



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
DIRECCION DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
MAGISTER EN SISTEMAS DE PRODUCCION ANIMAL.

DESARROLLO DE UN QUESO ANÁLOGO BAJO EN GRASA Y ALTO EN
PROTEÍNA MEDIANTE EL USO DE SUERO DE LECHE DE VACA Y BEBIDA
VEGETAL DE QUÍNOA CHILOTA

Tesis presentada como requisito para optar al grado de

Magister en Sistemas de Producción Animal

por:

José Daniel Doblado Fino

Comité de Tesis

Profesor Guía:
Francisco Fabian Fuentes Carmona

Profesor Informante:
Sebastián Gabriel Tobar Böchler

Junio del 2021
Santiago-Chile

Agradecimientos

Agradezco a la Pontificia Universidad Católica de Chile por haberme aceptado de ser parte de ella y de brindarme todos los conocimientos necesarios para llegar a ser un excelente profesional en el área de Sistemas de Producción Animal; gracias al proyecto FIC de Los Lagos, “Innovaciones para la implementación de un plan de desarrollo territorial para la producción, transformación y comercialización de Quínoa Chilota” y a los profesores Francisco F. Fuentes Carmona y Sebastián Tobar Bächler por el apoyo incondicional a lo largo de todo este trabajo realizado en mi proyecto de tesis.

Gracias a Dios por la vida de mis padres, mis hermanas, abuelos y de toda mi familia, también por cada una de las bendiciones en mi vida y por cada una de las oportunidades que se me han abierto y por brindarme la oportunidad de estar y disfrutar de las personas que más amo.

Gracias a mis padres por ser las personas que siempre me apoyaron y por ser los principales promotores de mis sueños, gracias por siempre confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por todas esas oraciones y por acompañarme día a día en este camino y por siempre estar presente en cada uno de mis logros, alegrías y tristezas; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar lo mejor para mí, por todo ese apoyo incondicional que me ha brindado en cada una de mis etapas, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante toda mi vida, gracias por ser mi inspiración.

Gracias a la vida por esta nueva meta cumplida, gracias a los profesores, mis compañeros, mis amigos y todas aquellas personas que me apoyaron y creyeron en mí.

Dedicatoria

A Dios primeramente que es el que me llevó por el buen camino hasta la culminación de mi carrera.

Dedico esta tesis a mis padres Daniel Doblado Andara y Lourdes Fino Barahona que son mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder realizar todos mis estudios y llegar a ser un profesional.

A mis hermanas, abuelos y demás familiares en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mis carreras universitarias.

José Daniel Doblado Fino.

Índice general

Agradecimientos	ii
<i>Dedicatoria</i>	iii
Índice general	4
Índice de cuadros.....	5
Índice de figuras.....	5
Índice de anexos.....	5
Abstract	7
I. Introducción	8
II. Materiales y métodos.....	13
2.1. Ubicación.....	13
2.2. Diseño experimental	13
2.3. Materia prima	13
2.3.1. Extracción de la bebida de quínoa	13
2.3.2. Extracción del suero	13
2.4. Desarrollo de formulación	14
2.5. Elaboración del queso análogo	14
2.6. Análisis de proteína total.....	15
2.7. Análisis de grasa total.....	15
2.8. Actividad de agua.....	15
2.9. Análisis de pH	15
2.10. Análisis microbiológicos.....	16
2.11. Prueba exploratoria de aceptación.....	16
2.12. Análisis estadístico:.....	16
III. Resultados y discusión.....	17
3.1. Análisis de proteína y grasa:.....	17
3.2. Actividad de agua (Aw)	18
3.3. Análisis de pH	19
3.4. Análisis microbiológicos.....	20
3.5. Prueba exploratoria de aceptación.....	22

3.6. Transferencia tecnológica a productores de la Isla de Chiloé, Región de los lagos	24
IV. Conclusiones	27
V. Resumen.....	28
VI. Referencias.....	29
VII. Anexos	35

Índice de cuadros

Cuadro 1: Formulaciones (%).....	14
Cuadro 2: Contenido de proteína y grasa (%) en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.....	17
Cuadro 3: Actividad de agua (Aw) en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.....	19
Cuadro 4: pH en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.....	20
Cuadro 5: Resultados análisis microbiológicos en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 6: Parámetros aceptables microbiológicos (MINSAL)	22
Cuadro 7: Análisis de la evaluación sensorial de aceptación en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.....	23

Índice de figuras

Figura 1: Procesos para el desarrollo del Queso Análogo	15
---	----

Índice de anexos

Anexo 1: Prueba sensorial de prueba Hedónica	35
Anexo 2: Materiales para la elaboración del queso análogo.....	36
Anexo 3: Elaboración de la bebida de quínoa	36
Anexo 4: Elaboración del queso análogo.....	37
Anexo 5: Cambios de humedad en el queso análogo	37

Anexo 6: Preferencia según la edad y sexo en los tratamientos LS0B (A) y LS20B (B)	38
.....	
Anexo 7: Prueba exploratoria de aceptación en los tratamientos LS0B (A) y LS20B (B)	38
.....	
Anexo 8: Caracterización de color de semillas de líneas genéticas	38
Anexo 9: Transferencia de tecnología a pequeños productores de la Isla de Chiloé	39
Anexo 10: Análisis estadístico de color, olor, textura, sabor y aceptación general	39
Anexo 11: Evaluación de aceptación de color (A), evaluación de aceptación de olor (B), evaluación de aceptación de textura (C), evaluación de aceptación de sabor (D) y evaluación de aceptación general (E), el numero 291 representa al tratamiento (0B2S) y el numero 148 representa al tratamiento (20B2S)	42

Desarrollo de un Queso Análogo Bajo en Grasa y Alto en Proteína Mediante el
Uso de Suero de Leche de Vaca y Bebida Vegetal de Quínoa Chilota.

José Daniel Doblado Fino

Pontificia Universidad Católica de Chile

Abstract

Current food trends consider as important the development of new food products with high quality and safety standards, conceding special preference for products that are innovative, with high nutritional value and eco-friendly. Analogue cheese is the combination of dairy ingredients and vegetable origin ingredients to replace milk components in different proportions. The purpose of this study was to develop and validate a low fat and high-protein analogue cheese based on whey and quinoa chilota vegetable drink to be transferred to small producers in Chiloe. Two analogue cheese formulations were evaluated from quinoa beverage (10% and 20%), which were named LS10B and LS20B successively; and compared to a control treatment without quinoa drink (0%) called LS0B, using a randomized complete block design. In a first experiment, protein and fat content was determined and in the second experiment the variables of acidity, water activity and microbiological activity were assessed; additionally an exploratory test of acceptance and preference was carried out with the best formulation and control treatment. As a result, the hypothesis was responded positively, developing a new product that does not exist in the market had prominent nutritional attributes, such as low-fat content and high protein content. The vegetable drink of quinoa positively influenced the protein content as its content was increased in the formulation of the analogue cheese (LS20B). Even though the analogue cheese based on quinoa showed lower significant differences ($p < 0,05$) in sensory attributes with respect to control, both were classified as acceptable, making a product with high technological development potential.

Keywords: Healthy eating, innovation, analogue cheese, whey, quinoa.

I. Introducción

La innovación es un medio para expandir la productividad, las posibilidades comerciales y dar soluciones al ecosistema productivo altamente dinámico, siendo la base fundamental para el desarrollo de nuevos productos y procesos. La innovación alimentaria toma un especial interés entre la población que busca una alimentación saludable o demanda un mayor número de alimentos funcionales, nutraceúticos, que aporten algo más que nutrientes, y ayuden a mejorar o prevenir diferentes enfermedades (Sunkara y Verghese, 2014; Sáez-Lara *et al.*, 2016).

El queso análogo es un producto innovador y con grandes beneficios en la dieta humana ya que posee la característica de tener un bajo contenido de grasas y un contenido variable de proteínas, convirtiéndose en una alternativa nutricional para quienes buscan mejorar sus hábitos alimenticios y de salud. Este producto es derivado de la combinación de ingredientes lácteos con ingredientes de origen vegetal, lo que lo hace un producto altamente saludable. El queso análogo es una emulsión de aceite en agua, donde la grasa es incorporada en un gel de caseína, que funciona como emulsificante. Se elabora a partir de ingredientes de origen vegetal que reemplazan en diferentes proporciones los ingredientes lácteos (Rodríguez, 2013).

El principal problema de la alimentación actual es el consumo excesivo de calorías y en muchas ocasiones afectando la salud, incurriendo a una gran diversidad de enfermedades. Por lo cual hoy en día la salud y la alimentación son una de las principales preocupaciones del ser humano. Desde esa perspectiva de mejorar la calidad de salud y bienestar de los consumidores han surgido los alimentos funcionales los cuales al consumirse regularmente influyen de manera beneficiosa en las funciones corporales y ayudar a mejorar el estado de bienestar y salud, reduciendo el riesgo de enfermedades (ILSI, 2020). Los alimentos contienen una variedad de componentes que son beneficiosos para la salud, ofreciendo una excelente oportunidad para mejorar la salud y el bienestar (Wildman, 2001).

Según la comisión del CODEX ALIMENTARIUS un producto lácteo se define como “un producto natural que no está aromatizado, en el sentido de que no tiene aromatizantes

añadidos. Los productos lácteos análogos son aquellos en los que uno o más componentes de la leche ha sido sustituido parcial o totalmente por otros de origen vegetal (FAO, 2019). En este sentido, la posibilidad de diseñar un producto con un valor nutricional igual o mejor a un queso genuino, se considera un beneficio para la elaboración de quesos análogos. Sin embargo, el sabor obtenido dependerá de los ingredientes, lo cual representa una desventaja para la aceptación por el consumidor (Islas, 2010).

El lactosuero es la fracción de la leche que no precipita por la acción del cuajo o por la acción de ácidos durante la elaboración de queso. La mayor parte del agua contenida en la leche se concentra en el suero y en ella se encuentra todas las sustancias solubles, como la lactosa, proteínas solubles y algo de grasa (Almécija, 2007). Se estima que por cada Kg de queso producido se obtiene un promedio de 8-9 kg de lactosuero, representando cerca del 85%-90% de volumen total de leche (Callejas *et al.*, 2012). De cada 100 kg de leche utilizados para elaborar quesos, se produce aproximadamente entre 10 y 20 kg de queso, obteniendo como resultado entre un 80 a 90 kg de suero líquido (Kosikowski, 1997).

El lactosuero representa más del 50% de los sólidos totales de la leche, compuesto principalmente por lactosa, proteína y grasa (Mollea *et al.*, 2013). El lactosuero es una excelente fuente de nutrientes, pero a la vez es un producto fuertemente contaminante del medio ambiente, se estima que más del 50 % del lactosuero que genera la industria quesera, principalmente la artesanal, no se aprovecha generando graves problemas de contaminación de suelos y agua (Yadav *et al.*, 2015).

Las proteínas del lactosuero tienen un alto valor biológico debido a su contenido de aminoácidos esenciales como triptófano, lisina y aminoácidos azufrados (cisteína y metionina). Debido a la composición y digestibilidad de los aminoácidos esenciales presentes en el lactosuero, su adecuada ingesta ha sido relacionada como ideal en los procesos de síntesis de tejidos en el organismo (INTI, 2017). Las proteínas del lactosuero son indiscutiblemente el componente de mayor importancia, ya que poseen excelentes propiedades funcionales, nutricionales y biológicas, lo que las ha convertido

en un producto de alta demanda en las áreas de la nutrición, salud y formulación de alimentos (Panghal *et al.*, 2018).

La introducción en la dieta de granos subutilizados como la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una tendencia alimentaria de desarrollo creciente, ya que son granos sin gluten y tienen un excelente valor nutricional y nutracéutico, siendo su cultivo un recurso importante para el desarrollo funcional de alimentos (Martínez *et al.*, 2020).

La quínoa es una especie vegetal originaria de los Andes y ha recibido especial atención en todo el mundo debido a sus beneficios nutricionales para la salud y su capacidad para adaptarse a ambientes extremos, incluyendo suelos pobres en nutrientes y salinos, así como agroecosistemas marginales estresados por la sequía (Hinojosa *et al.*, 2018). De esta manera, el cultivo de la quínoa posee un alto potencial para contribuir a la seguridad alimentaria de muchas regiones del mundo, especialmente en aquellos países donde la población no tiene acceso a fuentes de proteína o donde las condiciones de producción son limitadas por la escasa humedad, la baja disponibilidad de insumos y la aridez (FAO, 2011).

Las características nutricionales de la quínoa son superiores a las de otros vegetales, ya que se trata de un alimento completo, principalmente por su alto contenido de proteína (14%-18%). El valor nutricional de un alimento está determinado por su calidad proteica, que depende principalmente de su contenido de aminoácidos, en el cual la quínoa destaca por poseer todos los aminoácidos esenciales (Domínguez *et al.*, 2018). Los aminoácidos esenciales de la quínoa se encuentran en el núcleo del grano, a diferencia de granos de cereales que están presentes en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo (FAO, 2011).

En este contexto, el uso del grano orgánico de quínoa chilota (amarantácea) representa un nuevo componente no utilizado hasta la fecha, representando una gran oportunidad de desarrollo, debido a sus cualidades nutricionales, donde destaca su elevado contenido de proteínas, el buen balance de sus aminoácidos esenciales, su contenido de vitaminas, minerales, ácidos grasos y presencia de metabolitos secundarios, los

cuales han sido ampliamente reportados como beneficiosos para la salud (Fuentes y Paredes-González, 2014).

En estudio reportado por Catota (2007), se desarrolló un queso análogo alto en proteína y bajo en grasa utilizando lactosuero y bebida vegetal en base a soya, en el cual se evaluó diferentes porcentajes de bebida de soya (10% y 15%) y dos porcentajes de sal refinada (1% y 2%). En la prueba, se estableció un control (0% de bebida de soya y 0% de sal refinada). Los niveles de bebida de soya afectaron las características fisicoquímicas y sensoriales del queso análogo, sin embargo, los niveles de sal no presentaron un efecto significativo en la formulación. El aumento de 5% en la bebida de soya en la formulación incrementó el contenido de proteína recuperada del lactosuero en el queso análogo, dando como resultado que el tratamiento preferido fue el de 15% bebida vegetal de soya y 2% de sal refinada.

Cadena y Delgado (2019), realizaron evaluaron de un queso análogo en base a papa (*Solanum tuberosum*) libre de lactosa y caseína en diferentes formulaciones a base de especias. Los factores en estudio para la obtención del queso análogo fueron: factor (A): mezcla base, factor (B): especias y factor (C): porcentaje de cada una de las especias. Se evaluaron diferentes porcentajes de especias, orégano (10%, 20% y 30%), albahaca (10%, 20% y 30%), pimienta (10%, 20% y 30%) y la mezcla en base a papa. Evaluando la estabilidad y características físico-químico, así como factores microbiológicos y sensoriales, se determinó que las mejores formulaciones fueron A1B1C2 20% orégano, A1B2C2 20% albaca y A1B3C3 30% pimienta. Estas tres se eligieron de acuerdo con los contenidos proximales de humedad: 65,73%, grasa: 6,68%, proteína: 5,85%, cenizas: 1,62% y carbohidratos: 19,46%; valores que cumplen con los parámetros requeridos por las Normas Técnicas Ecuatorianas en la dieta alimentaria vegana.

Actualmente todavía no existe algún tipo de producto con las cualidades y características de un queso análogo en base a bebida vegetal de quínoa. La idea de innovar es un futuro prometedor para la industria alimentaria, porque la demanda de nuevos productos nutritivos e inocuos en la actualidad ha incrementado considerablemente (CORFO, 2018). Además de presentar características de ser un producto con alto contenido de proteína y bajo en grasa.

La presente investigación tuvo como hipótesis que el desarrollo de un nuevo producto que no existe en el mercado y que presente atributos nutricionales destacados, tales como bajo contenido de grasas y alto contenido de proteínas, podría generar un gran interés y aceptación en los consumidores, debido a sus características sensoriales. Esta investigación servirá como base para futuros estudios que busquen incrementar el conocimiento de nuevos productos alternativos, bajo la formulación de un queso análogo en base a bebida vegetal de quínoa.

El objetivo general del este estudio fue desarrollar y validar un queso análogo bajo en grasa y alto en proteína a base de lactosuero y bebida vegetal de quínoa chilota para ser transferido a pequeños productores de Chiloé. Los objetivos específicos del estudio fueron (1) elaborar, evaluar y validar diferentes formulaciones de queso análogo en base a lactosuero y bebida vegetal de quínoa chilota; y (2) transferir a la Asociación Gremial Chiloé Orgánico los resultados de la formulación de queso análogo validado mediante una jornada de capacitación y elaboración de producto en planta de proceso de alimentos en Chiloé.

II. Materiales y métodos

2.1. Ubicación

La elaboración del queso análogo se realizó en laboratorios del Departamento de Ciencias Animales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal y de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Campus San Joaquín, Santiago de Chile.

2.2. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con 3 tratamientos (niveles de bebida vegetal de quínoa; 0%, 10% y 20%) y 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por 2 kilos de mezcla.

2.3. Materia prima

Se utilizó lactosuero de leche de vaca, bebida vegetal de quínoa, sal refinada y ácido cítrico.

2.3.1. Extracción de la bebida de quínoa

La extracción de la bebida de quínoa se realizó mediante cocción del grano a una temperatura de 95 ° C durante un tiempo de 25 minutos. Posteriormente a la cocción se separaron 350 gramos de quínoa cocida, la cual fue licuada en 750 mL. de agua purificada hasta obtener consistencia líquida. Luego del licuado se realizó filtrado (tela batista) para separar la bebida vegetal del resto de sólidos de los granos.

2.3.2. Extracción del suero

Para la extracción del suero se utilizó cuajo en polvo de la marca Dispert, el cual corresponde a un coagulante de origen microbiano obtenido a través de la fermentación de cepas seleccionadas de *Rhizomucor miehei* (Kyrein & Cia, Ltda.).

Se obtuvo leche proveniente de la Estación Experimental de la Pontificia Universidad Católica de Chile ubicada en la comuna de Pirque al sur de la ciudad de Santiago. Para la extracción del suero se realizó la pasteurización de la leche a una temperatura de 63 grados centígrados por 30 minutos (Martínez y Rosenberger, 2013), se dejó enfriar a

una temperatura de 31 grados centígrados, luego utilizó el cuajo en polvo Dispert, en el cual se le agregó una proporción de 20 miligramos por cada litro de leche. Se disolvió el cuajo previamente en 100 ml de agua fría, se mezcló por 2 minutos y se dejó reposar hasta obtener la cuajada para su posterior extracción y separación.

2.4. Desarrollo de formulación

Para el desarrollo de la formulación del queso análogo se tomó como base la formulación reportada por Catota (2017), la cual consideró diferentes porcentajes de grano de leguminosas en fase líquida para conseguir el producto deseado. Los porcentajes de bebida de quínoa se basaron en pruebas realizadas por Catota (2007) (Cuadro 1).

Cuadro 1: Formulaciones (%)

Ingredientes	Tratamientos		
	LS ¹ 0B ²	LS ¹ 10B ²	LS ¹ 20B ²
Suero de leche	98	88	78
Bebida de quínoa	0	10	20
Sal refinada	2	2	2

¹Lactosuero. ² Bebida de quínoa.

2.5. Elaboración del queso análogo

Los tratamientos se establecieron tomando como referencia las formulaciones del Cuadro 1. Para cada formulación se elaboraron 2 kg de mezcla. Se obtuvo el suero fresco sin sal después del cuajado y se precalentó a 35 °C. Se agregó la bebida de quínoa y sal; esta mezcla se calentó hasta 90 °C. Se disolvió 5 g ácido cítrico en 10 mL de agua potable y se agregó a la mezcla. La mezcla reposó por 10 minutos en el recipiente y se filtró con una tela batista. Los filtros de tela batista con la mezcla reposaron entre 24-48 horas a 4 °C. Transcurrido el tiempo de reposo se pesó la mezcla de queso obtenido y se procedió a envasar y almacenar. El proceso establecido de elaboración de queso se muestra en la Figura 1.

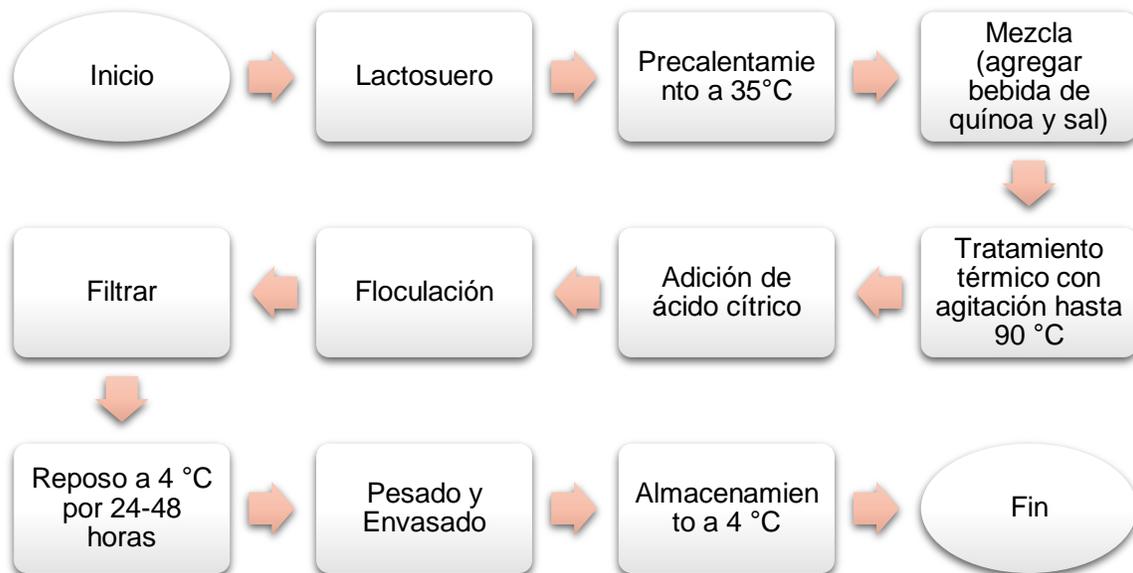


Figura 1: Procesos para el desarrollo del Queso Análogo

2.6. Análisis de proteína total

Se midió el contenido de proteína total mediante el método Nitrogeno Total, NCh 2748. Of. 2002 (Factor: 6,38).

2.7. Análisis de grasa total

Se midió el contenido de grasa total mediante el método de Extracción por solventes. AOAC Official Method of Analysis, 19th edition (2012), 954.02, 948.15, 922.02, NCH 841 OF 78.

2.8. Actividad de agua

Para realizar las pruebas de actividad de agua se utilizó el método Instrumental. Basado AOAC Official Method 978.18. Según LCA-PRE-052.

2.9. Análisis de pH

Las pruebas de pH se realizaron por medio de método Volumétrico. Basado en AOAC Official Method 942,15. Según LCA-PRE-036.

2.10. Análisis microbiológicos

Se realizó un análisis microbiológico para generar indicadores de higiene en los alimentos, basado en el método de recuentos de placas ISO: 16649-2:2001. En el cual se hizo análisis según las especificaciones del Ministerio de Salud (MINSAL, 2016), donde el *Staphylococcus aureus* se realizó bajo la técnica de recuento en Placa: Nch 2671 Of 2002, *Enterobacteriaceas* bajo la técnica de recuento en Placa: Nch 2676 Of 2002, *Salmonella* Basado en el método VIDAS Easy Salmonella, validado por AFNOR BIO-12/16-09/05-Tecnica Mini VIDAS, *Listeria monocytogenesis* basado en el método VIDAS LM02 validado por AFNOR BIO-12/11-03/04-Tecnica Mini VIDAS y *Escherichia coli* bajo el método NCh 2636.Of 2001.

2.11. Prueba exploratoria de aceptación

Se realizó prueba exploratoria de aceptación para el tratamiento control y la mejor formulación obtenida de acuerdo con la prueba de laboratorio donde se tomó en consideración el mejor contenido de proteína y grasa. La prueba de aceptación se realizó basado en un panel no entrenado de 30 personas donde se evaluaron las siguientes características: color, olor, textura, sabor y aceptación general, utilizando escala hedónica de nueve puntos, donde el valor “1” representó la opinión de “me disgusta extremadamente” y “9” representó “me gusta extremadamente” (Ver detalles de prueba sensorial en Anexo 1).

2.12. Análisis estadístico:

Los resultados fueron analizados mediante la comparación de porcentajes de bebida vegetal de quínoa con dos niveles (10% y 20%) y un control con bebida vegetal de quínoa (0%) como tratamientos. Para los análisis microbiológicos y sensoriales se evaluaron 2 tratamientos de formulación del queso análogo. Los resultados obtenidos fueron analizados a través de prueba de separación de medias de Duncan, con un nivel de significancia de $p < 0,05$ utilizando el programa SAS Studio versión 5,2® “Statistical Analysis System”. Los resultados del análisis sensorial fueron analizados utilizando prueba no paramétrica de Wilcoxon para dos muestras relacionadas.

III. Resultados y discusión

3.1. Análisis de proteína y grasa:

En el Cuadro 2 se muestra el contenido de proteína y grasa de los tratamientos formulados ($p < 0,05$). En el tratamiento LS20B se observó que el contenido en proteína fue mayor y menor en grasa que los demás tratamientos. A medida que el porcentaje de bebida de quínoa incrementó en la formulación, el contenido de grasa disminuyó, sin embargo, este incremento en la bebida de quínoa no siempre fue significativo, tal como se refleja en el tratamiento LS10B que fue menor al del control.

Cuadro 2: Contenido de proteína y grasa (%) en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.

Tratamiento	Proteína Media \pm DE	Grasa Media \pm DE
LS ¹⁰ B ²	19,55 \pm 3,60 A	16,28 \pm 2,45 A
LS ¹¹⁰ B ²	16,43 \pm 0,39 B	15,29 \pm 3,28 A
LS ¹²⁰ B ²	20,08 \pm 14,99 A ⁴	7,34 \pm 0,245 B
CV(%) ³	22,65	17,08

¹Lactosuero. ² Bebida de quínoa. ³Coficiente de variación. ⁴Letras mayúsculas en misma columna (A y B) indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

La quínoa chilota representa una importante fuente nutricional y funcional, conteniendo cerca de un 15,7% de proteína y contenido variable de compuestos fenólicos y flavonoides, además de un contenido de grasa de 5,2 gramos por cada 100 gramos de materia seca (Fuentes *et al.*, 2019).

El lactosuero está compuesto fundamentalmente por la mayor parte de la lactosa de la leche original, proteínas solubles (lactoalbúminas y lactoglobulinas), un porcentaje de grasa y la mayor parte de las sales minerales y vitaminas hidrosolubles. Las proteínas del lactosuero son un componente con alta importancia, ya que poseen excelentes propiedades funcionales, nutricionales y biológicas, características altamente demandadas en las áreas de la nutrición, salud y formulación de alimentos (Panghal *et*

al., 2018). Esta, representa aproximadamente 25% de las proteínas totales, sin embargo, la más interesante desde el punto de vista económico y nutricional (Poveda, 2013).

De acuerdo con Callejas *et al.*, (2012) el contenido de grasa bruta con la que cuenta el lactosuero puede variar entre 0-5 g/kg de lactosuero. Esta composición característica del lactosuero ha motivado el interés y gran atención a su posible utilización. Las características fisicoquímicas del lactosuero dependen del tipo de queso que se elabora, pH del proceso, tipo de cuajo utilizado, temperatura de cuajado, corte y trabajo de la cuajada (Mazorra *et al.*, 2019).

Monroy *et al.*, (2017), desarrolló un queso análogo aprovechando las características bioquímicas y nutricionales de las proteínas de lactosuero, así como la reducción en la grasa, mediante su sustitución con inulina, el cual tuvo una estructura estable, un aporte de proteína de 16,75% y 5,08% de grasa. Por otra parte, García y Gómez, (2013), elaboraron un queso de soya, donde obtuvieron valores correspondientes a 9% en grasa y 13,7% en proteína.

Basado en la comparación de estas experiencias, los resultados del presente estudio demuestran la factibilidad de desarrollar un queso análogo de quínoa con un alto contenido de proteínas (20,08%) y bajo en grasas (7,34%).

A partir del análisis del contenido de proteína y grasa de los tres tratamientos, se realizó la selección de la formulación con mayor contenido de proteína y menor contenido de grasa (LS20B). Esta selección se realizó con el objetivo de buscar el tratamiento con el mejor atributo nutricional. Debido a la baja concentración de bebida de quínoa en el tratamiento LS10B, el contenido de proteína no representó una participación importante en la formulación, disminuyendo su aporte final. De igual manera se seleccionó la formulación del 0% bebida vegetal de quínoa, como control (LS0B), para realizar los siguientes análisis de laboratorio y análisis sensorial.

3.2. Actividad de agua (Aw)

El Cuadro 3 muestra la actividad de agua en los diferentes tratamientos estudiados, donde no se registraron diferencias significativas ($p < 0,05$). Los resultados del presente

estudio fueron similares a los obtenidos por Catota (2017), quien no reportó diferencias significativas evaluando actividad de agua de un queso análogo a base de bebida de soya.

Cuadro 3: Actividad de agua (A_w) en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.

Tratamiento	Actividad de Agua (A_w)
	Media \pm DE
LS ¹ 0B ²	0,98 \pm 0,002 A
LS ¹ 20B ²	0,98 \pm 0,002 A
CV(%) ³	0,05

¹Lactosuero. ² Bebida de quínoa. ³Coeficiente de Variación. ⁴Letras mayúsculas en misma columna (A, B) indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

La actividad del agua (A_w) representa la humedad en equilibrio de un producto, determinada por la presión parcial del vapor de agua en su superficie (Barrios, 2019). La actividad de agua (A_w) es un parámetro determinante en la vida útil de los alimentos, ya que es indicativo del agua disponible para el crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática durante la conservación, siendo esencial para determinar el método y el tiempo de conservación para cada alimento (Cardona, 2019). A pesar de lo anterior, se pudo observar que el nivel de humedad presentó diferencias significativas entre los tratamientos LS10B (63,8%) y LS20B (72,75%) ($p < 0,05$) (Anexo 5).

3.3. Análisis de pH

En el Cuadro 4 se presenta el valor de pH de dos formulaciones de queso análogo en base a quínoa, donde no se registraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Cuadro 4: pH en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.

Tratamiento	pH
	Media±DE
LS ¹ 0B ²	4,57±0,06 A
LS ¹ 20B ²	4,22±0,005 A
CV(%) ³	1,47

¹Lactosuero. ² Bebida de quínoa. ³Coefficiente de variación. ⁴Letras mayúsculas en misma columna (A, B) indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

El lactosuero dulce resulta de la elaboración de quesos con la adición de cuajo y presenta una acidez valorable de 0,1-0,2% y un pH entre 5,8 y 6,6; el lactosuero ácido, es resultado de la coagulación ácida y sus valores de acidez son de 0,4% y pH de 4,6 (Menchón, 2016). A partir de los resultados del presente estudio los tratamientos control y LS20B fueron considerados ácidos debido a la coagulación ácida de la leche y a que durante el procesamiento del queso análogo se añade ácido cítrico para la desnaturalización de proteínas, además del tiempo de almacenamiento del suero y el queso. Esta reducción en pH durante el tiempo de almacenamiento concuerda con los obtenidos por Antezana (2015), quien reporta en sus tratamientos una disminución significativa hasta valores alrededor de 5 en condiciones experimentales similares, describiendo que las causas de este descenso en pH, se atribuyen al crecimiento de bacterias sobrevivientes a la pasteurización y/o por la contaminación cruzada en la elaboración y almacenaje del mismo.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los obtenidos por Álvarez (2012), quien realizó una investigación orientada a la elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas a base de quínoa (malteada y sin maltear). Las bebidas vegetales en base a quínoa analizadas presentaron un rango menor a un pH de 4,5; registrando valores aún más bajos en bebidas a base de quínoa sin maltear (Álvarez, 2012).

3.4. Análisis microbiológicos

El Cuadro 5 muestra los recuentos microbiológicos analizado en el tratamiento control y LS20B a 2 días de almacenamiento. En este se puede observar que el queso análogo se encuentra libre de la presencia de *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*, por su parte

se registró presencia de *Staphylococcus aureus* dentro de los rangos permitidos por el MINSAL (<10 UFC/g). No obstante, microorganismos pertenecientes al grupo de las *Enterobacteriaceas* se encontraron en rango altos, esto debido a las condiciones de elaboración, manipulación y cadena interrumpida de frío al momento de su análisis en laboratorio.

Cuadro 10. Resultados análisis microbiológicos

Parámetro	Tratamientos	
	0B12S2	20B12S2
<i>Enterobacterias</i>	130,000,000 UFC/g	5,900,000 UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	20 NMP/g	9.2 NMP/g
<i>Staphylococcus Aureus</i>	< 10 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Salmonella</i>	Negativo	Negativo
<i>Listeria monocytogenes</i>	Negativo	Negativo

¹Lactosuero. ² Bebida de quínoa.

El lactosuero sin procesar es un medio favorable para el crecimiento bacteriano. Para contrarrestar este crecimiento es aplicado comúnmente un tratamiento térmico al material original equivalente a la pasteurización, evitando el crecimiento de microorganismos durante las diferentes etapas de fabricación, y prevenir las recontaminaciones en el proceso y en el producto terminado (Menchón, 2016).

Las bacterias y otros microorganismos crecen de manera óptima a valores de actividad de agua de 0,98 lo que tradicionalmente está asociado con el deterioro, valores los cuales son similares a los obtenidos en el este estudio (Cuadro 3). De esta forma el control de la actividad de agua y la temperatura están considerados como factores importantes en la conservación de alimentos y en la protección de la salud pública (Barrios, 2019).

Según el MINSAL (2016), en sus especificaciones microbiológicas por grupo de alimentos en el Artículo 173.- considera que, si en un alimento se detecta la presencia de microorganismos patógenos no contemplados en el Cuadro 5, la autoridad sanitaria

podrá considerarlo alimento contaminado, conforme a la evaluación de los riesgos que de su presencia se deriven. Los microorganismos indicadores de higiene son aquellos que no deben estar presentes en los alimentos, tales como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella*. Mientras que los microorganismos de alertas son los que exceden los límites de referencias y requieren de medidas correctivas, tales como coliformes fecales, mohos y levaduras (Bracho, 2015).

Cuadro 5: Parámetros aceptables microbiológicos (MINSAL)

Parámetro	Plan de muestreo			Limite por gramo		
	Categoría	Clase	n	c	m	M
<i>Enterobacteriaceas</i>	6	3	5	1	2x10 ³	10 ⁴
<i>E. coli</i>	6	3	5	1	<3	10
<i>S. Aureus</i>	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Samonella en 25 g</i>	10	2	5	0	0	---

Cuadro adaptado de MISAL, 2016:

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (Chile, MINSAL, 2006) se entenderá por: Categoría de riesgo: la relación entre el grado de peligrosidad que represente el alimento para la salud en relación con las condiciones posteriores de manipulación.

n: número de unidades de muestra a ser examinadas.

c: número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” para que el alimento sea aceptable.

m: valor del parámetro microbiológico para el cual o por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud.

M: valor del parámetro microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

3.5. Prueba exploratoria de aceptación

En la prueba sensorial realizada a partir de los tratamientos LS0B y LS20B, se determinaron los niveles de preferencia totales, según edad y sexo usando una prueba hedónica de 9 puntos (Anexo 1). Los estadísticos descriptivos de media y desviación estándar se presentan en el (Cuadro 7). De acuerdo con el análisis, se reportan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos para los parámetros de color y textura, sin embargo, los promedios para cada tratamiento en cada uno de los parámetros se ubicaron sobre el valor 6 de aceptabilidad de la prueba hedónica de 9 puntos. Para los atributos de olor, sabor y aceptación general no se registraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el tratamiento (LS0B) y el tratamiento (LS20B).

Cuadro 6: Análisis de la evaluación sensorial de aceptación en diferentes formulaciones de queso análogo en base a quínoa.

Tratamiento	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación general
	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE	Media±DE
LS ¹ 0B ²	6,90±1,45 A	5,97±1,88 A	7,20±1,24 A	6,08±1,63 A	7,00±1,39 A
LS ¹ 20B ²	6,23±1,41 B	6,03±1,75 A	6,03±2,08 B	6,00±1,97 A	6,10±1,90 A
CV(%) ³	6,19	5,53	6,15	5,92	6,11

¹Lactosuero. ² Bebida de quínoa. ³Coficiente de Variación. ⁴Letras mayúsculas en misma columna (A y B) indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En el atributo de color se pudo observar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambas formulaciones, sin embargo, estas se encuentran entre los rangos de me gusta levemente y me gusta moderadamente. El color del lactosuero se ve influenciado por el tipo de técnica de elaboración de los quesos genuinos. El lactosuero primario, es el líquido drenado después del cuajar el cual tiene un color amarillo-verdoso. El lactosuero secundario, es el líquido que se drena después de dejar reposar la cuajada durante la elaboración de queso, este tiene un color blanco lechoso semejante a la leche (Mazorra *et al.*, 2019). El queso análogo se caracteriza por poseer un color blanco, sin embargo, este obtuvo una variación en el color debido a la incorporación de la bebida vegetal de quínoa chilota hacia un color rosado (Anexo 8).

La incorporación de la bebida vegetal de quínoa en la elaboración del queso afectó las características organolépticas de la matriz alimentaria, afectando parcialmente los parámetros de olor y el sabor. Se pudo observar en el tratamiento LS0B y LS20B hay una tendencia hacia la aceptación en el olor y sabor.

El parámetro sensorial de textura presentó deferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambas formulaciones (Cuadro 7), esta diferencia fue influenciada por la transformación fisicoquímicas inducida por las diferencias de humedad, contenido de proteína y grasa, tal como ha sido reportado por Flourey *et al.* (2009). A partir de los resultados obtenidos se observó que a medida que el contenido de grasa disminuyó, se presentaron valores más alto de contenido de humedad, mientras que los quesos con un mayor contenido de

grasa mostraron un valor más bajo, lo anterior explica la influencia de estas características en atributos tales como firmeza. La firmeza del lactosuero también puede ser influida por el contenido de proteínas, tal como ha sido descrito por Guerrero *et al.* (2015). En este escenario, la proteína juega un rol importante en las características macroscópicas de los productos alimenticios como el flujo, la estabilidad, la textura y la palatabilidad, entre otras (Ravindra *et al.*, 2004).

A partir de los resultados, se pudo también observar la preferencia según la edad y sexo en las formulaciones (LS0B y LS20B), en el que hay una inclinación de aceptación general hacia la formulación LS0B, concentrando en su mayoría panelistas entre la edad de 21-30 años del sexo femenino, y que en cuyo análisis se observó una mayor aceptación en los atributos de color, textura y sabor de esta formulación (Anexo 6).

Con el análisis sensorial realizado se observó que la aceptación general entre las dos formulaciones no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), demostrando su potencial para el desarrollo tecnológico de un nuevo producto en combinación con otros aditivos alimentarios (frutas, hortalizas frescas y especias, entre otros).

3.6. Transferencia tecnológica a productores de la Isla de Chiloé, Región de los Lagos

En el proceso de transferencia tecnológica de elaboración de queso análogo a base de quínoa a productores de la Asociación Gremial Chiloé Orgánico de Chiloé, Región de Los Lagos, se logró la entrega de conocimientos de manera práctica de cada proceso, desde la extracción del lacto suero y obtención de la bebida vegetal de quínoa y cada uno de los pasos para la elaboración del queso análogo (Figura 1), esto con el propósito de extender el proceso de innovación y crear nuevas oportunidades de negocio mediante la diversificación de productos en base a materias primas locales.

A partir del proceso de transferencia se estimó un costo aproximado de la producción del queso análogo para 250 g de \$ 1.810,75 (Cuadro 8). Para explorar la factibilidad técnica/económica que puede tener el queso análogo en base a quínoa se realizó una comparación de costos de producción y precios de mercado, tomando como referencia el queso ricotta en distintos supermercados de Chile (Cuadro 9).

Cuadro 8: Costos unitario de queso análogo en presentación 250g.

Materia prima	Unidad	Cantidad	Costo Unitaria (\$)	Costo Total (\$)
Lactosuero	l	5,50	100,00	550,00
Bebida de quínoa	l	1,10	915	1.006,50
Sal refinada	g	5,00	0,35	1,75
Ácido cítrico	g	5,00	5,50	27,50
Envase	ud.	1	225,00	225,00
TOTAL (\$)				1.810,75

Cuadro 9: Precio de venta de queso ricotta en presentación 200g en supermercados de Santiago.

Supermercado	Producto (Presentación)	Precio (\$)
Supermercado Lider	Ricotta Quillayes (200 g)	2.950
Supermercado Jumbo	Ricotta Quillayes (200 g)	2.999
Supermercado Santa Isabel	Ricotta Quillayes (200 g)	2.989

Fuente: lider.cl, jumbo.cl, santaisabel.cl

A partir del análisis se observa el potencial competitivo del queso análogo en base a bebida vegetal de quínoa en el mercado en base a la comparación con su producto sustituto directo como es el queso tipo ricotta. Lo cual sugiere en el futuro la revisión de estructura de costos, tanto fijos como variables y la producción a escala artesanal para la determinación de su precio final de mercado.

En Chile, la innovación agroalimentaria Chile es considerada una de las áreas emergente en la última década (CORFO, 2018). La situación en el desarrollo y transferencia de la innovación se dificulta de manera importante en el sector de pequeños productores, pertenecientes a la agricultura familiar campesina, ya que estos poseen en la mayoría de los casos barreras de conocimiento, económicas y tecnológicas. Para aprovechar estas tendencias, es necesario extender el portafolio de productos, fortaleciendo las capacidades de aumentar la investigación, desarrollo, producción y comercialización de nuevos productos que beneficie a pequeños productores agrícolas, de la mano de un proceso de transferencia tecnológica eficiente en el sector para lograr transmitir

conocimientos y técnicas a agricultores, que ayuden a mejorar la producción de bienes y servicios (Lezcano y Sanz, 2011).

En el país, la quínoa posee un gran potencial para el desarrollo de la industria de materias primas de gran valor nutricional (Fuentes *et al.*, 2018). La quínoa chilota, en la región de Los Lagos presenta una situación de desconocimiento a nivel nacional, sin embargo, el rescate y valorización por parte de los agricultores de la isla está ayudando a conservar un recurso genético con alto potencial alimentario, biológico, social y cultural (Fuentes *et al.*, 2017). Es por ello que mediante el proyecto FIC de la región de Los Lagos, “Innovaciones para la implementación de un plan de desarrollo territorial para la producción, transformación y comercialización de Quínoa Chilota” se pudo desarrollar la transferencia y aplicación de los procesos de elaboración de queso análogo, a pequeños productores de la comuna de Ancud, Región de Los Lagos (Anexo 10), para así poder fomentar y fortalecer la innovación y el desarrollo del sector.

IV. Conclusiones

El queso análogo desarrollado con lactosuero y bebida vegetal de quínoa (LS20B) es un producto que contiene una fuente de proteína de alto valor biológico y con un porcentaje bajo en grasa. Por su parte los porcentajes de lactosuero y bebida de quínoa afectaron las características fisicoquímicas y sensoriales del queso análogo respecto a la formulación control. A través del análisis sensorial realizado de las diferentes formulaciones se concluye que la formulación LS20B posee menor aceptabilidad en atributos de sabor, textura y color comparados con el control (LS0B), sin embargo, el queso análogo en base a quínoa presentó una mayor aceptación en olor. A pesar de que existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la mayor parte de atributos sensoriales presentes entre las formulaciones, ambas formulaciones se situaron en el rango de aceptabilidad, lo que revela que el queso análogo en base a quínoa posee un potencial para reformular atributos sensoriales pasando de una etapa experimental a una etapa de maduración tecnológica mayor y así convertirlo en un producto transferible para su elaboración y comercialización.

V. Resumen

José Daniel Doblado Fino. Las actuales tendencias alimentarias consideran de manera importante el desarrollo de nuevos productos alimenticios que posean altos estándares de calidad e inocuidad, otorgando especial preferencia a aquellos productos que sean innovadores, de alto valor nutricional y que sean amigables con el ambiente. Un queso análogo es la combinación de ingredientes lácteos con ingredientes de origen vegetal para reemplazar en diferentes proporciones los componentes de la leche. El presente estudio tuvo como objetivo desarrollar y validar un queso análogo bajo en grasa y alto en proteína a base de lactosuero y bebida vegetal de quínoa chilota para ser transferido a pequeños productores de Chiloé. Se evaluaron dos formulaciones de queso análogo a base de bebida de quínoa (10% y 20%), a las cuales se les denominó LS10B y LS20B sucesivamente; y se compararon con un control con bebida de quínoa (0%) a la que se denominó LS0B, utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar. En un primer experimento se determinó el contenido de proteína y grasa y en el segundo experimento las variables de acidez, actividad de agua y actividad microbiológica, adicionalmente se realizó una prueba exploratoria de aceptación y preferencia con la mejor formulación y el control. Como resultado se respondió a la hipótesis de manera positiva, desarrollando un nuevo producto que no existe en el mercado y que posee atributos nutricionales destacados, tales como bajo contenido de grasas y alto contenido de proteína. La bebida vegetal de quínoa influyó positivamente en el contenido de proteína a medida que se aumentó su contenido en la formulación del queso análogo (LS20B). A pesar de que el queso análogo en base a quínoa presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) inferiores en atributos sensoriales respecto al control, ambos fueron clasificados como aceptables, lo que lo convierte en un producto con un alto potencial de desarrollo tecnológico.

Palabras claves: Alimentación saludable, innovación, queso análogo, lactosuero, quínoa.

VI. Referencias

- Almécija, M. 2007. Obtención de lactoferrina bovina mediante ultrafiltración de lactosuero (Tesis). Universidad de Granada, Granada. 11 p.
- Álvarez, Y. 2012. Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una a base de quinua malteada y la otra a base de quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*). (Tesis). Universidad Nacional Basadre Grohmann, Perú. 89-90 p.
- Antezana, C. 2015. Efecto de la hidrólisis enzimática de la lactosa en el perfil de textura de queso fresco normal y bajo en grasa (Tesis). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Peru. 54 p.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. Washington: AOAC.
- Barrios, F. 2019. Análisis de la actividad de agua en alimentos (Tesis). Universidad Técnica Federico Santa María. Viña del Mar, Chile. 60 p.
- Bracho, E. 2015. Calidad microbiológica y sensorial de tres requesón comercializados en el municipio Colon de Venezuela, Múnich, GRIN Verlag.
- Cadena, J. y Delgado, J. 2019. Evaluación de queso análogo a base de papa (*Solanum tuberosum*) con y sin especias como alternativa vegana. (Tesis). Universidad Laica Eloy Alfara de Manabí. Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 14 p.
- Callejas, J. Prieto, F. Reyes, V. Marmolejo, Y. y Méndez, M. 2012. Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. Acta Universitaria. Guanajuato, México. 22(1): 11-18
- Cardona, F. 2019. Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València. Artículo. España.

- Catota, R. 2017. Desarrollo de un queso análogo lato en proteína y bajo en grasa utilizando lactosuero y bebida de soya (Tesis). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- CORFO. 2018. Una Estrategia de Diversificación e Innovación de la industria alimentaria. Una Estrategia de Diversificación e Innovación de la industria alimentaria. Seminario Internacional.
- Domínguez, L. Ramírez, G. y Estefano. Maria. 2018. Características Funcionales y Nutricionales de la Quinua y el Amaranto, para mejorar el estado Nutricional de los Preescolares en Ecuador (Tesis). Universidad Estatal de Milagro. Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/3983>.
- FAO. 2011, La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Disponible en: <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>.
- FAO. 2019. Comisión del Codex Alimentarius: Norma General para los Aditivos Alimentarios. CODEX STAN 192-1995.
- Floury, J. Camier, B. Rousseau, F. Lopez, C. Tissier, J. y Famelart, M. 2009. Reducción del nivel de sal en los alimentos: Parte 1. Factores que afectan la fabricación de sistemas de queso modelo y sus relaciones estructura-textura. LWT - Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 42, p. 1611- 1620.
- Fuentes, F. y Paredes-González, X. 2014. Perspectivas Nutraceuticas de la Quínoa: Propiedades Biológicas y aplicaciones funcionales. In: Bazile Didier (ed.), Bertero Hector Daniel (ed.), Nieto Carlos (ed.). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. Santiago: FAO – CIRAD: pp. 341-357. <http://www.fao.org/3/a-i4042s/index.html>.
- Fuentes, F. Olguín, P. Duarte, L. Ojeda, M. Figueroa, C. Paredes-Gonzalez, X. y Martínez. E. 2017. Potencial competitivo de la quinua chilena. C. Pérez (ed).

Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile. 147 pp. ISBN N° 978-956-328-202-3

Fuentes, F. Chorbadjian, R. Rosales, M. Rojas, C. y Olgún, P. 2018. Los nuevos desafíos para la quínoa en Chile. *Revista Agronomía y Forestal UC*. 54: 20-25.

Fuentes, F. 2019. *La quínoa chilota*. Santiago, Chile: Ediciones UC. ISBN: 9789561424302.

García, H. y Gómez, J. 2013. Propuesta para el consumo de glycine max I (soya), cultivado en la comunidad Nueva Esperanza, Jiquilisco Usulután y tres alimentos derivados. Universidad de El Salvador; Facultad de química y Farmacia. El Salvador. 40 p.

Guerrero, C. Salas, W. y Baldeón, E. 2015. Evaluación instrumental de la textura del queso elaborado con suero concentrado por ultrafiltración. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 81: 273-282.

Hinojosa, L., González, J.A., Barrios-Masias, F.H., Fuentes, F., y M. Murphy, K.M. 2018. Quinoa Abiotic Stress Responses: Una revisión. *Plants* 7(4), 106; doi: 10.3390/plants7040106.

ILSI. 2020. International Life Science Institute, Washington, DC. Obtenido de: <https://ilsi.eu/publication/concepts-of-functional-foods/>

INTI, 2017. Instituto Nacional de Tecnología Industria. Valorización del lactosuero. Compilación Graciela Muset y María Laura Castells. Archivo Digital. Primera edición, San Martín.

Islas, R. 2010. Proceso de elaboración de queso análogo, propiedades, ventajas y desventajas, así como la función de los ingredientes utilizados [Tesis]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. 32-33 p.

- Kosikowski, F. Mistry, V. 1997. Cheese and Fermented Milk Foods. Volume 1. Origins and Principles. 3rd Ed. Westport, Connecticut. 422-453, 500-519 p.
- Leizola, F. 2011. Suero y requesón, productos poco valorados por los pastores vascos. Zainak. 34, 2011, 517-528 p.
- Lezcano, Á. Sanz, M. 2011. La innovación y transferencia tecnológica en el sistema de extensionismo agrícola. Cuba.
- Martínez. A, y Rosenberger. M, 2013. Modelado numérico de pasteurización Artesanal de leche y jugos naturales. Asociación Argentina de Mecánica Computacional, 32,17 p.
- Martínez, C. Peñas, E. y Hernandez, B. 2020. Granos pseudocereales: valor nutricional, beneficios para la salud y aplicaciones actuales para el desarrollo de alimentos sin gluten. Toxicología Alimentaria y Química. Vol. 137. Art. 111178.
- Mazorra, M. Montejo, H. Lugo, M. Gonzales, A. y Vallejos, B. 2019. Caracterización del lactosuero y requesón proveniente del proceso de elaboración de queso cocido (asadero) región Sonora. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., (CIAD). Laboratorio de Biotecnología de Lácteos, Química y Autenticidad de Alimentos. Mexico.
- Menchón, C. Cadona, J. y Bruschi, J. 2016. Caracterización físico-química y microbiológica de suero de queso en polvo desmineralizado y evaluación del impacto de microorganismos esporulados. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. 7 p
- MINSAL, 2016. Reglamento sanitario de los alimentos (DTO. 977/96). (Actualizado en 2016). Ministerio de Salud. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/04/DECRETO_977_96_actualizado_a-octubre-2016.pdf.
- Mollea, C. Marmo, L. y Bosco F. 2013. Valorisation of Cheese Whey, a By-Product from the Dairy Industry I. Muzzalupo (Ed.), pp. 549-588. InTech, Londres.

- Monroy, S. Ramírez, J. y Ramírez, A. 2017. Desarrollo de un queso análogo con proteína exclusiva de lactosuero. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Volumen 2. 405 p.
- Panghal, A. Patidar, R. Jaglan, S. Chhikara, N. Khatkar, S. Gat, Y. y Sindhu, N. 2018. Whey valorization: current options and future scenario – a critical review. Nutrition and Food Science.
- Poveda, E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. Área de Nutrición y Salud, Instituto Alpina de Investigación. Colombia. Rev Chil Nutr Vol. 40. 398 p.
- Sáez-Lara, M. Robles-Sanchez, C. Ruiz-Ojeda, F. Plaza-Diaz, J. y Gil, A. 2016. Effects of probiotics and synbiotics on obesity, insulin resistance syndrome, type 2 diabetes and non-alcoholic fatty liver disease: A review of human clinical trials. Int J Mol Sci 17: E928.
- Sunkara, R. y Verghese, M. 2014. Functional Foods for Obesity Management. Food Nut Sci 5: 1359 – 1369 p.
- Ravindra, P. Genovese, D. Foegeding, E. y Rao, M. 2004. Rheology of heated mixed whey protein isolate/cross-linked waxy maize starch dispersions. Food Hydrocolloids 18(5): 775–781 p.
- Rodríguez, P. 2013. Diseño y desarrollo de un análogo de queso para pizza a partir de almidones modificados (Tesis). Universidad de Valladolid, España. 6 p.
- Wildman, R. 2001. Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. CRC Press, Boca Raton, FL.

Yadav, J. Yan, S. Pilli, S. Kumar, L. Tyagi, R. y Surampalli, R. 2015. Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Avances en biotecnología*. 33: 756-774 p.

VII. Anexos

Anexo 1: Prueba sensorial de prueba Hedónica

Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de Queso Análogo. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo con el puntaje/ categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra

Nota: recuerde tomar agua y comer una galleta pequeña entre cada muestra

Puntaje	categoría	Puntaje	categoría		
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente		
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente		
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho		
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente		
5	no me gusta ni me disgusta				
Código	Calificación para cada atributo				
	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación General
148					
291					
¡Gracias por su colaboración!					

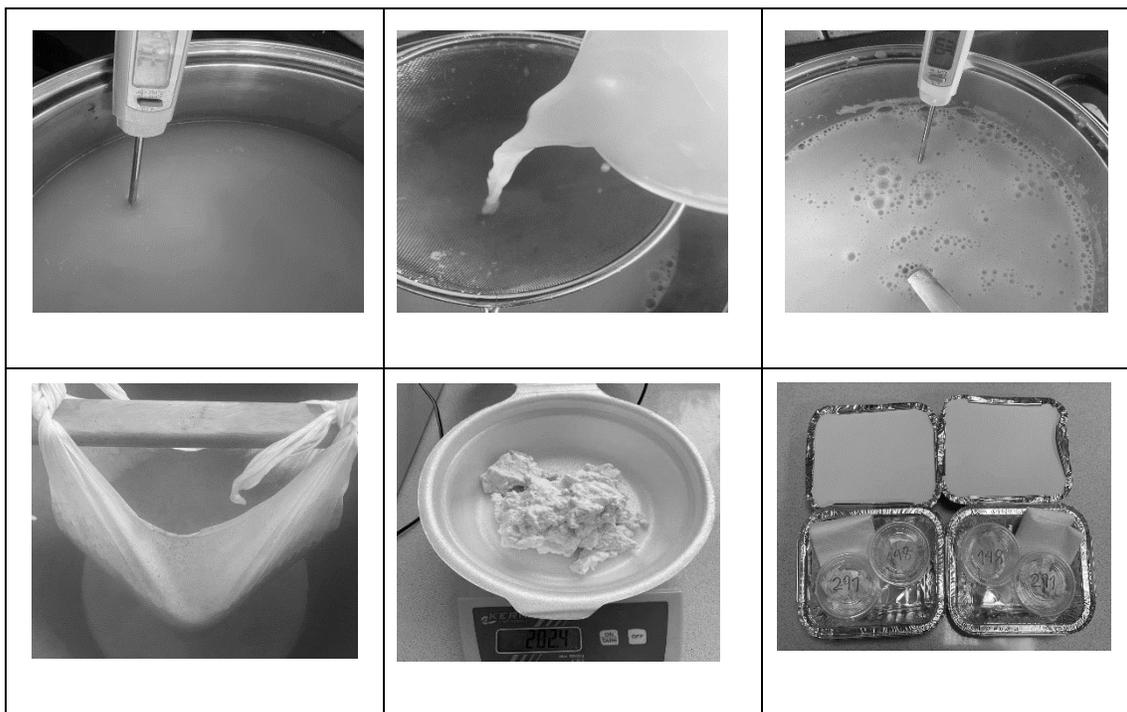
Anexo 2: Materiales para la elaboración del queso análogo



Anexo 3: Elaboración de la bebida de quínoa



Anexo 4: Elaboración del queso análogo

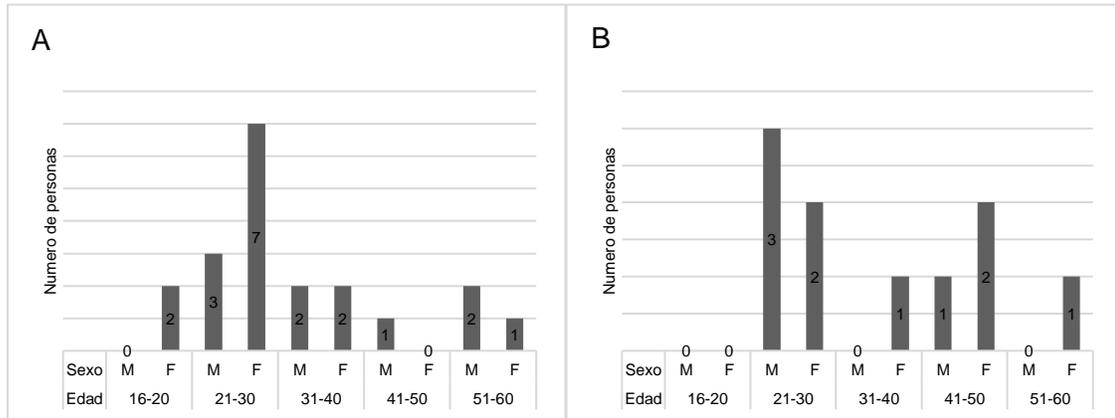


Anexo 5: Cambios de humedad en el queso análogo

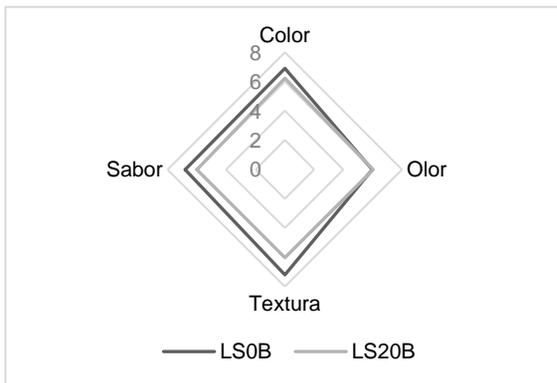
Tratamiento	pH
	Media±DE©
LS ¹ 0B ²	63,8±2,87A
LS ¹ 20B ²	72,75±1,34B
CV(%) ³	2,26

¹Lactosuero. ² Bebida de quínoa. ³Coefficiente de Variación. ⁴Letras mayúsculas en misma columna (A, B) indican diferencias significativas (p<0,05)

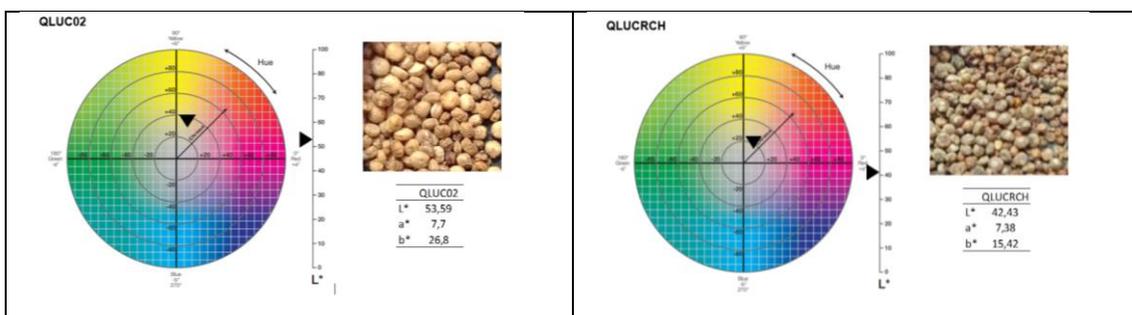
Anexo 6: Preferencia según la edad y sexo en los tratamientos LS0B (A) y LS20B (B)



Anexo 7: Prueba exploratoria de aceptación en los tratamientos LS0B (A) y LS20B (B)



Anexo 8: Caracterización de color de semillas de líneas genéticas



QuinoaLab UC 02 (QLUC02) y QuinoaLab UC Roja Chilota (QLUCRCH). Coordenadas cromáticas CIELAB para semillas de quínoa, donde +a indica más rojo, -a indica más verde, +b indica más amarillo y -b indica más azul.

Anexo 9: Transferencia de tecnología a pequeños productores de la Isla de Chiloé



Anexo 10: Análisis estadístico de color, olor, textura, sabor y aceptación general

Color

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
148	30	6.233333	.2567853	1.406471	5.708148	6.758518
291	30	6.9	.2641403	1.446756	6.359772	7.440228
combined	60	6.566667	.187711	1.454003	6.191058	6.942275
diff		-.6666667	.3683868		-1.404073	.0707396

diff = mean(148) - mean(291) t = -1.8097
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 58

Ha: diff < 0

Ha: diff != 0

Ha: diff > 0


```

-----
Group |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
  148 |      30         6   .3587975   1.965215   5.266177   6.733823
  291 |      30        6.8   .2971125   1.627352   6.192337   7.407663
-----+-----
combined |      60        6.4   .2367387   1.83377   5.926287   6.873713
-----+-----
diff |                   -.8   .4658449                   -1.73249   .1324899
-----

diff = mean(148) - mean(291)                                t =  -1.7173
Ho: diff = 0                                                degrees of freedom =    58

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0456          Pr(|T| > |t|) = 0.0913          Pr(T > t) = 0.9544

```

Aceptabilidad general

Two-sample t test with equal variances

```

-----
Group |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
  148 |      30         6.1   .3469075   1.900091   5.390494   6.809506
  291 |      30         7     .2537081   1.389617   6.481109   7.518891
-----+-----
combined |      60        6.55   .2209699   1.711625   6.10784   6.99216
-----+-----
diff |                   -.9   .4297821                   -1.760302   -.0396977
-----

diff = mean(148) - mean(291)                                t =  -2.0941
Ho: diff = 0                                                degrees of freedom =    58

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0203          Pr(|T| > |t|) = 0.0406          Pr(T > t) = 0.9797

```

Anexo 11: Evaluación de aceptación de color (A), evaluación de aceptación de olor (B), evaluación de aceptación de textura (C), evaluación de aceptación de sabor (D) y evaluación de aceptación general (E), el numero 291 representa al tratamiento (0B2S) y el numero 148 representa al tratamiento (20B2S)

