



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DESARROLLO DE UN PRODUCTO LÁCTEO CON  
CONCENTRADO DE SUERO DE LECHE

AUTOR

Nicolás Anzola Bautista

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DESARROLLO DE UN PRODUCTO LÁCTEO CON CONCENTRADO DE  
SUERO DE LECHE

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos

Profesor guía  
Darío Miguel Posso Reyes

Autor  
Nicolás Anzola Bautista

Año  
2020

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Desarrollo de un producto lácteo con concentrado de suero, a través de reuniones periódicas con el estudiante Nicolás Anzola Bautista, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



---

Darío Miguel Posso Reyes

Máster en Ciencia e Ingeniería de Alimentos

CI: 1713040952

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado el trabajo, Desarrollo de un producto lácteo con concentrado de suero, del estudiante Nicolás Anzola Bautista, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Viviana Yáñez Mendizábal

Doctora en Ciencias y Tecnología Agraria y Alimentaria

Ci: 171046978

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

"Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes."

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Nicolás Anzola Bautista'.

Nicolás Anzola Bautista

CI: 1720037918

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mis padres por su guía y esfuerzo, por su apoyo incondicional en cada momento, por su consejos y enseñanzas a lo largo de esta etapa. A mi hermana, fiel confidente, mi fuente inagotable de energía y motivación en cada paso.

A mi familia quienes a pesar de la distancia siempre estuvieron presentes, confiaron en mí y supieron alentarme en todo momento.

A mis profesores y amigos por sus enseñanzas, con quienes compartí momentos inolvidables, y batallamos a lo largo de la carrera para cumplir un mismo objetivo.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Luis y Beatriz, por ser mi ejemplo a seguir, por su gran esfuerzo, para cumplir este sueño. A mi hermana quien siempre con una sonrisa y optimismo estuvo para mí en todo momento, a Daniela por siempre creer en mí y darme su apoyo incondicional, a mi familia quienes fueron mi fortaleza a la distancia y a Otilia mi abuela quien a pesar de no poderme ver cumplir este sueño, me supo guiar con su luz desde lo alto.

## RESUMEN

Ecuador destina 1,2 millones de litros de leche diarios para la producción de queso, generando alrededor de 900 000 litros de suero. Este residuo se considera como una materia prima de bajo costo en la industria alimentaria mundial debido a sus características nutricionales. Sin embargo, en la industria nacional su comercialización y uso en estado líquido está prohibido, debido a que reduce la demanda de otros productos lácteos y afecta al precio de la leche, junto con la falta de tecnología y recursos limitados especialmente en pequeños productores, lo que genera problemas de contaminación. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue desarrollar una formulación tipo natilla enriquecida con concentrado de suero de leche, para aprovechar su contenido nutricional. Para la formulación el suero de leche obtenido de la elaboración de quesos fue concentrado al 50%, para lo cual primero se centrifugó, durante 40 minutos a 3500 rpm, y se sometió a un proceso de pasteurización HTST (High Temperature Short Time) a 72°C durante 15 segundos, y enfriado a 15°C, para evitar que las proteínas termolábiles presentes en el mismo se desnaturalicen. Posteriormente se concentró en un evaporador de flujo descendente por recompresión térmica del vapor, a 7 bar, 65 ° C durante 3 horas, bajo un sistema de vacío, lo que permite conservar sus características originales. A partir del concentrado se formularon seis diferentes tipos de natillas, con concentrado de suero 50%, 75% y 100% de chocolate y vainilla. Estas formulaciones fueron sometidas a un análisis sensorial para medir la aceptabilidad a través de una encuesta, junto a una escala hedónica con criterios específicos del 1 al 5, para calificar los atributos del producto. Los resultados del análisis sensorial, demostraron que la natilla de vainilla y chocolate con 100% concentrado de suero de leche tuvieron mayor preferencia, con un contenido proteico de 1.6% y 2% respectivamente. Estos resultados sustentan que la metodología empleada sirve para generar formulaciones con concentrado de suero, bien aceptadas por los potenciales consumidores, obteniendo un producto alternativo, de bajo costo, buen contenido nutricional y alto valor biológico.



## ABSTRACT

Ecuador allocates 1.2 million liters of milk daily for the production of cheese, generating around 900,000 liters of whey. This residue is considered a low-cost raw material in the world food industry due to its nutritional characteristics. However, in the national industry its commercialization and use in liquid state is prohibited, because it reduces the demand for other dairy products and affects the price of milk, along with the lack of technology and limited resources, especially in small producers. which generates contamination problems. In this context, the objective of this study was to develop a custard-type formulation enriched with whey concentrate, to take advantage of its nutritional content. For the formulation, the whey obtained from the production of cheeses was concentrated to 50%, for which it was first centrifuged, for 40 minutes at 3,500 rpm, and subjected to a pasteurization process HTST (High Temperature Short Time) at 72°C during 15, and cooled to 15°C, to avoid that the thermolabile proteins present in it are denatured. Subsequently, it was concentrated in a downflow evaporator by thermal vapor recompression, at 7 bar, 65 ° C for 3 hours, under a vacuum system, which allows it to preserve its original characteristics. Six different types of custard were formulated from the concentrate, with whey concentrate 50%, 75% and 100% chocolate and vanilla. These formulations were subjected to a sensory analysis to measure acceptability through a survey, together with a hedonic scale with specific criteria from 1 to 5, to qualify the attributes of the product. The results of the sensory analysis showed that vanilla and chocolate custard with 100% whey concentrate had higher preference, with a protein content of 1.6% and 2% respectively. These results support that the methodology used is used to generate formulations with whey concentrate, well accepted by potential consumers, obtaining an alternative product, low cost, good nutritional content and high biological value.

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo General .....	3
2.2. Objetivos Específicos .....	3
3. MARCO TEÓRICO .....	3
3.1. Industria Láctea en el mundo .....	3
3.1.1. Producción Lechera .....	3
3.1.2. Precio productos lácteos .....	5
3.1.3. Mercado productos lácteos .....	7
3.2. LACTOSUERO .....	9
3.2.1. Contenido proteico .....	10
3.2.2. Valor nutricional de las proteínas del suero de leche .....	12
3.2.3. Usos y alternativas del suero de leche .....	14
3.2.4. Impacto Ambiental .....	16
4. METODOLOGÍA .....	18
4.1. Obtención de concentrado de suero de leche .....	18
4.2. Formulación de natilla con concentrado de suero de leche .....	19
4.3. Evaluación sensorial .....	22
4.4. Análisis Estadístico .....	23
4.5. Control de calidad de formulaciones .....	24
4.5.1. Viscosidad .....	24
4.5.2. Proteína .....	24
4.5.3. Contenido de azúcares totales .....	24
4.5.4. pH .....	25
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
5.1. Desarrollo de la natilla con concentrado de suero de leche .....	25
5.1.1. Formulación de la natilla .....	25
5.1.2. Evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de natilla .....	26
5.1.3. Características físico-químicas .....	28

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	32
6.1. Conclusiones.....	32
6.2. Recomendaciones.....	33
REFERENCIAS .....	34
ANEXOS .....	41

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	5
Top 10 en producción mundial de leche .....	5
Tabla 2.....	7
Principales países proveedores y compradores de productos lácteos. ....	7
Tabla 3.....	9
Composición nutricional del suero dulce y ácido .....	9
Tabla 4.....	15
Propiedades tecnológicas impartidas a los alimentos por WPC .....	15
Tabla 5.....	17
Tipo de contaminación en la industria láctea .....	17
Tabla 6.....	21
Formulaciones natilla vainilla .....	21
Tabla 7.....	21
Formulaciones natilla chocolate.....	21
Tabla 8.....	23
Descripción de tratamientos del diseño experimental .....	23
Tabla 9.....	31
Análisis contenido proteico .....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo mundial de leche. ....	4
Figura 2. % Fluctuación precios de productos lácteos. ....	6
Figura 3. Desglose del Consumo Lechero Mundial. ....	8
Figura 4. Valor biológico de proteínas comestibles. ....	13
Figura 5. Cantidad de aminoácidos esenciales en alimentos. ....	14
Figura 4. Proceso de concentración para suero de leche (50%) ....	18
Figura 5. Proceso para elaboración de natilla ....	20
Figura 8. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Sabor ....	27
Figura 7. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Textura. ....	27
Figura 11. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Olor.....	28
Figura 10. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Color.....	28
Figura 12. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Viscosidad.....	29
Figura 13. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en °Brix.....	29
Figura 14. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en pH.....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector lechero en el Ecuador ha presentado una mejora significativa, con un incremento en la producción de leche del 25% al 30%. Razón por la cual, el sector busca consolidar nuevos mercados para la venta de leche y sus derivados (CIL, 2018). Según el Centro de la Industria Láctea del Ecuador (CIL, 2019) en el país se producen alrededor de 5,3 millones de litros de leche diarios, con un excedente de alrededor de 250 mil litros de leche al día, cantidad de la cual se destina 1,2 millones de litros diarios para la producción de queso, generando 900 000 litros de suero.

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), en el país, la Sierra, aporta con una producción del 64.37% de leche, en la Costa el 29.99% y en el Oriente 5.67 %, con un crecimiento del 0.29%, 2.04%, y 0.79% en cada región respectivamente. En relación al promedio de litros de leche por vaca producidos, la región que se destaca es la Sierra con 7,11 litros/vaca, el Oriente ocupa el segundo lugar con 4,29 litros/vaca, y por último la Costa con 3,93 litros/vaca. La producción de leche beneficia alrededor de 298 mil ganaderos, y cerca de un millón y medio de personas dependen de manera directa e indirecta de esta actividad (Salazar et al., 2017).

La distribución de la industria láctea en el país se divide entre el mercado artesanal 10%, autoconsumo 37% e industria formal 53% con una amplia gama de productos como; leche en funda 19%, leche en cartón 16%, yogurt 15%, leche en polvo 9%, otros 3% y principalmente queso 37% (CIL, 2018). Paralelamente luego de la elaboración del queso, se obtiene un subproducto conocido como suero de leche (lactosuero). Por su composición, este subproducto, tiene potencial de uso en la industria alimentaria, siempre que cumpla con los requisitos establecidos para el desarrollo de bebidas lácteas con suero de leche

y lácteas compuestas, cuyo principal ingrediente es la leche, siendo productos de buena comercialización (Mendoza y Gozález, 2018).

El suero se obtiene en volúmenes casi iguales a la leche procesada utilizada durante la fabricación del queso. La producción mundial de suero se estima en 190 millones de toneladas al año (Baldasso et al., 2011). En promedio en todo el mundo, los volúmenes de suero están creciendo aproximadamente a la misma tasa que los volúmenes de leche > 2% por año (Smithers, 2008). En el país, existen 80 grandes empresas (más de 100 empleados) de productos lácteos y 4000 pequeñas empresas (número de empleados entre 10 y 49) (CIL, 2019).

El suero posee una DBO (demanda bioquímica de oxígeno) que es 175 veces mayor que el efluente de aguas residuales típico, razón que llevó a gobiernos y otras autoridades reguladoras a restringir y/o prohibir la eliminación del suero no tratado (Smithers, 2008). En el caso del sector lechero nacional, se ha visto afectado desde que fue instaurada la nueva reforma al artículo 308 del Código Orgánico Penal (COIP), donde se define que serán sancionados quienes utilicen, ofrezcan o vendan suero de leche con fines comerciales, exceptuando los que utilizan este insumo en estado pulverizado o concentrado (COIP, 2019; Samaniego Alcivar, 2019).

Los productores lecheros que manejan pequeñas queseras y que son la mayoría en esta industria contaminan ríos, acequias, quebradas, cuencas hidrográficas, campos, y disminuyen el potencial productivo del suelo debido a malas prácticas en la utilización y manejo del suero de leche (Brito et al., 2015).

El suero de leche es un subproducto que actualmente no es aprovechado en su totalidad, se genera en grandes cantidades de manera diaria. Las proteínas que componen este subproducto, tienen propiedades que permiten diversas aplicaciones en el campo alimentario principalmente el uso como sustituto de

otros ingredientes, componentes usados en esta industria y posee un alto valor biológico (Antonio et al., 2013), en general, su introducción en productos alimenticios es bien aceptada por los consumidores (Teixeira et al., 2012), por lo que actualmente es un recurso que puede ser explotado abriendo nuevas puertas y oportunidades en el mercado lácteo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

- Desarrollar un producto lácteo con concentrado de suero de leche.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar una natilla con concentrado de suero de leche.
- Realizar un análisis físico-químico de la natilla con concentrado de suero de leche.
- Determinar el nivel de aceptabilidad del producto.

## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Industria Láctea en el mundo**

#### **3.1.1. Producción Lechera**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) la producción lechera es una fuente de ingresos que representa una economía de pequeña escala, cuando es comparada con otros sistemas de ganadería debido al aporte de mano de obra que requiere (FAO, 2020b). Existen



aproximadamente 150 millones de hogares en el mundo dedicados a este negocio (FAO, 2020c).

La producción mundial de leche en el año 2018 fue de 864 107 mil millones de litros, de los cuales 703.7 mil millones de litros corresponden a leche de vaca equivalente al 81.4%, mientras que el porcentaje restante se subdivide en leche obtenida del ganado no bovino correspondiente a búfalo, cabra, oveja, camello. (OCLA, 2019c). El consumo de leche no bovina se encuentra vinculado según los territorios, como se observa en la Figura 1.



*Figura 1.* Consumo mundial de leche.

Adaptado de (Faye y Konuspayeva, 2012).

Los sistemas lácteos no ganaderos, ya sean intensivos o no, parecen ser una alternativa sostenible para satisfacer la creciente demanda, tanto en términos de cantidad como de calidad.

Entre las regiones a nivel mundial con mayor producción de leche en el 2018, destacan India, Pakistán y Europa Occidental que en conjunto representan el 47% de este top 10 (IFCN, 2019), se observan en la Tabla 1.

Tabla 1.

*Top 10 en producción mundial de leche*

<b>Países</b>	<b>2018 miles de millones de kg de leche</b>
Unión Europea	166,7
Estados Unidos	98,7
India	90,2
Brasil	34,7
China	30,8
Rusia	30,6
Nueva Zelanda	22,2
Turquía	20,0
Pakistán	17,4
México	12,4

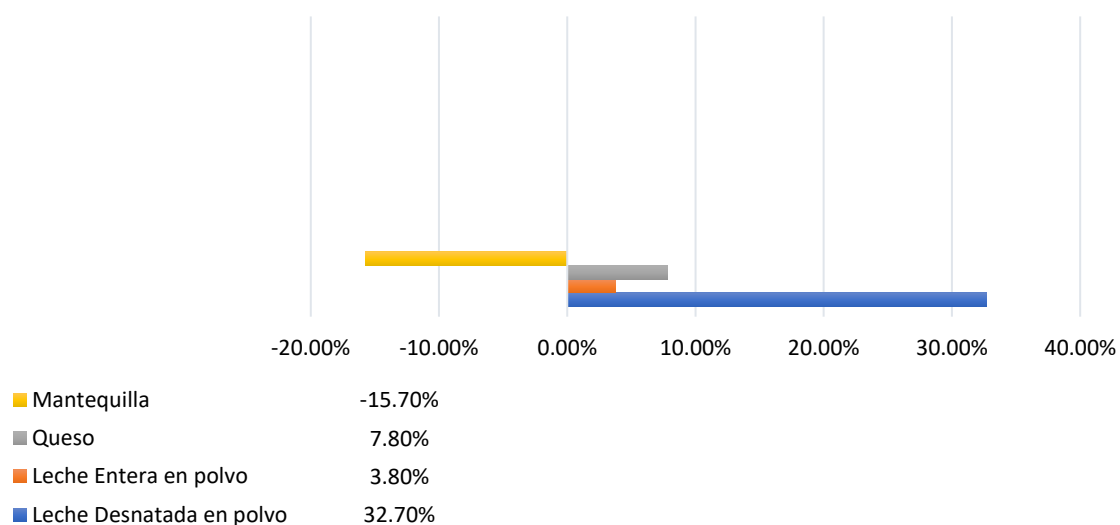
Adaptado de (OCLA, 2019d)

### **3.1.2. Precio productos lácteos**

Según el Indicador mundial de precios de leche de la International Farm Comparison Network (IFCN) el precio de la leche se ha mantenido en un nivel promedio de 35 USD / 100 kg de leche, lo que significa un cambio estructural en la demanda del mercado lo que podría asociarse al precio del petróleo, la sequía sufrida en países como Estados Unidos y Australia u otros eventos climáticos adversos en países del hemisferio sur, el precio de los alimentos, el bajo crecimiento de la producción lechera en la India o problemas económicos

internos como el caso de la devaluación de la moneda en Argentina (IFCN, 2019).

Los productos lácteos de mayor fluctuación interanual fueron: leche desnatada en polvo, leche entera en polvo, queso y mantequilla, cuyos porcentajes para el año 2019 se presentan en la Figura 2.



*Figura 2.* % Fluctuación precios de productos lácteos.

Adaptado de (FAO, 2020a).

Los precios se influenciaron, principalmente, por la fuerte demanda de importaciones, mientras los suministros eran escasos, especialmente de la Unión Europea, donde el crecimiento lento en las entregas de leche obligó a los productores a limitar los suministros puntuales para cumplir con los compromisos de exportación a largo plazo.

Los precios de productos lácteos como la mantequilla tienen una mayor presión a la baja debido al aumento de las disponibilidades de exportación, especialmente de Nueva Zelanda, mientras que las de la leche desnatada en

polvo, queso y leche entera en polvo incrementaron, reflejando una fuerte demanda de importación por parte del continente asiático (FAO, 2019).

Según (FAO, 2019), el comercio mundial de productos lácteos en 2019 fue de 76 millones de toneladas, un 0,8 por ciento más que en 2018. Dando un crecimiento de las importaciones para China. Nueva Zelanda y la Unión Europea se posicionaron en el suministro mundial gracias al aumento de la disponibilidad de exportaciones y los nuevos acuerdos comerciales. Los aranceles de represalia, la reducción de la demanda de productos de suero como alimento para cerdos y la fuerte competencia limitan las exportaciones de productos lácteos de los Estados Unidos, mientras que las disponibilidades de exportación más estrictas pesan sobre las exportaciones de Australia.

### 3.1.3. Mercado productos lácteos

El porcentaje de productos lácteos corresponde al 11,1% en el mercado mundial de los cuales 77,8 millones de toneladas son exportaciones, donde sus principales proveedores y compradores se detallan en la Tabla 2. El consumo per cápita mundial de productos lácteos es de 113 kg/hab/año, según la International Dairy Federation (IDF), en la Figura 3 se puede observar el desglose del consumo lechero mundial.

Tabla 2.

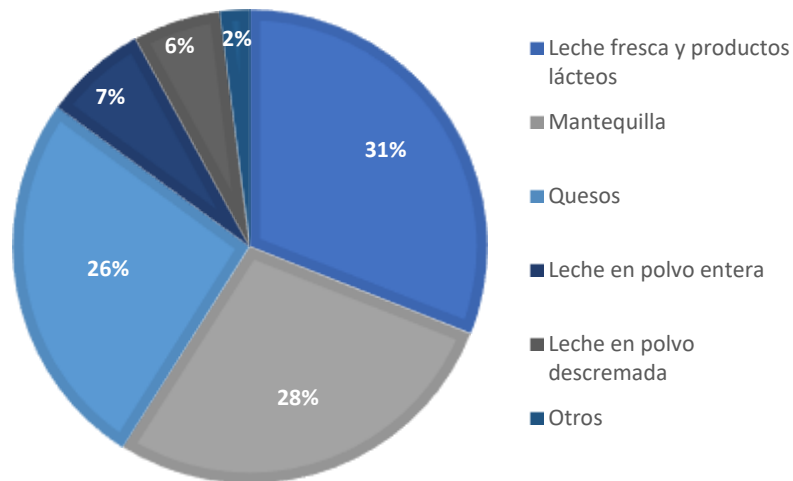
*Principales países proveedores y compradores de productos lácteos.*

<b>Principales Países Proveedores</b>		<b>Principales Países Compradores</b>	
Unión Europea	28%	China	12%
Nueva Zelanda	25%	Rusia	5%
Estados Unidos	15%	Arabia Saudita	5%

Australia	5%	México	5%
Bielorussia	5%	Argelia	5%
Argentina	2%	Japón	3%

Adaptado de (OCLA, 2019b)

Los productos que se presentan en la Figura 3, son aquellos con mayor participación en el comercio mundial de consumo lácteo, mismos que al ser relacionados con la estructuración de mercado (Tabla 2), muestran una oferta que se encuentra concentrada en ciertos países. Estos productos tienen una gran variedad dentro de cada una de sus líneas de producción, lo que abre una oportunidad para la venta y compra de productos elaborados a base de suero. Las propiedades de sus proteínas, permiten usarlo como sustituto de otros ingredientes y componentes en la industria alimentaria (Antonio et al., 2013).



*Figura 3.* Desglose del Consumo Lechero Mundial.

Tomado de (OCLA, 2019a).

### 3.2. LACTOSUERO

El lactosuero o suero de leche es un subproducto que se obtiene de la producción de quesos durante la separación del coaguló de leche por la precipitación de la caseína (Adolfo y Huertas, 2009). Este subproducto representa entre el 80% al 90% de la leche procesada en la industria quesera. El suero de leche contiene una alta proporción nutrientes como sólidos, lactosa, grasa, calcio, fósforo, potasio, cloruros, lactato, proteínas hidrosolubles como se observa en la Tabla 3, y alrededor del 50% de los nutrientes presentes en la leche (Antonio et al., 2013).

Además, contiene aproximadamente la mitad del total de sólidos (6.5% en peso) de leche, incluyendo el 20% de la proteína láctea total de los sólidos en el suero. La lactosa representa el 75% y la proteína cruda 13%, los otros sólidos en el suero son minerales, ácidos orgánicos, grasas lácteas (ricas en fosfolípidos) y varios componentes menores interesantes (Deeth y Bansal, 2018).

Tabla 3.

#### *Composición nutricional del suero dulce y ácido*

	<b>Suero Dulce (g/L)</b>	<b>Suero Ácido (g/L)</b>
<b>Sólidos Totales</b>	63.0 – 70.0	63.0 – 70.0
<b>Lactosa</b>	46.0 - 52.0	44.0 - 46.0
<b>Grasa</b>	0.0 - 5.0	0.0 - 5.0
<b>Proteína</b>	6.0 - 10.0	6.0 - 8.0
<b>Calcio</b>	0.4 - 0.6	1.2 - 1.4
<b>Fósforo (Fosfato)</b>	0.4 - 0.7 (1.0 - 3.0)	0.5 - 0.8 (2.0 - 4.5)
<b>Potasio</b>	1.4 - 1.6	1.4 - 1.6
<b>Cloruros</b>	1.1	1.1

<b>Lactato</b>	2.0	6.4
----------------	-----	-----

Adaptado de (Gómez Soto y Sánchez Toro, 2019; Motta Correa y Mosquera M., 2015)

El tipo de suero obtenido depende del proceso utilizado en la elaboración del queso, existen dos tipos, el primero se conoce como suero dulce cuyo contenido de lactosa es mayor y se obtiene mediante la acción de enzimas coagulantes, mientras que el suero ácido como su nombre lo indica se obtiene por la adición de ácidos minerales, orgánicos o inorgánicos y procesos fermentativos (Poveda E., 2013). El pH y los Grados Dormic sirven como indicadores para diferenciar el tipo de suero obtenido independientemente de su elaboración, con valores próximos entre  $< 4,5$  y  $< 20^\circ$  en el suero ácido, y  $> 6,0$  y  $> 50^\circ$  el suero dulce respectivamente (Callejas Hernández et al., 2012).

### **3.2.1. Contenido proteico**

Las proteínas del lactosuero, particularmente aquellas presentes en el suero obtenido por sinéresis en la elaboración del queso durante el corte de la cuajada (Sbodio y Revelli, 2012), difieren de las que se encuentran en el suero de leche ya que incluyen algunas proteínas de bacterias iniciadoras, metabolitos bacterianos, y glucomacropeptido (GMP), un producto de acción del cuajo sobre K-caseína. Por esta razón, el concentrado de proteína de suero de leche disponible comercialmente que está hecho de leche descremada y difiere del concentrado de proteína de suero que está hecho de suero obtenido de la elaboración de quesos (Deeth y Bansal, 2018).

El nitrógeno presente en los componentes del suero incluye proteínas solubles, conocidas colectivamente como las proteínas del suero, que se encuentran desnaturalizadas principalmente por tratamientos térmicos superiores a  $65^\circ\text{C}$ , y nitrógeno no proteico tal como péptidos pequeños, amoníaco y urea. Las

principales proteínas de suero de leche tanto en su forma nativa como calentada son altamente valoradas por sus funcionalidades físicas y fisiológicas (Price, 2018).

De las proteínas presentes en la leche, principalmente se compone de beta-lactoglobulina ( $\beta$ -Lg) que se encarga de la interacción con compuestos como el retinol y ácidos grasos, con la alfa-lacto albúmina ( $\alpha$ LA), que representa un 30% del total del contenido proteico, cuya su relación es de 3:1 respectivamente (Poveda E., 2013), mientras que el porcentaje restante de proteínas es ocupado por la inmunoglobulina, seroalbúmina, lactoferrina y transferrina en cantidades menores (Alvarado Carrasco y Guerra, 2010), además de la Kappa-caseína que representa entre el 20 al 25% de la proteína disuelta en el suero (Motta-correa y Mosquera, 2015).

### **$\beta$ -Lactoglobulina ( $\beta$ -Lg)**

La  $\beta$ -Lg es la proteína de suero más abundante en leches de rumiantes como ganado lechero, cabras, ovejas y búfalos (Ofteidal, 2013). En la leche bovina, la  $\beta$ -Lg representa aproximadamente entre el 10% y 12% de las proteínas totales en leche y 50% del total de proteínas de suero (O'Mahony y Fox, 2013).

En cuanto a la función que desempeña la  $\beta$ -Lg se le han atribuido algunas, a pesar de que no existe un consenso exacto de su función biológica. Algunos estudios le atribuyen principalmente su función nutricional como fuente de aminoácidos debido al alto contenido de aminoácidos azufrados lo que puede conducir a su participación en un sistema inmune activo, además de otras como unir minerales y transportarlos a través de las paredes del intestino (Deeth y Bansal, 2018).



### **$\alpha$ -Lactoalbúmina ( $\alpha$ LA)**

La  $\alpha$ -La es la segunda proteína de suero más abundante en la leche bovina, la cual contiene aproximadamente entre 1.2 y 1.5 g/L de  $\alpha$ -La (Deeth y Bansal, 2018), que representa aproximadamente 20% del total de proteínas de suero y aproximadamente 3.5% del total de proteínas en la leche, con un contenido muy alto de aminoácidos esenciales, 63.2% del contenido total de aminoácidos (O'Mahony y Fox, 2013).

La  $\alpha$ -La es la proteína de suero más estable al calor de la leche, un claro ejemplo se observa en la leche UHT (Ultra High Temperature), donde la  $\beta$ -Lg generalmente se desnaturaliza en más del 90%, mientras que la  $\alpha$ -La entre un 50% y 80%. La estabilidad se debe al hecho que su molécula tiene dos enlaces disulfuro, no posee grupos sulfhidrilo libres y se une a un ion de calcio, lo que a su vez puede provocar una disminución en su capacidad de formación de espumas, ya que en su estado nativo, la  $\alpha$ -La no está completamente saturada con calcio (O'Mahony y Fox, 2013).

La función biológica de esta proteína es la regulación de la síntesis y producción de lactosa en la fase acuosa de la leche. La concentración de lactosa en la leche es proporcional al contenido de  $\alpha$ -La, debido a que forma un complejo con la  $\beta$ -1,4-galactosiltransferasa-1, aumentando su afinidad por la glucosa 1000 veces, lo que permite una producción más eficiente de lactosa (Brew, 2013).

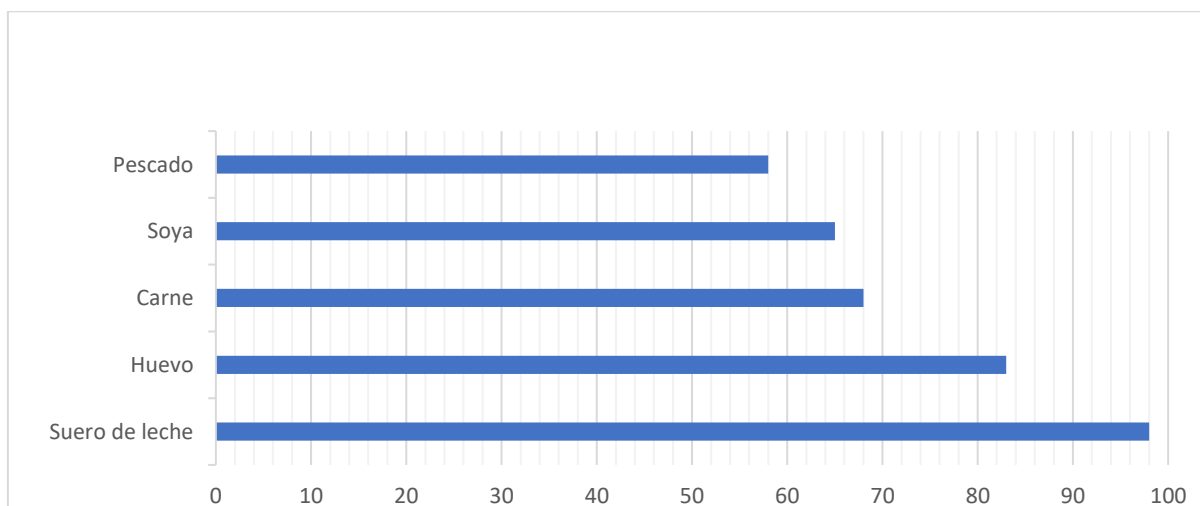
#### **3.2.2. Valor nutricional de las proteínas del suero de leche**

**Valor biológico (BV):** La proteína de suero tiene un BV que supera el de la proteína del huevo en aproximadamente un 15% (Smithers, 2008), y un rango de otras proteínas comestibles comunes se observan en la Figura 4. El valor biológico es una medida del porcentaje de un nutriente que es utilizado por el

cuerpo (Moore y Soeters, 2015), basada en la velocidad y cantidad de asimilación. La proteína de suero destaca y es la elegida por culturistas, atletas de élite y deportistas (Smithers, 2008).

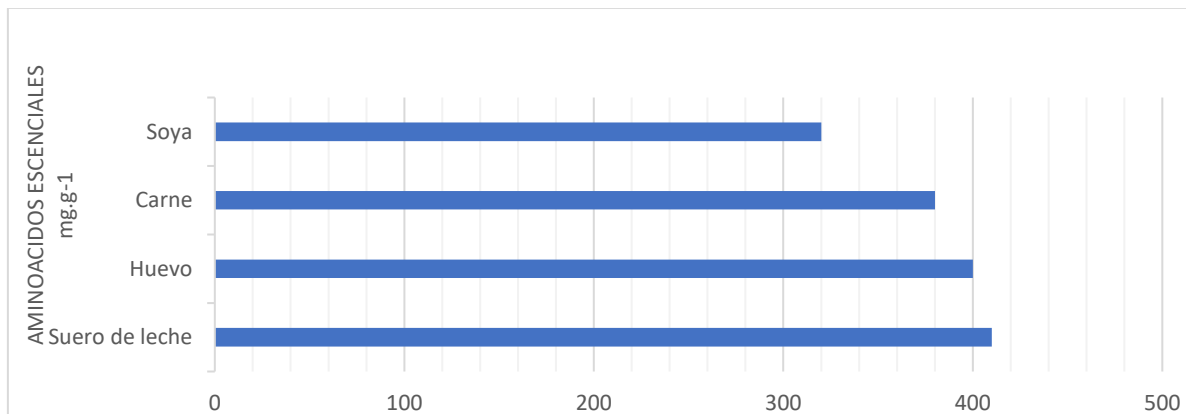
**Aminoácidos esenciales:** La proteína de suero es una fuente de aminoácidos esenciales en comparación con otros alimentos de alto valor proteico (Figura 5), y también tiene la cadena ramificada aminoácidos como: leucina, isoleucina y valina (Smithers, 2008). Estos últimos desempeñan un papel como reguladores metabólicos en la homeostasis de proteínas y glucosa, en el metabolismo de los lípidos, es decir su ingesta puede intervenir en el control de peso (Solak & Akin, 2012).

**Aminoácidos azufrados:** La proteína de suero fuente de aminoácidos azufrados (metionina, cisteína). Estos cumplen una función crítica como antioxidantes, precursores del potente antioxidante intracelular glutatión, y en el metabolismo de un carbono (Smithers, 2008).



*Figura 4.* Valor biológico de proteínas comestibles.

Tomado de (Smithers, 2008)



*Figura 5.* Cantidad de aminoácidos esenciales en alimentos.

Tomado de (Smithers, 2008)

### 3.2.3. Usos y alternativas del suero de leche

Las proteínas que componen al suero de leche, tienen propiedades que permiten diversas aplicaciones en el campo alimentario como sustituto de otros ingredientes y componentes (Antonio et al., 2013). La concentración de suero genera productos que pueden usarse como ingredientes con el objetivo de mejorar la solubilidad, gelificación, viscosidad, emulsión y la formación de espuma en alimentos (Alves et al., 2014).

El suero puede ser utilizado en la producción de alimentos funcionales para niños. Para obtener ingredientes proteicos, se emplean comúnmente tecnologías de separación de membrana (ultrafiltración, microfiltración y diafiltración) (Alves et al., 2014). La mayor ventaja de estas tecnologías de separación en comparación con los procesos fisicoquímicos es que son suaves térmicamente y puramente mecánicas, en las cuales las proteínas retienen su estructura nativa y, en consecuencia, sus propiedades tecnológicas y nutricionales (Poppi et al., 2010).

Después del procesamiento adecuado del suero líquido, se pueden obtener muchos productos, como el suero dulce seco (DSW); suero deslactosado desmineralizado (DLMW); lactosa refinada; concentrado de proteína de suero (WPC) con un contenido de proteína que varía de 35 a 80% (Bacenetti et al., 2018); aislado de proteína de suero (WPI) que contiene más del 90% de proteína e hidrolizado de proteína de suero (WPH) (Baldissera et al., 2011). Por lo tanto, el suero demuestra versatilidad y una amplia aplicación en la industria alimentaria fluido o en polvo, como WPC, WPI o WPH, lo que representa un uso alternativo racional de este residuo con un excelente valor nutricional (Teixeira Ribeiro Vidigal et al., 2012).

Entre los derivados del suero, el WPC destaca por sus importantes propiedades tecnológicas en diversos productos alimenticios: bebidas, postres, salsas, sopas, cremas de café, coberturas, merengues, alimentos infantiles, productos de pasta, lácteos, carne y panadería (Alves et al., 2014). Por lo tanto, en la gelificación, esta acción está asociada a su buena capacidad para absorber agua; en la viscosidad, por su alta solubilidad en un amplio rango de pH, especialmente en condiciones ácidas; en la emulsificación, la presencia de regiones hidrofílicas e hidrofóbicas en su estructura química; en la formación y la estabilización de la espuma y en el aumento del valor nutricional de estos productos (Alves et al., 2014; Teixeira Ribeiro Vidigal et al., 2012), en la Tabla 4 se observan ejemplos de las propiedades tecnológicas impartidas a los alimentos por WPC.

Tabla 4.

*Propiedades tecnológicas impartidas a los alimentos por WPC*

<b>Propiedad Tecnológica</b>	<b>Sector Alimentario</b>	<b>Porcentaje de proteína (%)</b>
Viscosidad	Postres	35

Solubilidad y estabilidad coloidal	Bebidas	35
Emulsificación	Aderezos, salsas, comida infantil	85
Espuma	Confitería	35
Elasticidad	Panadería	65
Gelatina	Lechería	65
Absorción de agua y grasa	Productos de carne	85

Adaptado de (Batista et al., 2018).

### 3.2.4. Impacto Ambiental

El principal problema asociado con el mal manejo de suero de leche proviene de su contenido nutricional, cuyo potencial puede afectar el medio ambiente, debido a que tiene una DBO muy alta que puede variar entre 40,000 a 60,000 mg / L y una demanda química de oxígeno (DQO) de entre 50,000 a 80,000 mg / L (Chatzipaschali y Stamatis, 2012). La carga de residuos de suero es equivalente a la de 100 a 175 veces el de un volumen similar de aguas residuales domésticas (Smithers, 2008). Este alto potencial contaminante hace que la eliminación del exceso de suero sea costosa. La lactosa presente en el suero, constituye entre el 70% al 72% del total de sólidos, por lo que se considera el componente principal que causa estos altos valores para DBO y DQO (Patel y Murthy, 2011).

El manejo inadecuado de este subproducto ocasiona serios problemas en el ecosistema al que es desechado, ya sea en los suelos disminuyendo su potencial productivo e intensificando procesos de erosión, resultante de la afección en su estructura físico-química; en afluentes provocando un desequilibrio acuático, agotando el oxígeno en el agua y provocando la muerte de los seres que habitan el ecosistema (Adolfo y Huertas, 2009), además de generar olores

desagradables debido a la acción microbiana que transforma la materia orgánica en compuestos que disminuyen el pH (Araujo Guerra et al., 2013), o contaminando el aire por la presencia de compuestos volátiles producto de la rumia de los animales, mismos que dañan la capa de ozono, el impacto producido puede ser cuantificado mediante la huella de carbono y la huella ecológica (Alfaro, 2013).

Los desechos resultantes de la elaboración de productos lácteos generan un impacto a nivel mundial, por lo que la responsabilidad ambiental en la industria lechera debe ser un tema prioritario, ya que la contaminación de los recursos naturales causa daños al ecosistema en que se localiza el sistema productivo (Alfaro, 2013), en la Tabla 5 se observa la contaminación generada por la industria láctea en Ecuador y América Latina.

Tabla 5.

*Tipo de contaminación en la industria láctea*

	<b>Contaminación atmosférica por empresa</b>	<b>Residuos sólidos por empresa</b>	<b>Residuos tóxicos y atmosféricos por empresa</b>	<b>Efluentes líquidos por empresa</b>
<b>Ecuador</b>	65 Tm/hora	80-100 ton/día	Baja	80.000-150.000 m <sup>3</sup> /día
<b>América Latina</b>	2000 Tm/hora	900-1000 ton/día	Alta	500.000-1000.000 m <sup>3</sup> /día

Adaptado de (Luque et al., 2018).

A pesar del poder contaminante del suero, este subproducto representa una fuente de proteínas y péptidos funcionales, lípidos, vitaminas, minerales y lactosa, que hasta hace poco ha empezado a ser reconocido, por estudios que

buscan dar a conocer su potencial y buen aprovechamiento que se le puede dar a este recurso. Son estos últimos componentes del suero, especialmente las proteínas y péptidos, y sus propiedades que han ayudado a transformar el suero a partir de un desecho material que a menudo ha sido rechazado, a una valiosa corriente láctea que contiene una gran cantidad de componentes disponibles para su explotación en los mercados agroalimentario, biotecnológico, médico y afines (Smithers, 2008).

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Obtención de concentrado de suero de leche

Para el desarrollo del producto se concentró el suero de leche al 50%, mediante el procedimiento que se describe en la Figura 6.

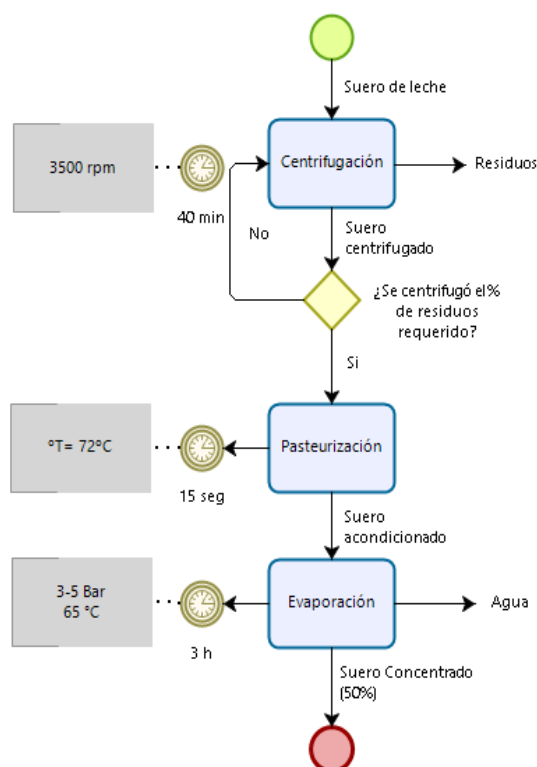


Figura 6. Proceso de concentración para suero de leche (50%)

El suero obtenido de la elaboración de quesos constituido por, residuos de grasa y caseína coagulada (Albarral, 2016), se concentró conforme a parámetros visuales. Primero el suero obtenido después de 24 horas, se centrifugó para separar las fases líquidas y sólidas, durante 40 minutos a 3500 rpm. Una vez centrifugado, se sometió a un proceso de pasteurización HTST (High Temperature Short Time) a una temperatura de 72°C por un tiempo de 15 segundos, y un enfriado a 15°C, para evitar que las proteínas termolábiles presentes en el mismo se desnaturalicen e inactivar enzimas y bacterias (Tirado et al., 2017).

Finalmente el proceso terminó cuando el suero fue concentrado al 50% de su volumen inicial dentro de un evaporador de flujo descendente por recompresión térmica del vapor, con presiones entre 5 a 7 bar , durante 3 horas y temperaturas hasta 65°C, bajo un sistema de vacío, lo que permite conservar sus características originales (Albarral, 2016), obteniendo como producto final suero concentrado al 50%.

#### **4.2. Formulación de natilla con concentrado de suero de leche**

El proceso de elaboración de la natilla con concentrado de suero de leche se observa en la Figura 7.



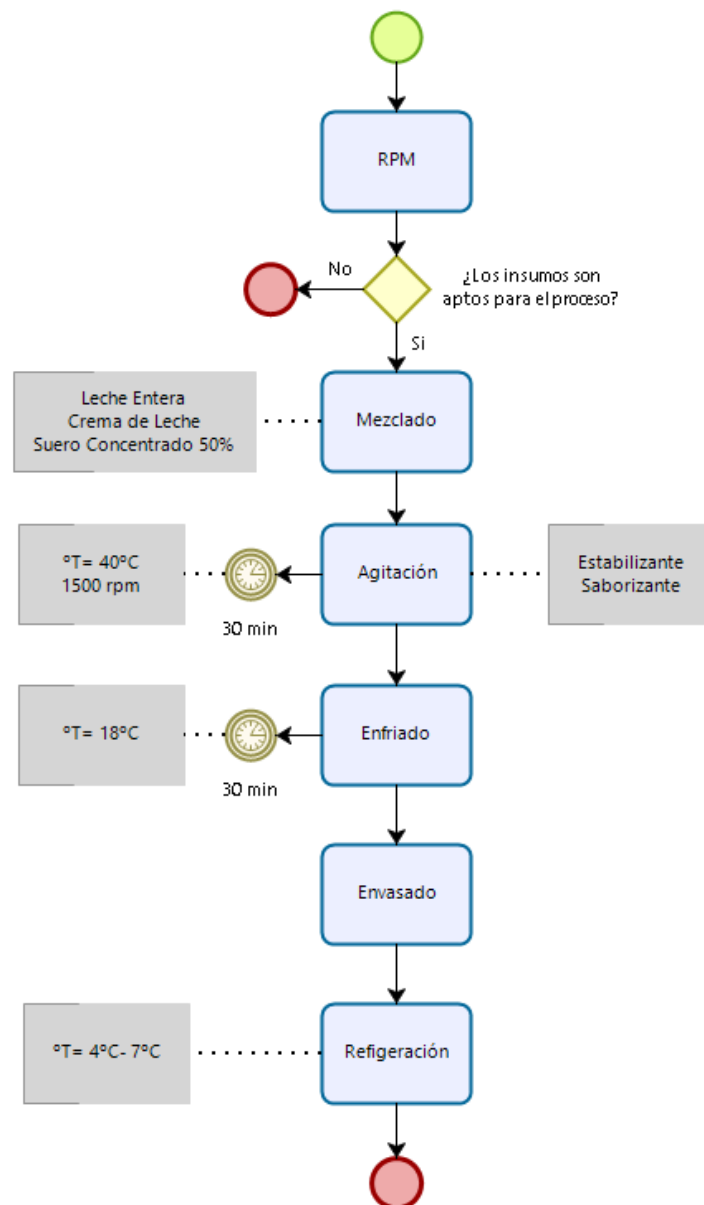


Figura 7. Proceso para elaboración de natilla

El proceso inició con un control de calidad en los insumos a utilizar en la elaboración de la natilla. Posteriormente se procedió a mezclar el concentrado de suero al 50%, la crema de leche y la leche entera en relación a las formulaciones establecidas para la natilla de vainilla (Tabla 6) y la natilla de chocolate (Tabla 7).

Tabla 6.

*Formulaciones natilla vainilla*

<b>Ingredientes</b>	<b>C1S1</b>		<b>C2S1</b>		<b>C3S1</b>	
	<b>Cantidad (g)</b>	<b>(%)</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>(%)</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>(%)</b>
Espesante 1	10	1.9	10	1.9	10	1.9
Espesante 2	6	1.2	6	1.2	6	1.2
Leche	175	33.7	87	16.8	0	0
Suero Concentrado (50%)	175	33.7	262	50.5	351	67.5
Crema de leche	60	11.5	60	11.5	60	11.5
Esencia de vainilla	1	0.19	1	0.19	1	0.19
Azúcar	25	4.8	25	4.8	25	4.8
Sorbato de potasio	0.1	0.02	0.1	0.02	0.1	0.02

Tabla 7.

*Formulaciones natilla chocolate*

<b>Ingredientes</b>	<b>C1S2</b>		<b>C2S2</b>		<b>C3S2</b>	
	<b>Cantidad (g)</b>	<b>(%)</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>(%)</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>(%)</b>
Estabilizante 1	8	1.52	8	1.46	8	1.46
Estabilizante 2	4	0.76	4	0.73	4	0.73
leche	175	33.1	87	15.9	0	0.00
Suero Concentrado (50%)	175	33.1	262	47.9	351	63.9
Crema de leche	45	8.53	45	8.23	45	8.20
Chocolate	20	3.79	20	3.66	20	3.65
Azúcar	35	6.64	35	6.40	35	6.38
Sorbato de potasio	0.1	0.02	0.1	0.02	0.1	0.02

La mezcla se sometió a calor, hasta que alcanzo una temperatura de 40°C por 60 minutos para evitar la desnaturalización de las proteínas presentes en la mezcla, durante este proceso se mantuvo una agitación constante a 1500 rpm, se agregaron los estabilizantes, saborizantes y demás ingredientes hasta

obtener la textura y características organolépticas definidas para el producto. Se dejó enfriar la mezcla a una temperatura alrededor de 18°C durante 30 minutos, concluido este tiempo se realizaron las pruebas definidas para medir °Brix, viscosidad y pH de la natilla. Posteriormente se verificaron los datos obtenidos y se envasó el producto dentro de un recipiente plástico sellado con una lámina de aluminio lo que permite una mejor conservación de la natilla. Finalmente, el producto fue almacenado en condiciones de refrigeración a una temperatura entre 4°C y 7°C.

En la tabla 6 y 7, se detallan las diferentes formulaciones para las natillas de vainilla y chocolate, las cuales contienen diferentes porcentajes en la cantidad de leche y concentrado de suero (50%), seguido de crema de leche, estabilizantes 1 y 2, componentes que brindan textura; azúcar, chocolate y saborizante de vainilla que otorgan sabor, y finalmente sorbato de potasio que actúa como conservante en el producto.

#### **4.3. Evaluación sensorial**

Las diferentes formulaciones se sometieron a una evaluación sensorial, para determinar la aceptabilidad del producto. Se evaluaron a 43 panelistas entrenados, especialistas en la cata de productos lácteos, como yogures y postres, considerados como potenciales consumidores del producto.

Para medir la aceptabilidad de las diferentes formulaciones, se utilizó una encuesta para cada sabor con sus variantes en relación a la cantidad de concentrado de suero de leche (50%) y leche entera, junto a una escala hedónica con criterios específicos del 1 al 5, para calificar los atributos del producto: textura, sabor, color y olor (Anexo 1). Los resultados obtenidos se analizaron mediante un modelo estadístico para determinar las formulaciones con mayor preferencia en cada sabor.

#### 4.4. Análisis Estadístico

El diseño experimental que se aplicó para determinar la mejor formulación fue un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 3x2 con 3 repeticiones. Se aplicó un análisis de varianza, mediante una prueba de Tukey con un grado de significancia de 0.01% lo que permitió determinar si existen diferencias significativas en los resultados de la evaluación sensorial entre los diferentes atributos y los resultados de las propiedades físico-químicas

Los factores y niveles de este diseño fueron; el concentrado de suero (50%) con tres niveles en relación a la cantidad de concentrado con el resto de ingredientes del producto 50% (C1), 75% (C2), 100% (C3) y los sabores para la natilla que corresponden a vainilla (S1) y chocolate (S2) en la Tabla 8 se presenta la descripción y codificación de los 6 tratamientos resultantes que formaron parte del experimento.

Tabla 8.

##### *Descripción de tratamientos del diseño experimental*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción (F1xF2)</b>	<b>Codificación</b>
T1	CS 50% - Vainilla	C1S1
T2	CS 50% - Chocolate	C1S2
T3	CS 75% - Vainilla	C2S1
T4	CS 75% - Chocolate	C2S2
T5	CS 100% - Vainilla	C3S1
T6	CS 100% - Chocolate	C3S2

## **4.5. Control de calidad de formulaciones**

### **4.5.1. Viscosidad**

Para esta prueba se utilizó un consistómetro de Bostwick, mismo que permite determinar de manera rápida las propiedades de flujo de sustancias fluidas viscosas (PCE, 2020), para ello se llenó la cámara pequeña del consistómetro con la muestra de natilla y se procedió a abrir la corredera conocida como guillotina, lo que permitió que la muestra salga hacia la cámara más grande del consistómetro y se extendiera a lo largo del escalado grabado en centímetros sobre el piso del mismo, obteniendo de esta manera la distancia de flujo.

El cálculo de viscosidad de la muestra se lo determinó mediante la distancia de flujo recorrida por la natilla a lo largo del escalado en un tiempo de 30 segundos. La precisión de los valores depende de que el viscosímetro se encuentre completamente nivelado de manera horizontal.

### **4.5.2. Proteína**

Para determinar el porcentaje de proteína en las natillas de mayor preferencia en la evaluación sensorial, se enviaron muestras de cada una, al laboratorio de análisis de alimentos y productos procesados LASA ubicado en la ciudad de Quito.

### **4.5.3. Contenido de azúcares totales**

Para determinar las concentraciones de azúcares totales se utilizó un refractómetro digital cuya exactitud de  $\pm 0.2\%$  Brix (HANNA, 2020), brinda valores con un menor porcentaje de error en relación a un refractómetro análogo, para lo cual se limpia la superficie del prisma de vidrio y se calibra con agua

destilada, se coloca la muestra y se toma la medición. La medición de grados Brix constituye la determinación del contenido de sacarosa pura en el agua: 1 grado Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) = 1 g de sacarosa / en 100 g de solución (Toledo, 2020).

#### **4.5.4. pH**

Para determinar el pH de la natilla se utilizó un pHmetro de sobremesa que emplea un método electroquímico que consiste en medir la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia de cloruro de plata y un electrodo de vidrio poroso que es sensible a la concentración de iones hidrógeno (FEMTO, 2020). El valor obtenido determina la acidez o alcalinidad de la muestra en una escala del 0 – 14, con un punto de neutralidad de 7, siendo 0 el valor más ácido y 14 el más alcalino (Andrade, 2018).

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. Desarrollo de la natilla con concentrado de suero de leche**

#### **5.1.1. Formulación de la natilla**

La formulación escogida para la natilla se determinó según los resultados de los análisis realizados en función de las diferentes formulaciones y sus porcentajes de concentrado de suero, debido a que pudiera percibirse un cambio en alguno de los atributos organolépticos del producto, o un proceso de sinéresis una vez envasado, donde se pudiera observar la separación del suero, a pesar de manejar un control de tiempos y temperaturas, junto con el uso de estabilizantes que ayudan a contrarrestar este problema, como en los resultados obtenidos por Acevedo et al., (2012), donde un control adecuado en el proceso de pasteurización y el aumento de sólidos totales en el producto disminuyen la sinéresis. El tratamiento escogido fue el C3S1 en el caso de la natilla de vainilla y el C3S2 para la natilla de chocolate.

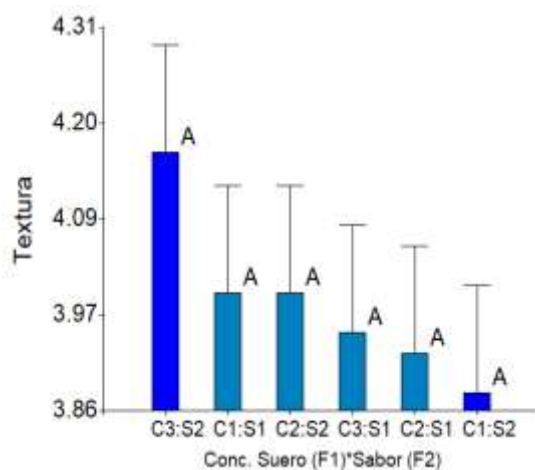
El sabor de la natilla debe ser suave y dulce, pero esta al ser elaborada con concentrado de suero en diferentes cantidades, puede tomar un ligero sobre sabor amargo, por lo que se utilizó saborizante de vainilla y chocolate en polvo con el fin de enmascarar sabores. Jonson, (2010) establece que, los ingredientes de suero, otorgan un sabor suave, lo que permite que otros sabores expresen todo su potencial, es decir que este subproducto no tiene un sabor difícil de eliminar, mejorar o modificar dependiendo el producto en el que se use.

En el mercado nacional la presencia de un producto bien consolidado como natilla es muy bajo y casi nulo, debido a que se comercializan en pequeñas tiendas, o como productos artesanales en ferias, además de productos con características similares como postres lácteos, pudines y flanes, en los cuales su principal componente es la leche ocupando entre un 70% a 80% de su composición. El objetivo de esta investigación es proporcionar un producto alternativo a los ya existentes en el mercado lácteo, saludable y agradable al consumidor, aprovechando un subproducto de la industria que actualmente es considerado como residuo y evaluar el efecto del concentrado de suero al 50% en diferentes cantidades, conocer su incidencia en las características organolépticas, propiedades físico-químicas y la aceptabilidad del producto.

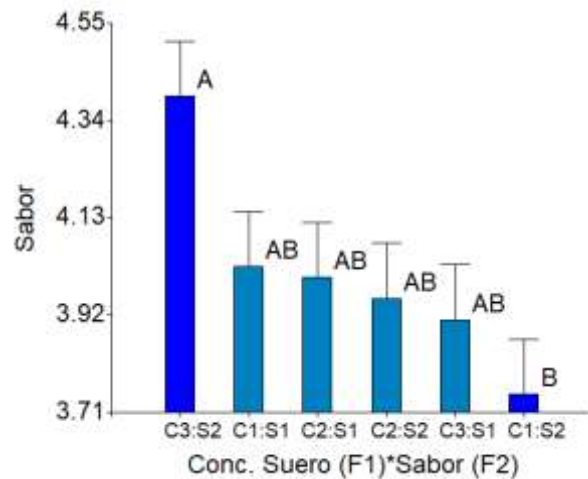
### **5.1.2. Evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de natilla**

Se realizó un análisis de varianza (ADEVA), para evaluar el nivel de preferencia de los tratamientos, como se observa en el Anexo 2 no existen diferencias significativas entre los atributos de las diferentes formulaciones, con excepción del sabor donde la interacción de sus factores muestra una diferencia significativa (Anexo 5), a pesar de no existir diferencias en los factores sin interacciones como se observa en el Anexo 3 y 4. Después de realizar el análisis de varianza y conocer las diferencias significativas de los factores y su interacción, se realizó una prueba de Tukey (1%) con un nivel de significancia

( $P < 0.01$ ), para determinar el promedio de la separación de medias y los mejores tratamientos para cada una de las variables evaluadas.



*Figura 8.* Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Textura.



*Figura 9.* Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Sabor

El análisis realizado no identifica una diferencia significativa en todos los atributos, pero se puede observar en la Figura 7, que la textura tiene una media superior al resto, para el sabor (Figura 8) los promedios con letras en común no tienen diferencias significativas pero al igual que en el atributo de la textura el mejor tratamiento corresponde a la natilla C3S2, como lo define la USDA, (2015), por sus propiedades funcionales versátiles que influyen en la apariencia de la estructura, textura, viscosidad, sensación en boca o retención del sabor del producto alimenticio, como el caso del yogur y productos similares en los que al usarse como ingrediente en su composición aumenta la viscosidad y textura.

En el caso del color y el olor se puede observar en las figuras 9 y 10, que no existen diferencias significativas en las formulaciones ya que las barras de los gráficos comparten una misma letra en común, sin embargo al comparar los



resultados de todos los atributos calificados en la evaluación sensorial, se puede observar que existe una media en común que sobresale del resto, la misma que corresponde a la natilla de chocolate con 100% concentrado de suero, es decir el tratamiento con mayor preferencia, mientras que la natilla de chocolate con 50% concentrado de suero es la formulación con menor aceptabilidad por parte de los panelistas.

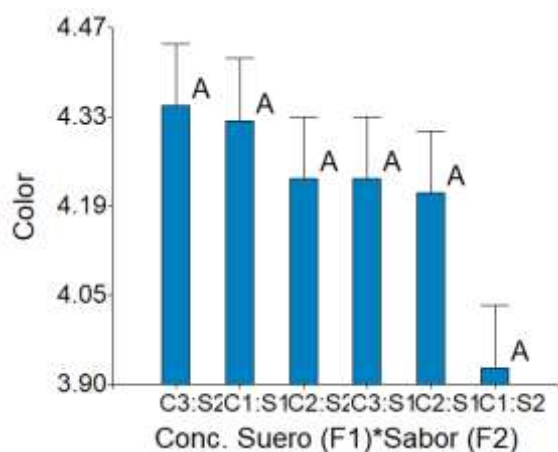


Figura 10. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Color

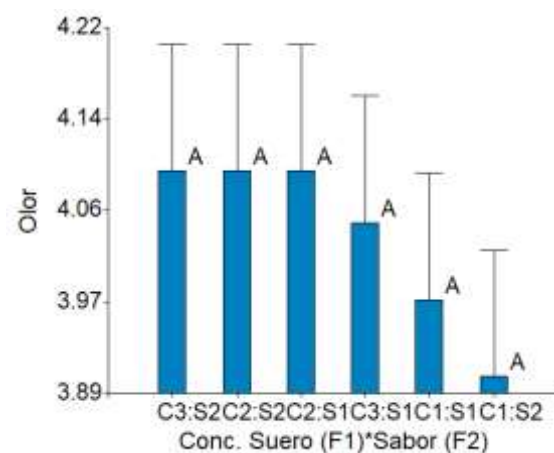


Figura 11. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Olor

### 5.1.3. Características físico-químicas

El análisis de las características físico-químicas de °Brix, pH y viscosidad (Anexo 6), demostró que existen diferencias significativas, en ambos factores (Anexo 7 y 8), mientras que en su interacción solo existen diferencias significativas en el pH (Anexo 9).

En la viscosidad se observan diferencias significativas entre sus medias, esta propiedad determina la textura de los alimentos y al comparar sus datos (Figura 12), con los resultados obtenidos en este atributo (Figura 7), se puede observar que tanto la media de aceptabilidad por parte de los panelistas, como la media

obtenida en las pruebas de viscosidad ocupan el promedio más alto entre los tratamientos, siendo este, la natilla (C3S2) y el promedio más bajo entre el tratamiento (C1S1) y (C2S2), lo que concuerda con Królczyk et al., (2016), que afirma que la consistencia del producto terminado tiene una influencia significativa en la elección del producto por parte de los consumidores. La textura del yogur y productos análogos, se puede mejorar aumentando la viscosidad, la estabilidad y reduciendo el riesgo de sinéresis. Además, la adición de proteína de suero les da una textura suave y cremosa; también aumenta su valor nutricional.

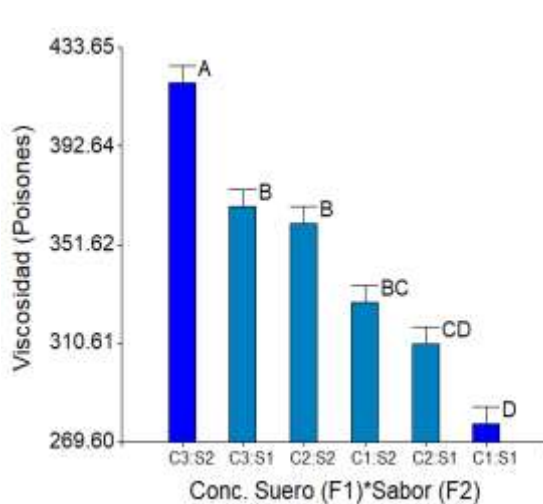


Figura 12. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en Viscosidad.

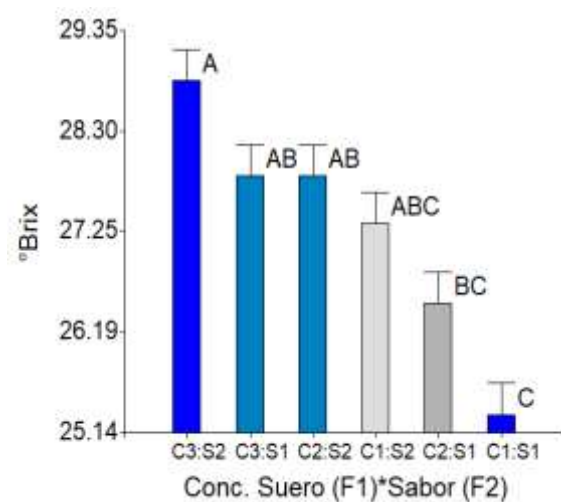


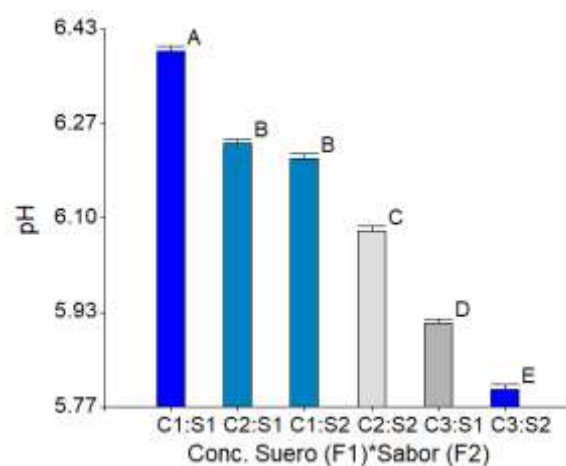
Figura 13. Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en °Brix

Al existir una mayor viscosidad se obtiene una mayor textura, es decir que la relación entre ambas variables es directa. La viscosidad permite determinar la calidad de alimentos que fluyen, sean líquidos o semisólidos, los resultados dependen de un buen cálculo de este atributo y está relacionada con el contenido de azúcares totales, como es el caso de la natilla C3S2, su alto contenido °Brix, potencia el sabor de la natilla dando un mayor dulzor y la viscosidad del producto, como los resultados obtenidos por Alvis et al., (2016), que correlacionó el efecto del cambio de temperatura y °Brix del cátsup con las distancias de Bostwick, obteniendo un modelo de la viscosidad aparente,

además de comprobar que el cálculo de la viscosidad con el consistómetro Bostwick tiene mayor precisión que las realizadas con otros métodos, debido a que esta técnica de la distancia del lujo recorrida en 30 segundos es de las más confiables y precisas para determinar la viscosidad del producto, debido al bajo error durante la medición.

En el caso de los datos obtenidos para el pH (Figura 14), existen diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que el suero utilizado tiene un pH de 6.5, valor que concuerda con el promedio obtenido en los resultados de Alava Viteri et al., (2014).

Según Adolfo y Huertas, (2009), conforme el suero de leche pase por un proceso de concentrado mayor, su pH será disminuirá, como se puede observar en el gráfico, donde los tratamientos entre 50% a 75% de concentrado de suero tienen valores de pH arriba de 6, mientras que aquellos entre 75% a 100% tienen un pH más ácido.



*Figura 14.* Separación de medias por prueba de Tukey (1%) para interacción de factores en pH

El tratamiento como mayor pH corresponde a la natilla C1S1, mientras que la media con un pH más bajo es la natilla C3S2. Según Egas Chávez, (2015), esto demuestra que la acidez del tratamiento, es ocasionada por el alto porcentaje de concentrado de suero en el contenido de la natilla y su mezcla con cacao, que sea en polvo o licor, aumenta la acidez en productos que lo utilicen como ingrediente, debido a que tiene un pH promedio de 5,3, esto en relación a su proporción con el producto.

Se logró desarrollar un producto utilizando concentrado de suero de leche al 50%, en el cual se pudo determinar que, en diferentes concentraciones, puede cambiar la textura y el sabor de la natilla. Al medir la viscosidad y el pH se concluye que el concentrado de suero en mayor proporción otorga una textura más espesa y disminuye los valores del pH haciendo que el producto sea ligeramente más ácido.

Los tratamientos con mayor preferencia en la evaluación sensorial corresponden a las natillas de vainilla y chocolate con mayor cantidad de concentrado de suero de leche, C3S1 y C3S2, por lo que se les realizó un análisis bromatológico para medir el porcentaje de proteína presente en cada uno (Tabla 9).

Tabla 9.

*Análisis contenido proteico*

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Parámetro analizado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Incertidumbre U(k=2)</b>
Natilla Vainilla	Proteína (f=6,38)	1.6	%	0.12
Natilla Chocolate	Proteína (f=6,38)	2	%	0.15

Los resultados del porcentaje proteico de las muestras analizadas, indican un mayor porcentaje de proteína en la natilla de chocolate (Anexo 10) con un 0.4% más que la natilla de vainilla (Anexo 11).

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

El estudio mostró que el método utilizado para concentrar suero y elaborar diferentes formulaciones a partir del mismo es efectivo. Este proceso produjo cambios mínimos en las características organolépticas del producto final, obteniendo una natilla con concentrado de suero sin diferencias significativas en comparación con productos o postres lácteos similares en el mercado.

La investigación demuestra que el uso de concentrado de suero de leche es una alternativa viable para formular nuevos productos, con buena aceptabilidad y contenido nutricional. Al evaluar las propiedades físico-químicas se tuvo que las formulaciones con la concentración C3 tuvieron un promedio mayor en los resultados del pH, °Brix y viscosidad, lo que potencia los atributos organolépticos de la natilla, aumentando la textura y el sabor, lo que resultó agradable, aumentando el gusto del producto al consumidor.

Las formulaciones C3S1 y C3S2, fueron aquellas con mayor preferencia por parte de los panelistas que evaluaron los diferentes tratamientos, lo que se presenta como una ventaja para el producto, debido a que favorecería su comercialización, al ser un producto cuyo ingrediente principal es el concentrado de suero, su precio de venta podría ser menor frente a otros productos lácteos y el aprovechamiento de este recurso sería mayor.

Las natillas obtenidas en ambos casos obtuvieron porcentajes de proteína menores a las de un concentrado, con 1.6%, y 2% respectivamente, pero que, en comparación con productos similares en el mercado, representa un producto con buen contenido proteico.

## 6.2. Recomendaciones

Se recomienda concentrar el suero dentro de 24 horas después de obtenido para evitar cúmulos de grasa, lo que aumenta su tiempo de vida útil y permite la obtención de un concentrado de mejor calidad, posteriormente mantener este almacenado en condiciones de refrigeración en un recipiente cerrado herméticamente.

Es recomendable que al someter al suero de leche al proceso de concentración en el evaporador este mantenga una temperatura constante que no exceda los 65 °C, para conservar las características nutricionales y evitar que las proteínas presentes en el mismo no se desnaturalicen.

En el proceso de mezclado, adición de aditivos y demás ingredientes de la formulación para la elaboración de natillas, se debe mantener una temperatura y agitación constante para obtener una mezcla homogénea sin grumos y con una textura lisa agradable al gusto.

Es recomendable envasar la natilla en caliente y esperar entre 15 a 30 minutos que se enfríe al ambiente para evitar que exista algún proceso de condensación dentro del envase una vez cerrado y puedan formarse gotas de agua que posteriormente afecten la calidad del producto.

## REFERENCIAS

- Acevedo, D., Rodríguez, A., & Fernández, A. (2012). Determinaciones oscilatorias de baja amplitud del suero costeño . *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 219–225.
- Adolfo, R., & Huertas, P. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 62(1), 4967–4982.
- Alava Viteri, C., Gómez de Illera, M., & Maya Pantoja, J. A. (2014). Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1, 22.  
<https://doi.org/10.23850/24220582.110>
- Alfaro, M. (2013). *Impacto ambiental | Tecnoláctea*. Consorcio Lechero.  
<https://www.consorcioblechero.cl/tecnolactea/main-impacto-ambiental/>
- Alvarado Carrasco, C., & Guerra, M. (2010). *Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos*.
- Alves, M. P., De Oliveira Moreira, R., Rodrigues Júnior, P. H., Carla De Freitas Martins, M., Tuler Perrone, Í., & Fernandes De Carvalho, A. (2014). SORO DE LEITE: TECNOLOGIAS PARA O PROCESSAMENTO DE COPRODUTOS Whey: technologies for coproducts production. *Revista Do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 69(3), 212–226.  
<https://doi.org/10.14295/2238-6416.v69i3.341>
- Alvis, A., Hernández, E., & García-Mogollón, C. (2016). Techniques of ketchup viscosity analysis (vol. 41).
- Andrade, J. C. (2018). Química analítica básica: os conceitos acido-base e a escala de pH. *Revista Chemkeys*, 1, 1–6.  
<https://doi.org/10.20396/chemkeys.v0i1.9642>
- Antonio, L., Rubio -Coordinador, S., Bermúdez, A., Roberto, H., Ortiz, B., Almario, F., Directora, M.-, Mojica, P., Cuéllar, G. S., Montoya, M.,

- Sebastián, J., & Camacho, C. (2013). *Uso del suero de leche en alimentos y sus sustitutos*.
- Araujo Guerra, Á. V., Monsalve Castro, L. M., & Quintero Tovar, A. L. (2013). *Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental Utilization of whey as a source of nutritional energy* (Vol. 4).
- Bacenetti, J., Bava, L., Schievano, A., & Zucali, M. (2018). *Whey protein concentrate (WPC) production: Environmental impact assessment*. *Journal of Food Engineering*, 224, 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.12.018>
- Baldasso, C., Barros, T. C., & Tessaro, I. C. (2011). *Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration*. *Desalination*, 278(1–3), 381–386. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.05.055>
- Baldissera, A. C., Betta, F. Della, Penna, A. L. B., & De Dea Lindner, J. (2011). *Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite*. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(4), 1497–1512. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n4p1497>
- Batista, M. A., Campos, N. C. A., & Silvestre, M. P. C. (2018). *Whey and protein derivatives: Applications in food products development, technological properties and functional effects on child health*. *Cogent Food & Agriculture*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1509687>
- Brew, K. (2013). *Advanced Dairy Chemistry. a -Lactalbumin*. In P. L. H. McSweeney & P. F. Fox (Eds.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (4th ed., Vol. 1A, Issue 9). Springer. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Brito, H., Santillán, A., Arteaga, M., Ramos, E., Villalón, P., & Rincón, A. (2015). *Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental*. *European Scientific Journal*, 11, 257–268.
- Callejas Hernández, J., Prieto García, F., Reyes Cruz, V. E., Marmo-Lejo



- Santillán, Y., & Marzo, M. A. M. (2012). *Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo* (Vol. 22, Issue 1).
- Cantón Albarral, E. (2016). Estudio del diseño de una planta de procesado para el aprovechamiento de lactosuero de quesería. *Universidad Politécnica de Cataluña*.
- Chatzipaschali, A. A., & Stamatis, A. G. (2012). Biotechnological utilization with a focus on anaerobic treatment of cheese whey: Current status and prospects. *Energies*, 5(9), 3492–3525. <https://doi.org/10.3390/en5093492>
- CIL. (2018). Datos del sector lechero. *Centro de Industria Láctea Del Ecuador*, 2018. [https://e152f73b-81b4-4206-a6ee-8b984b6a13b0.filesusr.com/ugd/6cc8de\\_513a9bb8db76451a9a74586d7902bb3b.pdf](https://e152f73b-81b4-4206-a6ee-8b984b6a13b0.filesusr.com/ugd/6cc8de_513a9bb8db76451a9a74586d7902bb3b.pdf)
- CIL. (2019). *Datos del sector | Centro de la Industria Láctea - CIL Ecuador*. <https://www.cilecuador.org/pagina-en-blanco-1>
- COIP. (2019). *CÓDIGO ORGÁNICO INTEGRAL PENAL*. [https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CEDAW/SharedDocuments/EQU/INT\\_CEDAW\\_ARL\\_ECU\\_18950\\_S.pdf](https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CEDAW/SharedDocuments/EQU/INT_CEDAW_ARL_ECU_18950_S.pdf)
- Deeth, H. C., & Bansal, N. (2018). *Whey proteins: From milk to medicine*. In *Whey Proteins: From Milk to Medicine*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02581-0>
- Egas Chávez, M. A. (2015). *Evaluación y análisis técnico financiero del proceso de prensado de licor de cacao (Theobroma cacao) para la obtención de manteca y polvo de cacao*.
- FAO. (2019). *Food Outlook Blannual report on global food markets*. 100. <http://www.fao.org/3/CA6911EN/CA6911EN.pdf>
- FAO. (2020a). *Dairy Market Review*. <http://www.fao.org/3/ca8341en/CA8341EN.pdf>
- FAO. (2020b). *Producción y productos lácteos: Economía*.

<http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/economics/es/>

- FAO. (2020c). *Producción y productos lácteos: Producción*. <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- Faye, B., & Konuspayeva, G. (2012). *The sustainability challenge to the dairy sector – The growing importance of non-cattle milk production worldwide*. *International Dairy Journal*, 24(2), 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.12.011>
- FEMTO. (2020). *Medidor de pH en alimentos*. <https://www.femto.es/medidor-de-ph-en-alimentos>
- Gómez Soto, J. A., & Sánchez Toro, Ó. J. (2019). Producción de galactooligosacáridos: alternativa para el aprovechamiento del lactosuero. Una revisión. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 129–158. <https://doi.org/10.14482/inde.37.1.637>
- HANNA. (2020). *Refractómetro digital para análisis de Brix en alimentos*. HANNA Instruments. <https://hannainst.com.mx/productos/linea/agricultura-e-hidroponia/refractometro-digital-para-analisis-de-brix-en-alimentos/>
- IFCN. (2019). *Global Dairy Trends and Drivers 2019*. International Farm Comparison Network.
- Jonson, B. (2010). Los productos de suero de leche de Estados Unidos en botanas y aderezos. *U.S. Dairy Export Council*, 1–8.
- Królczyk, J. B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., & Sołowiej, B. (2016). *Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry*. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(3), 157–165. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0052>
- Luque, A., Casares, J., & Masaquiza, V. (2018). *The waste management of the dairy industries: the case of Ecuador*. 1–17.
- Mendoza, M., & Gozález, P. (2018, November 26). Industria usa el 10% del suero

de la leche que se produce en el país. *El Comercio*.  
<https://www.elcomercio.com/actualidad/industria-suero-leche-produccion-ecuador.html>

Moore, D. R., & Soeters, P. B. (2015). The Biological Value of Protein. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, 82, 39–51.  
<https://doi.org/10.1159/000382000>

Motta-correa, Y., & Mosquera, M. (2015). Aprovechamiento del lactosuero y sus componentes como materia prima en la industria de alimentos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(1), 81–91.

Motta Correa, Y., & Mosquera M., W. J. (2015). Aprovechamiento del lactosuero y sus componentes como materia prima en la industria de alimentos. *Programa Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingenierías, Universidad de La Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia*, 13, 81–91.

O'Mahony, J. A., & Fox, P. F. (2013). Advanced Dairy Chemistry. Milk Proteins: Introduction and Historical Aspects. In P. L. H. McSweeney & P. F. Fox (Eds.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (4th ed.). Springer.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

OCLA. (2019a). *Desglose del Consumo Lechero Mundial*.  
<http://www.ocla.org.ar/contents/newschart/portfolio/?categoryid=8#cbp=/Contents/NewsChart/Details?chartId=12810799>

OCLA. (2019b). *Estructuración del Mercado Mundial de Productos Lácteos*.  
<http://www.ocla.org.ar/contents/newschart/portfolio/?categoryid=8#cbp=/Contents/NewsChart/Details?chartId=10015009>

OCLA. (2019c). *Producción Mundial de leche - todas las especies*.  
<http://www.ocla.org.ar/contents/newschart/portfolio/?categoryid=8#cbp=/Contents/NewsChart/Details?chartId=10130120>

OCLA. (2019d). *Top 10 en producción mundial*.  
<http://www.ocla.org.ar/contents/newschart/portfolio/?categoryid=8#cbp=/Contents/NewsChart/Details?chartId=10128118>

- Oftedal, O. . T. (2013). Advanced Dairy Chemistry. Origin and Evolution of the Major Constituents of Milk. In P. L. H. McSweeney & P. F. Fox (Eds.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (4th ed., Vol. 1A, Issue 9). Springer. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Patel, S. R., & Murthy, Z. V. P. (2011). Waste valorization: Recovery of lactose from partially deproteinated whey by using acetone as anti-solvent. *Dairy Science and Technology*, *91*(1), 53–63. <https://doi.org/10.1051/dst/2010036>
- PCE. (2020). *Viscosímetro ZXCON*. PCE Instruments. [https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/viscosimetro-endecotts-limited-viscos\\_metro-zxcon-det\\_404635.htm?\\_list=kat&\\_listpos=5](https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/viscosimetro-endecotts-limited-viscos_metro-zxcon-det_404635.htm?_list=kat&_listpos=5)
- Poppi, F. A., Costa, M. R., Rensis, D., Sivieri, C., & Cien, K. / U. (2010). Soro de leite e suas proteínas: Composição e Atividade Funcional. *Journal of Health Sciences*, *12*(2), 31–38.
- Poveda E., E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. In *Revista Chilena de Nutricion* (Vol. 40, Issue 4, pp. 397–403). Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400011>
- Price, J. (2018). History of the development and application of whey protein products. In *Whey Proteins: From Milk to Medicine*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812124-5.00002-3>
- Salazar, D., Cuichán, M., Ballesteros, C., Márquez, J., & Orbe, D. (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*.
- Samaniego Alcivar, M. M. (2019). *Reformas al Código Orgánico Integral Penal - COIP-, aceptadas por El Pleno de La Asamblea Nacional*. <https://www.meythalerzambranoabogados.com/post/reformas-al-código-orgánico-integral-penal-coip-aceptadas-por-el-pleno-de-la-asamblea-nacional>
- Sbodio, O. A., & Revelli, G. R. (2012). Coagulación de la leche. Desarrollo de un

- dispositivo para el “monitoreo” online del proceso. Avances en la Argentina. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 38(3), 236–246.
- Smithers, G. W. (2008). Whey and whey proteins-From “gutter-to-gold.” In *International Dairy Journal* (Vol. 18, Issue 7, pp. 695–704). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.03.008>
- Solak, B. B., & Akin, N. (2012). Health Benefits of Whey Protein: A Review. In *Journal of Food Science and Engineering* (Vol. 2).
- Teixeira Ribeiro Vidigal, M. C., Rodrigues Minim, V. P., Ceresino Berger, E., Mota Ramos, A., & Antonio Minim, L. (2012). Concentrado proteico do soro melhora a qualidade sensorial de sobremesa láctea diet. *Ciencia Rural*, 42, 2272–2279.
- Tirado, D., Yacub, B., Cajal, J., Murillo, L., Leal, R., Franco, M., Escobar, B., & Acevedo, D. (2017). *Pasteurizador de leche para la elaboración de suero costeño*. [https://www.researchgate.net/publication/323109608\\_Pasteurizador\\_de\\_leche\\_para\\_la\\_elaboracion\\_de\\_suero\\_costeno1](https://www.researchgate.net/publication/323109608_Pasteurizador_de_leche_para_la_elaboracion_de_suero_costeno1)
- Toledo, M. (2020). *Brix: los conceptos básicos*. MT Instrumentos. <https://www.mt.com/es/es/home/perm-lp/product-organizations/ana/brix-meters.html>
- USDA. (2015). *Whey Protein Concentrate (WPC)*. [https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Whey Protein Concentrate TR.pdf](https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Whey%20Protein%20Concentrate%20TR.pdf)

# **ANEXOS**

**Anexo 1.** Encuestas evaluación sensorial natillas con concentrado de suero.

Encuesta natilla vainilla con concentrado de suero

**Nombre:** .....

**Sexo:**  **M**  **F**

**Fecha:** .....

**Edad:** .....

Frente a usted hay 3 muestras de natilla. Pruebe cada una de las muestras y califique los atributos según los siguientes criterios:

- 1 Muy Malo
- 2 Malo
- 3 Regular
- 4 Bueno
- 5 Muy Bueno

**Muestra 356**

	1	2	3	4	5
<b>Textura</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Color</b>					
<b>Olor</b>					

**Comentarios**.....  
 .....  
 .....

**Muestra 824**

	1	2	3	4	5
<b>Textura</b>					
<b>Sabor</b>					
<b>Color</b>					
<b>Olor</b>					

**Comentarios**.....  
 .....  
 .....

**Muestra 615**

	1	2	3	4	5

Textura					
Sabor					
Color					
Olor					

Comentarios.....  
 .....  
 .....

¿Cuál de las muestras escogería?

356

824

615

Comentarios.....  
 .....  
 .....

¡MUCHAS GRACIAS!

Encuesta natilla chocolate con concentrado de suero

Nombre: .....

Fecha:

Sexo:

Edad:

M

F

Frente a usted hay 3 muestras de natilla. Pruebe cada una de las muestras y califique los atributos según los siguientes criterios:

- 1 Muy Malo
- 2 Malo
- 3 Regular
- 4 Bueno
- 5 Muy Bueno

Muestra 140

	1	2	3	4	5
Textura					
Sabor					



Color					
Olor					

Comentarios.....  
 .....  
 .....

**Muestra 210**

	1	2	3	4	5
Textura					
Sabor					
Color					
Olor					

Comentarios.....  
 .....  
 .....

**Muestra 420**

	1	2	3	4	5
Textura					
Sabor					
Color					
Olor					

Comentarios.....  
 .....  
 .....

¿Cuál de las muestras escogería?

140

210

420

Comentarios.....  
 .....  
 .....

¡MUCHAS GRACIAS!

**Anexo 2.** Análisis de varianza características organolépticas

F de V	gl	Textura		Sabor		Color		Olor	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
<b>Total</b>	257	184.97		169		139.28		178.69	
<b>Conc. Suero (F1)</b>	2	0.65	0.33 <sup>ns</sup>	3.17	1.59 <sup>ns</sup>	1.15	0.57 <sup>ns</sup>	1.14	0.57 <sup>ns</sup>
<b>Sabor (F2)</b>	1	0.19	0.19 <sup>ns</sup>	0.19	0.19 <sup>ns</sup>	0.47	0.47 <sup>ns</sup>	0.0039	0.0039 <sup>ns</sup>
<b>Conc. Suero (F1) x Sabor (F2)</b>	2	1.15	0.57 <sup>ns</sup>	6.66	3.33 <sup>**</sup>	3.19	1.6 <sup>ns</sup>	0.15	0.07 <sup>ns</sup>
<b>Rep.</b>	42	44.13	1.05 <sup>ns</sup>	27.5	0.65 <sup>ns</sup>	44.78	1.07 <sup>ns</sup>	57.52	1.37 <sup>ns</sup>
<b>EE</b>	210	138.84	0.66	131.48	0.63	89.69	0.43	119.88	0.57
<b>%CV</b>		<b>20.39%</b>		<b>19.76%</b>		<b>15.51%</b>		<b>18.73%</b>	

**Nota:** Superíndices con doble asterisco indican diferencias significativas para tratamientos ( $P < 0.01$ ) con prueba de Tukey y un nivel de significancia del 0.01; mientras letras minúsculas indican que no existen diferencias significativas ( $P > 0.01$ ).

**Anexo 3.** Prueba Tukey (1%). Factor 1. Características organolépticas

Concentrado de Suero (F1)		Textura	Sabor	Color	Olor
		Medias	Medias	Medias	Medias
100%		4.06	4.15	4.29	4.07 A
75%		3.97	3.98	4.22	4.09 A
50%		3.94	3.88	4.13	3.94 A

**Anexo 4.** Prueba Tukey (1%). Factor 2. Características organolépticas

Sabor	Textura	Sabor	Color	Olor
	Medias	Medias	Medias	Medias

Chocolate	4.02	4.03	4.17	4.03	A
Vainilla	3.96	3.98	4.26	4.04	A

**Anexo 5.** Prueba Tukey (1%). Interacción de F1xF2, características organolépticas.

<b>Textura</b>					
<b>Concentrado de suero (F1)</b>	<b>Sabor(F2)</b>	<b>Medias</b>			
100%	Chocolate	4.16	A		
50%	Vainilla	4	A		
75%	Chocolate	4	A		
100%	Vainilla	3.95	A		
75%	Vainilla	3.93	A		
50%	Chocolate	3.88	A		
<b>Sabor**</b>					
<b>Concentrado de suero (F1)</b>	<b>Sabor(F2)</b>	<b>Medias</b>			
100%	Chocolate	4.4	A		
50%	Vainilla	4.02	AB		
75%	Vainilla	4	AB		
75%	Chocolate	3.95	AB		
100%	Vainilla	3.91	AB		
50%	Chocolate	3.74	B		
<b>Color</b>					
<b>Concentrado de suero (F1)</b>	<b>Sabor(F2)</b>	<b>Medias</b>			
100%	Chocolate	4.35	A		
50%	Vainilla	4.33	A		
75%	Chocolate	4.23	A		
100%	Vainilla	4.23	A		
75%	Vainilla	4.21	A		
50%	Chocolate	3.93	A		
<b>Olor</b>					
<b>Concentrado de Suero (F1)</b>	<b>Sabor(F2)</b>	<b>Medias</b>			
100%	Chocolate	4.09	A		
75%	Chocolate	4.09	A		
75%	Vainilla	4.09	A		
100%	Vainilla	4.05	A		

50%	Vainilla	3.98	A
50%	Chocolate	3.91	A

### Anexo 6. Análisis de varianza propiedades físico-químicas

F de V	gl	°Brix		pH		Viscosidad (Poisones)	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM
<b>Total</b>	17	25.61		0.73		38668.71	
<b>Conc. Suero (F1)</b>	2	12.11	6.06**	0.61	0.31**	25499.75	12749.88* *
<b>Sabor (F2)</b>	1	9.39	9.39**	0.11	0.11**	11490.27	11490.27* *
<b>Conc. Suero (F1) x Sabor (F2)</b>	2	0.78	0.39 <sup>ns</sup>	0.004	0.002**	2.03	1.01 <sup>ns</sup>
<b>Rep</b>	2	0.11	0.06 <sup>ns</sup>	0.00014	0.000072 <sup>ns</sup>	145.32	72.66 <sup>ns</sup>
<b>EE</b>	10	3.22	0.32	0.0022	0.00022	1531.33	153.13
<b>%CV</b>		<b>2.08%</b>		<b>0.24%</b>		<b>3.60%</b>	

**Nota:** Superíndices con doble asterisco indican diferencias significativas para tratamientos ( $P < 0.01$ ) con prueba de Tukey y un nivel de significancia del 0.01; mientras letras minúsculas indican que no existen diferencias significativas ( $P > 0.01$ ).

### Anexo 7. Prueba Tukey (1%). Factor 1. Propiedades físico-químicas.

Concentrado de Suero (F1)	°Brix		Ph		Viscosidad (Poisones)	
	Medias		Medias		Medias	
100%	28.33	A	5.86	A	393.35	A
75%	27.17	AB	6.15	B	335.41	B
50%	26.33	B	6.3	C	302.27	C

**Anexo 8.** Prueba Tukey (1%). Factor 2. Propiedades físico-químicas.

	°Brix		pH		Viscosidad (Poisones)	
Sabor	Medias		Medias		Medias	
Chocolate	28	A	6.03	A	368.94	A
Vainilla	26.56	B	6.18	B	318.41	B

**Anexo 9.** Prueba Tukey (1%). Interacción de F1xF2, propiedades físico-químicas.

°Brix			
Concentrado de Suero (F1)	Sabor(F2)	Medias	
100%	Chocolate	28.83	A
100%	Vainilla	27.83	AB
75%	Chocolate	27.83	AB
50%	Chocolate	27.83	ABC
75%	Vainilla	26.5	. BC
50%	Vainilla	25.33	. C
pH**			
Concentrado de Suero (F1)	Sabor(F2)	Medias	
50%	Vainilla	6.39	A
75%	Vainilla	6.23	. B
50%	Chocolate	6.2	. B
75%	Chocolate	6.08	. C
100%	Vainilla	5.91	. D
100%	Chocolate	5.8	. E
Viscosidad (Poisones)			
Concentrado de Suero (F1)	Sabor(F2)	Medias	
100%	Chocolate	419.05	A
100%	Vainilla	367.65	. B
75%	Chocolate	360.29	. B
50%	Chocolate	327.48	. BC
75%	Vainilla	310.53	. CD
50%	Vainilla	277.06	. D

## Anexo 10. Análisis Bromatológico. % Proteico. Natilla Vainilla



LABORATORIO DE  
ENSAJO ACREDITADO  
POR A2LA CON  
CERTIFICADO #  
5524.01 / 5524.02

### INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA.01-07-20-R.2024-03  
ORDEN DE TRABAJO No. 20-1944

<i>INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE</i>		
<i>SOLICITADO POR: ANZOLA VEGA LUIS ENRIQUE</i>	<i>DIRECCIÓN: MITAD DEL MUNDO</i>	<i>TELÉFONO: 0987701560</i>
<i>TIPO DE MUESTRA: LECHE Y DERIVADOS</i>	<i>PROCEDECENCIA: PLANTA</i>	<i>FORMA DE CONSERVACIÓN: REFRIGERACIÓN</i>
<i>NOMBRE DEL PRODUCTO: NATILLA DE SUERO (Vainilla)</i>		<i>IDENTIFICACIÓN: CSSJ</i>
<i>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</i>		
<i>MUESTREO POR: SOLICITANTE</i>	<i>FECHA MUESTREO: N.A.</i>	<i>INGRESO AL LABORATORIO: 26-06-2020</i>
<i>FECHA DE ANÁLISIS: 26-06-2020/01-07-2020</i>		<i>FECHA DE ENTREGA: 01-07-2020</i>
<i>COD. MUESTRA: 20-5925</i>		<i>REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO</i>

### ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

PARAMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANÁLISIS	INCERTIDUMBRE U (k=2)
PROTEINA (f = 6,38)	1,6	%	*PEELASA.FQ.11 AOAC 991.20	± 0,12

- Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA
- Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA

**Dr. Marco Guisarte Buales**  
**GERENTE DE LABORATORIO**

## Anexo 11. Análisis Bromatológico. % Proteico. Natilla Chocolate



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR A2LA CON  
CERTIFICADO #  
5524.01 / 5524.02



### INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA.01-07-20-E.80244  
ORDEN DE TRABAJO N°. 20-1943

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: INPROLAC	DIRECCIÓN: CAYAMBE: AV. VICTOR CARTAGENA N6-37 Y 24 DE MAYO	TELÉFONO: 022364458 Ext. 122
TIPO DE MUESTRA: LECHE Y DERIVADOS	PROCEDECENCIA: PLANTA	FORMA DE CONSERVACIÓN: REFRIGERACIÓN
NOMBRE DEL PRODUCTO: NATILLA DE SUERO (Chocolate)	IDENTIFICACIÓN: CSS2	
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA MUESTREO: N.A.	INGRESO AL LABORATORIO: 26-06-2020
FECHA DE ANÁLISIS: 26-06-2020/01-07-2020	FECHA DE ENTREGA: 01-07-2020	
COD. MUESTRA: 20-5926	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

### ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

PARAMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANÁLISIS	INCERTIDUMBRE U (k=2)
PROTEINA (f = 6,38)	2,0	%	PEELASA.FQ.11 AOAC 991.20	± 0,15

- Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA
- Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA

**Dr. Marco Guizaro Ruales**  
GERENTE DE LABORATORIO

