



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ELABORACIÓN DE YOGURT FORTIFICADO CON
DIFERENTES NIVELES DE MACA (*Lepidium meyenii* Walp.)”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: GABRIELA SELENE FREIRE BASTIDAS

DIRECTOR: ING. BYRON LEONCIO DÍAZ MONROY, PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Gabriela Selene Freire Bastidas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Gabriela Selene Freire Bastidas, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 05 de julio del 2023



Gabriela Selene Freire Bastidas

180503323-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN DE YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA (*Lepidium meyenii Walp.*)**”, realizado por la señorita: **GABRIELA SELENE FREIRE BASTIDAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. María Verónica Gonzales Cabrera, Bqf. PRESIDENTA DEL TRIBUNAL		2023-07-05
Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy, PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-07-05
Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, Mg. ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-07-05

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicárselo en primer lugar a Dios por haberme dado salud y sabiduría para lograr uno más de mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. De manera muy especial dedico este logro a mis Padres, quienes han sido mi pilar fundamental, mi más grande inspiración, mi ejemplo y mi apoyo incondicional porque siempre están para mí, por nunca dejarme caer, por brindarme todo su apoyo y amor, por inculcarme con buenos sentimientos, hábitos y valores como el respeto, la sencillez y la honestidad lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles, por su esfuerzo diario que hacen por mí hoy permitieron que uno de mis sueños se haga realidad. A mis abuelitos, por ser mi ejemplo de vida de fe, lealtad y amor, también se los dedico a mis hermanos por darme su apoyo, por darme sus positivos consejos y ser esos hermanos y amigos a la vez.

Gabriela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgencita de Agua Santa por darme la vida, por ser mi consuelo y fortaleza para seguir adelante, a mis Padres por haber creído en mí por sus consejos y por ser mi apoyo incondicional en todos los sentidos, a toda mi familia por su comprensión y estímulo constante en todo este tiempo de mi carrera, a mi novio, por siempre motivarme a no dejar que me dé por vencida, por el amor y apoyo emocional, a cada uno de mis docentes por inspirarme tanto y compartir sus conocimientos, pero sobre todo a mi director de Titulación Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy, y a mi asesora Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, quienes me brindaron su apoyo, paciencia y tiempo para ser posible de este trabajo, y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron a seguir adelante. Gracias Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por ser la mejor decisión que pude haber tomado.

Gabriela

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	2
1.1 Antecedentes.....	2
<i>1.1.1 Yogurt.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2 Beneficios</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2.1 Generar tolerancia a la lactosa.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2.2 Previene y mejora a los síntomas de diarrea</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2.3 Reduce los valores de colesterol sanguíneo</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2.4 Gran fuente de calcio</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3 Componentes del yogurt</i>	<i>3</i>
<i>1.1.4 Especificaciones técnicas fisicoquímicas para el yogurt.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.5 Proceso de elaboración del yogurt</i>	<i>5</i>
<i>1.1.5.1 Recepción.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.5.2 Pasteurización</i>	<i>5</i>
<i>1.1.5.3 Inoculación.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.5.4 Incubación</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5.5 Batido.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5.6 Envasado y almacenamiento</i>	<i>6</i>
<i>1.1.6 Aspectos microbiológicos.....</i>	<i>7</i>

1.1.7	Prebióticos	8
1.1.8	Prebióticos	8
1.1.9	Simbiótico	8
1.2	Maca (<i>Lepidium meyenii</i> Walp)	9
1.2.1	Origen	9
1.2.2	Botánica	9
1.2.3	Taxonomía	10
1.2.4	Valor nutricional	10
1.2.5	Características morfológicas	11
1.2.5.1	Flores	12
1.2.5.2	Inflorescencia	12
1.2.5.3	Cáliz	12
1.2.5.4	Corola	12
1.2.5.5	Fruto	12
1.2.5.6	Ecotipos	12
1.2.5.7	Maca negra	13
1.2.5.8	Maca roja	13
1.2.5.9	Maca amarilla	14
1.2.6	Composición química	15
1.2.7	Habitad en el Ecuador	15
1.2.8	Usos	16
1.2.8.1	Sexualidad y fertilidad	16
1.2.8.2	El estrés	16
1.2.9	Beneficios	17
1.3	Bebida Funcional	17
1.4	Análisis físico químico	17
1.5	Análisis microbiológico	18
1.6	Análisis sensorial	18

CAPÍTULO II

2.	Marco metodológico	19
2.1	Localización y duración del experimento	19
2.2	Unidades experimentales	19
2.3	Materiales, Equipo, Reactivos e Insumos	19
2.3.1	<i>Materiales</i>	19
2.3.2	<i>Equipos</i>	20
2.3.3	<i>Reactivos</i>	21
2.3.4	<i>Insumos</i>	21
2.3.5	<i>Tratamiento y diseño experimental</i>	22
2.3.6	<i>Mediciones experimentales</i>	22
2.4	Análisis estadístico y prueba de significancia	23
2.5	Procedimiento experimental	24
2.5.1	<i>Diagrama de la obtención del extracto acuoso de maca (Lepidium meyenii Walp)</i> 24	
2.5.1.1	<i>Recepción de la materia prima</i>	24
2.5.1.2	<i>Dilución</i>	24
2.5.1.3	<i>Filtrado</i>	25
2.5.1.4	<i>Envasado</i>	25
2.5.1.5	<i>Extracto de maca</i>	25
2.5.2	<i>Diagrama de la elaboración de yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.</i> 25	
2.5.2.1	<i>Limpieza y desinfección</i>	27
2.5.2.2	<i>Recepción</i>	27
2.5.2.3	<i>Estandarización</i>	27
2.5.2.4	<i>Homogenización</i>	27
2.5.2.5	<i>Pasteurización</i>	28
2.5.2.6	<i>Enfriamiento</i>	28
2.5.2.7	<i>Inoculación</i>	28
2.5.2.8	<i>Incubación</i>	28

2.5.2.9	<i>Enfriado</i>	28
2.5.2.10	<i>Agregación de extracto acuoso de maca</i>	29
2.5.2.11	<i>Batido</i>	29
2.5.2.12	<i>Envasado</i>	29
2.5.2.13	<i>Almacenamiento</i>	29
2.6	Metodología de evaluación	30
2.6.1	Análisis físico químicos	30
2.6.1.1	<i>Proteína</i>	30
2.6.1.2	<i>Grasa</i>	31
2.6.1.3	<i>Ceniza</i>	31
2.6.1.4	<i>Acidez total</i>	32
2.6.1.5	<i>pH</i>	32
2.6.2	Análisis microbiológico	33
2.6.3	Análisis sensorial	34
2.6.4	Análisis beneficio costo	34

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISCUSIÓN	35
3.1	Análisis físico químico, microbiológico, sensorial y beneficio costo del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.	35
3.1.1	Análisis físico químico	35
3.1.1.1	<i>Proteína</i>	36
3.1.1.2	<i>Grasa</i>	37
3.1.1.3	<i>Ceniza</i>	38
3.1.1.4	<i>Acidez total</i>	39
3.1.1.5	<i>pH</i>	40
3.1.2	Análisis microbiológico	41
3.1.3	Análisis organoléptico	41
3.1.3.1	<i>Olor</i>	42

3.1.3.2	<i>Color</i>	43
3.1.3.3	<i>Sabor</i>	44
3.1.3.4	<i>Apariencia</i>	45
3.1.4	<i>Análisis económico</i>	46
	CONCLUSIONES	48
	RECOMENDACIONES	49
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Composición media del yogurt.....	4
Tabla 1-2: Especificaciones técnicas fisicoquímicas del yogurt.....	4
Tabla 1-3: Taxonómica de la maca	10
Tabla 1-4: Composición nutricional de la maca por cada 100g de porción comestible.....	11
Tabla 1-5: Análisis proximal en 100g de material seco de <i>L. meyenii</i>	11
Tabla 1-6: Composición química de la maca.....	15
Tabla 1-7: Uso de la Maca	16
Tabla 2-1: Esquema del Experimento.....	22
Tabla 2-2: Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	23
Tabla 2-3: Formulación de yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.....	29
Tabla 2-4: Condiciones específicas para el análisis microbiológico.....	33
Tabla 2-5: Atributos y parámetros para la escala hedónica.	34
Tabla 3-1: Análisis físico químicos del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (<i>Lepidium Meyenii</i> Walp).....	35
Tabla 3-2: Presencia microbiológica del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (<i>Lepidium Meyenii</i> Walp.).....	41
Tabla 3-3: Análisis organoléptico del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (<i>Lepidium Meyenii</i> Walp).....	42
Tabla 3-4: Valoración económica del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (<i>Lepidium Meyenii</i> Walp).....	46

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Flujograma del proceso de elaboración de yogurt	7
Ilustración 1-2: Componentes botánicos	10
Ilustración 1-3: <i>Lepidium meyenii</i> - tubérculo de maca negra.	13
Ilustración 1-4: <i>Lepidium meyenii</i> - tubérculo de maca roja	14
Ilustración 1-5: <i>Lepidium meyenii</i> - tubérculo de maca amarilla.	14
Ilustración 2-1: Diagrama de la obtención del extracto acuoso de maca.	24
Ilustración 2-2: Diagrama de elaboración de yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.	26
Ilustración 3-1: Proteína del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.	36
Ilustración 3-2: Grasa del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.	37
Ilustración 3-3: Ceniza del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.	38
Ilustración 3-4: Acidez del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.	39
Ilustración 3-5: pH del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.....	40
Ilustración 3-6: Atributo olor del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.	42
Ilustración 3-7: Atributo de color del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.	43
Ilustración 3-8: Atributo sabor del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.	44
Ilustración 3-9: Atributo apariencia del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca. ...	45

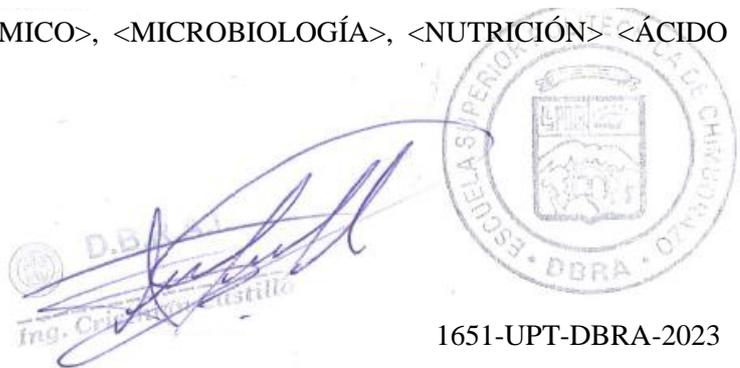
ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DEL YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA
- ANEXO B:** ANÁLISIS MICROBILÓGICOS DEL YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA
- ANEXO C:** CERTIFICADO DEL ANÁLISIS FISCOQUÍMICO EN EL LABORATORIO
- ANEXO D:** CERTIFICADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL LABORATORIO
- ANEXO E:** ENCUESTA DE ACEPTACIÓN DEL YOGURT
- ANEXO F:** MATRIZ ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO OLOR.
- ANEXO G:** MATRIZ ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE PROTEÍNA DEL YOGURT
- ANEXO H:** ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO OLOR
- ANEXO I:** ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO COLOR
- ANEXO J:** ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO SABOR
- ANEXO K:** ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO APARIENCIA
- ANEXO L:** ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE PROTEÍNA DEL YOGURT
- ANEXO M:** ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE GRASA DEL YOGURT
- ANEXO N:** ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE CENIZAS DEL YOGURT
- ANEXO O:** ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE PH DEL YOGURT
- ANEXO P:** ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE ACIDEZ TOTAL DEL YOGURT

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue elaborar un yogurt fortificado con diferentes niveles de maca *Lepidium meyenii Walp* (5%, 10% y 15%). Para lograrlo, se llevó a cabo análisis físico químicos, microbiológicos, sensoriales y beneficio costo, se aplicaron niveles al 5,10 y 15% incluyendo un tratamiento control sin maca, con cuatro repeticiones cada uno distribuidas bajo un diseño completamente al azar, para el análisis estadístico se desarrolló mediante el análisis de varianza (ADEVA), con la separación de medias por Tukey ($p < 0,05$), para los análisis físico químicos y el análisis sensorial se aplicó mediante la prueba de Kruskal Wallis que trabaja en función de las medianas. Los resultados del análisis microbiológico demostraron que todos los tratamientos cumplen con los estándares de la INEN 2395, 2011; siendo también el tratamiento al 15% con las mejores características físico químicas 9.30% de proteína, 3.4 % de grasa, 0.79% de cenizas, 4.17 de pH y 0.89 °Dornic de acidez total. El tratamiento con mayor puntuación y aceptabilidad fue al 5%, además este tratamiento mostro una rentabilidad favorable con 50 ctvs. de ganancia por cada dólar invertido. En conclusión, la adición de maca mejora las características nutricionales del yogurt, se recomienda aplicar niveles moderados en los alimentos.

Palabras clave: <FERMENTO>, <MACA (*Lepidium meyenii Walp*)>, <YOGURT FORTIFICADO>, <FÍSICO QUÍMICO>, <MICROBIOLOGÍA>, <NUTRICIÓN> <ÁCIDO LÁCTICO>.



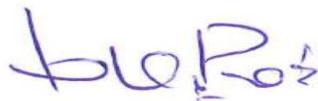
1651-UPT-DBRA-2023

ABSTRACT

The objective of this research was to elaborate a fortified yogurt with different levels of maca *Lepidium meyenii* Walp (5%, 10% and 15%). For this purpose, physicochemical, microbiological, sensory, and cost-benefit analyses were carried out. Levels of 5, 10% and 15% were applied, including a control treatment without maca, with four replicates each distributed under a completely randomized design. For the statistical analysis, the analysis of variance (ADEVA) was performed with the separation of means by Tukey ($p < 0.05$). For the physicochemical analysis and sensory analysis, the Kruskal Wallis test was applied, which works according to the medians. The results of the microbiological analysis showed that all treatments met the standards of INEN 2395, 2011. The 15% treatment had the best physical-chemical characteristics 9.30% protein, 3.4 % fat, 0.79% ash, 4.17 pH and 0.89 °Dornic total acidity. The treatment with the highest score and acceptability was at 5%, in addition this treatment showed a favorable profitability with 50c. profit for each dollar invested. In conclusion, the addition of maca improves the nutritional characteristics of yogurt, it is recommended to apply moderate levels in foods.

Keywords: <FERMENT>, <MACA (*Lepidium meyenii* Walp)>, <FORTIFIED YOGHURT>, <PHYSICAL CHEMISTRY>, <MYCHROBIOLOGY>, <NUTRITION> <LACTIC ACID>.

1651-DBRA-UPT-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MsC.

0602698904

INTRODUCCIÓN

La maca, conocida como *Lepidium meyenii*, es una planta herbácea de cosecha anual que originalmente se cultiva en los andes centrales del Perú en altitudes que comprenden los 3800 a 4800 msnm. Tradicionalmente, la maca es empleada como alimento y también como medicamento natural, debido a que se le atribuyen propiedades tales como revitalizante, afrodisíaco y potenciador de la fecundidad. Los usos de la maca como Medicina natural, se sustentan en investigaciones preclínicas en las que se le han demostrado efectos farmacológicos tales como inmunomodulación, antioxidante, anti mutagénica, estrogénica y progestágena. A su vez, estos efectos se deben a la presencia de componentes fitoquímicos en la planta (metabolitos secundarios), tales como alcaloides, flavonoides y esteroides. Estas características de la planta, hacen que la maca pase de ser un alimento tradicional a un producto comercial y en tal sentido, hoy en día, su expendio en el Perú se ha incrementado, hecho que se refleja en la exportación de la misma, que para el 2010 alcanzó un valor de 6 millones 179 mil 011,80 dólares (Rojas C *et al* p.25, 2018).

Se ha demostrado los múltiples beneficios que posee la maca peruana, pero pocos son los estudios que se han hecho de la maca ecuatoriana, desconociendo sus compuestos y las posibles actividades que presuntamente poseen (Robles R, *et al* p.24 2021). El mercado mundial ha inclinado sus preferencias hacia los productos naturales, específicamente ligados al cuidado de la salud con alto valor nutricional, energético, el yogurt y maca son importantes referentes de este tipo de productos. Es por esto que se quiere crear, fomentar fuentes de apoyo a la agricultura es de suma importancia y es prioridad por parte de todas las personas que están inmersas en el comercio exterior el buscar nuevas alternativas, nuevos medios y mercados para que los productos ecuatorianos tengan mayor acogida en el mercado internacional. En el Ecuador se incentiva la producción de productos agrícolas con valor agregado, y eso ha significado un aumento en las exportaciones agroindustriales. Por tal motivo la presente investigación propone evaluar tres niveles de extracto acuoso de maca (*Lepidium meyenii* Walp.) (5%,10% y 15%) en la elaboración de yogurt; determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas y calcular el beneficio costo del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (*Lepidium meyenii* Walp.).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 *Yogurt*

Según, (Babio, et al, 2017) el yogurt es un producto lácteo coagulado producido por la fermentación láctica, que se lleva a cabo por medio de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Es importante mencionar que para que el producto pueda ser considerado yogur, los microorganismos deben estar presentes en el producto final en una cantidad mínima de 1×10^7 colonias por gramo o mililitro y deben ser viables. El yogurt es un alimento típico de la dieta mediterránea y en los últimos años se ha investigado acerca de sus posibles beneficios para la salud.

El yogurt es un alimento típico de la dieta mediterránea y es consumido en todo el mundo debido a su sabor agradable y su alto valor nutricional. En los últimos años, se ha llevado a cabo una gran cantidad de investigaciones acerca de los posibles beneficios del yogurt para la salud. El yogurt es una excelente fuente de proteínas y contiene nutrientes esenciales como el calcio y las vitaminas del complejo B. Desde hace mucho tiempo, el yogurt ha sido ampliamente reconocido por sus beneficios para la salud humana, que incluyen la prevención del cáncer de colon, la disminución del colesterol, la mejora del microbiota intestinal, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la prevención de la infección por *Helicobacter pylori*, entre otros. Estos efectos se deben a la presencia de probióticos ácido-lácticos, como los lactobacilos, los estreptococos y las bacterias bífidas (Huertas, 2012).

El yogurt es un alimento semisólido que se obtiene a través de la fermentación de la leche gracias a la acción de microorganismos específicos como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Estos microorganismos son un grupo amplio de bacterias ácido-lácticas que producen ácido láctico como producto final de la fermentación. Estas bacterias tienen propiedades beneficiosas para la salud y son consideradas como microorganismos benignos (Espinoza, A et al, 2010).

1.1.2 *Beneficios*

1.1.2.1 Generar tolerancia a la lactosa

Es esencial destacar que la capacidad del yogurt para generar tolerancia a la lactosa es una de sus principales virtudes, ya que permite que personas con intolerancia a los lácteos puedan consumirlo sin ningún problema. Este efecto se debe a que las bacterias ácido lácteas presentes en el yogurt contienen lactasa, la enzima encargada de la digestión de la lactosa, lo que hace que sea más fácil de digerir para el organismo. Además, este proceso de fermentación reduce la cantidad de lactosa presente en el yogur, lo que también contribuye a una mejor digestión.

1.1.2.2 Previene y mejora a los síntomas de diarrea

El yogurt es beneficioso para prevenir y mejorar los síntomas de la diarrea, ya que ayuda a restaurar la flora bacteriana intestinal, que se ve comprometida en estos casos. Además, el yogurt fortalece el sistema inmunológico, lo que ayuda al cuerpo a combatir infecciones. Esto es posible gracias a los probióticos presentes en el yogur, que ayudan a regular el tracto intestinal y a prevenir infecciones. (Espinoza, A *et al* , 2010).

1.1.2.3 Reduce los valores de colesterol sanguíneo

Diferentes investigaciones han demostrado que incorporar yogurt bajo en grasas en la dieta puede disminuir los niveles de colesterol en la sangre. Esto puede ser particularmente beneficioso para individuos con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto, incluir este alimento en la alimentación diaria puede ser una opción saludable y eficaz para mejorar la salud cardiovascular. (Espinoza, A *et al* , 2010).

1.1.2.4 Gran fuente de calcio

El calcio es un mineral esencial para nuestro organismo que debe ser repuesto a diario a través de la dieta. El yogurt es una buena fuente de calcio, que está presente en una forma más absorbible para nuestro sistema digestivo gracias al ácido láctico. Además, se ha demostrado que el yogurt tiene un efecto preventivo contra el cáncer de colon, lo que lo convierte en un alimento recomendado para incluir en nuestra dieta diaria (Espinoza, A *et al* , 2010).

1.1.3 Componentes del yogurt

La tabla 1-1 muestra la composición media del yogurt natural, destacándose el porcentaje de proteína, carbohidratos y grasas superior a 3.

Tabla 1-1: Composición media del yogurt.

Componente	Cantidad (g/100 g de yogurt)
Sólidos Totales	12.0 - 13.0
Grasa	3.0 - 3.75
Proteína bruta	3.1 - 3.6
Carbohidratos	3.5 - 4
Ceniza	0.7 - 0.8
Lactosa	2.5 - 3.0
Proteína de suero	0.6 - 0.7
Caseína	2.3 - 2.8
Ácido láctico	-0.8 - 1.1

Fuente: Espinoza, A *et al* , 2010.

1.1.4 Especificaciones técnicas fisicoquímicas para el yogurt

Las descripciones técnicas fisicoquímicas determinadas por el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, son las que se exponen en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Especificaciones técnicas fisicoquímicas del yogurt

Característica	Unidad	Elaborado a base de leche entera	Elaborado a base de leche parcialmente descremada	Elaborado a base de leche descremada
Materia grasa láctea	%	Mínimo 3,0	0,6 – 2,9	Máximo 0,5
Sólidos no grasos	%	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2
Acidez valorable expresada como % de ácido láctico	%	Mínimo 0,6 Máximo 1,5	Mínimo 0,6 Máximo 1,5	Mínimo 0,6 Máximo 1,5
Proteína láctea (N × 6,38)	%	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7	Mínimo 2,7

Fuente: MINAGRI,2017.

1.1.5 Proceso de elaboración del yogurt

El proceso de producción del yogurt consta de nueve etapas que deben llevarse a cabo cuidadosamente para garantizar un producto de alta calidad. Una de las etapas más importantes es la pasteurización y el enfriamiento, ya que esto afecta tanto la seguridad sanitaria como la consistencia del producto final. A continuación, se describen las distintas fases del proceso de elaboración del yogurt (Cevallos N. p.15. 2015).

1.1.5.1 Recepción

En la fase de recepción de la materia prima destinada a la producción, se lleva a cabo la recolección de la leche y se procede a su evaluación exhaustiva con el fin de verificar que cumple con los estándares de frescura y calidad requeridos para el proceso productivo. Es esencial asegurar que la leche recolectada sea fresca y de alta calidad para obtener un producto final de excelencia. Por lo tanto, se realizan controles rigurosos para garantizar que solo se utilicen las mejores materias primas en la producción (Cevallos N. p.15. 2015).

1.1.5.2 Pasteurización

La pasteurización es un proceso esencial en la producción de yogurt, ya que permite eliminar las bacterias patógenas y mejorar la calidad y uniformidad del producto final. Este proceso se realiza a una temperatura de 85°C durante 15 a 30 minutos en una yogurtera. Después de la pasteurización, el yogurt se enfría a una temperatura de 40-45°C antes de añadir el cultivo que se utilizará para obtener la consistencia deseada. Este cultivo contiene las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, que son responsables de la fermentación láctica y la coagulación de la leche durante la producción del yogurt (Cevallos N. p.15. 2015).

1.1.5.3 Inoculación

En esta etapa se añade el fermento lácteo formado por las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* al producto previamente pasteurizado. Estas bacterias son responsables de la fermentación de la lactosa en ácido láctico, lo que da lugar a la textura y sabor característicos del yogurt. Se utilizan técnicas y herramientas avanzadas para asegurar la precisión y uniformidad en la etapa de inoculación (Cevallos N. p.15. 2015).

1.1.5.4 Incubación

La etapa de incubación es crucial en la producción del yogur, durante la cual se permite que la mezcla previamente inoculada repose a una temperatura controlada de 45°C durante 6 a 8 horas. Durante este período, las bacterias presentes en el cultivo láctico transforman la lactosa en ácido láctico, lo que da lugar a la textura y sabor distintivos del yogur. Es fundamental controlar con precisión tanto la temperatura como el tiempo de incubación, ya que estos factores tienen un impacto directo en la calidad y consistencia del producto final. Además, la duración de la incubación puede variar en función del tipo de yogurt que se esté produciendo y de la consistencia deseada (Cevallos N. p.15. 2015).

1.1.5.5 Batido

Para obtener una mezcla uniforme y homogénea, se emplea una mezcladora industrial en la producción del yogur. Esta etapa es esencial para conseguir la textura y consistencia adecuadas del producto final. Una vez concluida la etapa de incubación y mezcla, la mezcla se enfría a una temperatura de 20°C y se agregan sabores, colorantes, conservantes, frutas y otros ingredientes según sea necesario. Es importante llevar a cabo esta etapa de forma precisa y cuidadosa para asegurar un producto final de alta calidad, con un sabor y textura agradable al paladar del consumidor. La selección de ingredientes y el proceso de adición de los mismos pueden influir significativamente en la calidad y aceptación del producto por parte del consumidor. Por lo tanto, es fundamental prestar atención a esta etapa para producir un yogurt con el perfil sensorial adecuado (Cevallos N. p.15. 2015).

1.1.5.6 Envasado y almacenamiento

Después de completar el proceso de elaboración del yogur, este se envasa en recipientes adecuados para su distribución y se almacena en cámaras frigoríficas a una temperatura de 5°C hasta su comercialización. Este proceso es fundamental para garantizar la calidad del producto final, ya que se aplican técnicas sanitarias y se cumple rigurosamente cada una de las etapas del proceso productivo. Como resultado de este cuidadoso proceso, se obtiene un producto final con un alto valor nutricional y un sabor y textura agradable al paladar del consumidor. Es importante seguir con precisión el flujograma que ilustra el proceso completo de elaboración del yogur, para asegurar la excelencia del producto final y la satisfacción del consumidor. Además, este proceso de elaboración se puede adaptar para incluir diferentes sabores, frutas y otros ingredientes (Cevallos N. p.15. 2015). Ver Ilustración 1-1.

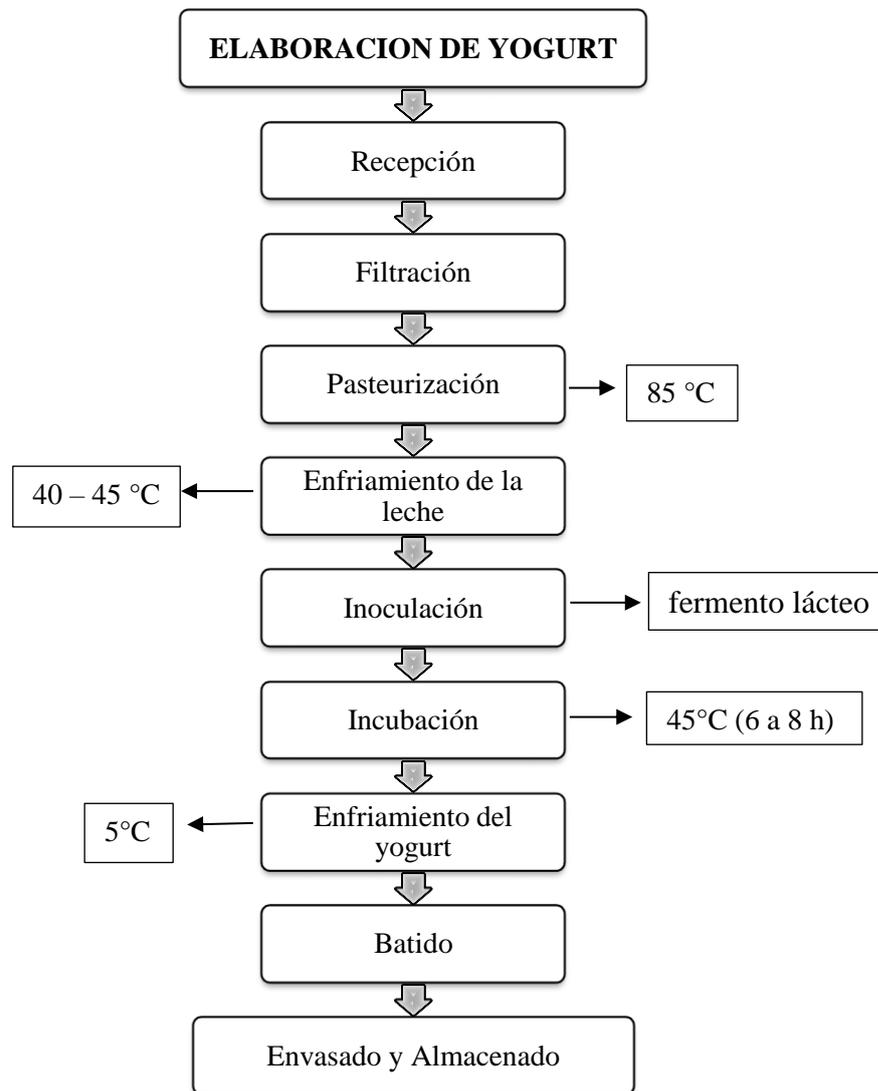


Ilustración 1-1: Flujograma del proceso de elaboración de yogurt

Fuente: Cevallos N. p.15. 2015

Realizado por: Freire Gabriela, 2023

1.1.6 Aspectos microbiológicos

Se realizan análisis microbiológicos para garantizar la seguridad del yogurt, los cuales incluyen la detección de hongos, levaduras, enterobacterias y aerobios mesófilos. Los aerobios mesófilos se utilizan para verificar posibles cambios en la temperatura del producto, ya que si aumentan pueden causar problemas gastrointestinales en los consumidores. Las causas de esta alteración pueden ser varias, pero la principal está relacionada con la temperatura, como la pérdida de la cadena de frío desde la fábrica hasta su consumo, altas temperaturas o variaciones de temperatura en el mercado.

Es importante seguir las instrucciones del fabricante para el almacenamiento y transporte del producto, generalmente recomendando una temperatura entre 10°C y 8°C (Aguilera & Zapata, 2020).

1.1.7 Prebióticos

Según la (Organización Mundial de Gastroenterología 2011), los probióticos son microorganismos vivos que se pueden añadir a diferentes alimentos, medicamentos y suplementos debido a sus propiedades únicas. Los tipos de bacterias probióticas más comunes son *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, aunque también se utilizan menos comúnmente *Saccharomyces cerevisiae* y algunas especies de *Escherichia coli* y *Bacillus*. Desde hace miles de años, las bacterias ácido lácticas se han utilizado para conservar alimentos, lo que también ha beneficiado la salud al actuar como agentes fermentadores. Es importante destacar que el término "probiótico" solo debe aplicarse a aquellos microorganismos vivos que han demostrado tener efectos beneficiosos para la salud en estudios realizados en humanos.

1.1.8 Prebióticos

Los prebióticos son sustancias que alteran la flora intestinal, favoreciendo el crecimiento de microorganismos beneficiosos que no se digieren en el intestino delgado, sino que fermentan en el intestino grueso. Estos incluyen mananos y fructooligosacáridos, que son cadenas de hidratos de carbono de entre 3 y 10 monómeros que escapan a la digestión enzimática. El uso de ciertos oligosacáridos como los fructooligosacáridos, α -galacto-oligosacáridos y transgalacto-oligosacáridos podría mejorar la capacidad de infección de algunos patógenos y, en consecuencia, mejorar la productividad (Jaque S. p.32. 2015).

1.1.9 Simbiótico

La combinación de probióticos y prebióticos se denomina como simbiótico, el cual ofrece ventajas al huésped al mejorar la supervivencia y establecimiento de los microorganismos vivos en el tracto gastrointestinal. Al emplear un simbiótico, se asegura que los probióticos administrados tengan una mayor oportunidad de sobrevivir y proliferar en el sistema digestivo, ya que los prebióticos les proporcionan nutrición y protección. De este modo, se potencia la eficacia y efectividad de los suplementos alimenticios en la protección de la salud gastrointestinal, lo cual puede contribuir a prevenir diversos trastornos y enfermedades. Es importante destacar que la elección y dosis adecuada de los prebióticos y probióticos son fundamentales para obtener los máximos beneficios en la salud digestiva del consumidor (Jaque S. p.32. 2015).

1.2 Maca (*Lepidium meyenii* Walp)

Según lo señalado por (Rojas, *et al.* 2018), la *Lepidium Meyenii* o *Peruvianum Chacón* es una planta herbácea que presenta una forma parecida a la de un rábano, aunque de mayor tamaño. Se origina en la región central de los Andes y su cultivo se desarrolla en altitudes que oscilan entre los 2700 y 4300 metros sobre el nivel del mar. Esta especie es muy valorada por sus propiedades nutricionales y medicinales, y es ampliamente conocida en países como Perú, Ecuador y Colombia, donde las condiciones climáticas favorecen su crecimiento. La *Lepidium Meyenii* posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y energizantes, entre otras, y ha sido utilizada tradicionalmente en la medicina natural andina para tratar una amplia variedad de afecciones. Además, se ha convertido en un producto cada vez más popular en todo el mundo debido a sus beneficios para la salud y su uso como suplemento dietético ((Rojas, *et al.* 2018).

1.2.1 Origen

Es un producto resistente a condiciones climáticas extremas como granizadas, heladas y sequías, es originaria de los Andes Centrales del Perú y se cultiva en altitudes que van desde los 3800 a 4500 metros sobre el nivel del mar (Penagos, *et al.*, 2015). La maca se ha extendido a varios departamentos peruanos como Ancash, Apurímac, Ayacucho, Huánuco, Huancavelica y Puno, y su demanda ha aumentado en los últimos años debido al llamado "boom de la maca", impulsado por el incremento de su demanda en países como Japón, Europa y Estados Unidos (Tapia, *et al.*, 2007).

1.2.2 Botánica

Es una planta que crece en forma rastrera, y su apariencia es similar a la del rábano. En la base de la planta, se encuentran las hojas en forma de roseta, que se adhieren al suelo por medio de largos pecíolos que miden más de 20 cm de longitud y 2-3 cm de ancho. Las flores y las semillas son muy pequeñas. En los últimos 20 años se han llevado a cabo procesos de selección de ecotipos más productivos, los cuales se distinguen por ocho colores diferentes que van desde el blanco hasta el morado, con el fin de obtener plantas con un mayor rendimiento y una apariencia visual atractiva. Este proceso de selección ha permitido mejorar la productividad y la calidad del cultivo (Tapia, *et al.* 2007). Ver ilustración 2-1.

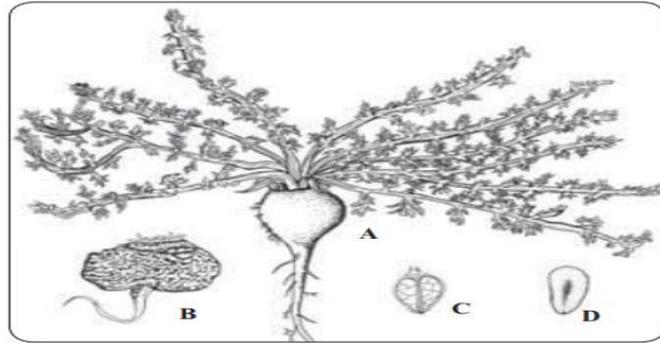


Ilustración 1-2: Componentes botánicos

A. Planta, B. Raíz, C. Fruto, D. Semilla

Fuente: Tapia, *et al.* 2007

1.2.3 Taxonomía

En la tabla 1-3 se da a conocer la clasificación taxonómica de la Maca (*Lepidium meyenii Walp.*)

Tabla 1-3: Taxonómica de la maca

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	Lepidium
Especie	Lepidium meyenii Walpers, 1843

Fuente: Velasquez, 2019

1.2.4 Valor nutricional

Se describen los componentes nutricionales de este producto, que incluyen una proporción de proteínas entre el 12 al 18 % y una alta concentración de todos los aminoácidos esenciales. Su contenido de grasas es bajo y principalmente constituido por ácidos grasos insaturados, y también contiene una alta concentración de ácidos grasos esenciales. Además, se encuentra presente una variedad de vitaminas, como provitamina A, B1, B2, B6 y C, así como minerales importantes como calcio, hierro, zinc, magnesio, cobre, entre otros, en concentraciones significativas (Canales, *et al.*, 2000). Ver tabla 1-4.

Tabla 1-4: Composición nutricional de la maca por cada 100g de porción comestible

Componentes	Cantidad
Humedad	15,30g
Proteínas	14,00g
Grasa	1,60g
Carbohidratos	64,40g
Cenizas	5,00g
Calcio	247,00mg
Fósforo	183,00mg
Hierro	14,70mg
Tiamina	0.20mg
Riboflavina	0.35mg
Ac. Ascórbico	2.50mg

Fuente: Valladolid, 2015

Autores han indagado sobre la composición nutricional en base a 100 g de material seco (Tabla 1-5).

Tabla 1-5: Análisis proximal en 100g de material seco de *L. meyenii*.

	(Dini, <i>et al</i> , 1994)	(Vílchez, <i>et al</i> , 2012)
Proteína (g)	10.20	14.61
Lípidos (g)	2.20	0.90
Fibra (g)	8.50	5.85
Carbohidratos (g)	59.00	69.53
Cenizas (g)	4.90	4.97
Hierro (mg)	16.60	-
Fósforo (mg)	-	-
Calcio (mg)	150.00	-
Manganeso (mg)	0.80	-
Cobre (mg)	5.90	-
Zinc (mg)	3.80	-
Sodio (mg)	18.70	-

Fuente: Dini, *et al*, 1994. Vílchez, *et al*, 2012

1.2.5 Características morfológicas

La planta presenta una disposición en forma de roseta y su raíz principal se une con el hipocótilo para formar un órgano subterráneo de almacenamiento que es la parte comestible. Las hojas de manera compuestas y muestran un dimorfismo; en las plantas en crecimiento las hojas son grandes mientras que en las plantas en reproducción son muy pequeñas (Aliaga, 2014).

1.2.5.1 Flores

Son bisexuales, actinomorfas y presentan un pedicelo largo. A pesar de su pequeño tamaño, son un rasgo importante de la morfología de la planta y se encuentran en las inflorescencias que se desarrollan durante la época de reproducción. A menudo, las flores de la maca pasan desapercibidas debido a su tamaño, pero son un componente crucial de la planta (Aliaga R. p.45. 2014).

1.2.5.2 Inflorescencia

Presenta una inflorescencia que consiste en racimos compuestos, aunque en su primera floración en ocasiones se puede observar flores solitarias como también pequeños racimos simples y muy raras veces pequeños racimos compuestos (Aliaga R. p.45. 2014).

1.2.5.3 Cáliz

La descripción morfológica destaca que su cáliz se compone de cuatro sépalos cóncavos que tienen un color variable entre verde y violáceo. Los sépalos son persistentes y tienen una forma regular dialisépalo (Aliaga R. p.45. 2014).

1.2.5.4 Corola

Está compuesta por dos estambres con anteras de color amarillento que se abren de forma longitudinal. Además, cuenta con cuatro nectarios verdosos ubicados en la base del ovario, dos a cada lado de los estambres (Aliaga R. p.45. 2014).

1.2.5.5 Fruto

Produce un fruto en forma de silícula dehiscente que contiene dos semillas pequeñas. El color del fruto varía entre amarillo, naranja y marrón oscuro (Aliaga R. p.45. 2014).

1.2.5.6 Ecotipos

Según (Gonzales, 2014), se han identificado hasta 13 ecotipos de maca, diferenciados por el color del hipocótilo que varía desde el blanco hasta el negro. Se ha estudiado en particular los ecotipos rojo y negro, los cuales presentan diferencias en sus propiedades biológicas y generan controversias debido a que se desarrollan en el mismo tipo de suelo.

Aunque la composición de todas las variedades de maca es similar, cada una tiene particularidades propias que les confiere utilidades diferentes entre sí. Por lo tanto, cada variedad es única en su tipo (Aliaga R. p.45. 2014).

1.2.5.7 *Maca negra*

El ecotipo de maca conocido como "Maca negra", el cual es producido comúnmente en forma de harina para su consumo, ha mostrado tener efectos positivos en el proceso de aprendizaje. Se ha observado que este tipo de maca, perteneciente a la especie *Lepidium meyenii*, presenta propiedades benéficas para la salud cognitiva (Shimabuku, *et al*, 2017). Ver ilustración 1-3.



Ilustración 1-3: *Lepidium meyenii* - tubérculo de maca negra.

Fuente: Robles, 2021

1.2.5.8 *Maca roja*

La maca roja es un ecotipo de *Lepidium meyenii* que se caracteriza por tener una mayor cantidad de compuestos fenólicos, lo que le da una mayor capacidad antioxidante en comparación con otros ecotipos. Además, también tiene propiedades estabilizadoras hormonales y se considera una fuente de energía. A diferencia de la maca negra, la roja no ha demostrado tener un impacto significativo en el aumento de la producción de espermatozoides. Sin embargo, cada variedad de maca tiene sus propias particularidades que las hacen únicas y les confieren diferentes beneficios para la salud (Yábar, *et al*, 2019). Ver ilustración 1-4.



Ilustración 1-4: *Lepidium meyenii* - tubérculo de maca roja

Fuente: Robles, 2021

1.2.5.9 Maca amarilla

El polvo de maca amarilla, que tiene una apariencia similar al polvo de color marrón claro, presenta sus propias características y beneficios, aunque su composición está muy cerca de las otras dos macas. La maca amarilla es especialmente popular entre las mujeres, ya que puede aliviar los síntomas de la menopausia, incluyendo los calambres y cambios de humor. Además, esta raíz puede mejorar la fertilidad femenina antes de la menopausia y equilibrar las hormonas femeninas en general. También tiene la capacidad de mejorar el estado de ánimo en hombres como de mujeres (Moncayo W. p.5. 2022). Ver ilustración 1-5.



Ilustración 1-5: *Lepidium meyenii* - tubérculo de maca amarilla.

Fuente: (Aguirre H. 2019)

Según (Tambo, 2016), es importante aclarar que la idea de que existen diferentes variedades de maca no es del todo precisa. En realidad, lo que existe son diversos ecotipos, los cuales se distinguen por los minerales presentes en el suelo, que influyen en la coloración de las raíces y en las propiedades de la planta. Es por esta razón que cada ecotipo de *Lepidium meyenii* tiene una actividad específica y beneficios particulares.

1.2.6 Composición química

Se han llevado a cabo diversos estudios sobre la maca para determinar sus componentes y su capacidad para realizar diversas actividades biológicas. Varios autores han contribuido con investigaciones que ayudan a comprender la composición química de la maca. Se presenta a continuación una tabla (Tabla 1-6) que resume los resultados de diferentes estudios sobre la cantidad de compuestos en la maca (*Lepidium meyenii*).

Tabla 1-6: Composición química de la maca

Componente	Cantidad
Antioxidantes	225,05±0,65mg/100g
Alcaloides	75,3±0,5mg/kg
Esteroles	0,36mg/10g
Macamidas (maca seca artesanalmente)	629,4±97,4ug/g
Ácidos grasos	
Linoléico	72mcg/10g
Palmítico	52mcg/10g
Oléico	24,5mcg/10g

mcg: microgramos

Fuente: (Gutierrez, 2009) (Paredes, 2018) (Sevilla, 2017) (Yábar, *et al.* 2019)

1.2.7 *Habitad en el Ecuador*

Según lo mencionado por (Enciso, 2017), el interés creciente por el cultivo de la maca ha traspasado las fronteras de Perú y se ha convertido en una especie cultivada en países como Argentina, Bolivia, Chile y Ecuador. A pesar de ser originaria y exclusiva de ciertas zonas de la Cordillera de los Andes, la maca también ha sido cultivada en China, gracias a la biopiratería y el comercio ilegal de semillas.

En Ecuador, ubicado en la región andina de Latinoamérica, la maca se ha cultivado en varias ciudades que presentan condiciones climáticas similares a las de Perú. Tungurahua y Tulcán son lugares donde se cultiva en menor cantidad, mientras que Azuay y Riobamba son los que presentan mayores cantidades. Riobamba, en la provincia de Chimborazo, es una ciudad que tiene un clima variable con temperaturas que van desde los -5°C hasta los 30°C. Además, su suelo irregular y su altura que oscila entre los 2754 y los 6310 metros sobre el nivel del mar, la convierten en el lugar más adecuado para el cultivo de la maca, debido a que posee temperaturas bajas y un clima propicio para su crecimiento, según el informe de la (CORA, 2012).

1.2.8 Usos

Los informes científicos han demostrado que la maca tiene múltiples beneficios en diferentes áreas.

1.2.8.1 Sexualidad y fertilidad

De acuerdo con las palabras del doctor Gampel, la maca, una planta originaria de los Andes, puede brindar beneficios a la sexualidad y fertilidad tanto de hombres como de mujeres. Este tubérculo, además de aumentar la producción de espermatozoides, tiene una acción vasodilatadora que favorece el flujo sanguíneo hacia los órganos sexuales, lo que se traduce en mejoras en la erección masculina. Adicionalmente, se ha reportado que el consumo de maca puede aumentar la libido o deseo sexual. Lo mejor de todo, es que se trata de un afrodisíaco natural que no tiene efectos secundarios ni contraindicaciones conocidas (Tambo, 2016).

1.2.8.2 El estrés

Los informes científicos han revelado que la maca tiene múltiples beneficios para la salud, incluyendo la capacidad de combatir el estrés, una de las enfermedades más comunes de nuestro tiempo que no solo afecta a los adultos, sino también a los niños. Según la Universidad Cayetano Heredia, el estrés afecta al hipotálamo y puede provocar un aumento en la producción de la hormona del estrés (cortisol), lo que puede tener efectos negativos en la digestión, el metabolismo y la salud en general. Sin embargo, la maca puede ayudar a equilibrar el sistema endocrino y contrarrestar los efectos negativos del estrés en el cuerpo (Tambo, 2016). Ver tabla 1-7.

Tabla 1-7: Uso de la Maca

Energizante
Estabilizador Físico y Mental
Fortalece la capacidad de la concentración y memoria
Controlador del Estrés y Fatiga
Regulador del Ciclo premenstrual
Estimulador de la Fertilidad
Fortalece el Sistema Inmunológico
Previene y trata la Osteoporosis

Fuente: Tambo, 2016

1.2.9 Beneficios

Se ha demostrado que la maca presenta beneficios para la salud gracias a los esteroides que contiene, no solo reduciendo los niveles de colesterol en la sangre, sino también previniendo problemas menopáusicos, mejorando la fertilidad y poseyendo propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. Estudios realizados en ratones han mostrado que la maca puede ser utilizada para tratar una variedad de enfermedades, incluyendo disfunciones sexuales, hiperplasia prostática benigna y osteoporosis (Lagarda, *et al*, 2006). También se han llevado a cabo estudios clínicos que indican que la maca puede mejorar la fertilidad, la memoria y el aprendizaje, y que posee actividad estrogénica, anti-proliferativa (contra el cáncer), antiinflamatoria, anti patógena, antiviral, antioxidante, energizante y protectora de la piel contra la radiación UV. Estos efectos se atribuyen a la presencia de varios compuestos bioactivos en la maca, incluyendo ácidos grasos poliinsaturados, amidas, glucosinolatos, alcaloides, fitoesteroides y compuestos fenólicos, que no se encuentran en otras plantas (Romero, *et al*, 2016).

1.3 Bebida Funcional

Según (Chiroque, *et al*, 2019), las bebidas funcionales son aquellas que proporcionan beneficios para la salud y el bienestar personal, y pueden ser naturales como el té o contener nutracéuticos añadidos como proteínas aisladas de soja, fibras, prebióticos, probióticos, calcio de la leche, omegas y otros ingredientes que aportan beneficios específicos que pueden ser indicados en el producto.

1.4 Análisis físico químico

La determinación de la composición y características químicas y físicas de los alimentos se lleva a cabo a través de un conjunto de métodos y técnicas, conocido como análisis fisicoquímico. Estos análisis son cruciales para el desarrollo y comprensión del concepto de materia y contribuyen significativamente al control de calidad de los alimentos. El objetivo principal de estos análisis es conocer la composición química y el contenido de sustancias tóxicas presentes en los alimentos. Es importante que los resultados obtenidos en los análisis sean comparados con los límites establecidos en los documentos técnicos y normas correspondientes al alimento en cuestión. Para llevar a cabo los análisis fisicoquímicos de manera apropiada, el laboratorio debe contar con guías internas elaboradas de acuerdo con los equipos y materiales disponibles, con el fin de abarcar la mayor cantidad de procedimientos para garantizar el control de calidad del alimento o grupo de alimentos analizados y fortalecer el proceso de aprendizaje (Porrás O. p.45. 2018).

1.5 Análisis microbiológico

Es importante tener conocimiento de las regulaciones microbiológicas en cuanto a los alimentos, que establecen los criterios de calidad microbiológica en términos de ciertos microorganismos que pueden indicar la presencia de un manejo inadecuado o contaminación de los alimentos. Los microorganismos que están relacionados con los alimentos se clasifican en tres grupos según el nivel de riesgo que presentan. El grupo 1 está conformado por microorganismos que no representan un riesgo para la salud, pero sí para la vida útil del producto (Gonzales C. p.45.2018).

1.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial es una técnica utilizada para evaluar alimentos y otros materiales a través de los sentidos, que implica diferentes etapas, desde la definición del problema hasta la interpretación de los resultados. Los beneficios del análisis sensorial son múltiples, entre ellos, la caracterización hedónica de productos, que se logra mediante estudios de consumidores para determinar su grado de aceptación y establecer criterios de calidad, comparándolos con alimentos competidores del mercado (Mondino M et al, 2016, p. 1648). Asimismo, el control del proceso de fabricación es crucial, sobre todo cuando se hacen cambios en ingredientes o condiciones de procesamiento, y el análisis sensorial en cada etapa ayuda a detectar y solucionar problemas de forma efectiva (Mondino M et al, 2016, p. 1648).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Localización y duración del experimento

El presente estudio se realizó en los laboratorios de Nutrición, Microbiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 ½, y en la planta de Lácteos de la Estación Experimental Tunshi ubicada en el km 12 ½ vía Licto Comunidad Tunshi San Nicolás.

Este experimento tuvo una duración de 60 días aproximadamente, en donde se incluyó análisis físico químico, microbiológico y sensorial.

2.2 Unidades experimentales

Se realizó un análisis con 1 litro de yogurt de cada una de las unidades experimentales con diferentes niveles de maca (*Lepidium meyenii Walp*), dando un total de 16 litros. En la producción de este alimento se empleará harina de maca amarilla adquirida en la Ciudad de Cuenca a través de la empresa Alimentos Andinos JARAM.

2.3 Materiales, Equipo, Reactivos e Insumos

2.3.1 *Materiales*

De campo

- Papel film
- Caja térmica
- Papel aluminio
- Marcador
- Cucharas de madera
- Ollas
- Toallas de cocina
- Baldes
- Envases plásticos

- Papel de filtro
- Materiales para prueba sensorial (formatos, lapicero y vasos desechables)
- Cámara fotográfica
- Fundas herméticas
- Equipos de protección en el laboratorio (mandil, cofia, guantes y mascarilla)

De laboratorio

- Caja Petri
- Varilla de agitación
- Espátula
- Tubos de ensayo
- Pipeta
- Mechero de Bunsen
- Gradilla para tubos
- Puntas para micropipetas
- Pinzas
- Vaso de precipitación
- Pipeta Pasteur
- Probeta
- Bureta
- Matraz Erlenmeyer
- Capsula de porcelana
- Crisol
- Soporte universal
- Refractómetro
- Cuenta colonias
- Butirómetro
- Vaso de precipitación Berzelius
- Balón de Kjeldahl

2.3.2 Equipos

- Balanza analítica
- Cabina de flujo de laminar

- Autoclave
- Refrigerador
- Potenciómetro
- Agitador magnético
- Micropipeta
- Estufa
- Mufla
- Centrifuga
- Autoclave
- Cuenta colonia

2.3.3 Reactivos

- Alcohol 70 y 96%
- Fenolftaleína
- Alcohol amílico
- NaOH 0,1N
- NaOH 50%
- Ácido sulfúrico
- Granalla de Zinc
- Ácido bórico
- Ácido sulfúrico
- Agua destilada
- Catalizador
- Indicador mixto
- Agares (PDA y Mac Conkey)

2.3.4 Insumos

- Leche de vaca
- Harina de maca amarilla
- Cultivos de yogurt (YF-L811)
- Azúcar blanca

2.3.5 Tratamiento y diseño experimental

Se evaluaron tres tratamientos con diferentes niveles de maca (*Lepidium meyenii Walp*) como: (T1: 5%, T2: 10%, T3:15%), más un tratamiento testigo (T0: yogurt sin maca), con 4 repeticiones cada uno.

Tabla 2-1: Esquema del Experimento

Tratamientos	Código	Nº repe.	*TUE	Total (L)
Testigo 0% (Yogurt sin maca)	T0	4	1	4
Yogurt con 5% de maca	T1	4	1	4
Yogurt con 10% de maca	T2	4	1	4
Yogurt con 15% de maca	T3	4	1	4
Total				16

*TUE: Tamaño de la Unidad Experimental

Realizado por: Freire Gabriela,2023

Se determinó una formulación adecuada para el yogurt utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) mediante un modelo lineal aditivo correspondiente a la siguiente formula:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}: valor estimado de la variable.

u: media general

T_i: tratamientos (efecto de diferentes niveles)

E_{ij}: Error experimental o efecto de la aleatorización de los tratamientos en el campo experimental.

2.3.6 Mediciones experimentales

Las variables experimentales que se consideraron en la presente investigación fueron:

Análisis fisicoquímico

- Proteína %
- Grasa %
- Ceniza %
- Acidez total %
- pH

Análisis microbiológico

- Recuento de Coliformes totales (UFC/ml)
- Recuento de E. coli (UFC/ml)
- Recuento de mohos y levaduras (UFC/ml)

Análisis organoléptico

- Color
- Olor
- Sabor
- Apariencia

Análisis Económicos (Beneficio/costo)

- Precio de venta

2.4 Análisis estadístico y prueba de significancia

La presente investigación empleó los siguientes análisis estadísticos para la estimación de las diversas variables.

- Análisis de varianza (ADEVA)
- Estadísticas descriptivas
- Separación de medias según Tukey ($P \leq 0,05$)
- Escala hedónica
- Líneas de dispersión

Tabla 2-2: Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Error	12

Realizado por: Freire Gabriela,2023

2.5 Procedimiento experimental

2.5.1 Diagrama de la obtención del extracto acuoso de maca (*Lepidium meyenii* Walp)

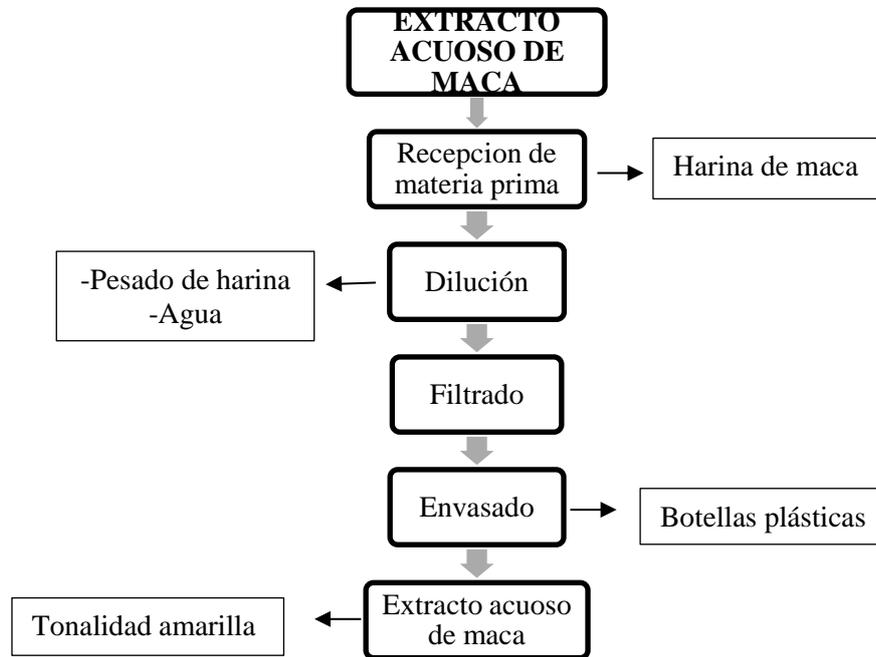


Ilustración 2-1: Diagrama de la obtención del extracto acuoso de maca.

Realizado por: Freire Gabriela, 2023

2.5.1.1 Recepción de la materia prima

Se realizó en condiciones óptimas para garantizar su seguridad y calidad como alimento apto para el consumo humano. Se tomó medidas adecuadas para su almacenamiento, transporte y manipulación, de manera que se evitó posibles contaminaciones o alteraciones que puedan comprometer su calidad. Además, se realizó un control de calidad para verificar que la harina de maca cumpla con los estándares requeridos antes de ser utilizada en la producción de alimentos.

2.5.1.2 Dilución

Se obtuvo la harina de maca con el fin de lograr una proporción precisa entre la harina y el agua tibia hervida, mediante una relación de 50:50. Es de vital importancia asegurar que la combinación final se encontró en excelentes condiciones de higiene y calidad, lo que permitió garantizar la seguridad del producto utilizado en la investigación.

Es importante destacar que la preparación de la harina de maca debe seguir ciertas pautas y recomendaciones para asegurar su eficacia y calidad.

2.5.1.3 Filtrado

En esta etapa del proceso se llevó a cabo el filtrado del extracto para asegurar su homogeneidad. Para ello se utilizó, una tela fina de filtrado, aplicando presión con una cuchara de la cual se obtuvo el extracto. La filtración fue un paso importante para eliminar impurezas y obtener un producto final de alta calidad, dicho proceso se realizó correctamente para garantizar la homogeneidad del extracto acuoso.

2.5.1.4 Envasado

Después de obtener el extracto homogéneo, se llevó a cabo el proceso de envasado, el cual consistió en colocar el líquido en una botella previamente desinfectada de manera hermética para garantizar su conservación. Es importante destacar que este paso fue fundamental para preservar la calidad del producto y evitar la contaminación. Se utilizó materiales de envasado adecuados y seguros para el consumo humano.

2.5.1.5 Extracto de maca

El extracto de maca obtenido tras seguir el proceso previamente descrito, mostró una tonalidad amarilla que puede indicar la presencia de compuestos bioactivos en la raíz. Este extracto se utilizó como materia prima en la elaboración de yogurt fortificado, lo que sugiere una posible incorporación de nutrientes beneficiosos para la salud en este alimento.

2.5.2 Diagrama de la elaboración de yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.

En la elaboración de yogurt fortificado con diferentes niveles (5%, 10% y 15%) de maca (*Lepidium meyenii Walp*), se aplicó una serie de pasos importantes para así obtener un yogurt de calidad y a su vez apto para el consumo de las personas, en donde empieza por la limpieza y desinfección de todas las áreas a utilizar y finaliza en el almacenamiento con el fin de mantener al producto en óptimas condiciones, el proceso se detalla a continuación

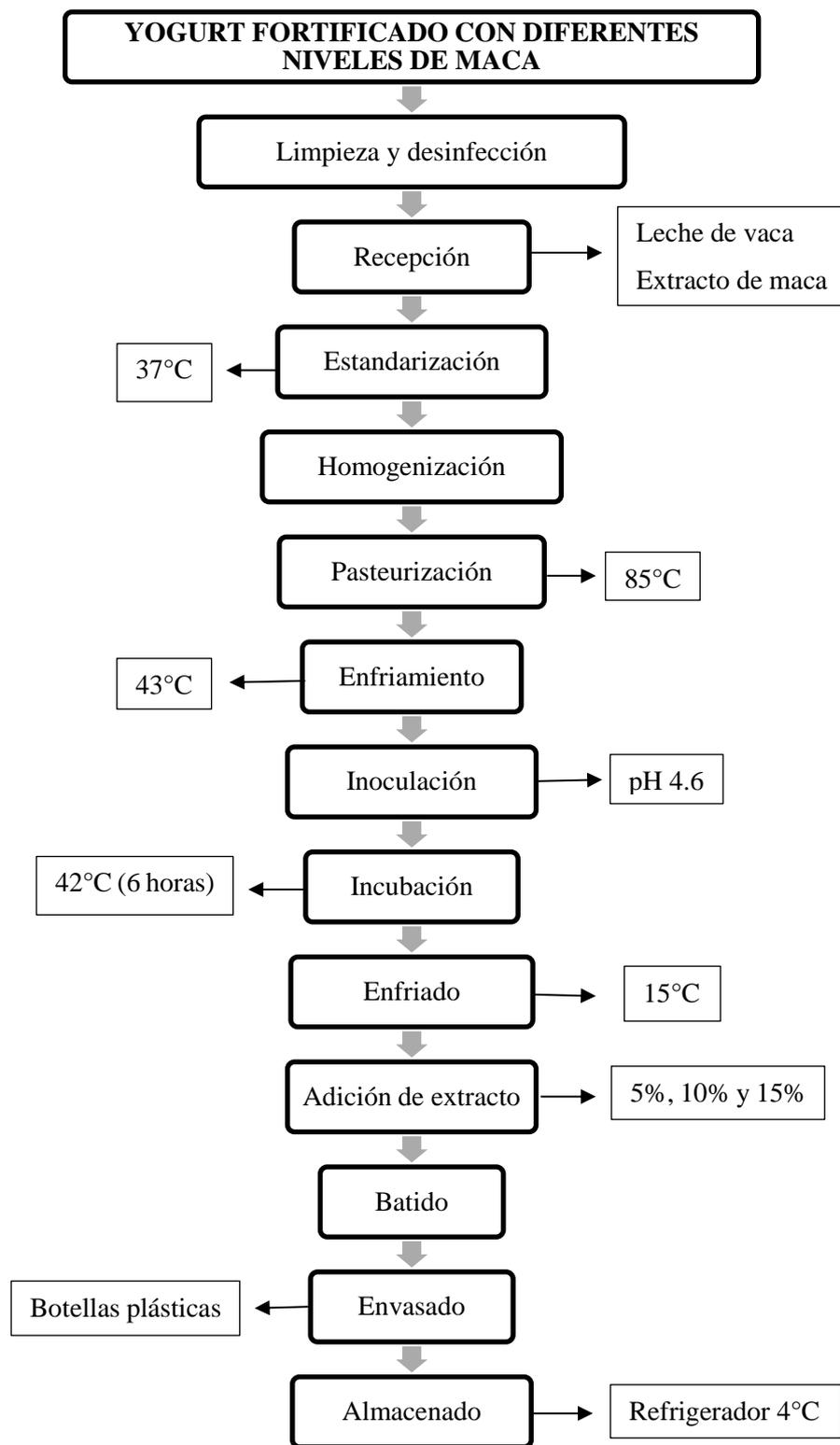


Ilustración 2-2: Diagrama de elaboración de yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.

Realizado por: Freire Gabriela, 2023

2.5.2.1 Limpieza y desinfección

Para garantizar la higiene y seguridad alimentaria, se llevó a cabo un proceso de limpieza, desinfección del área de trabajo y de los utensilios en la elaboración del producto. Esto asegura que no haya contaminación cruzada evitando la presencia de bacterias o microorganismos que puedan afectar la calidad del producto final, utilizando equipos y productos desinfectantes adecuados para lograr la máxima eficacia.

2.5.2.2 Recepción

Se llevó a cabo la evaluación y revisión de la materia prima que se utilizó en la elaboración de yogurt, en este caso, se trata de la leche de vaca y el extracto acuoso de maca, que deben cumplir con los requisitos de calidad, realizando una inspección visual en los insumos y descartando algunos ingredientes que no cumplieron con los estándares de calidad (partículas en leche). Asimismo, se llevó un registro detallado de la cantidad y fecha de recepción de los insumos, para tener un seguimiento del proceso de producción, de esta manera, se garantizó la trazabilidad y seguridad alimentaria de los ingredientes utilizados en la elaboración de yogurt.

2.5.2.3 Estandarización

Durante la etapa de estandarización del proceso, se esperó hasta que la temperatura de la leche alcanzara los 37 °C antes de agregar el azúcar, que fue mezclado en una cantidad del 8%. La temperatura correcta es fundamental para prevenir la degradación de las propiedades nutricionales y sensoriales de la leche y asegurar la calidad del producto final. Además, la cantidad adecuada de azúcar es crucial para lograr el equilibrio apropiado.

2.5.2.4 Homogenización

Se realizó la homogenización como una etapa clave del proceso de producción del yogurt, con el objetivo de lograr una textura suave y consistente. A través de la aplicación de alta presión, se emulsionó la mezcla para distribuir de manera homogénea los glóbulos grasos en toda la solución. Esta técnica permitió evitar la formación de nata, lo que contribuyó a mejorar el sabor, textura del producto final.

2.5.2.5 *Pasteurización*

Se sometió el producto a un tratamiento térmico mediante la aplicación de calor a una temperatura de 85 °C, y se mantuvo durante un periodo de 30 minutos. Este proceso se realizó con el objetivo de reducir la carga microbiana presente en el producto y evitar la proliferación de agentes.

2.5.2.6 *Enfriamiento*

La leche fue enfriada en una tina con agua fría hasta llegar a una temperatura de 43°C. Este paso fue importante para evitar la proliferación de bacterias y asegurar la calidad del yogurt. Se tuvo en cuenta que el enfriamiento debe ser gradual para evitar choques térmicos y posibles alteraciones en la textura.

2.5.2.7 *Inoculación*

Durante la fase de inoculación, se agregó a la leche los cultivos (YF-L811), y se mezcló durante 2 minutos. La temperatura de incubación se mantuvo constante a 42 °C hasta que alcanzó un pH de 4.6. El objetivo de esta etapa fue permitir que los cultivos lácticos fermenten la leche, creando las condiciones necesarias para la formación del yogurt.

2.5.2.8 *Incubación*

La mezcla fue mantenida a una temperatura constante de 42 °C hasta que alcanzó un pH de 4.6, lo cual tomó alrededor de 6 horas. Durante este proceso, se permitió que los cultivos bacterianos realizaran la fermentación de la lactosa presente en la leche, lo que resultó en la acidificación del medio y la coagulación de la leche.

2.5.2.9 *Enfriado*

Se procedió a enfriar de manera cuidadosa las muestras a una temperatura de 15°C, con el propósito de facilitar la coagulación y mejorar la consistencia del producto final. La temperatura óptima es crucial para lograr una textura adecuada y asegurar que el producto tenga una consistencia agradable al paladar.

2.5.2.10 Agregación de extracto acuoso de maca

Durante esta etapa del proceso, se añadió al producto final el extracto acuoso de maca en tres niveles distintos: 5%, 10% y 15%. Cada muestra se colocó cuidadosamente al yogurt con el fin de que se homogenice.

2.5.2.11 Batido

Durante la fase de batido, se utilizó un agitador manual para romper el coágulo que se había formado previamente, con una duración de 6 a 8 minutos. El objetivo principal de esta etapa fue obtener una mezcla homogénea y de textura suave.

2.5.2.12 Envasado

Durante la fase de envasado, se empleó en recipientes plásticos previamente esterilizados con el objetivo de garantizar la calidad e higiene del producto final. Para lograr esto, se llenó los envases con la cantidad apropiada de producto, fueron sellaron cuidadosamente para evitar la exposición del yogurt a factores externos que pudieran afectar su calidad.

2.5.2.13 Almacenamiento

Se almacenó el yogurt en un lugar fresco, como el refrigerador, para asegurar su conservación a una temperatura de 4°C. De esta manera se permitió llevar a cabo los análisis necesarios para garantizar la calidad del producto. Es importante destacar que el almacenamiento en frío es fundamental para prevenir el crecimiento de microorganismos y mantener las características organolépticas del yogurt.

Tabla 2-3: Formulación de yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.

		Niveles de maca			
Ingredientes	U.M	0%	5%	10%	15%
Leche	ml	4000	3800	3600	3400
Extracto de maca	ml	0	200	400	600
Total (ml)		4000	4000	4000	4000

Realizado por: Freire Gabriela, 2023

2.6 Metodología de evaluación

2.6.1 Análisis físico químicos

2.6.1.1 Proteína

Se realizó por el método de Kjeldahl (MO-LSAIA-01.04).

1. Se utilizó un matraz limpio y seco donde se añadió 9g de sulfato de potasio y 1g de sulfato de cobre y aproximadamente 5ml de la muestra. Posteriormente se mide 25 ml de ácido sulfúrico, para la destilación se lo realiza por medio de las siguientes fases:
2. Digestión: Calentar el balón Kjeldahl con todo lo mencionado anteriormente en el equipo que se realiza la digestión, aplicando una temperatura estable (media) durante 45 min, luego de la digestión se presenta un color azul a verde esmeralda.
3. Después de la digestión esta debe ser clara y libre de material no digerible. Se debe permitir que la muestra digerida se enfríe a temperatura ambiente una vez que este ya se haya enfriado añadimos 200 ml de agua destilada en los balones Kjeldahl, también se añade 5g de granallas de zinc y finalmente colocar 100 ml de NaOH al 50%.
4. Destilación: Abrir el suministro de agua al condensador del aparato de destilación, colocamos en el balón Kjeldahl que contiene previamente la muestra. La punta del tubo se salida del condensador sumergir en 100 ml de la solución de ácido bórico. Poner el balón Kjeldahl sobre el calentador a una temperatura media, continuamos con la destilación hasta que comience la ebullición una vez que esta se apaga inmediatamente la hornilla.
5. Luego se apaga el condensador de agua, la tasa de destilación debe ser de tal manera, que se reúna aproximadamente 150 ml de destilado antes que la ebullición irregular inicie. El volumen total de contenido en el matraz cónico será de aproximadamente 200ml.
6. Titulación: En este paso se titula con aproximadamente 3 gotas de indicador mixto (verde de bromocresol más rojo de metileno) con ayuda de una bureta, hasta que alcanza un color rosa en el contenido.
7. Calcular el contenido de proteína con la formula a aplicar:

$$\%PB = \frac{(N\ HCL * V\ HCL * 6,38 * 0,014)}{WM} * 100$$

Donde:

N HCL: normalidad del ácido clorhídrico

V HCL: volumen consumido de ácido clorhídrico

WM: porción de la muestra

2.6.1.2 *Grasa*

Para la determinación del contenido de grasa se aplicó el método de Gerber mediante la norma (NTE INEN 012:73) donde se usó un butirometro Gerber.

1. Primero se vertió 10 ml de ácido sulfúrico en el butirometro cuidadosamente de no humedecer el cuello con ácido el cuello del butirometro.
2. Posteriormente colocamos 10,94 ml de muestra al butirometro con ayuda de una pipeta
3. Luego verter 1 ml de alcohol amílico en el butirometro, el alcohol amílico siempre debe verterse después de la muestra.
4. Tapar el butirometro y cuidadosamente con ayuda de toallas de cocina agitar invertido lentamente de 3 a 4 veces el butirometro hasta que no aparezca grumos de partículas blancas.
5. Después de la agitación se colocó en la centrifuga con las tapas hacia fuera del butirometro. Una vez que la centrifuga alcanza la velocidad necesaria este proceso dura de 4 minutos no mayor a 5 minutos a tal velocidad.
6. Para proceder a la lectura se colocó el nivel de separación entre el ácido y la columna de grasa sobre la marca de una graduación principal de la escala, leemos las medidas correspondientes a la parte inferior del menisco de grasa y al nivel de separación entre ácido y la columna de grasa.

2.6.1.3 *Ceniza*

Las cenizas se obtuvieron por la incineración en la mufla (MO-LSAIA-01.02)

1. Se partió lavando los crisoles y colocando en la estufa ajustada a 65°C durante 4h aproximadamente
2. Luego se deja enfriar en el desecador para posteriormente se pueda pesar solo el crisol
3. Luego se pesa la muestra aproximadamente 2 g.
4. Transferimos el crisol al reverbero hasta que la muestra este totalmente calcinada evitando que haya presencia de humo.
5. Luego introducimos el crisol con sus respectivas tapas a la mufla a 55°C hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón durante 4 horas.
6. Finalmente se saca los crisoles cuidadosamente y colocamos al desecador para posteriormente estos puedan ser pesados, pesamos y anotamos los resultados obtenidos.

7. Para calcular cenizas se aplica la siguiente formula:

$$C = \frac{m3 - m}{m2 - m} * 100$$

Donde:

m: peso del crisol vacío

m2: peso del crisol con la muestra

m3: peso del crisol con la muestra después de la mufla

2.6.1.4 Acidez total

La determinación de la acidez se desarrolló mediante (MO-LSAIA-29), en donde:

1. Transferimos la muestra a un Erlenmeyer y pesamos aproximadamente 10 ml de la muestra
2. Luego agregar 2 gotas de solución de fenolftaleína, agregar lentamente y con agitar hasta que se mezcle bien.
3. Agregar la solución de 0,1 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado persistente.
4. Finalmente leer en la bureta el volumen de solución ocupada (NaOH) en la ejecución del mismo.
5. La fórmula para calcular la acidez total es la siguiente:

$$A = \frac{0,090 * Vc * N}{Vm} * 100$$

Donde:

Vc: volumen de solución de hidróxido de sodio

N: normalidad de la solución de hidróxido de sodio

Vm: volumen de la muestra en ml.

0,090: factor de multiplicación en productos lácteos

2.6.1.5 pH

El pH se determinó basándose en (MO-LSAIA-09) para efectuar este ensayo se lava los electrodos con agua destilada y calibrar el potenciómetro a la temperatura de la muestra, posteriormente

colocamos la muestra en el vaso de precipitación aproximadamente 20ml e introducimos los electrodos y efectuar la determinación del pH.

2.6.2 *Análisis microbiológico*

El análisis microbiológico se realizó de acuerdo con las regulaciones establecidas en la norma técnica (NTE INEN 2395, 2011). Para la detección de coliformes totales, se empleó los procedimientos descritos en la norma INEN 1529-7, mientras que para detectar la presencia de *E. coli* se seguirán los protocolos establecidos en la norma INEN 1529-8. Asimismo, para la identificación de mohos y levaduras, se aplicaron las directrices establecidas en la norma INEN 1529-10. El objetivo de realizar este análisis es asegurar que el producto final esté libre de contaminantes microbiológicos, cumpliendo con los requisitos de inocuidad y calidad. Es importante seguir estos protocolos para garantizar que el yogur de maca sea seguro para el consumo humano. Ver tabla 2-4.

Tabla 2-4: Condiciones específicas para el análisis microbiológico.

Microorganismos	Medio de cultivo	Tipo de medio de cultivo	Temperatura
Coliformes Totales	MacConkey	Agar	37°C
<i>E. coli</i>	MacConkey	Agar	37°C
Mohos y Levaduras	PDA	Agar	28°C

Realizado por: Freire Gabriela, 2023

1. Añadir 9 ml de agua destilada en cada tubo de ensayo.
2. Estilar en el auto clave los materiales a utilizar: cajas Petri, pipetas, puntas de micro pipeta (envueltas en papel aluminio), tubos de ensayo y el agar PDA
3. Pesar 1 gramo de la muestra y posteriormente colocar en el tubo de ensayo y homogenizar en el vortex durante 30 segundos aproximadamente (dilución 1/10).
4. Tomar 1 ml de dilución 1/10 y añadir al tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada y homogenizar (dilución 1/100).
5. Tomar 1 ml de la dilución 1/100 y añadir al tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada y homogenizar (dilución 1/1000).
6. Inocular 1 ml de dilución 1/1000 en la placa e incubar las placas en la estufa durante 72 horas a temperaturas óptimas.
7. Colocar las colonias crecidas a las 72 horas en la cuenta colonias.
8. Calcular con la siguiente fórmula:

$$\frac{UFC}{ml} \text{ estimadas} = \frac{C1 + C2 + C3 + C4}{4} * 56$$

Donde:

C1: Cuadrante 1

C2: Cuadrante 2

C3: Cuadrante 3

C4: Cuadrante 4

2.6.3 *Análisis sensorial*

Tabla 2-5: Atributos y parámetros para la escala hedónica.

Atributos	Parámetros
Apariencia	5 = Excelente
Sabor	4 = Muy bueno
Olor	3 = Bueno
Color	2 = Regular
	1 = Malo

Realizado por: Freire Gabriela, 2023

2.6.4 *Análisis beneficio costo*

La relación costo beneficio se cuantificará verificando el costo de producción vs el costo de venta del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca. La determinación de los costos de producción por cada litro de yogurt se realizará mediante la siguiente formula:

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Egresos Totales}}$$

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis físico químico, microbiológico, sensorial y beneficio costo del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.

3.1.1 Análisis físico químico

La tabla 3-1 presenta el análisis físico químico realizado en el yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (*Lepidium Meyenii Walp*), donde se analizó los intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los tratamientos mientras se identifica la tasa de error por cada variable.

Tabla 3-1: Análisis físico químicos del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (*Lepidium Meyenii Walp*)

Variable	Niveles de maca				E. E	Prob
	0%	5%	10%	15%		
Proteína, %	3.70 d	6.22 c	7.23 b	9.30 a	0.12	0.0001
Grasa, %	3.27 c	3.30 c	3.35 b	3.40 a	0.01	0.0001
Ceniza, %	0.65 c	0.71 b	0.77 a	0.79 a	0.01	0.0001
Acidez total, %	0.89 b	0.89 b	0.94 a	0.95 a	0.01	0.0001
pH	4.45 a	4.37 b	4.23 c	4.17 d	0.01	0.0001

E.E: Error estándar

Prob: <0.01 Existen diferencias altamente significativas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Gabriela Freire, 2023

Los resultados logrados en el análisis físico químico de los diferentes tratamientos (0%, 5%, 10% y 15%), aplicados en la elaboración de yogurt fortificado se detallan a continuación.

3.1.1.1 Proteína

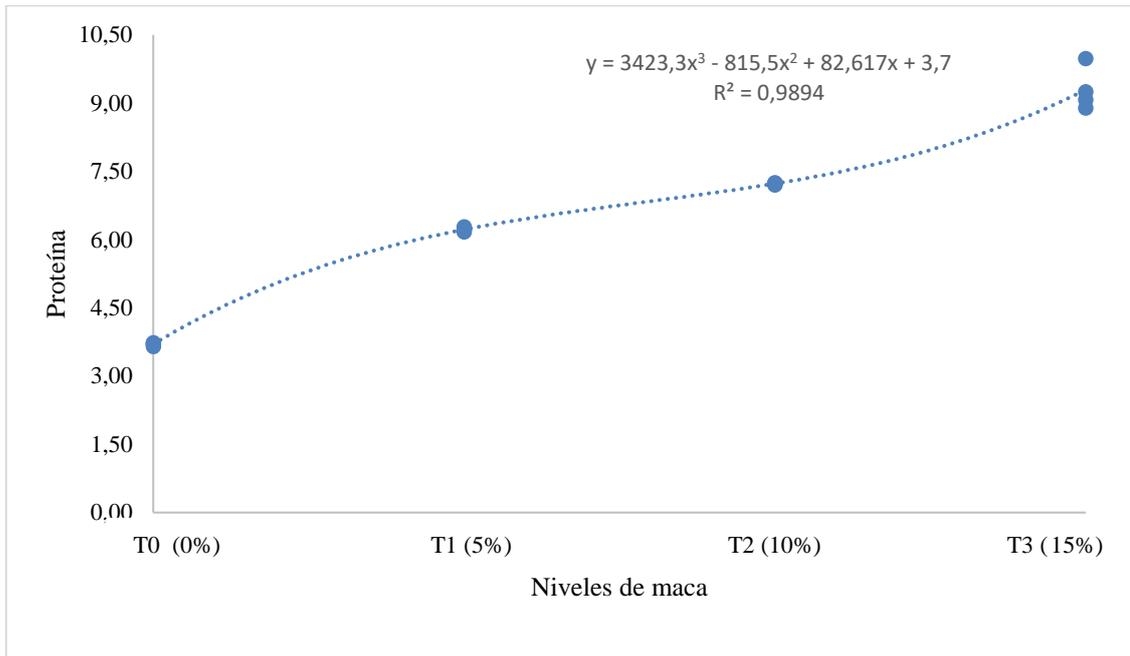


Ilustración 3-1: Proteína del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

El contenido de proteína del yogurt fortificado presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) por efecto de los niveles de maca empleados, registrándose el mayor valor proteico al emplearse el nivel del tratamiento tres (T3) con un de 9,30 %, a diferencia del tratamiento control (T0) que presentó un valor de 3,70 % de proteína, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia cuadrática que determina que a medida que se incrementa los niveles de maca, el contenido de proteína del yogurt tiende a aumentar pero no de una manera proporcional como se observa en la ilustración 3-1. Lo que indica que la cantidad de maca utilizada tiene un impacto significativo en los niveles de proteína ya que esta posee entre 8,87 y 11,60 %, por lo que al incluir a la formulación del yogurt este presentara una mayor cantidad (Sifuentes G, 2015 et al, p.132); comportamiento similar presenta el estudio de (Torre F et al, 2022, p.), quien menciona que al añadir extracto acuoso de maca en la elaboración de una bebida funcional edulcorada con panela y estevia demostró que esta posee 6.98 % de proteína valor que es similar al producto elaborado en el presente trabajo, ratificando por consiguiente que la adición de maca en los productos alimenticios elevan el valor proteico de estos.

3.1.1.2 Grasa

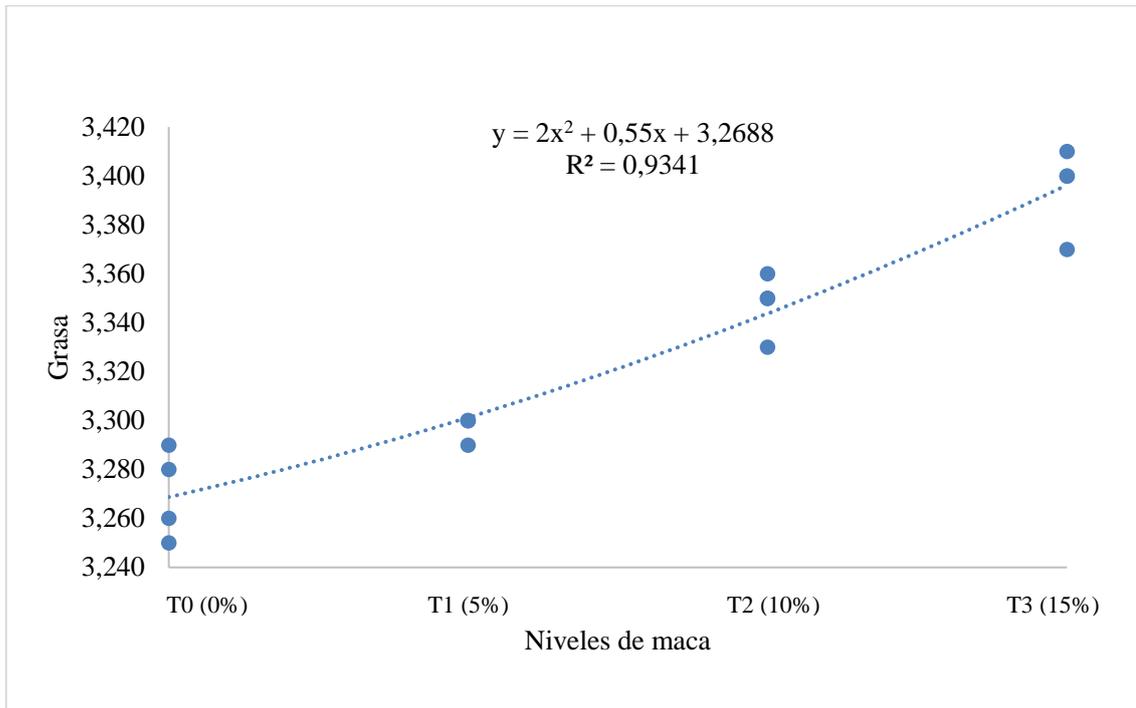


Ilustración 3-2: Grasa del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.

Realizado por: Freire Gabriel. 2023

Los valores de grasa del yogurt presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) por efecto de los niveles de maca empleados, obteniendo el mayor valor (3,40 %) de grasa al emplearse el nivel del 15 %; en cambio con el tratamiento sin su empleo (control) su contenido de grasa fue de 3,27 %; por lo que a través del análisis de la regresión se establece una tendencia cuadrática que determina que a medida que se incrementa los niveles de maca la grasa del yogurt tiende a aumentar pero no de una manera proporcional como se observa en la ilustración (3-2). Esto muestra que la cantidad de maca añadida influye en el contenido de grasa esto debido a los ácidos grasos naturales que contiene la maca entre $0,63 \pm 0,02$ % y han sido incluidos en el yogurt fortificado (Baquerizo M et al, 2021). Este comportamiento es similar al estudio realizado por (Torres F et al. en 2022); que reportó 1.5 % de grasa en una bebida funcional edulcorada con panela y estevia. Sin embargo, es importante destacar que en dicho estudio sólo se consideró la grasa presente de la maca, mientras que en el presente estudio se evaluó la grasa de la leche y la del extracto de maca.

3.1.1.3 Ceniza

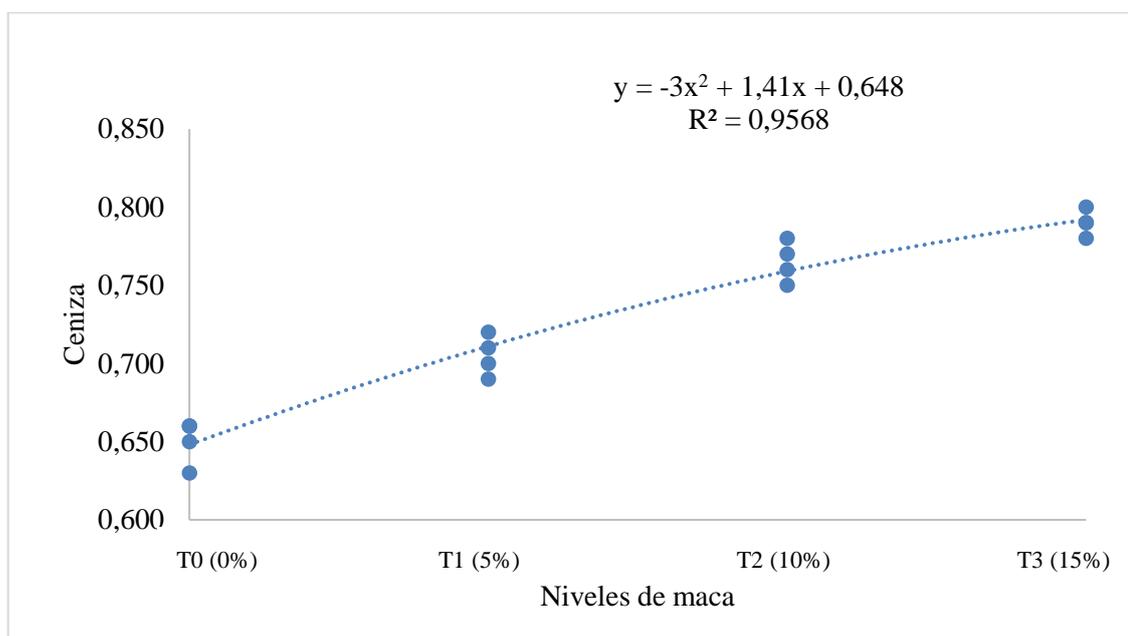


Ilustración 3-3: Ceniza del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.

Realizado por: Freire Gabriela. 2023

Los valores de ceniza del yogurt presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) por efecto de los niveles de maca empleados, determinándose un valor alto con el empleo del tratamiento tres (T3) se obtuvo el valor más alto (0,79 %), a diferencia del yogurt del grupo control (T0) que presentó un contenido de 0,65 % de ceniza, por lo que mediante el análisis de regresión se establece una tendencia cuadrática que señala un aumento en la cantidad de ceniza a medida que se incrementa los niveles de maca, aunque no de una manera proporcional como se observa en la ilustración 3-3. Los diferentes niveles de maca empleada en el yogurt influyen significativamente en la cantidad de ceniza presente en el producto final; esto debido a que la maca es conocida por su alto contenido de minerales por lo que, si se agrega a un yogurt puede aumentar el contenido de cenizas en el producto final (Vílchez et al, 2012). El valor de contenido de cenizas obtenido en este estudio es inferior al reportado por (Baquerizo M. et al 2021), quienes encontraron un valor de 0,94 % de cenizas en una bebida funcional elaborada con maca como ingrediente principal; ratificando así que al agregar maca al yogurt puede aumentar significativamente el contenido de ceniza del producto, sin embargo, una mayor cantidad de maca no necesariamente se traduce en un aumento significativo en el contenido de ceniza de los productos alimenticios, esto debido a que los minerales (Calcio, fósforo, hierro) pueden sufrir lixiviación debido a la temperatura y tiempo aplicada en el proceso (Gomes et al., 2018).

3.1.1.4 Acidez total

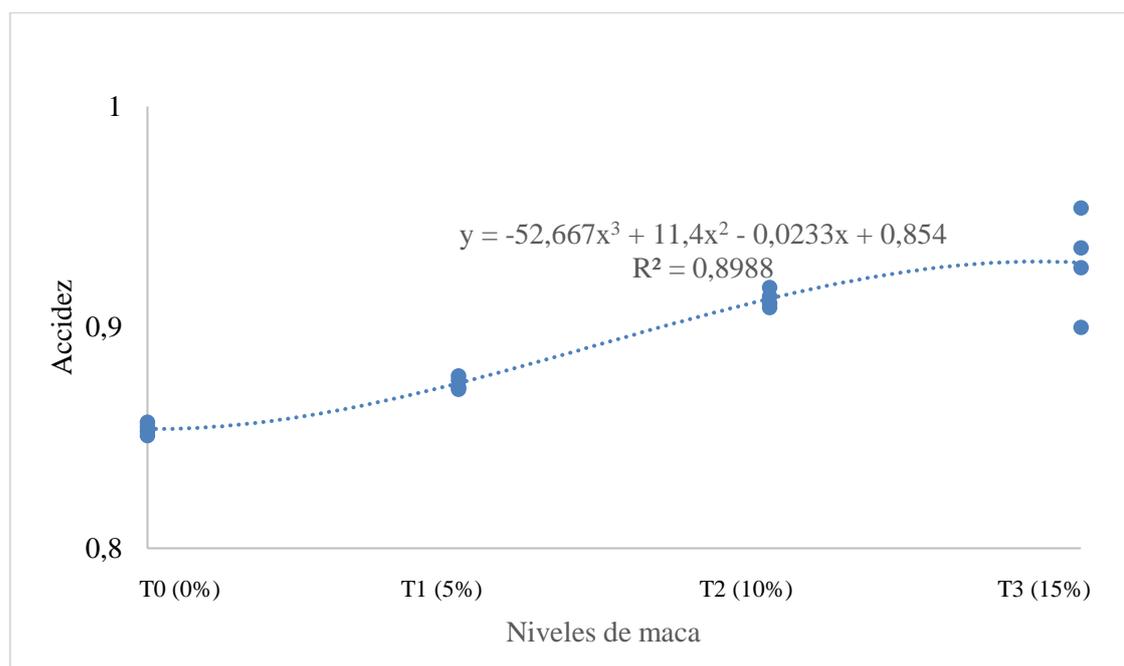


Ilustración 3-4: Acidez del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.

Realizado por: Freire Gabriela. 2023

Durante el análisis de los valores de acidez del yogurt fortificado, se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre las medias. El tratamiento con el nivel del 15 % mostró el valor más alto de acidez, registrando $0,95$ °Dornic, mientras que el tratamiento testigo tuvo un valor de $0,89$ °Dornic. A través del análisis de regresión, se estableció una tendencia cúbica que indica que a medida que aumentan los niveles de maca, la acidez del yogurt tiende a aumentar, aunque no de manera proporcional, tal como se muestra en la ilustración 3-4. Por lo tanto, los niveles de maca empleados en el yogurt fortificado tienen un impacto significativo en la acidez del producto final, mostrando una relación no lineal; estos valores pueden ser el resultado de la actividad metabólica continua de las bacterias ácido lácticas en el proceso de fermentación del yogurt, el ácido ascórbico presente en la harina de maca y el tiempo de fermentación de lactosa a ácido láctico. Según la norma NTE INEN 2395:2011 para el yogurt, la acidez debe oscilar entre 0.6 a 1.5 °Dornic, y los resultados obtenidos en la investigación se encuentran dentro de los requisitos establecidos por la norma. Comportamiento similar presenta el estudio de Salcedo et al. (2019, p. 70), quienes demostraron que a medida que aumenta la concentración de maca en el yogurt, la acidez tiende a aumentar de 0.87 a 0.92 °Dornic.

3.1.1.5 pH

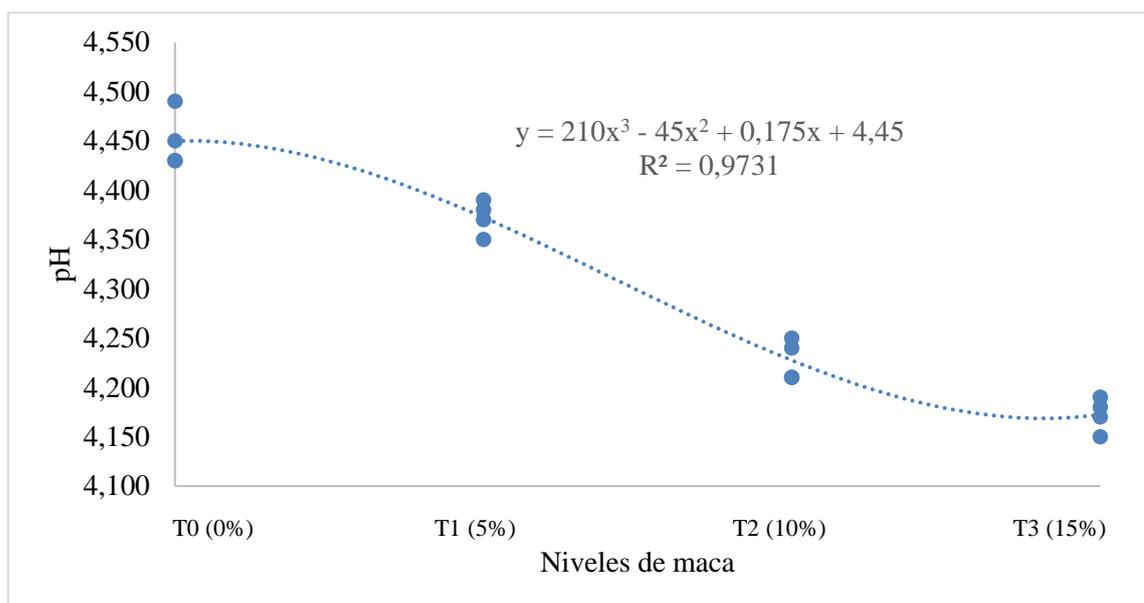


Ilustración 3-5: pH del yogurt fortificado, por efecto de diferentes niveles de maca.

Realizado por: Freire Gabriela. 2023

Los pH del yogurt fortificado presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) por efecto de los niveles de maca empleados. El tratamiento control reveló el pH más alto con 4.45, en contraste con el tratamiento con un nivel del 15%, que mostró un pH de 4.17. Al realizar un análisis de regresión, se estableció una tendencia cúbica que indica que, a medida que se incrementan los niveles de maca, el pH del yogurt tiende a disminuir, pero no de una manera proporcional, como se muestra en la ilustración 3-5. Por tanto, los niveles de maca empleados en el yogurt tienen un impacto significativo en el pH del producto final, mostrando una relación no lineal. A pesar de esto, el pH del yogurt fortificado se mantiene dentro del rango permitido para su clasificación como yogurt, que oscila entre 4 y 4.5, según se menciona en Vázquez V et al. (2015). Esta variabilidad en el pH puede deberse a la aceleración de las reacciones de transformación de azúcares en ácidos durante la fermentación, lo que resulta en una mayor concentración de iones de hidrógeno y un pH más bajo en el producto final. Los resultados obtenidos en este estudio muestran una similitud con los hallazgos de Salcedo et al. (2019, p. 68), quienes demostraron que la adición de mayores concentraciones de maca al yogurt disminuye su pH de 4.49 a 4.22. Según Castillo y Comejo (2017), esta propiedad del pH resulta fundamental para obtener las características de aroma y sabor que son propias del yogur, por lo que es crucial mantener el pH del producto dentro del rango especificado.

3.1.2 Análisis microbiológico

La tabla 3-2 presenta el reporte del análisis microbiológico de *Coliformes totales*, *Escherichia Coli*, *Mohos* y *Levaduras* realizados en el yogurt fortificado.

Tabla 3-2: Presencia microbiológica del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (*Lepidium Meyenii* Walp.)

Microorganismo	Niveles de maca			
	0 %	5%	10 %	15 %
<i>Coliformes totales</i> , UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Escherichia Coli</i> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Mohos y Levaduras</i> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: Gabriela Freire, 2023

A través de la presente tabla 3-2 se conoce el análisis microbiológico evaluado en el yogurt fortificado con diferentes niveles de maca para los tres microorganismos patógenos, tal es el caso, no se reporta la presencia para *Coliformes totales*, *Escherichia Coli*, *Mohos* y *Levaduras* esto debido a que se observó la ausencia de muestras contaminadas. Estos resultados son similares al estudio realizado por (Jumbo G, *et al* 2020), que reporta en el análisis microbiológico la ausencia de *Coliformes totales*, *Escherichia Coli*, *Mohos* y *Levaduras* en un yogurt tipo III al realizar el análisis de estabilidad microbiológica a los 0 días. Estos resultados demuestran que hubo buenas prácticas de manufactura efectuadas en el proceso de la elaboración del yogurt y el tratamiento térmico (pasteurización) aplicado después de la recepción de la leche. Además, se mantuvo la cadena de frío desde la recepción de las materias primas hasta el respectivo análisis microbiológico del producto. Por lo cual, se le puede identificar como un alimento con un nivel de buena calidad ya que se encuentra por debajo de los parámetros que establece la legislación ecuatoriana INEN 2395, 2011.

3.1.3 Análisis organoléptico

La tabla 3-3 presenta el análisis organoléptico realizado en el yogurt fortificado con diferentes niveles de maca *Lepidium Meyenii* Walp donde se analiza los intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los tratamientos mientras se identifica la tasa de error por cada variable.

Tabla 3-3: Análisis organoléptico del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (*Lepidium Meyenii* Walp)

Variable	0%	5%	10%	15%	H	Prob
Olor	4.00	4.50	4.00	3.50	5.82	0.0943
Puntaje	Muy bueno	Excelente	Muy bueno	Muy bueno		
Color	4.00	5.00	4.00	3.00	14.96	0.0008
Puntaje	Muy bueno	Excelente	Muy bueno	Bueno		
Sabor	4.00	4.00	4.00	3.00	16.18	0.0006
Puntaje	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno		
Apariencia	4.00	5.00	3.00	4.00	8.34	0.0287
Puntaje	Muy bueno	Excelente	Bueno	Muy bueno		

Prob>0,05: no existen diferencias significativas.

Prob<0,05: existen diferencias significativas

H cal: valor calculado de acuerdo con la prueba de Kruskal Wallis.

Fuente: Gabriela Freire, 2023

3.1.3.1 Olor

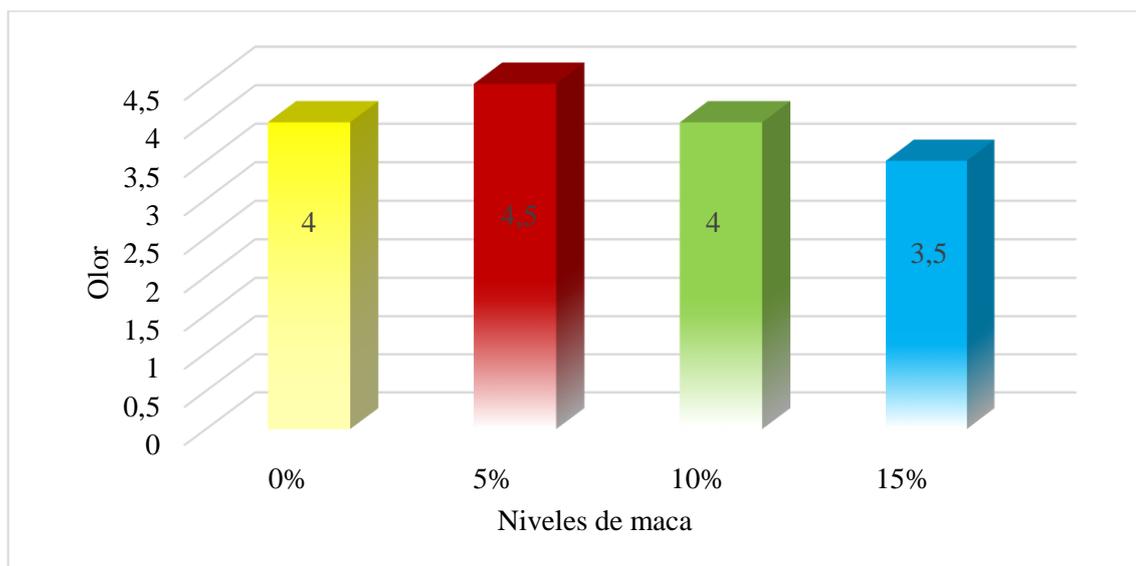


Ilustración 3-6: Atributo olor del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

Se muestra la evaluación del olor del yogurt de maca. Cada persona calificó el olor del yogurt en una escala de 1 a 5, siendo 1 un olor malo hasta 5 un olor excelente. A través de este gráfico, realizado en base a 20 catadores, obtenemos la media en el cual podemos identificar patrones y tendencias en la percepción del olor del yogurt por parte de las personas evaluadas. (Ver ilustración 3-6).

Al realizar el análisis de las puntuaciones del olor en el yogurt fortificado no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) por efecto de los niveles de maca empleados, puesto que se registra la mayor puntuación (4,5 excelente) de olor en el tratamiento con un nivel de maca al 5 % a diferencia del tratamiento al 15 % que tiene una puntuación menor de (3,5 muy bueno), lo que indica estadísticamente que los niveles de maca al 5 %, 10 %, y 15 % no influyen en esta característica, sin embargo, numéricamente al utilizar un nivel del 5 % de extracto acuoso de maca presenta la mayor puntuación (4,5 excelente) siendo este parámetro el más aceptado por los consumidores que los otros grupos evaluados. Por lo cual, se puede determinar que la mayoría de las personas prefieren el olor del yogurt de maca con un 5 % (excelente) en comparación con los otros tratamientos. También se puede observar que la preferencia disminuye a medida que aumenta el porcentaje de maca en el yogurt.

3.1.3.2 Color

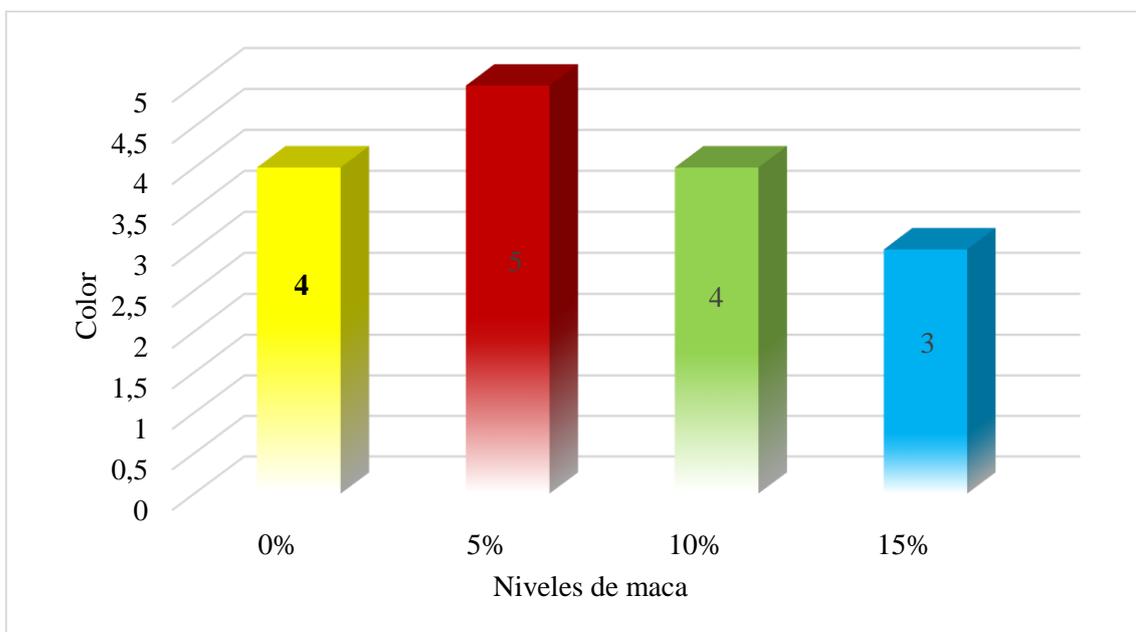


Ilustración 3-7: Atributo de color del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

Este gráfico muestra los resultados del análisis sensorial evaluado a 20 panelistas, lo que nos brinda una visión clara de la preferencia del producto entre los tratamientos. A través de esta representación visual, podemos analizar y comprender mejor la evaluación hedónica, con un puntaje de 1 a 5 donde (1 malo, 2 regular, 3 bueno, 4 muy bueno y 5 excelente).

Las puntuaciones asignadas a diferentes aspectos relacionados con el color revelan que se realizaron evaluaciones específicas. En el contexto del análisis de las puntuaciones del color en el yogurt fortificado, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) debido a los niveles de maca empleados. Se observó que el tratamiento con un nivel del 5% de maca obtuvo la puntuación más alta de color (5 excelente), mientras que el tratamiento con un nivel del 15% obtuvo una puntuación más baja (3 bueno). Estos resultados estadísticos indican que los niveles de maca al 5%, 10% y 15% sí influyen en esta característica específica del yogurt. Por lo tanto, se puede determinar que la mayoría de las personas prefieren el color beige del yogurt de maca con un 5% en comparación con los otros tratamientos. También podemos observar que la preferencia disminuye a medida que aumenta el porcentaje de maca en el yogurt. Esta información podría ser útil para futuras investigaciones del yogurt con maca (*Lepidium Meyenii Walp*) al determinar la cantidad adecuada para agregar a un producto y satisfacer las preferencias de sus consumidores en cuanto al color.

3.1.3.3 Sabor

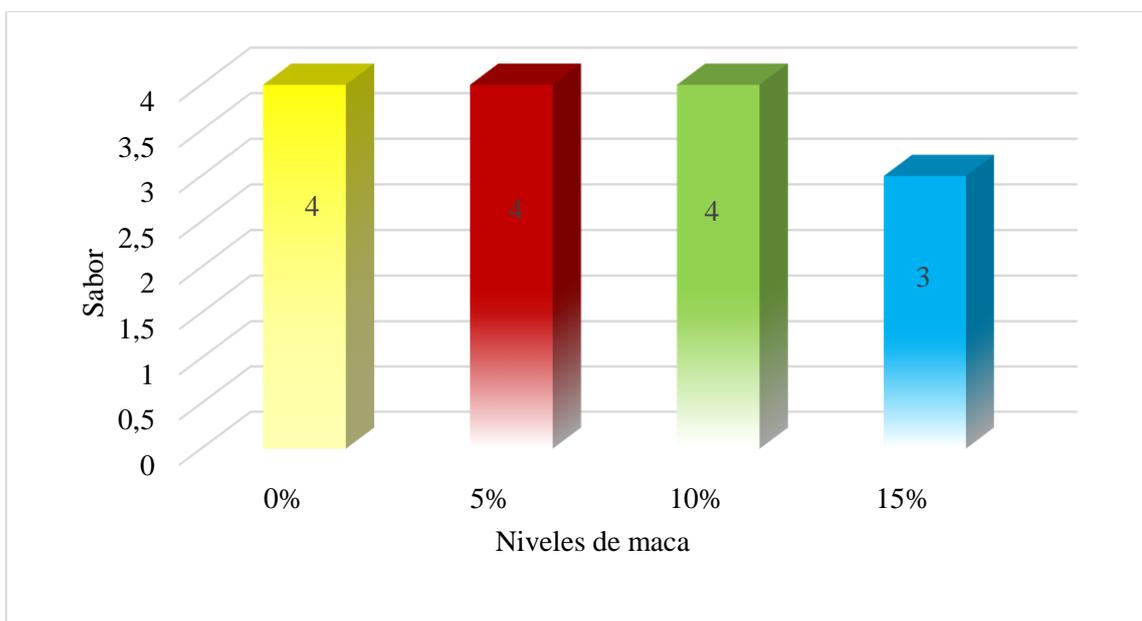


Ilustración 3-8: Atributo sabor del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

El presente gráfico muestra los resultados obtenidos tras la evaluación del sabor de yogurt de maca por un grupo de 20 personas. Se realizó una evaluación sensorial en la que se pidió a los participantes que evaluaran el sabor del yogurt en una escala de 1 a 5. Luego se calculó la media de las puntuaciones obtenidas por los participantes para determinar el grado de satisfacción general con el sabor del yogurt de maca. (Ver ilustración 8-3).

Durante el análisis de las puntuaciones del sabor en el yogurt fortificado, se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) debido a los niveles de maca empleados. Se observó que los tratamientos con niveles de maca al 0%, 5% y 10% obtuvieron la mayor puntuación de sabor (4 muy bueno), mientras que el tratamiento con un nivel del 15% obtuvo una puntuación menor (3 bueno). Estos resultados indican estadísticamente que el nivel de maca al 15% influye en la aceptación del sabor del yogurt fortificado. Por lo tanto, se puede determinar que la mayoría de las personas prefieren el yogurt con niveles de maca al 5% y 10% en comparación con el tratamiento con un 15% de extracto acuoso de maca. De esta manera, se determina que ambos porcentajes de maca son bien aceptados en términos de sabor por los consumidores.

3.1.3.4 Apariencia

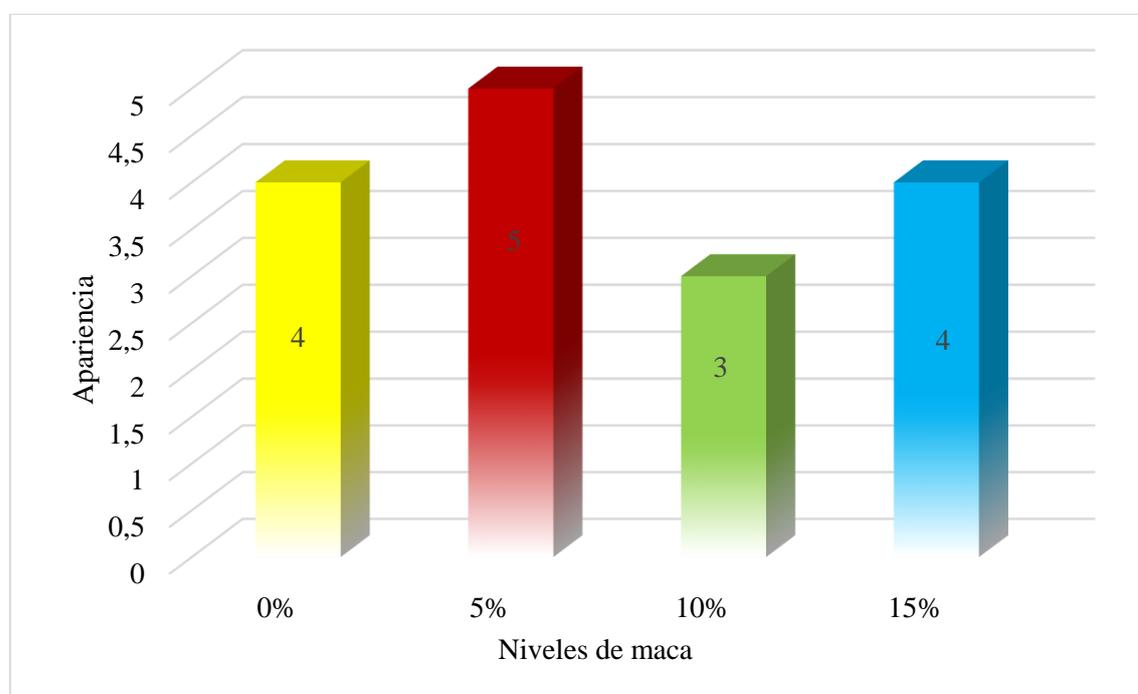


Ilustración 3-9: Atributo apariencia del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca.

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

El gráfico presenta los resultados de la evaluación realizada en relación a la apariencia del yogurt al que se le añadió maca. El objetivo fue determinar la percepción visual del producto y su aceptación. Cada catador evaluó el yogurt en función de su apariencia general, textura y presentación. Posteriormente, se calculó las medias de las puntuaciones obtenidas para determinar el grado de satisfacción. (Ver ilustración 3-9).

En el análisis de las puntuaciones de la apariencia del yogurt presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) por efecto de los niveles de maca utilizados, se observó que el tratamiento con un 5% de maca obtuvo la puntuación más alta de apariencia (5 excelente), mientras que el tratamiento con un 10% obtuvo una puntuación inferior (3 bueno). Por lo tanto, se puede determinar que la mayoría de las personas prefieren la apariencia sedosa del yogurt de maca con un 5%, en comparación con los otros tratamientos. Estos resultados posiblemente se deban a que en el yogurt con un 10% y 15% de maca se presentó una sensación más gruesa en el paladar de los catadores, lo que posiblemente influyó en los resultados de menor preferencia.

3.1.4 Análisis económico

La Tabla 3-4 presenta los resultados del análisis de costos y beneficios del yogurt al que se le añadió distintos niveles de maca. Los datos muestran la relación entre la inversión en la producción y los ingresos que generarían las ventas del producto.

Tabla 3-4: Valoración económica del yogurt fortificado con diferentes niveles de maca (*Lepidium Meyenii* Walp)

	Cant	Unidad	Costo Unidad	Niveles de maca			
				0 %	5%	10%	15%
Materiales directos							
Leche (lt)	16	0.35	5.6	1.40	1.40	1.40	1.40
Fermentos (gr)	1	0.4	0.4	0.10	0.10	0.10	0.10
Envases	16	0.2	3.2	0.80	0.80	0.80	0.80
Etiquetas	16	0.1	1.6	0.40	0.40	0.40	0.40
Maca (lb)	1	5	5		1.00	1.50	2.50
Azúcar (lb)	2	1.65	3.3	0.82	0.82	0.82	0.82
Detergentes	1	0.25	0.25	0.06	0.06	0.06	0.06
Materiales indirectos		4		1.00	1.00	1.00	1.00
EGRESOS TOTALES				4.58	5.58	6.08	6.58
Total de Yogurt producido (lt)				4.00	4.00	4.00	4.00
Costo prod/lt de yogur, dólares				1.15	1.40	1.52	1.65
Precio de venta, dólares				1.68	2.08	2.08	2.08
Ingresos TOTALES, dólares				8.32	8.32	8.32	8.32
BENEFICIO/COSTO				1.50	1.50	1.40	1.30

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

Luego de analizar los ingresos y egresos totales reportados en la tabla 3-4, y utilizar el beneficio/costo (B/C) como indicador para determinar la rentabilidad del empleo de diferentes niveles de extracto acuoso de maca en la producción de yogurt fortificado, se ha encontrado que la utilización de 5 % de extracto maca alcanza un B/C de \$1,50. Esto indica que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 50 centavos, lo que resulta ser rentable. Sin embargo, se observa una disminución en la rentabilidad al emplear niveles de extracto de maca del 10 y 15 %, ya que la utilidad obtenida se reduce a 40 y 30 centavos respectivamente. Por lo tanto, se puede

determinar que, para la producción de yogurt, el nivel óptimo de extracto de maca a utilizar es del 5 %. Por lo cual, el uso del 5 % de extracto de maca utilizado en la producción de yogurt fortificado es la opción más rentable para maximizar las ganancias. De modo que este estudio es importante para la industria alimentaria, ya que les permite mejorar su rentabilidad y, al mismo tiempo, ofrecer productos más saludables al consumidor.

CONCLUSIONES

Al elaborar yogurt fortificado con el 15% de maca presenta un incremento significativo en el contenido de proteínas de (9.30 %), mientras que el aumento en grasa (3.4 %) es más moderado. Sin embargo, se registran bajos niveles de acidez (0.89 % y pH 4.17) por efecto de los niveles de maca. A pesar de estos cambios en la composición, la adición de maca al yogurt fortificado puede mejorar su perfil nutricional y contribuir a la salud del consumidor.

Al evaluar las características organolépticas del yogurt fortificado con maca se obtienen las puntuaciones más altas (4.5-5.00 excelente) en los parámetros de olor, color, apariencia, y una puntuación de 4.00 (muy bueno) en el sabor para el tratamiento al 5 % de maca, siendo el nivel con mejor aceptación. No obstante, al aumentar los niveles de maca en el yogurt la preferencia de los consumidores disminuye. Esto sugiere que agregar una cantidad adecuada de maca puede satisfacer las preferencias de los consumidores y determinar la cantidad ideal para la fabricación del mismo.

El beneficio/costo indica que el uso del 5% de extracto acuoso de maca en la producción de yogurt fortificado resulta rentable, obteniendo una ganancia de 50 centavos por cada dólar invertido. Sin embargo, se observa una disminución en la rentabilidad al emplear niveles de extracto acuoso de maca del 10 y 15%.

RECOMENDACIONES

Producir yogurt fortificado utilizando un nivel del 5% para garantizar las características de color, olor, sabor y apariencia sedosa que los consumidores prefieren. Es importante evitar niveles más altos, ya que la preferencia disminuye a medida que se aumenta el porcentaje. Esta estrategia mejorará la aceptación del producto y aumentará su comercialización en el mercado.

Continuar con el estudio con el empleo de maca para establecer su estabilidad y análisis de vida útil para asegurar la calidad del yogurt fortificado con maca a lo largo de su comercialización.

Investigar y desarrollar formas de realzar otros productos con maca, con el fin de aprovechar su valor nutricional. Esto podría incluir la incorporación de maca en barras de cereales, bebidas energéticas, suplementos alimenticios o alimentos funcionales.

Difundir el consumo del yogurt fortificado con maca, por los beneficios que este producto puede ofrecer para la salud, como mejorar la resistencia física, aumentar la vitalidad y fortalecer el sistema inmunológico. Es importante realizar pruebas de aceptación y evaluar el impacto en la calidad sensorial de los productos para garantizar su aceptabilidad por parte de los consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA, N., & ZAPATA, L. Composición nutricional de yogures. “*organización de consumidores y usuarios de chile*”. [En línea]. 2020, (Chile), 1(2), pp. 5-6. [Consulta: 2023-03-17]. Disponible en: <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2020/02/Estudio-Yogur-2020-Informe-Final.pdf>

JUMBO TIMANA, Charly Gonzalo. Caracterización del yogurt tipo iii, sustituyendo el azúcar por diferentes niveles de tzawar mishki. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba-Ecuador. 2020. pp. 54. [Consulta: 2023-03-17]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17051/1/27T00524.pdf>

MERIEUX N. La contaminación por Salmonella de los alimentos de origen vegetal es un peligro grave que tiene un riesgo que, en algunos casos, es elevado. [En línea]. (2018). [Consulta: 2023-03-17]. Disponible en: <https://www.merieuxnutrisciences.com/es/news/la-contaminaci%C3%B3n-por-salmonella-de-los-alimentos-de-origen-vegetal-es-un-peligro-grave-que>

ALIAGA, R. RAICES ANDINAS Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. [en línea]. Lima-Perú: Centro Internacional de la Papa, 2004. [Consulta: 2023-03-17]. Disponible en: <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/Tutoriales/Norma%20ISO%20690.pdf>

BABIO, N., SÁNCHEZ, G., & JORDI, S. S. “Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta”. *Nutrición Hospitalaria* [en línea], 2017, (Madrid-España) 34(4), pp. 26-30. [Consulta: 2023-03-17]. ISSN 1699-5198. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112017001000006

CANALES, M., AGUILAR, J., PRADA, A., et al. “Evaluación nutricional de *Lepidium meyenii* (MACA) en ratones albinos y su descendencia”. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [en línea], 2000, (Caracas-Venezuela) 50(2), pp. 4-8. [Consulta: 2023-03-18]. ISSN 0004-0622. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000200003

CHIROQUE, J., & DIOSES, E., et al. Elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de la granada (*Punica granatum L.*), edulcorado con estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*).

[En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias. (Piura-Perú). pp. 19. [Consulta: 2023-03-18]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1867/IND-CHI-CAS19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CORA, A. Implementación de la maca andina peruana en la alimentación diaria de mujeres que realizan actividad física y mental. [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad Israel, Facultad de Administración, Carrera Gastronomía. (Quito-Ecuador). pp. 10. [Consulta: 2023-03-18]. Disponible en: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/745/1/UISRAEL-EC-ADMH-378.242-30.pdf>

DINI, A., MIGLIUOLO, G., et al. “Composición química de *Lepidium meyenii*”. *Química de Alimentos* [en línea], 1994, (Lima-Perú) 49(4), pp. 347-349. [Consulta: 2023-03-18]. ISSN 1810-634X Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2021000400332&script=sci_arttext#:~:text=Los%20resultados%20de%20la%20composic%20i%20C%20B3n,%20leucina%20isoleucina%20y%20arginina.

Enciso, R. Biología reproductiva de cuatro grupos fenotipicos de maca (*Lepidium meyenii Walpers*). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad De Agronomía. (Lima-Perú), 2017, pp. 22-28. [Consulta: 2023-03-19] Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2920/F63-E55-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ESPINOZA, A., & ZAPATANGA, O. “Estudio de yogur”. *Calidad e Información Nutricional*. [En línea], 2010, (Chile) 1(2). pp. 17-22. [Consulta: 2023-03-19] Disponible en: <https://www.odecu.cl/wp-content/uploads/2017/12/2010-estudio-yogur.pdf>

GONZALES, G. “Maca (*Lepidium meyenii* Walp), una revisión sobre sus propiedades biológicas”. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. [en línea], 2014, (Lima-Perú) 31(1). pp. 3-6. [Consulta: 2023-03-19] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000100015

GUTIERREZ, P. “Caracterización de esteroides en la fracción lipídica de la maca (*Lepidium meyenii* Walp.) mediante técnicas cromatográficas”. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. [en línea], 2009, (Lima-Perú) 75(2). pp. 254-265. ISSN 1810-634X. [Consulta: 2023-03-19]

Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2009000200013&script=sci_abstract

LAGARDA, G., GARCÍA, L., et al. “Análisis de fitoesteroles en alimentos”. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. [en línea], 2016, (Caracas-Venezuela). 66(1) pp. 56-63. ISSN: 0004-0622 [Consulta: 2023-03-19] Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2016/1/art-2/#:~:text=Los%20fitoesteroles%20son%20compuestos%20presentes,a%20prevenir%20las%20enfermedades%20cardiovasculares.>

MORALES, J., & VIVAS, A. Evaluación de la actividad antioxidante de una bebida refrescante a base de lactosuero adicionada con pulpa de curuba (*Passiflora Mollissima Bailey*), durante su almacenamiento. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de la Salle. Ingeniería en Alimentos. (Bogotá-Colombia), 2015, pp. 45-69. [Consulta: 2023-03-20] Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1011&context=ing_alimentos

NTE INEN 2395. *Leches fermentadas. Requisitos. Primera edicion.*

PAREDES, J. Identificación y Cuantificación de Macamidas en Tres Variedades de *Lepidium Meyenii* (Maca). [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Católica de Santa María Escuela de Postgrado Maestría en Bioquímica y Biología Molecular. (Arequipa-Perú). 2018, pp. 43-46 [Consulta: 2023-03-20] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/198121657.pdf>

PAZ, C. *Proceso de produccion de yogurt a nivel industrial.* [Blog]. [Consulta: 2023-03-20] Disponible en: <http://inds-alimentarias.blogspot.com/2017/07/proceso-de-produccion-de-yogurt-nivel.html>

PENAGOS, G., VÁSQUEZ, S., et al. Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii Walp.*), cultivo andino con propiedades terapéuticas. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional del Santa, Departamento de Ingeniería Agroindustrial. (Bimbote -Perú). 2015, pp. 131-140. [Consulta: 2023-03-20] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34886/1/Tesis-312%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Moncayo%20Robinson%20Wilmo%20Andr%C3%A9s.pdf>

ROBLES, R. Estudio fitoquímico – bromatológico comparativo de dos ecotipos de maca ecuatoriana químico – bromatológico comparativo de dos ecotipos de maca ecuatoriana. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central Del Ecuador, Facultad De Ciencias Químicas, Carrera De Química Farmacéutica. (Quito-Ecuador). 2021, pp. 5. [Consulta: 2023-03-21] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/23928/1/UCE-FCQ-CQF-ROBLES%20BRAHAYAM.pdf>

ROJAS, C., & CHUQUIYAURI, R. Actividad bilogica de 5 ecotipos de maca (*lepidium meyenii walp.*) Según los sistemas de fertilización química y orgánica en condiciones de ninacaca, pasco [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Escuela De Formación Profesional De Agronomía Yanahuanca (Yanahuanca - Perú). 2018, pp. 67-75. [Consulta: 2023-03-21] Disponible en: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/760/1/T026_71922544_T.pdf

ROMERO, V., TIRADOA, A., et al. “ Propiedades energéticas de la harina de maca (*Lepidium peruvianum Chacón o Lepidium meyenii Walpers*)” *Revista de la Sociedad Química del Perú.* [en línea], 2016, (Lima-Perú). 82(1) pp. 34-40. ISSN 1810-634X [Consulta: 2023-03-22] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000100005#:~:text=En%20la%20medicina%20tradicional%20destaca,seres%20humanos%20como%20en%20animales.

SEVILLA, J. Obtención de un extracto rico en alcaloides a partir de harina de maca (*Lepidium meyenii Walpers*) para uso como ingrediente funcional. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos, Carrera De Ingeniería Bioquímica (Ambato-Ecuador). 2017, pp. 6. [Consulta: 2023-03-22] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25300/1/BQ%20115.pdf>

SHIMABUKU, V., & FABIOLA, N. Composición Química De *Lepidium Meyenii Walp.* (Maca): Comparando Procedencias Y Colores Del Órgano De Reserva [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad De Ciencias Y Filosofía Alberto Cazorla, Taller I (Lima-Perú). 2017, pp. 6. [Consulta: 2023-03-22] Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/1375/Composicion_ShimabukuVega_Naomi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TAMBO, C. Proyecto De Factibilidad Para La Exportación, Harina De Maca Con Quinoa, Empresa Sumak Life Cía. Ltda. Cantón Riobamba, Provincia De Chimborazo, Para La Diversificación Del Portafolio De Productos Y Apertura De Un Nuevo Mercado En New Jersey- Estados Unidos, Para El Período 2015-2016. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad De Administración De Empresas, Escuela Ingeniería De Finanzas Y Comercio Exterior (Riobamba-Ecuador). 2016, pp. 10. [Consulta: 2023-03-23] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11345/1/52T00377.pdf>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) *Guía de campo de los cultivos andinos.*

VALLADOLID, A. “MACA” *BioPat Perú*. [en línea], 2015, (Lima-Perú). 1(9) pp. 12-25. ISSN 1810-634X [Consulta: 2023-03-24] Disponible en: https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/202940/09.-Boletin9_MACA.pdf/bacff930-5316-4e23-b632-d33af68f163c

VELASQUEZ, J. *La Maca - -Definición -Taxonomía -Metabolitos*. [Blog], [Consulta: 2023-03-24] Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-alas-peruanas/biologia-general/la-maca-definicion-taxonomia-metabolitos/8622808>

VÍLCHEZ, L., GUEVARA, A., et al. “Influencia del tamaño de partícula, humedad y temperatura en el grado de gelatinización durante el proceso de extrusión de maca (*Lepidium meyenii Walp*)”. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. [en línea], 2012, (Lima-Perú). 78(2) pp. 140-142. [Consulta: 2023-03-25] ISSN 1810-634X Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2012000200007#:~:text=Se%20logr%C3%B3%20un%20mayor%20grado,r.p.m.%20de%20velocidad%20de%20tornillo.

YÁBAR, E., & REYES, V. “La Maca (*lepidium meyenii walpers*) alimento funcional andino: bioactivos, bioquímica y actividad biológica”. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. [en línea], 2019, (Huancayo-Perú). 21(2) pp. 10-42. [Consulta: 2023-03-25] ISSN 2313-2957 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572019000200005&script=sci_arttext

ANGÉLICA TIGRE-LEÓN. “Microorganismo presentes en comidas rápidas, retos en la alimentación actual”. *Studies in Environmental and Animal Sciences*. [en línea], 2022,

(Guaranda-Ecuador). 3(3) pp. 671-679 [Consulta: 2023-03-25] ISSN 2764-0760 Disponible en: <https://studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/seas/article/download/749/705>

GOMES FEISTAUER Carolina. Sarkis. Ohmic blanching of Tetsukabuto pumpkin: Effects on peroxidase inactivation kinetics and color changes. *Journal of Food Engineering*, [en línea], 2018, 233(3) pp. 74-80 [Consulta: 2023-03-25] ISSN 2764-0760 Disponible en: https://www-sciencedirectcom.translate.goog/science/article/pii/S0260877418301493?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sc

VÁSQUEZ VILLALOBOS Víctor. Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2015, 6(3) pp. 23 [Consulta: 2023-03-25] ISSN 2077-9917 Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172015000300004#:~:text=\(2012\)%20se%C3%B1ala%20que%20el%20rango,sabor%20demasiado%20amargo%20o%20agrío.](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172015000300004#:~:text=(2012)%20se%C3%B1ala%20que%20el%20rango,sabor%20demasiado%20amargo%20o%20agrío.)

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. Decreto supremo que aprueba el reglamento de la leche y productos lácteos. [En línea] ,2017, (Ecuador) 1(2), pp. 16. [Consulta: 11 mayo 2023]. ISSN 007-2017. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS_7_2017_MINAGRI.pdf

NANCY MARÍA CEVALLOS MERCHÁN. Efecto de la adición de semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) en las características físicas, químicas y sensoriales del yogur natural. a [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. Zamorano, Honduras,2015. pp. 20-23. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/41742b31-f91e-4717-a40a-4a002157b6f6/content>

CABALLERO HERNÁNDEZ Yuleisi Tatiana. Técnicas de análisis físico químicos. [En línea]. Mexico-La Paz; UNIPAZ ,2018 [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://unipaz.edu.co/assets/14.manual-de-analisis-fisico-tomo-ii.pdf>

GEOERBAL. Los tres tipos de maca. [Blog]. [Consulta 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.geoherbal.es/los-tres-tipos-de-maca#>

EL PERUANO. La raíz con potencia . [Blog]. [Consulta 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/82427-la-raiz-con-potencia>

VADILLO VILA José. La raíz con potencia. [Blog]. [Consulta 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/82427-la-raiz-con-potencia>

SIFUENTES Gabriel. “Estudio de la Maca (*Lepidium meyenii* Walp.), cultivo andino con propiedades terapéuticas”. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2015 (Peru) 6 (2), pp. 132. [Consulta: 04 Abril 2023]. ISSN 1090-7807. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n2/a07v6n2.pdf>

BAQUERIZO CANCHUMANYA Mery. Composición química, valor biológico y glucosinolatos de harina de maca negra (*Lepidium meyenii* W.) extruida y obtención de mezcla con avena (*Avena sativa*). *Revista de la Sociedad Química* [en línea], 2021 (Peru) 87 (4), pp. 23. [Consulta: 04 Abril 2023]. ISSN 1810-634X. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2021000400332&script=sci_arttext

MONDINO María Cristina. El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. *Ciencias Agrarias*. [en línea], 2016 (Argentina) 6 (2), pp. 1648. [Consulta: 04 Abril 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/61695502.pdf>

SYLVIA ELIZABETH JAQUE PUCA. “Evaluación de un simbiótico nativo formulado a base de jugo de caña, yogurt natural y suero de leche en la alimentación de pollos broiler”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias Carrera De Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Ecuador, 2015. pp. 50-53. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/5545/1/17T1341.pdf>

CASTILLO ORTÍZ, María Eugenia y CORNEJO ZÚÑIGA, Fabiola. Estudio del efecto del proceso de deshidratación osmótica en la obtención de trozos secos de carambola (*Averrhoa carambola* L.). *ESPOL*. [En línea]. (2017). (Ecuador). Volumen 3 No 2. ISSN: 1390-3659. pp.3-5. [Consulta 2022-03-20]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4724/1/7246.pdf>

SALCEDO CHUCO Jahn Máximo. Efecto de la adición de extracto de maca (*Lepidium meyenii* Walp) sobre las características del yogurt simbiótico con fos de yacón (*Smallanthus*

sonchifolius). [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas, Huancayo-Perú, 2019.pp 68 [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5472/T010_71234621_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

NTE INEN 2395. Leches fermentadas. Requisitos. [En línea] 2011. [Consulta 2022-10-08]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>

FERNANDEZ TORRES Anthony Yerco. “Elaboración de una bebida de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), maca (*Lepidium meyenii* Walp) y membrillo (*Cydonia oblonga*), edulcorado con panela y stevia (*Stevia rebaudiana*)”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Lambayeque – Perú, 2022.pp. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10896/Fernandez_Torres_Anthony_Yerco%20y%20Mechan_Pisfil_Cristhian_Junior.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CEVALLOS N. “Efecto de la adición de semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) en las características físicas, químicas y sensoriales del yogur natural”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana- Carrera De Agroindustria Alimentaria. Zamorano-Honduras 2015.pp 15. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/41742b31-f91e-4717-a40a-4a002157b6f6/content>

JAQUE S. “Evaluación de un simbiótico nativo formulado a base de jugo de caña, yogurt natural y suero de leche en la alimentación de pollos Broiler”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Ciencias Pecuarias Carrera De Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2015.pp 32. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5545/1/17T1341.pdf>

MONCAYO A. “Evaluación de tres distancias de trasplante del cultivo demaca (*lepidium meyenii*) en la parroquia tabacundo, cantón pedro moncayo, provincia de pichincha”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Habiuniversidad Técnica De Ambato Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera De Ingeniería Agronómica. Tabacundo-Ecuador. 2022. pp 5. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34886/1/Tesis->

312%20%20Ingeniería%20Agronómica%20-%20Moncayo%20Robinson%20Wilmo%20Andrés.pdf

AGUIRRE H. *La raíz con potencia.* [Blog] Editora Perú Av. Alfonso Ugarte 873, Lima 1. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/82427-la-raiz-con-potencia>

PORRAS O. “Manual de análisis químico e instrumental – fundamentos de análisis químico”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Químico). Instituto Universitario de la Paz. Barrancabermeja-Colombia. 2018. pp. 45. [Consulta: 11 mayo 2023]. Disponible en: <https://unipaz.edu.co/assets/14.manual-de-analisis-fisico-tomo-ii.pdf>

GONZALES C. “Análisis de la calidad microbiológica de los alimentos procedentes de cadenas de comida rápida”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Químico). Universidad de Coruña Facultad de Ciencias. Coruña-España. 2018. Pp. 45. [Consulta: 12 mayo 2023]. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/21542/GonzalezRodriguez_Cristina_TFG_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y

MONDINO M *et al.* “El Análisis Sensorial, Una Herramienta Para La Evaluación De La Calidad Desde El Consumidor”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Químico). Cátedra de Horticultura Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario. 2018. Pp. 45. [Consulta: 12 mayo 2023]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/61695502.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



HOJA DE REPORTE DE RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

1. Descripción de la muestra

MUESTRA	PARÁMETROS
ESTADO DE LA MUESTRA	YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA <i>Lepidium meyenii</i> Walp.
NOMBRE DE LA MUESTRA	MUESTRA FRESCA
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS EN LABORATORIO	YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA <i>Lepidium meyenii</i> Walp.
ANÁLISIS SOLICITADO	23 de enero del 2023 <ul style="list-style-type: none"> • Acidez total • pH • Proteína • Grasa • Ceniza

2. Resultados

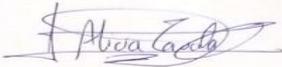
Tratamientos	Repeticiones	Parámetros				
		Acidez total	pH	Proteína	Grasa	Ceniza
T0	R1	0.927	4.5	3.65	3.25	0.65
	R2	0.936	4.5	3.73	3.28	0.63
	R3	0.954	4.4	3.70	3.29	0.66
	R4	0.900	4.4	3.72	3.26	0.66
T1	R1	0.918	4.4	6.28	3.29	0.70
	R2	0.909	4.4	6.17	3.30	0.71
	R3	0.914	4.4	6.22	3.30	0.69
	R4	0.911	4.4	6.21	3.30	0.72
T2	R1	0.878	4.3	7.20	3.35	0.78
	R2	0.872	4.2	7.25	3.33	0.75
	R3	0.876	4.2	7.23	3.36	0.76
	R4	0.873	4.2	7.24	3.35	0.77
T3	R1	0.853	4.2	9.25	3.40	0.79
	R2	0.855	4.2	8.89	3.40	0.80
	R3	0.857	4.2	9.07	3.37	0.79

Activar W
 Ve a Configuración

	R4	0.851	4.2	9.98	3.41	0.78
--	----	-------	-----	------	------	------

Realizado por: Gabriela Selene Freire Bastidas

Fuente: LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL DIRIGIDO POR: B. Q. ALICIA ZAVALA



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LAB. DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



FECHA DE ENTREGA: 2023/05/15



ANEXO B: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGURT FORTITIFACO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE BIOTECNOLÍA ANIMAL



HOJA DE REPORTE DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

1. Descripción de la muestra

MUESTRA	PARÁMETROS
ESTADO DE LA MUESTRA	YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA <i>Lepidium meyenii</i> Walp.
NOMBRE DE LA MUESTRA	MUESTRA FRESCA
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS EN LABORATORIO	YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA <i>Lepidium meyenii</i> Walp.
ANÁLISIS SOLICITADO	<ul style="list-style-type: none"> • Recuento de Coliformes totales (UFC/ml) <ul style="list-style-type: none"> • Recuento de E. coli (UFC/ml) • Recuento de mohos y levaduras (UFC/ml)

2. Resultados

- Coliformes totales

Tratamientos	Repeticiones	Colonias	UFC/ml
T0	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-
T1	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-
T2	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-
T3	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-

Realizado por: Gabriela Selene Freire Bastidas

Activar W
Ve a Configur

Fuente: LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA ANIMAL DIRIGIDO POR: ING. CRISTIAN VIMOS

• E. coli

Tratamientos	Repeticiones	Colonias	UFC/ml
T0	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-
T1	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-
T2	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-
T3	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-

Realizado por: Gabriela Selene Freire Bastidas

Fuente: LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA ANIMAL DIRIGIDO POR: ING. CRISTIAN VIMOS

• Mohos y Levaduras

Tratamientos	Repeticiones	Colonias	UFC/ml
T0	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-
T1	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-
T2	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-

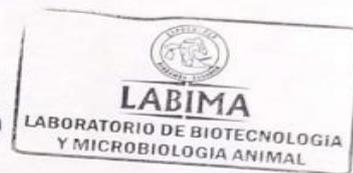
Activar W
Ve a Configur

T3	R1	Ausencia	-
	R2	Ausencia	-
	R3	Ausencia	-
	R4	Ausencia	-

Realizado por: Gabriela Selene Freire Bastidas

Fuente: LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA ANIMAL DIRIGIDO POR: ING. CRISTIAN VIMOS

[Handwritten signature]



TÉCNICO RESPONSABLE DEL LAB. DE BIOTECNOLOGÍA ANIMAL

FECHA DE ENTREGA: 2023/05/15

ANEXO C: CERTIFICADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO EN EL LABORATORIO



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICADO

A QUIEN CORRESPONDA

Tengo a bien certificar que la Srta. Gabriela Selene Freire Bastidas con CI: 180503323-8 realizó en el laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal, los análisis Físicoquímicos de yogurt; correspondiente al tema de investigación: "ELABORACIÓN DE YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA (*Lepidium meyenii Walp.*)" trabajo realizado en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, mismo que fue desarrollado desde 23 de enero de 2023 hasta 31 de marzo del 2023.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizado al interesado hacer usos de presente en lo que bien tuviese.

Riobamba, 15 de mayo de 2023

Atentamente

B.q Alicia Zavala

**TÉCNICA DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
Y NUTRICIÓN ANIMAL.**

ANEXO D: CERTIFICADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL LABORATORIO



CERTIFICADO

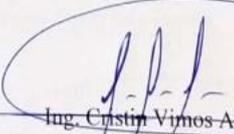
A QUIEN CORRESPONDA

Tengo a bien certificar que la Srta. Gabriela Selene Freire Bastidas con CI: 180503323-8 realizó en el laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal, el análisis microbiológico de yogurt; correspondiente al tema de investigación: “ELABORACIÓN DE YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA (*Lepidium meyenii Walp.*)” trabajo realizado en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, mismo que fue desarrollado desde 17 de enero de 2023 hasta 20 de enero del 2023.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizado al interesado hacer usos de presente en lo que bien tuviese.

Riobamba, 15 de mayo de 2023

Atentamente



Ing. Cristian Vizcos A.



LABIMA
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA
Y MICROBIOLOGÍA ANIMAL

TÉCNICO DEL LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA ANIMAL.

Activar Windows
Ve a Configuración para

ANEXO E: ENCUESTA DE ACEPTACIÓN DEL YOGURT

EVALUACIÓN SENSORIAL DE YOGURT FORTIFICADO CON DIFERENTES NIVELES DE MACA

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Frente a usted se presentan 4 muestras de yogurt. Por favor, pruebe cada una de ellas e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte inferior, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

Nota: Recuerde tomar agua entre muestras.

Parámetro:	Puntaje:
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Atributos	T1	T2	T3	T4
Tratamiento				
Color				
Olor				
Sabor				
Apariencia				

¡MUCHAS GRACIAS!

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

ANEXO F: MATRIZ DEL SENSORIAL

Niveles maca	Rept.	Color	Olor	Sabor	Apariencia
0%	1	4	3	1	2
0%	2	4	4	2	3
0%	3	4	3	4	4
0%	4	3	5	3	3
0%	5	4	5	5	4

0%	6	3	4	2	4
0%	7	5	5	4	5
0%	8	4	5	4	4
0%	9	4	4	4	5
0%	10	3	4	5	4
0%	11	3	5	4	3
0%	12	3	2	3	4
0%	13	3	3	4	2
0%	14	4	4	4	5
0%	15	3	3	5	5
0%	16	3	4	3	3
0%	17	4	5	4	4
0%	18	4	4	4	5
0%	19	4	3	5	4
0%	20	4	4	3	2
5%	1	5	5	5	5
5%	2	5	4	5	4
5%	3	5	5	5	5
5%	4	3	5	2	3
5%	5	5	4	4	5
5%	6	5	5	5	5
5%	7	5	5	4	5
5%	8	4	5	5	5
5%	9	5	4	5	5
5%	10	4	3	4	4
5%	11	4	3	3	4
5%	12	4	5	5	5
5%	13	4	4	4	3
5%	14	5	5	5	5
5%	15	4	4	4	5
5%	16	5	4	3	5
5%	17	5	5	4	5
5%	18	4	4	4	4
5%	19	5	5	2	3
5%	20	4	4	5	4
10%	1	3	3	3	1
10%	2	5	4	5	5
10%	3	3	2	4	4
10%	4	4	5	5	2
10%	5	4	4	5	5
10%	6	2	4	5	3
10%	7	5	5	5	4
10%	8	5	4	5	5
10%	9	4	5	4	3
10%	10	3	2	3	2
10%	11	3	2	2	3
10%	12	3	3	3	3
10%	13	5	5	3	4

10%	14	4	3	3	3
10%	15	3	3	4	5
10%	16	3	5	5	2
10%	17	4	5	5	3
10%	18	4	4	2	4
10%	19	5	3	2	5
10%	20	4	5	2	2
15%	1	3	3	3	1
15%	2	4	4	4	5
15%	3	3	4	4	5
15%	4	4	5	3	4
15%	5	3	5	3	5
15%	6	5	5	2	5
15%	7	4	4	2	5
15%	8	5	5	3	4
15%	9	5	3	3	4
15%	10	3	1	3	2
15%	11	3	2	2	3
15%	12	2	3	2	3
15%	13	3	3	2	2
15%	14	3	5	2	5
15%	15	3	3	3	5
15%	16	1	1	5	1
15%	17	2	5	1	4
15%	18	4	4	3	4
15%	19	5	2	2	3
15%	20	3	2	1	2

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

ANEXO G: MATRIZ ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Niveles maca	Rept.	Acidez Total	pH	Grasa	Ceniza	Proteína
0%	1	0,927	4,490	3,250	0,650	3,65
0%	2	0,936	4,450	3,280	0,630	3,73
0%	3	0,954	4,430	3,290	0,660	3,70
0%	4	0,900	4,430	3,260	0,660	3,72
5%	1	0,918	4,380	3,290	0,700	6,28
5%	2	0,909	4,370	3,300	0,710	6,17
5%	3	0,914	4,350	3,300	0,690	6,22
5%	4	0,911	4,390	3,300	0,720	6,21
10%	1	0,878	4,250	3,350	0,780	7,20
10%	2	0,872	4,240	3,330	0,750	7,25
10%	3	0,876	4,210	3,360	0,760	7,23
10%	4	0,873	4,210	3,350	0,770	7,24
15%	1	0,853	4,190	3,400	0,790	9,25
15%	2	0,855	4,150	3,400	0,800	8,89

15%	3	0,857	4,170	3,370	0,790	9,07
15%	4	0,851	4,180	3,410	0,780	9,98

Realizado por: Gabriela Freire, 2023

ANEXO H: ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO OLOR

Variable	Niveles maca	N	Medias	D.E.	Medianas	H
<u>p</u>						
Olor	0%	20	3.95	0.89	4.00	5.82
						0.0943
Olor	10%	20	3.80	1.11	4.00	
Olor	15%	20	3.45	1.36	3.50	
Olor	5%	20	4.40	0.68	4.50	

ANEXO I: ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO COLOR

Variable	Niveles maca	N	Medias	D.E.	Medianas	H
<u>p</u>						
Color	0%	20	3.65	0.59	4.00	14.96
						0.0008
Color	10%	20	3.80	0.89	4.00	
Color	15%	20	3.40	1.10	3.00	
Color	5%	20	4.50	0.61	5.00	

ANEXO J: ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO SABOR

Variable	Niveles maca	N	Medias	D.E.	Medianas	H
<u>p</u>						
Sabor	0%	20	3.65	1.09	4.00	16.18
						0.0006
Sabor	10%	20	3.75	1.21	4.00	
Sabor	15%	20	2.65	0.99	3.00	
Sabor	5%	20	4.15	0.99	4.00	

ANEXO K: ANÁLISIS SENSORIAL PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS ATRIBUTO APARIENCIA

Variable	Niveles maca	N	Medias	D.E.	Medianas	H
<u>p</u>						
Apariencia	0%	20	3.75	1.02	4.00	8.34
						0.0287
Apariencia	10%	20	3.40	1.23	3.00	
Apariencia	15%	20	3.60	1.39	4.00	
Apariencia	5%	20	4.45	0.76	5.00	

ANEXO L: ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE PROTEÍNA DEL YOGURT

A. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

Proteína 16 0.99 0.99 3.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		64.91	3	21.64	372.36 <0.0001
Niveles maca		64.91	3	21.64	372.36 <0.0001
Error	0.70	12	0.06		
Total	65.61	15			

B. Separación de medias según Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.50605

Error: 0.0581 gl: 12

Niveles maca	Medias	n	E.E.	
15%	9.30	4	0.12	A
10%	7.23	4	0.12	B
5%	6.22	4	0.12	C
0%	3.70	4	0.12	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO M: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE GRASA DEL YOGURT

A. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa	16	0.94	0.92	0.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0.04	3	0.01	59.84 <0.0001
Niveles maca		0.04	3	0.01	59.84 <0.0001
Error	2.4E-03	12	2.0E-04		
Total	0.04	15			

B. Separación de medias según Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03000

Error: 0.0002 gl: 12

Niveles maca	Medias	n	E.E.	
15%	3.40	4	0.01	A
10%	3.35	4	0.01	B
5%	3.30	4	0.01	C
0%	3.27	4	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO N: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE CENIZAS DEL YOGURT

A. Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	16	0.96	0.95	1.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0.05	3	0.02	105.11 <0.0001
Niveles maca		0.05	3	0.02	105.11 <0.0001
Error	1.8E-03	12	1.5E-04		
Total	0.05	15			

B. Separación de medias según Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02571

Error: 0.0002 gl: 12

Niveles maca	Medias	n	E.E.	
15%	0.79	4	0.01	A
10%	0.77	4	0.01	A
5%	0.71	4	0.01	B

0% 0.65 4 0.01 C
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO O: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE PH DEL YOGURT

A. Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	16	0.97	0.97	0.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0.20	3	0.07	144.94 <0.0001
Niveles maca		0.20	3	0.07	144.94 <0.0001
Error	0.01	12	4.5E-04		
Total	0.20	15			

B. Separación de medias según Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04464

Error: 0.0005 gl: 12

Niveles maca	Medias	n	E.E.
0%	4.45	4	0.01 A
5%	4.37	4	0.01 B
10%	4.23	4	0.01 C
15%	4.17	4	0.01 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO P: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE ACIDEZ TOTAL DEL YOGURT

A. Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez Total	16	0.90	0.87	1.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0.01	3	4.8E-03	35.51 <0.0001
Niveles maca		0.01	3	4.8E-03	35.51 <0.0001
Error	1.6E-03	12	1.3E-04		
Total	0.02	15			

B. Separación de medias según Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02430

Error: 0.0001 gl: 12

Niveles maca	Medias	n	E.E.
0%	0.93	4	0.01 A
5%	0.91	4	0.01 A
10%	0.87	4	0.01 B
15%	0.85	4	0.01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / 08 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Gabriela Selene Freire Bastidas
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniera Agroindustrial
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1651-DBRA-UTP-2023