



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

**CARRERA DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

TEMA

**Desarrollo de una bebida láctea con la adición de
harinas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*)
y quinua (*Chenopodium quinoa*)**

AUTOR

Ayol Muñoz Rubén Darío

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TUTORA

Dra. Moreno Veloz Ema, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

Marzo de 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Titulación, fue realizado en su totalidad por **Ayol Muñoz Rubén Darío**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Agroindustrial**.

TUTORA

Dra. Moreno Veloz Ema, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, AYOL MUÑOZ RUBÉN DARÍO

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de una bebida láctea con la adición de harinas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2020

AUTOR

Ayol Muñoz, Rubén Darío



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTORIZACIÓN

Yo, Ayol Muñoz Rubén Darío

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de una bebida láctea con la adición de harinas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2020

AUTOR

Ayol Muñoz, Rubén Darío



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Desarrollo de una bebida láctea con la adición de harinas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)**”, presentada por el estudiante **Ayol Muñoz Rubén Darío**, de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	Ayol Muñoz, R UTE B 2019 TT.docx (D64065468)
Presentado	2020-02-18 09:32 (-05:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	noelia.caicedo.ucsg@analysis.orkund.com
	0% de estas 32 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2020

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.
Revisora - URKUND

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por prestarme la vida y por haberme dado la fuerza y la inteligencia para seguir un buen camino y haber cumplido este período de mi vida.

A mis padres el Sr. Segundo Vicente Ayol Coro y la Sra. María Natividad Muñoz Guamán por el apoyo absoluto y el ánimo que siempre me brindaron para que no cayera en las situaciones más difíciles y pueda alcanzar al objetivo propuesto.

A mis hermanos Elvia, Diego César y Francisco que siempre estuvieron alentándome y aconsejándome a seguir luchando.

A mis maestros, Ing. Bella Crespo, Ing. Jorge Velásquez, Dra. Lorena Pulgar, por haber brindado sus enseñanzas, que me han permitido formar como un buen profesional.

A mi tutora la Dra. Ema Moreno, quien fue mi guía y me pudo compartir sus conocimientos y experiencias durante el avance del presente Trabajo de Titulación.

Ayol Muñoz Rubén Darío

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, quienes son el implemento y la fuerza que me inspira a seguir adelante, porque sin su apoyo no hubiese concluido mis estudios, a mis hermanos que me dieron el apoyo y consejo para seguir avanzando, a mis abuelitos y resto de familia que cumplieron un papel importante durante mi formación y por último este logro me lo dedico, por no haber rendido nunca y por haber culminado el sueño de ser un profesional.

Ayol Muñoz Rubén Darío



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Dra. Moreno Veloz Ema, M. Sc.
TUTORA

Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.
DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Caicedo Coello Noelia Carolina, M. Sc.
COORDINADORA DEL UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CALIFICACIÓN

Dra. Moreno Veloz Ema, M. Sc.
TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1 Generalidades de las bebidas lácteas	4
2.1.1 Antecedentes de las bebidas lácteas.	4
2.2 Generalidades de la leche	5
2.2.1 Leche.....	5
2.2.2 Valor nutritivo.....	6
2.2.3 Requisitos físicos y químicos de la leche.	7
2.3 Generalidades de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	8
2.3.1 Origen.....	8
2.3.2 Taxonomía.....	8
2.3.3 Cultivo y Producción.....	9
2.3.4 Características físicas y químicas.	9
2.3.5 Valor nutricional.....	10
+2.4 Generalidades de la mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)	10
2.4.1 Origen.....	10
2.4.2 Taxonomía.....	11
2.4.3 Cultivo y Producción.....	11
2.4.4 Características físicas y químicas.	12
2.4.5 Valor nutricional.....	13
2.4.6 Variedad.	14
2.4.7 Beneficios e importancia.	14
2.5 Generalidades de las harinas	14
2.5.1 Harina de quinua.	15
2.5.2 Requisitos físicos químicos para la harina de quinua.....	16
2.5.3 Harina de mashua.	16
2.5.4 Requisitos físicos y químicos para la harina de mashua.	17
2.6 Generalidades del azúcar	17

3 MARCO METODOLÓGICO.....	19
3.1 Ubicación del ensayo.....	19
3.2 Condiciones climáticas de la zona.....	19
3.3 Equipos, materiales e insumos.....	19
3.3.1 Equipos.....	19
3.3.2 Materiales.....	20
3.3.3 Insumos.....	20
3.4 Obtención de la harina de quinua.....	20
3.5 Obtención de la harina de mashua.....	20
3.6 Descripción para la obtención de la leche pasteurizada.....	21
3.6.1 Diagrama de flujo del procesamiento de la leche pasteurizada..	21
3.7 Descripción para la elaboración de bebida láctea con el uso de harinas de mashua y quinua.....	21
3.7.1 Diagrama de flujo para el procesamiento de la bebida láctea. ...	22
3.8 Factores estudiados.....	23
3.9 Fórmula de referencia.....	24
3.10 Restricciones.....	24
3.10.1 Combinaciones de tratamientos.....	24
3.11 Diseño experimental.....	25
3.12 Variables evaluadas.....	25
3.12.1 Variables cuantitativas: físicas y químicas de las harinas de mashua y quinua.....	25
3.13 Variables cuantitativas: físicas y químicas de la leche.....	27
3.13.1 Densidad.....	27
3.13.2 Acidez.....	28
3.13.3 Prueba de alcohol.....	28
3.14 Variables cuantitativas: físicas, químicas y microbiológicas del producto terminado.....	29
3.14.1 Sólidos Solubles (°Brix).....	29
3.14.2. Potencial Hidrógeno (pH).....	29
3.14.3 Acidez.....	29
3.14.4 Proteína láctea.....	30
3.14.5 Materia grasa.....	30
3.14.6 Recuento de coliformes.....	30

3.14.7 <i>Escherichia coli</i>	30
3.15 Variables cualitativas: Evaluación sensorial	30
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Caracterización física y química de las materias primas	31
4.2 Análisis sensorial.....	33
4.2.1 Selección de la muestra sensorial.....	34
4.3 Análisis de la varianza en parámetros sensoriales	36
4.4.1 Olor.....	36
4.4.2 sabor dulce.....	38
4.4.3 Color crema.....	40
4.4.4 Viscosidad.....	42
4.4.5 Apariencia.....	44
4.4.6 Comportamiento de la hipótesis.....	46
4.4 Caracterización física, química, microbiológica y sensorial de la bebida láctea con la adición de las harinas de mashua y quinua.....	46
4.5 Beneficio - Costo de la bebida láctea con la adición de harinas de quinua y mashua	48
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1 Conclusiones	50
5.2 Recomendaciones	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aporte nutricional de la leche	6
Tabla 2. Requisitos físicos y químicos de la leche	7
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la quinua.....	8
Tabla 4. Composición química de la quinua.....	9
Tabla 5. Valor nutricional de la quinua	10
Tabla 6. Taxonomía de la mashua	11
Tabla 7. Propiedades físicas y químicas de la mashua.....	12
Tabla 8. Composición nutricional de la mashua	13
Tabla 9. Variedades de la mashua.....	14
Tabla 10. Requisitos físicos y químicos de la harina de quinua	16
Tabla 11. Requisitos físicos y químicos de la harina de trigo considerados ... para la harina de mashua.....	17
Tabla 12. Fórmula de referencia.....	24
Tabla 13. Restricciones	24
Tabla 14. Combinaciones de tratamientos	25
Tabla 15. Análisis físicos y químicos de la harina de mashua.....	31
Tabla 16. Análisis físicos y químicos de la harina de quinua.....	32
Tabla 17. Análisis físico y químico de la leche entera	32
Tabla 18. Promedios de la evaluación sensorial	33
Tabla 19. Fórmula seleccionada.....	34
Tabla 20. comparación de testigo vs fórmula seleccionada	34
Tabla 21. ANOVA para el parámetro olor.....	36
Tabla 22. ANOVA para el parámetro sabor dulce	38
Tabla 23. ANOVA para el parámetro color crema	40
Tabla 24. ANOVA para la viscosidad	42
Tabla 25. ANOVA para la apariencia.....	44
Tabla 26. Análisis físicos químicos y microbiológicos de la bebida láctea ..	46
Tabla 27. Costo de materia prima	48
Tabla 28. Costos de materiales directos e indirectos	48
Tabla 29. Costo de materia prima directa.....	49
Tabla 30. Análisis costo - beneficio	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación del ensayo	19
Gráfico 2. Diagrama de flujo de la leche pasteurizada.....	21
Gráfico 3. Diagrama de flujo para la elaboración de bebida láctea	23
Gráfico 4. Comparación parámetros sensoriales fórmula seleccionada vs testigo	35
Gráfico 5. Superficie de respuesta del variable olor.....	38
Gráfico 6. Superficie de respuesta del variable sabor dulce	40
Gráfico 7. Superficie de respuesta para la variable color crema.....	42
Gráfico 8. Superficie de respuesta para la variable viscosidad.....	44
Gráfico 9. Superficie de respuesta para la variable apariencia	46

RESUMEN

En la industria alimentaria se transforman alimentos de diferentes orígenes y para varios fines, marcando aportes a la economía y desarrollo comercial de los países. Actualmente, las tendencias mundiales indican un mayor consumo de alimentos listos para el consumo, lo que genera valor agregado a productos nativos y tradicionales. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una bebida láctea con la adición de harinas de mashua y quinua; las mismas que hoy en día se pueden comprar en los supermercados para formular bebidas con leche, de tal manera, que tendrían una alta calidad proteica y podrían ser aprovechadas por las personas celiacas ya que estas harinas son libres de gluten. Para la elaboración de la bebida láctea se utilizó el software estadístico *Design Expert* versión 12; se generaron 15 tratamientos, cada muestra se presentó en un envase de plástico de 1 000 mL, los parámetros sensoriales de la bebida láctea fueron evaluados por un panel conformado por alumnos del último ciclo de la carrera de Nutrición, Estética y Dietética de la UCSG. Los resultados obtenidos en el programa *Design Expert* versión 12 determinaron la siguiente mejor fórmula: harina de mashua 2.14 %, harina de quinua 4.71 %, leche 83.15 % y azúcar 10 %; la misma que cumplió con los requisitos establecidos en la norma INEN 2564 (2011). El costo - beneficio fue de USD 1.30 lo que significa que el desarrollo de este trabajo es factible, ya que se obtiene un ingreso de USD 0.30 por cada dólar invertido.

Palabras clave: *Bebida láctea, harina, mashua, leche, quinua.*

ABSTRACT

In the food industry, foods from different origins are transformed and for various purposes, marking contributions to the economy and commercial development of the countries. Currently, global trends indicate higher consumption of ready-to-eat foods, which generates added value to native and traditional products. The objective of this research was to develop a dairy drink with the addition of mashua and quinoa flour; the same ones that nowadays can be bought in supermarkets to formulate drinks with milk, in such a way, that they would have a high protein quality and could be used by celiac people since these flours are gluten free. The statistical software Design Expert version 12 was used to produce the milk beverage; 15 treatments were generated, each sample was presented in a 1 000 mL plastic container, the sensory parameters of the milk drink were evaluated by a panel made up of students from the last cycle of the UCSG Nutrition, Aesthetics and Dietetics degree. The results obtained in the Design Expert version 12 program determined the following best formula: 2.14% mashua flour, 4.71% quinoa flour, 83.15% milk and 10% sugar; the same one that fulfilled the requirements established in the norm INEN 2564 (2011). The cost - benefit was USD 1.30 which means that the development of this work is feasible, since an income of USD 0.30 is obtained for every dollar invested.

Keywords: *Milk drink, flour, mashua, milk, quinoa.*

1 INTRODUCCIÓN

Dentro de la industria alimentaria se transforman alimentos de diferentes orígenes y para varios fines, marcando significativos aportes a la economía y desarrollo comercial de los países. Actualmente, las tendencias mundiales indican un interés en el consumo de alimentos listos para el consumo, con altos valores nutritivos y beneficiosos para el organismo.

En los países latinoamericanos se evidencia un nuevo desarrollo en la ciencia de los alimentos, por ello la industria alimentaria busca generar valor agregado a productos nativos y tradicionales. Así, la elaboración de bebidas lácteas se ha constituido en una significativa fuente de nutrientes para el bienestar de los consumidores.

En Ecuador, los altos índices de consumo han generado un aumento en la producción de leche, por lo que ha sido considerada un producto de primera necesidad que aporta a la seguridad alimentaria. El 98.7 % de la demanda nacional es cubierta con la producción local y el consumo per cápita es de 100 litros al año (SCPM, 2015). La leche es un alimento que aporta con macro y micro nutrientes en cantidades aceptables; además, ayuda en el incremento de calcio al cuerpo humano y es una buena fuente de vitaminas A, B-12 y D.

La mashua y quinua son productos con diferentes propiedades benéficas para el hombre, por lo tanto, se puede mencionar que posee metabolitos secundarios que son responsables de la actividad antioxidante y con alto contenido proteico respectivamente. Actualmente, en los supermercados se encuentran disponibles las harinas de mashua y quinua, productos libres de gluten que podrían aprovecharse para la elaboración de bebidas lácteas de alta calidad proteica y ser utilizadas en la dieta de las personas celiacas.

Por lo indicado anteriormente, este trabajo de investigación tuvo los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Desarrollar una bebida láctea con la adición de harinas de mashua y quinua.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar las características físicas y químicas de la materia prima.
- Diseñar las combinaciones para obtener la bebida láctea con la adición de harinas de mashua y quinua.
- Determinar las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de la mejor formulación.
- Estimar el costo/beneficio del producto obtenido.

1.2 Hipótesis

H0. El uso de las harinas de mashua y quinua no incide en la aceptabilidad del consumo de una bebida láctea.

H1. El uso de las harinas de mashua y quinua incide en la aceptabilidad del consumo de una bebida láctea.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de las bebidas lácteas

Se denomina bebida láctea al producto obtenido a partir de ingredientes de origen lácteo, tales como la leche, lactosa, proteínas entre otros, lo que daría una sumatoria de mínimo el 50 % del producto final; por lo tanto, podría contener agregados; además, debe rotularse el contenido de leche que estaría presente en la bebida láctea (DAN, 2010, p. 1).

Según la norma INEN 2564 (2011), las bebidas lácteas son productos obtenidos a partir de la leche o una formulación compuesta con otros productos no lácteos, sometidos a un proceso de pasteurización, donde se puede aplicar una mezcla de saborizantes y edulcorantes artificiales; las bebidas lácteas pueden ser con suero de leche o compuestos.

Una bebida láctea compuesta es un producto en el cual la leche, productos lácteos o los constituyentes de la leche son una parte esencial en términos cuantitativos en el producto final, tal como se consume, siempre y cuando los constituyentes no derivados de la leche no estén destinados a sustituir totalmente o en parte a cualquiera de los constituyentes de la leche; además, no contiene suero de leche (INEN 2564, 2011).

2.1.1 Antecedentes de las bebidas lácteas.

García y Pacheco (2010) desarrollaron una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico, cuya formulación final estuvo conformada por 30.30 % de harina de arracacha, 42.32 % de leche entera, 27.22 % de azúcar y 0.16 % de vainilla, caracterizada por una tasa de digestión intermedia y por desarrollar una suspensión viscosa tipo merengada, sin grumos, ni separación de fases, dada la alta absorción de agua, poder de hinchamiento y solubilidad de los gránulos del almidón.

El estudio realizado por Gavilanes, Zambrano, Romero y Moro (2018), donde fue evaluado la influencia del lactosuero dulce y harina de camote con tres tratamientos de diferentes concentraciones de lactosuero (50 %, 60 % y

70 %) y de harina (4 % y 6 %) en el que se determinó una calidad física, química y sensorial superior en la formulación que contenía 50 % de lactosuero y 6 % de harina de camote.

La investigación de Aguayo (2017) describe el desarrollo una bebida láctea sabor a chocolate con el uso de arroz y polvo de cacao; la mejor formulación fue de 1.15 % de polvo de cacao, 7 % de azúcar y 0.25 % de harina de arroz.

Averos (2018) en su trabajo de titulación desarrolló una bebida láctea utilizando harina de arroz (*Oriza sativa* L.) y de soya (*Glycine max* L.) endulzada con miel de abeja, en la que obtuvo como mejor formulación la contenía 2.00 % de harina de arroz, 3.75 % de harina de soya y 5.75 % de miel de abeja.

Palacios (2013) en su investigación sobre el estudio de factibilidad para la producción y comercialización de una bebida láctea altamente proteínica a base de avena, cebada y quinua en el norte de Quito indicó que la mejor formulación estaba compuesta por 54.3 % de leche y un 35.3 % en peso de lechada (obtenida del filtrado), la cual estaba compuesta por agua y concentrado nutricional de quinua, avena y cebada; además de 8.9 % en peso, de saborizante (chocolate), inulina y azúcar.

2.2 Generalidades de la leche

2.2.1 Leche.

Desde el punto de vista legal la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera: "Leche, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo, sin calostro, de una o varias vacas sanas y que cumpla con los requisitos físicos, microbiológicos e higiénicos establecidas en las normas (Gonzales, Molina y Coca, 2010).

La leche aporta muchos beneficios al cuerpo humano como es la formación de glóbulos rojos, ayuda a la visión, también a la presión arterial, el

sistema inmunológico, la liberación de energía, el crecimiento, entre otros beneficios (Vásquez, 2018).

La leche es un producto que aporta nutrientes básicos, por ende, el hombre la ha aprovechado para su alimentación, empleándola directamente y transformándola para la obtención de productos como el queso, yogurt, mantequilla, entre otros. Su industrialización se ha desarrollado en todas las latitudes, permitiendo que cada día se obtenga una cantidad mayor de productos que son ideales para la nutrición (Agudelo y Bedoya, 2005).

La disponibilidad de leche cruda en el país es alrededor de 3.5 a 4.5 millones de litros por día, siendo para consumo humano e industrial aproximadamente el 75 % de la producción. El 90 % de las principales industrias procesadoras de lácteos se encuentran ubicadas en la Sierra y se dedican, principalmente, a la producción de leche pasteurizada, quesos y crema de leche (Contero, 2008).

2.2.2 Valor nutritivo.

La composición nutricional de la leche depende de factores relacionados con las prácticas de producción como: manejo, cría, alimentación y clima (Zamorán, 2014).

Los constituyentes de la leche se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Aporte nutricional de la leche

Parámetro	Cantidad	Unidad
Calorías	59 – 65	kcal
Agua	87 - 89	%
Carbohidratos	4.8 a 5	g
Proteínas	3 a 3.1	g
Grasas	3 a 3.1	g
Sodio	30	mg
Fósforo	90	mg
Potasio	142	mg

Cloro	105	mg
Calcio	125	mg
Magnesio	8	mg
Hierro	0.2	mg
Azufre	30	mg
Cobre	0.03	mg

Fuente: Murad, 2011

Elaborado por: El Autor

Oliszewki, Cisint y Medina (2016) en su investigación sobre la caracterización composicional, fisicoquímica y microbiológica de leche de vaca de la cuenca de Trancas, reportaron 0.17 % de acidez en la leche.

Aguayo (2017) en su trabajo de titulación sobre el desarrollo de una bebida láctea a base de harina de arroz (*Oryza sativa* L.) con sabor a chocolate reportó un valor de 1.028 g/mL para la densidad.

2.2.3 Requisitos físicos y químicos de la leche.

En la Tabla 2 se muestran los requisitos físicos y químicos para la leche, establecido en la norma INEN 009 (2012).

Tabla 2. Requisitos físicos y químicos de la leche

Requisitos	Unidad	MIN	MAX
Densidad relativa: a 15 °C	-	1.029	1.033
a 20 °C	-	1.028	1.032
Materia grasa	%	3.0	-
Acidez titulable como ácido láctico	%	0.13	0.17
Cenizas	%	0.65	-
Punto de congelación (punto crioscópico)	°C	- 0.536	-0.512
Proteínas	%	2.9	-
Ensayo de reductasa (azul de metileno)	h	3	-
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen		

Fuente: INEN 09 2012

2.3 Generalidades de la quinua (*Chenopodium quinoa*)

2.3.1 Origen.

La quinua es una planta del género *Chenopodium*, originaria de América del Sur y distribuida en los países que pertenecían al antiguo Imperio Inca, ubicados sobre la cordillera de los Andes como: Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (Ahumada, Ortega, Chito y Benítez, 2016).

Su favorable adaptabilidad edafológica y climática ha permitido ampliar las zonas de cultivo, promoviendo la explotación de sus propiedades nutricionales y farmacológicas; es un cultivo anual con panojas de 1 y 2 m de llamativa flor, produce semillas cilíndricas y lisas de 2.5 mm y 1.0 mm de diámetro (Ahumada et al., 2016).

Se considera libre de gluten porque su proteína está conformada principalmente por albúminas y globulinas solubles en agua o soluciones salinas débiles, lo que dificulta su uso en la panificación, pero puede ser útil para alérgicos al gluten (FAO, 2011; Romo, Rosero, Forero y Cerón, 2006).

2.3.2 Taxonomía.

La clasificación taxonómica de la quinua se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la quinua

Quinua	
Reino	Vegetal
División	Fanerogamas
Clase	Dicotiledonea
Subclase	Angiosperma
Orden	Centropermales
Familia	Chenopodiaceae
Genero	<i>Chenopodium</i>
Sección	Chenopodia
Subsección	Cellulata
Especie	<i>Chepondium quinoa</i> Willdenow

Fuente: Mujica, Izquierdo y Marathee, 2002

Elaborado por: El Autor

2.3.3 Cultivo y Producción.

El cultivo de la quinua, en el Ecuador, en su mayoría se realiza en las provincias Andinas, con un promedio de superficie implantada de 0.3 ha/UPA (Unión de Pequeños Agricultores), lo cual indica que se hace en fincas de escaso tamaño; las provincias donde se localiza la producción de quinua son: Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua; siendo Chimborazo, Cotopaxi e Imbabura las más importantes (Bazile, Bertero y Nieto, 2014).

Existen variedades que se siembran desde hace 15 años en sistemas orgánicos certificados para exportación, algunos productores orgánicos han separado las variedades por color; no es raro ver campos de plantas rojas o verdes solamente, hay variedades con granos de tamaño mediano, de color crema o blanco opaco (Bazile et al., 2014).

2.3.4 Características físicas y químicas.

La quinua se denomina pseudocereal por su alto contenido de carbohidratos, principalmente de almidón (50- 60 %) que hace que se emplee como un cereal; sin embargo, normalmente su grasa es más alta que la de estos y su proteína mayor (Tapia et al., 1979).

La quinua posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas, caracterizada por la cantidad y calidad de sus proteínas y minerales tales como: fósforo, potasio, magnesio y calcio (Arroyave y Esguerra, 2006).

La composición química de la quinua se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición química de la quinua

Parámetro	Cantidad	Unidad
Energía	350	kcal
Humedad	13.7	%
Proteína	13.81	%
Grasa	6.39	%
Carbohidratos	58 – 68	%

Cenizas	3.70	%
Fibra	8.61	%
Calcio	104	mg
Fósforo	0.59	%
Magnesio	270	mg
Potasio	880	%
Cobre	10.0	%
Vitamina A	0.12 – 0.53	%

Fuente: FAO, 2011

Elaborado por: El Autor

2.3.5 Valor nutricional.

El valor nutricional de la quinua en 100 g de muestra se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Valor nutricional de la quinua

Parámetro	Cantidad	Unidad
Proteína	13.00	%
Grasa	6.10	%
Carbohidratos	71.00	%
Hierro	5.20	%
Energía	370.00	kcal

Fuente: Arroyave y Esguerra, 2006

Elaborado por: El Autor

2.4 Generalidades de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

2.4.1 Origen.

La mashua, también conocida como papa amarga, es un tubérculo que se cultiva en las regiones andinas de algunos países latinoamericanos como: Perú, Bolivia y Ecuador; originaria de los Andes centrales, su cultivo se habría extendido hasta el norte de Argentina y Chile (Suquilanda, 2011).

En Ecuador, actualmente, la mashua se cultiva en pequeñas parcelas de indígenas y campesinos, por ello resulta difícil conocer su área cultivada y producción; según investigaciones realizadas en la provincia de Cotopaxi el rendimiento de la mashua podría llegar a los 750 qq/ha (Suquilanda, 2011).

La producción de mashua tiene una distribución geográfica que va desde Colombia hasta el altiplano Boliviano, este cultivo se encuentra desde 1 500 hasta los 4 200 msnm (Fries y Tapia, 2007).

2.4.2 Taxonomía.

La clasificación taxonómica de la mashua se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Taxonomía de la mashua

Mashua	
Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Súper orden	Dicifloras
Orden	Geraniínea
Familia	Tropaeolaceae
Género	<i>Tropaeolum</i>
Especie	<i>tuberosum</i>
Nombre científico	<i>Tropaeolum tuberosum</i>

Fuente: Guerra, 2014

Elaborado por: El Autor

2.4.3 Cultivo y Producción.

En Ecuador, se cultiva tradicionalmente la mashua en las zonas Andinas de las provincias de Chimborazo, Bolívar, Tungurahua y Cotopaxi donde su producción es mayor en comparación con el resto de provincias de la región sierra (Samaniego, 2010).

En el proceso de su cultivo no es necesario el uso de fertilizantes ni pesticidas, ya que es considerado como uno de los productos andinos que más puede resistir a plagas, se la cosecha luego de cinco o seis meses en sus distintas variedades y luego de ocho meses en cosechas tardías en los meses de septiembre y octubre; sembrada a un metro de distancia entre planta y planta, alcanza alturas de 35 a 70 cm (Espín, 2013).

La temperatura óptima para el proceso de cultivo debe estar entre 12 y 14 °C y puede almacenarse hasta seis meses en lugares con ventilación y fríos (Espín, 2013).

2.4.4 Características físicas y químicas.

Samaniego (2010), en su investigación obtuvo un peso promedio de la mashua de 38.4 g; con respecto al diámetro, una medida de 3.1 cm, con un límite inferior de 2.1 cm y un límite superior de 3.9 cm, tomados en la parte más ancha del tubérculo. De igual manera los resultados del diámetro longitudinal de la mashua indicaron una media de 9.0 cm con un límite inferior de 5.1 cm y un límite superior de 15.8 cm, tomadas desde el ápice del tubérculo y en cuanto a las características químicas, la mashua tuvo una humedad inicial de 87.7 %, 0.7 % en contenido de cenizas y un pH de 6.5.

Las propiedades físicas y químicas de la mashua expresados en base seca se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Propiedades físicas y químicas de la mashua

Parámetro	Cantidad	Unidad
Humedad	88.70	%
Ceniza	4.81	%
Proteína	9.17	%
Fibra	5.86	%
Carbohidrato total	75.40	%
Calcio	0.006	%
Fósforo	0.32	%
Magnesio	0.11	%
Sodio	0.044	%
Potasio	1.99	%
Cobre	9.00	ppm
Hierro	42.00	ppm
Manganeso	7.00	ppm
Zinc	48.00	ppm
Almidón	46.92	%
Azúcar total	42.81	%
Energía	440.0	kcal
Vitamina A	12	µg

Fuente: Espín, 2013

Elaborado por: El Autor

2.4.5 Valor nutricional.

El consumo de la mashua, conjuntamente con papas, ocas y mellocos, hace parte de la dieta nutricional diaria de los habitantes de menores recursos ubicados en zonas rurales marginales de la sierra norte y central del Ecuador (Suquilanda, 2011).

La composición nutricional de la mashua por cada 100 g de muestra fresca se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Composición nutricional de la mashua

Parámetro	Cantidad	Unidad
Energía	52	kcal
Agua	87.4	g
Proteína	1.5	g
Grasa	0.7	g
Fibra	0.9	g
Calcio	12	mg
Hierro	1.0	mg
Vitamina A	12	µg

Fuente: Cortez, 2017

Elaborado por: El Autor

La mashua posee metabolitos secundarios como: flavonoides, compuestos fenólicos, taninos, alcaloides, triterpenos, quinonas, compuestos lactónicos, cumarinas, azúcares reductores, antocianinas y saponinas; donde los flavonoides, compuestos fenólicos, antocianinas y quinonas se encuentran en cantidades abundantes, los mismos que actuando sinérgicamente serían los responsables de la actividad antioxidante (Inostroza et al., 2015).

Algunos investigadores sostienen que la presencia de glucosinolatos en este tubérculo tiene efectos beneficiosos sobre el sistema inmunológico y que podrían proteger al organismo humano contra el cáncer, pero que al mismo tiempo ocasionarían efectos perjudiciales sobre el sistema nervioso cuando se consumen en grandes cantidades (Suquilanda, 2011).

2.4.6 Variedad.

Hernández y León (1992) indican que existen más de 100 variedades de mashua pero no se han realizado estudios profundos sobre esta variación.

Orellano y Valverde (2017) afirman que la diversidad de la mashua es menor que la de la oca y la del olluco; sin embargo, encontraron variación en el color, en la parte externa del tubérculo, así como en la forma, características de yemas y coloración de la pulpa.

En cuanto a la variedad de la mashua va de acuerdo a lo detallado en la Tabla 9.

Tabla 9. Variedades de la mashua

Variedad	Color
Occeaño	Plomizo
Yanaaño	Negrusco
Pucañaño	Rojizo
Muruaño	Morado
Checcheaño	Gris
Zapallu año	Amarillo
Yuracaño	Blanco

Fuente: Orellano y Valverde, 2017

Elaborado por: El Autor

2.4.7 Beneficios e importancia.

La mashua aporta muchos beneficios al organismo de las personas; actúa como antibiótico contra *Candida albicans*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus* (Huamán, 2014). También reduce los niveles de testosterona, por lo que suele recomendársela para prevenir y curar afecciones de la próstata, hígado y riñones (Cortez, 2017). Tiene un alto valor nutritivo ya que combina proteínas, carbohidratos, fibra y calorías (Brunel, 2016).

2.5 Generalidades de las harinas

Las harinas son el resultado de procesos industriales como la molienda; es un polvo fino que se adquiere generalmente de los cereales, pero también

de otros alimentos que contengan almidón; hoy en día existe la posibilidad de obtener harinas de tubérculos como la yuca, papa, mashua entre otros (Carreira, 2016).

Actualmente, en muchos países el consumidor busca una gran variedad de productos, es por ello que juegan un papel importante las harinas de cereales diferentes al trigo, como el maíz, arroz, centeno, cebada o avena, así como las de otras gramíneas y algunos pseudocereales como: la quinua, el amaranto o el trigo sarraceno (León y Rosell, 2007).

La harina debe ser inocua y apropiada para el consumo humano, exenta de sabores y olores extraños y de insectos vivos, impurezas de origen animal; la humedad no debe exceder del 15.5 % (CODEX STAN 152, 1985).

2.5.1 Harina de quinua.

Producto obtenido de la quinua procesada, que ha sido sometida a un proceso de trituración y molienda (INEN 3042, 2015).

Romo et al. (2006) indicaron la composición química de la harina tostada de quinua y reportaron valores de: humedad 4.2 %, proteína 15.7 %, grasa 4.5 %, Ceniza 2.6 %, carbohidratos 68.7 %

El estudio realizado por Delgado y Albarracín (2012), donde evaluaron microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y chachafruto (*Erythrina edulis*): potenciales extensores cárnicos, determinaron un pH de 6.59, estos valores son más propensos al desarrollo microbiano.

Zaldaña (2019) desarrolló dos chocolates con adición de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de arroz hidrolizado (*Oryza sativa*) y en la caracterización de la harina de quinua obtuvo 8 % de humedad.

2.5.2 Requisitos físicos químicos para la harina de quinua.

La Tabla 10 muestra los parámetros físicos y químicos para la harina de quinua.

Tabla 10. Requisitos físicos y químicos de la harina de quinua

Requisitos	Unidad	Valores	
		Mínimo	Máximo
Humedad	%	-	13.50
Proteína	%	10.00	-
Fibra cruda	%	1.70	-
Cenizas totales	%	-	3.00
Grasa	%	4.00	-
Acidez titulable			
Expresada como ácido sulfúrico	%	-	0.17
Tamaño de partículas. (pasa por un tamiz de 212 µm como mínimo)	%	95.00	

Fuente: INEN 3042, 2015

Elaborado por: El Autor

2.5.3 Harina de mashua.

La harina de mashua se obtiene al realizar la molienda de la materia prima previamente lavada y secada en un horno deshidratador, además contiene macro y micro nutrientes buenos para la salud. Según Urresta (2010) la harina de mashua contiene energía metabolizable (3 264.60 kcal/kg) y proteína (7.46 %) similares a los encontrados en el maíz (3.250 kcal/kg y 7.10 %) respectivamente, resultados favorables para el uso en productos alimenticios.

El estudio realizado por Bernabé y Cancho (2017) donde realizaron la caracterización fisicoquímica, fitoquímica y funcional de la harina de khaya y oca (*Oxalis tuberosa*) para uso industrial, determinaron un pH de 5.43 y 0.2 % de acidez.

Medina y Usca (2018) desarrollaron cupcakes a partir de harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), utilizando como agentes fermentadores leudantes “químicos” y en la caracterización de la harina de mashua reportaron para la humedad 9.11 % y cenizas 3.03 %.

2.5.4 Requisitos físicos y químicos para la harina de mashua.

Para la harina de mashua se consideraron los requisitos físicos y químicos que se encuentran en la norma INEN 616 (2015) los mismos que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Requisitos físicos y químicos de la harina de trigo considerados para la harina de mashua

Requisitos	Unidad	Para todo uso
Humedad máxima	%	14.5
Proteína materia seca mínimo	%	9
Ceniza materia seca máximo	%	0.8
Acidez expresada en ácido sulfúrico máximo	%	0.2
Tamaño de partículas (pasa por un tamiz de 212 µm, mínimo)	%	95

Fuente: INEN 616, 2015

Elaborado por: El Autor

2.6 Generalidades del azúcar

Denominación común del producto constituido principalmente por sacarosa, que se extrae generalmente de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) o de la remolacha azucarera (*Beta Vulgaris* L.), la sacarosa es un disacárido constituido por la unión de fructosa y glucosa. Corresponde a la fórmula química: $C_{12}H_{22}O_{11}$, en estado sólido cristaliza en el sistema monoclinico en forma de cristales anhidros transparentes y hemihedrales, en solución acuosa tiene una rotación específica de: $+ 66.53^\circ$ (INEN 259, 2017).

El azúcar (sacarosa) que se utiliza en la dieta es una importante fuente de glucosa para el organismo, ya que es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa. Sin embargo, por extensión, bajo el término azúcar se incluye a todos los hidratos de carbono o carbohidratos; entre los diferentes tipos de carbohidratos que consume se destacan los monosacáridos (glucosa, fructosa y galactosa), los disacáridos (maltosa, sacarosa y lactosa) y los polímeros de glucosa (maltodextrina y almidón); sus diferencias en osmolaridad y estructura repercutirán en la palatabilidad,

digestión, absorción, liberación de hormonas y disponibilidad de la glucosa para ser oxidada en el músculo (Gonzales, Gutiérrez, Mesa, Ruiz y Castillo, 2001).

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del ensayo

El Trabajo de Titulación se desarrolló en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), en la Planta de Industrias Lácteas y en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, ubicada en la avenida Carlos Julio Arosemena Tola km 1 ½ vía a Daule, en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas.

Gráfico 1. Ubicación del ensayo



Fuente: Google maps (2019)

3.2 Condiciones climáticas de la zona

Guayaquil tiene un clima tropical-húmedo y está localizada a 4 msnm, con una temperatura media anual de 25.7 °C, la precipitación media aproximada es de 791 mm y la mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 199 mm (Climate-data, 2019).

3.3 Equipos, materiales e insumos

3.3.1 Equipos.

- Balanza
- Estufa
- Mufla
- Esterilizador
- Refractómetro

3.3.2 Materiales.

- Recipientes de acero inoxidable
- Mesa de acero inoxidable
- Agitador
- Colador
- Cuchillo
- Pipetas
- Bureta
- Crisol
- Lactodensímetro
- Vaso de precipitación
- Pera de succión
- Termómetro

3.3.3 Insumos.

- Leche
- Harina de mashua
- Harina de quinua
- Azúcar

3.4 Obtención de la harina de quinua

La harina de quinua de la marca “Cereales Andinos” se obtuvo de un Supermercado de la ciudad y apta para el uso en la elaboración de diferentes alimentos como: la bebida láctea. Se utilizaron 1 000 g de harina de quinua que fueron utilizados en todo el proceso de elaboración.

3.5 Obtención de la harina de mashua

La harina de mashua se obtuvo de la empresa procesadora “HARHA” ubicada en la Av. Unidad Nacional y Rafael Silva, Latacunga, provincia de Cotopaxi. Se utilizaron 1 000 g de harina de mashua para todo el proceso de elaboración.

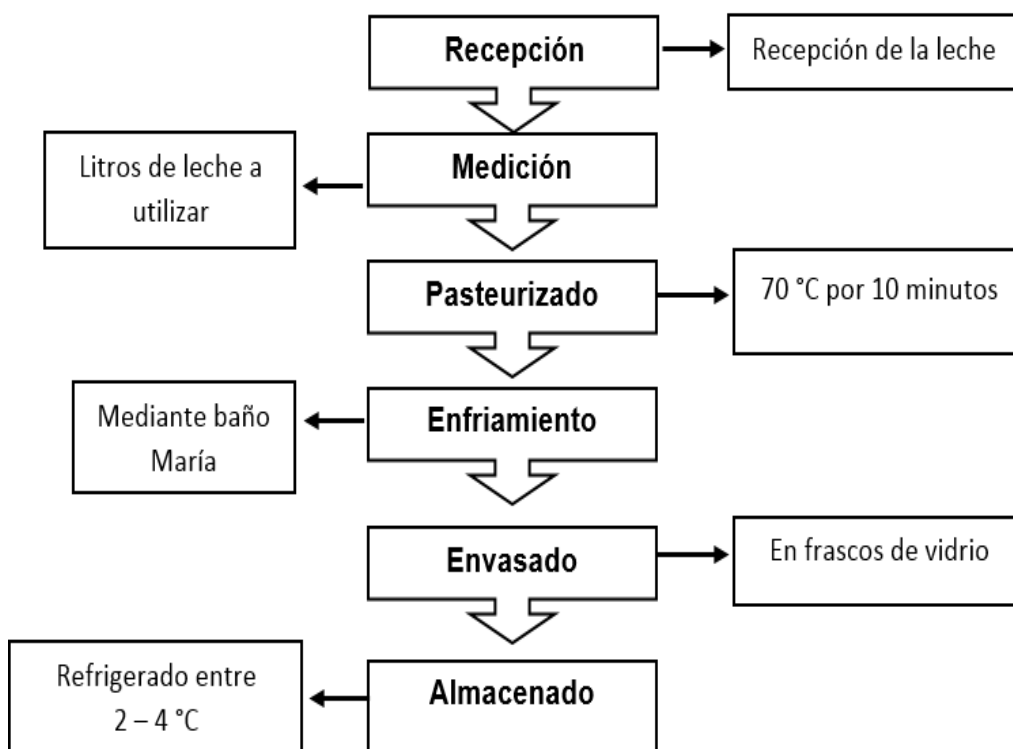
3.6 Descripción para la obtención de la leche pasteurizada

La leche se obtuvo en el cantón Daule de la provincia del Guayas; se realizó un control de calidad: densidad, prueba de alcohol y acidez. Se midieron 30 litros de leche, que fueron sometidos a un proceso de pasteurización a una temperatura de 70 °C por 10 minutos y fue enfriada hasta llegar a los 35 °C por 30 minutos, seguidamente envasada y almacenada a una temperatura de 2 a 4 °C.

3.6.1 Diagrama de flujo del procesamiento de la leche pasteurizada.

En el Gráfico 2 se muestra el flujograma para la pasteurización de la leche.

Gráfico 2. Diagrama de flujo de la leche pasteurizada



Elaborado por: El Autor

3.7 Descripción para la elaboración de bebida láctea con el uso de harinas de mashua y quinua

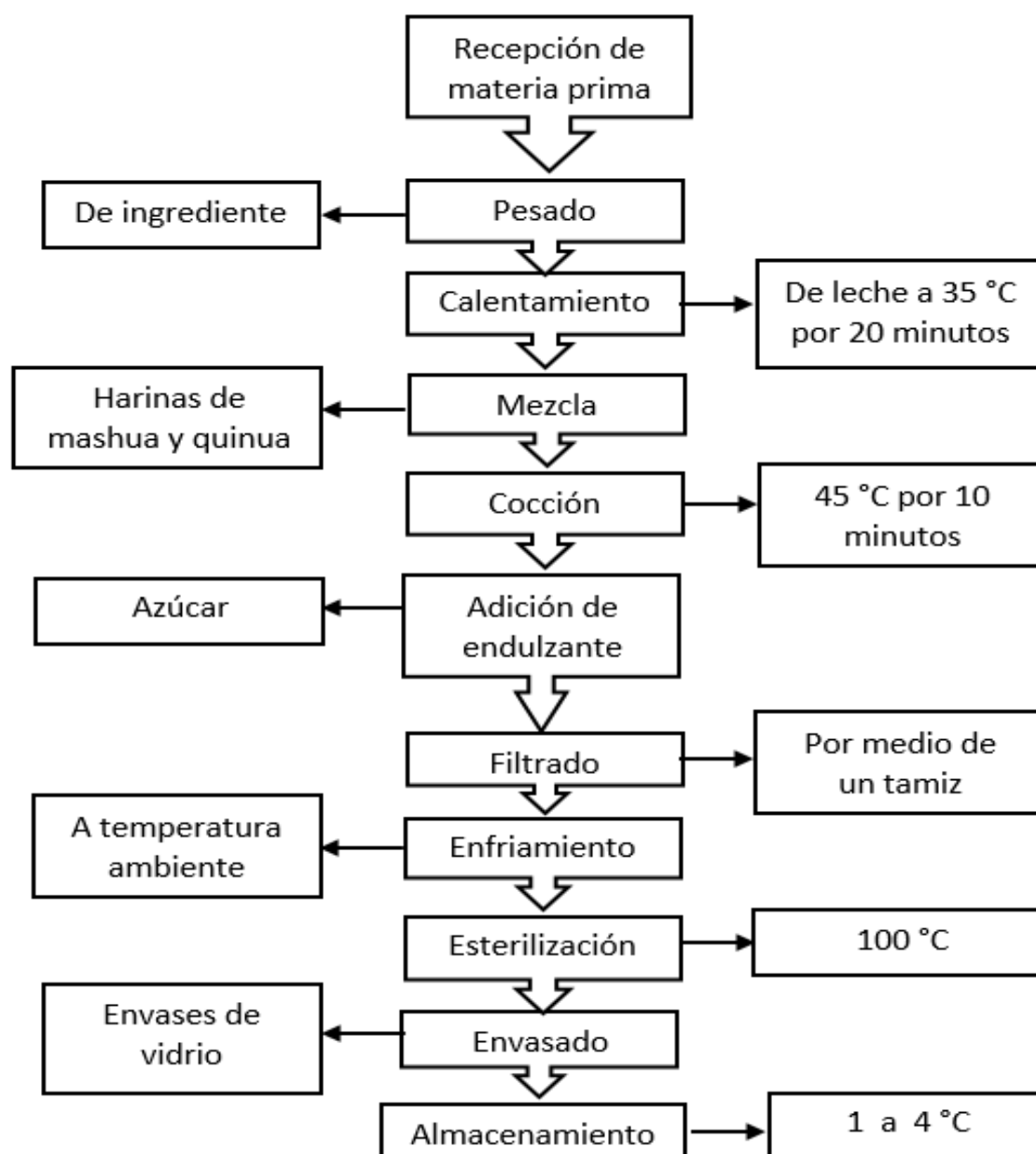
Se utilizó una balanza eléctrica marca Shimadzu (modelo TXB622L) para pesar la leche, azúcar, harinas de mashua y quinua (con granulometría

de 250 μm) utilizadas en la preparación de la bebida láctea, luego se precalentó la leche hasta 35 °C por 20 minutos, inmediatamente se mezclaron las harinas con la leche en un recipiente de acero inoxidable para evitar la formación de grumos; luego se procedió a la cocción de la mezcla en una olla de acero inoxidable a una temperatura de 45 °C por 10 minutos, para lograr una composición homogénea entre las harinas; a continuación se agregó la cantidad necesaria de azúcar y se procedió a su debida agitación. Posteriormente, se efectuó el enfriamiento hasta temperatura ambiente; una vez que la bebida alcanzó la temperatura deseada, se procedió a filtrar utilizando un tamiz, lo que permitió la separación de sólidos presentes en la bebida. Los envases fueron esterilizados sumergiéndolos en agua a 100 °C durante 5 minutos, a continuación, se llenó el producto en los envases respectivos, se rotularon y almacenaron a una temperatura entre 2 y 4 °C para su posterior análisis y consumo.

3.7.1 Diagrama de flujo para el procesamiento de la bebida láctea.

En el Gráfico 3 se muestra el flujograma para la elaboración de la bebida láctea.

Gráfico 3. Diagrama de flujo para la elaboración de bebida láctea



Elaborado por: El Autor

3.8 Factores estudiados

La norma INEN 2564 (2011) establece que la cantidad mínima de leche para la elaboración de la bebida láctea es del 50 %. Por otra parte, los constituyentes no derivados de la leche, en este caso las harinas de mashua y quinua no deben estar destinados a sustituir totalmente o en parte a cualquiera de los constituyentes de la leche.

Por lo tanto, la investigación tuvo los siguientes factores a estudiar:

- Harina de mashua

- Harina de quinua
- Leche

3.9 Fórmula de referencia.

Para el desarrollo de la bebida láctea se empleó una fórmula patrón de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma INEN 2564 (2011), el cual indica que el contenido de leche debe ser como mínimo del 50 % y el resultado de la investigación realizada por Averos (2018) en el que obtuvo una formulación formada por el 2 % harina de arroz, 3.75 % harina de soya y 5.75 % de miel de abeja. Los valores se describen en la Tabla 12.

Tabla 12. Fórmula de referencia

Insumos	Unidad	Cantidad
Leche	%	88.50
Harina de arroz	%	2.00
Harina de soya	%	3.75
Miel de abeja	%	5.75

Elaborado por: El Autor

3.10 Restricciones.

Las restricciones que se tomaron en cuenta para el diseño de la mezcla fueron en base a la fórmula de referencia y cumpliendo los requisitos establecidos de la norma INEN 2564 (2011) para bebidas lácteas; además; se utilizó el 10 % de edulcorante. Las restricciones se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Restricciones

Insumos	Mínimo	Máximo
Leche	80 %	90 %
Harina de mashua	0 %	5 %
Harina de quinua	0 %	5 %

Elaborado por: El Autor

3.10.1 Combinaciones de tratamientos.

En la Tabla 14 se muestran las 15 formulaciones que se obtuvieron utilizando el programa estadístico *Design Expert* versión 12, con sus respectivas restricciones.

Tabla 14. Combinaciones de tratamientos

Nº	Harina de mashua (%)	Harina de quinua (%)	Leche (%)
1	5.00	5.00	80.00
2	5.00	0.00	85.00
3	2.50	5.00	82.50
4	1.67	3.33	85.00
5	0.00	0.00	90.00
6	0.00	5.00	85.00
7	1.67	1.67	86.66
8	0.00	2.50	87.50
9	5.00	2.50	82.50
10	5.00	5.00	80.00
11	0.00	5.00	85.00
12	3.33	1.67	85.00
13	2.50	0.00	87.50
14	0.00	0.00	90.00
15	5.00	0.00	85.00

Fuente: Software estadístico *Design Expert* versión 12

Elaborado por: El Autor

3.11 Diseño experimental

Para la evaluación estadística se utilizó el software *Design Expert* versión 12.

3.12 Variables evaluadas

3.12.1 Variables cuantitativas: físicas y químicas de las harinas de mashua y quinua.

3.12.1.1 Potencial Hidrogeno (pH).

La determinación del potencial de hidrógeno o también conocido como pH se determinó por el método de la norma INEN 526 (1980), para lo cual se utilizó un pH – metro previamente calibrado en una solución buffer; se agregó agua destilada a la harina de origen vegetal y se introdujo el electrodo en la muestra realizándose la lectura correspondiente.

3.12.1.2 Humedad.

La determinación de humedad en las harinas de mashua y quinua se efectuó mediante la norma INEN 518 (1980). Se pesaron 2 gramos de muestra en una balanza eléctrica marca Shimadzu (modelo TXB622L), luego se procedió a seguir los pasos de la norma antes mencionada; la determinación se realizó por duplicado. Para el cálculo de pérdida por calentamiento de harinas de origen vegetal se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Siendo:

P_c = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

M₁ = masa del crisol vacío con tapa, en g.

M₂ = masa del crisol y tapa, con la muestra sin secar, en g.

M₃ = masa del crisol y tapa, con la muestra seca, en g.

3.12.1.3 Ceniza.

Para determinar ceniza se incineró la muestra de acuerdo al método especificado en la norma INEN 520 (1980); se utilizó un crisol de porcelana previamente secado en estufa y pesado, luego se agregó la muestra y se colocó en la mufla a una temperatura de 550 °C; obteniéndose una ceniza blanca correspondiente a los minerales presentes en la muestra.

El contenido de cenizas de las harinas se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{100 (m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Siendo:

C = contenido de ceniza en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m₁ = masa del crisol vacío, en g.

m₂ = masa del crisol con la muestra, en g.

m₃ = masa del crisol con las cenizas, en g.

H= porcentaje de humedad en la muestra.

3.12.1.4 Acidez titulable.

La determinación de la acidez titulable se realizó en la Planta de Lácteos de la FETD según lo establecido por la norma INEN 521 (1980). En una caja petri se pesaron 5 g de muestra, se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 100 mL, seguidamente se agregó 50 mL, de alcohol al 90 % v/v y después fue agitado fuertemente, esta disolución estuvo en reposo por 24 horas agitando de vez en cuando, posteriormente se tomó una alícuota de 10 mL, del líquido claro sobrenadante y se transfirió a un Erlenmeyer de 50 mL, y se agregaron 2 mL, de la solución indicadora de fenolftaleína. A continuación, se añadió lentamente y con agitación la solución 0.02 N de hidróxido de sodio hasta conseguir un color rosado que duró 30 segundos.

La acidez titulable de las harinas de origen vegetal se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{490 NV}{m(100 - H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Siendo:

A = contenido de acidez en harinas de origen vegetal

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio

V = volumen de alcohol empleado en cm³.

V = volumen de la alícuota tomada para la titulación.

M = masa de la muestra, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

3.13 Variables cuantitativas: físicas y químicas de la leche

3.13.1 Densidad.

La densidad de la leche se determinó en base a la norma INEN 011 (1984). En una probeta manteniendo una ligera inclinación se midieron de 250 mL de muestra a una temperatura de 20 °C, luego se introdujo el lactodensímetro, al que se le imprimió un pequeño movimiento de rotación para evitar que se adhiriera a las paredes de la probeta, seguidamente se esperó a que el lactodensímetro quede en completo reposo y se registró el valor de densidad (d) y temperatura. La densidad de la leche se calculó con la siguiente fórmula:

$$d_{20} = d + 0.0002 (t - 20)$$

Siendo:

D_{20} = densidad relativa a 20 °C.

d = densidad aparente a t °C.

t = temperatura de la muestra durante la determinación, en °C.

3.13.2 Acidez.

La acidez titulable de la leche se determinó de acuerdo a la norma INEN 013 (1984). En un matraz Erlenmeyer se pesó 20 g de muestra, luego se diluyó la muestra agregando un volumen dos veces mayor de agua destilada y 2 mL, de fenolftaleína como indicador, seguidamente se añadió lentamente y con agitación la solución 0.1 N de hidróxido de sodio hasta conseguir un color rosado persistente durante 30 segundos.

La acidez titulable de la leche se calculó con la siguiente fórmula:

$$A = 0.090 \frac{VxN}{m_1 - m} x 100$$

Siendo:

A = acidez titulable de la leche, porcentaje en masa de ácido láctico.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación en mL.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m_1 = masa del matraz Erlenmeyer con leche, en g.

3.13.3 Prueba de alcohol.

La reacción de estabilidad proteica o prueba de alcohol se determinó usando una solución de alcohol a una concentración de 75 % v/v de acuerdo a la norma INEN 09 (2012). En un vaso de precipitación de 50 mL se midieron 10 mL de leche y se agregaron 10 mL de la solución de alcohol, se agitó y luego se observó si había presencia o no de coagulación de la muestra.

3.14 Variables cuantitativas: físicas, químicas y microbiológicas del producto terminado

3.14.1 Sólidos Solubles (°Brix).

La determinación de sólidos solubles se realizó de acuerdo a la norma INEN 014 (1973) por lectura directa en un refractómetro; donde el índice de refracción está correlacionado con la cantidad de sólidos en la muestra.

3.14.2. Potencial Hidrógeno (pH).

La determinación del potencial de hidrógeno o también conocido como pH, se determinó en base a la norma INEN 1087 (1983) con un pH – metro previamente calibrado en una solución buffer; se midió 30 cm³ del producto y se introdujo el electrodo en la muestra realizándose la lectura correspondiente.

3.14.3 Acidez.

La acidez titulable de la bebida láctea se determinó de acuerdo a la norma INEN 013 (1984). En un matraz Erlenmeyer se pesaron 20 g de muestra, luego se diluyó la muestra agregando un volumen dos veces mayor de agua destilada y 2 cm³ de fenolftaleína como indicador, seguidamente se añadió lentamente y con agitación la solución 0.1 N de hidróxido de sodio hasta conseguir un color rosado persistente durante 30 segundos. La acidez titulable de nuevo producto se calculó con la siguiente fórmula:

$$A = 0.090 \frac{VxN}{m_1 - m} \times 100$$

Siendo:

A = acidez titulable de la bebida láctea, porcentaje en masa de ácido láctico

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación en cm³

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m₁ = masa del matraz Erlenmeyer con muestra, en g.

3.14.4 Proteína láctea.

La proteína láctea se determinó en el laboratorio PROTAL de acuerdo a la norma INEN 16 (1984).

3.14.5 Materia grasa.

La determinación de materia grasa se realizó en el laboratorio PROTAL bajo la norma INEN 012 (1973).

3.14.6 Recuento de coliformes.

Para la determinación de microorganismos coliformes en ufc/mL se realizó de acuerdo al método de ensayo de la norma INEN 1529-7 (1990).

3.14.7 *Escherichia coli*.

El análisis microbiológico para la determinación de *E. coli* se realizó de acuerdo al método de ensayo INEN 1529-8 (1990).

3.15 Variables cualitativas: Evaluación sensorial

El análisis sensorial se realizó con un panel de degustación conformado por estudiantes de la Unidad de Titulación de la carrera de Nutrición, Estética y Dietética de la UCSG, quienes evaluaron mediante perfiles sensoriales los 15 tratamientos que se obtuvieron en el programa *Design Expert* versión 12, para facilitar las calificaciones de los parámetros considerados se utilizó un análisis sensorial descriptivo cuantitativo (ADC) para luego obtener la mejor formulación (ISO 6658, 2005). Los atributos evaluados fueron los siguientes:

- Olor
- Sabor dulce
- Color crema
- Viscosidad
- Apariencia

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización física y química de las materias primas

Los resultados de los análisis físicos y químicos de la harina de mashua se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Análisis físicos y químicos de la harina de mashua

Parámetro	Resultado	Método
pH	5.8	NTE INEN 526
Acidez	0.14 %	NTE INEN 521
Humedad	12 %	NTE INEN 518
Ceniza	2.6 %	NTE INEN 520

Elaborado por: El Autor

En la determinación del potencial hidrógeno se reportó 5.8 lo que indica que es menos propensa al desarrollo microbiano, además el valor es mayor a lo reportado por Bernabé y Cancho (2017, pág. 43) que determinaron un pH de 5.43.

El resultado del análisis de acidez fue de 0.14 % inferior a lo reportado por Bernabé y Cancho (2017, pág. 43) quienes determinaron un valor de 0.2 % en acidez titulable.

El valor de humedad en la harina de mashua fue 12 % superior porcentaje reportado por Medina y Usca (2018, pág. 106), quienes reportaron el 9.11 %, pero se encuentra dentro del rango establecido en la norma INEN 616 que indica un máximo de 15 %; al igual que para cenizas el valor se encuentra dentro de la norma establecida pero inferior al reportado por estos autores que fue de 3.03 %.

A continuación, los resultados de los análisis físicos y químicos de la harina de quinua se observan en la Tabla 16.

Tabla 16. Análisis físicos y químicos de la harina de quinua

Harina de quinua		
Parámetros	Resultados	Métodos
pH	6.8	NTE INEN 526
Acidez	0.16 %	NTE INEN 521
Humedad	11 %	NTE INEN 518
Ceniza	2.8 %	NTE INEN 520

Elaborado por: El Autor

En la determinación del pH se obtuvo 6.8; valor mayor a lo informado por Delgado y Albarracín (2012, pág. 4) que reportaron un pH de 6.59, a estos valores el desarrollo microbiano es mucho más efectivo.

En cuanto al valor de acidez, se reportó 0.16 %, valor que se encuentra dentro del rango la norma INEN 3042 (2015), la cual indica que la acidez máxima es de 0.17 %.

En los análisis de humedad y cenizas se obtuvo un resultado de 11 % y 2.8 %, respectivamente; los valores reportados son superiores a lo reportado por Zaldaña (2019, pág. 5) quien obtuvo 8 % de humedad. Por otra parte, Arroyave y Esguerra (2006, pág. 67) reportaron 0.06 % de ceniza.

Los resultados de los análisis físicos y químicos de la leche entera se observan en la Tabla 17.

Tabla 17. Análisis físico y químico de la leche entera

Leche Cruda		
Parámetros	Resultados	Métodos
Acidez	0.16 %	NTE INEN 013
Densidad	1.028 g/mL	NTE INEN 11
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	no presentó coagulación	Solución de alcohol al 75 %

Elaborado por: El Autor

En el análisis de la acidez se obtuvo 0.16 %, valor menor al reportado por Oliszewki, Cisint y Medina (2016), quienes determinaron 0.17 %. En cuanto a la densidad Aguayo (2017, pág. 46) indicó un valor de 1.028 g/mL igual al que se obtuvo en la presente investigación.

El resultado del análisis de reacción de estabilidad proteica resultó negativo a coagulación de la leche, así como indica la norma INEN 009 (2012).

4.2 Análisis sensorial

Se ejecutó una evaluación de perfil sensorial con la ayuda de QDA, (Análisis Sensorial Descriptivo Cuantitativo); se promediaron las calificaciones obtenidas de 40 estudiantes semi entrenados de la Carrera de Nutrición; con la ayuda del programa *Design Expert* versión 12 se determinaron 15 tratamientos, cada unidad experimental estuvo representada en envases de 1 000 mL; después las calificaciones se ingresaron al programa.

Los parámetros sensoriales evaluados fueron conformados por intervalos de 1 a 5, siendo el 1 como la puntuación más baja y el 5 como la más alta. De igual manera estos parámetros tuvieron alternativas tal como se presenta en el anexo 10. En la Tabla 18, se muestran los promedios de la evaluación sensorial de los 15 tratamientos.

Tabla 18. Promedios de la evaluación sensorial

T	Olor	Sabor dulce	Color crema	Viscosidad	Apariencia
1	4	3	2	4	2
2	4	4	3	3	2
3	4	3	3	3	4
4	4	3	4	3	4
5	2	4	5	2	3
6	4	2	4	3	3
7	3	3	4	3	4
8	3	3	4	3	3
9	4	3	2	4	3
10	3	3	2	4	4
11	3	3	4	4	3
12	4	3	3	3	3
13	4	4	3	3	2
14	2	4	5	2	3
15	4	4	2	3	2

Elaborado por: El Autor

4.2.1 Selección de la muestra sensorial.

Una vez que se realizó la evaluación sensorial se pudo evidenciar que el tratamiento cuatro alcanzó la mayor calificación en cada uno de los parámetros; por otra parte se consideró como fórmula testigo al tratamiento uno ya que su formulación contenía el 5 % en cada una de las harinas.

Luego se ingresaron los promedios al programa estadístico *Design Expert*, el programa automáticamente mostró nuevas formulaciones entre ellas la formulación selecta que fue aquella que alcanzó el 100 % de deseabilidad, la misma que se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Fórmula seleccionada

Ingredientes	Unidad (%)
Harina de mashua	2.14
Harina de quinua	4.71
Leche	83.15
Azúcar	10

Elaborado por: El Autor

Por otra parte, se pudo comparar que los promedios indicados por el programa estadístico para la fórmula testigo y la seleccionada, se asemejan a los promedios de la evaluación sensorial presentados en la Tabla 18.

Los promedios de los parámetros sensoriales de la fórmula testigo vs la fórmula seleccionada indicados por el programa *Design Expert* se muestran en la Tabla 20.

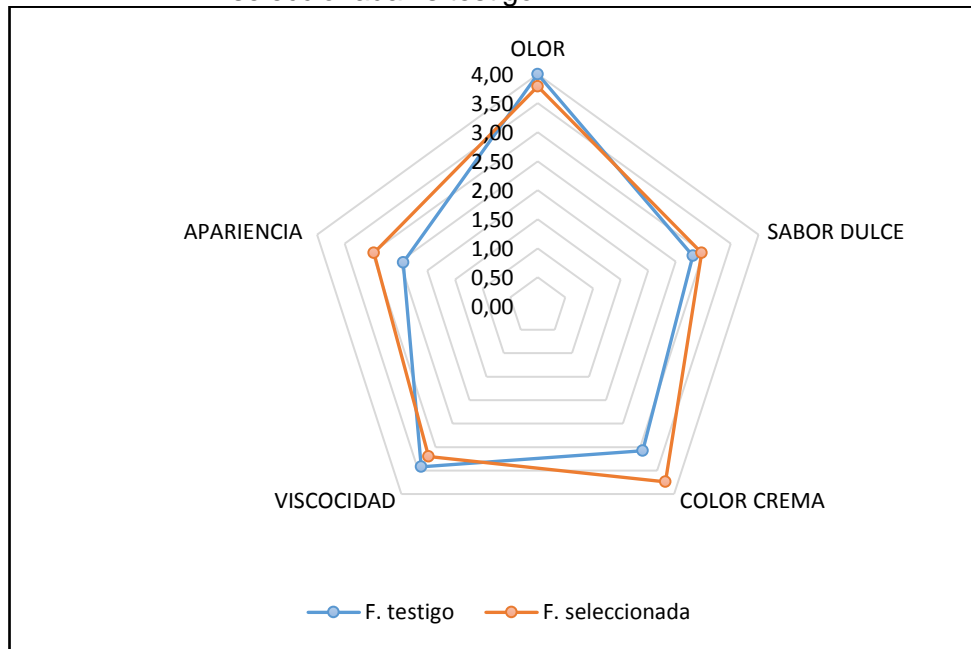
Tabla 20. Comparación de testigo vs fórmula seleccionada

QDA	Olor	Sabor dulce	Color crema	Viscosidad	Apariencia
Testigo	4	2.84	3.08	3.42	2.44
Fórmula Seleccionada	4	2.97	3.74	3.97	2.97

Elaborado por: El Autor

En el Gráfico 4 se muestran las variaciones de los atributos sensoriales.

Gráfico 4. Comparación parámetros sensoriales fórmula seleccionada vs testigo



Elaborado por: El Autor

Con relación a los atributos de la bebida testigo y la seleccionada por el programa *Design Expert*, versión 12, se pudo evidenciar que hubo diferencias significativas en los parámetros de color crema y apariencia; en cuanto al atributo color, la diferencia se debió a que el porcentaje de la harina de quinua en la formulación seleccionada fue mayor al de la harina de mashua, por lo cual el color de la bebida fue crema claro, homogéneo y aceptable para los evaluadores.

En cuanto a la apariencia, la diferencia se debió a que el producto elaborado con la fórmula seleccionada y almacenada a una temperatura de 4 °C no presentó separación de fases durante 8 días (196 horas).

Con respecto a los parámetros olor y sabor dulce se pudo observar que no existe mayor significancia debido a que las harinas de mashua y quinua generaron un olor ligeramente vegetal tanto para la fórmula testigo y seleccionada; el sabor fue moderado ya que se utilizó el 10 % de edulcorante para ambas formulaciones.

En el parámetro de la viscosidad, las bebidas presentaron una pequeña diferencia, se evidenció que la fórmula testigo fue más viscosa, esto fue debido a que la concentración de harinas de mashua y quinua fue del 5 %, valor alto en comparación a la fórmula seleccionada que fue de 2.14 % y 4.71 % de harinas de mashua y quinua, respectivamente. Cabe recalcar que las harinas cumplieron el tamaño de partículas como indica la norma INEN 3042. (2015). Con estos resultados se comprobó que el uso de cantidades adecuadas de harinas de mashua y quinua combinadas con la leche dan como resultado una mejor bebida con mejores atributos sensoriales.

4.3 Análisis de la varianza en parámetros sensoriales

Para el análisis del ANOVA en los parámetros sensoriales se utilizó el programa estadístico *Design Expert* versión 12 con una transformación de datos a raíz cuadrada para luego encontrar la linealidad en los resultados obtenidos, reduciendo los coeficientes de varianza altos por la dispersión de datos para de esa forma poder interpretarlos.

4.4.1 Olor.

Para este parámetro en el programa se utilizó un modelo cuadrático y se obtuvo los valores que se muestran en la Tabla 22.

Tabla 21. ANOVA para el parámetro olor

Análisis de la varianza					
Variable	Promedio	Desviación Estándar	CV	R²	R² Aj
Olor	1.83	0.095	5.18	0.87	0.80
Cuadro de análisis de la varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.5439	5	0.1088	12.09	0.0009**
Mezcla Lineal	0.1573	2	0.0787	8.75	0.0078
AB	0.0025	1	0.0025	0.2832	0.6075
AC	0.0839	1	0.0839	9.33	0.0137
BC	0.0053	1	0.0053	0.5840	0.4643
Residual	0.0809	9	0.0090		
Falta de ajuste	0.0451	5	0.0090	1.00	0.5128 ^{NS}
Error	0.0359	4	0.0090		
Total	0.6248	14			

** = altamente significativo, NS = no significativo (p>0.05)

Fuente: *Design Expert* 12

Elaborado por: El Autor

En la Tabla anterior se puede evidenciar el valor de 12.09 para F y de 0.0009 para P, lo cual implica que el modelo es significativo ya que P es menor a 0.05 y sólo existe una probabilidad del 0.09 % de que F ocurra por error.

El Lack of Fit, (falta de ajuste) tiene un valor de 1.00; esto implica que hay un 51.28 % de probabilidad que esta falta de ajuste ocurra por error, lo cual no es significativo.

La ecuación final de los términos de los componentes reales con la dosis de la fórmula seleccionada es la siguiente:

$$\text{Olor} = -206.37917*A - 45.16591*B + 1.41841*C + 52.95181*A*B + 231.57929*A*C + 57.94821*B*C$$

Siendo:

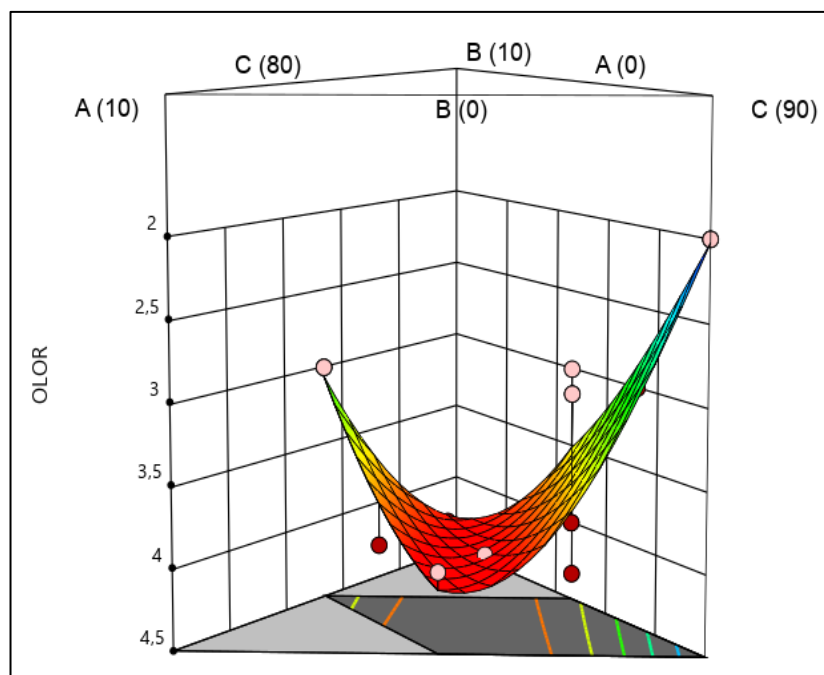
A = Harina de mashua

B = Harina de quinua

C = Leche

En el Gráfico 5, se presenta el modelo cuadrático para la variable olor; en el cual, los valores más relevantes de la superficie de respuesta están representados por puntos rojos, lo que significa que en esa zona hay una mayor valoración en la interacción de los componentes utilizados para la mezcla.

Gráfico 5. Superficie de respuesta variable olor



Fuente: *Disign Expert 12*
Elaborado por: El Autor

4.4.2 sabor dulce.

En este parámetro se utilizó un modelo cuadrático obteniendo los valores representados en la Tabla 23.

Tabla 22. ANOVA para el parámetro sabor dulce

Análisis de la varianza					
Variable	Promedio	Desviación Estándar	CV	R ²	R ² Aj
Sabor Dulce	1.84	0.068	3.70	0.84	0.75
Cuadro de análisis de la varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.2167	5	0.0433	9.34	0.0023**
Mezcla Lineal	0.1098	2	0.0549	11.83	0.0030
AB	0.0873	1	0.0873	18.81	0.0019
AC	0.0033	1	0.0033	0.7154	0.4196
BC	0.0755	1	0.0755	16.27	0.0030
Residual	0.0418	9	0.0046		
Falta de ajuste	0.0059	5	0.0012	0.1309	0.9767 ^{NS}
Error	0.0359	4	0.0090		
Total	0.2585	14			

** = altamente significativo, NS = no significativo (p>0.05)

Fuente: *Disign Expert 12*
Elaborado por: El Autor

En la tabla 23 se puede evidenciar un F-valor de 9.34 y P-valor de 0.0023, lo cual implica que el modelo es significativo ya que el valor-P es menor a 0.05 y sólo existe una probabilidad del 0.23 % de que el valor-F ocurra por error.

El Lack of Fit, o falta de ajuste en español tiene un valor de 0.1309; esto implica que hay un 97.67 % de probabilidad que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

La ecuación final de los términos de los componentes reales con la dosis de la fórmula seleccionada es la siguiente:

$$\text{Sabor dulce} = (45.74349)^* A + (206.95674)^* B + (1.99802)^* C \\ (-310.02461)^* A*B - (46.07096)^* A*C - (219.70204)^* B*C$$

Siendo:

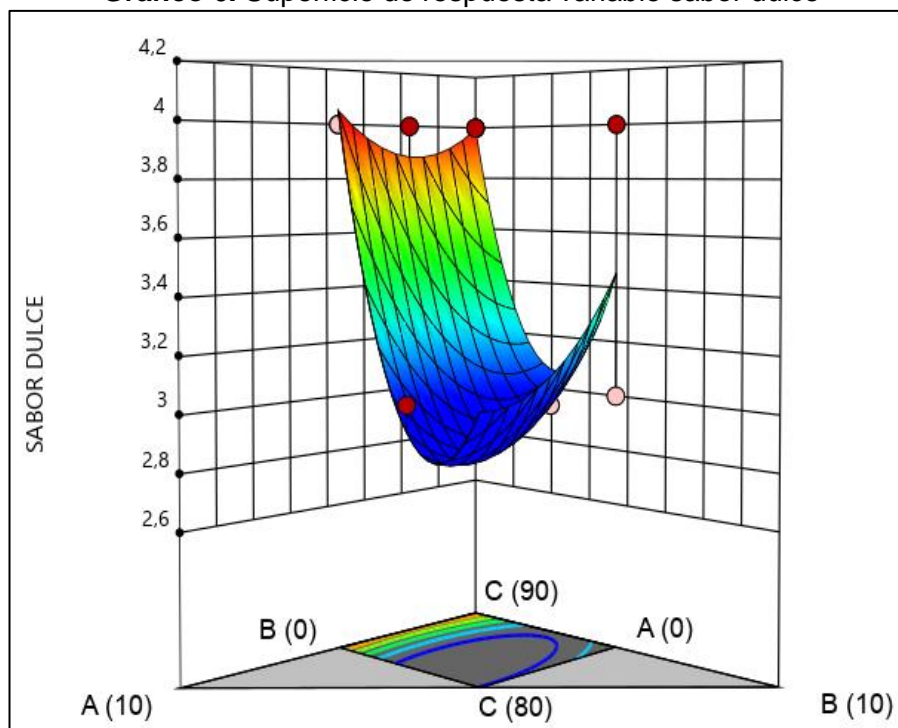
A = Harina de mashua

B = Harina de quinua

C = Leche

En el Gráfico 6, se presenta un modelo cuadrático para la variable Sabor dulce, en el cual, los valores más relevantes de la superficie de respuesta están representados por puntos rojos lo que significa que en esa zona hay una mayor valoración en la interacción de los componentes utilizados para la mezcla.

Gráfico 6. Superficie de respuesta variable sabor dulce



Fuente: *Disign Expert 12*
Elaborado por: El Autor

4.4.3 Color crema.

Para color crema se utilizó un modelo lineal en base al programa estadístico Dising Expert versión 12, los valores se muestran en la Tabla 24.

Tabla 23. ANOVA para el parámetro color crema

Análisis de la varianza					
Variable	Promedio	Desviación Estándar	CV	R ²	R ² Aj
Color crema	1.83	0.13	7.02	0.81	0.80
Cuadro de análisis de la varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.8435	2	0.4217	25.69	< 0.0001**
Mezcla Lineal	0.8435	2	0.4217	25.69	< 0.0001
Residual	0.1970	12	0.0164		
Falta de ajuste	0.0960	8	0.0120	0.4752	0.8280 ^{NS}
Error	0.1010	4	0.0253		
Total	1.04	14			

** = altamente significativo, NS = no significativo (p>0.05)

Fuente: *Disign Expert 12*
Elaborado por: El Autor

En la tabla 24 se puede evidenciar un F-valor de 25.69 y P-valor de 0.0001, lo cual implica que el modelo es significativo ya que el valor-P es menor a 0.05 y sólo existe una probabilidad del 0.001 % de que el valor-F ocurra por error.

El F-valor de falta de ajuste fue de 0.48 implica que la falta de ajuste no fue significativa en relación con el error puro. Existe una probabilidad del 82.80 % de que se produzca un valor-F de falta de ajuste tan grande debido al error

La ecuación final de los términos de los componentes reales con la dosis de la fórmula seleccionada es la siguiente:

$$\text{Color crema} = (-8,02895) *A + (0,49161) *B + (2,14634) *C$$

Siendo:

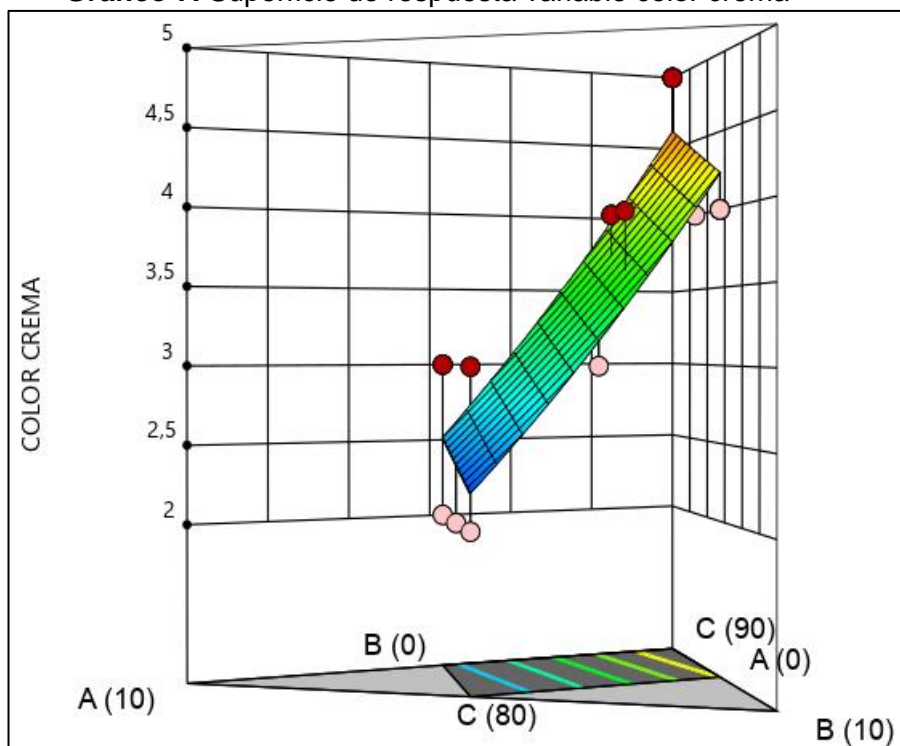
A = Harina de mashua

B = Harina de quinua

C = Leche

En el Gráfico 7, se presenta un modelo lineal para la variable color crema, los valores más relevantes de la superficie de respuesta están representados por puntos rojos lo que significa que en esa zona hay una mayor valoración en la interacción de los componentes utilizados para la mezcla.

Gráfico 7. Superficie de respuesta variable color crema



Fuente: *Disign Expert 12*

Elaborado por: El Autor

4.4.4 Viscosidad.

Para el parámetro viscosidad se utilizó un modelo lineal en base al programa estadístico, los valores se registraron en la Tabla 25.

Tabla 24. ANOVA para la viscosidad

Análisis de la varianza					
Variable	Promedio	Desviación Estándar	CV	R ²	R ² Aj
Viscosidad	1.76	0.11	6.00	0.72	0.67
Cuadro de análisis de la varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.3424	2	0.1712	15.32	0.0005**
Mezcla Lineal	0.3424	2	0.1712	15.32	0.0005
Residual	0.1341	12	0.0112		
Falta de ajuste	0.0982	8	0.0123	1.37	0.4043 ^{NS}
Error	0.0359	4	0.0090		
Total	0.4765	14			

** = altamente significativo, NS = no significativo (p>0.05)

Fuente: *Disign Expert 12*

Elaborado por: El Autor

El valor F del modelo fue 15.32 esto implica que el modelo fue significativo. Solo hay un 0.05 % de posibilidades de que un valor F tan grande pueda ocurrir debido al error.

El valor F de falta de ajuste de 1.37 implica que la falta de ajuste no fue significativa en relación con el error puro. Existe una probabilidad del 40.43 % de que se produzca un valor F de falta de ajuste tan grande debido al error.

La ecuación final de los términos de los componentes reales con la dosis de la fórmula seleccionada es la siguiente:

$$\mathbf{VISCOCIDAD} = 5.68641 * A + 6.61030 * B + 1.50909 * C$$

En donde:

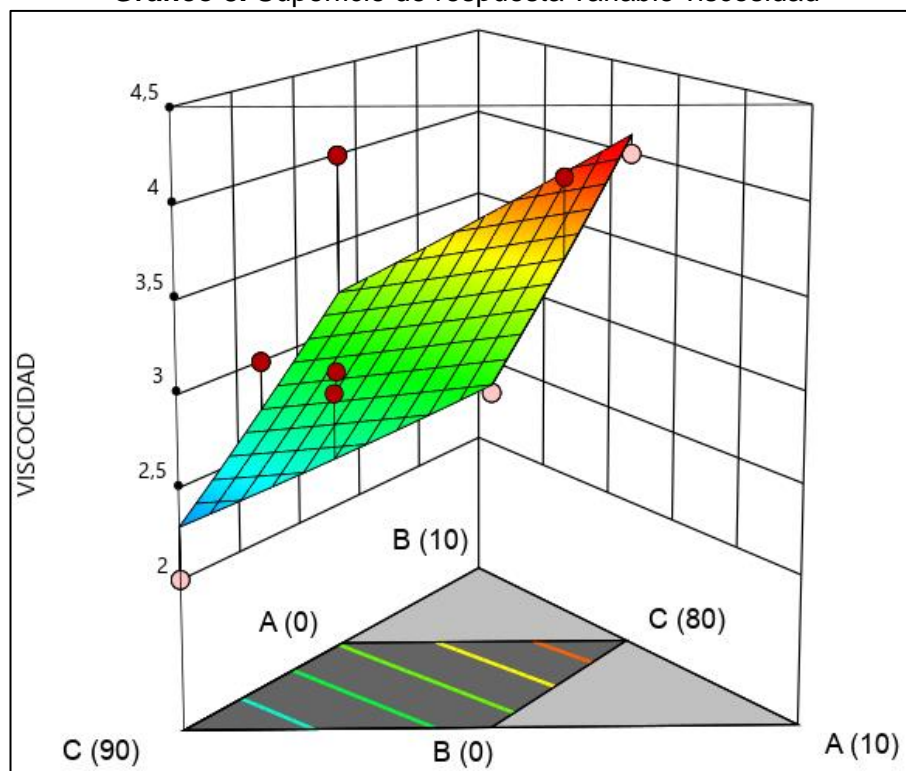
A = Harina de mashua

B = Harina de quinua

C = Leche

En el Gráfico 8, se presenta un modelo lineal para la variable viscosidad, los valores más relevantes de la superficie de respuesta están representados por puntos rojos lo que significa que en esa zona hay una mayor valoración en la interacción de los componentes utilizados para la mezcla.

Gráfico 8. Superficie de respuesta variable viscosidad



Fuente: *Disign Expert 12*
 Elaborado por: El Autor

4.4.5 Apariencia.

Con base al programa estadístico se utilizó un modelo cúbico; en la Tabla 26 se muestra los valores registrados.

El valor-F del modelo fue 7.44 lo que implica que el modelo fue significativo. Solo hay un 1.98 % de posibilidades de que un valor F tan grande pueda ocurrir debido al error.

Tabla 25. ANOVA para la apariencia

Análisis de la varianza					
Variable	Promedio	Desviación Estándar	CV	R ²	R ² Aj
Apariencia	1.72	0.085	4.92	0.93	0.81
Cuadro de análisis de la varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.4811	9	0.0535	7.44	0.0198**
Mezcla Lineal	0.2082	2	0.1041	14.50	0.0083
AB	0.0721	1	0.0721	10.04	0.0249
AC	0.0346	1	0.0346	4.82	0.0795
BC	0.0850	1	0.0850	11.84	0.0184
ABC	0.0876	1	0.0876	12.20	0.0174

AB(A-B)	0.0053	1	0.0053	0.7349	0.4305
AC (A-C)	0.0287	1	0.0287	3.99	0.1022
BC (B-C)	0.0900	1	0.0900	12.54	0.0165
Residual	0.0359	5	0.0072		
Falta de ajuste	1.031E-06	1	1.031E-06	0.0001	0.9920 ^{NS}
Error	0.0359	4	0.0090		
Total	0.5170	14			

** = altamente significativo, NS = no significativo (p>0.05)

Fuente: *Disign Expert 12*

Elaborado por: El Autor

El valor F de falta de ajuste de 0.00 implica que la falta de ajuste no fue significativa en relación con el error puro. Hay un 99.20 % de posibilidades de que se produzca un valor F de falta de ajuste tan grande debido al error.

La ecuación final de los términos de los componentes reales con la dosis de la fórmula seleccionada es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{APARIENCIA} = & (17539.11120)*A + (30741.23445)*B + (1.73214)*C - \\ & (78936.43200)*A*B - (26972,06676)*A*C - (47426.38259)*B*C - \\ & (57640.24241)*A*B*C + (4166.50216)*A*B*AB - (9446.64650)*A*C*AC - \\ & (16738.50804)*B*C*BC \end{aligned}$$

Siendo:

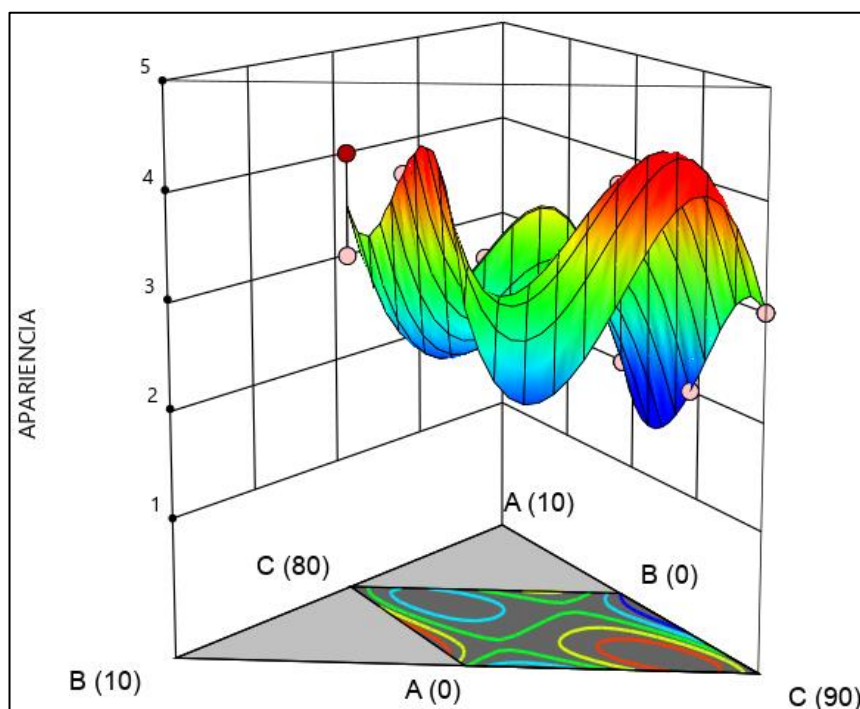
A = Harina de mashua

B = Harina de quinua

C = Leche

En el Gráfico 9, se muestra un modelo cubico para la variable apariencia, los valores más relevantes de la superficie de respuesta están representados por puntos rojos lo que significa que en esa zona hay una mayor valoración en la interacción de los componentes utilizados para la mezcla.

Gráfico 9. Superficie de respuesta para la variable apariencia



Fuente: *Disign Expert 12*

Elaborado por: El Autor

4.4.6 Comportamiento de la hipótesis.

Una vez que se realizó el análisis de varianza a los parámetros sensoriales se pudo evidenciar que el p valor fue menor a 0.05, lo que significó el rechazo a la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alternativa.

4.4 Caracterización física, química, microbiológica y sensorial de la bebida láctea con la adición de las harinas de mashua y quinua

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados a la bebida láctea se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26. Análisis físicos químicos y microbiológicos de la bebida láctea

Parámetros	Resultados	Métodos
Acidez Titulable	0.27 %	NTE INEN 13
pH	6.5	AOAC 981.12
Grasa	4.30 %	AOAC 989.05

Proteína	3.65 %	AOAC 991.20
Grados °Brix	23.00	INEN 014
Salmonella	Ausencia	AOAC 21st 967.26 (ME20-PG20- PO02-7.2 M)
<i>Escherichia coli</i>	< 1 ufc/mL	AOAC 21st 986.33 (ME05-PG20- PO02-7.2 M)

Elaborado por: El Autor

Averos (2018), en su Trabajo de Titulación sobre el desarrollo de una bebida láctea utilizando harina de arroz (*Oryza sativa* L.) y harina de soya (*Glycine max* L), determinó 6.30 de pH, menor a 6.5 reportado en la presente investigación; además Averos (2018), reporto 0.125 % de acidez, menor a 0.27 % obtenido en esta investigación.

En el análisis de grasas y proteínas se obtuvo 4.30 % y 3.65 % respectivamente, estos valores son menores en comparación a lo informado por García y Pacheco (2010), que en su investigación sobre la evaluación de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico, determinaron 10.94 % para grasas y 13.32 % de proteína.

Aguayo (2017), determinó 26 °Brix para la bebida láctea con harina de arroz y sabor a chocolate, este valor es mayor a 23 °Brix obtenido en la presente investigación.

En el análisis microbiológico se determinó ausencia de Salmonella y < 1 ufc/mL para *Escherichia coli*, estos valores son similares a los resultados publicados por Gavilanes et al., (2018), quienes evaluaron una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote y reportaron 10 ufc/mL coliformes totales y 1 ufc/mL de *E coli*.

Los resultados que se muestran en la Tabla 26, dan cumplimiento a los requisitos establecidos en la Norma INEN 2564 para bebidas lácteas, esto significa que el producto obtenido es apto para el consumo humano.

4.5 Beneficio - Costo de la bebida láctea con la adición de harinas de quinua y mashua

Para determinar el costo unitario de un envase que contenga 250 mL de producto terminado se consideraron los valores de la materia prima, insumos, materiales directos e indirectos.

Los costos (USD) de las materias primas utilizadas para la elaboración del producto se observan en la Tabla 27.

Tabla 27. Costo de materia prima

Materia prima	Unidad	Cantidad	Costo USD
Harina de mashua	g	1 000	10.00
Harina de quinua	g	300	3.50
Leche	L	1	0.50
Azúcar	g	250	0.30
Total	-	4	14.30

Elaborado por: El Autor

Los precios de los materiales directos e indirectos para la bebida láctea se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Costos de materiales directos e indirectos

Materiales	Cantidad	Costo USD
Directos	-	-
Etiqueta	1	0.07
Envase	1	0.08
Indirectos	-	-
Cubre boca	1	0.10
Guantes	1	0.10
Cofia	1	0.10
Total	-	0.45

Elaborado por: El Autor

A continuación, en la Tabla 29, se detallan los precios de las cantidades de materia prima utilizadas para una presentación de 250 mL de producto.

Tabla 29. Costo de materia prima directa

Materia prima	Fórmula %	Cantidad	Costo USD
Harina de mashua	1.24	3.10 g	0.03
Harina de quinua	3.92	9.80 g	0.11
Azúcar	10.00	25.00 g	0.13
Leche	84.84	212 mL	0.11
Total	100.00	250 mL	0.38

Elaborado por: El Autor

Para determinar el análisis costo – beneficio se tomaron en consideración los valores relacionados al costo unitario de producción, los cuales se consideraron como costos directos. Para evaluar la rentabilidad de del producto se debe considerar lo siguiente:

$C/B > 1$ indica que es viable y existe beneficios

$C/B = 1$ aquí no hay ganancia posible

$C/B < 1$ no se debe considerar los costos superan a los beneficios

En la Tabla 30, se detallan los valores considerados para el análisis de costo – beneficio de la bebida láctea.

Tabla 30. Análisis costo - beneficio

Detalle	Costos USD
Costo de materiales directos e indirectos	0.45
Costo de materia prima directa	0.38
Total de costos unitarios de producción	0.83
Margen de utilidad + (0.30)	0.25
Precio venta al público ((P.V. P)	1.08
V. Costo – beneficio (C/B)	1.30

Elaborado por: El Autor

El costo unitario de producción fue de USD 0.83, valor al cual se le añadió el 30 % como margen de utilidad (USD 0.25). El costo – beneficio que se obtuvo fue de USD 1.30; lo que indica que el proyecto es viable, ya que se obtiene un ingreso de USD 0.30 por cada dólar que se invierta.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- La caracterización física y química realizada a las materias primas (leche, harinas de mashua y quinua) evidenciaron que éstas cumplían con los requisitos establecidos en las normas técnicas ecuatorianas, lo que significa que son idóneas para la elaboración de bebidas lácteas con mejores propiedades nutricionales.
- Se establecieron 15 unidades experimentales utilizando el software estadístico *Design Expert* versión 12, con sus respectivas restricciones de acuerdo a lo establecido en la bebida láctea de referencia; las mismas que fueron calificadas por un grupo de panelistas, obteniéndose como mejor formulación la siguiente: harina de mashua 2.14 %, harina de quinua 4.71 %, leche 83.15 % y 10 % de azúcar.
- El producto obtenido cumplió con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2564, tanto para su calidad física, química, microbiológica y sensorial; por lo tanto, se considera apto para el consumo humano.
- El costo – beneficio que se obtuvo fue de USD 1.30; lo que indica que el proyecto es viable, ya que se obtiene un ingreso de USD 0.30 por cada dólar que se invierta.

5.2 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede recomendar lo siguiente:

- Realizar el análisis sensorial de las materias primas.
- Utilizar harinas de 250 μ m para la elaboración de bebidas sean o no de origen láctea.
- Controlar los tiempos y temperaturas para la elaboración de la bebida láctea ya que si la temperatura sobrepasa como se indica en la presente investigación la bebida tiende a obtener una textura espesa y muy viscosa.
- Elaborar el producto cumpliendo las buenas prácticas de manufactura para impedir la contaminación y producción de ETAS.
- Investigar nuevas alternativas para la producción de bebidas lácteas a costos inferiores a lo presentado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo, K. (2017). *Uso de la harina de arroz (Oryza sativa L.) para el desarrollo de una bebida láctea sabor a chocolate* (Tesis de grado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador. Obtenido de <http://192.188.52.94/bitstream/3317/9122/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-22.pdf>:
- Agudelo, D. y Bedoya, O. (2005). *Composición nutricional de la leche de ganado vacuno*. Revista Lasallista de investigación, vol. 2, núm. 1. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia, Colombia. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf?fbclid=IwAR0FipVPxqyVdaHBjW9MhXxWWji-E4arQorE2m-4slaYcu68nMVDYjRbJZ4>
- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D. y Benítez, R. (2016). *Saponinas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.): un subproducto con alto potencial biológico*. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, 45(3), 438-469. Colombia
- Arroyave, L. y Esguerra, C. (2006). *Utilización de la Harina de Quinua (Chenopodium quinoa Willd.), en el proceso de panificación* (Tesis de grado). Universidad de La Salle Ciencia Unisalle. Obtenido de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1136&context=ing_alimentos
- Averos, W. (2018). *Desarrollo de una bebida láctea con el uso de harina de arroz (Oryza sativa L.) y harina de soya (Glycine max L.) endulzada con miel de abeja*. (Tesis de grado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil obtenido de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10184/1/T-UCSG-RE-TEC-CIA-27.pdf>.

- Bazile, D., Bertero, H. y Nieto, C. (2014). *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013*. (Revista FAO). Chile. Obtenido de: agritrop.fr/574145/1/document_574145.pdf
- Bernabé, Y. y Cancho, F. (2017). *Caracterización física, química y funcional de la harina de khaya y oca (Oxalis tuberosa) para uso industrial* (Tesis de grado) Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Obtenido de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1221/TESIS%20YESICA%20BERNAB%c3%89.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Brunel, J. (2016). *La mashua y sus beneficios para la salud y su cosecha*. Miami, Latam News Media (Tesis de grado). Recuperado de: <https://www.foodnewslatam.com/productos/5841-beneficios-mashua-agricultores-salud.html>.
- Carreira, I. (2016). Todo lo que debes saber sobre las harinas. Simbiosis, S. Coop. Galega. España. Recuperado de: <https://www.cooperativasimbiosis.com/harinas/>
- Climate-data. (2019). Cimate-Data.org. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/guayaquil-2962/>
- CODEX STAN 152. (1985). *Norma del codex para la harina de trigo*. Recuperado de: file:///C:/Users/usuario/Downloads/CXS_152s.pdf.
- Contero, R. (2008). La calidad de la leche: un desafío en el Ecuador. *La granja*, 7(1), 25-28. Obtenido de: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/521>
- Cortez, A. (2017). *Estudio del tiempo de conservación de una bebida nutraceútica a partir de mashua (Tropaeolum tuberosum)* (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. Obtenido:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5968/1/03%20EIA%20418%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>:

Delgado, N. y Albarracín, W. (2012). Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W) y chachafruto (*Erythrina edulis*): potenciales extensores cárnicos. *Vitae Vol. 9*. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914135.pdf>.

DAN. (2010). *Bebida láctea. División de políticas públicas saludables y promoción departamento de alimentos y nutrición*. Departamento de Alimento y Nutrición. Recuperado de: <http://transparencia.redsalud.gov.cl/transparencia/public/ssp/20416.pdf>

Espín, C. (2013). *Aporte al rescate de la mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia*. (Tesis de grado), Universidad de Cuenca. Cuenca. Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/1614/1/tgas76.pdf>

FAO. (2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Obtenido: <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>

Fries, A. y Tapia, M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO, ANPE-PERÚ. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ai185s/ai185s00.htm>

García, M. y Pacheco, D. (2010). Evaluación de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. *SciELO Vol 37 (4)*. Chile. Obtenido de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182010000400009&script=sci_arttext

- Gavilanes, P., Zambrano, A., Romero, S. y Moro, P. (2018). *Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6544945>
- Gonzales, G., Molina, B. y Coca, R. (2010). Calidad de la leche cruda. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. *Rfmvz*, vol 66 (1). Obtenido de: https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf
- Gonzales M., Gutiérrez, A., Mesa, J., Ruiz, J. y Castillo, M. (2001). *Nutrition in the sport practice: adaptation of the food guide pyramid to the characteristics of athlete's diet*. Archivos latinoamericanos de nutrición. Obtenido de: <https://europepmc.org/article/med/12012556>
- Google maps. (2019). Obtenido de: <https://www.google.com.ec/maps/@-2.187288,-79.9253202,14.25z>
- Guerra, A. (2014). *Estudio de la utilización de la harina de mashua (Tropaeolum tuberosum) en la obtención del plan de molde* (Tesis de grado), Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad: Ciencias de la Ingeniería).
- Hernández, B. y León, J. (1992). *Cultivos marginados otra perspectiva de 1492*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma. 150 - 151.
- Huamán, M. (2014). *Formulación de una bebida nutraceútica a partir de mashua (Tropaeolum tuberosum r. et p.) y quinua (Chenopodium quinoa Willd.)* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Huancavelca. Acobamba-Huancavelica. Obtenido de: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/106>

INEN 09. (2012). *Leche cruda*. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana. Recuperado de: https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_9-5.pdf

INEN 011. (1984). *Leche. Determinación de la densidad relativa*. Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/details/ec.nte.oo11.1984/page/n1/mode/2up>

INEN 012. (1973). *Leche. Determinación de contenido de grasa*. Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/details/ec.nte.0012.1973/page/n1/mode/2up>

INEN 013. (1984). *Leche. Determinación de la acidez titulable*. Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/details/ec.nte.0013.1984/page/n1/mode/2up>

INEN 014. (1973). *Leche: Determinación de sólidos totales y ceniza*. Norma Técnica Ecuatoriana. Recuperado de: <https://archive.org/details/ec.nte.0014.1984/page/n1>

INEN 016. (1984). *Leche. Determinación de proteínas*. Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/ec.nte.0016.1984/page/n1/mode/2up>

INEN 259. (2017). *Azúcar blanco. Requisitos*. Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenida de: https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_259-2.pdf

INEN 518. (1980). *Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento*. Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/details/nte.0518.1981/page/n1/mode/2up>

- INEN 520. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.* Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/details/ec.nte.0520.1981/page/n1/mode/2up>
- INEN 521. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable.* Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/stream/ec.nte.0521.1981#page/n1/mode/2up>
- INEN 526. (1980). *Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ion hidrogeno.* Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/details/ec.nte.0526.1981/page/n1/mode/2up>
- INEN 616. (2015). *Harina de trigo. Requisitos.* Servicio Ecuatoriano de Normalización. Quito. Obtenido de: <https://181.112.149.204/buzon/normas/nte-inen-616-4.pdf>
- INEN 1087. (1983). *Bebidas gaseosas, determinación del pH.* Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://181.112.149.204/buzon/normas/1087.pdf>
- INEN 1529-7. (1990). *Control microbiológico de los alimentos, determinación de microorganismos coliformes, por la técnica de recuento de colonias.* Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/stream/ec.nte.1529.7.1990#page/n1/2up>
- INEN 1529-8. (1990). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de Coliformes fecales y E. coli.* Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de: <https://archive.org/stream/ec.nte.1529.8.1990#page/n1/mode/2up>
- INEN 2564. (2011). *Bebidas lácteas.* Instituto Ecuatoriano de Normalización. Requisitos. Obtenido de: <https://ia801906.us.archive.org/29/items/ec.nte.2564.2011/ec.nte.2564.2011.pdf>

INEN 3042. (2015). *Harina de quinua. Requisitos*. Norma Técnica Ecuatoriana Inen 3042. Recuperado de: <https://docplayer.es/24262009-Nte-inen-3042-norma-tecnica-ecuatoriana-harina-de-quinua-requisitos-quito-ecuador-quinua-flour-requirements-4-paginas.html>

Inostroza, L., Castro, A., Hernández, E., Carhuapoma, M., Yuli, R., Collado, A. y Córdova, J. (2015). *Actividad antioxidante de Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogur* (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú. Edición electrónica: ISSN 1609-9044

ISO 6658. (2005). *Análisis Descriptivo Cuantitativo*. Obtenido de: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-orma/iso?c=036226>

León, A. y Rosell, C. (2007). *De tales harinas, tales panes*. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Córdoba, Argentina. Recuperado de: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/17118/1/libro%20panificacion-2007.pdf>

Medina, E. y Usca, Y. (2018). *Elaboración de cupcakes a partir de harina de mashua (Tropaeolum tuberosum), utilizando como agentes fermentadores leudantes químicos*. (Tesis de grado) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Peru. Obtenido de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6346/IAmeceob.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mujica, A., Izquierdo, J. y Marathe. (2002). *Quinua, Ancestral Cultivo de los Andes*. Perú. Obtenido de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro03/home03.htm

Murad, S. (2011). *La leche y sus propiedades nutricionales*. Obtenido de <http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm>

- Orellano, E. y Valverde, M. (2017). *Propiedades físicas, antocianinas y capacidad antioxidante del atomizado de Mashua (Tropaeolum tuberosum) encapsulado con maltodextrina* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Peru. Peru. Obtenido de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4776>
- Oliszewki, R., Cisint, J. y Medina, C. (2016). *Caracterización composicional, fisicoquímica y microbiológica de la leche de vaca de la cuenca de Trancas*. Editorial, Asociación de Argentina de Producción Animal. Argentina. Obtenido de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/61341>
- Palacios, P. (2013). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de una bebida láctea altamente proteínica a base de avena, cebada y quinua en el norte de Quito* (Tesis de grado) Universidad internacional SEK. Quito. Obtenido de: <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/775/1/TESIS%20CON%20FORMATO.pdf>
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C. y Cerón, E. (2006). Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) variedad piartal en los andes colombianos primera parte. Colombia. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial* Vol. 4 (1) Recuperado de: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/639-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2164-1-10-20150511%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/639-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2164-1-10-20150511%20(1).pdf)
- Samaniego, L. (2010). *Caracterización de la mashua (Tropaeolum tuberosum c.) en el Ecuador* (Tesis de grado), Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad: Ciencias de la Ingeniería). Quito, Ecuador. Obtenido de: <http://192.188.51.77/handle/123456789/4870>
- SCPM. (2015). *Informe del sector lácteo en Ecuador*. Dirección Nacional de Estudios de Mercado. Quito. Obtenido de: <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/Version-publica-informe-sector-de-leche.pdf>

- Suquilanda, M. (2011). *Producción orgánica de cultivos andinos* (manual técnico). FAOEC, Publiasesores: Quito.
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., Mujica, A., Ortiz, R., Otazu, V., Rea, J., Salas, B. y Zanabria, E. (1979). *La quinua y la kañiwa*. Oficina regional para la América Latina – Colombia.
- Vásquez, M. (2018). *Propuesta de inversión para el mejoramiento de la cadena productiva de la leche bovina, de la Asociación San Francisco de la Línea Roja, Cantón Montufar, Provincia del Carchi* (Tesis de maestría), Quito: (UCE). Obtenido de: <http://200.12.169.19:8080/bitstream/25000/16960/1/T-UCE-0005-CEC-006-P.pdf>
- Urresta, B. (2010). *Evaluación del valor nutricional de la harina de mashua (Tropaeolum tuberosum) en dietas para pollos de engorde* (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional. Quito. Obtenido de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2062/1/CD-2866.pdf>
- Zaldaña, L. (2019). *Desarrollo de dos chocolates con adición de harina de quinua (Chenopodium quinoa) y harina de arroz hidrolizado (Oryza sativa)* (Tesis de grado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. Obtenidos de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6522/1/AGI-2019-T064.pdf>
- Zamorán, D. (2014). *Manual de procesamiento de lácteos. Proyecto de cooperación de Seguimiento para el mejoramiento tecnológico de la producción Láctea en las micros y pequeñas empresas de los departamentos de Boaco, Chontales y Matagalpa*. Recuperado de https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Pesado de harinas de mashua y quinua



Fuente: El Autor

Anexo 2. Pasteurización de la leche



Fuente: El Autor

Anexo 3. Determinación de acidez titulable en harinas



Fuente: El Autor

Anexo 4. Determinación de humedad



Fuente: El Autor

Anexo 5. Determinación de pH en harinas de mashua y quinua



Fuente: El Autor

Anexo 6. Elaboracion de bebida láctea



Fuente: El Autor

Anexo 7. Envasado del producto



Fuente: El Autor

Anexo 8. Panel para la degustación de los tratamientos



Fuente: El Autor

Anexo 9. Degustaciones



Fuente: El Autor

Anexo 10. Test para la evaluación sensorial (bebida láctea)



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

Tema: Desarrollo de una bebida láctea con la adición de harinas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). Amistad y amor dos valores y sentimientos que si son verdaderos duraran para siempre

TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	TRATAMIENTOS														
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
COLOR CREMA	Muy oscuro	15	2	1	0	0	0	1	0	12	16	1	5	1	0	11
	Ligeramente oscuro	19	11	1	1	1	3	0	2	16	18	3	20	5	0	14
	Ni claro, ni oscuro	6	12	18	3	3	3	7	3	9	6	8	13	15	2	11
	Ligeramente clara	1	12	18	28	6	25	27	14	4	1	18	2	19	6	4
	Muy clara	0	4	3	10	31	10	6	22	0	0	1	0	1	33	1
OLOR	Ligeramente frutal	0	1	3	2	3	1	0	0	1	2	3	0	0	0	0
	Ligeramente láctico	15	17	12	15	15	6	9	2	7	9	12	5	10	3	7
	Láctico	4	6	7	6	18	10	10	21	9	7	11	10	17	29	10
	Ligeramente vegetal	11	13	8	12	1	6	13	12	14	12	7	17	7	7	14
	Vegetal	10	4	10	7	4	18	9	6	10	11	8	9	7	0	11
SABOR DULCE	Ligero	19	8	10	6	15	9	7	8	13	12	4	12	9	7	12
	Moderado	18	20	22	28	19	19	22	17	16	15	29	19	25	17	17
VISCOSIDAD	Intenso	4	13	9	7	7	13	12	16	12	13	8	10	6	17	11
	Fluido	7	14	17	20	23	14	14	20	8	0	15	14	12	21	5
	Fino	3	13	13	11	7	17	21	12	5	10	12	7	19	19	11
	Untuoso	15	7	5	5	4	6	3	8	17	20	7	15	10	0	19
APARIENCIA	Viscoso	16	7	6	5	7	4	3	1	11	11	7	6	0	2	6
	Separación de fases	8	13	2	4	1	6	6	4	13	9	1	10	14	5	12
	Ligeramente homogéneo	20	21	19	22	18	15	20	19	18	21	22	20	20	13	21
	Homogéneo	13	7	20	15	22	20	15	18	10	11	18	11	7	23	8

Fuente: El Autor



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ayol Muñoz Ruben Darío**, con C.C: # **0605431113** autor del trabajo de titulación: **Desarrollo de una bebida láctea con la adición de harinas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **4 de marzo de 2020**

Nombre: **Ayol Muñoz Rubén Darío**

C.C: **0605431113**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de una bebida láctea con la adición de harinas de mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>) y quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)		
AUTOR(ES)	Ayol Muñoz Rubén Darío		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dra. Ema Moreno Veloz, M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	04 de marzo de 2020	No. PÁGINAS:	DE 84
ÁREAS TEMÁTICAS:	Industrias, Alimentos,		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Bebida láctea, harina, mashua, leche, quinua		
RESUMEN/ABSTRACT	<p>En la industria alimentaria se transforman alimentos de diferentes orígenes y para varios fines, marcando aportes a la economía y desarrollo comercial de los países. Actualmente, las tendencias mundiales indican un mayor consumo de alimentos listos para el consumo, lo que genera valor agregado a productos nativos y tradicionales. El objetivo de esta esta investigación fue desarrollar una bebida láctea con la adición de harinas de mashua y quinua; las mismas que hoy en día se pueden comprar en los supermercados para formular bebidas con leche, de tal manera, que tendrían una alta calidad proteica y podrían ser aprovechadas por las personas celiacas ya que estas harinas son libres de gluten. Para la elaboración de la bebida láctea se utilizó el software estadístico <i>Design Expert</i> versión 12; se generaron 15 tratamientos, cada muestra se presentó en un envase de plástico de 1 000 mL, los parámetros sensoriales de la bebida láctea fueron evaluados por un panel conformado por alumnos del último ciclo dela carrera de Nutricio, Estética y Dietética de la UCSG. Los resultados obtenidos en el programa <i>Design Expert</i> versión 12 determinaron la siguiente mejor fórmula: harina de mashua 2.14 %, harina de quinua 4.71 %, leche 83.15 % y azúcar 10 %; la misma que cumplió con los requisitos establecidos en la norma INEN 2564 (2011). El costo - beneficio fue de USD 1.30 lo que significa que el desarrollo de este trabajo es factible, ya que se obtiene un ingreso de USD 0.30 por cada dólar invertido.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-99-2470396 0994775729	E-mail: ayolruben96@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc		
	Teléfono: +593987361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			