UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



Diseño y desarrollo de un queso fresco funcional utilizando pulpa de *Myrciaria dubia. HBK (*camu camu)

***TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE* INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

Milvia Nelida León Cárdenas

ASESORADO POR:

Ing. MSc. Manuel Ricardo Guerrero Ochoa

Yarinacocha – Perú

2022

ANEXO 16: ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En el espacio virtual generado con la aplicación Google meet, activada para la sustentación de tesis, en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, ubicada en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, ciudad capital de Pucallpa, a las 12:45 horas del día trece de abril del 2022, se reunió el Jurado de Tesis, presidido por el Ing. **MSc. IRIS OLIVIA RUÍZ YANCE** e integrado por el Ing. **Darwin Josué Estacio Albornoz** y la Ing. **MSc. Ursula Vanessa Monteiro Temmerman** en calidad de miembros, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada: **"DISEÑO Y DESARROLLO DE UN QUESO FRESCO FUNCIONAL UTILIZANDO PULPA DE CAMU CAMU"**, cuya responsabilidad corresponde al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **MILVIA NÉLIDA LEÓN CARDENA** a fin de optar el Título Profesional de **Ingeniero Agroindustrial**.

Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado, cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:

JURADO DE TESIS		NOTA
Presidente	Ing. MSc. Iris Olivia Ruiz Yance	28
Miembro	Ing. Darwin Josué Estacio Albornoz	17
Miembro	Ing MSc. Ursula Vanessa Monteiro Temmerman	23
	PROMEDIO	**23**

El Jurado después de deliberar y calificar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes declara la sustentación como **APROBADO** asignándole un calificativo de **BUENO (23)** puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

Siendo las 14:40 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación, firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

Ing. MSc. Iris Olivia Ruiz Yance	**Ing. Darwin Josué Estacio Albornoz**	**Ing. MSc. Ursula Vanessa Monteiro Temmerman**
		
.....	.....	.....
Presidente	***Miembro***	***Miembro***

Nombre del Asesor: Ing. MSc. Manuel Ricardo Guerrero Ochoa .....

Distribución: Integrantes del Jurado de Tesis, tesista y Archivo FICA (Todas con firmas en original).

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA

N°019-2022

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN QUESO FRESCO FUNCIONAL UTILIZANDO PULPA DE CAMU CAMU (MYRCIARIA DUBIA. HBK.)

Cuyo autor es : **LEÓN CÁRDENAS, MILVIA NELIDA.**

Facultad : FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Profesional : INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 9%.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el **artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **SI contiene un porcentaje aceptable de similitud y/o plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.**

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 30/03/2022

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA - UCAYALI

Dr. Jesús Taylar Dávila Francia
Jefe de la Oficina de Biblioteca Central

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a Dios por la vida y la salud que me concede, a mis queridos padres, y a mis hijos por brindarme su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por que sin la ayuda de Dios nada es posible, a mis padres y mis hijos porque son mi motor y alegría para seguir luchando por mis sueños.

A la Universidad Nacional Intercultural de Amazonia, a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarme el espacio, el tiempo y los instrumentos necesarios para el desarrollo de mi tesis.

A mi asesor de tesis Ingeniero Manuel Ricardo Guerreo Ochoa, por su orientación, paciencia y esfuerzo necesarios para llevar a cabo esta tesis.

A la Vicepresidencia de Investigación, Dr. Gilberto Domínguez Torrejón, por su apoyo en la realización de mi tesis.

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por su consejo y apoyo en la realización de esta tesis.

INDICE GENERAL

Pág.

I. INTRODUCCION 1

II. REVISION DE LITERATURA 2

2.1. antecedentes de la investigación 2

2.2. El camu camu 3

2.2.1. Distribución geografica 3

2.2.2. Descripción botánica 4

2.2.3. Antecedentes históricos y usos 4

2.2.4. Composición química 5

2.2.5. Propiedades funcionales 5

2.3. La leche 5

2.3.1. Composición química de la leche 6

2.3.2. Derivados lácteos 7

2.4. Queso 7

2.4.1. Tipos de quesos 7

2.4.2. Queso fresco 7

2.5. Análisis sensorial 11

2.5.1. Prueba hedónica (escala de nueve puntos) 111

2.5.2. Propiedades y características organolépticas. **¡Error! Marcador no definido.**1

2.6. Diseño de cribado 12

2.7. Metodología de superficie de respuesta 123

2.8. Términos básicos 13

III. MATERIALES Y MÉTODOS 15

3.1. Lugar de ejecución 15

3.2. Material experimental 15

3.2.1. Material biológico 15

3.2.2. Reactivos 15

3.2.3. Materiales y equipos de procesos 15

3.2.4. Instrumentos y equipos de laboratorio 16

3.3. Métodos de Análisis 17

3.3.1. Análisis fisicoquímico 17

3.4. Metodología experimental 17

3.4.1. Obtención de las muestras 17

3.4.2. Obtención de la pulpa de Camu camu 18

3.4.3. Elaboración de queso fresco con adición pulpa de camu camu y cuajo 19

3.4.4. Evaluación sensorial.....21

3.5. Diseño experimental 21

3.6. Análisis estadístico 21

IV. RESULTADOS Y DISCUSION 234

4.1. Caracterización fisicoquímica de la leche y la pulpa de camu camu para la obtención de queso fresco.....234

4.1.1. Caracterización fisicoquímica de la leche 234

4.1.2. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de camu camu.....245

4.2. Determinación de los parámetros de proceso más significativos que influyen en el rendimiento del queso. 267

4.3. Modelamiento y maximización del rendimiento utilizando la metodología de superficie de respuesta 30

4.4. Evaluación sensorial.....33

4.4.1. Evaluación del color del queso con pulpa de camu camu.....323

4.4.2. Evaluación del olor del queso con pulpa de camu camu 334

4.4.3. Evaluación del sabor del queso con pulpa de camu camu.....356

4.4.4. Evaluación de la textura del queso con pulpa de camu camu.....367

4.4.5. Evaluación de la apariencia general del queso con pulpa de camu camu ...378

4.5. Análisis fisicoquímico del queso con pulpa de camu camu.....41

V. CONCLUSIONES.....43

VI. RECOMENDACIONES.....44

VII. BIBLIOGRAFIA 45

VIII. ANEXO.....53

INDICE DE CUADROS

		Pág.
1	Clasificación botánica del camu camu	4
2	Requisitos fisicoquímicos de la leche entera cruda	5
3	Composición química de la leche	6
4	Tratamiento para la obtención del queso	22
5	Características fisicoquímicas de la leche fresca	24
6	Características fisicoquímicas de la pulpa de camu camu	26
7	Resultados de la aplicación del diseño de cribado en el rendimiento del queso	27
8	Coeficientes de regresión para rendimiento	30
9	Resultados de la evaluación del color del queso con pulpa de camu camu	32
10	Resultados del olor del queso con pulpa de camu camu	34
11	Resultados del sabor del queso con pulpa de camu camu	36
12	Resultado de la textura del queso con pulpa de camu camu	37
13	Evaluación de la apariencia general del queso con pulpa de camu camu	39
14	Análisis fisicoquímico del queso con pulpa de camu camu	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

1. Diagrama de la elaboración de queso fresco.....10
2. Diagrama de flujo del proceso para la obtención
de pulpa de camu camu…….....18
3. Diagrama de elaboración de queso fresco con
adición de pulpa de camu camu y cuajo……. 20
4. Diagrama de Pareto Estandarizada para el rendimiento del
queso con pulpa de camu camu……. 28
5. Correlación entre valores experimentales (actual) versus los valores estimados
(predictec)……..……. 31
6. Optimización basada en cálculo de deseabilidad máxima (d=1000) para el
rendimiento del queso……..32
7. Grafica radial de la media de los tratamientos con los atributos……40

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue diseñar y desarrollar un queso fresco funcional de alta aceptación utilizando pulpa de *Myrciaría dubia* HBK. (Camu camu) como fuente de ácido ascórbico y co-coagulante. Se aplicó un diseño de cribado 2^5-2 con los siguientes factores: concentraciones de cloruro de calcio, cloruro de sodio y cuajo; temperatura y pH, sobre la respuesta: rendimiento del queso. Los factores que resultaron significativos ($p \leq 0.05$) fueron en orden descendente: concentración de cuajo, pH y concentración de cloruro de sodio. La ecuación encontrada que modela este comportamiento es: Rendimiento = 17.75357 + 1.56625 cloruro de sodio + 214.75 cuajo - 3.38393 pH, con un valor de R^2=0.9627, que demuestra un ajuste alto del modelo. Los parámetros que maximizan el rendimiento (17.2415%) fueron: cloruro de sodio 5.95466 g/L, cloruro de calcio 0.1g/L, cuajo 0.0280924 g/L, temperatura 36°C y pH 4.69024. La evaluación sensorial de los tratamientos utilizando una escala hedónica de 9 puntos demostró que los tratamientos T8 y T4 tuvieron la mayor aceptación en color, olor, textura, apariencia general y sabor. Se eligió al tratamiento T4 como el mejor debido al mayor uso de pulpa de camu camu y por ende mayor vitamina C en el queso. El análisis fisicoquímico del queso con pulpa de camu camu (T4) mostró un contenido de humedad de 51%, grasa 20.5%, ceniza 3.4%, proteína 20.2%, carbohidratos 4.9% y calorías 284.9 Kcal/100 g, con un importante contenido de vitamina C de 104.4 mg de ácido ascórbico/100 g obteniéndose un queso fresco de tipo funcional.

Palabras clave: queso fresco funcional, diseño de cribado, vitamina c, camu camu, escala hedónica.

ABSTRACT

The objective of this work was to design and develop a highly accepted functional fresh cheese using pulp of *Myrciaría dubia* HBK.(camu camu) as a source of ascorbic acid and co-coagulant. A 2^5-2 screening design was applied with the following factors: concentration of calcium chloride, sodium chloride and rennet; temperature and pH, on the response: cheese yield. The factors that were more significant ($p < 0.05$) were in descending order: rennet concentration, pH, and sodium chloride concentration. The equation found that models this behavior is: Yield = 17.75357+ 1.56625 * sodium chloride + 214.75 * rennet - 3.38393 * pH, with a value of R2 = 0.9627, which shows a high fit of the model. The parameters that maximize the yield (17.2415%) were: sodium chloride 5.95466 g/L, calcium chloride 0.1g/L, rennet 0.0280924 g/L, temperature 36 °C and pH 4.69024. Sensory evaluation of the treatments using a 9-point hedonic scale showed that treatments T8 and T4 had the highest acceptance in color, odor, texture, general appearance and taste. Treatment T4 was chosen as the best due to the greater use of camu camu pulp and therefore greater vitamin C in the cheese. The physicochemical analysis of the cheese with camu camu pulp (T4) showed a moisture content of 51%, fat 20.5%, ash 3.4%, protein 20.2%, carbohydrates 4.9% and calories 284.9 Kcal / 100 g, with an important content of vitamin C of 104.4 mg of ascorbic acid / 100 g, obtaining a fresh cheese of a functional type.

Keywords: functional fresh cheese**,** screening design, vitamin c, camu camu, hedonic scale.

I. INTRODUCCION

El queso es un producto lácteo obtenido de la coagulación enzimática o ácida de la leche, que debido a su naturaleza perecedera se transformó buscando conservar la mayoría de sus propiedades nutricionales, con la finalidad de obtener un producto que se encuentre entre los mejores alimentos del hombre no sólo por su alto valor nutritivo, sino también por sus cualidades organolépticas, y que sin embargo, como lo menciona Medina (2014), es deficiente en vitaminas como la D y la C.

Por otro lado, tenemos al camu camu, una especie frutal nativa de la amazonia peruana, cuya importancia radica en el alto contenido de ácido ascórbico (vitamina C) presente en los frutos. Posee excelentes propiedades nutricionales y antioxidantes que pueden aportar con la protección celular, en especial en condiciones de estrés oxidativo, y prevenir enfermedades degenerativas (Mejia 2001), considerado de esta manera como un alimento funcional, pues por definición son “alimentos que además de los efectos nutricionales que poseen presentan compuestos biológicos con efectos benéficos para salud, mejorándolo o reduciendo el riesgo de sufrir enfermedades (Molina 2012).

Considerando el hecho de que el interés por alimentos que contribuyen a mejorar la salud de las personas es cada vez mayor, que el queso es un alimento importante en la dieta alimentaria de las personas y que el camu camu representa una alternativa muy buena para el desarrollo de productos funcionales, se ha considerado la necesidad de su incorporación en forma de pulpa en el procesamiento del queso, obteniendo así un producto funcional, con un mayor valor agregado, alternativo a los quesos frescos convencionales, y aún más al queso ucayalino, que si bien es cierto es elaborado por coagulación ácida con zumo de limón, la vitamina C aportada termina destruyéndose debido a las altas temperaturas de proceso (>80°C), por la naturaleza termolábil de dicha vitamina.

Además del enriquecimiento, la utilización de pulpa de camu camu ha permitido incorporar al queso fresco características sensoriales (olor, sabor, color y textura) altamente aceptables, logrando así un alimento que cumple con todos los requerimientos nutricionales, sensoriales y de calidad que los consumidores precisan.

Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo general diseñar y desarrollar un queso fresco funcional de alta aceptación utilizando pulpa de *Myrciaría dubia*. HBK. (Camu camu) como fuente de ácido ascórbico y como co-coagulante.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Los antecedentes que se muestran a continuación muestran lo más importante y relevante de investigaciones anteriores para la determinación del estado del arte, así como el principal aporte para la determinación de los factores y niveles de los parámetros de proceso, así como los materiales y métodos que se utilizarán en la presente investigación:

Ferrandini (2006), caracterizó fisicoquímica, microbiológica, reológica y sensorial el queso de Murcia (España), elaborando con vino (que aporta la acidez para la coagulación) y cuajo natural en pasta, que consistió en cuatro diferentes cuajos en pasta de cordero. Demostrando principalmente que los quesos obtenidos muestran características sensoriales particulares, son algo amargos y picantes.

Arciniega (2010), evaluó la incorporación de ácido cítrico y ácido láctico en la elaboración de queso *Zamorella*, realizando 3 tratamientos: ácido cítrico al 100%, ácido láctico al 100% y la mezcla de ácido cítrico y ácido láctico en partes iguales. Se realizó un análisis exploratorio de aceptación sensorial con 20 panelistas no entrenados. Las características que se evaluaron fueron: textura, color y pH. Los tratamientos que obtuvieron mejor aceptación general de 8.51 y 7.92 fueron los con ácido láctico y ácido cítrico, respectivamente ($p<0.05$); logrando reducir el tiempo de elaboración en 4-5 h en promedio.

Bosa (2010), incorporó el cultivo probiótico *Lactobacilos paracaseína subsp. paracasei* LC-01 a un queso maduro para obtener un producto funcional. Evaluó la aceptabilidad de los consumidores en sabor y textura de muestras maduradas a 12 °C y 85 % HR durante 13, 30 y 45 días, obteniendo un número de mayor a 1×10^6 UFC de células probióticas viables. Los valores de pH del producto disminuyeron a los 45 días de maduración. No se hallaron diferencias significativas (5%) en la aceptabilidad por los consumidores para los quesos sometidos a diferentes tiempos de maduración. La población del probiótico se mantuvo estable cuando el queso fue madurado a 15 días (1 x 107 UFC/ g) y a lo largo de los 49 días de almacenamiento a 5°C no existio variación significativa ($p<0.05$).

Nolivos (2011), aplicó cuajo vegetal procedente de la lechada de higo verde (*Ficus carica L.*) en la elaboración de queso fresco con tres tratamientos: T1 leche cruda con

8 mL/L del cuajo vegetal y 0.20 g/L de cloruro de calcio; T2: leche cruda con 10 mL/L del cuajo vegetal sin adición de cloruro de calcio y T3: leche pasteurizada con 8 mL/L del cuajo vegetal con 0.20 g/L de cloruro de calcio. Éste último tratamiento obtuvo la mayor aceptabilidad sensorial, mostrando la importancia de la pasteurización y la aplicación de cloruro de calcio en los atributos evaluados como olor, sabor, color y textura.

Quinteros (2013), estudio la capacidad de coagulación de la ortiga *Euphorbiaceae Cnidoscolus multilobus* en la elaboración de un queso fresco. Así, comparó el efecto coagulante de las diferentes partes de la ortiga con diferentes concentraciones tanto en base húmeda como en seca. Encontró que los rendimientos más altos se obtuvieron en base seca en todas las partes de la planta a concentraciones de 16 y 20% con una temperatura de coagulación de 42°C. La hoja en base seca y el tallo en base húmeda mostraron la mayor fuerza de gelificación a 12, 16 y 20%. Así el rendimiento también mostró en esta investigación ser un primordial en la evaluación.

Saransig (2015), desarrolló un queso fresco con sustitución parcial de aceite de sachainchi (*Plukenetia volubilis*) en los siguientes niveles: 0.2%, 0.4% y 0.6%. El análisis proximal determinado fue: humedad del 63.3%, cenizas del 3.79%, proteína 19.1%, grasa 6.42%, carbohidratos 7.39% y 164 Kcal/g de energía total con un valor agregado al contener ácidos grasos omegas 3 y 6. El tiempo de vida útil determinado fue de 14 días a 10°C. Afectó su rendimiento el contenido de grasa.

2.2. El camu camu

Es un frutal nativo de la Amazonía Peruana que muestra un importante potencial económico para la agroindustria nacional e internacional. Su principal virtud se basa en el elevado contenido de ácido ascórbico (2780 mg en 100 g de pulpa). Así se constituye en una excelente materia prima para la industria farmacológica, cosmética, alimentaria y para un sinfín de productos agroindustriales. A pesar de lo anterior, el desarrollo agroindustrial en Perú es todavía incipiente (Mejia 2001).

2.2.1. Distribución geográfica

El camu camu está presente en forma silvestre en la Amazonía formando rodales naturales además de Perú en otros países de Sudamérica como: Brasil, Colombia, Ecuador y Venezuela. En nuestro país la mayor población se encuentra en la región Loreto (1100 Ha), distribuida en las principales cuencas de los ríos: Nanay, Itaya, Ucayali, Marañón, Napo entre otros (Pinedo, 2010).

2.2.2. Descripción botánica

La planta es un arbusto pequeño de 4 a 8 m de altura, fuste delgado, bastante ramificado desde la base. Sus hojas son simples, opuestas, de lámina lanceolada de 3 a 12 cm de largo y 1.5 a 4.5 cm de ancho, con margen entero, haz verde ligeramente oscuro y opaco. Su inflorescencia es axilar, agrupadas de 1 a 12 unidades, subsesibles, son bisexuales, con cáliz de 4 lóbulos ovoides, la corola muestra 4 pétalos blancos, posee un ovario ínfero y numerosos estambres. El fruto es esférico, de 1 a 3 cm de diámetro y con un peso variable de 2 a 20 g, de cascara delgada, lisa, brillante con puntos glandulares y de color rosa a purpura, su pulpa es carnosa, acida, de sabor y aroma agradable, posee de 1 a 4 semillas elípticas (Barack 2003). La clasificación botánica del camu camu puede observarse en la Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación botánica del camu camu**.**

Clasificación	Nombre
Reino.	Vegetal
División.	Fanerógama
Clase.	Dicotiledóneas
Orden.	*Myrtales*
Familia.	*Myrtaceae*
Genero.	*Myrciaria*
Especie.	*Myrciaria dubia HBK Mc Vaugh*

Fuente: Iman (2007).

2.2.3. Antecedentes históricos y usos

Tiene usos etnofarmacológicos que han sido corroborados por estudios conducidos por investigadores del IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). Según este estudio, el fruto maduro es utilizado por el 64% de la población encuestada (productores y consumidores del fruto en Loreto, Perú), mientras el 19% indica el uso del tallo, 6% el fruto verde, 6% las hojas, 4% la raíz y 1% la semilla. La población reporta que se puede tratar con el camu camu hasta 36 enfermedades predominando para el tratamiento de la artritis (33%), resfrió (17%), colesterol (7%), bronquitis (4%), deficiencia de vitamina C (4%), inflamación (2%) y diabetes mellitus (1%) entre otros (Flores 2010).

2.2.4. Composición química

En 100 g de pulpa camu camu podemos encontrar: agua 94.4 g; proteína 0.5 g; carbohidratos 4.7 g; grasa 0.1 g; ceniza 0.02 g; fibra 0.6 g; fosforo 17 mg; calcio 27 mg; hierro 0.5 mg; tiamina 0.001 mg; riboflavina 0.04 mg; niacina 0.062 mg y ácido ascórbico 2994 mg. (Torres 2010).

2.2.5. Propiedades funcionales

Respecto de las propiedades funcionales del camu camu, este fruto se distingue por su elevado contenido vitamina C o ácido ascórbico (>2000 mg/100 g), con respecto a otras fuentes naturales. Esta vitamina C es un importante antioxidante que ayuda en la prevención de distintos tipos de enfermedades incluyendo el cáncer, enfermedades del corazón, el estrés, y además es un potente energizante natural fundamental para la producción de espermatozoides y la síntesis de proteínas involucradas en la formación y funcionamiento del cartílago, la piel y el aparato circulatorio. Además, contribuye con el mantenimiento del sistema inmune y es altamente reconocido por facilitar la absorción de nutrientes tan importantes como el hierro cuando son digeridos en simultáneo (Mejía 2001).

2.3. La leche

La leche es un alimento único y por lo tanto insustituible, provee sustancias primordiales para la vida, en especial proteínas de alta calidad, minerales como el calcio y el fósforo, vitaminas como la riboflavina y otras del grupo B, azúcares como la lactosa y enzimas. Sin embargo, es deficiente en vitamina D, vitamina C y hierro (Zabala 2005).

La leche, sea cual sea el proceso que siga debe ser sometido a estrictos controles de calidad de parámetros intrínsecos e extrínsecos, en función del procesamiento. Así es indispensable seguir los lineamientos de las BPM (Buenas prácticas de manufactura), que garantice la inocuidad de los derivados lácteos (IFAIN 2002).

En el Cuadro 2, se puede observar los requisitos fisicoquímicos de la leche entera cruda según la norma técnica peruana NTP 202:092 (ITINTEC 2004).

Cuadro 2. Requisitos fisicoquímicos de la leche entera cruda.

Características	Valores permisibles	
	Mínimo	Máximo
Densidad (g/cm^3)	1.028	1.034
Materia grasa % (p/p)	3	
Sólidos totales no grasos % (p/p)	8.2	
Prueba de alcohol	No coagulable	
Prueba de arizarol	No coagulable	
Acidez total en ácido láctico % (p/p)	0.6	1.15
Impurezas visibles (Escala)	-0.55	-0.56

Fuente: ITINTEC (2004)

2.3.1. Composición química de la leche

La leche composicionalmente hablando, es una mezcla equilibrada de proteínas, grasa, carbohidratos, sales y otros componentes minoritarios dispersos en el agua en forma de emulsión, suspensiones coloidales y soluciones verdaderas (Zabala 2005). En el Cuadro 3, se muestra la composición química general de la leche de varias especies.

Cuadro 3. Composición de la leche de varias especies (en 100 g).

Nutrientes	Vaca	Búfala	Mujer
Agua (%)	88.0	84.0	87.5
Energía (kcal)	61.0	97.0	70.0
Proteínas (g)	3.2	3.7	1.0
Grasa (g)	3.4	6.9	4.4
Lactosa (g)	4.7	5.2	6.9
Minerales (mg)	0.72	0.79	0.2

Fuente: Zavala (2005).

2.3.2. Derivados lácteos

Se incluyen aquellos alimentos que se elaboran a partir de la leche: yogurt, quesos, dulce de leche, helados. Dejamos a la crema de leche y a la manteca para tratarlas dentro de los alimentos ricos en grasa (Chacón 2003).

2.4. Queso

Se obtienen mediante la coagulación de la proteína de la leche (caseína), que se separa del suero. Existen diferentes tipos de queso muchos de los cuales son característicos de una región específica del mundo. Asi se pueden clasificar en: duros, semiduros y blandos; así como madurados o no madurados. Los quesos son dependientes del origen y la composición de la leche, así como de los procedimientos aplicados en la elaboración y en el caso de los madurado, de los microorganismos utilizados en los mismos (FAO 2008).

2.4.1. Tipos de quesos

La Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSAI-1994 (UNINET 1994), señala que los quesos de acuerdo con su proceso se pueden clasificar en:

a. Frescos

Los siguientes son tipos de quesos frescos:

- **Frescales**: fresco, canasto, panela, ranchero, sierra, blanco, adobado.
- **De pasta cocida:** mozzarella, oaxaca, asadero, del morral, adobera.
- **Acidificados:** crema, cottage, doble crema, *petit suisse*, *nuefchatel*.

b. Madurados

Los siguientes son quesos madurados:

- **Madurados prensados de pasta dura**: parmesano, reggianito, añejo, cotija.
- **Madurados prensados:** friese, cheddar, cheshire, chester, chihuahua, gouda, manchego, edam, brick, emmental, gruyere, holandés, butterkase, coulomiers, dambo, erom, fynbo, havarti, harzer.
- **Madurados con mohos:** roquefort, camembert, azul, cabrales, brie, danablu, limburgo,
- **Madurados por bacterias**: blando semiduro, duro.

2.4.2. Queso fresco

Es una técnica de fabricación que se basa en la coagulación de la leche pasteurizada por acción combinada de la acidificación y una pequeña

cantidad de cuajo. Esta constituido principalmente por la caseína de la leche en forma de gel, más o menos deshidratado, que retiene un porcentaje de la materia de grasa, un poco de lactosa como ácido láctico y una porción variable de minerales (Mestres 1990).

a. Etapas de la fabricación de quesos frescos

Previo a la fabricación debe someterse a la leche a una serie de procedimientos para lograr un producto homogéneo y con condiciones óptimas para la elaboración del queso. A continuación se describen algunos de estos procedimientos que se pueden visualizar en la Figura 1 (Medina 2004):

- **Recepción**: La leche fresca debe ser depositada en envases limpios y desinfectados de aluminio.
- **Filtrado**: Operación destinada a la remoción de impurezas que podrían haber ingresado a la leche involuntariamente. Éste proceso se realiza con el uso de filtros.
- **Pasteurización**: Proceso cualitativo que permite reducir la cantidad bacterias, destruir todos los microorganismos patógenos e inactivar las enzimas presentes en la leche. Se realiza a 65°C por 30 minutos, no se aconseja un tratamiento térmico drástico pues disminuye la aptitud de la leche para coagular usando cuajo.
- **Enfriamiento**: Posterior a la pasteurización se enfría la leche hasta 38 ºC, temperatura para la acción enzimática del cuajo.
- **Adición de cloruro de calcio**: Se agrega 0.20 g cloruro de calcio /L leche, para mejorar la textura del producto final, ayuda a la coagulación.
- **Adición del cuajo**: Se adiciona 0.5 a 1% de cuajo por litro de leche.
- **Coagulación**: Producto de la acción del cuajo sobre la leche suceden un conjunto de modificaciones fisicoquímicas en la caseína que conducen a la formación de un coágulo. El tiempo de coagulación promedio es de 30 a 45 minutos.
- **Corte y batido**: El corte de la cuajada se realiza lenta y cuidadosamente en forma de cuadriculas para obtener pequeños cubos. Debe seccionarse sin desgarrarse y mucho menos deshacerse. En se realiza un batido gentil donde se agitan los granos de la cuajada de 5 a 10 minutos.
- **Desuerado**: Separación del suero utilizando generalmente lienzos.

- **Moldeo y prensado:** El moldeo del queso tiene la finalidad de brindar tamaño y forma al queso de acuerdo a los moldes, que al ser perforados y al aplicar presión sobre ellos facilitan la salida del suero y formar la corteza.
- **Salado**: Consiste en dar al queso su sabor característico, regula el desarrollo de microorganismos y la función enzimática. La salmuera se prepara diluyendo 2.7 Kg de cloruro de sodio en 10 L de agua por 2 a 3 horas.
- **Envasado y almacenamiento**: El envasado proporciona al queso una apariencia agradable, lo protege contra el ataque de microorganismos y de posibles perturbaciones mecánicas. El almacenamiento es refrigerado entre 8 a 10ºC.

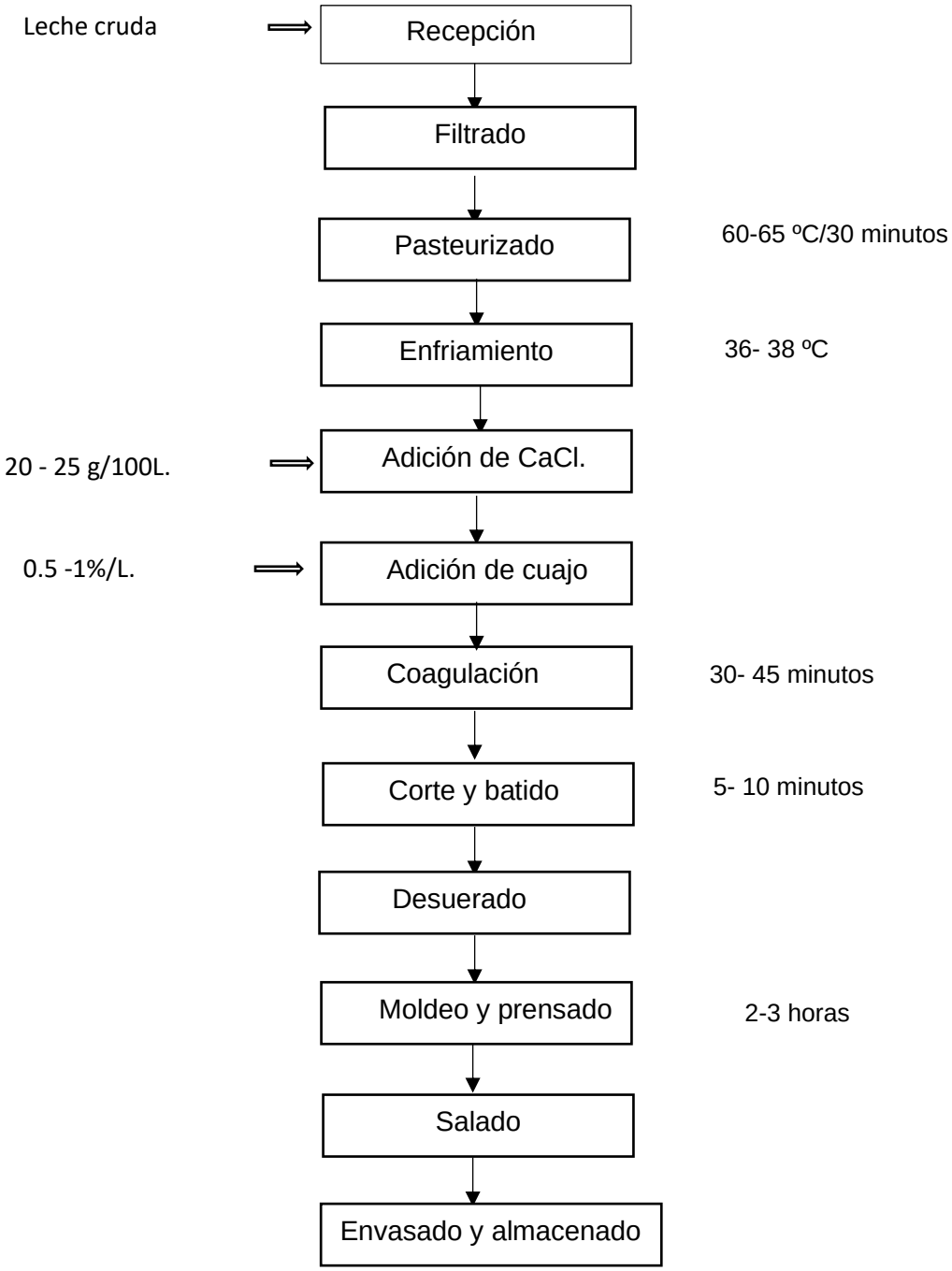


Figura 1. Diagrama flujo de la elaboración de queso fresco.

Fuente: Medina (2004).

b. Factores que afectan en el rendimiento del queso

Son varios los factores que podemos citar, pero no con los factores de estudio que interfieren en obtener altos rendimientos.

Garrido (2014), menciona que el factor principal que determina el rendimiento del queso es la proporción grasa/proteína. Al respecto Alais (1985), menciona que el rendimiento es comparativamente más bajo con leche rica en grasas y más alto con leche rica en proteínas (caseínas).

Robles (1997), menciona que la calidad de la leche es fundamental para quesería y define un rendimiento adecuado. Así, se debe realizar acciones de control desde el ordeño, el transporte, la recepción en planta, el procesamiento, almacenamiento y comercialización, de modo que llegue al consumidor final en condiciones inocuas (Ifain 2002).

Otros factores que intervienen son el contenido de sal, que además de proporcionar sabor y conservación, a altas concentraciones disminuye la actividad enzimática proteolítica incrementando la salida del suero. Otro factor es la acidez en el queso que afecta directamente en los cambios que experimenta la red de proteínas del queso (Pinho *et al.* 2004).

El cuajo es una enzima, la renina, que tradicionalmente se obtenía del estómago del ganado lactante, pero que actualmente se producen por vía biotecnológica (Araya *et al.* 2008), coagula a las proteínas de la leche.

El cloruro cálcico favorece la coagulación de la caseína al provocar interacciones entre ellas lo que modifica favorablemente la textura del queso (Gonzales y Ramírez 2010).

2.5. Análisis sensorial

Es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan humanos como panelistas que mediante los sentidos: vista, olfato, gusto, tacto y oído, miden las características y la aceptabilidad de los productos alimenticios. No existe otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana como tal y, por lo tanto, resulta esencial en cualquier estudio sobre desarrollo de alimentos (Watts 1992).

2.5.1. Prueba hedónica (escala de nueve puntos)

En las pruebas hedónicas, la escala más utilizada es la de 9 puntos. Se usa extensamente en gran variedad de productos con éxito considerable, recomendada para la mayoría de investigaciones, donde el objetivo es medir si existe diferencias en la aceptación de los consumidores sobre determinados productos. Los panelistas evalúan muestras codificadas de los

productos en estudio indicando en una escala cuanto les agrada o desagrada. Dicha escala va en orden descendente desde "me gusta demasiado" que puede tener hasta 9 puntos, hasta "me disgusta demasiado" que correspondería a 1 punto. Sin embargo, las escalas pueden ser también de 7 o 5 puntos (Ramírez 2012).

Una escala hedónica de 9 puntos podría ser en orden ascendente así (Ramírez 2012):

- 1 “me disgusta demasiado”,
- 2 “me disgusta mucho”,
- 3 “me disgusta moderadamente”,
- 4 “me disgusta levemente”,
- 5 “no me gusta ni me disgusta”,
- 6 “me gusta levemente”,
- 7 “me gusta moderadamente”,
- 8 “me gusta mucho”
- 9 “me gusta demasiado”

2.6. Diseño de cribado

En el diseño de experimentos existen procedimientos que permiten al analista construir un conjunto de ejecuciones experimentales que producirán la máxima cantidad de información sobre un proceso en el menor número de ensayos. Los experimentos diseñados de esta manera se caracterizan por la manipulación sistemática de un proceso para determinar los efectos atribuibles a diferentes factores. Por lo tanto, en las primeras etapas de una investigación, el analista a menudo se enfrenta a una larga lista de factores que podrían afectar el proceso. Así por ejemplo, en un proceso químico podría haber fácilmente docenas de factores que tienen un impacto en el rendimiento del proceso, como la temperatura a la que se ejecuta, la cantidad de catalizador añadido, la velocidad de mezcla, entre otros. Debido a que resulta complicado estudiar muchos factores simultáneamente, se han desarrollado los diseños de cribado o *screening* para determinar relativa rapidez los factores con mayor impacto sobre las respuestas en un determinado proceso (Polhemus 2005).

Una vez determinados los factores críticos, se puede construir un diseño experimental más complicado que implique un conjunto más grande de niveles de factores para encontrar los ajustes óptimos para esos factores (Polhemus 2005).

2.7. Metodología de superficie de respuesta

La metodología de superficie de respuesta (MSR), es una técnica extensamente aplicada para optimizar procesos. Así, se aplica cuando es necesario obtener aproximaciones mediante el modelamiento matemático de la superficie de respuesta obtenida con la finalidad de lograr encontrar valores óptimos de los factores en estudio. Esta herramienta ha aportado considerablemente al desarrollo tecnológico de los procesos industriales. La literatura científica muestra las diversas aplicaciones de la metodología en procesos para la elaboración de alimentos, procesos químicos y biológicos diversos, así como en diversas áreas de la industria como la producción de partes automotrices, por citar algunas aplicaciones. El proceso metodológico utilizado considera la planeación experimental, el modelamiento de los resultados experimentales y la optimización del proceso a través de la información que proporciona el modelo buscando alcanzar la deseabilidad máxima (Bacio 2007).

2.8. Términos básicos

- **Ácido ascórbico:** es un ácido orgánico con propiedades antioxidantes. Industrialmente, su aspecto es de polvo o cristales de color blanco-amarillento. Es muy soluble en agua. El enantiómero que posee la capacidad antioxidante y es considerado una vitamina (Vitamina C) es el L- del ácido ascórbico. Desde el punto de vista nutricional, es esencial para la dieta del hombre (Besabe 2000).

- **Alimento funcional:** son todos aquellos “alimentos o productos alimenticios que además de su aporte natural de sustancias nutritivas, proporcionan un beneficio específico en la salud de la persona” (Molina 2012).

- **Coagulación:** Acción de formar un coágulo, que en el caso de la leche debido a las modificaciones fisicoquímicas que sufre la pretina de la leche (caseína). Puede suceder por el efecto conjunto de la acidificación mediado por bacterias lácticas (coagulación láctica) en el caso de quesos madurados y de la actividad enzimática propiciada por la renina (coagulación enzimática). También pude suceder por efecto hidrolítico mediado por la aplicación de ácidos orgánicos como el ácido cítrico (Gonzales 2002).

- **Cuajo:** Es el agente coagulante usado tradicionalmente para la coagulación de la leche, procedente del extracto coagulante de cuajares de rumiantes jóvenes sacrificados antes del destete. Contiene realmente dos fracciones mayoritariamente constituida por quimosina. En la actualidad se sintetizan por vía biotecnológica como metabolito extracelular producido por bacterias y hongos específicos (Mahaut 2003).

- **Diseño y desarrollo**: “Conjunto de procesos que transforma los requisitos en características especificadas o en la especificación de un producto, proceso o sistema” (ISO 2015).

- **Optimización:** Metodología que permite incrementar la eficiencia o rendimiento de un proceso mediante la maximización de efectos positivos o minimización de efectos negativos. Durante este proceso se atraviesa una serie de etapas que permiten eliminar “cuellos de botella” o tamizar factores que no resulten significativos para luego mediante la utilización de diseños específicos alcanzar parámetros óptimos (Aguilar 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se desarrolló en los ambientes del Laboratorio de Procesos Agroindustriales y el Laboratorio de Postcosecha de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA), ubicada en la Carretera a San José en el km 0.63, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali.

El análisis fisicoquímico del queso terminado se realizó por servicios en el Laboratorio La Molina Calidad Total de la Universidad Nacional Agraria la Molina (acreditado por INACAL).

3.2. Material experimental

3.2.1. Material biológico

El camu camu se obtuvo de la Asociación Acopiadora de Camu Camu del Caserío San Juan, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo en Ucayali, en estado maduro, predominando en la cáscara el color rojo y firme al tacto.

La leche fresca se obtuvo del km. 6 de la carretera Federico Basadre, directamente del establo de la Universidad Nacional de Ucayali de vacas bien alimentadas y sanas.

3.2.2. Reactivos

- Sal (EMSAL)
- Cuajo.
- Cloruro de calcio.
- Hidróxido de sodio.
- Fenolftaleína.
- Alcohol.
- Acido oxálico (Scharlau, Alemania)
- Ácido L-ascórbico puro (Sigma Chemical, Estados Unidos).
- Diclorofenol-indofenol (Sigma Chemical, Estados Unidos).

3.2.3. Materiales y equipos de procesos

- Agua destilada.
- Moldes de madera para queso.
- Recipiente para homogenizar.
- Probetas de 10 mL, 100 mL, 250 mL.

- Paleta de madera.
- Vasos de precipitado. 10 mL, 50 mL, 100 mL.
- Jarras graduadas de plástico.500 mL, 1000 mL, 2000 mL.
- Colador de 0.5 mm.
- Manteles de tocuyo.
- Bolsas de polietileno de alta densidad de 1 kg.
- Telas.
- Ollas 3 L y 5 L.
- Cuchillo.
- Cuchara.
- Selladora manual.
- Congeladora (EMBRACO, Perú).
- Despulpadora-refinadora (CITALSA, Colombia)
- Tina quesera de plástico capacidad 5L.
- Prensa para quesos manual de acero inoxidable.

3.2.4. Instrumentos y equipos de laboratorio

- **Refractómetro.** Marca Trademark Zuzi. Referencia.50301080. Cuerpo. Metálico. Rango.0.80%Brix. Precisión: 1% Dimensiones: 27x40x160.mm CAT.NO.
- **pH-metro manual.** phTestr 10.
- **Termómetro**. Con tubo plástico ojal, resistente a la ebullición. 0 - 100°C. 1°C. aprox. 280x 28mm.
- **Lactodensímetro**. Lactodensímetros de Guinama tipo Quevenne, vástago con escala graduada comprende valores entre 15 y 40 que corresponden a las milésimas de densidad por encima de la unidad (el número 32 del lactodensímetro indica la densidad 1032 kg/m3).
- **Balanza analítica.** (OHAUS-PA2244, sensibilidad 0.0001g)
- **Campana de flujo laminar.** (ESCO-LVC-4ª, filtroULPA)
- **Potenciómetro.** (BOECO-BT-675, pH 0-14.00, precisión 0.01)**.**

3.3. Métodos de Análisis

A continuación, se describen los métodos de análisis que se realizaron en la presente investigación, los mismos q se realizaron por triplicado.

3.3.1. Análisis fisicoquímico

Se realizó como parte del control de calidad de la leche (densidad, acidez, sólidos solubles y pH) en función de la NTP 202.001 (INDECOPI 2016); los análisis a la pulpa de camu camu consistieron en la determinación de ácido ascórbico, acidez. pH (Anexo A-XIV), se requirió el servicio del Laboratorio Natura Analítica S.A.C. (Pucallpa- Ucayali). Y el análisis fisicoquímico del queso fresco con pulpa de camu camu se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima) (Anexo A-XV). Y consto de:

- Determinación de humedad (FIL-IDF 4A 1982)
- Determinación de grasa (FIL-IDF 5B 1986)
- Determinación de ceniza (A.O.A.C. 935.42)
- Determinación de proteína (A.O.A.C. 920.123)
- Determinación de carbohidratos (por diferencia MS-INN 1993)
- Determinación de energía total (calculo MS-INN 1993)
- Determinación %Kcal de carbohidrato (calculo MS-INN 1993)
- Determinación %Kcal de Grasa (calculo MS-INN 1993)
- Determinación %Kcal de proteínas (calculo MS-INN 1993)
- Determinación de vitamina C (A.O.A.C. 967.21)

3.4. Metodología experimental

3.4.1. Obtención de las muestras

Para realizar la presente investigación, la leche fue recolectada en el km 6, específicamente en el establo de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), de vacas de la raza Holstein que fueron alimentadas con pastos naturales y alimento balanceado, después de su ordeño la leche fue colectada en recipientes limpios y transportada al Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la UNIA, donde se efectuaron los análisis respectivos. Los análisis que se realizaron al momento de utilizar la leche fueron los siguientes: porcentaje de acidez, pH, densidad y sólidos solubles (el detalle de los mismos se puede ver en el apartado 3.3.1.).

3.4.2. Obtención de la pulpa de camu camu

Las frutas de camu camu se obtuvieron de la Asociación Acopiadora de Camu camu del Caserío San Juan tal como se describió en el apartado 3.2. Los frutos en estado maduro se recepcionaron en bandejas de plástico limpios, se pesaron y en la etapa de selección se separaron los frutos sanos de los frutos aplastados, dañados y verdes, luego pasaron a ser lavados y desinfectados, el lavado se hizo con gran cantidad de agua, delicadamente para que los frutos no se dañen después y se desinfecto dejándolos reposar por 10 minutos en una solución de 100 ppm de hipoclorito de sodio, luego fueron escurridos, y se despulpo mecánicamente usando la despulpadora usando un tamiz inicial de 4 mm y refinado con una malla de 0.8 mm. La pulpa obtenida es homogénea, fina y de color, olor y sabor característico; se guardó en bolsas de polietileno de alta densidad de 1 kg, y se alamcenó a una temperatura de 10°C y caracterizada (ácido ascórbico, acidez y pH) en el Laboratorio Natura Analítica SAC. La secuencia de estas operaciones puede visualizarse en la Figura 2.

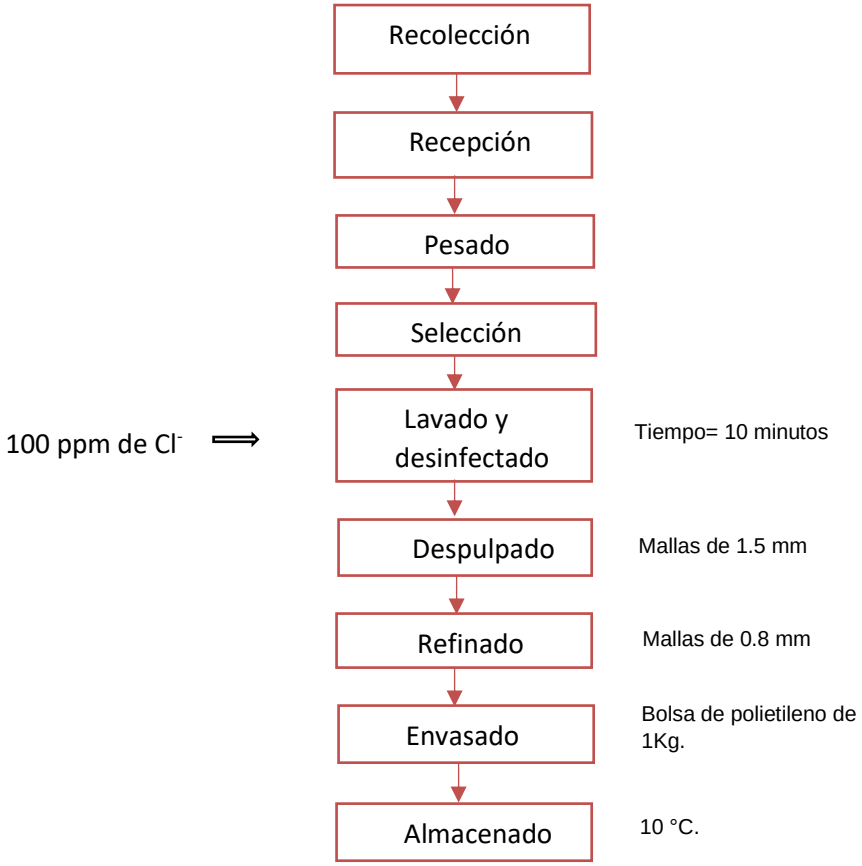


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso para la obtención de pulpa de camu camu

3.4.3. Elaboración de queso fresco con adición pulpa de camu camu y cuajo

Para la elaboración de queso fresco con adición de pulpa de camu camu se siguió el diagrama de flujo de la Figura 3, cuya secuencia se describe a continuación:

- **Recepción:** La leche fresca directamente del establo fue recepcionada en envases de plásticos limpios y desinfectados.
- **Control de calidad:** Para el control de calidad de la leche primero se midió la densidad, la acidez, el pH y por último se midió los sólidos solubles.
- **Filtrado:** La leche fue filtrada con telas finísimas para separar alguna partícula extraña**.**
- **Pasteurizado:** Se pasteurizo la leche 64 ℃ por 30 minutos con la finalidad de eliminar microorganismos patógenos y producir quesos de buena calidad.
- **1$^{er.}$ Enfriamiento:** La leche pasteurizada se llevó a enfriar a temperaturas según los tratamientos propuestos por *shock* térmico (golpe de disminución de calor) para inactivar por completo los microorganismos que pudieran sobrevivir.
- **Adición de pulpa:** La pulpa de camu camu se agregó según los tratamientos que se describe en el diseño experimental. La pulpa fue adicionada poco a poco y se agito suavemente por un minuto y se midió el pH.
- **2da Enfriado:** La leche con la pulpa de camu camu, se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura según los tratamientos.
- **Adición de cuajo:** Se adiciono el cuajo según los tratamientos. Primero se activó el cuajo en 1 mL de agua destilada y se adiciono a la leche.
- **Coagulación:** Se dejó en reposo la leche hasta que se forme la cuajada.
- **Corte y batido:** La cuajada se cortó con un cuchillo limpio en cuadritos aproximadamente de un centímetro cuadrado y se dejó 5 minutos para separar el suero. Luego se batió suavemente y se dejó por 5 minutos.
- **Desuerado:** La cuajada fue separada del suero en telas en una bandeja de plástico. Y el suero fue guardado para dar uso en otro proceso. La sal fue agregada según los tratamientos establecidos y se removió bien.
- **Moldeo y prensado:** Los moldes se cubrieron con telas y se llenó con la cuajada, se hizo una presión suave al queso para compactarlo mejor, y se dejó en reposo durante 1 hora.

- **Pesado y empaque:** El pesado se hace para saber el rendimiento del producto. En el empaquetado se usa un empaque plástico para evitar el paso de la humedad.
- **Almacenado:** El queso se almaceno en refrigeración, para impedir el crecimiento de microorganismos a una temperatura de 8 a 12 ℃ por 6 días máximo 7 días.

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración del queso con pulpa de camu camu.

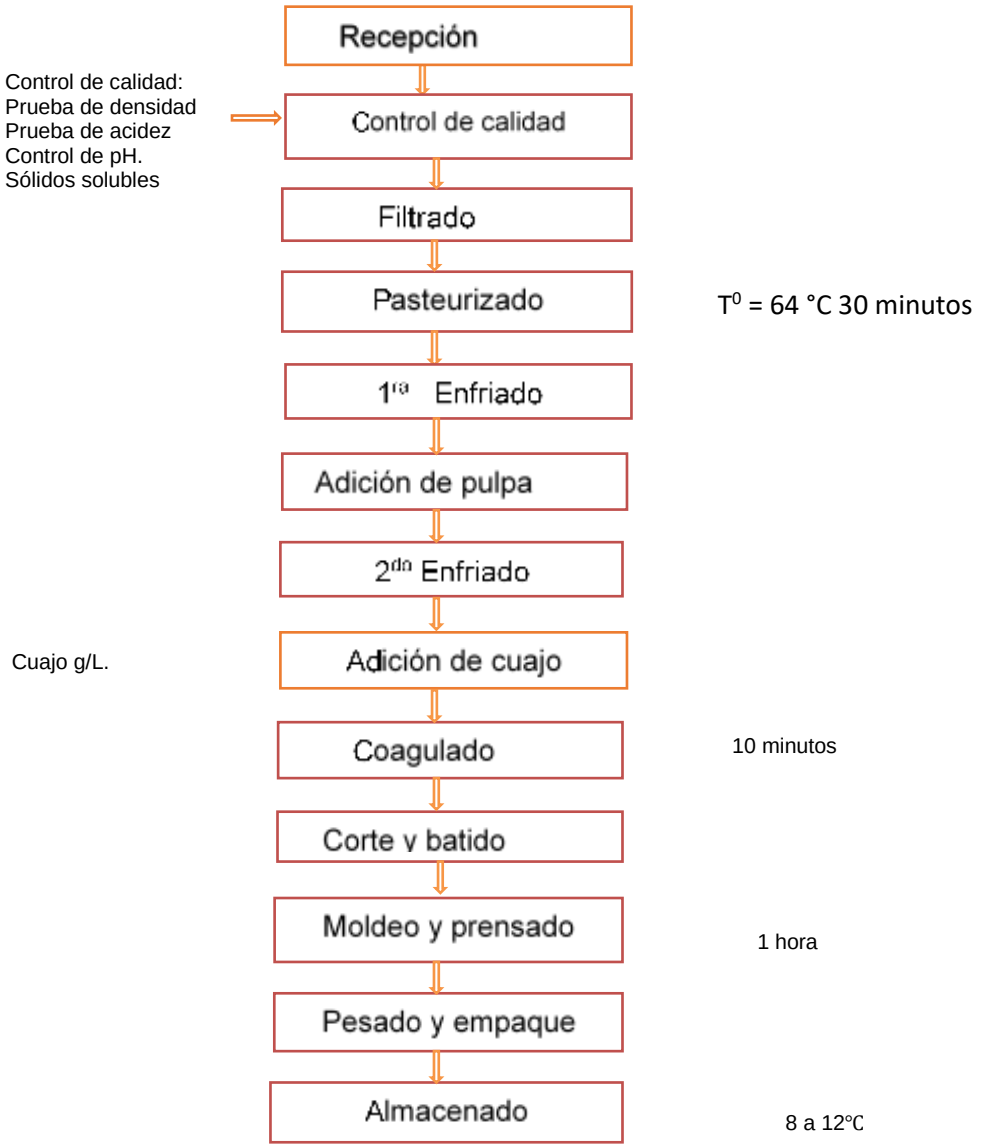


Figura 3. Diagrama de elaboración de queso fresco con adición de pulpa de camu camu y cuajo

3.4.4. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de los quesos se llevó a cabo utilizando módulos individuales acondicionados para este fin en el Laboratorio de Poscosecha de la UNIA. Se utilizó para ello un panel conformado por 35 panelistas no entrenados, estudiantes y egresados de Ingeniería Agroindustrial. Los quesos se colocaron en cada plato identificado con códigos aleatorios. Para la evaluación se empleó una escala hedónica de 9 puntos con la siguiente puntuación: 9, me gusta muchísimo; 8, me gusta mucho; 7, me gusta moderadamente; 6, me gusta poco; 5, no me gusta ni me disgusta; 4, me disgusta poco; 3, me disgusta moderadamente; 2 me disgusta mucho y 1, me disgusta muchísimo. Los atributos medidos fueron: color, sabor, olor, textura y apariencia general.

3.5. Diseño experimental

En el presente trabajo se aplicó un diseño de cribado de un cuarto de fracción 2^5-2, con la finalidad de determinar los factores con mayor influencia sobre el rendimiento del queso, además de las características sensoriales. Según los antecedentes, en la elaboración del queso se consideraron los factores que afectarían en el rendimiento (Y_1) del queso X_1: Cloruro de sodio (g/L), X_2: Cloruro de calcio (g/L), X_3: Cuajo (g/L), X_4: Temperatura (°C) y X_5: pH. En el Cuadro 4, se presentan los tratamientos según el diseño de cribado con los factores y la respuesta Y1: porcentaje de rendimiento.

3.6. Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos se utilizó principalmente el software Statgraphics Centurion Plus versión XV (StatPoint Inc. 2007). En el procesamiento se incluyó el Análisis de Varianza (ANOVA) y el gráfico de Pareto que permitieron detectar las diferencias significativas entre los tratamientos y los factores más significativos en la optimización. Posteriormente se aplicó la metodología de superficie de respuesta para determinar la deseabilidad máxima en función al rendimiento, además del apoyo gráfico confirmativo del software Design Expert v.11 (Stat-Easy 2018). Para la evaluación sensorial se aplicó un análisis de varianza, la prueba de rangos múltiples con el test de diferencias mínimas significativas (LSD) para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos y la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis; utilizando también el software Statgraphics Centurion Plus versión XV (StatPoint Inc., 2007).

Cuadro 4. Tratamientos para la obtención de quesos

Tratamientos	X_1: Cloruro de sodio (g/L)	X_2: Cloruro de calcio (g/L)	X_3: Cuajo (g/L)	X_4: Temperatura (°C)	X_5: pH	Y_1: Rendimiento (%)
T-1	4	0	0	42	6	
T-2	6	0	0	30	4.6	
T-3	4	0.2	0	30	6	
T-4	6	0.2	0	42	4.6	
T-5	4	0	0.03	42	4.6	
T-6	6	0	0.03	30	6	
T-7	4	0.2	0.03	30	4.6	
T-8	6	0.2	0.03	42	6	
T-9	5	0.1	0.015	36	5.3	
T-10	5	0.1	0.015	36	5.3	
T-11	5	0.1	0.015	36	5.3	

RESULTADOS Y DISCUSION

3.7. Caracterización fisicoquímica de la leche y la pulpa de camu camu para la obtención de queso fresco

3.7.1. Caracterización fisicoquímica de la leche

Según la NTP 202.001 (INDECOPI 2016): "la leche es el producto integro de secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna obtenida de vacas bien alimentadas mediante el ordeño y exenta de calostro", y por lo tanto con características fisicoquímicas bien definidas por la norma (pH, acidez titulable expresada en porcentaje de ácido láctico, densidad, sólidos solubles), y que para la presente investigación se reportan en el Cuadro 5. Estos análisis son esenciales para su control de calidad de la leche antes de ser procesada y al final obtener un producto de buena calidad tal como lo mencionan Periago *et al.* (2010).

Cuadro 5. Características fisicoquímicas de la leche fresca

pH	Acidez titulable expresada en ácido láctico (%)	Densidad (g/L)	Sólidos solubles (°Bx)
6.63±0.06	0.140±0.006	1.030±0.001	9.20±0.25

De estos parámetros, el pH podría considerarse como el más trascendente por lo que representa, el valor encontrado en la leche fue de 6.63±0.06, que se encuentra dentro del rango pH de 6.50 y 6.70 reportado para leche fresca en buen estado (MINAG, 2005). Considerando que el pH representa la acidez natural de la leche y que proporciona una información precisa de su frescura y que, además, del pH depende la estabilidad de las caseínas, los valores encontrados en la presente investigación representan a una leche normal, ligeramente ácida como consecuencia de la presencia natural de caseínas, aniones fosfórico y cítrico (Quiles y Hevía 1994, Fox y McSweeney 1998).

Los valores obtenidos, afortunadamente, son valores lejanos a los que se presenta cuando la vaca sufre de mastitis (pH 6.90 a 7.50). En la mastitis el pH se eleva producto del incremento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria concentrando los iones de Na y Cl, disminuyendo el contenido de lactosa y de fosforo inorgánico soluble (Alais 1985). Si, por otro lado, el valor de pH habría s menor al rango considerado como normal (6.50 y 6.70), es decir se encontrará alrededor de 6.00, evidenciaría la

presencia de calostro, que disminuye el pH al incrementar el contenido en proteínas (Alais, 1985). Los resultados también evidencian la homogeneidad de la leche utilizada (desviación estándar igual a 0.06), aun cuando el pH puede ser ligeramente diferente entre muestras de leche fresca obtenidas de vacas individuales lo que refleja ligeras variaciones composicionales (Singh *et al.* 1997).

La acidez de la leche se caracteriza con el pH, como se mencionó anteriormente, así es considerado un parámetro ideal de la misma (Walstra y Jenness 1987). El valor del contenido en ácido láctico encontrado (0.140±0.006 %) corresponde al de una leche fresca normal según la NTP 202.001 (INDECOPI 2016), que menciona el rango de 0.14 – 0.18 % de acidez titulable expresada en ácido láctico, coincidiendo además con otras literaturas (Oria 1991). Quiles y Hevía (1994) mencionan que la acidez natural es producto de las caseínas, ácidos orgánicos, reacciones secundarias de los fosfatos y de otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa. La acidez titulable constituye así una medida de la concentración de proteínas y de fosfatos en leches de buena calidad higiénico sanitaria.

Respecto de la densidad ésta fue de 1.030±0.001 que también coincide con lo establecido en la NTP 202.001 (INDECOPI 2016), que debe encontrarse en el rango de 1.029 a 1.032 g/mL, así valores por debajo de 1.029 g/mL sean un indicador de adulteración de la leche probablemente con agua y valores superiores a 1.032 de la incorporación de algún tipo de almidón o sólido no natural de la leche (Alais 1985).

3.7.2. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de camu camu

En la Cuadro 6, se muestran los resultados de la caracterización fisicoquímica de la pulpa de camu camu: vitamina C, acidez y pH. Como puede observarse, el camu camu muestra su gran potencial como alimento funcional debido a su elevada capacidad antioxidante producto del aporte del ácido ascórbico, y por lo tanto indica su importancia en la producción de suplementos naturales y el desarrollo de productos funcionales como tal (Iman *et al.* 2011).

Cuadro 6. Características fisicoquímicas de la pulpa de camu camu

Vitamina C (mg/100g de muestra)	Acidez (% de ácido cítrico)	pH
1291.0	2.81	2.56

El resultado de la vitamina C fue 1291.0 mg/ 100g de muestra (Anexo XIV), este valor es menor en comparación a lo reportado por Correa *et al.* (2011), para pulpa de camu camu en estado maduro 1451.86 mg/100 g pero mayor al reportado de estado pintón de 1177.87 mg/100. Lo cual podría confirmar el estado de madurez elegido entre pintón y maduro. Además, en general se han reportado resultados de valores de vitamina C desde 1230 a 2994 mg/100 g en poblaciones silvestres y de 877 a 3079 mg/100 g en plantaciones determinadas también con el método de titulación con 2.6-diclorofenol indofenol (Pinedo *et al.* 2001).

Observando estos reportes se podría mencionar que en general los frutos están dentro de los rangos indicados. Cabe mencionar que la variabilidad en el contenido de ácido ascórbico se justifica por la misma variabilidad de los ecotipos y genotipos existentes del camu camu, a factores medioambientales de las zonas de producción, el pH del agua y del suelo entre otros factores agronómicos (Correa *et al.* 2011).

Oro y Urcia (2018), confirman la variabilidad en el contenido de vitamina C, sin embargo, se debe tener en cuenta que el mismo análisis de determinación que también son variables contribuyen al amplio rango de contenido de vitamina C reportado en el camu camu. El método más común y que se aplicó en la tesis fue el de la titulación con 2.6-diclorofenol indofenol.

El camu camu ha sido agregado al queso como complemento para enriquecerlo ya que esta fruta posee aproximadamente 50 veces más vitamina C que al limón (44.2 mg/100g) (Oro y Urcia 2018). Sin embargo, este no sería el único aporte sino que posee también otras propiedades como actividad antimicrobiana, protección y regeneración celular. Así mismo, se ha detectado en la pulpa de camu camu compuestos fenólicos como: elagitaninos, ácido elágico, quercetina glucósidos, ácido siríngico y miricetina (Fujita *et al.* 2015), y que si bien no han sido objeto de evaluación en la presente investigación, seguramente se incorporan al queso fresco, así como lo hizo la vitamina C.

No esta demás mencionar que el camu camu está siendo usado en diferentes aplicaciones alimentarias como pulpa, extracto, jugo, deshidratado. Productos que son ampliamente exportados principalmente al mercado japones y a la Unión Europea (Imán *et al.* 2011b).

3.8. Determinación de los parámetros de proceso más significativos que influyen en el rendimiento del queso.

En el Cuadro 7, se muestran los resultados de los rendimientos (porcentaje) del queso fresco según los tratamientos establecidos por el diseño de cribado, dicho diseño tal como se puede apreciar ha sido aumentado del original de los 8 primeros tratamientos (T1 a T8) con tres puntos centrales (T9 a T11), con la finalidad de proporcionar curvatura al diseño. El queso fresco, según la norma técnica peruana NTP 202.195 (2004), es el "producto obtenido por coagulación de la leche pasteurizada entera, sin madurar y listo para su consumo, cuyo contenido de humedad y grasa en extracto seco debe ser mayor a 46 y 40% respectivamente". En el presente trabajo se elaboraron quesos con estas características, obtenidos a partir del diseño (Cuadro 4), donde se usó cuajo y pulpa de camu camu para la coagulación y otros factores como el cloruro de calcio, cloruro de sodio, temperatura y pH, y para alcanzar el pH de 6 se necesita 15ml de pulpa de camu camu, por litro de leche para 5.8 de pH se necesita 30ml/Lt. y para encontrar el punto isoeléctrico que es 4.6 de pH. Se necesita 60ml de pulpa de camu camu.

Cuadro 7. Resultados de la aplicación del diseño de cribado en el rendimiento del queso

Tratamiento	X_1: Cloruro de sodio (g/L)	X_2: Cloruro de calcio (g/L)	X_3: Cuajo (g/L)	X_4: Temperatura (°C)	X_5: pH	Y_1: Rendimiento (%)
T1	4	0.0	0.000	42	6.0	3.65
T2	6	0.0	0.000	30	4.6	9.93
T3	4	0.2	0.000	30	6.0	3.78
T4	6	0.2	0.000	42	4.6	13.24
T5	4	0.0	0.030	42	4.6	14.92
T6	6	0.0	0.030	30	6.0	12.95
T7	4	0.2	0.030	30	4.6	14.87
T8	6	0.2	0.030	42	6.0	13.63
T9	5	0.1	0.015	36	5.3	13.21
T10	5	0.1	0.015	36	5.3	13.19
T11	5	0.1	0.015	36	5.3	13.15

Observando el Cuadro 7, el tratamiento con mayor rendimiento fue el T5 con 14.92%, este valor es cercano al que reporta Barrantes (1999) quien menciona que el rendimiento promedio de un queso fresco promedia un 15% en peso, y el residuo se convierte en lactosuero. En este tratamiento no se usó cloruro de calcio pero si cuajo y pulpa de camu camu para bajar el pH a 4.6, por lo tanto se hizo la coagulación enzimática y coagulación acida de la leche. Entre los tratamientos T5 y T7, la diferencia muestra la poca o nula influencia de los parámetros de temperatura y cloruro de calcio sobre el rendimiento del queso fresco funcional, y los podemos corroborar observando la Figura 4.

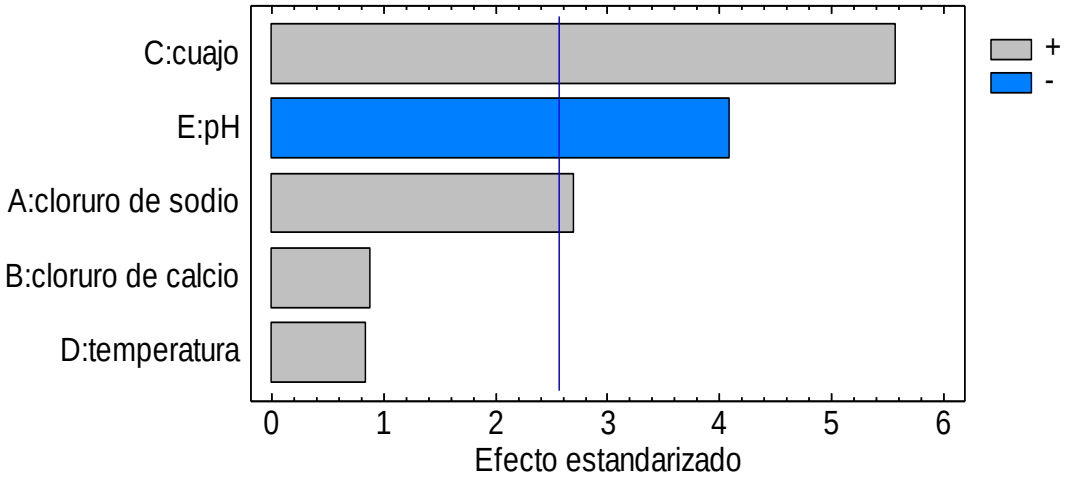


Figura 4. Diagrama de Pareto estandarizada para el rendimiento del queso con pulpa de camu camu.

El diagrama de Pareto muestra los factores con mayor influencia sobre una determinada respuesta, en nuestro caso sobre el rendimiento. Como se puede observar tanto el cuajo como el pH son los únicos factores que influyen significativamente ($p \leq 0.05$) en el resultado de rendimiento. Los factores con mayor influencia sobre el rendimiento fueron la concentración de cuajo (efecto positivo), el pH (efecto negativo) y la concentración de cloruro de sodio (efecto positivo).

En el caso del pH, tiene una influencia negativa, es decir mientras menos pH se alcance mejor rendimiento se obtendrá. Así, se eligió como pH mínimo de trabajo a 4.6, teniendo en cuenta que este pH corresponde al punto isoeléctrico de las caseínas de la leche y a este pH se encuentran en forma de fosfocaseína cálcico y precipitan o en este caso coagulan por acidificación (Garrido, 2014).

Los dos tratamientos T5 y T7, que obtuvieron los mejores rendimientos (14.92 y 14.87% respectivamente), fueron a pH de 4.6, que como se mencionó es el punto isoeléctrico de la leche en el que la caseína como complejo de proteínas fosforadas coagula (Walstra *et al.* 2001), siendo una de las formas utilizadas para lograr la coagulación o cuando se coloca bajo la acción de enzimas específicas como el cuajo (renina), que como vemos en la Figura 4, el efecto del cuajo muestra un efecto positivo, es decir, que a mayor cantidad añadida mayor será el rendimiento obtenido y como lo podemos apreciar con los tratamientos T5 y T7, no solo se bajó el pH a 4.6 sino también se agregó cuajo a un 0.03 g/L, demostrando un efecto sinérgico. Si analizamos el tratamiento T2, que fue realizado a pH 4.6 y sin cuajo, se obtuvo un mayor rendimiento (9.93%), sin embargo este valor es menor que los demás tratamientos a excepción del T1 y T3, que son los que presentaron menor rendimiento (3.65 y 3.78%, respectivamente), estos quesos se trabajaron sin adición de cuajo y a pH 6. Estos resultados corroboran el efecto sinérgico de la adición del cuajo y la disminución del pH; y que en el caso del queso fresco funcional con pulpa de camu camu, la adición de cloruro de sodio fue importante.

Así, respecto de la incorporación de sal (cloruro de sodio), el diagrama de Pareto señala un efecto positivo en el rendimiento de este factor. Así, el cloruro de sodio además de proporcionar sabor y preservar el queso, a altas concentraciones puede ser perjudicial al disminuir la actividad enzimática proteolítica del cuajo y a la vez aumentar la presión osmótica eliminando el agua contenida en la red proteica de la cuajada (Pinho *et al.* 2004).

En la Figura 4, también podemos apreciar que el cloruro de calcio no influye significativamente ($p \leq 0.05$) en el rendimiento, sin embargo su efecto aunque no significativo es positivo, y aporta a la textura y compactación de la cuajada, sin embargo tal como lo refiere Recinos (2007), no se debe usar más del 0.02% en peso con respecto al peso de la leche. El cloruro de calcio proporciona firmeza mecánica que evita que en el cortado se genere cantidades innecesarias de polvo o finos de cuajada que se depositan fondo de la tina quesera y se pierden con el lactosuero, disminuyendo el rendimiento del queso.

3.9. Modelamiento y maximización del rendimiento utilizando la metodología de superficie de respuesta

Una vez realizado el cribado y determinado los factores con mayor efecto sobre la variable de respuesta rendimiento: concentración de cuajo, pH y concentración de cloruro de sodio, se procedió a realizar el análisis de varianza considerando únicamente estos factores. Así en el Cuadro 8, se muestra los coeficientes de regresión para estos tres factores para la estimación del rendimiento en la elaboración del queso fresco funcional.

Cuadro 8. Coeficientes de regresión para rendimiento**.**

Coeficiente	**Estimado**
Constante	+17.75357
Cloruro de Sodio	+1.56625
Cuajo	+214.7500
pH	-3.38393

Y a partir de lo anterior se obtiene la ecuación que modela el rendimiento del queso en función de los factores más significativos:

Rendimiento = 17.75357+ 1.56625***cloruro de sodio** + 214.75***cuajo** - 3.38393***pH**

Los valores de los factores están especificados en sus unidades originales. La ecuación mostrada, el modelo matemático, permite la predicción y el cálculo estimado de la cantidad de queso se obtendrá al final de un proceso de elaboración tomando en cuenta los parámetros (factores) más significativos antes mencionadas: cloruro de sodio, cuajo y pH.

El coeficiente de determinación del modelo anteriormente evaluado es de R^2=0.9627 y un R^2 ajustado =0.9440. Estos valores indican un alto ajuste del modelo pues es cercano a 1 que correspondería a un ajuste perfecto (Malkina-Pykh 2019). Esta alta correlación entre los valores observados (experimentales) y los valores predichos (estimados) puede observarse en la Figura 5, validando así el modelo obtenido.

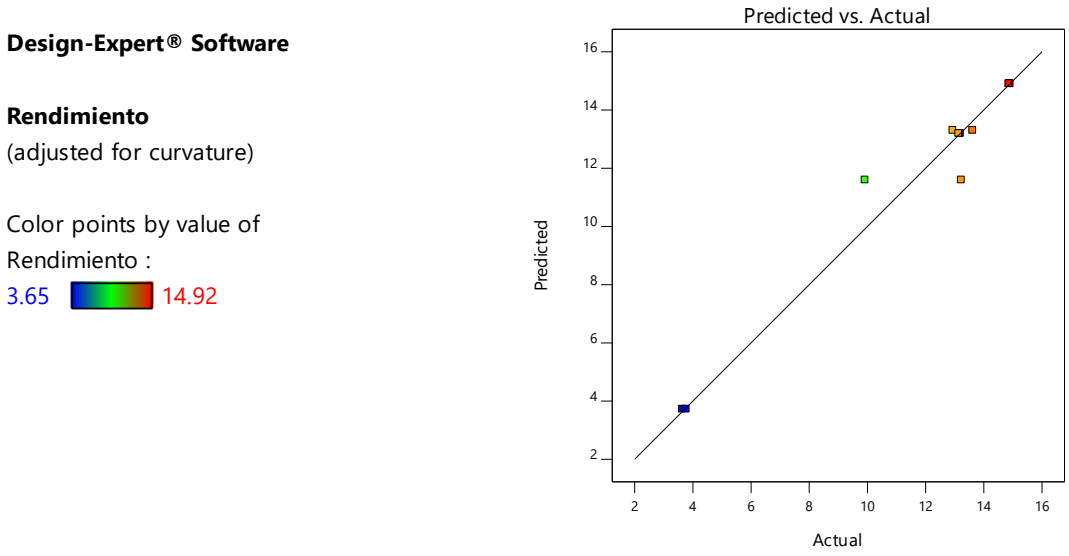


Figura 5. Correlación entre valores experimentales (*actual*) versus los valores estimados (*predicted*)

El modelamiento permitió realizar una estimación de los parámetros óptimos del proceso utilizando la metodología de superficie de respuesta (Figura 6). Así, se encontraron los valores óptimos: Cloruro de sodio 5.95466 g/L, Cloruro de calcio 0.1g/L, Cuajo 0.0280924 g/L, Temperatura 36°C y pH 4.69024; para obtener un rendimiento máximo del queso fresco funcional de 17.2415%. Los resultados confirman el efecto sinérgico del cuajo y el pH, así como la influencia positiva de la adición de cloruro de sodio.

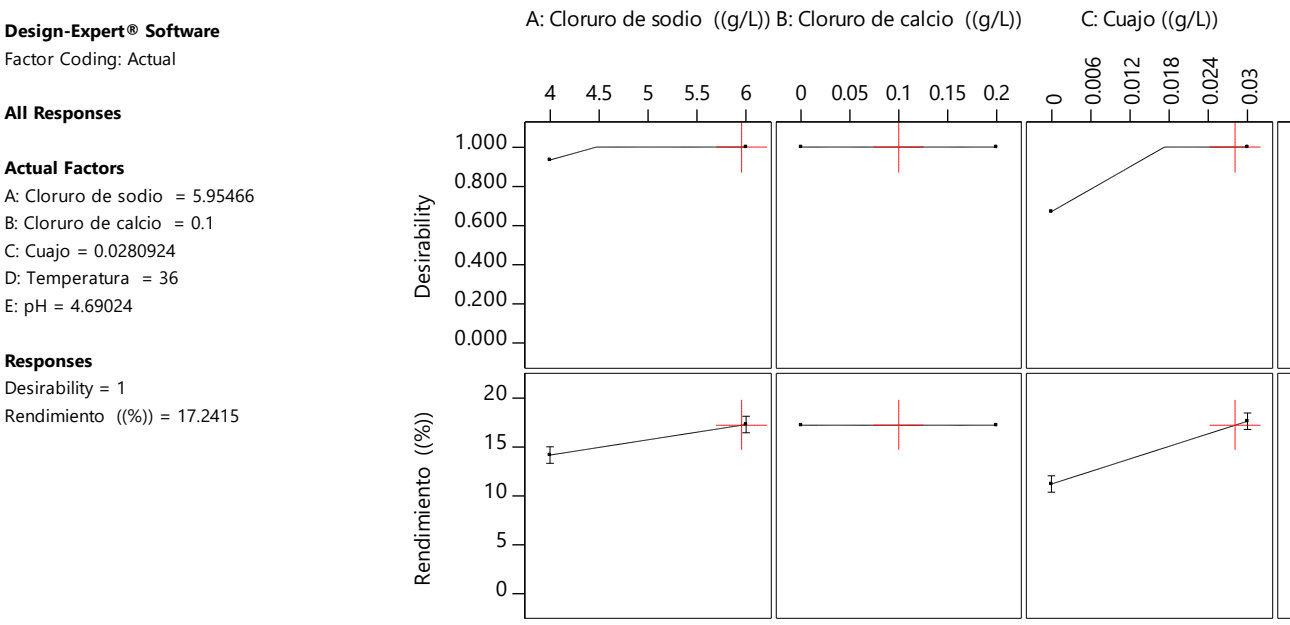


Figura 6. Optimización basada en el cálculo de deseabilidad máxima (d=1.000) para el rendimiento del queso

3.10. Evaluación sensorial

3.10.1. Evaluación del color del queso con pulpa de camu camu

A continuación se presenta los resultados del análisis sensorial del queso elaborado mediante la aplicación del diseño de cribado aplicando cuajo y pulpa de camu camu. La evaluación del color es importante en un producto porque el consumidor asocia el color con el sabor. En el Cuadro 9, se observa que presenta diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) entre los tratamientos (Anexos A-IV, A-V).

Cuadro 9. Resultados de la evaluación del color del queso con pulpa de camu camu

Tratamiento	Color ± DS
T2	5.714 ± 1.15^{e}
T6	5.800 ± 1.30^{e}
T10	5.942 ± 1.66^{de}
T11	6.314 ± 1.37^{cd}
T9	6.771 ± 0.69^{bc}
T3	7.085 ± 0.74^{b}
T7	7.114 ± 0.79^{b}
T5	7.142 ± 0.77^{b}
T8	7.685 ± 1.02^{a}
T4	7.885 ± 0.76^{a}
T1	8.057 ± 0.94^{a}

Valores medios representan (promedio$\pm SEN$) los datos provienen del experimento (n=10) / Valores de la misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0.05$).

En el Cuadro 9, se muestran a los tratamientos T1, T4, y T8 que presentaron un mejor color con 8.05, 7.88 y 7.68 respectivamente. En estos tratamientos, T1 no se usó cuajo, la temperatura era de 42 °C y se usó 4 g/L de cloruro de sodio, en este tratamiento el queso tuvo un color blanco amarillento al color de la leche fresca, pero el tratamiento T4, no se usó cuajo pero si pulpa de camu camu para acidificar la leche y bajar el pH a 4.6 es el punto isoeléctrico de la leche. En este tratamiento el queso tuvo un color palo rosa por lo que llamó la atención del público. Al respecto el tratamiento T8, tuvo un queso fresco como siempre se encuentra en el mercado y el color fue característico al queso. Se podría mencionar que los panelistas se dejaron llevar por sus

conocimientos, que el queso debe tener un color blanco, al respecto Agudelo *et al.* (2019) menciona que los consumidores dan mayor importancia a las características que son más perceptibles, en este caso el color es uno de ellos; además (Cayot 2007), las elecciones para determinados alimentos están influenciadas también por las experiencias propias del consumidor.

El menor puntaje en cuanto a la evaluación de color fue para el tratamiento T2, a diferencia del tratamiento T4, no se usó cloruro de calcio y la temperatura fue más baja. Así, como menciona Cayot (2007), el color de los quesos se ve influenciado por el tipo de leche que se utiliza, la así como la técnica de elaboración y en el caso de quesos madurados por el tiempo de maduración.

3.10.2. Evaluación del olor del queso con pulpa de camu camu

En el Cuadro 10, se puede observar los resultados de la evaluación de olor del queso con pulpa de camu camu para todos los tratamientos del cribado, presentando diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos (Anexos A-VI y A-VII). Los mejores tratamientos son los mismos que para el color. El olor fue evaluado olfateando el centro de cada queso, así como lo menciona (Duran y Costell 1999). Este olor característico, tal como menciona Hernández (2005), es un olor láctico dominante o casi exclusivo de los quesos frescos a diferencia de los madurados donde se producen otros componentes aromáticos debido a los mecanismos enzimáticos involucrados, dependiendo del tipo de queso elaborado.

Cuadro 10. Resultados del olor del queso con pulpa de camu camu.

Tratamiento	Olor ± DS
T10	5.94 ± 1.66^{d}
T11	7.03 ± 0.51^{c}
T7	7.08 ± 0.85^{c}
T3	7.11 ± 0.90^{c}
T6	7.22 ± 1.03^{bc}
T2	7.22 ± 1.03^{bc}
T5	7.37 ± 1.11^{abc}
T9	7.37 ± 1.08^{abc}
T1	7.66 ± 1.23^{ab}
T4	7.69 ± 1.25^{ab}
T8	7.80 ± 0.93^{a}

Valores medios representan (promedio$\pm SEN$) los datos provienen del experimento (n=10) / Valores de la misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0.05$).

En el tratamiento T8, se usó 0.03 g/L de cuajo y la suficiente cantidad de pulpa de camu camu para disminuir el pH a 6, el queso obtenido presentó un olor láctico a queso fresco, olor que tal como lo menciona Hernández (2005), predomina en quesos jóvenes como son los frescos. En el caso del tratamiento T1, solo se bajó el pH a 6 con camu camu y el queso tenía un olor a leche, el tratamiento T4, se usó pulpa de camu camu para bajar el pH a 4,6, el olor al momento de realizar la evaluación tenía un leve olor a la pulpa de camu camu y olor láctico, más predominio tuvo al olor característico del queso fresco que es el láctico.

El tratamiento que obtuvo la puntuación más baja en la evaluación fue el tratamiento T10, este queso tiene los parámetros en los puntos medios de los factores del diseño utilizado, aquí el olor fue una, mezcla en el láctico y la pulpa de camu camu, por lo tanto no se tuvo una percepción al olor característico a queso.

En el tercer grupo encontramos a los tratamientos 9, 5, 2. 6, 3, 7 y 11, estadísticamente iguales, según Agudelo (2019), esta igualdad entre los tratamientos se puede atribuir a que al tratarse de un queso no convencional, sea congruente con la evaluación positiva de todos los atributos y al no ser expertos los panelistas, no lograron detectar las diferencias sensoriales entre los tratamientos.

3.10.3. Evaluación del sabor del queso con pulpa de camu camu

En el Cuadro 11, se presenta los resultados de la evaluación del sabor y se observa las diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos (Anexos A-VIII y A-IX).

Cuadro 11. Resultados del sabor del queso con pulpa de camu camu.

Tratamiento	Sabor ± DS
T10	4.74 ± 1.66^{d}
T11	6.00 ± 0.51^{c}
T7	7.11 ± 0.85^{b}
T3	7.20 ± 0.90^{b}
T9	7.23 ± 1.09^{b}
T6	7.23 ± 1.03^{b}
T4	7.29 ± 1.25^{b}
T2	7.28 ± 1.03^{b}
T5	7.57 ± 1.11^{ab}
T8	7.60 ± 0.93^{ab}
T1	7.89 ± 1.23^{a}

Valores medios representan (promedio$\pm SEN$) los datos provienen del experimento (n=10) / Valores de la misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0.05$).

Al respecto en la evaluación del sabor de los quesos según el cribado el mayor puntaje fue para los tratamientos 1, 8 y 5 estadísticamente, aquí los quesos a diferencia del tratamiento T1, se usó mayor contenido de sal, como lo menciona la FAO (1983), el contenido de sal es determinante en la calidad de un queso, puesto que afecta su sabor y cuerpo. El tratamiento T1, solo se usó 4 g/L de leche se podría explicar que tuvo un sabor más a leche y por eso fue la aceptación.

En el segundo grupo tuvo un empate estadístico 4, 2, 6, 3, 9 y 7 presentan estadísticamente iguales, en este grupo de quesos se relacionan que casi en su totalidad se trabajó a pH bajos y a temperaturas de 30 °C a excepción del tratamiento T4. Estos quesos tenían un sabor suave a camu camu. El sabor de los quesos frescos es normalmente a leche acidificada o sabor láctico, el sabor y aroma en los quesos resulta de la mezcla equilibrada de los componentes de la cuajada fresca, a diferencia de los madurados en los que

también son los originados por la degradación enzimática de uno o más constituyentes durante la maduración (Brito 1990).

El menor puntaje fue para el tratamiento T10, este queso presentó una combinación intermedia de los parámetros, los panelistas no pudieron distinguir el sabor característico a queso o al menos tener un sabor quien predomine. Es importante resaltar que la adición de cloruro de calcio normalmente no presenta efecto en el sabor (Law 1999).

3.10.4. Evaluación de la textura del queso con pulpa de camu camu

En Cuadro 12, se presenta los resultados de la evaluación de la textura y se observa que presentan diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos (Anexos A-X y A-XI).

Cuadro 12. Resultados de la textura del queso con pulpa de camu camu.

Tratamiento	Textura ± DS
T2	5.11 ± 1.98^{d}
T11	5.60 ± 1.29^{cd}
T10	5.69 ± 1.82^{cd}
T7	6.03 ± 1.22^{c}
T6	6.18 ± 1.71^{c}
T5	6.91 ± 0.82^{b}
T3	7.26 ± 0.85^{b}
T8	8.03 ± 0.82^{a}
T9	8.08 ± 0.71^{a}
T4	8.11 ± 0.72^{a}
T1	8.14 ± 0.91^{a}

Valores medios representan (promedio$\pm SEN$) los datos provienen del experimento (n=10) / Valores de la misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0.05$).

En el Cuadro 12, se observan los resultados donde hay diferencia estadística entre los tratamientos, los mejores fueron los tratamientos T1, T4, T9, y T8, en estos tratamientos como los anteriores no hay una igualdad, ya que son diferentes los parámetros, pero la consistencia de un alimento puede estar caracterizado mecánicamente por atributos de la textura como la elasticidad, la firmeza, la cohesividad, la plasticidad, entre otros, características que podrían indicar un grado de degradación de las proteínas del queso en función del procesamiento (Brito 1990), en estos tratamientos encontramos diferentes

tipos de consistencia de los quesos y fueron evaluados según la percepción de los panelistas. El tratamiento T1 presento una textura débil, debido a que no se utilizó cuajo y el pH (6.0) estuvo alejado de su punto isoeléctrico (4.6).

El cuerpo y la textura de un alimento afecta con mayor intensidad a la percepción del sabor que el aroma o el color de este, incluyen la utilización de descriptores de superficie visuales y táctiles (Duran y Costell, 1999). Los tratamientos T5, T6 y T7, presentaron una textura grumosa al momento del corte, ya que no se usó cloruro de calcio y se coagulo la leche bajando el pH con pulpa de camu camu, esto hace que la cuajada no sea firme, la función del cloruro de calcio es darle mayor firmeza mecánica a la cuajada (Quezada y Bernys 2015). Si la acidez es alta resulta un pH bajo, esto conduce a una pérdida de calcio en el queso con lo cual se tiene una textura apretada (FAO 1983). Kumari *et al.* (2015), refiere que en queso fresco hecho por coagulación ácida, se obtiene quesos blandos. Según Madrid (1990), los quesos se clasifican en 3 grupos, quesos con ojos redondos, quesos de textura granular y quesos de textura cerrada. Los quesos que obtuvimos en nuestra investigación fueron de textura granular y textura cerrada y fueron evaluados por los panelistas, tal como mencionan Lawrence *et al.* (1987), al evaluarse la textura se evalúa la presencia o ausencia de ojos o agujeros en la masa del queso, este parámetro es de gran importancia, es la primera en ser considerada por los jueces o consumidores. Como en este caso, la pasta de un queso elaborado con leche pasteurizada al que no se le han adicionado microorganismos es de masa compacta (cerrada), pero pueden existir algunos orificios pequeños de contorno irregular de origen mecánico producto principalmente del prensado. Es preciso resaltar, que cuando se utilizan microorganismos los orificios u ojos que se forman tienen forma circular regular, tal como lo refiere Coste (2005).

La variabilidad en los resultados se explica por los factores relacionados con la textura de los quesos que según Fox *et al.* (2000) son: la composición, pH, concentración de sal, tiempo, temperatura y la velocidad de agitación.

3.10.5. Evaluación de la apariencia general del queso con pulpa de camu camu

En el Cuadro 13, se presentan los resultados para la apariencia general presentando diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos (Anexos A-XII y A-XIII). Se evaluó aspectos externos e internos de los quesos.

Cuadro 13. Evaluación de la Apariencia General del queso con pulpa de camu camu

Tratamiento	Apariencia general ±DS
T10	5.54 ± 1.56^{f}
T11	5.86 ± 1.57^{f}
T2	6.03 ± 2.01^{f}
T1	6.03 ± 2.01^{ef}
T5	6.48 ± 1.09^{de}
T6	6.77 ± 1.16^{cd}
T7	7.14 ± 0.91^{c}
T3	7.28 ± 0.89^{bc}
T9	7.88 ± 0.58^{ab}
T8	7.89 ± 0.87^{ab}
T4	7.91 ± 0.61^{a}

Valores medios representan (promedio$\pm SEN$) los datos provienen del experimento (n=10) / Valores de la misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p \leq 0.05$).

Según el Cuadro 13, los mejores tratamientos fueron para T4, T8 y T9, estos tratamientos a excepción del T9 tuvieron la mejor aceptación en color, olor, sabor y textura. Uno de los factores podría ser el contenido de grasa que contenían la leche y al respecto Dumais *et al.* (1991) mencionan que el el contenido graso incide en las características organolépticas del queso como la textura, sabor y en cierta medida en el color, además de afectar su rendimiento.

Los menores puntajes lo obtuvieron los tratamientos T10, T11, T2 y T1, los panelistas han combinado todos los atributos y calificaron bajo al tratamiento T1, como se observó en las evaluaciones anteriores, era uno de los mejores tratamientos. Los factores que podrían afectar la apariencia general son: el contenido de humedad, la textura, el desarrollo de aromas, entre otros (Permantier y Weber 1990). Además Bines y Holmes (1994) mencionan que el salado de los quesos aporta el sabor característico a sal y solo requiere menos de un 0.8 %, mejora la consistencia del queso y aporta mayor tiempo de conservación al producto. Y se determinó el mejor tratamiento según Wrolstad y Smith (2010), los atributos que determinan la aceptación de

alimentos son el color, el sabor y la textura. Siendo el color y la apariencia general los que afectan directamente el juicio del consumidor

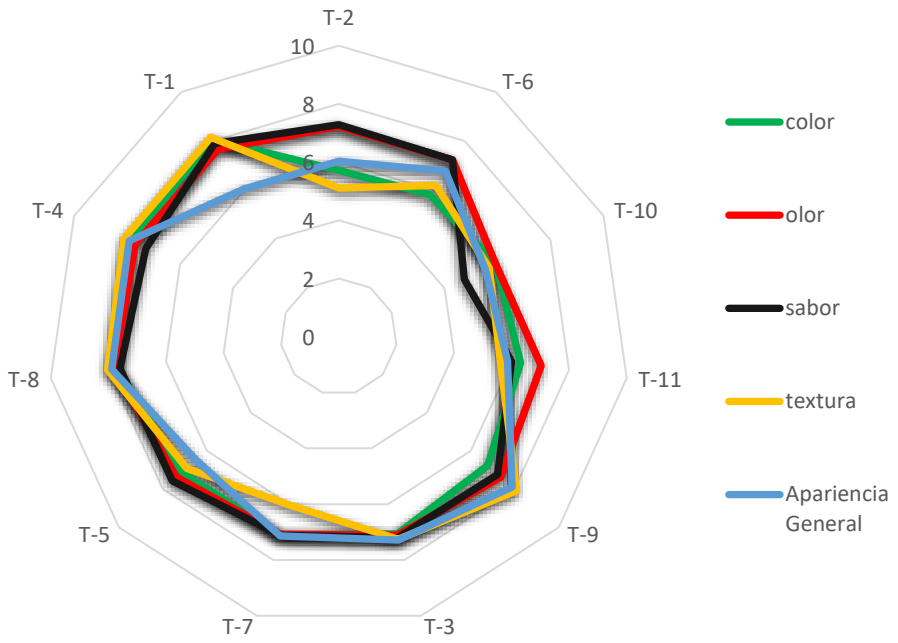


Figura 7. Gráfica radial de la media de los tratamientos con los atributos.

En la Figura 7, se puede observar que los tratamientos T4 y T8 tuvieron mejores puntajes, entre los dos se tuvo que elegir al mejor considerandoe el tratamiento T4, porque se trabajó según los parámetros 6 g/L de NaCl, 0.2 % de cloruro de calcio, sin cuajo, 42 °C y a pH de 4.6, a diferencia del tratamiento T8 que usó cuajo y pH de 6. Como la investigación se basó en diseñar y desarrollar un queso fresco funcional utilizando pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK.) para enriquecerlo con vitamina C, decidimos dar como ganador al tratamiento T4, por cumplir este fin, así para alcanzar el pH de 4.6 se usó 60 mL de camu camu por litro de leche. Es por esta razón que la evaluación de la aceptación sensorial de los quesos es tan importante para el desarrollo de nuevas variedades y para el éxito en su comercialización (Corrales y Chacón 2005). Dichas evaluaciones se efectuaron haciendo uso de escalas hedónicas con base en paneles de consumidores semi entrenados tal como lo refiere Carpenter *et al.* (2000).

3.11. Análisis fisicoquímico del queso con pulpa de camu camu

Se le hizo un análisis fisicoquímico al mejor tratamiento (T4), con el fin de caracterizar el producto mejor aceptación sensorial para los consumidores. Los resultados se muestran el Cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis fisicoquímico del queso con camu camu

Análisis	Promedio
Humedad (g/100 g de muestra original)	51.0 ± 0,021
Grasa (g/100 g de muestra original)	20.5 ±0,028
Cenizas (g/100 g de muestra original)	3.4 ±0.057
Proteína (g/100 g de muestra original, factor 6.38)	20.2 ±0.092
Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	4.9
Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	284.9
Kcal porcentuales provenientes de carbohidratos	68
Kcal porcentuales provenientes de grasa	64.8
Kcal porcentuales provenientes proteínas	28.4
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 g de muestra)	104.4 ±0.014

En el Cuadro 14, se presenta los resultados del análisis fisicoquímico, encontrando una humedad de 51 %, este queso fue prensado solo por una hora con una cantidad de sal que se usó fue de 6 g/L, estando en el rango mencionado por la NTP 202.195 (2004) debe ser ≥ 46% de humedad clasificándose en la categoría de quesos blandos (46 a 55%) según las NTP.202.193 (2010). Esta clasificación del queso concuerda con lo que encontramos al evaluar la textura del queso porque eran blando pero compacto, se trabajó a pH de 4,6 y esto se logró adicionando pulpa de camu camu hasta el pH mencionado (aproximadamente 60mL/L). Según Scott (1991), el cuajado ácido de la leche (adición de pulpa de camu camu) es una práctica corriente en lechería en el que se utilizan entre otros: vinagre, ácido acético, ácido cítrico y jugo de limón. Cabe resaltar, que por debajo del pH 5.0, la solubilidad de las caseínas disminuye ostensiblemente siendo el factor predominante para la funcionalidad de los quesos, pierden también su capacidad para fundirse a pesar de que el calcio disminuye (Ge 2002). Al respecto Walstra (2001) menciona que al ser la caseína un complejo de proteínas fosforadas coagula a un pH de 4.6 (punto isoeléctrico) o, como ya se mencionó, cuando se ponen bajo la acción de enzimas específicas como el cuajo o renina.

Según la tabla de alimentos más consumidos en el Perú (1993), reportan para el queso fresco valores de humedad de 60 g, proteína de 15.8 g, grasa 17.5 g,

carbohidrato 2.2 g, ceniza 4.5 g y energía 230 Kcal, a comparación de los resultados que se obtuvo, el queso con pulpa de camu camu presenta mayor contenido de proteínas, grasa, carbohidratos y energía total. Collazos *et al.* (1993) reportan para el queso tipo Ucayalino valores de humedad 52.18 %, proteínas 21.6 y grasa 21.05, estos valores se asemejan a lo que presenta nuestro queso, ya que se hizo la coagulación acida usando camu camu. Según Elgersma *et al.* (2004), mencionan que la dieta de los animales como energía, proteína, grasa, cantidad de fibra, minerales, vitaminas y otros nutrientes, influyen en la cantidad y la composición de la leche, por ende en la composición del queso.

En Cuadro 14, también se muestran los resultados para vitamina C, son vitaminas hidrosolubles que en su mayoría se pierde en el desuerado y solo se encuentra de 10 a 20 mg/L vitamina C entre ácido cítrico y el ácido ascórbico en la leche (Walstra, 2001). Se buscó con este tipo de queso incrementar su funcionalidad con la pulpa de camu camu y así el ácido ascórbico, se obtuvo 104.4 mg de ácido ascórbico/100 g de muestra y este valor es más alto de la naranja y limón. RUBIO (2010) reporta para el limón y la naranja ácida valores de 51 y 59 mg/100 g de la parte comestible. Nuestro resultado es el doble que el autor encontró. El camu camu es una fuente potencial de vitamina C (Imán *et al.* 2011a), además de antioxidantes nutricionales y β-caroteno (Chirinos *et al.* 2010). Akter *et al.* (2011), menciona a su vez esta vitamina favorece la formación de otros compuestos importantes para la regeneración celular como el colágeno que es una conocida proteína que sostiene muchas estructuras corporales, y es responsable de la formación y fortalecimiento de los huesos, músculos, tendones, ligamentos, dientes, encías, tejidos conjuntivos e incluso los vasos sanguíneos.

IV. CONCLUSIONES

- Se logró caracterizar fisicoquímicamente la leche fresca para la elaboración del queso con los siguientes resultados: un pH de 6.63, densidad 1.030 g/L, sólidos solubles de 9.2 y ácido láctico de 0,14 % de ácido láctico. Y la pulpa de camu camu obtuvo un pH de 2.56, acidez 2.81 % de ácido cítrico y vitamina C de 1291 mg de ácido ascórbico/100 de muestra.
- El tratamiento con mayor rendimiento del queso fue el T5 con 14.92 % y el tratamiento con menor rendimiento fue el T1 con 3.65%.
- Se determinó los factores significativos sobre el rendimiento del queso usando el diseño de cribado, siendo éstos: (a) el pH que fue el único factor con un efecto inverso en el rendimiento del queso; (b) el cuajo y (c) el cloruro de sodio, que afectan de manera significativamente positiva. Es decir a bajo pH y usar más cuajo y cloruro de sodio mayor será el rendimiento.
- Se determinó la ecuación que modela el rendimiento del queso con pulpa de camu camu con los factores más significativos, siendo el modelo el siguiente: Rendimiento = 17.75357+ 1.56625*cloruro de sodio + 214.75*cuajo - 3.38393*pH
- Se obtuvo los parámetros que maximizan el rendimiento del queso con pulpa de camu camu: cloruro de sodio 5.95466 g/L, cloruro de calcio 0.1g/L, cuajo 0.0280924 g/L, temperatura 36°C y pH 4.69024; para alcanzar un rendimiento máximo del queso fresco funcional de 17.2415%.
- Se determinó las características sensoriales del queso elaborado mediante la aplicación de un diseño de cribado, encontrando a los tratamientos T8 y T4 con la mayor aceptación en color, olor, textura, apariencia general y sabor por los panelistas. Se eligió al tratamiento T4 como el mejor para nuestra investigación porque uso mayor cantidad de pulpa de camu camu para bajar el pH a 4.6.
- Se obtuvo un queso fresco funcional utilizando pulpa de camu camu demostrando que su incorporación mejora las características sensoriales y muestra un efecto sinérgico con el cuajo en la coagulación mejorando el rendimiento. Así el análisis fisicoquímico del queso obtenido muestra una humedad de 51%, grasa 20.5%, ceniza 3.4%, proteína 20.2% y carbohidratos 4.9% y 284.9 Kcal/100 g, y con un importante contenido de vitamina C de 104.4 mg de ácido ascórbico/100 g de muestra.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de mercado para cuantificar la demanda y determinar si se puede introducir al mercado como nuevo producto (queso con pulpa de camu camu).
- Realizar un análisis de vida útil del queso con pulpa de camu camu.
- Realizar estudios reológicos esenciales para saber las propiedades viscoelásticas que posee el queso con pulpa de camu camu y expresar las características físicas y propiedades mecánicas.
- Realizar los análisis microbiológicos del queso con pulpa de camu camu.
- Investigar la viabilidad de elaborar una bebida funcional con el suero residual del procesamiento del queso fresco con pulpa de camu camu.
- Optimizar el proceso tomando en cuenta los resultados de la presente investigación, evaluando además otras posibles respuestas como tiempo de coagulación, costos de producción, entre otros.

VI. BIBLIOGRAFIA

Agudelo, M., Cesin, A., Espinoza, A., Ramirez, B. 2019. Evaluación y análisis sensorial del Queso Bola de Ocosingo (México) desde la perspectiva del consumidor. Rev Mex Cienc Pecu; 10(1):104-119p.

Akter, S.; Oh, S.; Bang, J.; Ahmed, M. 2011. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of *Myrciaria dubia* (camu camu)fruit: A review. Food Research International 44(7): 1728–1732.

Alais C. 1985. Fisica y fisicoquimida de la leche. Efectos de los tratamientos tecnologicos, in Ciencia de la leche: Principios de la tecnica lechera, Barcelona: Editorial Reverte S.A, p. 265–266.

Arciniega, 2010. Evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de queso Zamorella. Carrera de Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras. Disponible en. https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/228/1/AGI-2010-T004.pdf.

Bacio P, LV. Optimización multi-objetivo en el problema de metodología de superficie multi-respuesta. Tesis MSc Probabilidad y Estadística. Guanajuato, Mexico, Centro de Investigación en Matemáticas. 161 p.

Barack, 2003. Frutas del Perú. Universidad san Martin de Porres. Escuela profesional de turismo y hotelería. Lima 34, Perú. Pág. 137.

Besabe, B. 2000. Función de la vitamina c en el metabolismo del colágeno. Instituto de nutrición e higiene de los alimentos. Cuba. Disponible en. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/SeminarioAcidoascorbico_25314.pdf.

Bosa, M 2010. Desarrollo de un queso maduro con adición del cultivo probiótico *lactobacillus paracasei subsp. paracasei lc-01*. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Rev Chil Nutr Vol. 37, N°2, págs: 215-223.

Brito, C. 1990. Cultivos lácticos: su influencia sobre la calidad físico-organoléptica de los quesos. Alimentos 15 (3): 61-65.

Carpenter, RP; Lyon, DH; Hasdell, TA. 2000. Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control. Aspen Publishers, New York. 212 p.

Cayot N. 2007. Sensory quality of traditional foods. Food chemistry; 101:154–162.

Chavez M.S., Negri L.M., Taverna M.A. y Cuatrín A.L. (2004). Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. J Dairy Res 71: 201-206.

Chirinos, R.; Galarza, J.; Betalleluz-Pallardel, I.; Pedreschi, R.; Campos, D. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu *(Myrciaria dubia* H.B.K. *McVaugh*) fruit at different maturity stages. Food chemistry 120(4): 1019–1024.

Collazos, C. C. et. al 1993. La composición de los alimentos de mayor consumo en el Perú. 6s ed. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Nutrición, Lima, Perú.

Corrales, J; Chacón, A. 2005. Estudio de opinión de consumidores sobre el queso fresco de cabra (*Capra hircus*) en Costa Rica. Revista de Agricultura Tropical 35:39-49.

Coste, E. 2005. análisis sensorial de quesos. Madrid, España. Edit. Univ. Nac. de Lomas de Zamora. p 2 -10.

Costell E, Tárrega A, Bayarri S. 2010. Food acceptance: the role of consumer perception and attitudes. Chemosensory Percep; 3:42–50.

Dirección General de Promoción Agraria. 2005. Ministerio de Agricultura - dirección de crianzas aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Disponible en: http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7ae7e7ab111562710525797d00789424/$file/aspectosnutricionalesytecnol%c3%b3gicosdelaleche.pdf

Dumais, R., Blais, J. y Conrad, F. 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Queso. Editioral Acribia, S.A. Zaragoza, España. 249-294.

Duran, L. y Costell, E. 1999. Percepción del gusto. Aspectos fisicoquímicos y psicofísicos. Food Science and Technology International. 5 (4): 299-309.

FAO, 1982. Elaboración de productos lácteos. Editorial Trillas- Manual para la educación agropecuaria. México D.F. 198 p.

FAO. Codex Alimentarius, 2008. Norma General del Codex para el Queso, Codex Stan–A

FAO. 1985. Control de Calidad de Productos Agropecuarios. México, Trillas, S.A. 102 p.

Ferrandini, E. 2006.Elaboración de queso de Murcia al vino con cuajo natural en pasta [Tesis de Doctorado]. Murcia: Universidad de Murcia. Facultad de Veterinaria. 196p. Disponible en:http://tdx.cat/bitstream/handle/10803/11055/FerrandiniBanchero.pdf.

FONDO DE NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA - UNICEF 2014. Glosario de términos sobre desnutrición Consulta 10 de mayo del 2017. https://www.unicef.org/peru/spanish/media_27163.htmL

Fox P.F. y McSweeney P.L.H. 1998. Dairy chemistry and biochemistry. Blackie Academic y Professional, Londres, 478 pp.

Fox, P.F., T.M. Cogan, P.L.H. McSweeney, and T.P. Guinee. 2000. Fundamentals of cheese science. Aspen Pub, Gaithersburg, MD, USA.

Fujita, A.; Sarkar, D.; Wu, S.; Kennelly, E.; Shetty, K.; Genovese, M. 2015. Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu camu (*Myrciaria dubia Mc. Vaugh* (*Myrtaceae*)) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. Food Research International 77(2): 194-203.

Flores, E. 2010. Base de Datos Proyecto Perubiodiverso. Información bibliográfica sobre Historia y Usos tradicionales de 3 Plantas seleccionadas. Disponible en: http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1367/Uso_historico_camu_camu_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1.

García, B. 2006.Caracterización fisicoquímica de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hidalgo con el fin de proponer normas de calidad. Tesis de grado. Hidalgo. México. Universidad del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Disponible en: http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/506/Caracterizacion%20fisico%20quimica%20tipos%20de%20quesos.pdf.

Garrido N. R. I. 2014**.** Elaboración de queso fresco tipo mezcla (leche de cabra y leche de vaca) y determinación de sus características físico-químicas y sensoriales. Tesis, Ing. Zootecnista. Piura, Perú. Universidad Nacional de Piura. 112p.

Ge 2002. Reversibility of pH-induced changes in the calcium distribution and melting characteristics of Mozzarella cheese. Journal of Dairy Technology. Vol 57. 3–9p.

González, M.2002.Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y yogurt. SENACIT, secretario nacional de ciencia e innovación. Disponible en. http://www.argenbio.org/doc/tecnologia_para_la_elaboracion_de_queso.pdf.

Guerrero-Ochoa, MR; Pedreschi, R; Chirinos, R. 2015. Optimised methodology for the extraction of protein from quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.). International Journal of Food Science and Technology.

Iman, 2007. Tecnología para la producción del camu camu (*myrciaria dubia* H.B.K.) mc. vaugh programa nacional de investigación en recursos genéticos estación experimental agraria "san roque" – Iquitos.

Iman, S., Cardenas, H., Zurita, M. 2011. Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia (*H.B.K) Mc Vaugh, en cuatro estados de maduracion, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA. *Scientia Agropecuaria, 2*, 123-130.

Imán, S.; Bravo, L.; Sotero, V.; Oliva, C. 2011a. Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) *Mc Vaugh*, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. Scientia Agropecuaria 2(3): 123-130.

Imán, S.; Pinedo, S.; Melchor, M. 2011b. Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh), del INIA Loreto-Perú. Scientia Agropecuaria 2(4): 189 – 201.

INDECOPI. 2004. Norma Técnica Peruana (NTP 202.087:2004). Leche y Productos Lácteos. Queso Fresco. Lima, Perú.

INDECOPI. 2010. Norma Técnica Peruana (NTP 202.193:2010). Leche y Productos Lácteos. Quesos. Identificación, clasificación y requisitos. Lima, Perú.

INDECOPI. 2016. Norma Técnica Peruana (NTP 202.001:2016). Leche y Productos Lácteos. Leche cruda. Requisitos. Lima, Perú.

Law, B.A. 1999. Technology of Cheesemaking. USA. Sheffield Academic Press. p 55.

Lawrence, R.C.; Gilles, J. 1980. The assessment of the potential quality of young cheddar cheese. N. Z. J. Zealand Dairy Sci. Technol. 15 (1), 1-12.

Lawrence, R., Creamer, L. y Gilles, J. 1987. Texture development during Cheese ripening. Journal of Dairy Science 70 (8): 1748 – 1760.

Madrid, A. 1990. Manual de Tecnología Quesera. Ediciones A. Madrid Vicente. Madrid. España. 334 p.

Mahaut, 2003. Productos lácteos industriales. Departamento de ciencia y tecnología de alimentos. Facultad de veterinaria. Universidad de Zaragoza. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza. España. pág. 2.

Malkina-Pykh, IG., Pykh, YA. 2019. Some notes on the application of R^2 for evaluation the goodness-of-fit of nonlinear regression models. 8th International Nonlinear Science Conference.

Martínez, 2009.Aplicación de la metodología de superficie de Respuesta para la optimización de parámetros de Soldadura en función de la distribución térmica Resultante. XIII congreso internacional de ingeniería de proyectos. Disponible en: http://www.aeipro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_0476_0489.2506.pdf

Mejía, G.2001. Diagnóstico y mejoramiento productivo de una planta procesadora de fruta natural: camu camu. Tesis para optar el título profesional de: ingeniero industrial. Universidad nacional de ingeniería. Facultad de ingeniería industrial y de sistemas. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1447/1/mejia_vs.pdf.

Mestres, 1990. El queso. Industrias lácteas. Universidad de ingeniería técnica agrícola de Barcelona. Edición omega, S.A. Pág. 204.

Medina, M. 2004. Principios básicos para la fabricación de quesos. Departamento de / bioquímica y microbiología. INIA. Apdo. 8 7 1 1. 28080 Madrid. Disponible en. http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_198713.pdf.

Molina, 2012. Antioxidantes en la salud, en la enfermedad y en la alimentación. Alimento funcional. Disponible en. http://www.um.es/lafem/Actividades/OtrasActividades/CursoAntioxidantes/MaterialAuxiliar/2012-03-AntioxidantesSaludAlimentosFuncionales.pdf

Nolivos, M. 2011. Uso de cuajo vegetal (Leche de Higo Verde - *Ficus Carica Linnaeus*) para la elaboración de queso fresco. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de

Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Seminario de Graduación. Ambato-Ecuador. 2011.118p.

Oria, R. 1991. “Ciencia y tecnología de la leche”. Zaragoza – España. Editorial Acribia S.A.

Oro, B. J. Urcia, P. S. 2018. Formulación de una bebida funcional a base de pulpa de aguaymanto (*Phisalis Peruviana*) y camu camu (*Myrciaria Dubia*) edulcorado con stevia. Tesis, Ing. Agroindustrial. Nuevo Chimbote, Perú. Universidad Nacional del Santa. 106p.

Parmentier, M. y Weber, F. 1990. La humedad en los quesos. Industrias Lácteas Españolas. N°142: 109-116.

Periago, C. M., Ros, B. G., Martínez, G. C, Santaella, P. M., Pérez, C. D. 2010. Higiene, inspección y control alimentario. Murcia: Universidad de Murcia, Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología.

Pinho, O; Me ndes, E; Alves, M. M; Ferreira, Implv O. 2004. Chemical, physical, and sensoria l characteristics of “Terrincho” ewe cheese: Changes during ripe ning and intravarie tal comparison. Journal of Dairy Scie nce 87(2):249-257.

Polhemus, NW. 2005. Design of Experiments – Screening Designs. STATGRAPHICS. Virginia, Estados Unidos, StatPoint Technologies, Inc. 49 p.

Quiles, S. A. y Hevia, M. Ma. L. 1994. La leche de cabra. Secretariado de publicaciones, Universidad de Murcia. España

Quinteros, 2013. Uso de las diferentes partes de la planta ortiga *(Euphorbiaceae cnidoscolus multilobus)* con efecto coagulante en la leche bovina. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Avenida Rancho Universitario Km 1, 43600, Tulancingo, Hidalgo, México.

Ramírez, 2012. Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas Al Consumidor. Universidad Del Valle Cali – Colombia. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan_Ramirez-Navas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf.

Recinos, H. 2007. Efecto de la temperatura de cocción de la cuajada y presión del prensado en las características físico-químicas y sensoriales del queso seco. Tesis, Ing. agroindustrial alimentario. Zamorano, Honduras. Zamorano. 40p.

Singh H., McCarthy O.J. y Lucey J.A. 1997. Physico-chemical properties of milk. En: Advanced dairy chemistry. 3. Lactose, water, salts and vitamins. Fox P.F., ed. Chapman & Hall, Londres, pp 470-518.

Scott, R. 1991. Fabricación de queso. Acribia Zaragosa, España

Tabla de composición de los alimentos de mayor consumo en el Perú, 1993. Nutrimed. Sexta edición. Extraído el 21 de setiembre, 2013. Disponible en: http://www.nutrimedperu.com/composicion.htm.

Torres, V.2010. Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba (Psidium gua java L.) Cocona (solanium sessilifloriumdunal) y camu camu (Myrciaria dubia Vaugh). Facultad de ingeniería química y agroindustria. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/41462049.pdf.

UNINET. 1994. NOM-121-SSA1-1994: norma oficial mexicana, bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias (en línea). Consultado 26 mar. 2020. Disponible en: http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ssa1/ssa1121.pdf.

Walstra P. y Jenness R. 1987. Química y física lactológica. Acribia, Zaragoza, 423 pp.

Walstra, P.; Geurts, T.J.; Noomen, A.; Jellema, A.; Van Boekel, M.A. 2001. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Zaragoza, España. Acribia S.A.

Watts, B.1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa, Ont, CIID. Ensayo, tecnología alimentaria, productos agropecuarios comportamiento del consumidor. Valor nutritivo – planificación. UDC: 664.001.5:339.4. Disponible en.

https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/12666/1/IDL-12666.pdf.

Wrolstad, R.E y D.E, Smith. 2010. Color Analysis. In: S. Suzanne Nielsen. ed. Food Analysis: Fourth Edition, Springer Science, Business Media/Purdue University, USA. 573-586 p.

Zavala 2005. Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Dirección general Promoción agraria. Ministerio de agricultura. Disponible en:

http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D0079424/$FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf

VII. ANEXO

A-I. Obtención de la pulpa de Camu camu

RECEPCION



SELECCION



PULPEADO





ENVASADO



ALMACENADO



A-II. Elaboración de queso fresco con adición pulpa de Camu camu y cuajo.

CONTROL DE CALIDAD



FILTRADO



PASTEURIZACION



ENFRIADO



CORTE Y BATIDO



PRENSADO



PRODUCTO TERMINADO





A-III. Fotos del análisis sensorial





Análisis sensorial del queso con pulpa de camu camu y cuajo

A-IV. Análisis de varianza del análisis sensorial para el color de los quesos con pulpa de camu camu y cuajo

Fuente	Suma Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	243.091	10	24.3091	21.55	0.0000
Intra grupos	421.886	374	1.12804		
Total (Corr.)	664.977	384			

A-V. Prueba de Kruskal-Wallis para color por tratamiento

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T1	35	291.4
T10	35	125.171
T11	35	148.686
T2	35	98.7286
T3	35	208.557
T4	35	281.757
T5	35	212.214
T6	35	106.386
T7	35	210.357
T8	35	263.543
T9	35	176.2

Estadístico = 139.524 Valor-P = 0.00

A-VI. Análisis de varianza del análisis sensorial para el olor de los quesos con pulpa de camu camu y cuajo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	87.0286	10	8.70286	7.32	0.0000
Intra grupos	444.857	374	1.18946		
Total (Corr.)	531.886	384			

A-VII. Prueba de Kruskal-Wallis para olor por tratamiento

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T1	35	231.871
T10	35	112.286
T11	35	162.9
T2	35	188.671
T3	35	174.857
T4	35	236.129
T5	35	202.943
T6	35	188.671
T7	35	172.457
T8	35	246.429
T9	35	205.786

Estadístico = 44.5424 Valor-P = 0.00000262952

A-VIII. Análisis de varianza del análisis sensorial para el sabor de los quesos con pulpa de camu camu y cuajo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	275.964	10	27.5964	18.66	0.0000
Intra grupos	552.971	374	1.47853		
Total (Corr.)	828.935	384			

A-IX. Prueba de Kruskal-Wallis para sabor por tratamiento

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T1	35	259.9
T10	35	68.5286
T11	35	104.986
T2	35	213.043
T3	35	198.143
T4	35	205.543
T5	35	232.714
T6	35	202.371
T7	35	190.729
T8	35	246.443
T9	35	200.6

Estadístico = 98.4354 Valor-P = 0.000

A-X. Análisis de varianza del análisis sensorial para la textura de los quesos con pulpa de camu camu y cuajo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	468.964	10	46.8964	29.93	0.0000
Intra grupos	584.37	373	1.56667		
Total (Corr.)	1053.33	383			

A-XI. Prueba de Kruskal-Wallis para textura por tratamiento

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T1	35	284.843
T10	35	126.457
T11	35	104.843
T2	35	99.3714
T3	35	210.271
T4	35	282.743
T5	35	177.829
T6	34	149.824
T7	35	124.686
T8	35	274.957
T9	35	280.457

Estadístico = 174.562 Valor-P = 0.000

A-XII. Análisis de varianza del análisis sensorial para la apariencia general de los quesos con pulpa de camu camu y cuajo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	269.912	10	26.9912	16.05	0.0000
Intra grupos	629.086	374	1.68205		
Total (Corr.)	898.997	384			

A-XIII. Prueba de Kruskal-Wallis para apariencia general por tratamiento

Tratamiento	*Tamaño Muestra*	*Rango Promedio*
T1	35	156.186
T10	35	105.729
T11	35	120.3
T2	35	156.186
T3	35	214.457
T4	35	280.043
T5	35	151.157
T6	35	178.686
T7	35	206.086
T8	35	276.314
T9	35	277.857

Estadístico = 120.894 Valor-P = 0.000

A-XIV. Resultados del análisis fisicoquímico de la pulpa de camu camu, del laboratorio Natura Analít

A-X. Resultados del análisis fisicoquímico de la pulpa de camu camu, del laboratorio Natura Analítica SAC.

Natura Analítica

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661
SECCION III:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 20180725

SOLICITANTE	**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA**
RESPONSABLE	**Milvia Leon Cardenas**
*MUESTRA	**pulpa de Camu Camu****
FORMATO	**Envase de plástico**
VOLUMEN	500 g aprox.
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	14/07/2018
MUESTREADOR	**El Solicitante**
ANÁLISIS SOLICITADOS	**Vitamina C. Acidez y pH.**
FECHA INICIO DE ENSAYO	14/07/2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	18/07/2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	20/07/2018

*El laboratorio solo se hace responsable de la muestra a partir de su recepción.
** Datos brindados por el cliente

RESULTADOS

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
VITAMINA C	mg/100g de muestra	Titulación con 2.6-diclorofenol – indofenol (AOAC Method 967.21)	1.291
ACIDEZ	% ácido cítrico	Titrimétrico.	2.81
pH	----	Potenciométrico.	2.56

GERENCIA TECNICA Natura Analítica S.A.C.

Natura Analítica S.A.C.

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

63

A-XV. Resultados del análisis fisicoquímico del queso con pulpa de camu camu, en la Molina Calidad Total Laboratorios.

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

INFORME DE ENSAYOS
N° 002984-2018

SOLICITANTE	: **UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA**
DIRECCIÓN LEGAL	: CARRETERA SAN JOSE KM. 0.5 -YARINACOCHA - CORONEL PORTILLO-UCAYALI
	RUC : **20393146657** Teléfono : ---
PRODUCTO	: **QUESO ENRIQUECIDO**
NUMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA	: S.I
CANTIDAD RECIBIDA	: 543,3 g (+envase) de muestra proporcionado por el solicitante
MARCA(S)	: S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS	: S/S N°EN- 001606 -2018
REFERENCIA	: ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 27/03/2018
ENSAYOS SOLICITADOS	: **FÍSICO/QUÍMICO**
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS
ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Humedad (g/100 g de muestra original)	51,0	51,03	51,00
2.- Grasa (g/100 g de muestra original)	20,5	20,48	20,52
3.- Cenizas (g/100 g de muestra original)	3,4	3,46	3,38
4.- Proteína (g/100 g de muestra original)(Factor: 6,38)	20,2	20,15	20,28
5.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	4,9	---	---
6.- Energía Total(Kcal/100 g de muestra original)	284,9	---	---
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	6,8	---	---
8.- % Kcal. proveniente de Grasa	64,8	---	---
9.- % Kcal. proveniente de Proteínas	28,4	---	---
10.- Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 g de muestra)	104,4	104,38	104,36

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
1.- FIL-IDF 4A 1982
2.- FIL-IDF 5B 1986
3.- AOAC 935.42 Cap. 33, Pág. 82, 20th Edition 2016
4.- AOAC 920.123 Cap. 33, Pág. 84, Ed 20 2016
5.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
6.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
10.- AOAC 967.21 Cap. 45, Pág. 21-22, 20th Edition 2016

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 002984-2018

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
E-mail: mklg@lamolina.edu.pe - Pagina Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total