

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE LACTOSUERO, CHOCHO
(*Lupinus mutabilis* Sweet), CARACTERIZACIÓN
FISICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

MERY PATRICIA FERNANDEZ ROMERO

Tingo María - Perú

2017

DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en este proceso de aprendizaje y por las bendiciones que me ha dado en cada momento de mi vida.

A mi querido y adorable padre Pablo FERNANDEZ ZAPATA, por su apoyo incondicional en todo momento y confianza brindada para lograr mi formación profesional.

A mi adorable madre Antonia ROMERO GONZALES, quien con sus sabios consejos y su ejemplo de ser una persona de bien, mi eterno agradecimiento.

A mis hermanos Pablo, Freddy, Juana, Soledad, Cristina, Milagros y Cesar porque ustedes son el arma que me impulsan a seguir adelante y no defraudarlos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, Alma Mater, por brindarme la oportunidad de culminar mi formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, que formaron parte de mi enseñanza durante la carrera profesional y que me brindaron todos sus conocimientos en mi formación profesional.

En particular agradecer al Ing. Alfredo Abelardo CARMONA RUÍZ, asesor del presente trabajo, quien me brindó su apoyo y motivación en el presente trabajo de investigación.

A la Ing. Aurelia LEÓN, por su apoyo y orientación de la ejecución del presente trabajo de investigación.

A los técnicos de laboratorios, por haber me brindado las facilidades necesarias para la ejecución de este proyecto.

A mis padres por su apoyo incondicional para la culminación de este proyecto.

Al Ing. Oscar VASQUEZ, quien siempre me mostró su apoyo y su motivación para culminar este proyecto.

A todas mis amigos y compañeros que una u otra manera contribuyeron con el logro de mis objetivos para la culminación de esta tesis.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica para infantes a base de lactosuero y leche de soya.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2. Elaboración y uso de una bebida análoga de leche con base en lactosuero.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3. Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental	¡Error! Marcador no de
2.2. Lactosuero	5
2.2.1. Composición.....	6
2.2.2. Valor nutritivo	7
2.2.3. Procesamiento.....	7
2.3. El chocho	8
2.3.1. Composición química	8
2.4. El esteviósido.....	9
2.4.1. Composición del esteviósido	10
2.5. Bebidas lácteas.....	10
2.6. Reología	11
2.6.1. Viscosidad aparente	11

2.6.2.	Tipo de fluido	11
2.7.	Vida útil	12
2.7.1.	Factores que intervienen en la alteración de los alimentos	13
2.7.2.	Generalidades de la predicción de vida útil acelerada.....	13
2.7.3.	Diseño de estudio de vida útil	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1.	Lugar de ejecución.....	15
3.2.	Materiales	15
3.2.1.	Materias primas	15
3.2.2.	Insumos.....	15
3.2.3.	Materiales.....	16
3.2.4.	Equipos	16
3.2.5.	Soluciones.....	16
3.3.	Métodos de análisis para la bebida	17
3.3.1.	Análisis químico proximal de la bebida a base de lactosuero y chocho.....	17
3.3.2.	Evaluación sensorial.....	18
3.3.3.	Análisis microbiológicos.....	18
3.3.4.	Análisis de la viscosidad y propiedades reológicas.....	18
3.4.	Metodología experimental	18
3.4.1.	Elaboración de la bebida de lactosuero y chocho	18
3.5.	Diseño experimental	21

3.5.1.	Pruebas de formulación para obtener la bebida	21
3.5.2.	Estudio de las propiedades reológicas	23
3.6.	Análisis estadístico.....	24
3.6.1.	Para la formulación y optimización de la bebida	24
3.6.2.	Para la evaluación reológica.....	25
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1.	Parámetros tecnológicos de procesamiento para obtener la bebida	26
4.1.1.	Elaboración de la bebida de lactosuero y chocho	26
4.1.2.	Balance de materia y rendimiento	28
4.2.	Características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, reológicas y vida útil de la bebida.....	30
4.2.1.	Características fisicoquímicas del producto final	30
4.2.2.	Características microbiológicas	32
4.2.3.	Características sensoriales.....	33
4.2.4.	Características reológicas	49
4.2.5.	Determinación de la vida útil.....	51
V.	CONCLUSIONES.....	53
VI.	RECOMENDACIONES.....	54
VII.	ABSTRACT	55
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
	ANEXO.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición química promedio del chocho amargo y desamargado.	9
2. Componentes principales del esteviósido.	10
3. Formulación para la elaboración de la bebida de lactosuero y pasta de chocho.	19
4. Formulación para la elaboración de la bebida de lactosuero y chocho.	27
5. Características fisicoquímicas de la bebida a base de lactosuero y chocho.	31
6. Análisis microbiológico de la bebida de lactosuero y chocho.	32
7. Evaluación sensorial del mejor tratamiento de la bebida (producto final.	33
8. Prueba de Kruskal-Wallis para color por tratamientos.	34
9. Optimización de la respuesta para maximizar el color con un valor óptimo de 4,30175.	36
10. Prueba de Kruskal-Wallis para aroma por tratamientos.	38
11. Optimización de la respuesta para maximizar el aroma con un valor óptimo de 5,99252.	39
12. Prueba de Kruskal-Wallis para sabor por tratamientos.	41
13. Optimización de la respuesta para maximizar el sabor con un valor óptimo de 5,68056.	43

14. Prueba de Kruskal-Wallis para aceptabilidad por tratamientos.	45
15. Optimización de la respuesta para maximizar la aceptabilidad con un valor óptimo de 6,76923.	46
16. Promedios cualitativos de las optimizaciones realizadas de los atributos analizados.	49
17. Coeficiente de consistencia en Pa.s-1 (viscosidad aparente) e índice de flujo de la bebida similar a la leche a base de lactosuero y chocho.	50
18. Valores de la energía de activación de la bebida análoga a diferentes temperaturas.....	51
19. Determinación de tiempos en base a los cambios de pH.	51
20. Análisis fisicoquímico del chocho amargo y desamargado (base seca).	63
21. Análisis fisicoquímico del lactosuero (base seca).	63
22. Resultado del análisis fisicoquímico de la bebida de lactosuero y chocho.	64
23. Datos de la evaluación del color de la bebida de chocho y lactosuero.....	65
24. ANVA para color por tratamientos de la bebida de chocho y lactosuero.....	66
25. Análisis de varianza para color.	67
26. Datos de la evaluación del aroma de la bebida de chocho y lactosuero	67
27. ANVA para olor por Tratamientos de la bebida de chocho y lactosuero.....	69

28. Análisis de Varianza para el aroma.	69
29. Datos de la evaluación del sabor de la bebida de chocho y lactosuero.....	70
30. ANVA para sabor por Tratamientos de la bebida de chocho y lactosuero.....	71
31. Análisis de varianza para sabor.....	72
32. Datos de la evaluación de la aceptabilidad de la bebida de chocho y lactosuero.	72
33. ANVA para aceptabilidad por tratamientos de la bebida de chocho y lactosuero.	74
34. Análisis de varianza para aceptabilidad.....	74
35. Evaluación reológica a 5 °C.....	75
36. Evaluación reológica a 25 °C.....	76
37. Evaluación reológica a 50 °C.....	77
38. Coeficiente de flujo e índice de consistencia en función a la temperatura.....	78
39. Fórmula de la bebida expresada en gramos.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Clasificación del comportamiento reológico.....	12
2. Flujograma para elaborar la bebida a base de lactosuero y chocho.	21
3. Diseño experimental para optimizar la elaboración de la bebida con lactosuero y chocho.....	22
4. Diseño experimental para la evaluación de las propiedades reológicas de la bebida de lactosuero y chocho.	23
5. Flujograma para elaborar la bebida de lactosuero y chocho.....	28
6. Balance de materia y rendimiento para elaborar la bebida a base de lactosuero y chocho.	29
7. Promedio del color en los tratamientos de la bebida.....	35
8. Gráfica de efectos principales para el color.	36
9. Superficie de respuesta del color de la bebida de chocho con lactosuero.....	36
10. Contorno de la superficie de respuesta estimada del color.....	37
11. Promedio del aroma en los tratamientos de la bebida.	38
12. Efectos principales para el aroma.....	39
13. Superficie de respuesta estimada del aroma de la bebida de chocho con lactosuero.	40
14. Contornos de la superficie de respuesta estimada del aroma de la bebida de chocho con lactosuero.	40

15. Promedio del sabor en los tratamientos de la bebida.	42
16. Efectos principales para el sabor.	43
17. Superficie de respuesta para el sabor de la bebida de chocho con lactosuero.	44
18. Contornos de la superficie de respuesta estimada para el sabor de la bebida de chocho con lactosuero.	44
19. Promedio de la aceptabilidad en los tratamientos de la bebida.	46
20. Efectos principales para la aceptabilidad de la bebida de chocho con lactosuero.	47
21. Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad de la bebida de chocho con lactosuero.	47
22. Contornos de la superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad de la bebida de chocho con lactosuero.	48

RESUMEN

Al formular y elaborar una bebida a partir de lactosuero y chocho, evaluando sus características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y reológicas, se obtuvo un producto final alimenticio aceptable para consumo, por ello se planteó los siguientes objetivos: formular y determinar los parámetros tecnológicos de procesamiento para obtener la bebida; determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, reológicas de la bebida y vida útil. Se desarrolló, en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la región Huánuco. Luego de tener el diseño experimental, se elaboró una bebida a base de lactosuero y chocho; la formulación de la bebida fue: pulpa de chocho 16,53%; lactosuero 78,52%; esteviósido 0,1%; lecitina 0,21%; estabilizante 0,73%; los parámetros tecnológicos de procesamiento para obtener la bebida: pesado; diluido (16,53% de pulpa de chocho con 78,52% de lactosuero); formulado; licuado (5 minutos a 10000 rpm); pasteurizado (72 °C en 10 minutos); filtración; tamizado; envasado (envases de vidrio pírex de 475 mL. con tapa rosca); esterilizado (118 °C durante 5 minutos y con una presión de 15 lb/pulg²); enfriado y almacenado, obteniéndose un rendimiento de 76,17%. La caracterización de la bebida a base de lactosuero y chocho fueron: características fisicoquímicas: proteína 2,84±0,01%; grasa 0,36±0,02%; ceniza 0,55±0,01%; carbohidratos 17,13±0,03%; fibra 0,20±0,10%; pH 6,55±0,01; acidez 0,19±0,01; humedad 78,92±0,13%. Características sensoriales: aceptables. Características microbiológicas: mohos y levaduras ausencia, aerobios mesófilos 3,5 x 10² UFC/g, coliformes totales <10 UFC/g. Características reológicas, con

coeficiente de consistencia que disminuye con la temperatura y un índice de flujo menor a 1 cuando la temperatura es 5 °C y con mayor de 1 cuando la temperatura es 20 °C y 50 °C, comportándose primeramente como no Newtoniano Pseudoplástico y luego como dilatante. La vida útil es de 21 días.

Palabras clave: Lactosuero, chocho, bebida, fisicoquímica, microbiológica, sensorial.

I. INTRODUCCIÓN

En los procesos productivos de plantas de lácteos en el país, no hay un uso efectivo del suero que se obtiene de la fabricación de quesos, por lo es necesario buscar una solución práctica para evitar el desperdicio y utilizar este suero en la elaboración de nuevos productos.

Según INDA (2000), no utilizar el lactosuero en la alimentación es un enorme desperdicio de nutrientes, porque en él se encuentran elementos nutritivos con más de 25% de las proteínas de la leche, cerca de 8% de materia grasa y aproximadamente 95% de lactosa, por esto al proporcionar un valor agregado puede aprovecharse como subproducto en procesos de quesería.

Resulta de gran importancia desarrollar una tecnología adecuada para formular una bebida de lactosuero y chocho que cumpla las normas técnicas requeridas para este producto, permitiendo generar valor agregado y constituir una alternativa para el sector productor de queso y para el agricultor que se dedica al cultivo de chocho, pudiéndose introducir esta bebida al mercado como alimento básico en el desayuno del público en general y posteriormente para el mercado nacional.

El elaborar y formular una bebida con los elementos propuestos, evaluando sus características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y reológicas, permitiría obtener un producto lácteo parecido a la leche aceptable

por el público consumidor; en este orden de ideas se plantearon los siguientes objetivos:

- Formular y determinar las características tecnológicas para el procesamiento de la bebida.
- Determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, reológicas y vida útil de la bebida.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

VILLACÍS (2011) elaboró y evaluó una bebida proteica a base de lactosuero y leche de soya como suplemento nutricional para infantes, realizó pruebas sensoriales, bromatológicas, microbiológicas y de aceptabilidad de la bebida con más preferencia, realizó tres bebidas diferentes con formulaciones: A^{72:22:6}, B^{22:72:6} y C^{47:47:6}, con proporciones de lactosuero, leche de soya, otros (azúcar, chocolate en polvo, fermento láctico LAT BY BIO) respectivamente. Encuestó a 70 infantes del segundo año de educación básica, y determinó que la bebida preferida era la A^{72:22:6}, por el sabor, olor, color, aspecto más agradable y sabor más dulce, con un 37,14% de aceptación. Luego realizó el análisis bromatológico y microbiológico de la bebida preferida, obteniendo: 78,86% humedad; 4,52% proteína; 0,62% grasa; 0,68% cenizas; 0,1% fibra; 6,6 pH; 0,17 acidez; 87,35 ppm Ca; 74,04 ppm Mg; 142 ppm P; 15,22% extracto libre no nitrogenado y un valor calórico de 354 KJ (84,54 Kcal), también realizó el análisis microbiológico y se determinó que tiene ausencia de Coliformes totales, mohos y levaduras, con valores dentro de los rangos establecidos por la norma.

COLTRO (2003) realizó un estudio con el objetivo de aprovechar este subproducto en la elaboración de una bebida tan nutritiva como la leche.

Se desarrollaron tres formulaciones de bebida con 3% de grasa total usando grasa de leche y/o aceite vegetal. El resto de ingredientes fueron: suero, proteína aislada de soya (al 90%) y agua. Se evaluó sensorialmente quedando descartada por su sabor desagradable, luego saborizó esta fórmula con fresa y vainilla añadiendo azúcar, saborizantes y colorantes. Estas bebidas fueron evaluadas midiendo olor, color, sabor, consistencia y opinión general. La bebida de fresa con 3% de grasa de leche fue la más aceptada con un valor de 6,9 en escala hedónica de 9,0, el costo fue de 5,89 lps/L. Las bebidas de vainilla (3% y 2% de grasa de leche), no tienen diferencia entre ellas, fueron calificadas con 6,2 con un costo de 5,87 y 5,17 lps/L, respectivamente. Los análisis microbiológicos indicaron un conteo aceptable de mesófilos aerobios (<20000 UFC/ml), sin coliformes después de diez días de elaboración. Según el análisis químico tuvo 13,5% de carbohidratos, 2,7% de proteína y 3,2% de grasa. El sabor y olor pueden mejorarse con otro tipo de proteína aislada menos parecido a la soya y con mayor solubilidad.

Según GARCÍA (1993); KIRK y SAWYER (2005), el lactosuero es el líquido separado de la leche cuando se coagula para obtener queso, está constituido por todos los componentes de la leche que no se integran cuando se coagula la caseína.

A partir de 10 litros de leche de vaca se producen 1 a 2 kg de queso y 8 a 9 kg de lactosuero, representando cerca del 90% del volumen de la leche y conteniendo la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, 95% de lactosa (azúcar de la leche), 25% de proteínas y 8% de materia grasa. La composición varía en función al origen de la leche y al tipo de queso

elaborado, conteniendo un aproximado de 93,1% de agua, 4,9% de lactosa, 0,9% de proteína cruda, 0,6% de cenizas (minerales), 0,3% de grasa, 0,2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles.

FAO (2012); VIJAY (2012) y ELPIDIA (2013) indican el enorme desperdicio de nutrientes en el suero de leche, porque gran parte de éste es descartado y vertido en ríos y suelos que causan problemas de contaminación.

Las proteínas y la lactosa del suero se transforman en contaminantes al arrojarse al ambiente sin ningún tratamiento, porque la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos produciendo cambios significativos en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) del agua contaminada, los valores altos de la DBO que varía entre 30000 a 50000 mg/L, altera significativamente los procesos biológicos del agua (VALENCIA y RAMÍREZ, 2009).

2.2. Lactosuero

El lactosuero, también llamado suero lácteo o suero de leche es un fluido que se genera a partir la coagulación de la leche y la separación de la cuajada en la elaboración de diferentes lácteos como son el queso, la caseína o productos similares. Es por tanto, un co-producto que contiene alrededor del 50 por ciento de los nutrientes de la leche (proteínas, lactosa, vitaminas y sales minerales) siendo un producto de alto valor nutricional (KLOTZ, 2014).

Aproximadamente, el 93 por ciento del lactosuero es agua y 7 por ciento son sólidos de diferente índole: proteínas séricas (0,6%), minerales (0,45%), lactosa (4,5%) y en menor concentración proteínas menores y aminoácidos, y vitaminas (KLOTZ, 2014).

2.2.1. Composición

Para POVEDA (2013), la composición nutricional del lactosuero varía dependiendo de la leche utilizada para la elaboración del queso, también del tipo de queso producido y del proceso tecnológico aplicado en la elaboración del queso. A partir de estas diferencias se encuentran los tipos de lactosuero.

Existen dos tipos de suero de leche: el dulce y el ácido. El dulce se obtiene de la elaboración del queso mediante el uso de enzimas proteolíticas o cuajo, que actúan sobre las caseínas de la leche y las fragmentan, haciéndolas desestabilizar y precipitar, todo bajo condiciones específicas de temperatura (15 - 50 °C), con pH levemente ácido. El suero ácido se genera de la precipitación ácida de la caseína, que se logra disminuyendo el pH de la leche a 4,5 o 4,6. En este pH se alcanza el punto isoeléctrico de la mayoría de las caseínas y en este punto, la carga eléctrica neta de la proteína es cero, y produce que la micela de caseína se desestabilice y precipite, dejando en solución solo las proteínas séricas (JOVANOVIC *et al.*, 2005).

En promedio, el suero de leche contiene más de la mitad de los sólidos de la leche original, alrededor del 20% de proteínas (lactoalbúminas y lactoglobulinas), mayor parte de lactosa, minerales (calcio, fósforo, sodio y magnesio) y vitaminas hidrosolubles (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina y ácido ascórbico (LONDOÑO, 2006; GUERRERO *et al.*, 2011).

2.2.2. Valor nutritivo

JOVANOVIC *et al.* (2005) indican que, la forma de comportarse de las proteínas de suero de leche en el intestino es distinta al de las caseínas. La caseína micelar forma coágulos dentro del estómago, lo que ralentiza su salida y aumenta su hidrólisis antes de entrar en el intestino delgado. Las proteínas de suero de leche son proteínas rápidas, llegan al yeyuno casi inmediatamente después de entrar en el estómago. Sin embargo, su hidrólisis en el intestino es más lenta que la de las caseínas. Esto causa que la digestión y la absorción se produzcan a través de una mayor longitud del intestino.

Debido al contenido de aminoácidos esenciales, el valor biológico de las proteínas de suero de leche es alto en comparación de otras proteínas. La calidad de una proteína está relacionada con la capacidad para proporcionar nitrógeno en un patrón equilibrado de aminoácidos esenciales y no esenciales (JOVANOVIC *et al.*, 2005).

2.2.3. Procesamiento

Para evitar que el suero conserve su calidad, debe ser utilizado inmediatamente después de separarse de la cuajada del queso. El suero dulce es más susceptible a deteriorarse por acción de los microorganismos, al no poseer un bajo pH como el del suero ácido (pH de 4,7 o menos) (ROBERTS *et al.*, 2000). Lo primero que debe hacerse es pasteurizarse a 82 - 96 °C. Si se requiere evitar la desnaturalización de las proteínas del suero, se debe usar temperaturas de 74 °C aprox. El grado de desnaturalización de las proteínas del suero afecta en la estabilidad en el almacenamiento y procesamiento de la leche condensada y de los productos lácteos congelados. Según WONG

(1995), la desnaturalización térmica por orden de estabilidad creciente de las proteínas del suero es: inmunoglobulinas, albúmina del suero, β -lactoglobulina y α -lactoalbúminas; un tratamiento térmico a 70°C por 30 minutos causa la desnaturalización del 29% del total de proteínas.

2.3. El chocho

Para ESPINOZA (2007), el chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), se cultiva principalmente entre 2000 - 3800 msnm, en climas templado fríos. Las vainas poseen 2 - 6 granos, que contiene alcaloides amargos impidiendo su consumo directo que le confieren un sabor amargo y afecta la biodisponibilidad de sus nutrientes, si se consume sin extraer los alcaloides, el principal alcaloide es la lupina.

2.3.1. Composición química

El chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa andina muy nutritiva con contenido proteico y de grasa superior al de la soya y otras leguminosas.

En el Cuadro 1, se muestra la composición química del chocho amargo y desamargado, según ALLAUCA (2005)..

Cuadro 1. Composición química promedio del chocho amargo y desamargado.

Componente	Amargo	Desamargado
Proteína %	47,80	54,05
Grasa %	18,90	21,22
Fibra %	11,07	10,37
Cenizas %	4,52	2,54
Humedad %	10,13	77,05
Alcaloides %	3,26	0,03
Azúcares totales %	1,95	0,73
Azúcares reductores %	0,42	0,61
Almidón total	4,34	2,88
Potasio %	1,22	0,02
Magnesio %	0,24	0,07
Calcio %	0,12	0,48
Fósforo %	0,60	0,43
Hierro (ppm)	78,45	74,25
Zinc (ppm)	42,84	63,21
Manganeso (ppm)	36,72	18,47
Cobre (ppm)	12,65	7,99

Amargo: grano seco, Desamargado: grano húmedo.

Fuente: ALLAUCA (2005).

2.4. El esteviósido

Existen muchas patentes de procesos de extracción del esteviósido, siendo la extracción tradicional resumida en los siguientes pasos: extracción con agua o solventes orgánicos, filtración, precipitación de impurezas, purificación con resinas de intercambio iónico, cristalización y secado (GONZÁLES, 2011).

2.4.1. Composición del esteviósido

El esteviósido en forma de cristal (85% y 95% de pureza) consiste en una mezcla de 8 glucósidos diterpénicos, el esteviósido (65,26%) y el rebaudiósido A (27,25%). Los otros glucósidos tienen porcentajes menores como el rebaudiósido C (4,30%), dulcósido (2,15%), estevioviósidos, esteviol e isoesteviol en cantidades no detectables. Los cristales están como polvo muy fino, color blanco marfil e inodoro. Su poder endulzante es 300 veces más que la sacarosa. Un gramo del esteviósido sustituye a 300 g de sacarosa (GONZÁLES, 2011).

Cuadro 2. Componentes principales del esteviósido.

Glucósidos	Porcentaje (%)
Esteviósido	65,26
Rebaudiósido A	27,25
Rebaudiósido C	4,30
Dulcósido	2,15
Carbohidratos	0,04
Humedad	1,00

Fuente: GONZÁLES (2011).

2.5. Bebidas lácteas

Son bebidas nutricionales similares a la leche con rangos de contenido de grasa y proteína similares a la leche de vaca, tanto de tipo entera, semidescremada o descremada. Según INDA (2000), una bebida de este tipo puede ser elaborada a base de lactosuero no salado y tener 30 g/L de proteína; en cuanto a materia grasa 1 a 33 g/L; debe usarse suero no salado para que no sea desagradable.

2.6. Reología

Viene a ser la observación del comportamiento de materiales que se someten a deformaciones muy sencillas, desarrollándose un modelo matemático que permita obtener las propiedades reológicas del material. Ejemplos de interés de la reología son la mayonesa, yogurt, pinturas, asfalto, sangre, etc. (CHHABRA, 2007). Las mediciones bajo condiciones moderadas, preservan la estructura de la muestra y permiten obtener información sobre las propiedades y la estructura de la masa (SKENDI *et al.*, 2010).

2.6.1. Viscosidad aparente

Es un concepto propio de fluidos no newtonianos. Cuantitativamente es un coeficiente calculado a partir de datos empíricos y una medida de la propiedad de un material de resistir la deformación aumentando la velocidad de deformación (SILVA, 2010).

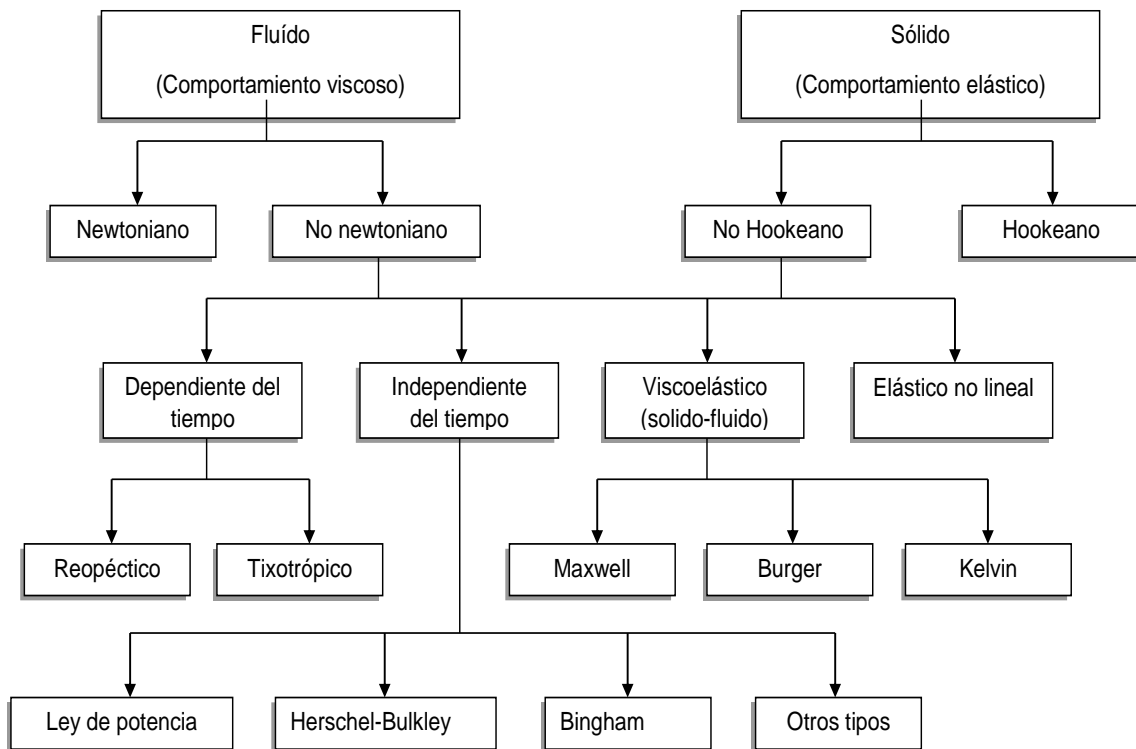
Se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de cizalla en flujo estacionario, según:

$$\eta = f(\dot{\gamma}) = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}}$$

Este término es el que se utiliza al hablar de “viscosidad” para fluidos no newtonianos (RAMIREZ, 2006).

2.6.2. Tipo de fluido

En la Figura 1, se muestra la clasificación del comportamiento reológico.



Fuente: QUINTÁNS (2008).

Figura 1. Clasificación del comportamiento reológico.

2.7. Vida útil

Es el periodo en el cual se presenta una tolerable disminución de la calidad del producto, que engloba muchos aspectos, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. Cuando alguno de estos parámetros se considera inaceptable, el producto llega al fin de su vida útil (SINGH, 2000).

Al producto desarrollado se le hicieron análisis fisicoquímicos (humedad, proteínas, fibra bruta, grasa, cenizas), también depende del método de procesamiento, envasado y condiciones de almacenamiento (POTTER y HOTCHKISS, 1995).

2.7.1. Factores que intervienen en la alteración de los alimentos

Las causas de deterioro de los alimentos, pueden ser factores ambientales (temperatura, humedad, reacciones con el oxígeno, luz y tiempo); el tiempo es el que más influye en la degradación del producto, a mayor tiempo transcurrido mayores las influencias destructoras (VANCLOCHA y REQUENA, 2000).

Temperatura, Cuando la temperatura no se controla de forma adecuada, el riesgo de que un alimento se descomponga es mayor. Mantener un producto entre 5 °C y 65 °C durante más de dos horas es sinónimo de proliferación de patógenos. A estas temperaturas, las bacterias pueden duplicar su número cada 20 o 30 minutos (EROSKI, 2012).

2.7.2. Generalidades de la predicción de vida útil acelerada

VANCLOCHA y REQUENA (2000) indican que la vida útil, se determina bajo condiciones de manejo y almacenamiento, que simulan las que el producto experimentará durante su manipulación y distribución. Como las pruebas de estabilidad durante el almacenamiento requieren un año o más para ser significativas, se diseñan experiencias para acelerar dichas condiciones y esto se consigue incrementando la temperatura, humedad y otras variables que modifican la calidad del alimento en un tiempo más corto.

Las pruebas de vida útil acelerada se utilizan en el diseño y desarrollo de un nuevo producto o en la modificación de uno ya existente, porque permiten determinar la caducidad sin tener que esperar a que transcurra el tiempo requerido.

VANCLOCHA y REQUENA (2000) añaden que, el Q10 permite conocer el comportamiento del producto a diferentes temperaturas para estimar su tiempo de vida útil.

$$Q_{10} = \frac{t_1 * (T_e)}{t_2} * (T_e + 10^\circ\text{C})$$

Siendo:

t_1 = tiempo de vida útil real (por normativa)

t_2 = tiempo de vida útil teórico

T_e = temperatura de estudio

El tiempo de vida útil teórico, se obtiene con la ecuación anterior:

$$t_2 = \frac{t_1}{Q_{10} \Delta T / 10}$$

2.7.3. Diseño de estudio de vida útil

Existen varios tipos de pruebas con una utilidad diferente.

Estudio de caducidad inicial; realizada durante la fase de estudio del producto, cuando no se ha establecido ni el proceso de producción real, ni se tiene el envase o formato del producto. Su finalidad es evaluar la seguridad del producto y nos indica el probable mecanismo de deterioro.

Estudio de la caducidad preliminar; realizada durante la última parte del estudio piloto, o después de las primeras pruebas de producción. La información que se obtiene se utiliza para determinar la caducidad provisional que se incluirá en el borrador de especificaciones del producto, proceso y envase (CARRILLO y REYES, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Ingeniería de alimentos, Microbiología de Alimentos y Análisis Sensorial pertenecientes a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, coordenadas geográficas (75° 53' 00" Longitud Oeste y 09° 18' 00" Latitud Sur), temperatura 17 °C - 32 °C, 82% de humedad relativa promedio anual.

3.2. Materiales

3.2.1. Materias primas

- Lactosuero, obtenido a partir de la elaboración de queso fresco en el laboratorio de análisis de alimentos.
- Semillas de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet).

3.2.2. Insumos

- Emulsificante (lecitina de soya).
- Estabilizante: carboxi metil celulosa (CMC).
- Espesante.
- Esteviósido (cristales de stevia).
- Saborizante (vainilla).

3.2.3. Materiales

- Vasos de 50 y 500 mL material vidrio.
- Probeta con capacidad de 1 L y 100 mL.
- Tamiz marca TYLER malla N°45.
- Placas petri.
- Envase medidor con una capacidad de 1 L.
- Tazón de acero inoxidable.
- Botellas de vidrio de 475 mL con tapa.

3.2.4. Equipos

- Cocina a gas propano.
- Balanza, 220 g marca BEL modelo MG214Ai.
- Balanza, 6kg marca OHAUS, modelo FH 6000.
- Licuadora de dos velocidades OSTER, capacidad 1,5 L.
- pH-metro, METTLER TOLEDO modelo MP 220.
- Equipo de titulación con Hidróxido de sodio al 0,1 N.
- Mufla HUNGARY.
- Estufa marca BINDER.
- Termómetro de mercurio.
- Reómetro Brookfield DV III ultraprogramable.

3.2.5. Soluciones

Cloruro de sodio 2,5%; ácido cítrico; hidróxido de sodio; hexano, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, medios de cultivo microbiológicos (para

numeración AGAR PLATE COUNT, para hongos AGAR OGY y coliformes CALDO BRILLA).

3.3. Métodos de análisis para la bebida

3.3.1. Análisis químico proximal

Humedad, NIELSEN (2003) indica poner 5 g de muestra en el crisol y pesar exactamente, evaporar la mayor parte del agua sobre una placa calefactora; no llevar la muestra a sequedad. Colocar en la estufa a 100 °C durante 3 horas, luego guardarlo en desecador, hasta el momento del pesado y luego calcular el porcentaje de humedad.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso final de la muestra}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \times 100$$

Proteína, según la AOAC, método Kjeldhal, lo cual primero se realizó la preparación de la muestra, luego la digestión, dilución, destilación, valoración y cálculo.

$$\%N = \frac{V \times N \times 0.014}{W} \times 100$$

Donde:

V : Volumen de HCl (ml).

N : Normalidad del HCl.

W : Peso de la muestra.

Grasa, según el método Soxhlet, según AOAC (1990).

Ceniza, por el método directo según la AOAC (1990).

Fibra, según AOAC (1990).

pH, por potenciometría.

3.3.2. Evaluación sensorial

Se utilizaron 36 panelistas semientrenados. Los atributos sensoriales evaluados fueron: color, aroma, sabor y aceptación general y las muestras se evaluaron a través de una escala hedónica de 7 puntos (Anexo B).

3.3.3. Análisis microbiológico

Se realizaron recuento de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y coliformes totales de una muestra de 250 mL. Se utilizaron placas petri film y se hicieron por duplicado y con tres repeticiones.

3.3.4. Análisis de la viscosidad y propiedades reológicas

El prototipo de bebida que se constituya en el mejor tratamiento se sometió a esta prueba.

Se realizó con el reómetro Brookfield, buscando el splinder o huso adecuado en un vaso de precipitado de 600 mL evaluándose a tres temperaturas: 5 °C, 25 °C y 50 °C, con los datos obtenidos se determinaron las variables reológicas incluyendo la energía de activación.

3.4. Metodología experimental

3.4.1. Elaboración de la bebida de lactosuero y chocho

Para elaborar la bebida fue necesario plantear un proceso de elaboración tentativo (Figura 2) y se describe a continuación.

Pesado, para empezar a elaborar la bebida fue necesario pesar las materias primas y los insumos de acuerdo a las variables planteadas más adelante en el diseño experimental y de acuerdo a la formulación.

Diluido, a partir del lactosuero y de la pasta de chocho se preparó la bebida, utilizando tres proporciones: 1:4,25; 1:4,5 y 1:4,75 que corresponden a chocho en lactosuero respectivamente. Se realizó teniendo en cuenta las 3 diluciones como la formulación del Cuadro 3 y en la Figura 2 del diseño experimental.

Formulado, este proceso se realizó con la finalidad de mejorar las características físicas y organolépticas de la bebida de lactosuero y pasta de chocho, teniendo en cuenta que para cada tratamiento se utilizaron las materias primas e insumos de acuerdo al Cuadro 3.

Cuadro 3. Formulación para la elaboración de la bebida de lactosuero y pasta de chocho.

Tratamientos (%)	Materia prima			Insumos			
	Chocho	Lactosuero	Esteviósido	Lecitina	Estabilizante	Espesante	Vainilla
T ₁	18,10	76,95	0,01	0,105	0,835	4,00	
T ₂	18,10	76,95	0,01	0,105	0,43	1,955	2,15
T ₃	18,10	76,95	0,01	0,21	0,73	4,00	
T ₄	18,10	76,95	0,01	0,21	0,43	2,15	2,15
T ₅	17,28	77,77	0,01	0,105	0,835	4,00	
T ₆	17,28	77,77	0,01	0,105	0,43	1,955	2,15
T ₇	17,28	77,77	0,01	0,21	0,73	4,00	
T ₈	17,28	77,77	0,01	0,21	0,43	2,15	2,15
T ₉	16,53	78,52	0,01	0,105	0,835	4,00	
T ₁₀	16,53	78,52	0,01	0,105	0,73	1,955	2,15
T ₁₁	16,53	78,52	0,01	0,21	0,73	4,00	
T ₁₂	16,53	78,52	0,01	0,21	0,43	2,15	2,15

Licuadao, con la finalidad de disminuir y homogenizar las diluciones elaboradas, para ello se manejó un solo parámetro para los 12 tratamientos, con tiempo de 5 minutos a una velocidad 10 000 rpm según manual de la licuadora que corresponde a la máxima velocidad.

Tamizado, se utilizó un tamiz de acero inoxidable de malla N° 45, con la finalidad de obtener un líquido homogéneo y fluido con menos contenido de gránulos.

Pasteurizado, con el fin de mejorar el sabor del producto, eliminar los compuestos antinutrientes del chocho y la carga microbiana, el cual se realizó a 72 °C por 10 minutos.

Envasado, en envases de vidrio transparente con tapa rosca con capacidad de 475 mL.

Esterilizado, con la finalidad de alargar la vida útil del producto para el cual se utilizó la autoclave donde la bebida embotellada fue sometido a una temperatura de 118 °C durante 5 minutos a 15 lb/pulg².

Enfriado y almacenado, se realizó a chorro de agua hasta que la bebida envasada llegue a obtener una temperatura equilibrada con el ambiente para luego ser almacenada en un lugar limpio y adecuado para ser evaluado posteriormente.

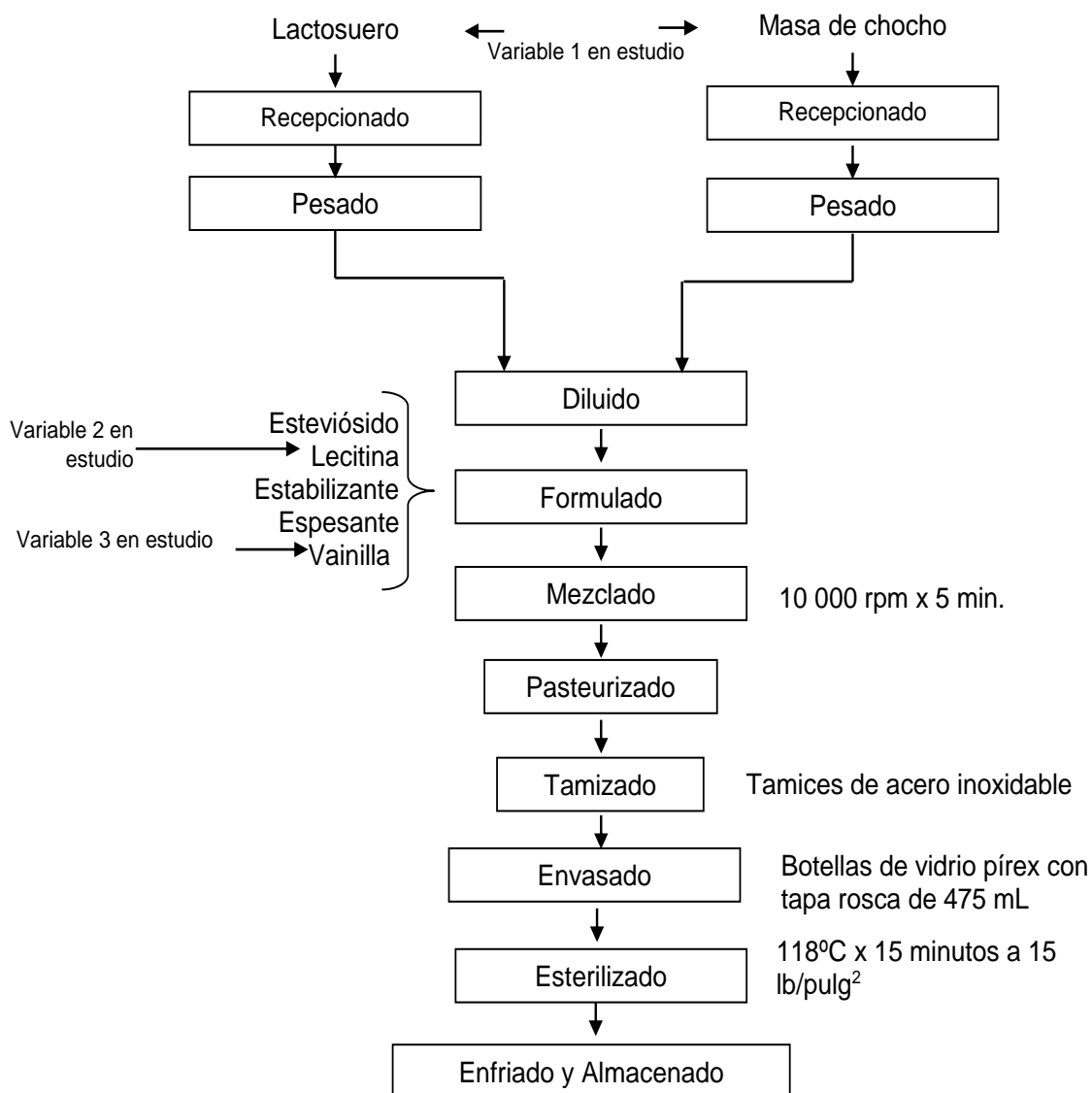


Figura 2. Flujograma para elaborar la bebida de lactosuero y chocho.

3.5. Diseño experimental

3.5.1. Pruebas de formulación para obtener la bebida

En la Figura 3 se presenta el diseño experimental para la elaboración de la bebida en base a los niveles de dilución de pasta de chocho con lactosuero (18,10% de pasta de chocho + 76,95% de lactosuero; 17,28% de pasta de chocho + 77,77% de lactosuero y 16,53% de pasta de chocho + 78,52% de lactosuero), a los niveles de emulsificante (lecitina de soya

considerado en niveles de concentración del 0,10% y 0,21%) y sin o con saborizante (vainilla).

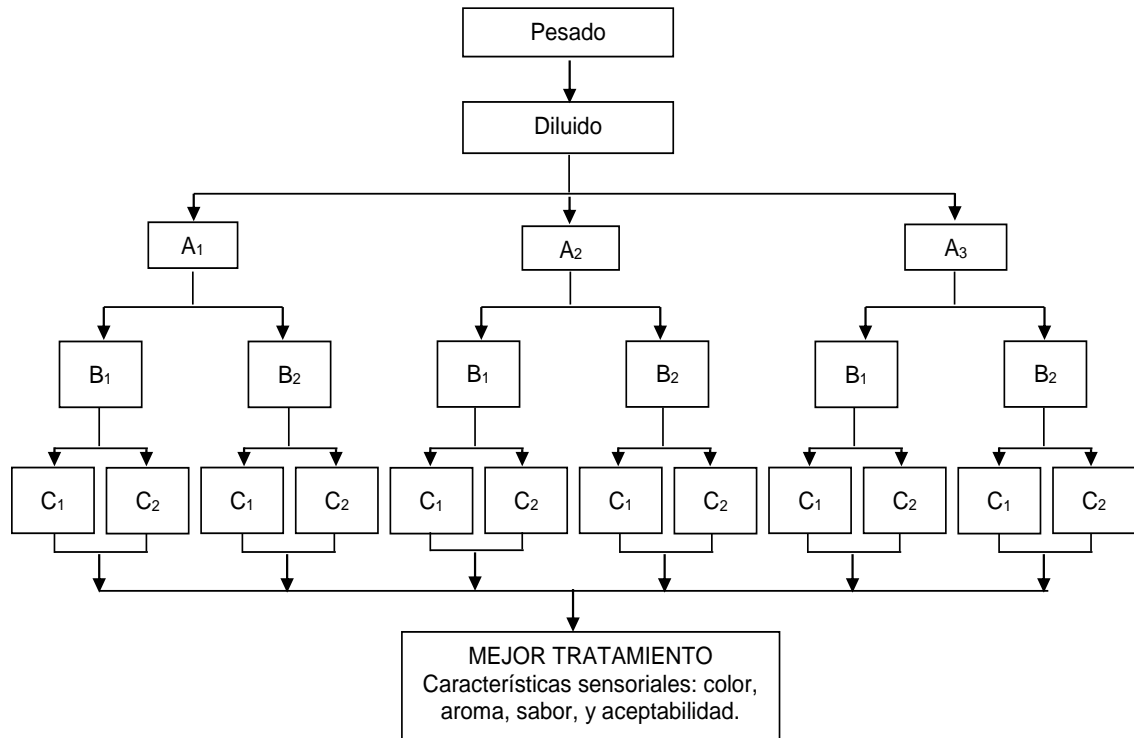


Figura 3. Diseño experimental para optimizar la elaboración de la bebida con lactosuero y chocho.

- Factor A: niveles de dilución de pasta de chocho con lactosuero.
- A₁: 18,10% de pasta de chocho + 76,95% de lactosuero.
- A₂: 17,28% de pasta de chocho + 77,77% de lactosuero.
- A₃: 16,53% de pasta de chocho + 78,52% de lactosuero.
- Factor B: niveles de emulsificante (Lecitina de soya).
- B₁: 0,10%.
- B₂: 0,21%.
- Factor C: Sin y con saborizante (vainilla).
- C₁: Sin Vainilla.
- C₂: Con vainilla.

Es necesario indicar que fueron 12 tratamientos con tres repeticiones para dar un mejor nivel de confianza a las pruebas que se analizaran con el análisis de varianza.

3.5.2. Estudio de las propiedades reológicas

En la Figura 4 se tiene el diseño experimental para el estudio de las propiedades reológicas.

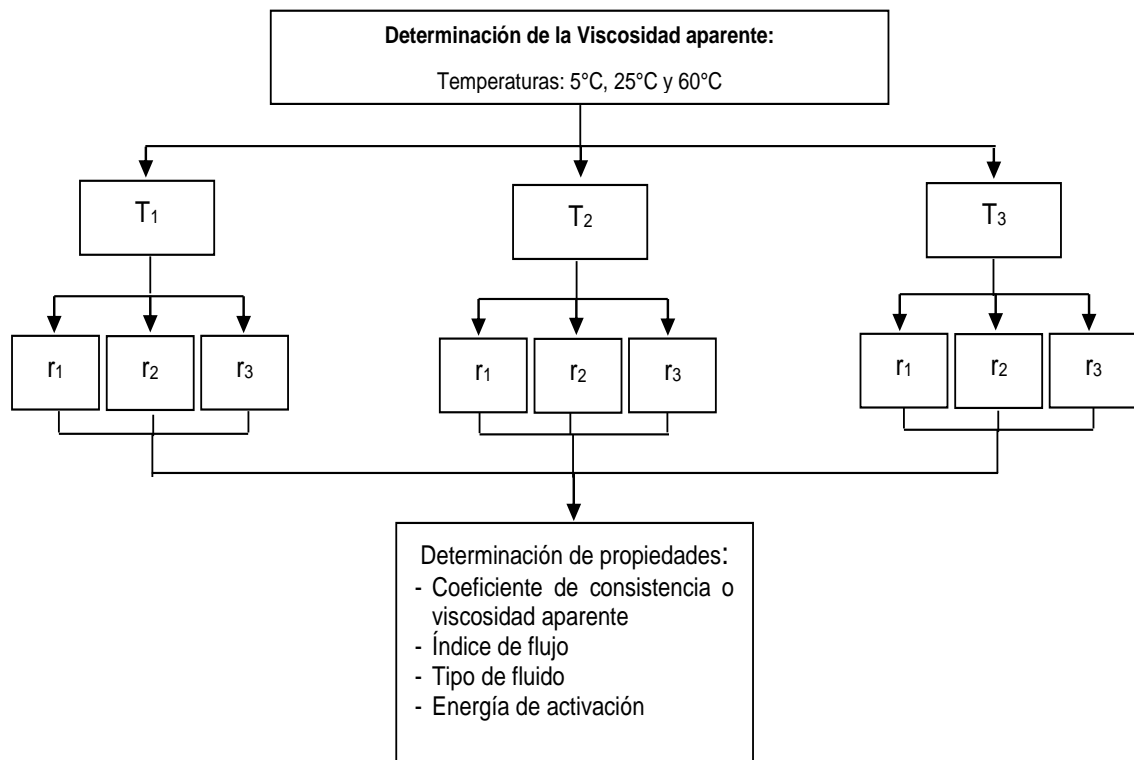


Figura 4. Diseño experimental para la evaluación de las propiedades reológicas de la bebida de lactosuero y chocho.

T : Temperatura, tres niveles.

T₁ : 5 °C.

T₂ : 25°C.

T₃ : 60°C.

Para las repeticiones: r₁, r₂, y r₃.

3.6. Análisis estadístico

3.6.1. Para la formulación y optimización de la bebida

Las primeras pruebas estadísticas se hicieron a nivel de la formulación de la bebida en función al diseño experimental, lo que nos permitió encontrar el tratamiento óptimo. Evaluados con un método estadístico no paramétrico Kruskal Wallis.

Si la hipótesis nula fue cierta, es que el rango promedio fuera aproximadamente igual para las k tratamientos; cuando dichos promedios fueron muy diferentes fue un indicio de que H_0 es falsa. Esta prueba se hizo en el Statgraphics Centurión XVI, al hacer un análisis de variancia simple.

Para confirmar la prueba anterior se realizó el análisis Factorial Multivariable 3 x 2 x 2 con tres repeticiones, planteado por UREÑA (2000), donde es posible aplicar superficie de respuesta para poder visualizar el mejor comportamiento, cuyo modelo matemático es:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + C_k + (A*B)_{ij} + (B*C)_{jk} + (A*C)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Resultado de la evaluación.

U = Efecto medio de las evaluaciones.

A_i = dilución de pasta de chocho con lactosuero 3 niveles: 18,10% de pasta de chocho + 76,95% de lactosuero; 17,28% de pasta de chocho + 77,77% de lactosuero y 16,53% de pasta de chocho + 78,52% de lactosuero.

B_j = Nivel de emulsificante, con dos niveles: 0,10% y 0,21%.

C_k = Presencia o no de saborizante vainilla, con dos niveles: Con y sin vainilla.

E_{ij} = Error experimental.

3.6.2. Para la evaluación reológica

Las pruebas reológicas se realizaron para establecer si estas varían en función a la temperatura, cambiando su comportamiento de flujo y su caracterización para ello se utilizó un diseño completo al azar (DCA) simple planteado por UREÑA (2000), considerando las temperaturas como tratamientos con tres repeticiones, empleamos el Software Statgraphics Centurión XVI, estableciendo como modelo matemático la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Resultado de la evaluación.

U = Efecto medio de las evaluaciones.

A_i = Temperatura, con tres niveles (5 °C, 25 °C y 60 °C).

B_j = Repeticiones (r_1 , r_2 y r_3).

E_{ij} = Error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros tecnológicos de procesamiento para obtener la bebida

El haber formulado y optimizado las variables y niveles en estudio nos permitió establecer el proceso definitivo de elaboración de bebida con pulpa de chocho y lactosuero incluyendo el balance de materia y rendimiento.

4.1.1. Elaboración de la bebida de lactosuero y chocho

En la Figura 5, se tiene el flujograma definitivo para elaborar la bebida con pulpa de chocho y lactosuero, lo describimos a continuación.

Pesado, para la elaboración de la bebida fue necesario pesar las materias primas y los ingredientes de acuerdo a la formulación establecida mediante el proceso de optimización.

Diluido, a partir del lactosuero y de la pulpa de chocho se preparó la bebida, utilizando la proporción de 1:4,75 que corresponden a chocho en lactosuero respectivamente y que en gramos corresponde a 16,53% de pulpa de chocho con 78,52% de lactosuero.

Formulado, este proceso fue realizado para mejorar las características físicas y organolépticas de la bebida de lactosuero y pulpa de chocho, teniendo en cuenta que para el tratamiento óptimo se utilizó las materias primas e insumos de acuerdo al Cuadro 4.

Cuadro 4. Formulación para la bebida de lactosuero y chocho.

Ingredientes (g)	Mejor tratamiento T₁₁ (%)
Pulpa de chocho	16,53
Lactosuero	78,52
Esteviósido	0,01
Lecitina	0,21
Estabilizante	0,73
Espesante	4,00

Licuadao, se utilizó una licuadora para disminuir y homogenizar la dilución, se realizó en un tiempo de 5 min a una velocidad 10 000 rpm.

Pasteurizado, este proceso se realizó para disminuir el sabor astringente del producto, eliminar los compuestos antinutrientes del chocho y la carga microbiana, el cual se realizó a 72 °C por 10 minutos.

Tamizado, este proceso se realizó en tamiz Tyler de acero inoxidable, malla N° 45 con el fin de poder obtener una mezcla homogénea y tener un fluido con menor contenido de gránulos y fibra.

Envasado, se utilizó envases de vidrio con una capacidad de 475 mL con tapa rosca.

Esterilizado, con la finalidad de alargar la vida útil del producto para el cual se utilizó una autoclave a una temperatura de 118 °C durante 5 minutos y con una presión de 15 lb/pulg².

Enfriado y almacenado, se realizó sometiendo las botellas con la bebida a una corriente de agua hasta obtener una temperatura de 30 °C y que luego se equilibren con la temperatura ambiental, para luego ser almacenada en ambiente limpio.

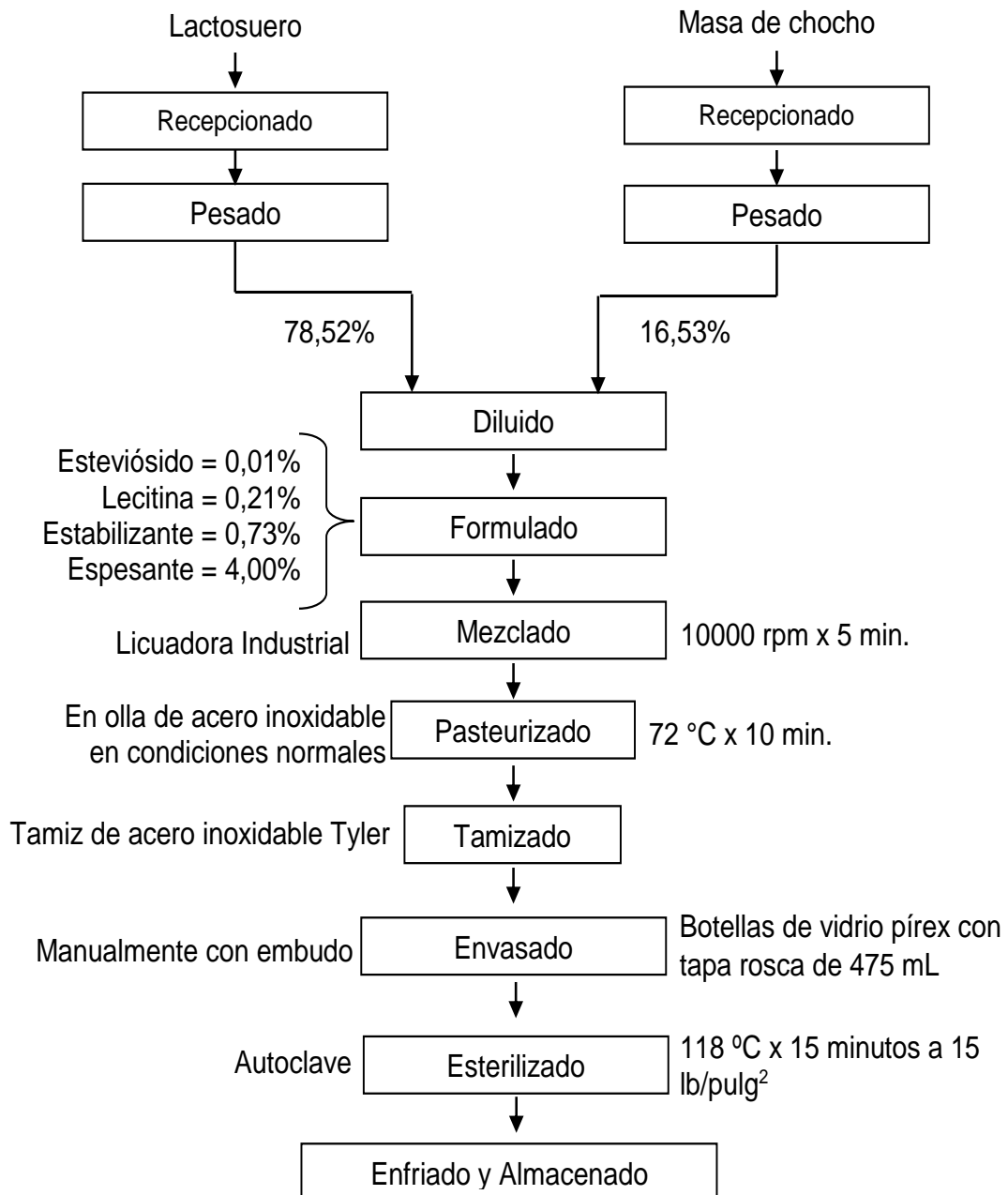


Figura 5. Flujograma para elaborar la bebida de lactosuero y chocho.

4.1.2. Balance de materia y rendimiento

A pesar que no constituye un parámetro de estudio, como se trata de un proceso productivo para elaborar la bebida, se vio por conveniente

realizar un balance de materia con rendimiento (Figura 6), que permita en futuros estudios establecer costos variables, fijos, unitarios y precios.

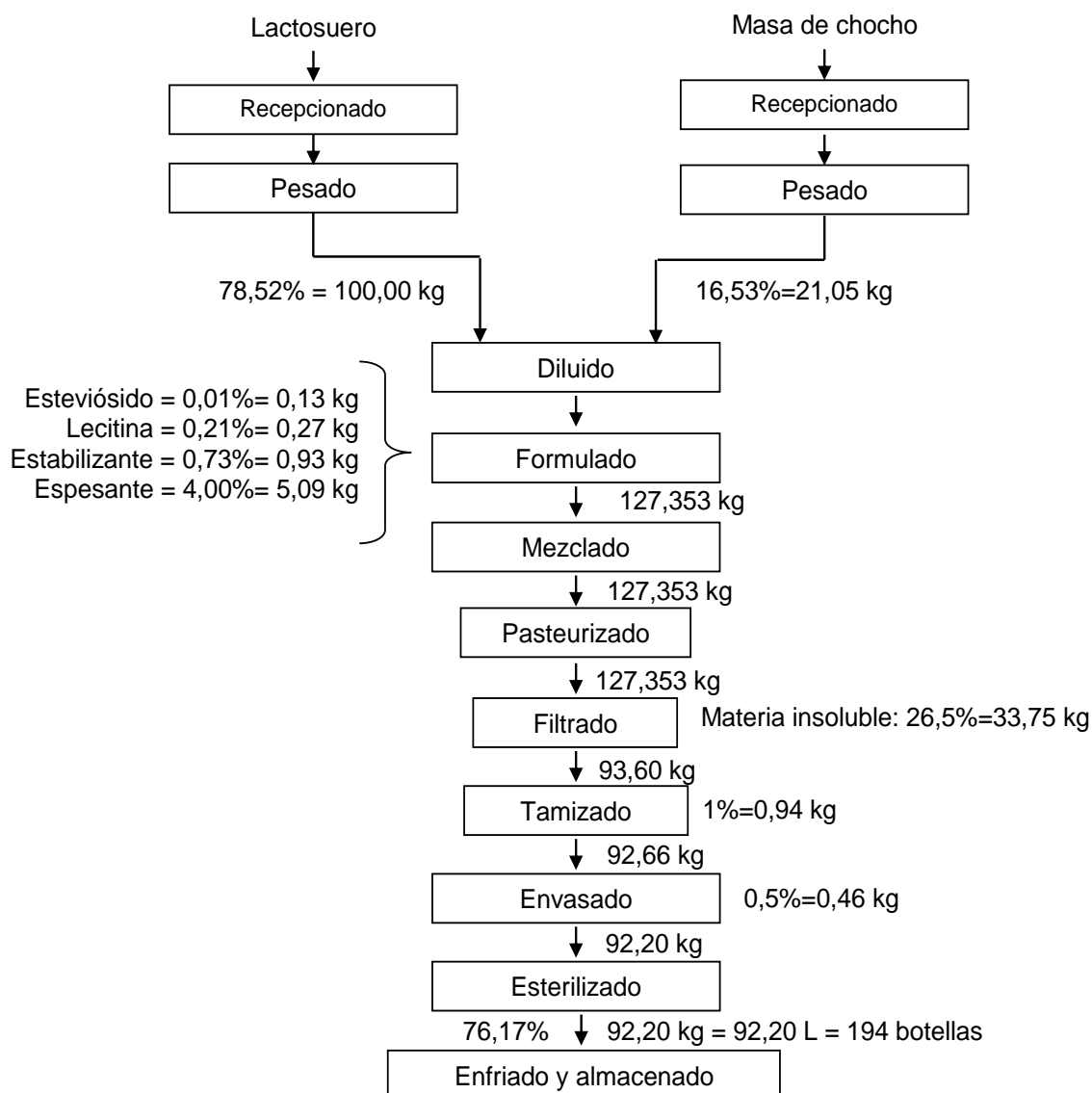


Figura 6. Balance de materia y rendimiento para elaborar la bebida de lactosuero y chocho.

Como se aprecia en la Figura 6, si hemos tomado como base 100 kg de lactosuero y 21,05 kg de pulpa de chocho se tienen 121,05 kg de materia inicial que va a constituir el 100% teniendo al final 92,20 kg de bebida de lactosuero y chocho que equivale a un 76,17% en rendimiento y que como la

densidad es muy próxima a 1 kg/L, entonces se tiene 92,20 litros de bebida que se pueden envasar en 194 botellas de 475 mL.

4.2. Características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales, reológicas y vida útil de la bebida

4.2.1. Características fisicoquímicas del producto final

En el Cuadro 22 del Anexo se tiene los datos obtenidos del análisis fisicoquímico de la bebida de lactosuero y chocho.

En el Cuadro 5 se observó que los nutrientes que sobresalen son las proteínas con 2,84% que es muy similar al 3% de proteína de la leche según (INDA 200) y los carbohidratos con 17,13% en base húmeda y 81,26 en base seca; la bebida da un buen aporte de nutritivo y energético, podemos decir que es un gran suplemento alimenticio, datos que son similares a los encontrados por GONZÁLEZ (2011), que reporta 14,06% carbohidratos.

Como se observa en el Cuadro 5, el pH es 6,55 que es similar al pH 6,6 del lactosuero, es decir en la bebida el pH es ligeramente ácido acercándose al de la leche de vaca que es 6,8, datos próximos a los reportados por GONZÁLEZ (2011) que indica un pH 6,4, acidez 0,22%; humedad 93,28% más elevado que lo que encontramos; ceniza 0,42%; fibra 0.01% más bajo que nuestro resultado y grasa 0.31% similar a lo que determinamos.

En el Cuadro 5 se presenta los resultados de la determinación de ceniza, cuyo porcentaje es menor en lactosuero y en leche de chocho que en la bebida (0,55%) valores similares a los reportados por GONZÁLEZ (2011) quien afirma que esto se debe a que hay un incremento de la concentración de

elementos minerales (calcio y fósforo) en la bebida con relación a la materia prima, contribuyendo así en el valor nutritivo puesto que son necesarios para nuestro organismo, ya que nos ayudan en la construcción y mantenimiento de huesos y dientes. La fibra es menor en la bebida debido a que la formulación que fue empleada hay una mayor proporción de lactosuero que es un alimento de origen animal, de forma similar lo reporta GONZÁLEZ (2011).

En el Cuadro 5, se tiene un promedio de 0,19 de acidez que difiere ligeramente del lactosuero y de la pulpa de chocho; GONZÁLEZ (2011) indica que en el proceso de fermentación las bacterias utilizan como fuente de energía la lactosa presente en el lactosuero convirtiéndolo en ácido láctico es por lo cual el valor de la acidez es alto, lo cual nos garantiza la estabilidad del producto, tal como sucede en nuestra bebida elaborada.

Cuadro 5. Características fisicoquímicas de la bebida de lactosuero y chocho.

Componente	X bh	X bs
Proteína %	2,84±0,01	13,47±0,01
Grasa %	0,36±0,02	1,71±0,02
Ceniza %	0,55±0,01	2,61±0,01
Carbohidratos %	17,13±0,03	81,26±0,03
Fibra %	0,20±0,10	0,95±0,10
Total %	21,08±0,13	100,00
pH	6,55±0,01	
Acidez	0,19±0,01	
Humedad %	78,92±0,13	

Se determinó un promedio de humedad de 78,92% que es menor que la del lactosuero y mayor que la de la pulpa de chocho, al tener un valor alto puede favorecer al desarrollo de microorganismos, por tal motivo hicimos la esterilización tal como lo plantean AIRE y TAIPE (2011) quienes trabajan con 118 °C por 5 minutos a una presión de 15 lb/pulg².

4.2.2. Características microbiológicas

Los resultados de la evaluación sobre la presencia de carga microbiana que se detalla en el Cuadro 6, nos permite afirmar que la bebida elaborada se hallan por debajo de los parámetros establecidos para leche de soya evaporada, propuesto por la Sociedad Nacional de Industrias del Perú; en cuanto a numeración de coliformes presenta menor a 10 UFC/g, numeración de mohos y levaduras ausencia, en cuanto a numeración de aerobios mesófilos las $3,5 \times 10^2$ UFC/g, se halla dentro de los parámetros establecidos, contrariamente a lo que reportan la pulpa de chocho y lactosuero.

Cuadro 6. Análisis microbiológico de la bebida de lactosuero y chocho.

Muestras	Mohos y levaduras (UFC/mL)	Aerobios Mesófilos (UFC/g)	Coliformes totales (UFC/g)
Lactosuero	1×10^3	3×10^1	1×10^2
Pulpa de chocho	4×10^1	1×10^3	$4,5 \times 10^2$
Bebida	Ausencia	$3,5 \times 10^2$	<10

4.2.3. Características sensoriales

En las pruebas de formulación y optimización se realizó las evaluaciones de las características sensoriales de color, olor, sabor y aceptabilidad, estableciéndose que el mejor tratamiento lo constituyó el tratamiento T₁₁, que está conformado por la formulación del Cuadro 4 cuyas calificaciones los resumimos en el Cuadro 7.

Como se aprecia en el Cuadro 7, todos los atributos de la bebida elaborada (mejor tratamiento) a excepción del color pasan del término medio de calificación lo que indica claramente que nuestro producto elaborado tiene aceptación por los panelistas semientrenados, que sería la misma tendencia si lo llevamos a una evaluación por consumidores que consumen con frecuencia leche o productos similares.

Cuadro 7. Evaluación sensorial del mejor tratamiento de la bebida (producto final).

Atributo	Calificación cuantitativa	Calificación cualitativa
Color	4,30175	Crema intenso
Olor	5,99252	Agradable a leche
Sabor	5,68056	Agradable a leche
Aceptabilidad	6,76923	Homogéneo

La formulación y optimización de la bebida se hizo evaluando sensorialmente los atributos referidos al color, olor, sabor y aceptabilidad evaluada en base a una escala hedónica de siete (07) puntos de acuerdo al Cuadro 20 del Anexo A y la ficha para evaluar la bebida del Anexo B.

Evaluación del color, en el Cuadro 23 del Anexo se tiene los datos de la evaluación del color que nos permitió realizar el ANVA en el Cuadro 24 del Anexo y la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis del Cuadro 8 para determinar el mejor tratamiento.

En el ANVA del Cuadro 24 del Anexo se aprecia que estadísticamente todos los tratamientos son diferentes, existiendo uno que tiene el mejor promedio aritmético, el tratamiento T_{11} , tal como se aprecia en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de Kruskal-Wallis para color por tratamientos.

Tratamientos	Tamaño muestra	Rango promedio
T_1	3	18,000
T_{10}	3	12,000
T_{11}	3	35,000
T_{12}	3	32,000
T_2	3	15,333
T_3	3	20,000
T_4	3	17,833
T_5	3	18,000
T_6	3	12,500
T_7	3	4,167
T_8	3	19,333
T_9	3	17,833

En la Figura 7 de los promedios de cada tratamiento, se visualiza con mucha claridad esta tendencia donde el tratamiento T₁₁ no coincide con ninguno de los otros tratamientos, constituyéndose en el mejor color de bebida.

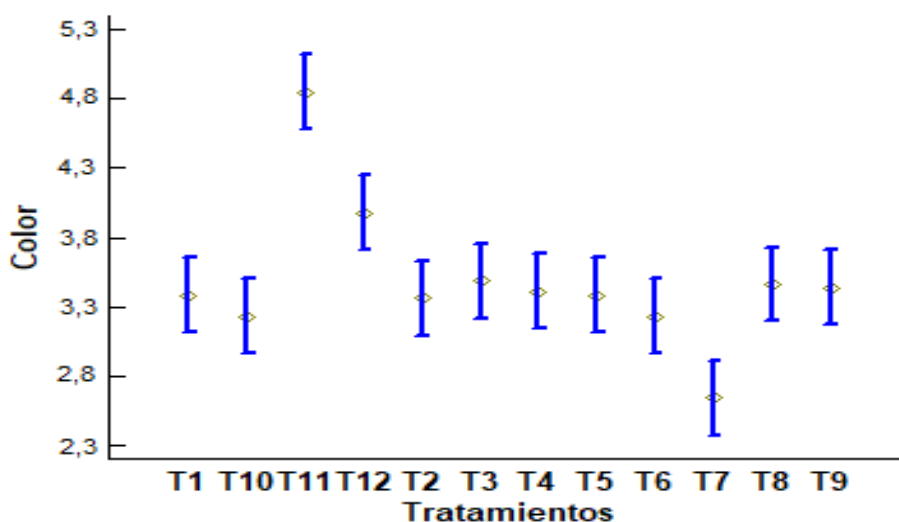


Figura 7. Promedio del color en los tratamientos de la bebida.

Para que el análisis sea más claro y completo se realizó un ANVA factorial de múltiples variables que se tiene en el Cuadro 25 del Anexo, donde solamente existe diferencia estadística en los niveles de dilución de pulpa de chocho con lactosuero que según el Cuadro 9 de optimización el mejor tratamiento lo constituye el tratamiento que tiene una dilución de 16,53% de pulpa de chocho con 78,52% de lactosuero, que tiene 0,22 de lecitina de soya y no tiene saborizante, tratamiento que corresponde al T₁₁, La calificación promedio es de 4,30175, que corresponde al color crema intenso.

Cuadro 9. Optimización de la respuesta para maximizar el color con un valor óptimo de 4,30175.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución	76,95	78,52	78,52
Emulsificante	0,105	0,22	0,22
Saborizante	0,00	1,00	0,00

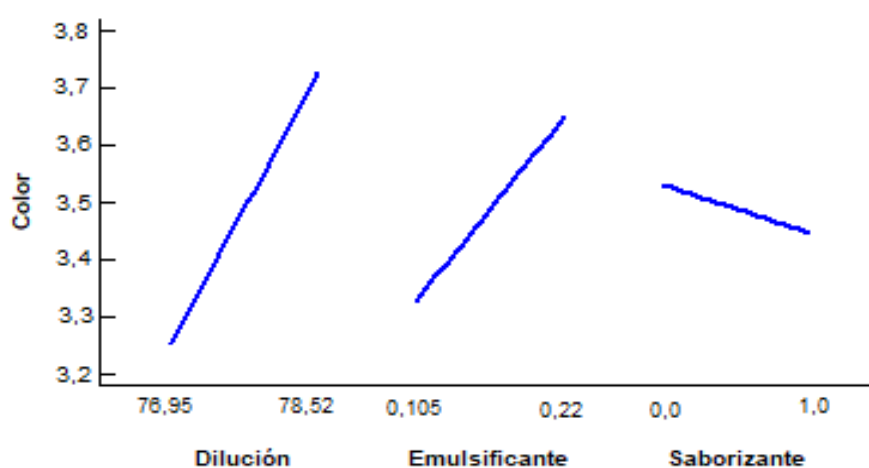


Figura 8. Gráfica de efectos principales para el color.

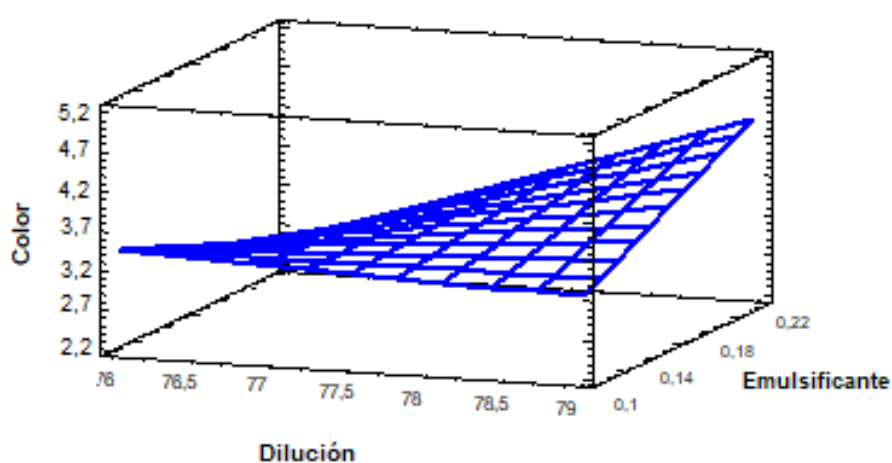


Figura 9. Superficie de respuesta del color de la bebida de chocho con lactosuero.

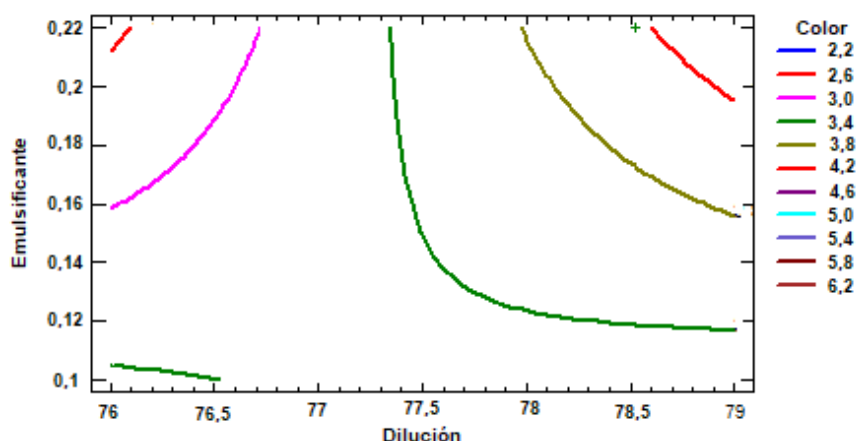


Figura 10. Contorno de la superficie de respuesta estimada del color.

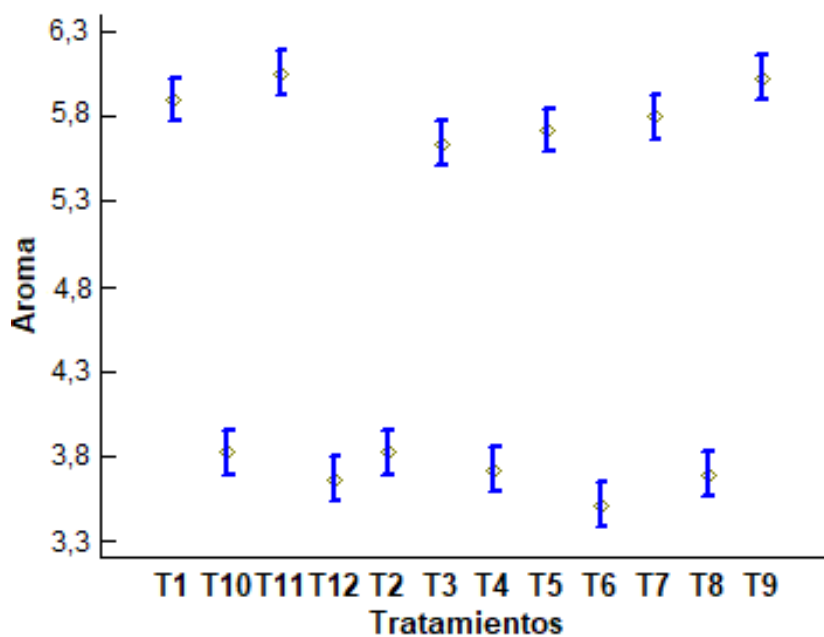
En las Figuras 8, 9 y 10 se aprecian la tendencia los resultados registrados en el Cuadro 9, por la pendiente en los efectos principales y en la superficie de respuesta.

Evaluación del aroma, en el Cuadro 26 del Anexo se tiene los datos de la evaluación del aroma de la bebida que permitió realizar el ANVA simple del Cuadro 27 del Anexo, donde se aprecia que los tratamientos varían estadísticamente debido a que el P valor es menor que 0,05.

Al realizar la prueba de Kruskal Wallis (Cuadro 10) para determinar el mejor tratamiento siendo el T₁₁ y el T₉, que al visualizarse en la Figura 11, estos tratamientos están muy próximos existiendo coincidencias de calificación, ante esto fue necesario realizar un ANVA factorial multinivel que se tiene en el Cuadro 28 del Anexo, en el que se aprecia que existe diferencia estadística para las variables emulsificante y saborizante es decir que para cada caso existe un tratamiento óptimo, este análisis permitió realizar una optimización que se ilustra en el Cuadro 11.

Cuadro 10. Prueba de Kruskal-Wallis para aroma por tratamientos.

Tratamientos	Tamaño muestra	Rango promedio
T ₁	3	28,667
T ₁₀	3	13,500
T ₁₁	3	32,833
T ₁₂	3	7,833
T ₂	3	12,667
T ₃	3	22,167
T ₄	3	10,000
T ₅	3	24,167
T ₆	3	4,000
T ₇	3	25,167
T ₈	3	9,000
T ₉	3	32,000

**Figura 11.** Promedio del aroma en los tratamientos de la bebida.

Cuadro 11. Optimización de la respuesta para maximizar el aroma con un valor óptimo de 5,99252.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución PCH:S	76,95	78,52	78,52
Emulsificante	0,105	0,21	0,21
Saborizante	0,00	1,00	0,00

Según el Cuadro 11 de optimización el mejor tratamiento es el tratamiento que tiene una dilución de 16,53% de pulpa de chocho con 78,52% de lactosuero, que tiene 0,22 de lecitina de soya y no tiene saborizante, tratamiento que corresponde al T₁₁ con una calificación promedio es de 5,99252, que corresponde al aroma agradable a leche. En la Figura 12 de efectos principales se aprecia la tendencia que muestra el Cuadro 10.

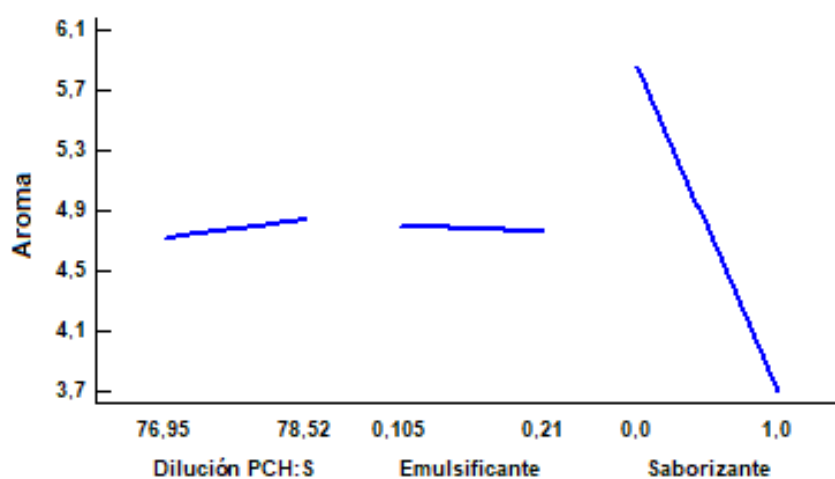


Figura 12. Efectos principales para el aroma.

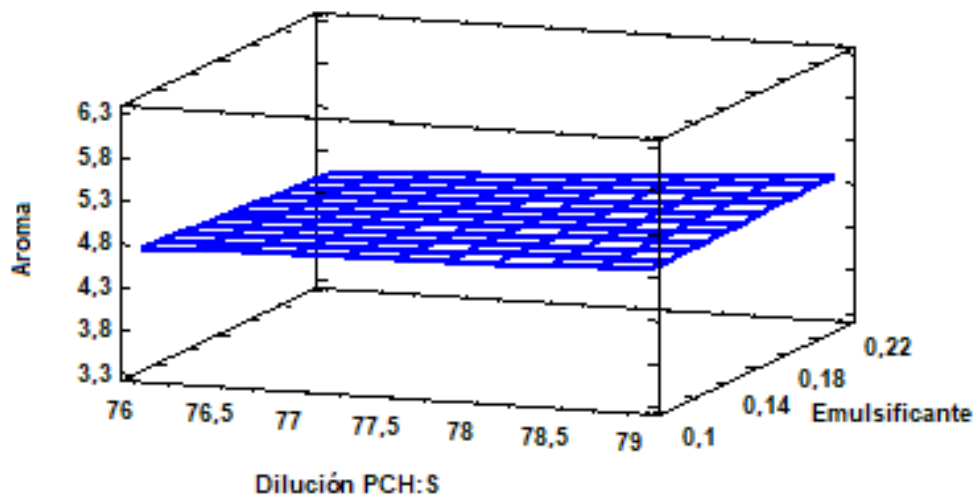


Figura 13. Superficie de respuesta estimada del aroma de la bebida de chocho con lactosuero.

En la Figura 13 de superficie de respuesta se observa en forma tridimensional una superficie aparentemente plana que tiene una ligera pendiente, cuyo punto óptimo de la evaluación del aroma se aprecia en la Figura 14 de contornos de la superficie de respuesta.

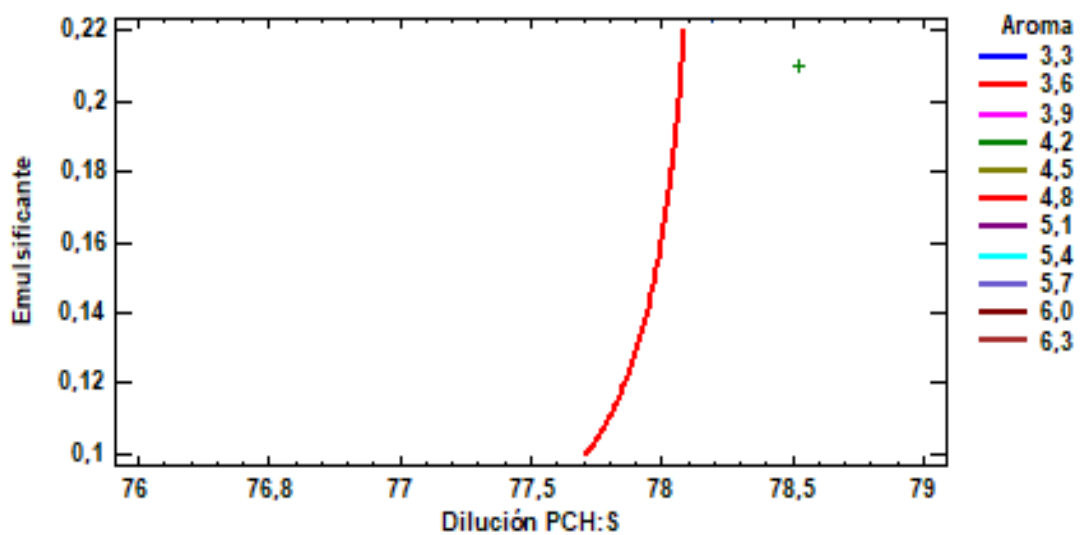


Figura 14. Contornos de la superficie de respuesta estimada del aroma de la bebida de chocho con lactosuero.

Evaluación del sabor, en el Cuadro 29 del Anexo se tiene los datos de la evaluación del sabor de la bebida de chocho con lactosuero, que para poder establecer si existía diferencia estadística entre tratamientos, es decir encontrar el mejor tratamiento, realizamos el ANVA simple del Cuadro 30 del Anexo, donde apreciamos que si existe diferencia estadística significativas entre tratamientos, por tal razón hicimos la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis del Cuadro 12, donde apreciamos según el rango promedio que existen tres tratamientos que tienen el máximo valor siendo ellos el T₁₁, T₉ y el T₇, incluso este último con el mayor valor.

Cuadro 12. Prueba de Kruskal-Wallis para sabor por tratamientos.

Tratamientos	Tamaño muestra	Rango promedio
T ₁	3	24,833
T ₁₀	3	7,333
T ₁₁	3	29,500
T ₁₂	3	8,500
T ₂	3	5,333
T ₃	3	25,333
T ₄	3	12,333
T ₅	3	25,667
T ₆	3	8,000
T ₇	3	30,167
T ₈	3	15,500
T ₉	3	29,500

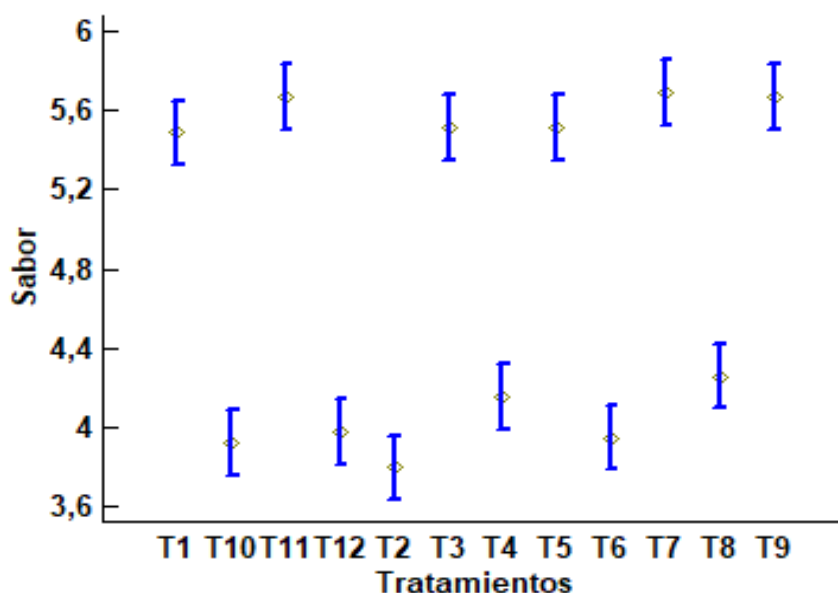


Figura 15. Promedio del sabor en los tratamientos de la bebida.

Si se aprecia la Figura 15 vemos que hasta seis tratamientos podrían ser los óptimos para la calificación del sabor entre ellos tenemos el T₁, T₁₁, T₃, T₅, T₇ y T₉.

Para poder establecer el tratamiento óptimo de este atributo que es uno de los más importantes para formular y optimizar la bebida de chocho con lactosuero se realizó un ANVA factorial multinivel que se tiene en el Cuadro 31 del Anexo, donde observamos que existe diferencia estadística en los niveles de emulsificante y saborizante, este análisis nos permite determinar la optimización del sabor que se muestra en el Cuadro 13, donde vemos que el mejor tratamiento lo constituye el tratamiento que tiene una dilución de 16,53% de pulpa de chocho con 78,52% de lactosuero, 0,22 de lecitina de soya y no tiene saborizante, tratamiento que corresponde al T₁₁, con una calificación promedio de 5,68056, que corresponde al sabor de agradable a leche.

Cuadro 13. Optimización de la respuesta para maximizar el sabor con un valor óptimo de 5,68056.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución PCH:S	76,95	78,52	78,52
Emulsificante	0,105	0,21	0,21
Saborizante	0,00	1,00	0,00

En la Figura 16 de efectos principales en el sabor de la bebida se aprecia la tendencia del Cuadro 13 con mucha claridad.

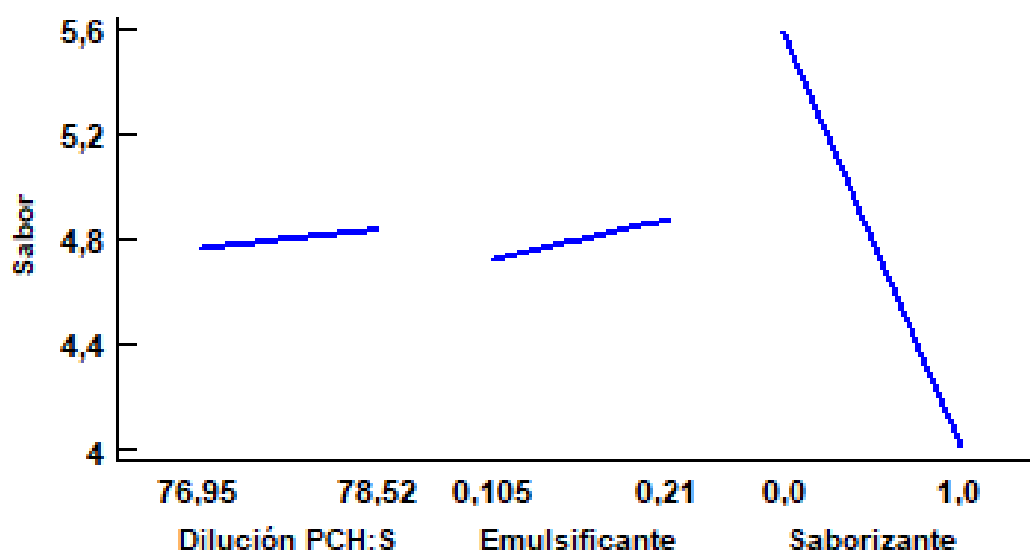


Figura 16. Efectos principales para el sabor.

En la Figura 17 referido a la superficie de respuesta en el sabor de la bebida, se aprecia tridimensionalmente una plataforma con cierta pendiente y ya en la Figura 16 se aprecia el punto óptimo de calificación del sabor que es el que corresponde al tratamiento T₁₁.

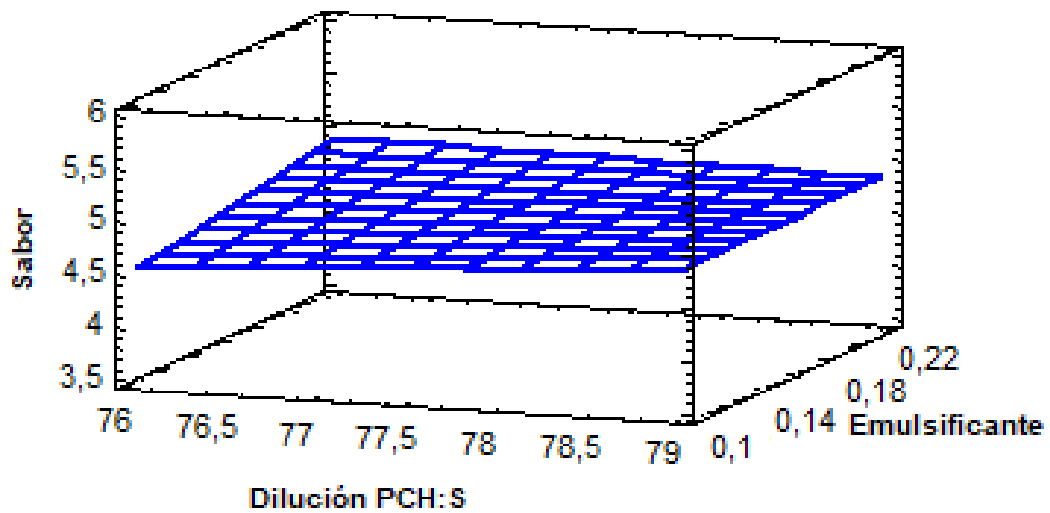


Figura 17. Superficie de respuesta para el sabor de la bebida de chocho con lactosuero.

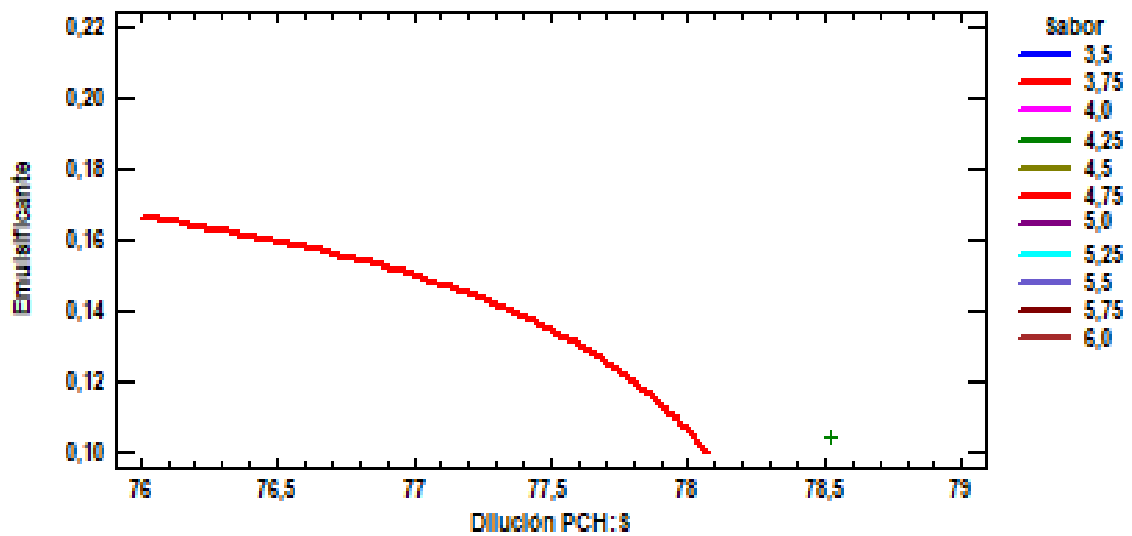


Figura 18. Contornos de la superficie de respuesta estimada para el sabor de la bebida de chocho con lactosuero.

Evaluación de la aceptabilidad, en el Cuadro 32 del Anexo se tiene los datos de la evaluación respecto a la aceptabilidad de la bebida de chocho y lactosuero que nos permitió realizar el ANVA simple de tratamientos del Cuadro 33 del Anexo, donde se aprecia que estadísticamente todos los

tratamientos son iguales, no existiendo un tratamiento que sea el mejor, al hacer la prueba de Kruskal Wallis del Cuadro 14 apreciamos que los tratamientos T_{12} y T_{11} tienen los valores mayores del rango de promedios.

La tendencia del Cuadro 14 se aprecia en la Figura 19, donde al graficar los promedios de los tratamientos considerados del estudio en base a la calificación, vemos que todos ellos están coincidiendo en algún o algunos puntos comunes de la calificación. Ante la incertidumbre indicada por los análisis anteriores realizados se tuvo que realizar un ANVA factorial multinivel que se tiene en el Cuadro 34 del Anexo.

Cuadro 14. Prueba de Kruskal-Wallis para aceptabilidad por tratamientos.

Tratamientos	Tamaño muestra	Rango promedio
T_1	3	22,833
T_{10}	3	21,167
T_{11}	3	25,000
T_{12}	3	26,833
T_2	3	18,667
T_3	3	20,000
T_4	3	4,167
T_5	3	17,333
T_6	3	9,833
T_7	3	15,833
T_8	3	19,667
T_9	3	20,667

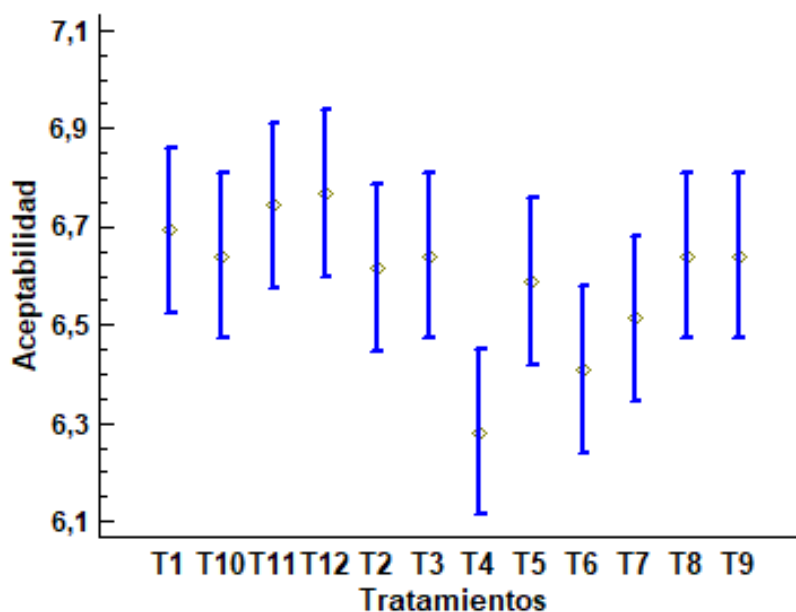


Figura 19. Promedio de la aceptabilidad en los tratamientos de la bebida.

En el Cuadro 34 del Anexo, se observa que no existe diferencia estadística en ninguna variable y en ningún nivel de la bebida de chocho con lactosuero, para ello activamos la opción de optimización que tenemos en el Cuadro 15, donde el mejor tratamiento lo constituye el tratamiento que tiene una dilución de 16,53% de pulpa de chocho con 78,52% de lactosuero, que tiene 0,22 de lecitina de soya y sin saborizante, tratamiento que corresponde al T₁₁, con una calificación promedio de 6,76923, que corresponde a homogéneo.

Cuadro 15. Optimización de la respuesta para maximizar la aceptabilidad con un valor óptimo de 6,76923.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dilución PCH:S	76,95	78,52	78,52
Emulsificante	0,105	0,21	0,21
Saborizante	0,00	1,00	0,00

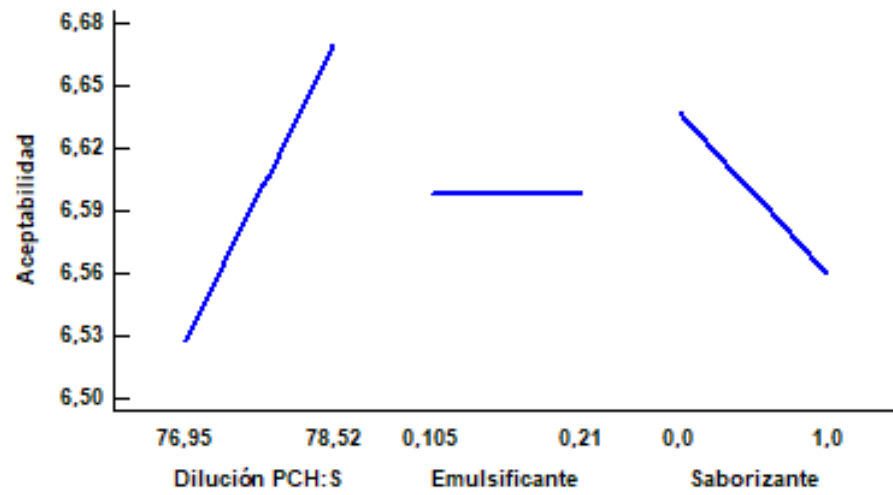


Figura 20. Efectos principales para la aceptabilidad de la bebida de chocho con lactosuero.

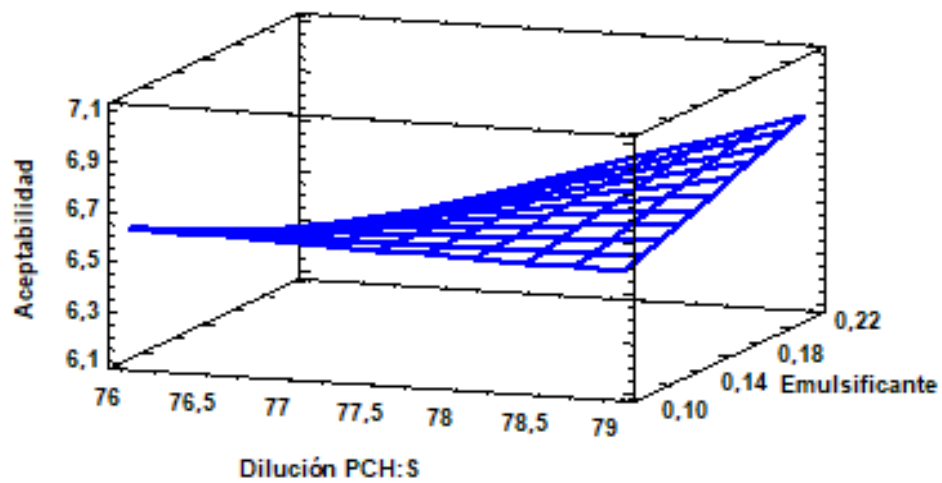


Figura 21. Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad de la bebida de chocho con lactosuero.

Cuadro 16. Promedios cualitativos de las optimizaciones realizadas de los atributos analizados.

Factor	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad	\bar{x}
Dilución	76,95	78,52	78,52	78,52	78,52
Emulsificante	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Saborizante	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.2.4. Características reológicas

En los Cuadros 35, 36 y 37 del Anexo, tenemos la evaluación de la viscosidad que permitió encontrar el Cuadro 38 del Anexo, donde se tiene los parámetros reológicos de interés para la bebida elaborada como son el coeficiente de consistencia y el índice de flujo que se aprecia en el Cuadro 17.

En el Cuadro 17 se aprecia que el coeficiente de flujo disminuye con el incremento de la temperatura en forma muy notoria produciéndose un fenómeno de adelgazamiento, mientras que el índice de flujo de valores menores que 1, que le da un comportamiento Pseudoplástico a 5 °C, aumenta a valores mayores que uno que le da un comportamiento dilatante, es decir que en alguna temperatura menor a 25 °C y Mayor a 5 °C se suele comportar como la leche de vaca es decir como un fluido Newtoniano.

Cuadro 17. Coeficiente de consistencia en Pa.s-1 (viscosidad aparente) e índice de flujo de la bebida similar a la leche a base de lactosuero y chocho.

Temp (°C)	5		25		50	
	K	n	K	n	K	n
R ₁	7,0722	0,6997	0,1395	1,3754	0,0868	1,3227
R ₂	7,1935	0,9975	0,0992	1,4421	0,0076	1,8351
R ₃	6,6432	0,9971	0,0525	1,5736	0,0684	1,32
X	6,9696	0,8981	0,0971	1,4637	0,0543	1,4926
DE	0,2891	0,1718	0,0435	0,1009	0,0414	0,2966

En el Cuadro 18 se tiene la energía de activación a diferentes temperaturas que originan diferentes viscosidades aparentes.

Observamos que la energía de activación de 5 °C a 25 °C disminuye notoriamente luego se ve que esta disminución es aún mayor cuando llega a 50 °C, esto quiere decir que a temperaturas mayores cuando las moléculas ya se pusieron en movimiento originando la disminución de la viscosidad aparente por el calor la energía de activación es menor debido a que ya no se requiere de mayor energía porque se dejó el estado estático.

Cuadro 18. Valores de la energía de activación de la bebida análoga a diferentes temperaturas.

Concentración (%)	Coefficiente de consistencia (Pa.s)	Energía de activación (Kcal/g.mol)
5	69,696	11,63
25	0,0971	5,92
50	0,0543	1,95

4.2.5. Determinación de la vida útil

Por la carga microbiana que tiene no se puede determinar el tiempo de vida útil ya que es mínima debido al tratamiento térmico, pero si es posible en base al pH, ya que si el producto se torna más ácido indica que se está deteriorando y para eso forzamos a tres temperaturas como se ve en el Cuadro 19 donde se aprecia un tiempo experimental donde se nota el cambio de pH y un tiempo real que se calcula con la fórmula expresada en el Anexo B.

Cuadro 19. Determinación de tiempos en base a los cambios de pH.

Temperatura (°C)	t cambio experimental (días)	t real (días)	% de cambio	
			pH 6,55	pH 4,8
20	15	120	10,86	86,95
30	9	72	10,86	86,95
40	5	40	10,86	86,95

Si el pH óptimo de una bebida similar a la leche es 6,8 y el pH 4,5 es muestra de que esta malogra entonces 2,3 unidades de pH es el 100%,

experimentalmente encontramos que el pH de la bebida es 6,55, entonces le corresponde el 10,86% y el pH mínimo para que el producto tenga aceptación es con pH igual a 4,8 que le corresponde 86.95%.

Con los valores encontrados podemos interpolar para encontrar el tiempo real de vida de la bebida a tiempos comprendidos entre estas temperaturas y también podemos proyectar el tiempo de vida útil del producto a temperatura ambiente en nuestro caso 25 °C aplicando Q_{10} para la leche que es 3 y mediante la fórmula siguiente:

$$t_2 = \frac{t_1}{Q_{10}^{\Delta T/10}}$$

Donde t_1 es el tiempo real a 25 °C el cual lo obtenemos por interpolación siendo 96 días; Q_{10} es 3; el ΔT es $25 - 40 = -15$; por lo tanto, si reemplazamos en la ecuación el tiempo de vida útil t_2 es de 21 días a temperatura de ambiente, por lo tanto el almacenamiento debe ser bajo refrigeración, ya que es similar a lo que menciona CHINCHILLA (2000), realizó un estudio de una bebida saborizada a partir de lactosuero, lo cual obtuvo un vida útil de 20 días.

V. CONCLUSIONES

- Los parámetros para el procesamiento de una bebida de lactosuero y chocho son: pesado; diluido (16,53% de pulpa de chocho con 78,52% de lactosuero); formulado (acuerdo al Cuadro 4); licuado (5 minutos a 10000 rpm); pasteurizado (72°C en 10 minutos); tamizado; envasado (envases de vidrio de 475 mL. con tapa rosca); esterilizado (118 °C durante 5 minutos y con una presión de 15 lb/pulg²); enfriado y almacenado, obteniéndose un rendimiento de 76,17%.
- Las características de la bebida de lactosuero y chocho fueron: características fisicoquímicas: Proteína 2,84±0,01%; grasa 0,36±0,02%; Ceniza 0,55±0,01%; Carbohidratos 17,13±0,03%; Fibra 0,20±0,10%; pH 6,55±0,01; acidez 0,19±0,01; humedad 78,92±0,13%. Características sensoriales aceptación. Características microbiológicas: Mohos y levaduras ausencia, aerobios mesófilos $3,5 \times 10^2$ UFC/g, coliformes totales <10 UFC/g. Características reológicas, con coeficiente de consistencia que disminuye con la temperatura y un índice de flujo menor a 1 cuando la temperatura es 5 °C y con mayor de 1 cuando la temperatura es 20 °C y 50 °C, comportándose primeramente como no Newtoniano pseudoplástico y luego como dilatante. La vida útil es de 21 días.

VI. RECOMENDACIONES

- Formular una bebida a nivel comercial con 16,53% pulpa de chocho y 78,52% de lactosuero, cuyas características sensoriales fueron aceptables.
- Hacer estudios de factibilidad para producir a nivel industrial una bebida con 16,53% de pulpa de chocho y 78,52% de lactosuero e incentivar su consumo.
- Promover el consumo de chocho y de sus derivados, para aprovechar otras alternativas de uso y sus propiedades altamente benéficas para la salud y así mejorar la dieta alimenticia de la población.
- Promover el uso del lactosuero en la región para emplearlo como subproducto en diversos productos, por su alto valor nutritivo.

ABSTRACT

In formulating and elaborating a drink from whey and chocho beans and evaluating its physicochemical, microbiological, sensory and rheological characteristics, a final food product, acceptable for consumption, was developed. To do this, the following objectives were proposed: formulate and determine the technological parameters for processing to obtain the drink and determine the physicochemical, microbiological, sensory and rheological characteristics of the drink and its shelf life. This was done in the National Agrarian University of the Jungle's laboratories, located in the Huánuco region, Peru. After achieving an experimental design, a drink was elaborated with a base of whey and chocho bean; the formula for the drink was: chocho bean pulp 16.53%, whey 78.52%, stevioside 0.1%, lecithin 0.21% and stabilizer 0.73%. The technological parameters for processing, to obtain the drink were: weighing, dilution (16.53% of the chocho bean pulp with 78.52% of whey), formulation, blending (5 minutes at 10,000 rpm), pasteurization (72 °C for 10 minutes), filtration, sifting, bottling (475 mL Pyrex glass bottles with screw top), sterilization (118 °C for five minutes at a pressure of 15 lb/in²), cooling and storage; obtaining a 76.17% yield. The characterization of the drink, with a base of whey and chocho bean, was: physicochemical characteristics: protein 2.84±0.01%; fat 0.36±0.02%; ash 0.55±0.01%; carbohydrates 17.13±0.03%;

fiber $0.20 \pm 0.10\%$; pH 6.55 ± 0.01 ; acidity 0.19 ± 0.01 ; and moisture $78.92 \pm 0.13\%$. The sensory characteristics: acceptable. The microbiological characteristics: absent of molds and yeasts, aerobic mesophiles 3.5×10^2 UFC/g, and total coliforms <10 UFC/g. The rheological characteristics, with a consistency coefficient that decreases with the temperature and a flow index less than 1 when the temperature is $5\text{ }^\circ\text{C}$ and greater than 1 when the temperature is between $20\text{ }^\circ\text{C}$ and $50\text{ }^\circ\text{C}$; behaving primarily like a non-Newtonian pseudoplastic and later like a dilatant. The shelf life is 21 days.

Keywords: Whey, lupine, drink, physicochemistry, microbiological, sensory.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRE, T., TAIPE, C. 2011. Elaboración y caracterización de bebida esterilizada a partir de sachá inchi. Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. Chanchamayo, Perú. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 67 p.
- ALLAUCA, V. 2005. Desarrollo de la tecnología de elaboración de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) germinado fresco, para aumentar el valor nutritivo del grano. Tesis Dr. en Bioquímica y Farmacia. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 243 p.
- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Pub. Assoc. Of anal. Chem. Methods of analysis of the association of official analytical.
- CARRILLO, I., REYES, M. 2005. Vida útil de los alimentos. Revista Iberoamericana de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México. (4):24-26.
- CHHABRA, P. 2007. Bubbles, drops and particles in non-newtonian fluids. 2 ed. Taylor & Francis, Kanpur, India. 586 p.
- CHINCHILLA P. J., 2000. Elaboración de una bebida saborizada a partir de suero de leche, Universidad Earth, Guácimo, Costa Rica.
- COLTRO, N. 2003. Elaboración y uso de una bebida análoga de leche con base en lactosuero. Tesis Ing. Agrónomo. Honduras. Zamorano. 81 p.

- ELPIDIA, E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Rev. chilena de nutrición*. 40(4):1-7.
- EROSKI, N. 2012. Factores que intervienen en la alteración de los alimentos. s.d.t. [En línea]: CONSUMER, (<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2012/10/24/213789.php>, documento, 23 Ene. 2017).
- ESPINOZA, E. 2007. Cultivos andinos. Lima, Perú. 250 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma). 2012. Situación de la lechería en América Latina y el Caribe. s.d.t.
- FOEGEDING, E., LUCK, P. 2002. Whey protein products. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas (Eds). *Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition*. Academic Press, New York. p. 324-330.
- GARCÍA, M. 1993. Productos lácteos. Cap. 6 en: *Biotecnología alimentaria*. México: Limusa. s.p.
- GONZÁLEZ, J.M. 2011. Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica a base de lactosuero y chocho (*Lupinus mutabilis*) como suplemento alimenticio. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 89 p.
- GONZÁLES, A. 2011. Aproximación a la comprensión de un endulzante natural alternativo, la *Stevia rebaudiana* Bertoni: producción, consumo y demanda potencial. *Agroalimentaria*. 17:57-69.

- GUERRERO, J., RAMIREZ, A., PUENTE, W. 2011. Caracterización del suero de queso blanco del combinado lácteo Santiago. *Tecnología Química*, 31(3):93-100.
- INDA, A. 2000. Optimización de rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la industria quesera. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Organización de Estados Americanos (OEA). Centro impresor Piedra Santa. Guatemala, C.A. 56 p.
- JOVANOVIC, S., BARAC, M., MACEJ, O. 2005. Whey proteins-properties and possibility of application. *Mljekarstvo*, 55(3):215-233.
- KIRK, R., SAWYER, R. 2005. Composición y análisis de alimentos de Pearson, México: Cecsa. 2 ed. Grupo Editorial Patria. p. 250-272.
- KLOTZ, B. 2014. Suero lácteo, clave en la innovación de alimentos. [En línea]: (documento, 03 Ago. 2014).
- LONDOÑO, M. 2006. Aprovechamiento del suero ácido de queso doble crema para la elaboración de quesillo utilizando tres métodos de complementación de acidez con tres ácidos orgánicos. *Perspectivas en Nutrición Humana*. 16(1):11-20.
- NIELSEN, S. 2003. Food analysis. Kluwer Academic/ Plenum Publ. s.p.
- POTTER, N., HOTCHKISS, J. 1995. Ciencia de los alimentos. Zaragoza, España, Acribia. s.p.
- POVEDA, E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutrición*. 40(4):397-403.

- QUINTÁNS, R.L.C. 2006. Reología de productos alimentarios. Memoria presentada para optar al Grado de Doctora. Departamento de Ingeniería Química. España. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Santiago de Compostela. 96 p.
- RAMIREZ, J. 2006. Fundamentos de la reología de alimentos. 4 ed. Cali, Colombia. 46 p.
- ROBERTS, D., HOOPER, W., GREENWOOD, M. 2000. Microbiología práctica de los alimentos. Trad. por Ester Sanz López. España, Acribia. 276 p.
- SILVA, C. 2010. Caracterización reológica de hidrocoloides alimentarios: goma guar, goma tragacanto, metilcelulosa y sus mezclas. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos. Lugo, España. Universidad de Santiago de Compostela. 402 p.
- SINGH, N. 2000. Microbiology Manual. Deutscher Akreditierungs Rat, Berlin, Alemania. 65 p.
- SKENDI, A., BILIADERIS, C.G., PAPAGEORGIOU, M., IZYDORCZYK, M.S. 2010. Effects of twobarley β -glucan isolate son wheat flour dough and bread properties. Food Chemistry. 119(1):1159–1167.
- UREÑA, P. 2000. Análisis sensorial de alimentos. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC. Lima, Perú. 128 p.
- VALENCIA, E., RAMÍREZ, M. 2009. La industria de la leche y la contaminación del agua. México. 27:1-31.
- VANCLOCHA, A., REQUENA, J. 2000. Procesos de conservación de alimentos. Madrid, España, Mundi Prensa. 477 p.

- VIJAY, K. 2012. Advances in Membrane Processing for Production of Novel Dairy Ingredients. Innovative Trends Dairy Food Products Formulation. 83:1-232.
- VILLACÍS, S.M.E. 2011. Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica para infantes a base de lactosuero y leche de soya. Tesis de grado previa la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba, Ecuador.

ANEXO

Anexo A: Datos complementarios.

Cuadro 20. Análisis fisicoquímico del chocho amargo y desamargado (base seca).

Componente	Chocho amargo				Chocho desamargado			
	1	2	3	X	1	2	3	X
Proteína %	41,3	41,5	41	41,267±0,251	56,1	55,8	56	55,967±0,153
Grasa %	23,4	23,2	23,5	23,367±0,153	9	8,8	8,9	8,900 ± 0,100
Ceniza %	5,3	5	5,2	5,167±0,153	1,8	2	1,9	1,900 ± 0,100
Carbohidratos	14,3	14,3	14,4	14,333±0,058	6,5	6,2	6,3	6,333 ± 1,153
Fibra %	12,1	12,2	12	12,100±0,100	26,6	26,4	26,5	26,500 ± 0,10
Alcaloides %	3,6	3,8	3,7	3,700±0,100	0,2	0,2	0,1	0,167 ± 0,057
Total %				100,000±0,066				100,00±0,233
pH					6,2	6,2	6,2	6,200±0,000
Acidez					0,12	0,12	0,12	0,120±0,000
Humedad %	15,8	16	15,9	15,900 ± 0,100	71,8	72	72,8	71,967 ± 0,15

Cuadro 21. Análisis fisicoquímico del lactosuero (base seca).

Componente	1	2	3	X	DE
Proteína %	28,5	28,6	28,4	28,5	0,1
Grasa %	4,6	4,5	4,8	46,3333333	0,152753

Continua Cuadro 21. ...

Componente	1	2	3	X	DE
Ceniza %	6,3	6,2	6,3	62,666666	0,057735
Carbohidratos %	60,4	60,3	60,4	60,366666	0,057735
Fibra %	0,1	0,2	0,1	0,1333333	0,057735
Total %	99,9	99,8	100	99,9	0,1
pH	6,4	6,4	6,5	64,333333	0,057735
Acidez	0,22	0,21	0,24	0,2233333	0,015275
Humedad %	93,2	93,3	93,3	93,266666	0,057735

Cuadro 22. Resultado del análisis fisicoquímico de bebida de lactosuero y chocho.

Componente	1	2	3	X bh	X bs	DE
Proteína %	2,84	2,85	2,83	2,84	13,472486	0,01
Grasa %	0,35	0,38	0,35	0,36	17,077799	0,017320508
Ceniza %	0,54	0,56	0,55	0,55	26,091082	0,01
Carbohidratos %	17,1	17,16	17,13	17,13	8,126186	0,03
Fibra %	0,1	0,2	0,3	0,2	0,9487666	0,1
Total %	20,93	21,15	21,16	21,08	100	0,13
pH	6,56	6,54	6,55	6,55		0,01
Acidez	0,18	0,2	0,19	0,19		0,01
Humedad %	79,07	78,85	78,84	78,92		0,13

Cuadro 23. Datos de la evaluación del color de la bebida de chocho y lactosuero.

Tratamiento	repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₁	r1	2	2	2	2	2	5	5	5	6	5	5	2	4	3,6
	r2	2	2	2	4	3	2	4	5	5	6	3	5	5	3,7
	r3	2	3	2	2	6	5	2	2	2	4	2	3	2	2,8
T ₂	r1	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3,2
	r2	3	3	3	4	3	5	5	4	3	3	4	3	3	3,5
	r3	3	3	3	3	4	2	5	5	3	3	4	3	3	3,4
T ₃	r1	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	5	3,3
	r2	3	3	3	4	3	5	4	4	3	3	3	3	4	3,5
	r3	3	3	3	3	5	3	6	5	5	3	3	3	3	3,7
T ₄	r1	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3,2
	r2	3	3	3	5	2	5	5	3	5	3	4	4	4	3,8
	r3	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3,3
T ₅	r1	2	2	2	2	2	5	5	5	6	5	5	2	4	3,6
	r2	2	2	2	4	3	2	4	5	5	6	3	5	5	3,7
	r3	2	3	2	2	6	5	2	2	2	4	2	3	2	2,8
T ₆	r1	4	3	5	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3,2
	r2	3	3	3	4	5	5	3	3	5	3	4	3	3	3,6
	r3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2,9
T ₇	r1	3	2	2	2	2	2	2	3	2	4	5	2	2	2,5
	r2	2	5	2	3	3	2	2	3	5	2	3	5	4	3,2
	r3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	2	2	2,2

Continua Cuadro 23. ...

Tratamiento	repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₈	r1	2	3	4	3	3	5	6	2	3	3	3	3	5	3,5
	r2	3	3	3	4	5	5	6	3	3	3	4	3	3	3,7
	r3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	3	3,2
T ₉	r1	4	2	2	5	5	3	2	3	5	4	5	2	2	3,4
	r2	2	5	5	6	3	2	2	3	5	4	3	5	2	3,6
	r3	2	3	5	5	5	2	2	2	2	5	2	2	6	3,3
T ₁₀	r1	2	3	5	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3,1
	r2	3	3	3	3	5	5	5	2	3	3	4	3	5	3,6
	r3	3	2	2	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3
T ₁₁	r1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5,1
	r2	5	5	5	5	6	2	4	5	5	6	5	5	5	4,8
	r3	5	5	4	5	6	3	2	6	6	2	6	5	5	4,6
T ₁₂	r1	5	5	4	2	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3,9
	r2	6	3	5	3	3	3	6	2	3	3	6	3	5	3,9
	r3	5	5	5	3	3	2	6	3	3	5	5	5	3	4,1

Cuadro 24. ANVA para color por tratamientos de la bebida de chocho y lactosuero.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Entre grupos	8,93491	11	0,812265	8,04	0,000
Intra grupos	2,42604	24	0,101085		
Total (Corr.)	11,3609	35			

Cuadro 25. Análisis de varianza para color.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
A: Dilución	1,32554	1	1,32554	5,41	0,0272
B: Emulsificante	0,808102	1	0,808102	3,30	0,0796
C: Saborizante	0,0631933	1	0,0631933	0,26	0,6153
AB	1,56133	1	1,56133	6,38	0,0173
AC	0,358842	1	0,358842	1,47	0,2358
BC	0,00548698	1	0,00548698	0,02	0,8820
Error total	7,10134	29	0,244874		
Total (corr.)	11,3609	35			

Cuadro 26. Datos de la evaluación del aroma de la bebida de chocho y lactosuero

Tratamiento	repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₁	r ₁	6	6	7	7	6	6	3	7	6	6	5	6	6	5,9
	r ₂	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	5	6,1
	r ₃	6	6	6	6	5	6	6	6	7	2	6	6	6	5,7
T ₂	r ₁	4	4	6	4	4	4	2	5	4	4	4	4	3	4
	r ₂	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	3,8
	r ₃	4	4	4	3	4	4	5	3	5	3	3	3	2	3,6
T ₃	r ₁	6	6	5	6	5	6	3	6	6	6	6	5	5	5,5
	r ₂	6	5	6	6	6	7	7	6	6	4	6	6	5	5,8
	r ₃	6	5	6	6	5	6	6	6	6	3	6	6	6	5,6

Continua Cuadro 26. ...

Tratamiento	Repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₄	r ₁	4	4	4	5	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3,8
	r ₂	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	2	6	3,7
	r ₃	3	6	3	2	3	5	3	5	5	3	4	4	2	3,7
T ₅	r ₁	6	6	6	6	6	6	1	6	6	6	6	6	5	5,5
	r ₂	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	r ₃	6	4	6	6	5	6	6	6	6	4	6	6	6	5,6
T ₆	r ₁	4	4	4	4	3	6	2	3	4	3	4	4	3	3,7
	r ₂	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	2	4	3,5
	r ₃	4	5	4	3	2	4	3	3	5	2	4	4	1	3,4
T ₇	r ₁	6	7	6	6	6	6	2	6	6	6	6	7	6	5,8
	r ₂	6	6	6	6	7	5	6	6	6	6	7	3	4	5,7
	r ₃	6	6	6	6	5	6	7	6	6	5	6	5	6	5,8
T ₈	r ₁	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	2	3,7
	r ₂	3	4	4	2	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3,5
	r ₃	4	4	4	3	3	4	5	5	5	3	4	4	2	3,8
T ₉	r ₁	6	6	6	6	5	6	6	6	7	6	6	6	6	6
	r ₂	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	4	6
	r ₃	6	6	6	6	5	6	7	7	6	6	6	6	6	6,1
T ₁₀	r ₁	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	2	3,8
	r ₂	4	3	4	4	4	4	5	4	4	3	4	3	5	3,9
	r ₃	3	4	4	3	2	4	2	4	5	4	4	4	5	3,7

Continua Cuadro 26. ...

Tratamiento	Repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₁₁	r ₁	6	7	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6,2
	r ₂	6	6	6	6	6	5	7	6	6	6	6	7	6	6,1
	r ₃	6	6	6	6	5	7	6	6	6	5	6	6	6	5,9
T ₁₂	r ₁	4	4	4	4	3	4	2	4	4	3	4	4	3	3,6
	r ₂	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	2	3	3,5
	r ₃	3	4	4	3	3	4	5	4	5	1	4	4	6	3,8

Cuadro 27. ANVA para olor por Tratamientos de la bebida de chocho y lactosuero.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Entre grupos	421,951	11	383,592	159,85	0,0000
Intra grupos	0,575937	24	0,0239974		
Total (Corr.)	42,771	35			

Cuadro 28. Análisis de Varianza para el aroma.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
A: Dilución PCH:S	0,0890039	1	0,0890039	2,77	0,1066
B: Emulsificante	0,0133136	1	0,0133136	0,41	0,5246
C: Saborizante	41,586	1	41,586	1295,53	0,0000
AB	0,0199704	1	0,0199704	0,62	0,4367
AC	0,130424	1	0,130424	4,06	0,0532
BC	0,00147929	1	0,00147929	0,05	0,8315
Error total	0,930884	29	0,0320995		
Total (corr.)	42,771	35			

Cuadro 29. Datos de la evaluación del sabor de la bebida de chocho y lactosuero.

Tratamiento	Repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₁	r1	6	5	7	7	6	6	3	6	6	5	6	5	3	5,5
	r2	7	7	6	5	6	3	5	5	4	4	6	7	5	5,4
	r3	7	6	6	6	6	5	4	6	6	4	5	6	6	5,6
T ₂	r1	3	3	4	5	4	4	3	4	4	3	4	3	2	3,5
	r2	4	5	4	4	4	2	4	5	4	3	4	5	3	3,9
	r3	4	4	4	3	5	3	5	4	4	3	2	6	4	3,9
T ₃	r1	6	5	6	6	6	6	3	6	6	6	6	5	5	5,5
	r2	6	6	6	6	6	5	6	6	6	4	6	5	5	5,6
	r3	6	6	6	6	6	3	6	4	6	4	5	6	6	5,4
T ₄	r1	4	3	4	5	4	3	4	5	5	6	3	3	2	3,9
	r2	4	4	4	3	4	3	6	4	4	5	3	4	5	4,1
	r3	4	5	4	5	5	3	5	5	5	4	3	5	5	4,5
T ₅	r1	6	6	6	6	6	5	4	6	6	6	7	6	3	5,6
	r2	5	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	4	6	5,6
	r3	6	6	6	6	6	6	3	4	6	4	6	5	5	5,3
T ₆	r1	3	3	4	5	3	3	5	4	4	5	4	3	3	3,8
	r2	4	4	4	4	5	3	6	4	4	6	3	3	4	4,2
	r3	3	5	4	4	4	3	5	4	4	5	2	4	4	3,9
T ₇	r1	6	6	6	7	6	6	4	6	6	3	6	6	5	5,6
	r2	7	6	6	6	7	5	6	6	3	6	6	4	4	5,5
	r3	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5,9

Continua Cuadro 29. ...

Tratamiento	Repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₈	r1	3	4	4	5	4	4	4	5	4	6	4	4	3	4,2
	r2	4	4	4	3	5	3	5	4	4	7	4	6	5	4,5
	r3	4	4	3	3	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4,2
T ₉	r1	6	7	6	7	6	6	4	6	4	3	6	7	2	5,4
	r2	7	6	6	6	7	5	5	6	6	5	7	5	5	5,8
	r3	6	6	6	6	6	7	3	6	6	5	6	6	6	5,8
T ₁₀	r1	4	3	4	5	4	3	4	5	3	3	4	3	5	3,8
	r2	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	3	2	5	4
	r3	3	5	3	4	4	1	5	5	5	5	2	4	5	3,9
T ₁₁	r1	6	6	6	6	6	7	3	6	6	5	6	6	6	5,8
	r2	7	6	6	6	7	5	5	6	6	5	7	5	5	5,8
	r3	6	7	6	7	6	6	4	6	4	3	6	7	2	5,4
T ₁₂	r1	3	3	4	5	4	4	6	5	3	4	4	3	6	4,2
	r2	4	4	4	3	4	4	5	4	4	5	3	3	3	3,8
	r3	3	5	3	4	4	3	6	4	5	4	2	4	4	3,9

Cuadro 30. ANVA para sabor por Tratamientos de la bebida de chocho y lactosuero.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Entre grupos	230,565	11	209,605	55,93	0,0000
Intra grupos	0,899408	24	0,0374753		
Total (Corr.)	23,956	35			

Cuadro 31. Análisis de varianza para sabor.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
A: Dilución PCH:S	0,0298323	1	0,0298323	0,83	0,3712
B: Emulsificante	0,213018	1	0,213018	5,89	0,0217
C: Saborizante	225,016	1	225,016	622,32	0,0000
AB	0,0416667	1	0,0416667	1,15	0,2919
AC	0,0554734	1	0,0554734	1,53	0,2254
BC	0,0657462	1	0,0657462	1,82	0,1880
Error total	104,857	29	0,0361576		
Total (corr.)	23,956	35			

Cuadro 32. Datos de la evaluación de la aceptabilidad de la bebida de chocho y lactosuero.

Tratamiento	repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₁	r1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6,9
	r2	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	6	6	6,7
	r3	7	7	7	7	7	7	7	5	7	4	7	7	5	6,5
T ₂	r1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	7	6,8
	r2	7	7	7	7	7	7	7	7	5	6	7	7	5	6,6
	r3	7	6	7	7	7	7	7	5	7	4	7	7	5	6,4
T ₃	r1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	6,8
	r2	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	5	6	6,6
	r3	7	7	7	7	7	7	7	6	7	4	7	6	5	6,5

Continua Cuadro 32. ...

Tratamiento	repetición	Panel													X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T ₄	r1	7	6	6	6	6	6	7	6	7	6	7	7	6	6,4
	r2	6	7	6	6	7	7	6	7	5	4	6	7	6	6,2
	r3	6	6	7	7	7	7	6	6	7	5	7	7	4	6,3
T ₅	r1	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6	6,8
	r2	7	7	7	7	7	6	6	7	6	6	7	6	7	6,6
	r3	7	7	7	6	7	7	6	6	7	5	7	7	4	6,4
T ₆	r1	7	6	6	7	7	7	7	7	6	6	7	6	7	6,6
	r2	7	7	6	7	7	6	7	7	5	6	7	3	5	6,2
	r3	7	6	7	7	7	6	7	6	7	5	7	7	5	6,5
T ₇	r1	7	7	7	7	6	7	6	7	7	6	7	7	7	6,8
	r2	7	7	7	7	7	6	7	7	6	6	6	2	5	6,2
	r3	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	6	7	5	6,6
T ₈	r1	7	6	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	6	6,7
	r2	7	7	7	7	7	7	7	7	5	6	7	5	6	6,5
	r3	6	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	6	6,7
T ₉	r1	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	6	6,8
	r2	7	7	7	6	7	7	6	6	6	7	7	5	6	6,5
	r3	7	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	5	6,7
T ₁₀	r1	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6	7	6	7	6,8
	r2	6	7	7	7	7	7	7	7	5	6	7	4	6	6,4
	r3	7	6	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6	6,8
T ₁₁	r1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6,9
	r2	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	5	6	6,6
	r3	7	7	7	7	7	7	6	6	7	6	7	7	6	6,7
T ₁₂	r1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6,9
	r2	7	7	7	7	7	7	7	7	5	6	7	6	6	6,6
	r3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5	7	7	6	6,8

Cuadro 33. ANVA para aceptabilidad por tratamientos de la bebida de chocho y lactosuero.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Entre grupos	0,628534	11	0,0571394	1,41	0,2301
Intra grupos	0,970414	24	0,0404339		
Total (Corr.)	1,59895	35			

SC: Suma de cuadrados

GL: Grados de libertad.

CM: Cuadrado medio

Cuadro 34. Análisis de varianza para aceptabilidad.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
A: Dilución: PCH:S	0,119329	1	0,119329	2,87	0,1007
B: Emulsificante	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
C: Saborizante	0,0532544	1	0,0532544	1,28	0,2666
AB	0,142012	1	0,142012	3,42	0,0746
AC	0,0798817	1	0,0798817	1,92	0,1759
BC	0,000657462	1	0,000657462	0,02	0,9007
Error total	1,20381	29	0,0415108		
Total (corr.)	1,59895	35			

SC: Suma de cuadrados

GL: Grados de libertad.

CM: Cuadrado medio

Cuadro 35. Evaluación reológica a 5 °C.

Repet	RPM	Torque (%)	CP	SS	SR
R ₁	20	11,40	285,00	53,00	18,60
	40	19,40	242,50	90,20	37,20
	60	26,00	216,70	120,90	55,80
	80	31,70	198,10	147,40	74,40
	100	36,70	183,50	170,70	93,00
	120	41,30	172,10	192,00	112,00
	140	45,30	161,80	210,60	130,00
	160	48,90	152,80	227,40	149,00
R ₂	20	11,40	285,00	53,00	18,60
	40	19,50	243,80	90,70	37,20
	60	26,00	216,70	120,90	55,80
	80	31,60	197,50	146,90	74,40
	100	36,60	183,00	170,20	93,00
	120	41,10	171,20	191,10	112,00
	140	45,10	161,10	209,70	130,00
	160	48,50	151,60	225,50	149,00
R ₃	20	11,00	275,00	51,20	18,60
	40	19,20	240,00	89,30	37,20
	60	25,80	215,00	120,00	55,80
	80	31,50	196,90	146,50	74,40
	100	36,50	182,50	169,70	93,00
	120	41,00	170,80	190,70	112,00
	140	45,10	161,10	209,70	130,00
	160	48,70	152,20	226,50	149,00

Cuadro 36. Evaluación reológica a 25 °C.

Repet	RPM	Torque (%)	CP	SS	SR
R ₁	20	1,20	30,00	5,58	18,60
	40	5,70	71,30	26,50	37,20
	60	9,50	79,20	44,20	55,80
	80	12,90	80,60	60,00	74,40
	100	16,10	80,50	74,90	93,00
	120	18,90	78,70	87,90	112,00
	140	21,60	77,10	100,40	130,00
	160	24,10	75,30	112,10	149,00
R ₂	20	1,00	25,00	4,65	18,60
	40	5,30	66,30	24,60	37,20
	60	9,10	75,80	42,30	55,80
	80	12,40	77,50	57,70	74,40
	100	15,50	77,50	72,10	93,00
	120	18,30	76,20	85,10	112,00
	140	21,00	75,00	97,70	130,00
	160	23,40	73,10	108,80	149,00
R ₃	20	0,70	17,50	3,26	18,60
	40	5,00	62,50	23,30	37,20
	60	8,60	71,70	40,00	55,80
	80	12,00	75,00	55,80	74,40
	100	15,00	75,00	69,70	93,00
	120	17,80	74,20	82,80	112,00
	140	20,40	72,90	94,90	130,00
	160	22,80	71,30	106,00	149,00

Cuadro 37. Evaluación reológica a 50 °C.

Repet	RPM	Torque (%)	CP	SS	SR
R ₁	20	0,70	17,50	3,26	18,60
	40	2,70	33,80	12,60	37,20
	60	4,50	37,50	20,90	55,80
	80	6,20	38,80	28,80	74,40
	100	7,80	39,00	36,30	93,00
	120	9,30	38,80	43,20	112,00
	140	10,70	38,20	49,80	130,00
	160	12,10	37,80	56,30	149,00
R ₂	20	0,20	5,00	0,93	18,60
	40	2,00	25,00	9,30	37,20
	60	3,80	31,70	17,70	55,80
	80	5,50	34,40	25,60	74,40
	100	7,20	36,00	33,50	93,00
	120	8,70	36,20	40,50	112,00
	140	10,20	36,40	47,40	130,00
	160	11,70	36,60	54,40	149,00
R ₃	20	0,00	0,00	2,98	18,60
	40	1,70	21,30	7,91	37,20
	60	3,40	28,30	15,80	55,80
	80	4,80	30,00	22,30	74,40
	100	6,10	30,50	28,40	93,00
	120	7,40	30,80	34,40	112,00
	140	8,60	30,70	40,00	130,00
	160	9,80	30,60	45,60	149,00

Cuadro 38. Coeficiente de flujo e índice de consistencia en función a la temperatura.

Temp (°C)	Var	Repeticiones			X	DE
		R ₁	R ₂	R ₃		
5	K	7,0722	7,1935	6,6432	6,96963	0,28913
	n	0,6997	0,9975	0,9971	0,8981	0,17182
25	K	0,1395	0,0992	0,0525	0,09707	0,04354
	n	1,3754	1,4421	1,5736	1,4637	0,10085
50	K	0,0868	0,0076	0,0684	0,05427	0,04145
	N	1,3227	1,8351	1,32	1,4926	0,29662

Cuadro 39. Fórmula de la bebida expresada en gramos.

Trat.	Chocho	Lactosuero	Esteviósido	Lecitina	Estabilizante	Espesante	Vainilla
T ₁	135,75	577,125	0,075	0,7875	62,625	30	0
T ₂	135,75	577,125	0,075	0,7875	3,225	146,625	16,125
T ₃	135,75	577,125	0,075	1,575	5,475	30	0
T ₄	135,75	577,125	0,075	1,575	3,225	16,125	16,125
T ₅	129,6	583,275	0,075	0,7875	62,625	30	0
T ₆	129,6	583,275	0,075	0,7875	3,225	146,625	16,125
T ₇	129,6	583,275	0,075	1,575	5,475	30	0
T ₈	129,6	583,275	0,075	1,575	3,225	16,125	16,125
T ₉	123,975	588,9	0,075	0,7875	62,625	30	0
T ₁₀	123,975	588,9	0,075	0,7875	5,475	146,625	16,125
T ₁₁	123,975	588,9	0,075	1,575	5,475	30	0
T ₁₂	123,975	588,9	0,075	1,575	3,225	16,125	16,125

Anexo B: Ficha para evaluar la bebida

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre:

Producto: Bebida de lactosuero y chocho con stevia.

Fecha:

CARACTERÍSTICAS Y ESCALAS	TRATAMIENTOS											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
1.COLOR												
Blanco												
Blanco oscuro												
Crema												
Muy crema												
Crema amarillenta												
Crema pardusca												
Crema oscura												
2.AROMA												
Muy agradable a leche												
Agradable a leche												
Ligeramente agradable a leche												
Sin olor a suero												
Leve a suero												
Medio a suero												
Fuerte a suero												
3.SABOR												
Muy agradable a leche												
Agradable a leche												
Ligeramente agradable a leche												
Indiferente												
Ligeramente desagradable												
Desagradable												
Muy desagradable												
4.ACEPTABILIDAD												
Homogéneo												
Ligeramente homogéneo												
Ni homogéneo, ni heterogéneo												
Ligeramente con fases												
Con fases												
Con fases no definidas												
Con fases muy definidas												

Observación: El mejor tratamiento que usted prefirió, porque le agrado:

.....

Anexo B₁

La fórmula para encontrar el tiempo real de vida útil en base a alguna característica física modificada que indique deterioro del alimento fue la siguiente:

$$t_{\text{real}} = \frac{t_{\text{experimental cambio}} * \% \text{ de cambio establecido}}{\% \text{ cambio experimental}}$$