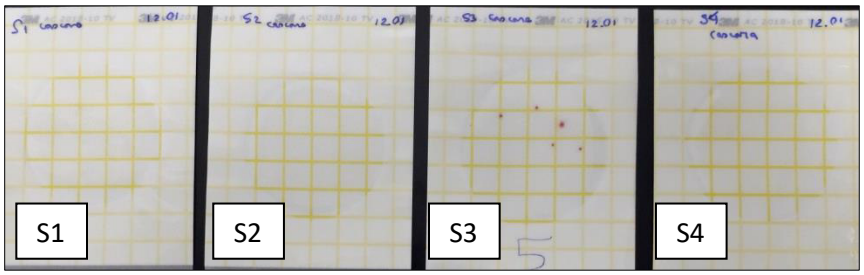

Figura 51.Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Aerobios mesofilos.*

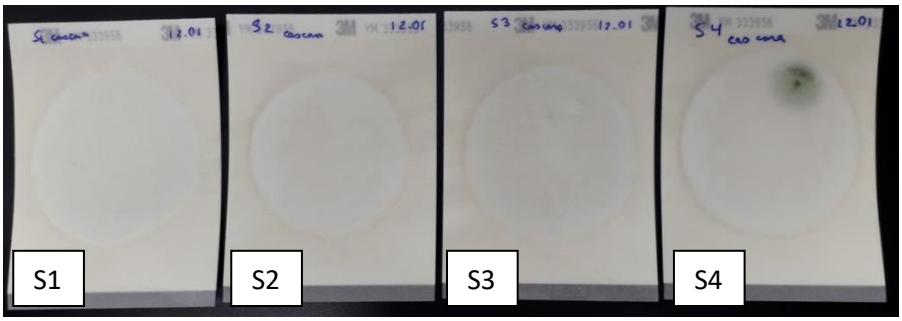

Figura 52. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con cascara. Análisis de *Mohos y levaduras.*

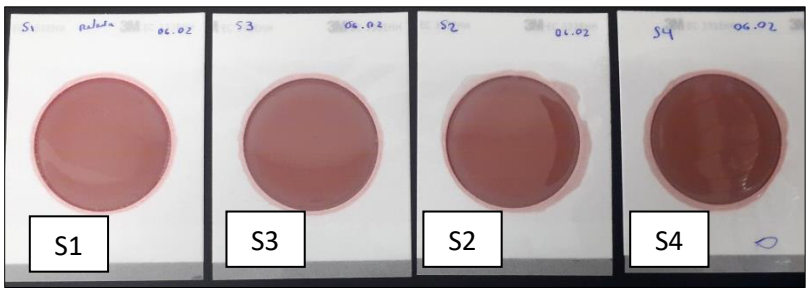

Figura 53. Encurtidos de maca en 4 tipos de salmueras de maca con pelado químico. Análisis de *Coliformes.*

ANEXO 2

DEFECTOS MECÁNICOS DE *Lepidium peruvianum*



c

Figura 54. Defectos de maca. Presencia de heridas, magulladuras, defecto de color, defecto de piel y con podredumbre.

ANEXO 3.

ECOTIPOS DE MACA



Figura 55. Los ecotipos de maca son según la coloración y tenemos: Amarilla, negra, roja y blanca.

ANEXO 4.

ELABORACIÓN DE ENCURTIDO DE MACA.



Figura 56. Producto intermedio de maca sin pelado químico en salmuera. A. Maca en salmuera 3. B. Maca en salmuera 1.



Figura 57. Tratamiento de maca sin pelado químico con las diferentes salmueras.



Figura 58. Producto intermedio con tratamiento de pelado químico en Salmuera S2, S3 y S4.

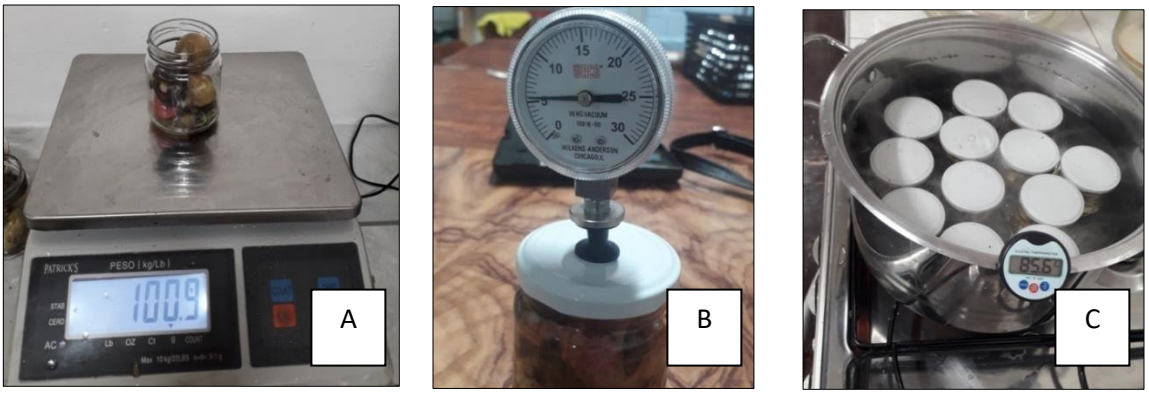

Figura 59. Etapas de proceso. A. Llenado de peso de drenado en conserva de maca. B. Determinación de vacío. C.

ANEXO 5

TIPOS DE MARINADOS DE CONSERVA DE ENCURTIDO DE MACA



Marinado en especias 2 de maca con pelado químico.



Marinado en especies 1 de maca con pelado químico



Marinado en especies 2 sin pelado químico



Marinado dulce sin pelado química

Figura 60. Tipos de marinados de encurtido de maca.

ANEXO 6.

ANÁLISIS FITOQUÍMICO DE ENCURTIDO DE PRODUCTO INTERMEDIO

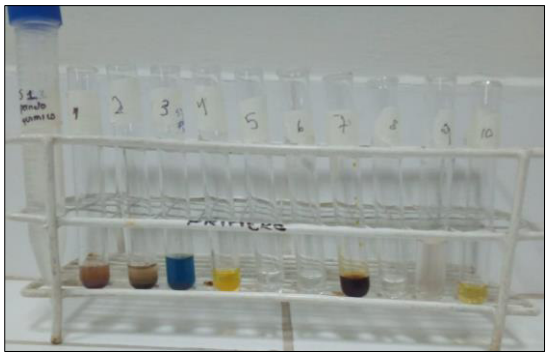

Figura 61. Determinación fitoquímico de maca en salmuera con pelado químico.

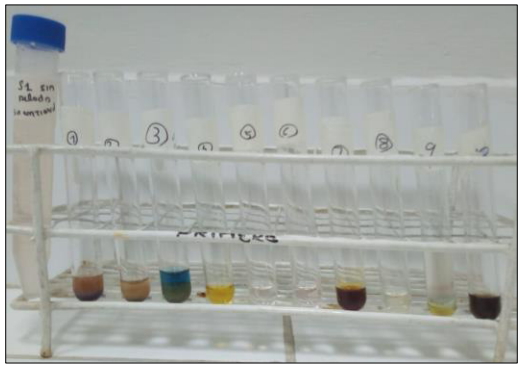

Figura 62. Determinación fitoquímico de maca en salmuera sin pelado químico y sin antioxidantes (1-10).



Figura 63. Determinación fitoquímico de maca en salmuera sin pelado químico y sin antioxidantes (11-17).

ANEXO 7.

VIDA ÚTIL

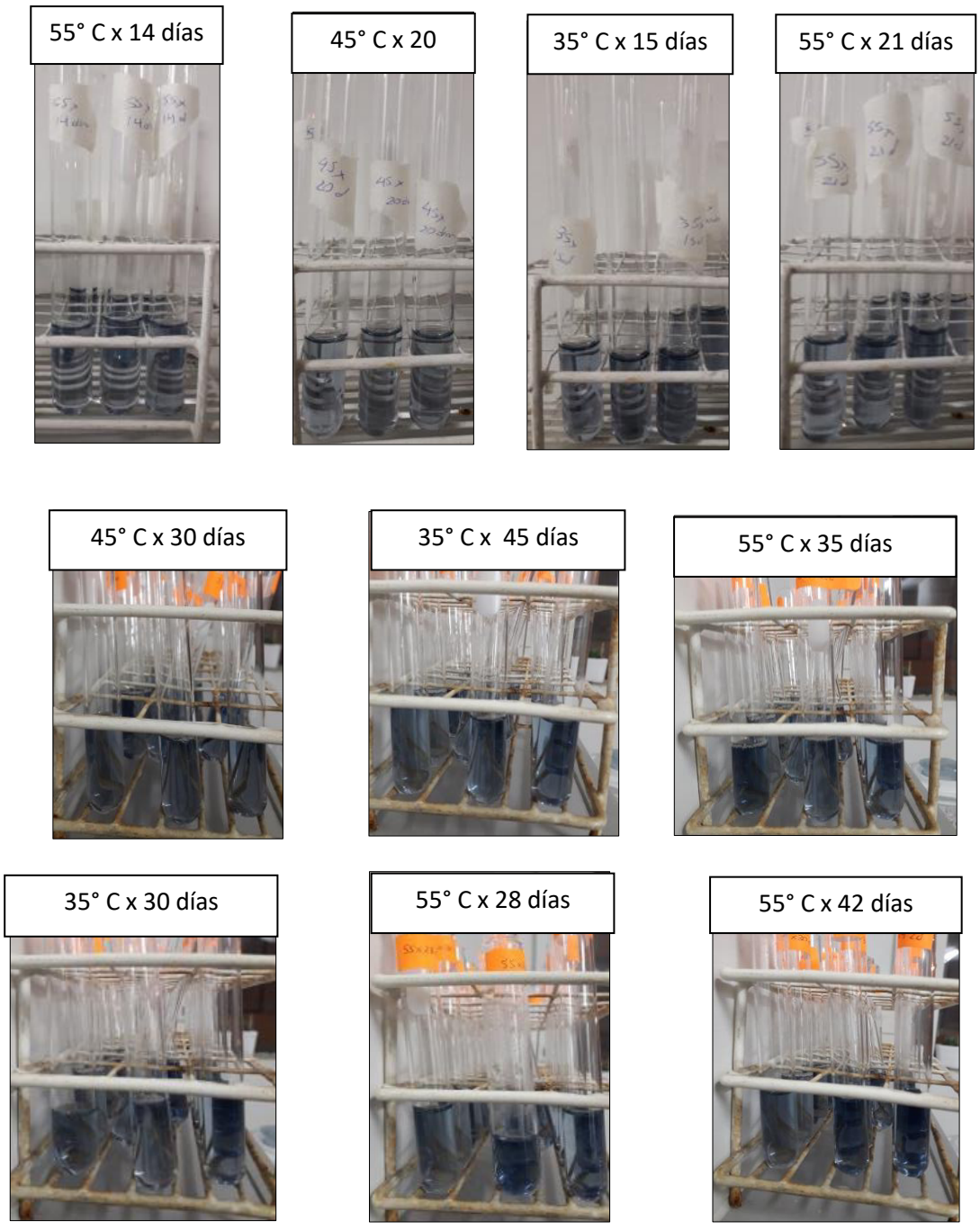

Figura 64. Análisis de vida útil por evaluación de compuestos fenólicos de encurtido de maca a las diferentes temperaturas y tiempos de evaluación.



Figura 65. Maca en incubadora de 35°C para evaluación de tiempo de vida útil por método acelerado.

ANEXO 8

ANÁLISIS FITOQUÍMICO DE PRODUCTO TERMINADO DE CONSERVA MARINADA.



Figura 66. Determinación fitoquímica de producto terminado. (1-10)

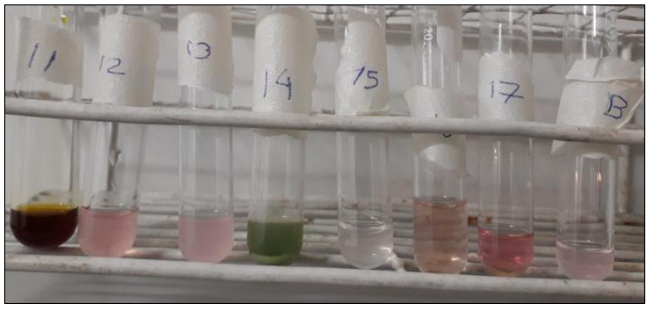

Figura 67. Determinación fitoquímica del 11 al 17 de producto terminado.

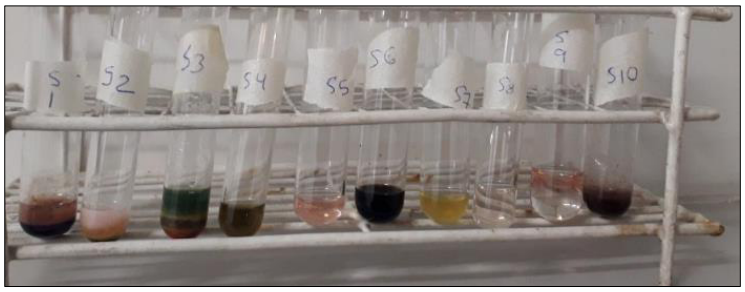

Figura 68. Determinación fitoquímica de salmuera de P.T. Reacciones del 1 al 10.

ANEXO 9.

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

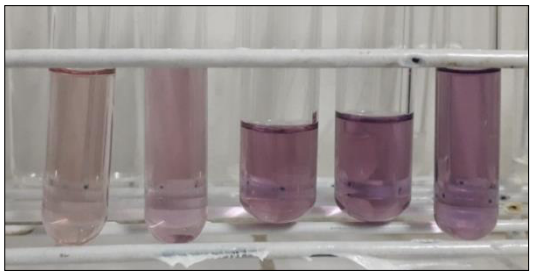

Figura 69. Actividad antioxidante de diluciones de muestra de producto terminado de encurtido de maca.

ANEXO 10.

CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA FRUTAS LAVADAS, DESINFECTADAS Y ENCURTIDO EN SALMUERA.

XIV.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas) refrigeradas y/o congeladas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10^4	10^6
Escherichia coli	5	3	5	2	10	10^2
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
Listeria monocytogenes (*)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas).						
XIV.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^2	10^3
Levaduras	2	3	5	2	10^2	10^3
Escherichia coli	5	3	5	2	10	5×10^2
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
XIV.4 Frutas y hortalizas en vinagre, aceite o salmuera o fermentadas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Levaduras	3	3	5	1	10^3	10^4

Figura 70. Parámetros microbiológicos de frutas y hortalizas frescas y frutas en salmuera.

ANEXO 11.

REFERENCIA DE CODEX DE ADITIVOS ALIMENTARIOS PERMITIDOS PARA ENCURTIDOS EN SALMUERA.

ÁCIDO CÍTRICO

SIN 330 Ácido cítrico — Clases Funcionales: Reguladores de la acidez, Antioxidantes, Agentes de retención de color, Secuestrantes

No. Cat. alim	Categoría de alimento	Dosis máxima	Notas	Año Adoptada
01.1.2	Otras leches líquidas (naturales / simples)	BPF	407	2018
01.2.1.2	Leches fermentadas (naturales / simples) tratadas térmicamente después de la fermentación	BPF		2013
01.4.1	Nata (crema) pasteurizada (natural / simple)	BPF		2013
01.4.2	Natas (cremas) esterilizadas y UHT, natas (cremas) para batir o batidas y natas (cremas) de contenido de grasa reducido (naturales / simples)	BPF		2013
01.6.6	Queso de proteínas del suero	BPF		2006
02.1.1	Aceite de mantequilla (manteca), grasa de leche anhidra, "ghee"	BPF	171	2006
02.1.2	Grasas y aceites vegetales	BPF	15 & 277	2014
02.1.3	Manteca de cerdo, sebo, aceite de pescado y otras grasas de origen animal	BPF		2014
04.2.1.1	Hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas [(incluida la soja)] y áloe vera), algas marinas y nueces y semillas frescas no tratadas	BPF	262 & 264	2013
04.2.2.1	Hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas y áloe vera), algas marinas y nueces y semillas congeladas	BPF	242, 262, 264 & 265	2013

Figura 71. Dosis máximas de aditivo acido cítrico.

No. de Categoría de alimento 04.2.2.7 — **Productos a base de hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas y áloe vera) y algas marinas fermentadas, excluidos los productos fermentados de soja de las categorías 06.8.6, 06.8.7, 12.9.1, 12.9.2.1 y 12.9.2.3**

Aditivo	SIN	Año Adoptada	Dosis máxima	Notas
ACESULFAME DE POTASIO	950	2008	1000 mg/kg	188
ACETATO DE SODIO	262(i)	2013	BPF	
ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL	260	2013	BPF	
ÁCIDO ALGÍNICO	400	2013	BPF	
ÁCIDO ASCÓRBICO, L-	300	2013	BPF	
ÁCIDO CÍTRICO	330	2013	BPF	
ÁCIDO FUMÁRICO	297	2013	BPF	
ÁCIDO LÁCTICO, L-, D- y DL-	270	2013	BPF	
ÁCIDO MÁLICO, DL-	296	2013	BPF	
ALGA EUCHEUMA ELABORADA	407a	2013	BPF	
AMARILLO OCASO FCF	110	2008	200 mg/kg	92
ASCORBATO DE SODIO	301	2014	BPF	
ASPARTAMO	951	2008	2500 mg/kg	161 & 191
AZUL BRILLANTE FCF	133	2009	100 mg/kg	92 & 161
BENZOATOS	210-213	2001	1000 mg/kg	13

Figura 72. Lista de aditivos permitidos para la siguiente clasificación de alimentos.

ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL

SIN 260 Ácido acético, glacial Clases Funcionales: Reguladores de la acidez, Sustancias conservadoras

No. Cat. alim	Categoría de alimento	Dosis máxima	Notas	Año Adoptada
01.6.6	Queso de proteínas del suero	BPF		2006
04.2.1.1	Hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas [(incluida la soja)] y áloe vera), algas marinas y nueces y semillas frescas no tratadas	BPF	262 & 263	2013
04.2.2.1	Hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas y áloe vera), algas marinas y nueces y semillas congeladas	BPF	262 & 263	2013
04.2.2.7	Productos a base de hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas y áloe vera) y algas marinas fermentadas, excluidos los productos fermentados de soja de las categorías 06.8.6, 06.8.7, 12.9.1, 12.9.2.1 y 12.9.2.3	BPF		2013

Figura 73. Dosis máximas de aditivo acido acético glacial.

ÁCIDO LÁCTICO, L-, D- y DL-

No. Cat. alim	Categoría de alimento	Dosis máxima	Notas	Año Adoptada
01.4.1	Nata (crema) pasteurizada (natural / simple)	BPF		2013
01.4.2	Natas (cremas) esterilizadas y UHT, natas (cremas) para batir o batidas y natas (cremas) de contenido de grasa reducido (naturales / simples)	BPF		2013
01.6.6	Queso de proteínas del suero	BPF		2006
04.2.1.1	Hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas [(incluida la soja)] y áloe vera), algas marinas y nueces y semillas frescas no tratadas	BPF	262 & 264	2013
04.2.2.1	Hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas y áloe vera), algas marinas y nueces y semillas congeladas	BPF	262 & 264	2013

Figura 74. Dosis máximas de aditivo acido láctico.

ANEXO 12.

EVALUACIÓN SENSORIAL.

Tabla53. Resultados de evaluación sensorial de atributo de sabor para encurtido de maca.

TRATAMIENTOS (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	suma	
JUECES (b)	245	893	95	387	543	166	805	89	631	914	189	703	Y.j	$Y.j^2$
1	4				6				6				16	256
2		6					5				6		17	289
3	4				4			5					13	169
		6							1	5			12	144
5			5	7				5					17	289
6				1				3	6				10	100
7				6		4		6					16	256
8	8		3		5								16	256

9				4		8		6					18	324
10	3				6				1				10	100
11		5	3					5					13	169
12							7		2	5			14	196
13							7		6	4			17	289
14				4				4		6			14	196
15				2				5		5			12	144
16			3			6			6				15	225
17		8					8			5			21	441
18	4				3					6			13	169
19			3			5			6				14	196
20				4						4	1		9	81
21				4						5	4		13	169
22		1					6					3	10	100
23	3		4		3								10	100
24		3		4						5			12	144
25								5	5		6		16	256
26	5						6			4			15	225
27	4								6		5		15	225
28					6	3					2		11	121
29			2		6	6							14	196
30		4					7					3	14	196
31						2					6	3	11	121
32	8		7		6								21	441
33			7		6						5		18	324
34		8				5	7						20	400
35			4			4	7						15	225
36						6		5			2		13	169
37			5								4	4	13	169
38		3									4	5	12	144
39		3					6					7	16	256
40				3	5							5	13	169
41						4			2			5	11	121
42	5							5				6	16	256
43	3						7					5	15	225
44		6		4								6	16	256
Yi.	51	53	46	43	56	53	73	54	47	54	45	52	627	Y..

Tabla 55: Ficha de análisis sensorial de encurtido de maca.

FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL			
Por favor, escriba el código de cada muestra. Luego, observe, pruebe y marque con un aspa (X) en el recuadro de la escala del 1 al 9, según su **PREFERENCIA** respecto a los atributos de sabor y apariencia general.			
CODIGO DE MUESTRA	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Escala	**Sabor**	**Sabor**	**Sabor**
1. Me gusta demasiado			
2. Me gusta muchísimo			
3. Me gusta mucho			
4. Me gusta			
5. Es Indiferente			
6. No me gusta			
7. No me gusta mucho			
8. No me gusta muchísimo			
9. No me gusta demasiado			
Observación: _____			

ANEXO 13

ANÁLISIS ESTADISTICO: PRODUCTO INTERMEDIO

A. Análisis de Varianza: pH del producto intermedio.

A.1 Supuestos estadísticos

```
Salmuera    Fixed       4  S1, S2, S3, S4
% cascara  Fixed       2  0, 100


Analysis of Variance

Source                DF   Adj SS   Adj MS  F-Value  P-Value
  Salmuera             3  10.6602  3.55340   334.83    0.000
  % cascara            1   1.8872  1.88720   177.83    0.000
  Salmuera*% cascara   3   1.0256  0.34186    32.21    0.000
Error                 16   0.1698  0.01061
Total                 23  13.7428
```

Figura 75. Análisis de varianza para evaluación de pH.

a. Prueba de normalidad de errores:

- P valor > 0.05. Se acepta la H_0. H_0: Los datos experimentales siguen una distribución normal respecto a la probabilidad de residuos.
- H_1: Los datos experimentales no siguen una distribución normal respecto a la probabilidad de residuos.

- Nivel de significancia: 0.05
- Estadístico de prueba:

  AD: 0.234

  P valor: 0.768

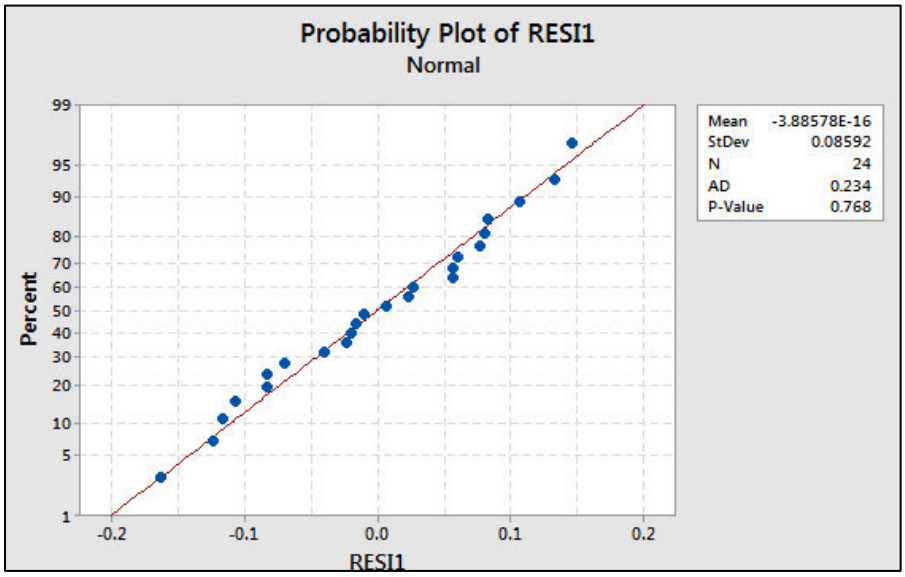

Figura 76. Probabilidad de residuos para evaluación de pH.

Con un nivel de significancia de 0.05, los errores tienen distribución normal.

b. Homogeneidad de Varianzas

- H_0: No existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos o los datos presentan homogeneidad de varianza entre los tratamientos.
- H_1: Existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos o los datos no presentan homogeneidad de varianza entre los tratamientos.

- Nivel de significancia: 0.05
- Estadístico de prueba:
  Bartlett: 0.234
  Pvalor: 0.910

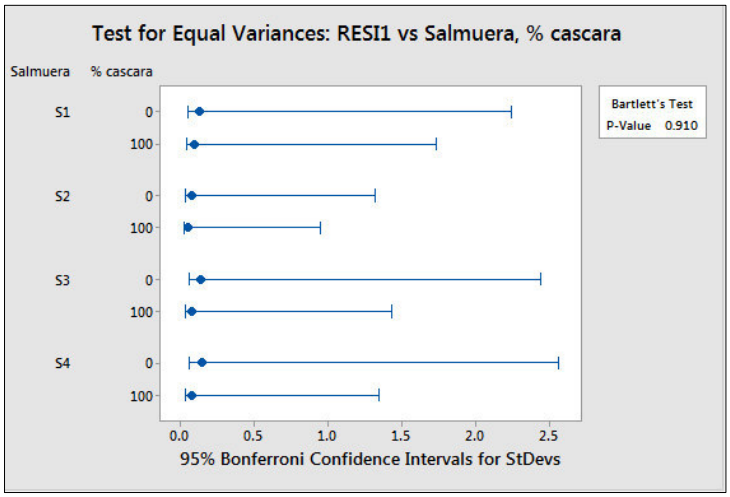

Figura 77. Prueba de homogeneidad de varianza para pH de salmuera.

P valor > 0.05. Se acepta la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0.05 se concluye que las varianzas son homogéneas.

C. Independencia de variables

c.1 Combinación de niveles de salmuera y % cáscara

Hipótesis:

- H_0: No hay interacción entre los niveles de salmuera y % cascara que influya en el pH del encurtido,
- H_1: Existe interacción entre los niveles de salmuera y % cascara que influyan en el pH.

- Nivel de significancia: 0.05
- Estadístico de prueba:
  F: 32.21
  P valor: 0.000

P valor es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula.

Existe interacción entre los niveles de salmuera y % cáscara que influyan en el pH del encurtido.

c.1.1 Efecto de tipos de salmueras en el pH del encurtido:

Factor: Salmuera

- H_0: No hay efecto en el pH del encurtido por los tipos de salmuera.
- H_1: Hay efecto en el pH del encurtido por los tipos de salmuera.

- Nivel de significancia: 0.05
- F: 334.83
- P: 0.000

General Linear Model: PH versus Salmuera, % cascara

Method

Factor coding (-1, 0, +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
Salmuera	Fixed	4	S1, S2, S3, S4
% cascara	Fixed	2	0, 100

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salmuera	3	10.6602	3.55340	334.83	0.000
% cascara	1	1.8872	1.88720	177.83	0.000
Salmuera*% cascara	3	1.0256	0.34186	32.21	0.000
Error	16	0.1698	0.01061		
Total	23	13.7428			

Figura 78. Análisis de varianza para evaluación de pH.

Pvalor< 0.05

Se rechaza la hipótesis nula. Hay efecto sobre el pH por el tipo de salmuera.

c.1.2 Efecto del % de cascara en el pH del encurtido

Factor: % cascara

- H_0: No hay efecto en el pH del encurtido por el % de cascara.
- H_1: Hay efecto en el pH del encurtido por el % de cascara.

- Nivel de significancia: 0.05

- F: 177.83
- P:0.00

Pvalor > 0.05

Se rechaza la hipótesis nula. Hay efecto sobre el pH de la salmuera por el % cascara.

c.1.3 Prueba de Tukey:

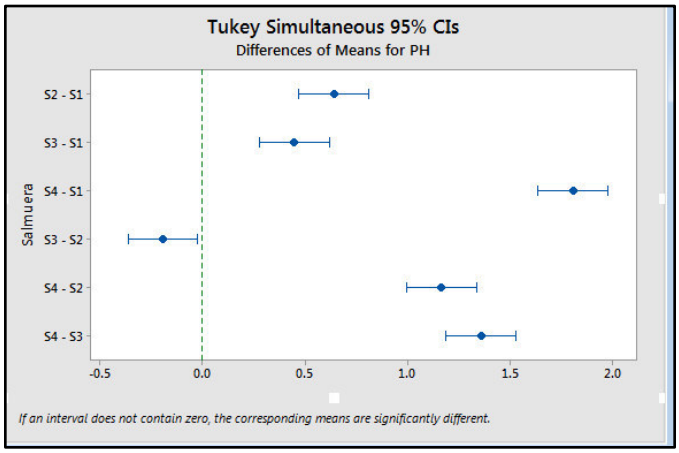

Figura 79. Análisis de comparaciones por pareja de tukey de tipo de salmuera.

C.1.3.1 Comparaciones múltiples tukey.

a. Determinación del nivel de salmuera por prueba de tukey
   - H_0: Las medias de los niveles de salmuera son iguales.
   - H_1: Las medias de los niveles de salmuera son diferentes.

Salmuera	N	Mean	Grouping
S4	6	4,42667	A
S2	6	3,26167	B
S3	**6**	**3,06833**	**C**
S1	**6**	**2,62167**	**D**

Según la comparación de medias, todos los tratamientos de salmueras son diferentes. Siendo elegidas las salmueras S1 y S3 por presentar pH más bajos.

b. Determinación del % de cascara respecto al efecto del pH del encurtido de maca

- H_0: Las medias de los niveles de % de cascara son iguales.
- H_1: Las medias de los niveles de % de cascara son iguales.

% cascara	N	Mean	Grouping
100	12	3,62500	A
0	12	3,06417	B

Los tipos de salmueras son diferentes entre ellos.

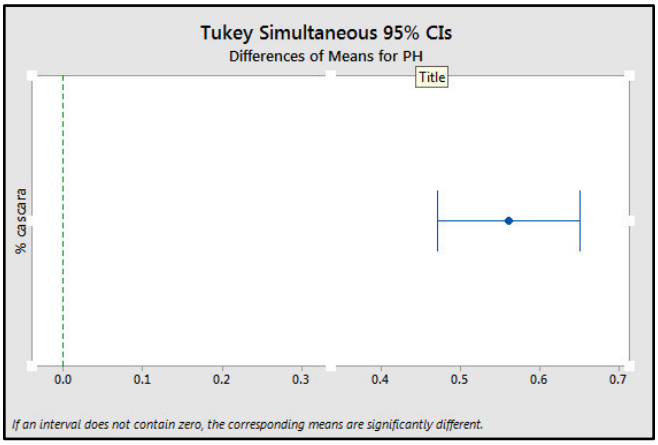

Figura 80. Gráfica de Tukey para factor de % de cáscara.

e. Coeficiente de variabilidad

MS del Error	16.00	Dato del ANOVA
MEDIA GENERAL	3.34	Calculada promedio calificación
CV %	3.08	Calculado por fórmula

Siendo CV% < 25%, se acepta el experimento.

B. Para evaluación de Acidez

B.1 Supuestos estadísticos

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	AdjMS	F-Value	P-Value
Salmuera	3	35.2098	11.7366	137.88	0.000
% cascara	1	0.4294	0.4294	5.04	0.039
Salmuera*% cascara	3	1.0075	0.3358	3.95	0.028
Error	16	1.3620	0.0851		
Total	23	38.0087			

Figura 81. Análisis de varianza para evaluación de ácidez.

a. Prueba de normalidad de errores

- H_0: Los datos experimentales siguen una distribución normal respecto a la probabilidad de residuos.
- H_1: Los datos experimentales no siguen una distribución normal respecto a la probabilidad de residuos.

- Nivel de significancia: 0.05

Estadística de prueba

- AD: 0.425
- ALFA: 0.05
- P valor: 0.293

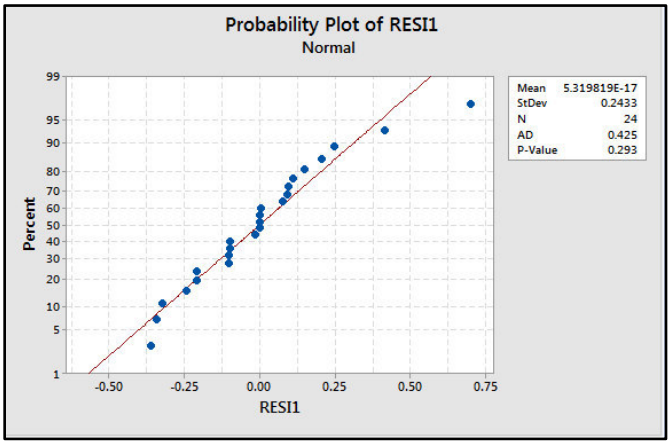

Figura 82. Probabilidad de residuos para evaluación de acidez.

Se acepta la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0.05, los errores tienen distribución normal.

b. Homogeneidad de la varianza

- H_0: No existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos o los datos presentan homogeneidad de varianza entre los tratamientos.
- H_1: Existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos o los datos presentan homogeneidad de varianza entre los tratamientos.

- Pvalor: 0.219
- Pvalor> 0.05

Se acepta la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0,05 se concluye que las varianzas son homogéneas.

c. Independencia de valores

c.1 Combinación de niveles de salmuera y % cáscara

- H_0: No hay interacción entre niveles de% cáscara y tipos de salmuera que influya en la acidez del encurtido.
- H_1: Existe interacción entre niveles de% cáscara y tipos de salmuera que influya en la acidez del encurtido.

- Alfa= 0.05
- F: 3.95
- Pvalor: 0.028

Pvalor es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula.

Existe interacción entre los niveles de salmuera y % cáscara que influyan en la acidez del encurtido.

c.1.1 Efecto de tipos de salmueras en la acidez del encurtido

Factor: Salmuera

- H_0: No hay efecto en la acidez del encurtido por los tipos de salmuera.
- H_1: Hay efecto en la acidez del encurtido por los tipos de salmuera.

- Nivel de significancia: 0.05
- F: 137.88
- P: 0.000

Se rechaza la hipótesis nula. Hay efecto sobre el pH por el tipo de salmuera.

c.1.2 Prueba de tukey

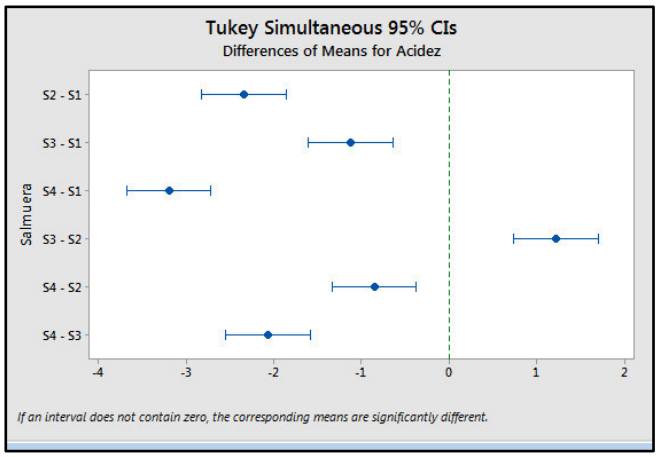

Figura 83. Análisis de comparaciones por pareja de tukey de tipos de salmuera.

c.1.3 Comparaciones múltiples tukey.

Determinación del nivel de salmuera por prueba de tukey

- H_0: Las medias de los niveles de salmuera son iguales.
- H_1: Las medias de los niveles de salmuera son diferentes.

Salmuera	N	Mean	Grouping
S1	6	3,71582	A
S3	6	2,58867	B
S2	6	1,37383	C
S4	6	0,51833	D

Según la comparación de medias, todos los tratamientos de salmueras son diferentes. Siendo elegidas las salmueras S1 y S3 por presentar la acidez más alta.

d. Coeficiente de variabilidad

MS del Error	16.00	Dato del ANOVA
MEDIA GENERAL	2.06	Calculada promedio calificación
CV %	14.18	Calculado por fórmula

Siendo CV% < 25%, se acepta el experimento.

ANEXO 14

ANÁLISIS ESTADISTICO: PRODUCTO TERMINADO

a. Prueba de normalidad de errores

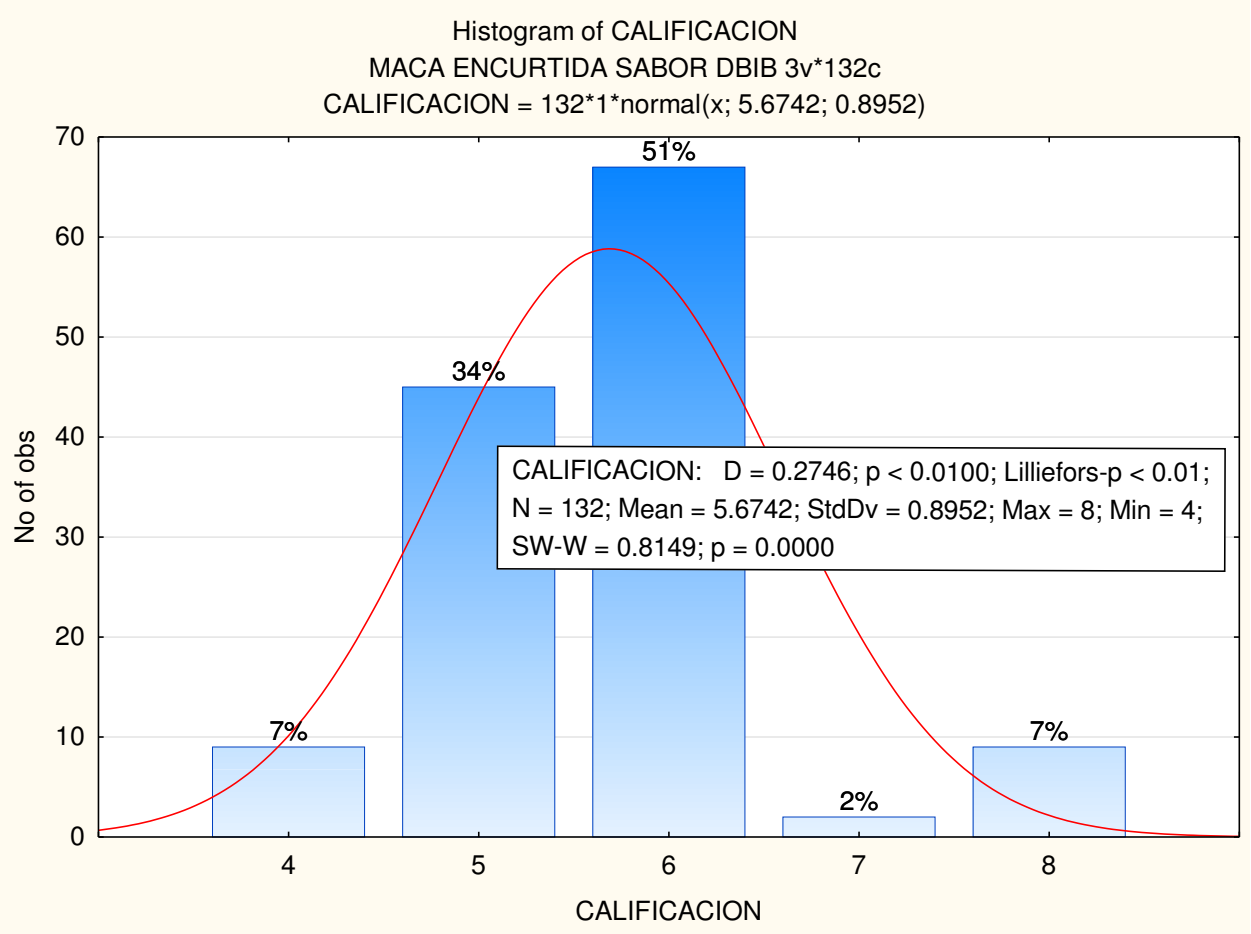

Figura 84. Histograma de calificaciones.

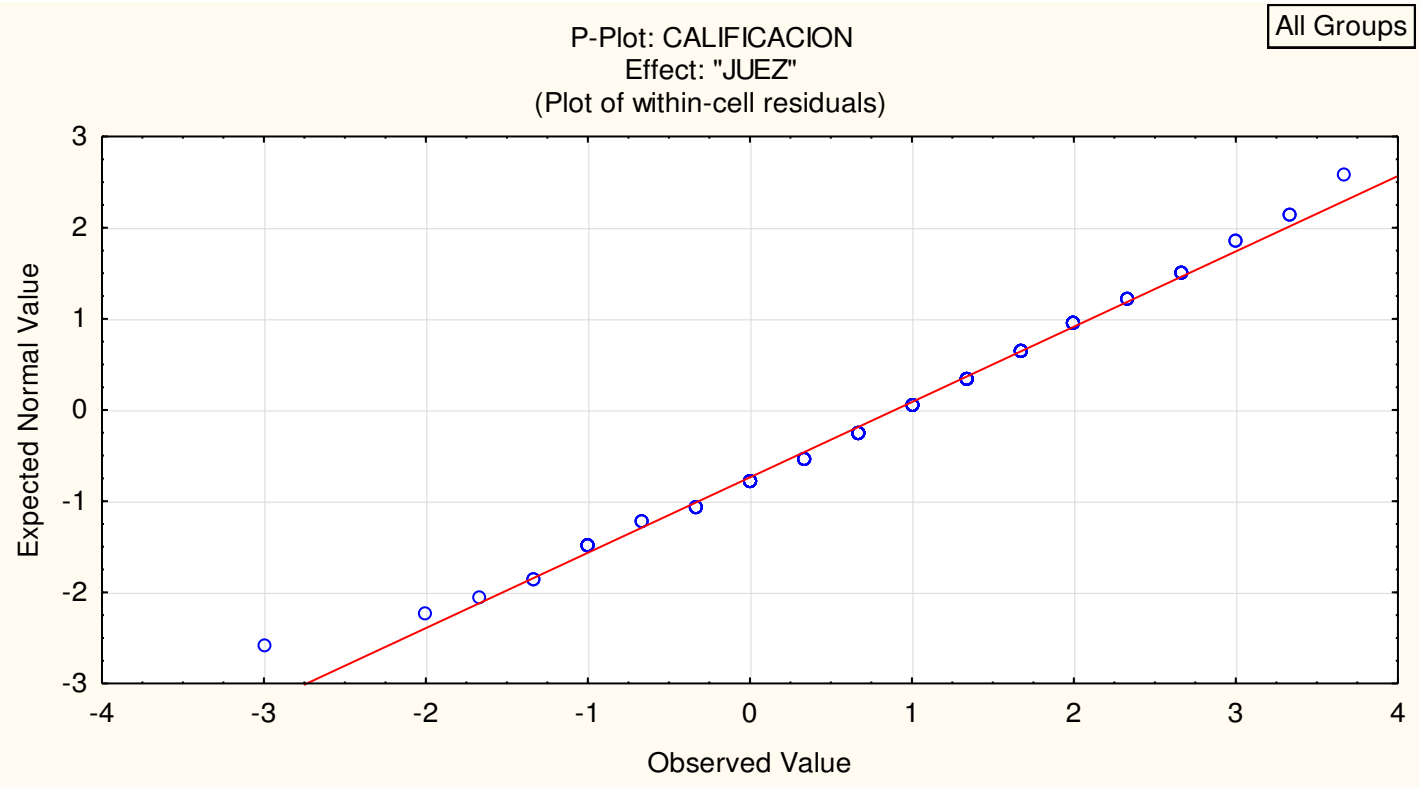

Figura 85. Probabilidad de residuos.

e. Homogeneidad de varianzas

b.1 Para juez

Tabla 52. Prueba de homogeneidad de varianza (maca encurtida sabor DBIB) Efecto: "juez"

	Hartley - F-max	Cochran - C	Bartlett - Chi-Sqr.	Df	P
Calificación		0.066456	27.07735	42	0.964020

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53. Prueba de Levene para la Homogeneidad de Varianzas (maca encurtida sabor DBIB) Efecto: "JUEZ" Grados de libertad para todos. F's: 43, 88.

	MS – Effect	MS - Error	F	P
Calificación	0.902592	0.617003	1.462864	0.067079

Fuente: Elaboración propia.

b.2 Para Tratamientos

Tabla 54. Prueba de homogeneidad de varianzas (maca encurtida sabor DBIB) Efecto: "tratamiento"

	Hartley - F-max	Cochran - C	Bartlett - Chi-Sqr.	df	P
Calificación	10.11111	0.194869	31.90371	11	0.000790

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55. Prueba de Levene para la Homogeneidad de Varianzas (maca encurtida sabor DBIB) Efecto: "juez" Grados de libertad para todos. F's: 11, 120

	MS – Effect	MS – Error	F	p
Calificación	4.386156	0.099850	43.92757	0.00

Fuente: Elaboración propia.

f. Dependencia de variables

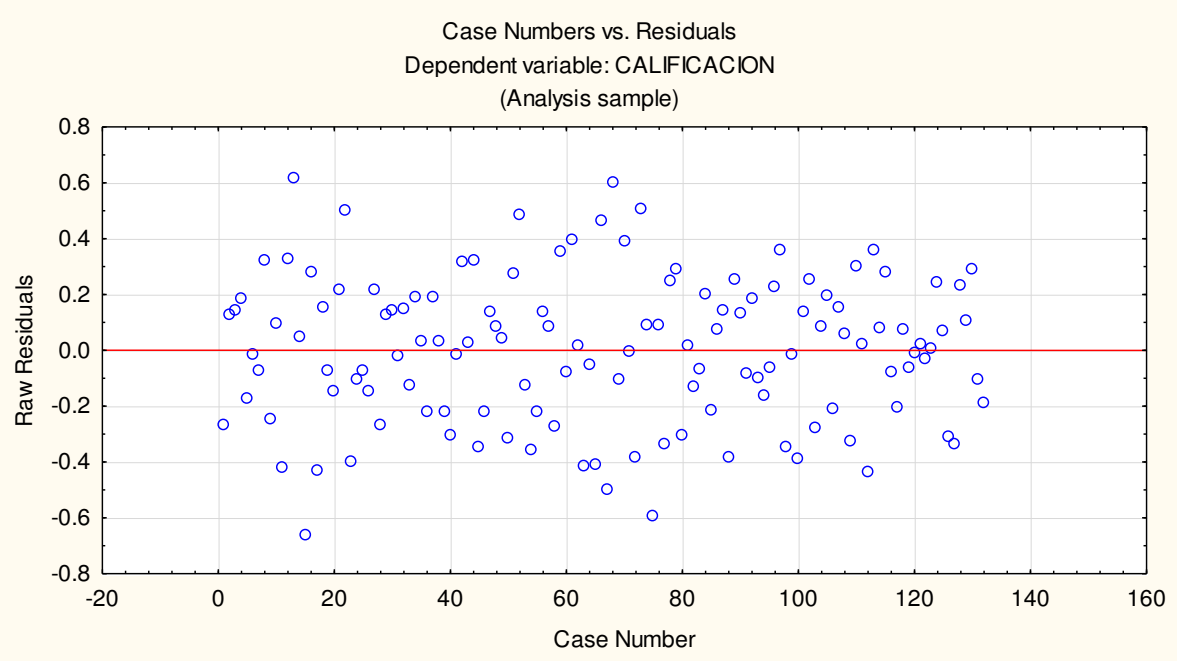

Figura 86. Valores residuales vs valores observados.

Prueba de comparación múltiple paramétrica Tukey:

Tabla56. Tukey HSD test; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Probabilidades aproximadas para el error de las pruebas post hoc: entre EM. = 2.2678, df = 77.000

TRATAMIENTO	{1} - 4.6364	{2} - 4.8182	{3} - 4.3636	{4} - 3.4545	{5} - 5.0909	{6} - 4.8182	{7} - 6.6364	{8} - 4.9091	{9} - 4.3333	{10} - 4.9091	{11} - 4.7273	{12} - 4.7000
1		1.000000	0.999999	0.707825	0.999797	1.000000	0.053901	0.999999	0.999996	0.999999	1.000000	1.000000
2	1.000000		0.999797	0.499522	0.999999	1.000000	0.117202	1.000000	0.999540	1.000000	1.000000	1.000000
3	0.999999	0.999797		0.930497	0.986130	0.999797	0.014279	0.998846	1.000000	0.998846	0.999978	0.999992
4	0.707825	0.499522	0.930497		0.229450	0.499522	0.000172	0.398355	0.935997	0.398355	0.605129	0.670682
5	0.999797	0.999999	0.986130	0.229450		0.999999	0.307135	1.000000	0.977601	1.000000	0.999978	0.999964
6	1.000000	1.000000	0.999797	0.499522	0.999999		0.117202	1.000000	0.999540	1.000000	1.000000	1.000000
7	0.053901	0.117202	0.014279	0.000172	0.307135	0.117202		0.166270	0.009389	0.166270	0.080437	0.087336
8	0.999999	1.000000	0.998846	0.398355	1.000000	1.000000	0.166270		0.997703	1.000000	1.000000	1.000000
9	0.999996	0.999540	1.000000	0.935997	0.977601	0.999540	0.009389	0.997703		0.997703	0.999938	0.999977
10	0.999999	1.000000	0.998846	0.398355	1.000000	1.000000	0.166270	1.000000	0.997703		1.000000	1.000000
11	1.000000	1.000000	0.999978	0.605129	0.999978	1.000000	0.080437	1.000000	0.999938	1.000000		1.000000
12	1.000000	1.000000	0.999992	0.670682	0.999964	1.000000	0.087336	1.000000	0.999977	1.000000	1.000000	

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el tratamiento 7 presenta mayores diferencias significativas según los p-Value menor a 0.05.

Tabla 57. Prueba de Dunett; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Probabilidades aproximadas para el error de las pruebas post hoc. Pruebas (2-sided) Error: entre MS = 2.2678, df = 77.000.

Probabilidades aproximadas para el error de las pruebas post hoc: entre EM.

	TRATAMIENTO	{1} - 4.6364
1	1	
2	2	0.999998

3	3	0.999930
4	4	0.306783
5	5	0.989939
6	6	0.999998
7	7	0.011497
8	8	0.999930
9	9	0.999603
10	10	0.999930
11	11	1.000000
12	12	1.000000

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el tratamiento 7 presenta mayores diferencias significativas.

Tabla 58. Duncan test; variable calificación (maca encurtida sabor DBIB) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 2.2678, df = 77.000.

TRATAMIENTO	{1} - 4.6364	{2} - 4.8182	{3} - 4.3636	{4} - 3.4545	{5} - 5.0909	{6} - 4.8182	{7} - 6.6364	{8} - 4.9091	{9} - 4.3333	{10} - 4.9091	{11} - 4.7273	{12} - 4.7000
1		0.786505	0.650056	0.074285	0.526963	0.792594	0.004213	0.704567	0.637481	0.698078	0.887982	0.915703
2	0.786505		0.507980	0.050665	0.692164	1.000000	0.007513	0.894529	0.488297	0.887982	0.879769	0.854503
3	0.650056	0.507980		0.156147	0.313754	0.516034	0.001154	0.446965	0.959861	0.441808	0.586844	0.600892
4	0.074285	0.050665	0.156147		0.022642	0.053407	0.000016	0.042460	0.146242	0.040765	0.064912	0.066015
5	0.526963	0.692164	0.313754	0.022642		0.683842	0.011834	0.762261	0.297406	0.777587	0.603969	0.582648
6	0.792594	1.000000	0.516034	0.053407	0.683842		0.006640	0.887982	0.497458	0.879769	0.887982	0.861059
7	0.004213	0.007513	0.001154	0.000016	0.011834	0.006640		0.007012	0.001055	0.008620	0.005474	0.005265
8	0.704567	0.894529	0.446965	0.042460	0.762261	0.887982	0.007012		0.425947	1.000000	0.792594	0.769202
9	0.637481	0.488297	0.959861	0.146242	0.297406	0.497458	0.001055	0.425947		0.421931	0.566368	0.583723

10	0.69807	0.88798	0.44180	0.04076	0.77758	0.87976	0.00862	1.00000	0.42193		0.78 6505	0.76 2351
11	0.88798	0.87976	0.58684	0.06491	0.60396	0.88798	0.00547	0.79259	0.56636	0.78 6505		0.96 3881
12	0.91570	0.85450	0.60089	0.06601	0.58264	0.86105	0.00526	0.76920	0.58372	0.76 2351	0.96 3881	

Fuente: Elaboración propia.

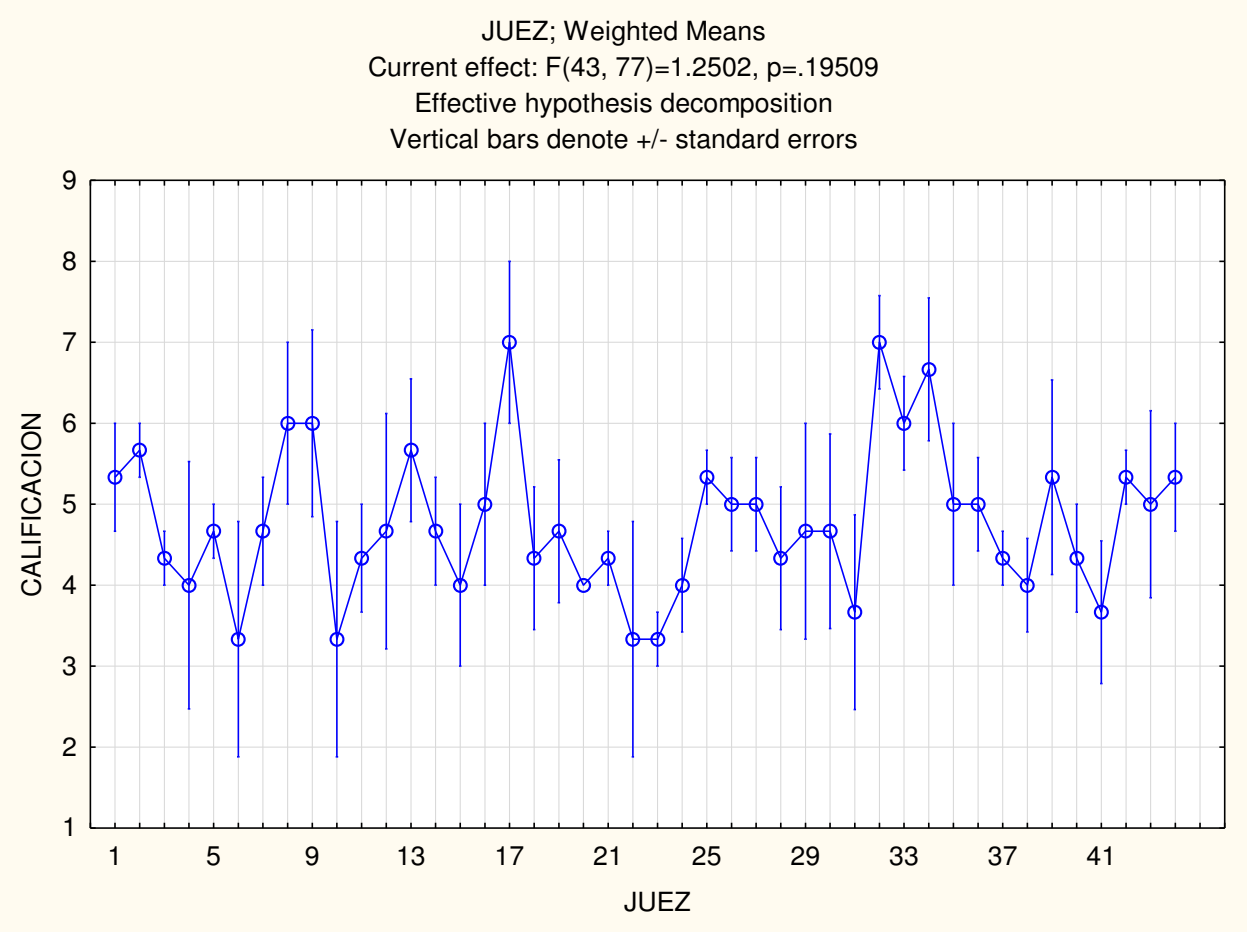

Figura 36. Medias de calificaciones de jueces.

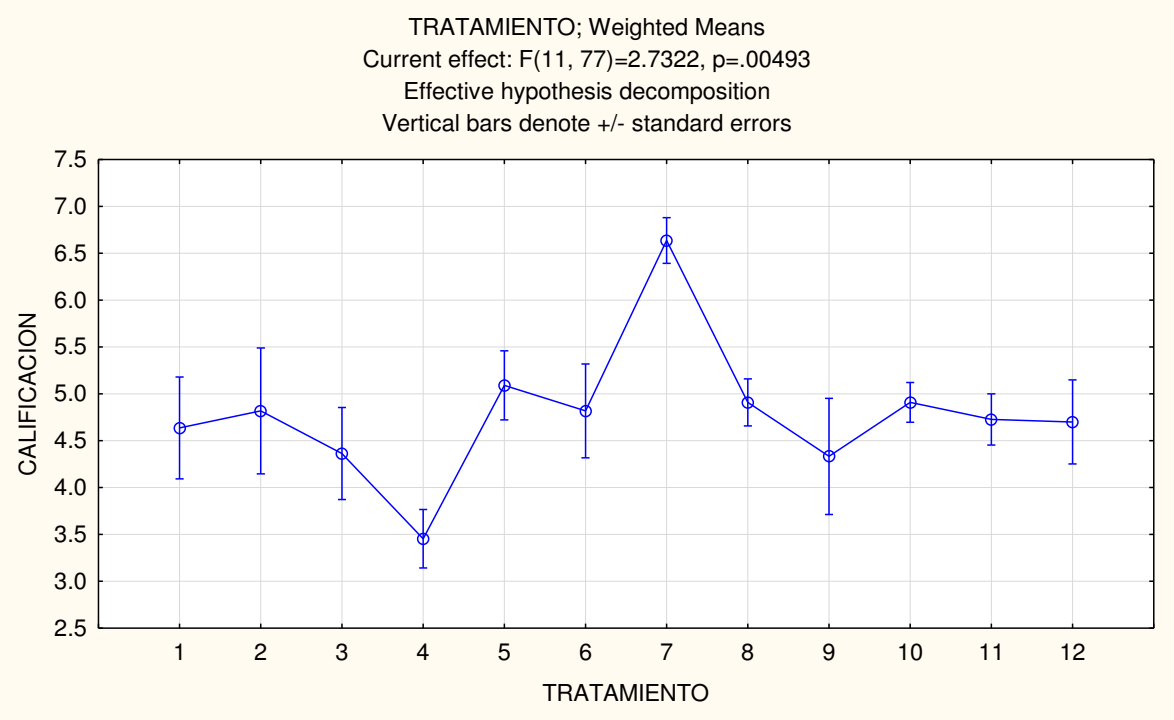

Figura 87. Medias de calificaciones por tratamiento.

g. Coeficiente de Variabilidad respecto a los tratamientos

MS del Error	1.97	Dato del ANOVA
MEDIA GENERAL	5.67	calculada promedio calificación
GL-ERROR	77.00	
CV %	24.70%	calculado por fórmula