

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**

**ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**

**ALIMENTARIAS**



**“ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL y  
REOLÓGICA DE UNA BEBIDA A BASE DE LECHE DE COCO (*Cocos nucifera*) Y  
CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet)”**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Presentado por:**

**VICTOR HUGO HUARINGA VALDERRAMA**

**TINGO MARÍA – PERU**

**2022**



## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 007-2022**


Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público en forma virtual a las 8:00 horas del día 13 de mayo del 2022, en el equipo: Sustentación de Tesis de Pregrado FIIA UNAS en la Plataforma Teams, para calificar la tesis presentada por el Bach. VÍCTOR HUGO HUARINGA VALDERRAMA, titulada:

### **“ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL y REOLÓGICA DE UNA BEBIDA A BASE DE LECHE DE COCO (*Cocos nucifera*) Y CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*)”**


Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia, el sustentante, queda apto para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso “k” y 135 inciso “f” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 13 de mayo del 2022

  
Ing. M. Sc. Williams Vicente Roldán Carbajal  
Presidente

  
Dr. Jaime Eduardo Basilio Atencio  
Miembro

  
Ing. M. Sc. Yolanda Jesús Ramírez Trujillo  
Miembro

  
Ing. M. Sc. Alfredo Abelardo Carmona Ruiz  
Asesor

  
Ing. M. Sc. Hans Tafur Pereda  
Asesor



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 228 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Industrias Alimentarias

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL y REOLÓGICA DE UNA BEBIDA A BASE DE LECHE DE COCO (Cocos nucifera) Y CHOCHO (Lupinus mutabilis Sweet)	VICTOR HUGO HUARINGA VALDERRAMA	<b>16 %</b> <b>Dieciséis</b>

Tingo María, 07 de julio de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

*Dr. Tomás Menacho Mallqui*  
JEFE

C.C. Archivo

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Antecedentes de la pesquisa.....	2
2.2 Bases teóricas.....	3
2.2.1 Fruto del coco.....	3
2.2.2 Aspecto Nutricional.....	4
2.3 El chocho.....	5
2.3.1 Clasificación Botánica de la planta de chocho.....	6
2.3.2 Morfología.....	6
2.3.3 Ventajas del cultivo del chocho.....	6
2.3.4 Desamargado del chocho.....	7
2.3.5 Composición Química.....	7
2.4 Bebidas lácteas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.5 Reología.....	8
2.5.1 Clasificación de los fluidos.....	11
III. MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1 Lugar de realización.....	12
3.2 Materiales.....	12
3.2.1 Materias primas.....	12
3.2.2 Insumos.....	12
3.2.3 Materiales.....	12
3.2.4 Equipos.....	12
3.2.5 Reactivos y soluciones.....	13

3.3	Método de análisis .....	13
3.3.1	Evaluación fisicoquímica.....	13
3.3.2	Evaluaciones físicas.....	13
3.3.3	Análisis microbiológicos .....	14
3.3.4	Evaluación organoléptica.....	14
3.4	Metodología experimental .....	14
3.4.1	Formulado de la bebida con leche de coco y lactosuero .....	17
3.4.2	Establecimiento del proceso definitivo para obtener la bebida de leche de coco y pulpa de chocho .....	21
3.4.3	Determinación de las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y reológicas de la bebida.....	21
3.5	Diseño experimental .....	21
3.5.1	Evaluación reológica .....	22
3.6	Análisis estadístico.....	23
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		25
4.1	Elaboración de la leche de coco.....	25
4.2	Evaluación sensorial y organoléptica elaboración de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho, lecitina de soya y saborizante.....	30
4.2.1	Evaluación sensorial .....	30
4.3	Formulación de la bebida mas aceptada. ....	46
4.3.1	Elaboración de la bebida y balance de materia.....	46
4.4	Análisis fisicoquímico de la bebida a base de leche de coco y pulpa chocho más aceptable. ....	52
4.5	Características reológicas de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho a temperaturas de 5°C, 25°C y 50°C .....	53
4.6	Análisis microbiológico de la bebida.....	57

V CONCLUSIONES .....	59
VI RECOMENDACIONES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
Tabla 1 Componentes nutricionales del agua de coco (en 100 ml).....	4
Tabla 2 Componentes nutricionales de la copra o carne de Coco tierna y madura (en 100 gramos).....	5
Tabla 3 Análisis químico del chocho amargo y desamargado .....	8
Tabla 4 Ingredientes para elaborar en forma óptima leche de coco. ....	17
Tabla 5 Componentes para establecer los tratamientos en la bebida de lactosuero y pasta de chocho.....	18
Tabla 6 Balance de materiales y rendimiento en la elaboración y estabilización de la leche de coco.....	29
Tabla 7. Valores óptimos al maximizar la calificación del color de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho con un valor óptimo de 5,5519. ....	30
Tabla 8. Pruebas de múltiples rangos para color por mezcla (leche de coco, pulpa de chocho y agua) y lecitina de soya según Tukey HSD .....	31
Tabla 9. Análisis mediante Kruskal-Wallis del color por tratamientos de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.....	32
Tabla 10. Valores óptimos al maximizar la calificación del olor de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho con un valor óptimo de 6,2236. ....	33
Tabla 11 Pruebas de múltiples rangos para olor por mezcla (leche de coco, pulpa de chocho y agua) y lecitina de soya según Tukey HSD. ....	34
Tabla 12. Análisis mediante Kruskal-Wallis del olor por tratamientos de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.....	36
Tabla 13 Valores óptimos al maximizar la calificación del sabor de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho con un valor óptimo de 6,60139 .....	37
Tabla 14 . Pruebas de múltiples rangos para sabor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho según Tukey HSD .....	38
Tabla 15 Análisis mediante Kruskal-Wallis del sabor por tratamientos de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.....	40
Tabla 16. Valores óptimos al maximizar la calificación de la apariencia general de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho con un valor óptimo de 6,0927. ....	41
Tabla 17. Pruebas de múltiples rangos para textura y apariencia general por leche de coco y lecitina de soya según Tukey HSD .....	42
Tabla 18 Análisis mediante Kruskal-Wallis de la apariencia general por tratamientos de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho .....	44
Tabla 19. Optimizaciones promedias cualitativos realizadas en las evaluaciones sensoriales en la bebida de leche de coco con pulpa de chocho. ....	45

Tabla 20 Formulación de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho para 100 kilogramos. ....	46
Tabla 21. Balance de materiales y rendimiento al procesar la bebida de leche de coco y pulpa de chocho. ....	51
Tabla 22 Análisis fisicoquímico del alimento líquido a base de leche de coco y pulpa de chocho.....	52
Tabla 23 Evaluación reológica a 5°C, 25°C y 50°C .....	54
Tabla 24. Viscosidad aparente (Coeficiente de consistencia) en Pa.s-1 e índice de flujo de la bebida de leche de coco y lactosuero.....	56
Tabla 25. Efecto de la temperatura sobre la bebida de leche de coco y lactosuero.....	56
Tabla 26. Energía de Activación del alimento líquido a base de leche de coco con pulpa de chocho a diferentes temperaturas.....	57
Tabla 27. Análisis microbiológico de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1 Partes del fruto de coco. ....	4
Figura 2. Esquema de flujo en corte simple asumiendo placas paralelas geométricamente regulares e iguales con perfil de velocidad y las trayectorias de las partículas.....	9
Figura 3. Comportamiento reológico de los materiales (Quinstan, 2008). <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 4. Flujograma para la obtención de leche de coco. ....	16
Figura 5. Diagrama de flujo tentativo para procesar la bebida análoga a la leche con leche de coco y lactosuero .....	20
Figura 6. Diseño experimental para determinar el mejor tratamiento para procesar bebida con leche de coco y pulpa de chocho.....	22
Figura 7. Experimentación para la determinar las propiedades reológicas del alimento líquido de pulpa de coco y choco análogo a la leche.....	23
Figura 8. Flujograma definitivo en la obtención de leche de coco. ....	27
Figura 9. Efectos principales del color de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho. ....	31
Figura 10. Superficie de respuesta del color de la bebida de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho. ....	31
Figura 11. Curvas de nivel de la superficie de respuesta estimada del color de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho. ....	32
Figura 12. Valores de la calificación del color por cada tratamiento de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.....	33
Figura 13. Efectos principales para el olor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho. ....	34
Figura 14. Superficie de respuesta del aroma de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.....	35
Figura 15. Curvas de nivel de la superficie de respuesta estimada del aroma de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho. ....	36
Figura 16. Valores de la calificación del olor por cada tratamiento de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.....	37
Figura 17. Efectos principales para el sabor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.....	39
Figura 18. Superficie de respuesta para el sabor de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.....	39
Figura 19. Curvas de nivel de la superficie de respuesta estimada para el sabor de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.....	40
Figura 20. Valores de la calificación del sabor por cada tratamiento de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.....	41

Figura 21. Efectos principales para la aceptabilidad de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.....	43
Figura 22. Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.....	43
Figura 23. Curvas de nivel de la superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho. ....	44
Figura 24. Valores de la calificación de la apariencia general por cada tratamiento de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho. ....	45
Figura 25 . Diagrama de flujo para elaborar la bebida de leche de coco y pulpa de chocho	48
Figura 26. Determinación del comportamiento de flujo mediante la viscosidad aparente y el índice de flujo a 5°C.....	55
Figura 27. Determinación del comportamiento de flujo mediante la viscosidad aparente y el índice de flujo a 25°C.....	55
Figura 28. Determinación del comportamiento de flujo mediante la viscosidad aparente y el índice de flujo a 5°C.....	56
Figura 29. Efecto de la temperatura.....	57

## RESUMEN

El Chocho es una planta andina que posee un alto valor nutricional, sin embargo, su consumo y producción se encuentra limitada por que presentan alcaloides en las semillas y la baja disponibilidad comercial fuera de las regiones andinas. Para el consumo del Chocho requiere ser procesado para eliminar el sabor amargo, por el cual requiere diseño de flujo de procesos para su desamargado. Por otra parte, la leche de coco es obtenida de la pulpa o endospermo del coco es una fruta exótica con propiedades nutricionales interesantes, pero no existen estudios suficientes sobre los procesos de aprovechamiento de esta materia prima, además los agricultores no pueden comercializar e industrializar esta fruta por la falta de información científica sobre los parámetros de las características fisicoquímicas, reológicas y tecnológicas de una bebida en base de leche de Coco y Chocho.

Ejecutado el trabajo se pudo culminar en lo siguiente: se elaboró la leche de coco estableciéndose las siguientes operaciones: recepción, clasificado, lavado, pelado, cortado, raspado, triturado y molido, masajeador y mezclado, prensado-filtrado, pasteurizado, homogenizado, envasado y almacenado, teniendo una formulación de los siguientes ingredientes: pulpa de coco 23,31%; agua de coco 38,22%; agua embotellada 38,22% y CMC 0,25%; Sensorialmente se evaluó las bebidas elaboradas de cada tratamiento y el mejor fue T2 que corresponde a la mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua; con un rendimiento de 100,54%. El mejor tratamiento de la bebida leche de coco y pulpa de chocho exhibió el contenido de proteína  $2,11 \pm 0,02\%$  bh; grasa 12,20%; ceniza 0,63%; carbohidratos 4,95%; fibra 1,10%; humedad 79,01%; pH 6,41 y acidez 0,17; Las propiedades reológicas de la bebida reveló un fluido no Newtoniano con tendencia Pseudoplástica donde el coeficiente de flujo y el índice de consistencia tenía los siguientes valores: a 5°C  $53,881 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$  de viscosidad aparente y 0,519 de índice de flujo a 25°C  $18,218 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$  de viscosidad aparente y 0,6595 de índice de flujo y a 50°C  $10,472 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$  de viscosidad aparente y 0,7214 de índice de flujo, además la energía de activación fue de 27,0562 kJ/mol.K. El análisis microbiológico se encontró a los aerobios mesófilos y coliformes totales ausentes (UFC/mL), asimismo mohos y levaduras con 10 UFC/100mL menores a los límites permitidos por las normas.

## ABSTRACT

Chocho is an Andean plant with high nutritional value, but its consumption and production are limited because its seeds contain alkaloids and it is not widely available commercially outside the Andean regions. For consumption, chocho must be processed to remove its bitter taste, which requires the design of a process flow for its debittering. On the other hand, coconut milk is obtained from the pulp or endosperm of the coconut, an exotic fruit with interesting nutritional properties, but there are insufficient studies on the processes for utilising this raw material. Furthermore, farmers cannot commercialise and industrialise this fruit due to the lack of scientific information on the physical-chemical, rheological and technological characteristics of a coconut and Chocho milk-based drink.

Once the work was completed, the following was achieved: coconut milk was produced using the following operations: reception, sorting, washing, peeling, cutting, scraping, crushing and grinding, massaging and mixing, pressing-filtering, pasteurising, homogenising, packaging and storing, with the following ingredients: 23.31% coconut pulp; 38.22% coconut water; 38.22% bottled water; and 0.25% CMC. The beverages produced in each treatment were evaluated sensorially, and the best was T2, which corresponds to a mixture of 63.8% coconut milk, 14.48% chocho pulp and 21.72% water, with a yield of 100.54%. The best treatment of the coconut milk and chocho pulp drink exhibited a protein content of  $2.11 \pm 0.02\%$  bh; fat 12.20%; ash 0.63%; carbohydrates 4.95%; fibre 1.10%; moisture 79.01%; pH 6.41 and acidity 0.17. The rheological properties of the drink revealed a non-Newtonian fluid with a pseudoplastic tendency, where the flow coefficient and consistency index had the following values: at 5°C 53.881 Pa. s<sup>-1</sup> apparent viscosity and 0.519 flow index at 25°C 18.218 Pa. s<sup>-1</sup> apparent viscosity and 0.6595 flow index, and at 50°C 10.472 Pa.s<sup>-1</sup> apparent viscosity and 0.7214 flow index. In addition, the activation energy was 27.0562 kJ/mol.K. Microbiological analysis found no mesophilic aerobes or total coliforms (CFU/mL), and moulds and yeasts at 10 CFU/100mL, which is below the limits permitted by the standards.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el consumo de leche se ha incrementado en la población, pero la producción es insuficiente originando la búsqueda de otras alternativas mediante los sustitutos lácteos y bebidas análogas a la leche. Entendiendo que el gobierno peruano mediante programas alimentarios busca complementar la alimentación de las clases más necesitadas siendo consciente que la leche es un alimento necesario, es así que investiga alternativas para complementar su consumo, surgiendo la alternativa de bebidas similares a la leche de origen vegetal, como la bebida de leche de coco y pulpa de chocho que elaboramos y que posteriormente establecido la tecnología apropiada se podrá producir en el país, ya que hasta la actualidad no se ha logrado abastecer la demanda insatisfecha de leche.

Es fundamental que el consumidor sepa sobre otros alimentos de precio bajo y elevado nivel nutritivo como el caso del chocho que en la región de la sierra se produce, que es fácil de adquirirlos en cualquier lugar, pero la industrialización del mismo es casi nula, lo que representa para el agricultor de este cultivo bajas utilidades en sus ingresos por esta razón es fundamental que se establezcan actividades industriales que requieran la obtención de productos a partir de esta materia prima incentivando al hombre del campo al tener un mercado potencial que incentive con cultivo de esta materia prima. Es conveniente fomentar el consumo de este producto no solamente en forma tradicional sino también procesado en forma de pulpa o bebida y combinado con otros productos mediante una formulación adecuada, contribuyendo con el consumidor a mejorar su calidad nutricional con menores costos. También es de conocimiento que actualmente, en la región San Martín en las zonas arroceras para contrarrestar la erosión se ha realizado inmensas plantaciones de cocotero que genera una sobre producción de frutos de coco el cual no está siendo aprovechado de la mejor manera, ya que los productores de arroz solamente administran todo lo vinculado al arroz y no al coco es así que se podría afirmar que no cuentan con la infraestructura, ni la tecnología adecuada para optimizar al máximo el aprovechamiento de estos recursos que contribuya en mejorar su valor agregado y mejorar la economía de los agricultores dedicado a estos cultivos.

Desarrollar esta investigación es una alternativa que debe ser analizada y estudiada en beneficio a los pobladores de bajos ingresos económicos al ofrecer a precios bajos la bebida con leche de coco sustituyendo a la leche de vaca con un elevado valor nutricional y beneficios a la salud humana, además es incrementaría la alimentación por su contenido en

proteínas. En la industria alimentaria permitira el uso de nuevas materias primas para elaborar alimentos que contribuyen con mitigar el problema alimentario, asimismo establecer los estándares de calidad para este nuevo producto y el diseño específico de equipos y máquinas vinculadas con el procesamiento de esta bebida. En esta investigación se considero los siguientes objetivos específicos:

- Elaboración y optimización del procesamiento de una bebida leche de coco y pulpa de chocho con diferentes proporciones.
- Realizar la evaluación sensorial de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho.
- Evaluar las propiedades físicas y químicas de la bebida leche de coco y pulpa de chocho al más aceptable sensorialmente y
- Determinar las propiedades reológicas de la bebida de leche de coco y chocho más aceptable a temperaturas a 5°C, 25°C y 60°C.
- Realizar el análisis microbiológico de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes de la pesquisa

Rodríguez (2007) Obtuvo la leche de coco concentrada, indica que siendo el coco una fruta con mucha demanda por su exquisitez, tiene mucha relevancia en el país principalmente en la zona de Esmeraldas y reflexionando en todos aquellos agricultores y en el temperamento de la vida que los obliga a incrementar su producción teniendo menos utilidades, se hizo este proyecto teniendo como objetivo dar trabajo a una gran cantidad de personas que carecen de ocupación, además mejorar la forma de vida de los pequeños agricultores. Para el anteproyecto de una agroindustria para elaborar leche de coco concentrado realizamos la selección de la mejor materia prima, en el lugar adecuado, ya que solo de esta manera tendremos un producto final de la mejor calidad. Tuvimos en consideración de que en este proyecto analizamos áreas diferentes como es la productividad, la materia prima y el producto terminado sin dejar de lado que este tipo de industrias no atentará con el medio ambiente como la mayor parte de las mismas ya que los elementos de producción no afectaran negativamente la naturaleza y a la humanidad, es así que

contribuiremos con el país con un nuevo producto alimenticio de calidad como la leche de coco concentrada.

Barreto y Uquillas (2016) al investigar la elaboración de leche de Chocho, manifiestan que esta investigación está orientada a producir y comercializar leche de chocho en la ciudad de Quito y sus alrededores en el futuro más próximo como Zen Garden como marca, y en el futuro incrementar su venta a nivel nacional e internacional. La ejecución de este trabajo se orienta a desarrollar un sucedáneo de la leche de vaca, no solo cubriendo las necesidades de consumidores que tienen intolerancia a la lactosa y necesitan de una ingesta adecuada de calcio, sino también para consumidores que buscan una disyuntiva de nutrición. Esta leguminosa que se produce en los campos de la serranía ecuatoriana, conforma una importante fuente proteínica vegetal, vitaminas y calcio, de modo que, la leche de chocho conforma una notable fuente de nutrición. Se pretende que este producto se comercialice en el futuro en grandes tiendas o hipermercados, autoservicios y tiendas especializadas, a un precio de venta al público de 4,50 dólares por galón, con una proyección inicial de ventas de 166 190 litros para el primer año con un crecimiento promedio anual de ventas del 20% para los cinco primeros años después del lanzamiento del producto. Para llevar a cabo este proyecto, se necesita de una inversión inicial de 162 815,47 dólares, inversión a recuperarse en el primer año de operación. Al hacer las proyecciones financieras dan un VAN de 208 769,12 dólares y una TIR del 43%, demostrando la viabilidad de este proyecto demostrando ser una excelente oportunidad de negocio que impulsará el cambio de la línea productiva, generando fuentes de trabajo y brindando utilidades para sus accionistas.

## **2.2.Bases teóricas**

### **2.2.1.Fruto del coco**

El fruto se encuentra constituido por la epidermis lisa y mesocarpio, en el interior se encuentra una capa de color marrón llamado concha o hueso, en el albumen líquido formado por el agua de coco. El embrión se encuentra en el orificio del endocarpio envuelto por el albumen sólido (Femond y Robert, 2003).



**Figura 1** Partes del fruto de coco.

**Tabla 1.** Perfil nutricional del agua de coco (en 100 mL)

Componente	Unidades	Cantidades
Energía	Kcalorias	20,00
Proteína	Gramos	0,50
Carbohidrato	Gramos	5,50
Lípido	Gramos	0,05
Sodio	Miligramos	25,00
Potasio	Miligramos	160,00
Cloro	Gramos	20,00
Calcio	Gramos	5,00
Fósforo	Miligramos	0,50
Magnesio	Miligramos	0,45

Fuente: Orinwood (2003).

### 2.2.2. Aspecto nutricional

Del fruto del coco se tiene varios productos que son nutritivos. Empero, por las potencialidades que existe en el mercado, en este trabajo final sólo describen al agua de coco y a la copra tierna y madura. Gómez (2015) reportó la composición proximal del Coco tierna y madura como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2** Componentes nutricionales de la pulpa de Coco tierna y madura (en 100 gramos)

Composición	Cantidad		
	Unidades	Tierna	Madura
Agua	Gramos	80,60	51,90
Lípidos	Gramos	5,50	26,10
Carbohidratos	Gramos	11,00	15,10
Ceniza	Gramos	0,60	0,90
Fibra	Gramos	0,90g	2,10
Calcio	Miligramos	10,00	32,00
Fósforo	Miligramos	54,00	96,00
Hierro	Miligramos	0,70	1,50
Tiamina	Miligramos	0,07	0,04
Riboflavina	Miligramos	0,04	0,03
Niacina	Miligramos	0,90	0,40
Vitamina C	Miligramos	4,00	3,00
Energía	Kilocalorías	96,00	293,00

Fuente: Gómez D. R. 2015.

### 2.3.El chocho

El chocho es una leguminosa herbácea de tallos robustos que crecen hasta 0,8 a 2 metros y el clima cultivado es de 2 000 a 3 800 msnm, entre clima templado a frío. Según

Peralta y Caicedo (2001) menciona que el chocho pertenece a la familia de las Papilionáceas, sus flores son de forma de las mariposas con un pétalo grande llamado estandarte, las especies de esta familia son el fréjol, arveja, retama, alfalfa, trébol, etc.

### **2.3.1. Clasificación Botánica de la planta de chocho**

En la investigación de Peralta y Caicedo (2001) clasificó jerárquicamente la clasificación taxonómica de *Lupinus mutabilis* Sweet que es la siguiente:

División	: Espermatofita
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Rosales
Familia	: Leguminosa
Subfamilia	: Papilionoideas
Género	: Lupinus
Especie	: <i>mutabilis</i>
Nombres común	: Chocho, tahuri, tarwi

### **2.3.2. Morfología**

El chocho es una planta herbácea que crece anualmente en diferentes tipos de suelos, sus raíces alcanzan hasta los 2 metros de profundidad, sus tallos tienen un tamaño de 0,50 a 2,50 metros de color verde a gris según las características del tejido leñoso (Peralta y Caicedo, 2001). Las plantaciones tienen cuatro formas básicas de crecimiento unas son enanas, otras plantas bajas, las altas con ramificaciones terciaria y las muy altas con ramificaciones. El color del peciolo varía entre verde y morado debido a la concentración de antocianinas que contienen la planta, asimismo posee de corola de las flores, con una pigmentación de las antocianinas y flavonas. Las imfloraciones están contenidas de 60 flores con unas vainas de tamaño de 5 a 12 cm de acuerdo a las semillas.

### **2.3.3. Ventajas del cultivo del chocho**

El cultivo de Tarwi se establece en las zonas altas, y su crecimiento depende de la fijación del nitrógeno, fosforo y otros nutrientes que contiene el suelo, influye mucho las concentraciones de abono para su producción en pequeñas cantidades (Peralta y Caicedo, 2001). Las condiciones agronómicas para el crecimiento requieren la absorción de

nitrógeno en los cultivos entre 30 y 60 Kg/ha y en la alimentación su consumo es agradable siendo el principal contenido en proteína de un 50 % superior a la soya (Peralta y Caicedo, 2001).

#### **2.3.4. Desamargado del chocho**

En el estudio realizado por Peralta y Caicedo (2000), se describe la técnica de desamargado del chocho que tiene las siguientes operaciones:

**Limpieza y selección:** Se eliminan las impurezas como los granos piedras, paja y granos dañados (chupados, rotos, etc.).

**Remojo:** Se remojan durante 14 h hasta 18 h y se eliminan los granos flotantes de los recipientes.

**Cocción:** Se colocan en un recipiente inoxidable a fuego directo con leña durante 30 min a 2 horas, hasta desprender la cascara fácilmente del grano

**Desamargado del grano:** Los granos cocidos son colocados por inmersión en agua destilada durante 5 días, hasta reducir completamente el sabor amargo de los granos

#### **2.3.5. Composición nutricional del Chocho**

En la Tabla 3 se presenta los componentes químicos del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) amargo y desamargado que demuestran sus propiedades nutritivas.

**Tabla 3** Composición proximal del Chocho en estado amargo y desamargado

<b>Contenido</b>	<b>Unidades</b>	<b>Amargo</b>	<b>Desamargado</b>
Humedad	%	9,90	73,63
Materia seca	%	90,10	26,37
Proteína cruda	%	41,20	51,06
Cenizas	%	3,98	2,36
Grasa	%	17,54	20,37
Fibra Bruta	%	6,24	7,47
E.L.N.	%	30,88	18,73
Alcaloides	%	3,11	0,08
Calcio	%	0,12	0,42
Sodio	%	0,015	0,042
Magnesio	%	0,24	0,17
Fósforo	%	0,60	0,43
Potasio	%	1,13	0,018
Hierro	Ppm	73,00	120,00
Manganeso	Ppm	37,00	26,00
Zinc	Ppm	34,00	50,00
Cobre	Ppm	11,00	10,00
Energía Bruta	Cal/g	5518,00	5839,00

Fuente: Peralta y Caicedo (2000)

## 2.4.Reología

La reología es una rama de la física que estudia las deformaciones de los flujos y sólidos en los fluidos. Se desarrolla en la investigación del comportamiento de los materiales mediante el modelo matemático con el fin de determinar las propiedades reológicas de la materia en estudio. Según Chiabra (2007) menciona que la reología es aplicada a distintos productos alimentarios como la mayonesa, yogurt, leche, mieles y también en el sector industrial en lubricantes, pinturas, asfalto, sangre y otros (Chiabra, 2007). Influye las condiciones moderadas para preservar las estructuras de la masa (Skendi et al., 2010).

## Viscosidad

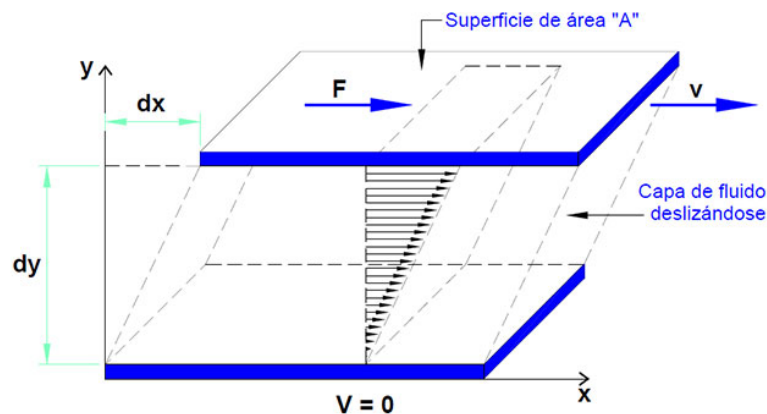
Es la resistencia o deformación del material que se relaciona con el esfuerzo cortante de la deformación (Ramírez 2006).

$$\tau = \mu \cdot \gamma$$

Dónde:  $\tau$ : esfuerzo de deformación (Pa);  $\mu$ : viscosidad (Pa.s);  $\gamma$ : Velocidad de corte o deformación ( $s^{-1}$ ).

### Viscosidad dinámica o absoluta

Es el rozamiento del interior de un fluido que se genera de una resistencia, los ensayos son cambiantes respuesta de los esfuerzos que se generan y la forma de como fluye en un material (Silva, 2010).



**Figura 2.** Esquema de flujo en corte simple asumiendo placas paralelas geoméricamente regulares e iguales con perfil de velocidad y las trayectorias de las partículas.

En la figura 2 se muestra el flujo en los que se deforma el flujo conforme a la que las capas se deslizan en el fluido, sin producir alguna mezcla (Silva, 2010).

El elemento de la fuerza de corte es el esfuerzo deformante  $\tau$  (Pa) que se aplica en el plano tangencial, es la fuera aplicada a una área dependiendo de que sea tensión, compresión o cizalla (Ramírez, 2006).

La velocidad de corte  $\gamma$  ( $s^{-1}$ ): es el cambio de la velocidad de un fluido aplicado con una fuerza de deformación, en el caso de un flujo laminar las placas se encuentran paralelas a una distancia H y para expresar el cambio de la velocidad se realiza con la siguiente formula:

$$\tau = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{\delta L}{H} \right) = \frac{V}{H}$$

Donde:  $\tau$ : esfuerzo de corte (Pa), t: tiempo (s), V: velocidad con la que se mueve la placa superior ( $s^{-1}$ ), intervalo tiempo pequeño  $\delta L/dt$ .

### **Viscosidad cinemática**

Es la expresión matemática de la viscosidad dinámica entre la densidad del líquido ( $\rho$ ) a temperatura referencial. Son determinados usando viscosímetros capilares, existen viscosímetros digitales lo que podemos calcular según las lecturas basados en la velocidad de flujo es proporcional a la viscosidad y la densidad del fluido (Silva, 2010). La viscosidad cinemática se calcula de la siguiente manera:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \frac{\sigma}{\rho\gamma}$$

### **Viscosidad aparente**

Consiste en la determinación del coeficiente de los datos empíricos al medir el material que se encuentra en el fluido con el aumento de la velocidad de corte (Silva, 2010). La fórmula matemática se expresa por la división entre el esfuerzo de corte y la velocidad de deformación en flujo estacionario, según:

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

Donde  $\eta$ : cociente entre el esfuerzo de cizalla y la velocidad de corte, siendo el que se utiliza al hablar de “viscosidad” para fluidos no newtonianos (Ramírez, 2006).

## **2.5. Clasificación de los fluidos**

La aplicación de las propiedades reológicas de los alimentos es fundamental en el diseño de nuevos productos, control de calidad. Por otra parte, en lo industrial en los tratamientos mecánicos, sistemas de bombeos y diversas operaciones que tienen relación con un fluido (Ramírez, 2006).

Los fluidos Newtonianos se encuentran relacionado entre el esfuerzo de corte y las velocidades que se forman en las deformaciones y los no Newtonianos no tienen relación. Sin embargo, los viscoelásticos se comportan forman parte de los fluidos Newtonianos y no Newtonianos

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Lugar de realización

La ejecución de la presente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, siendo los laboratorios de Análisis de alimentos, Química, Microbiología de los alimentos, Análisis sensorial y laboratorio de Ingeniería de los Alimentos, geográficamente la Universidad se localiza a 9°17'08" de latitud Sur y de 75°59'52" de longitud Oeste; a 660 metros sobre el nivel del mar y una temperatura promedio anual de 24°C; en la Región Huánuco, Provincia de Leoncio Prado, Ciudad de Tingo María.

#### 3.2. Materiales

##### 3.2.1. Materias primas

Chocho desamargado apto para el consumo; Copra de coco seco con 10% de humedad; Agua de coco; Agua tratada.

##### 3.2.2. Insumos

Lecitina de soya (emulsificante); Estabilak (estabilizante); Malto dextrina (espesante); Azúcar rubia (endulzante); Vainilla (saborizante).

##### 3.2.3. Materiales

Recipientes de vidrio de 50 y 500 mL (vasos de precipitado); Probeta de 1 L y 100 mL; En un tamiz marca TYLER malla N°45; Placas Petri; Envase de 1 L para realizar mediciones; Bol de acero inoxidable; Envases de 475 mL de vidrio Pírex con tapa.

##### 3.2.4. Equipos

Molino coloidal marca KORUMA, tipo T- 1, potencia motor 3 HP y su capacidad de 15 a 60 Kg/h; Molino de discos marca CORONA manual; Licuadora marca OSTER con una capacidad de 1.5 litro; pH-metro marca SCHOTT GERATE modelo TYP C6712 serie 92210; Equipo de titulación con Hidróxido de sodio al 1 N; Mufla; Estufa marca FARLL KOLB modelo 0-6072 DRIECH - WEST Germany; Termómetro (escala: -10 a 150° C); Brixómetro (Escala 0-30); Balanza de 2 a 10 Kg De capacidad; Balanza de precisión 0,001 de sensibilidad; Autoclave marca INTERPLUS serie A 80-96-17; Reómetro Brookfield DV III ultra programable; Cocina de gas propano.

### **3.2.5. Reactivos y soluciones**

Solución al 2,5% de cloruro de sodio; Ácido cítrico; Hidróxido de sodio; Hexano; Ácido sulfúrico; Medios de cultivo microbiológicos: para numeración AGAR PLATE COUNT, para hongos AGAR OGY y coliformes CALDO BRILLA).

### **3.3. Método de análisis**

#### **3.3.1. Evaluación fisicoquímica**

##### **Humedad**

Método de la NTP 206.011 1981

##### **Proteína**

Método Kjeldahl de la AOAC

##### **Grasa**

Se hizo por el método Soxhlet método de la FAO (Vol. 14/7 1986).

##### **Ceniza**

Realizamos por el método directo siguiendo la norma de la AOAC 930.22 2000.

##### **Fibra**

Se hizo según la AOAC.

##### **pH**

Se utilizará el pH-metro para su mejor exactitud, calibrado mediante sustancia búfer.

#### **3.3.2. Evaluaciones físicas**

##### **Viscosidad. Propiedades reológicas**

La bebida del mejor tratamiento se utilizó como prototipo sometiéndole a las pruebas de viscosidad, utilizando el reómetro Brookfield, determinando el splinder o huso adecuado. Se colocó las muestras en vasos de precipitado de 600 ml a tres temperaturas: 5°C, 25°C y 60°C, realizamos las mediciones y con los datos determinados calculamos las propiedades reológicas teniendo en cuenta la energía de activación.

### 3.3.3. Análisis microbiológicos

En la bebida de leche de coco y pulpa de chocho se practicaron recuentos de mesófilos aerobios, mohos y levaduras y coliformes totales de una muestra de 250 ml, comprobando así la asepsia del alimento. Utilizando placas Petri en películas haciéndose por duplicado.

### 3.3.4. Evaluación organoléptica

Se hicieron con trece panelistas semi entrenados la evaluación sensorial de los prototipos de bebida evaluándose el olor, color, aroma, sabor y apariencia general. Los tratamientos se evaluarán con 7 puntos en una escala hedónica (Anexo 1).

## 3.4. Metodología experimental

Para la obtención de la bebida en base a leche de coco consistió en elaborar y estabilizar la leche de coco; formular y elaborar la bebida en base a leche de coco, pulpa de chocho, lecitina de soya y estabilizante y se determinó las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y reológicas de la bebida. Fue necesario obtener el líquido de la pulpa prensada de coco con el que se trabajó los tratamientos. Esta etapa se la realizó conforme la Figura 4, que describe el proceso de obtención de dispersión de pulpa de coco.

**Recepción.** La recepción se hizo en forma personal teniendo en cuenta que fueran cocos completamente secos con 10% de humedad.

**Clasificado.** Se hizo una clasificación visual y manual desechándose los cocos en mal estado (tomando en cuenta el porcentaje promedio de cocos que no cumplen el requisito de calidad).

**Lavado.** Esta operación se hizo en una tina con agua donde se colocaron los cocos clasificados, la limpieza se hizo en forma manual. Se ha determinado que por cada coco se utilizó  $0,0034 \text{ m}^3$  (3,375 L) de agua aproximadamente.

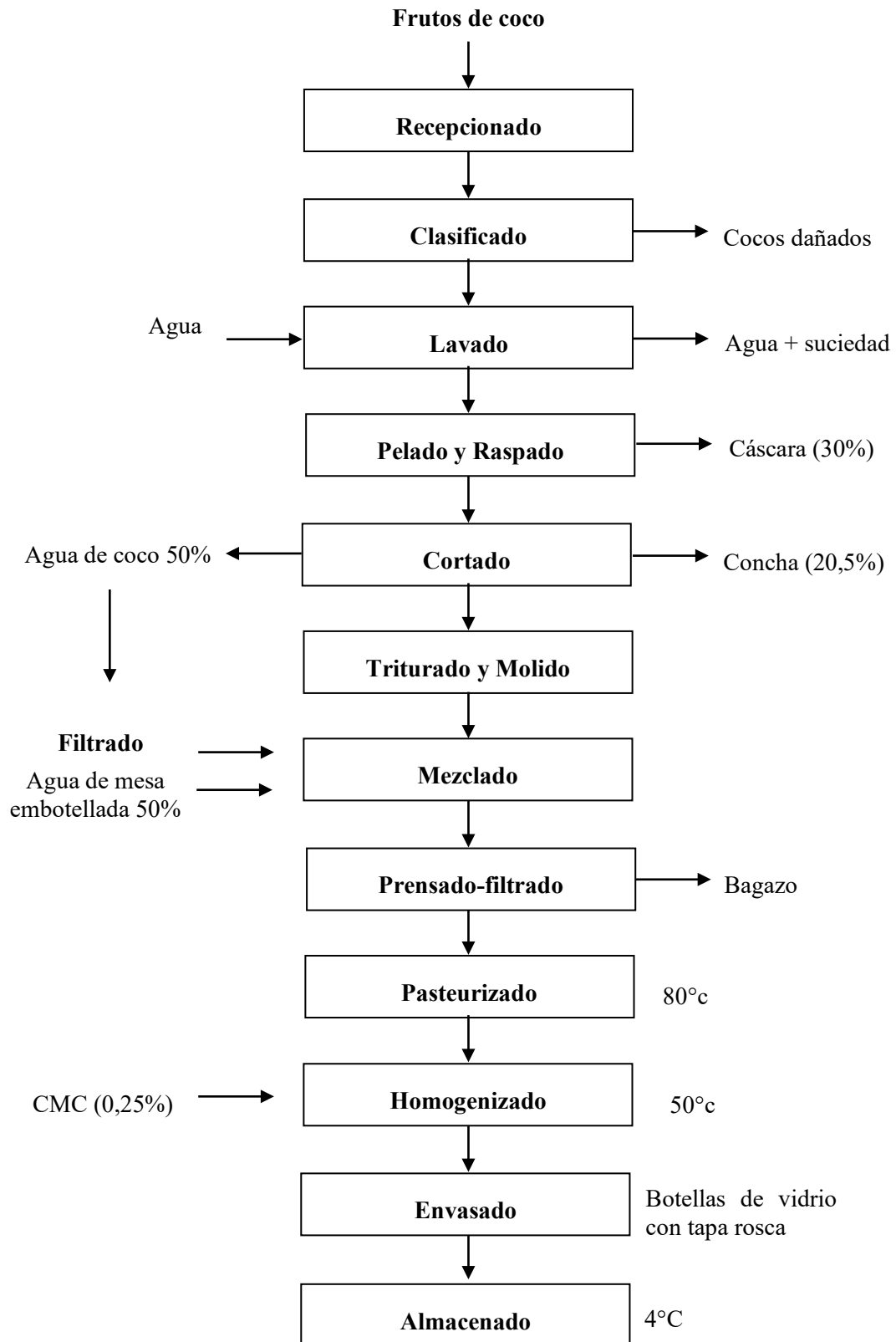
**Pelado y raspado.** Se pelaron los cocos con un machete, luego se cortaron y separaron, seguido de un raspado del coco pelado entero eliminando la cutícula marrón que tiene sabor amargo y anti nutrientes. La cáscara gruesa tuvo un promedio de 30% y la concha 70% del coco donde se encuentra la pulpa y el agua.

**Cortado.** Se cortaron los cocos manualmente obteniéndose el albumen o pulpa, la concha y el agua.

***Triturado y molido.*** Se hizo en un molino de cuchillas donde la pulpa de coco se trituró y molió finamente.

***Mezclado.*** Triturado y molido la pulpa para tener una mayor superficie de contacto se hizo un masajeo manual agregando el agua que se obtuvo de los cocos agregando 50% previamente filtrada más 50% de agua tratada del total de agua necesaria para elaborar la leche de coco.

***Prensado y filtrado.*** Se prensó y filtró después del masajeo y mezclado de la mezcla de agua con pulpa en un filtro y la leche de coco como subproductos.



**Figura 3.** Diagrama de flujo para el procesamiento de la leche de coco.

### **Pasteurizado**

Será filtro la leche de coco, luego sometida a pasteurización a 80 °C durante 30 segundos, se enfriará de 55 °C a 60 °C, adicionándose el estabilizante CMC (0,25%), la formulación se hizo de acuerdo a la Tabla 4.

**Tabla 4** Ingredientes para elaborar en forma óptima leche de coco.

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>	
	<b>Gramos</b>	<b>%</b>
Pulpa de coco	23,31	23,31
Agua de coco	38,22	38,22
Agua embotellada	38,22	38,22
CMC	0,25	0,25
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

**Homogenizado:** Luego fue homogenizada para tener una característica consistente.

**Envasado:** El producto se fue envasado y sellado manualmente, en botellas de vidrio con tapa rosca.

**Almacenado:** El producto embotellado se almaceno a 4 °C en jabas de plástico.

#### **3.4.1. Formulado de la bebida con leche de coco y lactosuero**

Para la obtención de la bebida se realizo siguiendo la siguiente metodología:

***Pesado.*** En una balanza analítica se pesaron los insumos y las materias primas en función a la formulación.

***Mezclado.***

La elaboración se ejecutó en función a las 3 diluciones se tiene la formulación de la Tabla 5 y el diseño experimental que ilustramos en la Figura 6.

**Tabla 5** Ingredientes de la bebida leche de coco y lactosuero

Ingredientes		Tratamientos %											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Materia prima	Pulpa de chocho	14,48	14,48	14,48	14,48	18,10	18,10	18,10	18,10	21,72	21,72	21,72	21,72
	Agua	21,72	21,72	21,72	21,72	27,15	27,15	27,15	27,15	32,58	32,58	32,58	32,58
	Leche de coco	63,8	63,8	63,8	63,8	54,75	54,75	54,75	55,75	45,70	45,70	45,70	45,70
Insumos	Sacarosa	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
	Lecitina	0,105	0,105	0,21	0,21	0,105	0,105	0,21	0,21	0,105	0,105	0,21	0,21
	Estabilizante	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
	Espesante	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
	Vainilla	2,75	0,00	2,75	0,00	2,75	0,00	2,75	0,00	2,75	0,00	2,75	0,00

Fuente: propia

**Formulado.** Este proceso se realizó de acuerdo a la tabla 5, estableciéndose las cantidades de materias primas e insumos para cada tratamiento, donde la pulpa de chocho más agua y leche de coco constituyen la primera variable, la lecitina la segunda variable y la presencia o no de vainilla la tercera variable.

**Mezclado.** Se hizo en una licuadora eléctrica para disminuir las fases y uniformizar las mezclas elaboradas, con tiempo de 5 minutos a alta velocidad en los 12 tratamientos.

**Pasteurizado.** En una cocina industrial se calentaron hasta 72 °C en 10 minutos los granos del Chocho para eliminar la astringencia del sabor del producto.

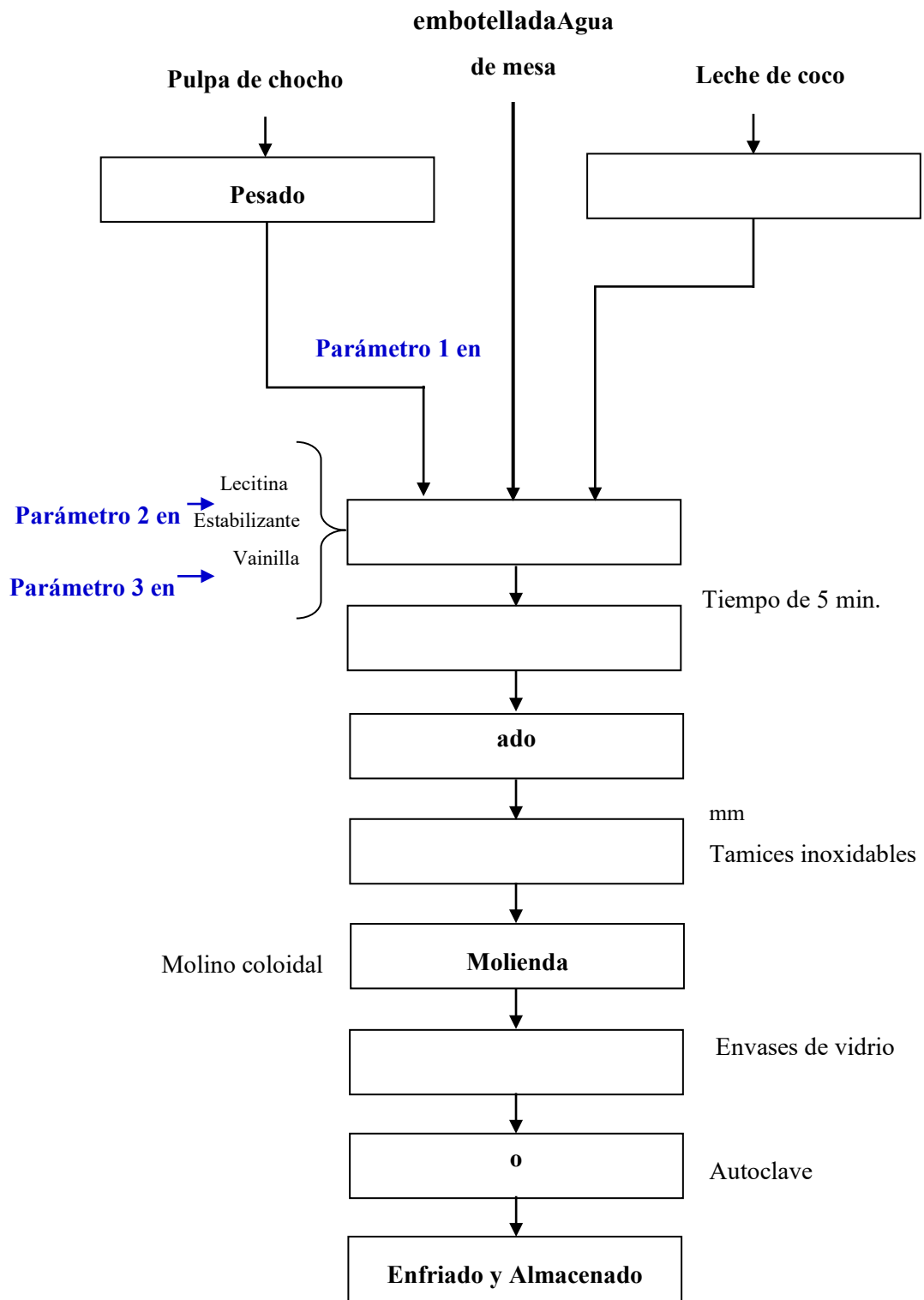
**Filtrado.** Para el filtrado se utilizó cernidores para obtener un alimento fluido con menor contenido de gránulos dándole mayor homogeneidad.

**Molienda coloidal.** Se realizó una reducción de tamaño de las partículas para mejorar la emulsión y dispersión de los diferentes ingredientes de la bebida.

**Envasado.** La bebida fue llenada en envases de vidrio con tapa rosca para un cerrado hermético con un volumen de 475 mL.

**Esterilizado.** Este proceso realizamos con el objetivo de prolongar la vida útil del alimento líquido utilizando una autoclave donde se tiene que controlar el tiempo, la temperatura y la presión.

**Enfriado y almacenado.** Se efectuó el enfriado de la bebida por inmersión de los frascos en agua destilada, con el fin de equilibrar la temperatura y obtener un producto de calidad.



**Figura 4.** Diagrama de flujo tentativo para procesar la bebida análoga a la leche con leche de coco y lactosuero

### **3.4.2. Establecimiento del proceso definitivo para obtener la bebida de leche de coco y pulpa de chocho**

Se estableció el proceso productivo definitivo para elaborar la bebida análoga a la leche con leche de coco y pulpa de chocho, estableciéndose el flujograma óptimo, el balance de materia y rendimiento en base al mejor tratamiento.

### **3.4.3. Determinación de los parámetros de la bebida**

En la bebida con leche de coco y pulpa de chocho obtenido del mejor tratamiento se evaluaron las características fisicoquímicas, reológicas y microbiológicas tal como se describe en los acápites 5.3.1.; 5.3.2. y 5.3.3., comprendido en el punto 5.3., de Métodos de análisis, del Capítulo V, correspondiente a Materiales y métodos.

## **3.5. Diseño experimental**

### **Elaboración y estabilidad de leche de coco**

Esta fase del trabajo se realizará sin un diseño experimental teniendo en cuenta que se utilizará 23,31% de pulpa de coco, 38,22% de agua embotellada, 38,22% de agua de coco como diluyentes de la pulpa y 0,25% de CMC como estabilizante.

**A:** Niveles de Mezclado de pulpa de chocho, agua y leche de coco.

**A1:** 14,48% de pulpa de chocho, 21,72% de agua y 63,8% de leche de coco.

**A2:** 18,10% de pulpa de chocho, 27,15% de agua y 54,75% de leche de coco.

**A3:** 21,72% de pulpa de chocho, 32,58% de agua y 45,70% de leche de coco.

**E:** Niveles de Lecitina de soya (Emulsificante).

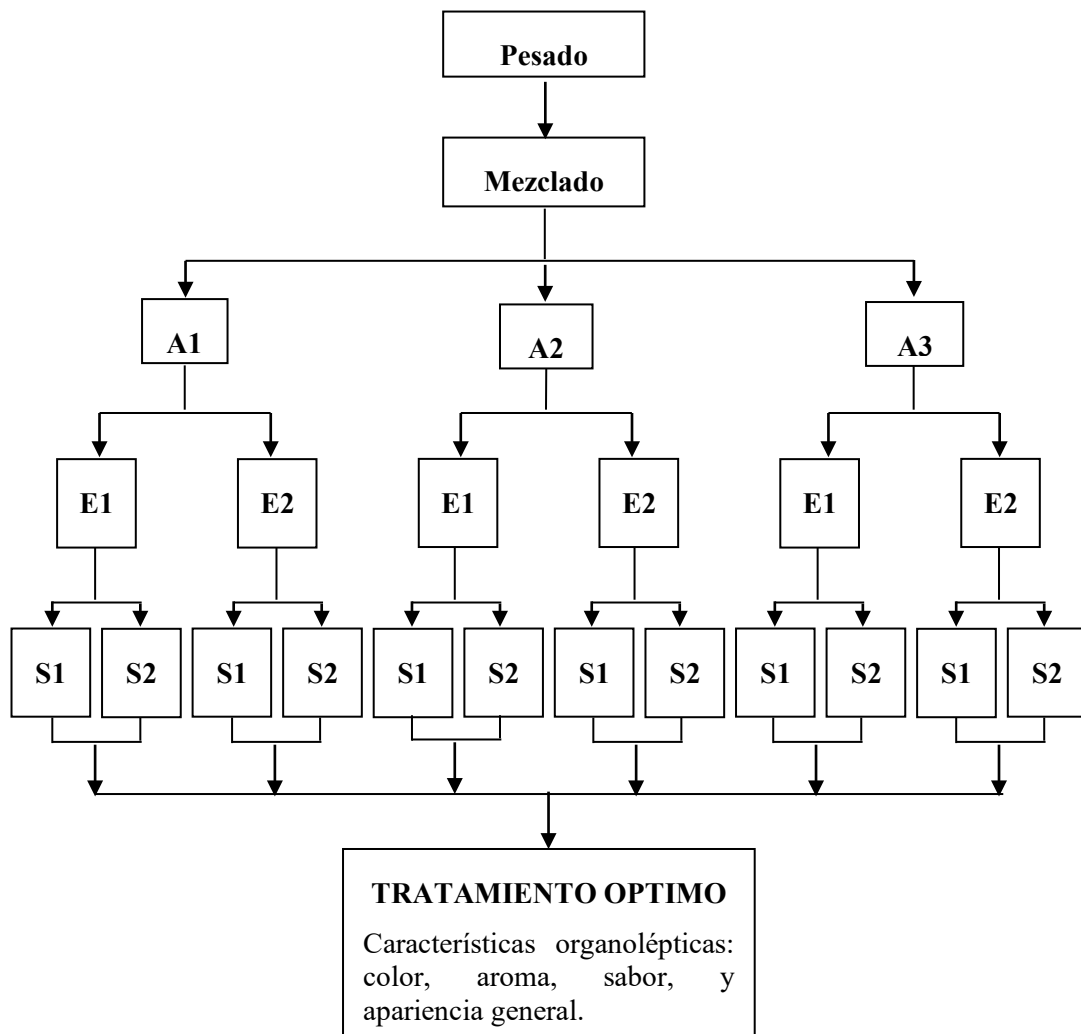
**E1:** 0,105%.

**E2:** 0,217%.

**S:** Sin y con saborizante (vainilla).

**S1:** Sin Vainilla.

**S2:** Con vainilla



**Figura 5.** Diseño experimental para determinar el mejor tratamiento para procesar bebida con leche de coco y pulpa de chocho.

### 3.5.1. Evaluación reológica

El diseño experimental para evaluar las propiedades reológicas se tiene en la Figura 7. En la figura se tiene:

Para las temperaturas de evaluación:

T1: 5°C

T2: 25°C.

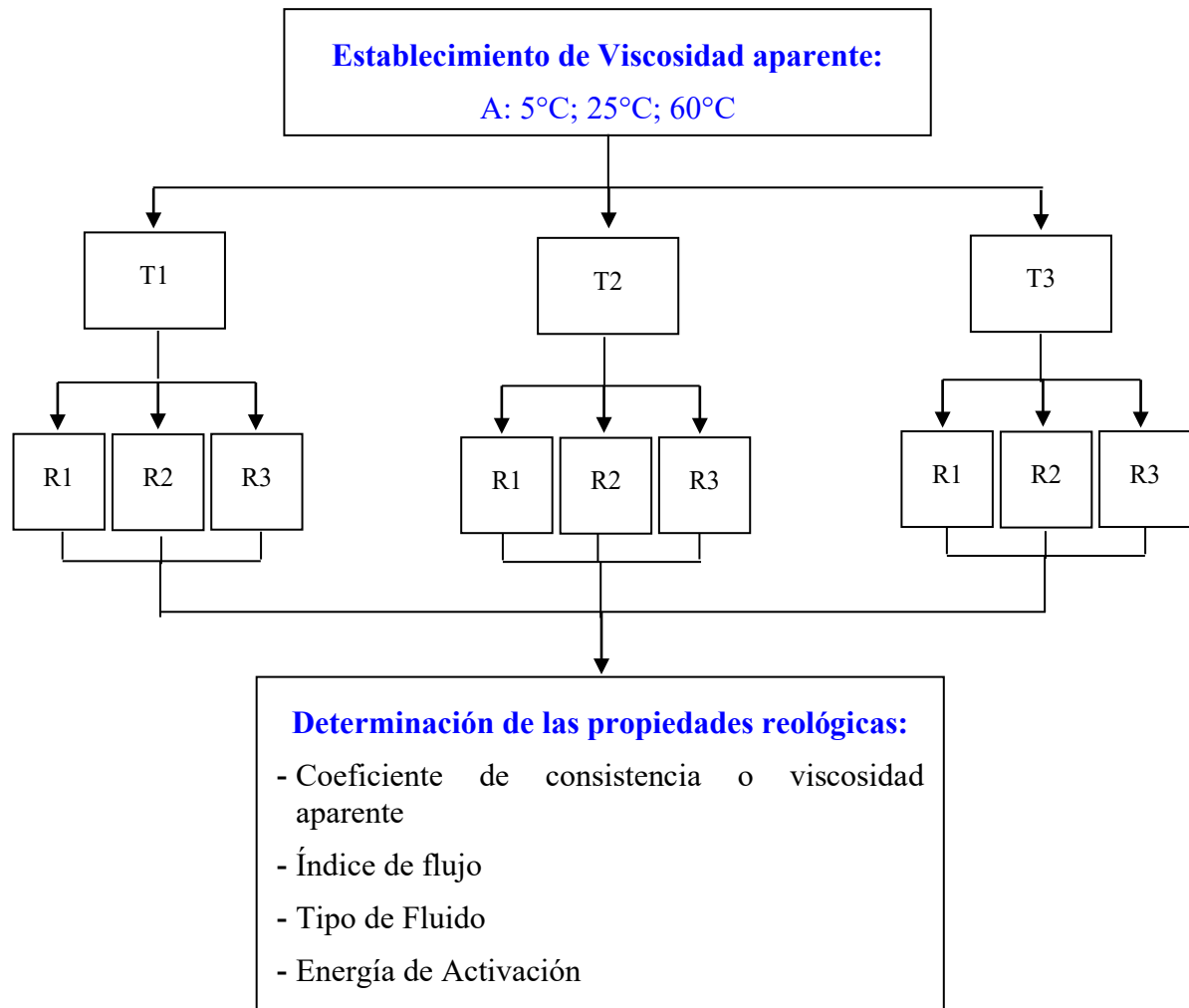
T3: 50°C.

Para las repeticiones:

R1: Primera repetición

R2: Segunda repetición

R3: Tercera repetición.



**Figura 6.** Experimentación para la determinar las propiedades reológicas del alimento líquido de pulpa de coco y choco análogo a la leche.

### 3.6. Análisis estadístico de la bebida

Según los análisis estadísticos se optimizo al mejor tratamiento de la bebida elaborada y fue evaluada sus propiedades reológicas.

#### Para la elaboración de la bebida

Se hizo un ANVA DBCA con arreglo factorial multinivel de 3x2x2 con tres repeticiones donde practicamos un análisis de superficie de respuesta para la optimización con modelo matemático:

$$Y_{ijk} = U + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha*\beta)_{ij} + (\alpha*\gamma)_{ik} + (\beta*\gamma)_{jk} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Resultado de la evaluación

$U$  = Efecto promedio de las evaluaciones

$\alpha_i$  = Presencia de Leche de coco, agua y pulpa de chocho

$\beta_j$  = Presencia de emulsificante con 2 niveles: 0,15% y 0,21%

$\gamma_k$  = Presencia de saborizante con 2 niveles: Con vainilla y sin vainilla

$E_{ijk}$  = Error experimental.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Elaboración de la leche de coco

Se tomo como base el proceso que aplicaron Andino y Javier (2012) respecto al tipo de diluyente y la cantidad de CMC para elaborar la leche de coco, realizamos el mismo proceso productivo que se describe en la Figura 8, modificando únicamente el balance de materia. A continuación, se detalla las operaciones.

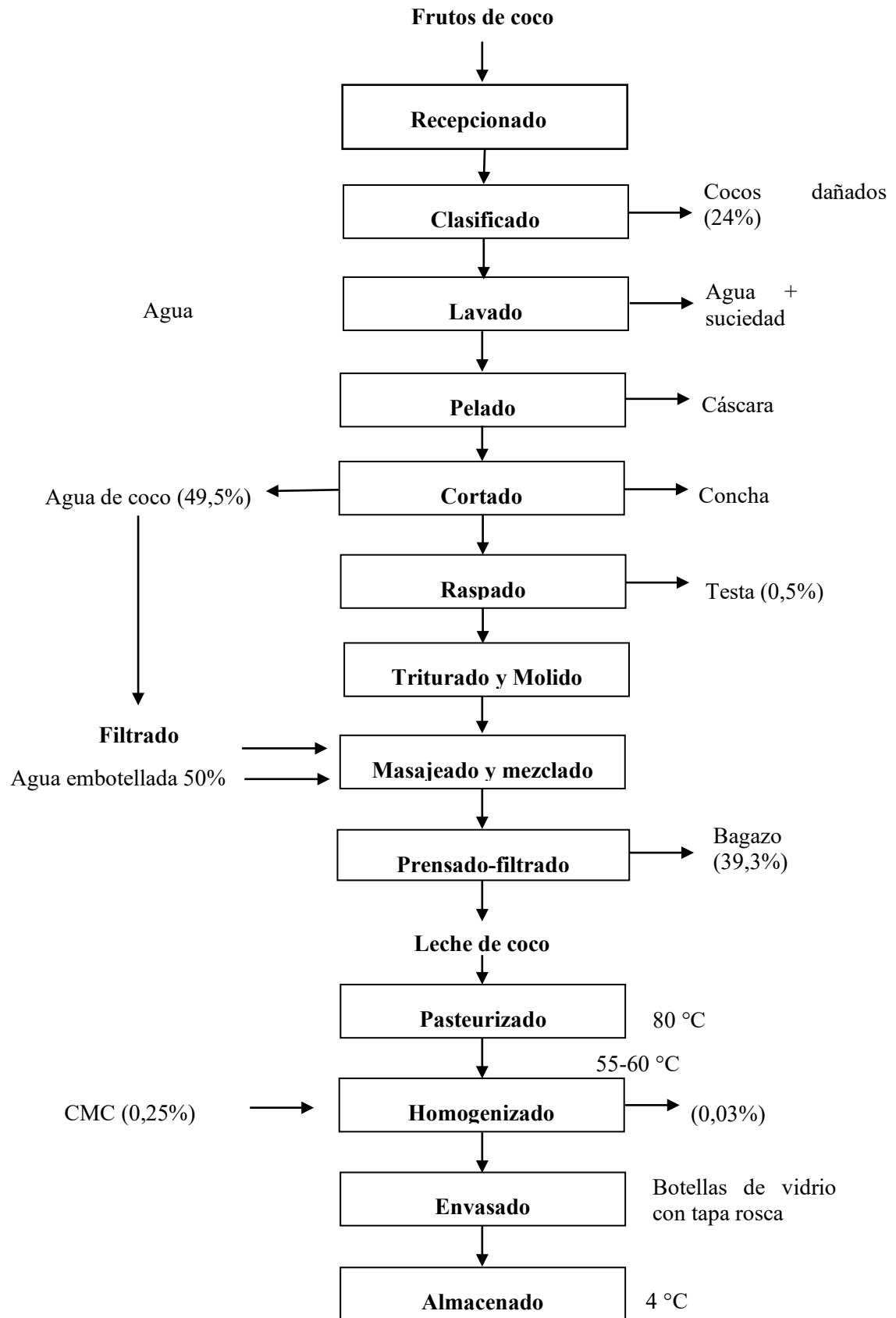
**Recepción:** El coco debe estar maduro y de preferencia semiseco para un mayor rendimiento de pulpa debido a que en este estado tiene mayor cantidad de leche y no de grasa, asegurando así la calidad del producto (evaluado por su tamaño y color), debe estar libre de lesiones físicas que afecten la calidad de la materia prima, además la presencia de insectos y contaminación microbiana debe ser nula. La recepción se hizo en forma personal.

**Clasificado:** Se clasificaron según el tamaño de los cocos y a continuación se seleccionaron

**Lavado:** Se quitaron restos de suciedades con agua destilada de la superficie de los cocos en inmersión con un recipiente inoxidable.

**Pelado:** El coco se peló con un machete, obteniéndose como subproductos la cáscara gruesa fibrosa con el 30% del coco y el 70% del fruto que tiene la concha, la pulpa y el agua.

**Cortado:** La etapa del corte se hizo manualmente obteniéndose la concha (20,5%), albumen o pulpa (30%), y agua (49,5%). El agua fue recogida en recipientes de acero inoxidable, luego filtrado para usarlo en la leche de coco, tal como establecieron Andino y Javier (2012).



**Figura 7.** Flujograma definitivo en la obtención de leche de coco.

**Raspado:** El albumen o pulpa sin agua y sin concha fue raspado para eliminar la cutícula o testa marrón (0,5%) que tiene sabor amargo y anti nutrientes.

**Triturado y molido:** El albumen fue troceado, luego triturado y molido finamente en un molino de cuchillas, perdiéndose en esta operación 0,05%.

**Masajeado y mezclado:** Reducido la pulpa a una mayor superficie de contacto pasó al masajeo mezclándose con el agua que salió de cada coco teniendo en cuenta la formulación dada por Andino y Javier (2012) que experimentalmente determinaron (Cuadro 4) donde establecieron que para cada 23,31 gramos de pulpa de coco se debe agregar 38,22 gramos de agua de coco previamente filtrada y 38,22 gramos de agua.

**Prensado y filtrado:** Luego de haber masajeado y mezclado prensamos y filtramos la mezcla de agua de coco, se separaron la cascara, la pulpa y el agua exudada del coco contenida de cascara de fibra 39,4% y la leche de coco sin estabilizante 60,6%.

**Pasteurizado:** La leche de coco, fue pasteurizado a 80 °C por 30 segundos, luego esperamos hasta que la leche de coco se enfríe a unos 55 a 60 °C.

**Homogenizado:** Luego se homogenizó para tener una bebida homogénea y consistente. se adicionó el estabilizante CMC (0,25%), la formulación se hizo en base al Cuadro 4.

**Envasado:** El producto se envasó y se selló manualmente, en botellas de 475 ml de vidrio cerrados herméticamente con tapas rosca.

**Almacenado:** Se almacenó en una cámara fría con una temperatura de 4°C, colocado en jabs de plástico a esta temperatura no tiene mucho tiempo de vida útil, pero si puede durar hasta un año a -18 °C (Seow y Gwee, 1997).

Se determino el balance de materia y rendimiento del beneficio del agua de coco en la obtención de la leche de coco se ilustra en la Tabla 6 donde se observa que la base del cálculo en 100 Kg, existiendo perdidas muy considerables en fruto dañados con 24 kg, luego 22,8 kg de cáscara, 37,24 kg de concha y agua y 26,69 Kg de bagazo o fibra de la pulpa existiendo otras perdidas menores. Por otro lado, se agrega al sistema de elaboración

52,05 kg de agua de coco más agua embotellada en proporciones de 1:1 o 50% de cada uno y finalmente para estabilizar el producto CMC en 0,1 kg.

En los rendimientos observamos que en la operación de masajeado y mezclado se llega a un rendimiento por operación de 427,90% y 67,92% en rendimiento por proceso. El rendimiento final en la elaboración de leche de coco estabilizado es de 40,70%.

Finalmente es necesario indicar que en la segunda columna escribimos nombres de insumos, residuos o subproductos anteceditos por un signo menos que significa que se está perdiendo en el proceso y el signo más porque se está agregando en el proceso de elaboración.

**Tabla 6** Balance de materiales y rendimiento en la elaboración y estabilización de la leche de coco.

Materia prima	Insumo o Residuo	Inicia		Ingresa		Pierde		Continua		Rendimiento %	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	Operación	Proceso
Recepcionado		100,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Clasificado	(-) Frutos dañados	100,00	100,00	0,00	0,00	24,00	24,00	76,00	76,00	76,00	76,00
Lavado		76,00	76,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76,00	76,00	100,00	76,00
Pelado	(-) Cáscara	76,00	76,00	0,00	0,00	22,80	30,00	53,20	53,20	70,00	53,20
Cortado	(-) Concha +agua	53,20	53,20	0,00	0,00	37,24	70,00	15,96	15,96	30,00	15,96
Raspado		15,96	15,96	0,00	0,00	0,08	0,50	15,88	15,88	99,50	15,88
Triturado y molido		15,88	15,88	0,00	0,00	0,01	0,05	15,87	15,87	99,95	15,87
Masajeado Mezclado	y (+) Agua +Agua de coco	15,87	15,87	52,05	327,90	0,00	0,00	67,92	67,92	427,90	67,92
Prensado-Filtrado	(-) Bagazo	67,92	67,92	0,00	0,00	26,69	39,30	41,23	41,23	60,70	41,23
Pasteurizado		41,23	41,23	0,00	0,00	0,62	1,50	40,61	40,61	98,50	40,61
Homogenizado	(+) CMC	40,61	40,61	0,10	0,25	0,01	0,03	40,70	40,70	100,22	40,70
Envasado		40,70	40,70	0,00	0,00	0,00	0,00	40,70	40,70	100,00	40,70
Almacenado		40,70	40,70	0,00	0,00	0,00	0,00	40,70	40,70	100,00	40,70

(-) Pierde (+) Ingresa

#### 4.1. Evaluación sensorial y organoléptica elaboración de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho, lecitina de soya y saborizante

Evaluando sensorialmente el color, olor, sabor y apariencia general permitió realizar la formulación y optimización del producto final.

##### 4.1.1. Evaluación sensorial

Según el diseño experimental se elaboraron 12 tratamientos o prototipos de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho evaluada en base a 7 puntos de una escala hedónica por 13 panelistas semi entrenados que permitieron establecer el tratamiento óptimo.

##### Estudio del color

Para que el análisis sea más claro y completo fue necesario realizar el ANVA DBCA con arreglo factorial de multinivel que se tiene en el Anexo 3, donde observamos que existe diferencia estadística en la variable Mezclado de leche de coco, pulpa de chocho y agua y la variables lecitina de soya que según la Tabla 7 de optimización el mejor tratamiento es el tratamiento T2 que tiene una mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua, con 0,105 de lecitina de soya y con vainilla como saborizante, además tiene una calificación promedio de 5,5519 que esta entre 5 y 6 por lo tanto corresponde al color blanco humo.

**Tabla 7.** Resultado de la evaluación sensorial de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho.

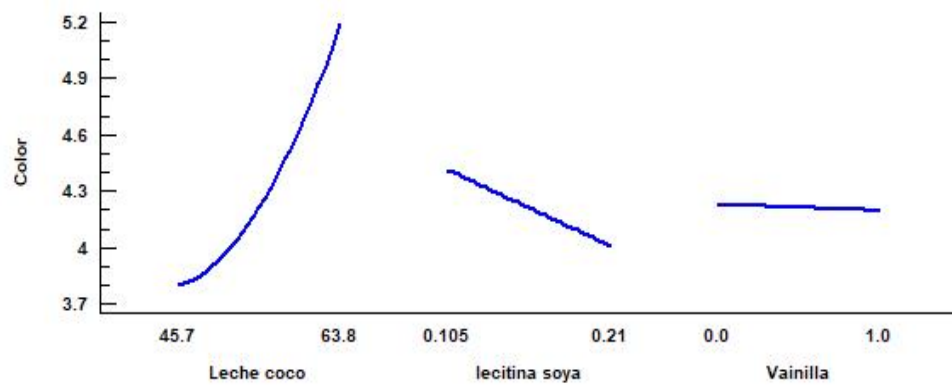
Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Leche coco	45,70	63,80	63,8
lecitina soya	0,105	0,210	0,105
Vainilla	0,0	1,0	1,0

El ANVA también permitió realizar las pruebas de múltiples rangos para color por Mezcla (leche de coco, pulpa de chocho y agua) y lecitina de soya según Tukey HSD que tenemos en la Tabla 8 que el mejor promedio de 5,1858 es para la mezcla es 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua y para lecitina de soya el mejor promedio de

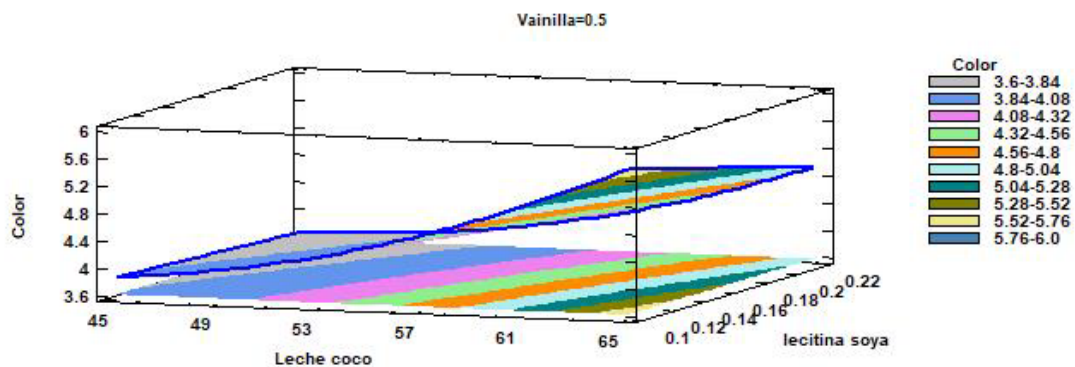
4,5994 para 0,105% de lecitina de soya.

**Tabla 8.** Pruebas de múltiples rangos para color por mezcla (leche de coco, pulpa de chocho y agua) y lecitina de soya según Tukey HSD

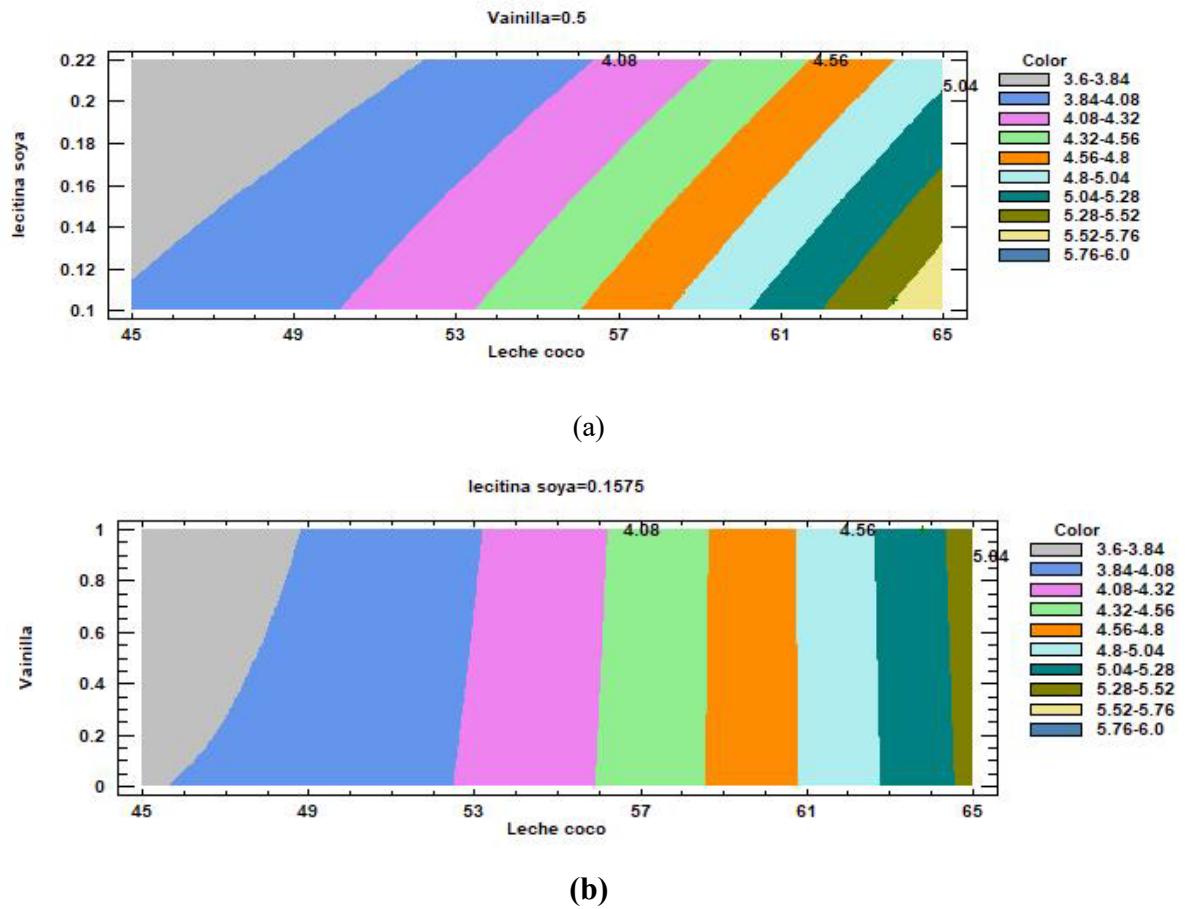
Leche coco	Casos	Media LS
45,7	12	3,7950 <sup>a</sup>
54,75	12	4,2125 <sup>b</sup>
63,8	12	5.1858 <sup>c</sup>
lecitina soya	Casos	Media LS
0,21	18	4,1961 <sup>a</sup>
0,105	18	4,5994 <sup>b</sup>



**Figura 8.** Efectos principales del color de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.



**Figura 9.** Superficie de respuesta del color de la bebida de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.



**Figura 10.** Curvas de nivel de la superficie de respuesta estimada del color de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

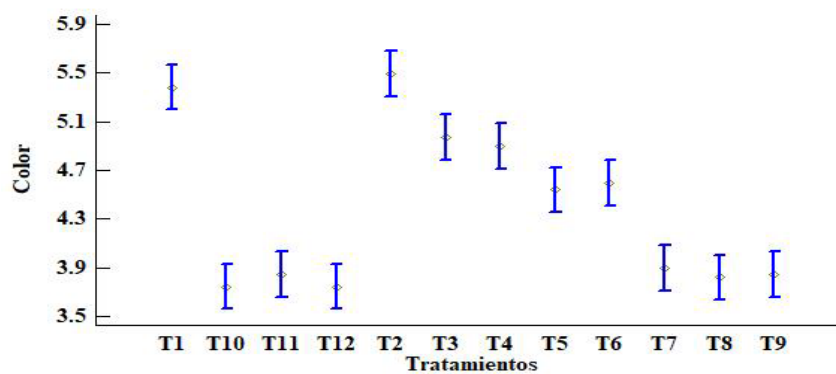
**Tabla 9.** Análisis mediante Kruskal-Wallis del color por tratamientos de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

Tratamientos (T)	Tamaño muestra	Rango promedio
1	3	32,8333
10	3	6,6667
11	3	10,5000
12	3	6,6667
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>34,1667</b>
3	3	28,3333
4	3	26,6667
5	3	21,6667
6	3	21,3333
7	3	13,0000

8	3	9,6667
9	3	10,5000

Estadístico = 31.2988 Valor-P = 0.00098736

En el Anexo 4 se aprecia el ANVA donde estadísticamente todos los tratamientos son diferentes, existiendo uno que tiene el mejor promedio que es el tratamiento T2, tal como apreciamos en la Tabla 9 y en la Figura 12 de promedios observándose esta tendencia donde el T2 no coincide con ninguno de los otros tratamientos, estableciéndose como el mejor para el color de la bebida.



**Figura 11.** Valores de la calificación del color por cada tratamiento de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

### Estudio del olor

En el Anexo 5 tenemos los datos del olor de la bebida mediante el cual hicimos el ANVA con arreglo factorial multinivel del Anexo 6, apreciándose que existe diferencia altamente significativa para la mezcla (leche de coco, pulpa de chocho y agua) y la lecitina pero este análisis permite realizar la optimización en el tratamiento como se tiene en la Tabla 10 que corresponde a una mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua, con 0,105 de lecitina de soya y con vainilla como saborizante, además nos da un puntaje de 6,2236 que califica como olor de agradable a coco.

**Tabla 10.** Valores óptimos al maximizar la calificación del olor de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho con un valor óptimo de 6,2236.

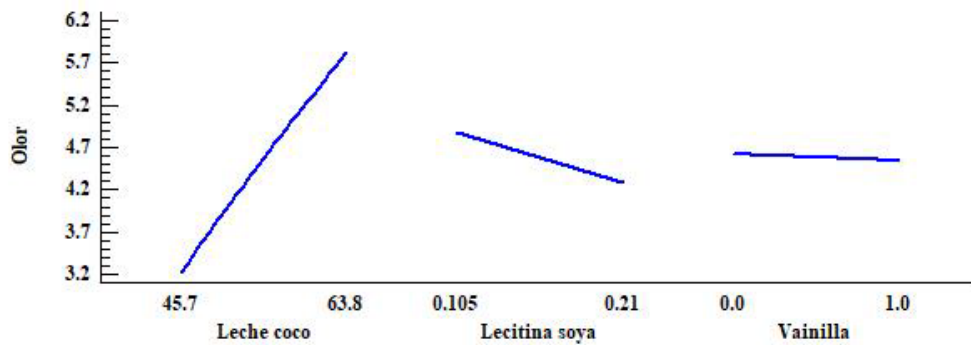
Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Leche coco	45,7	63,8	63,8

Lecitina soya	0,105	0,21	0,105
Vainilla	0,0	1,0	1,0

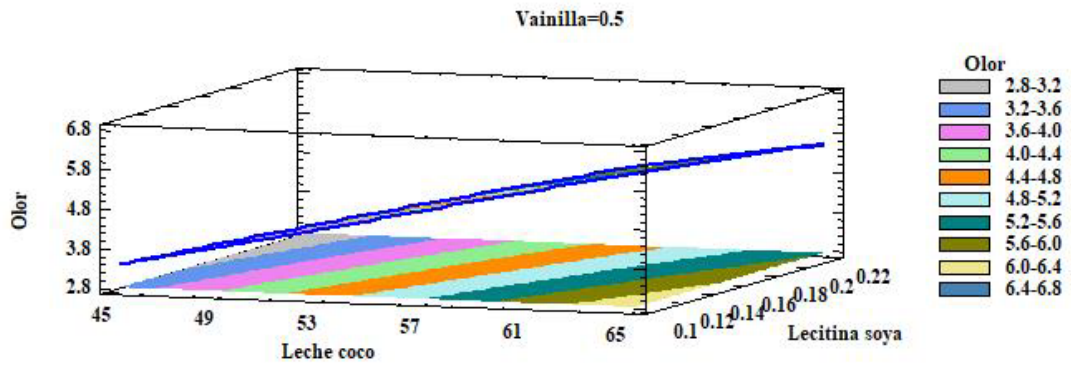
**Tabla 11** Pruebas de múltiples rangos para olor por mezcla (leche de coco, pulpa de chocho y agua) y lecitina de soya según Tukey HSD.

Leche coco	Casos	Media LS
45,7	12	3,2317 <sup>a</sup>
54,75	12	4,5825 <sup>b</sup>
63,8	12	5,81417 <sup>c</sup>
lecitina soya	Casos	Media LS
0,21	18	4,24833 <sup>a</sup>
0,105	18	4,83722 <sup>b</sup>

En la Tabla 11 se tiene las pruebas de múltiples rangos para olor por mezcla (leche de coco, pulpa de chocho y agua) y lecitina de soya según Tukey HSD, observándose que para la mezcla son diferentes siendo el mejor el que tiene 5,81417 de promedio que corresponde a 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua. Para la lecitina también no existe tratamientos iguales siendo el mejor el que corresponde el promedio más elevado de 4,83722 para 0,105% de lecitina de soya. La tendencia que muestra la Tabla 10 se aprecia con mayor claridad en las Figuras 13, 14 y 15

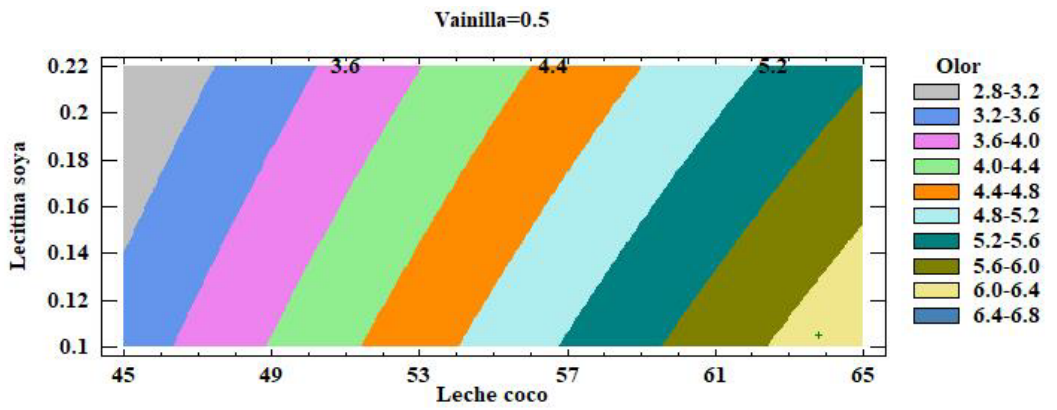


**Figura 12.** Efectos principales para el olor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

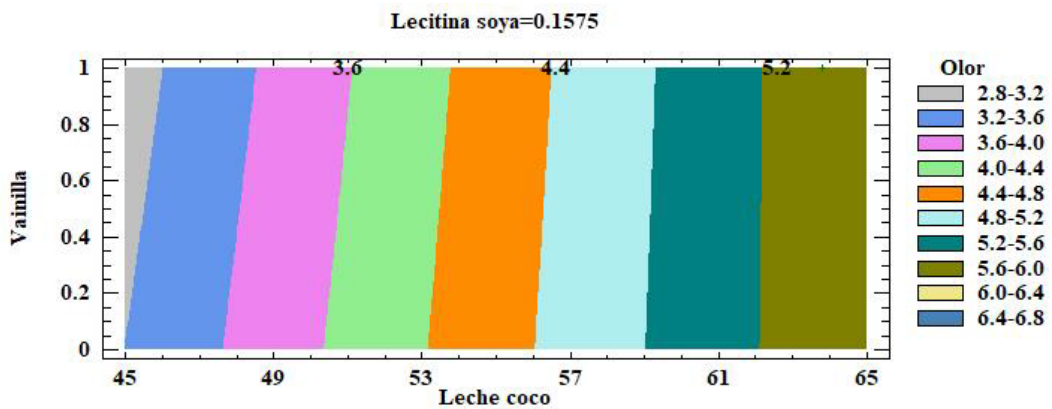


**Figura 13.** Superficie de respuesta del aroma de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

La Figura 14 nos muestra tridimensionalmente una superficie que tiene una pendiente en subida hacia una mayor concentración de leche de coco, cuyo punto óptimo de la evaluación del olor se aprecia en la Figura 15 (a) de curvas de nivel de la superficie de respuesta.



(a)



(b)

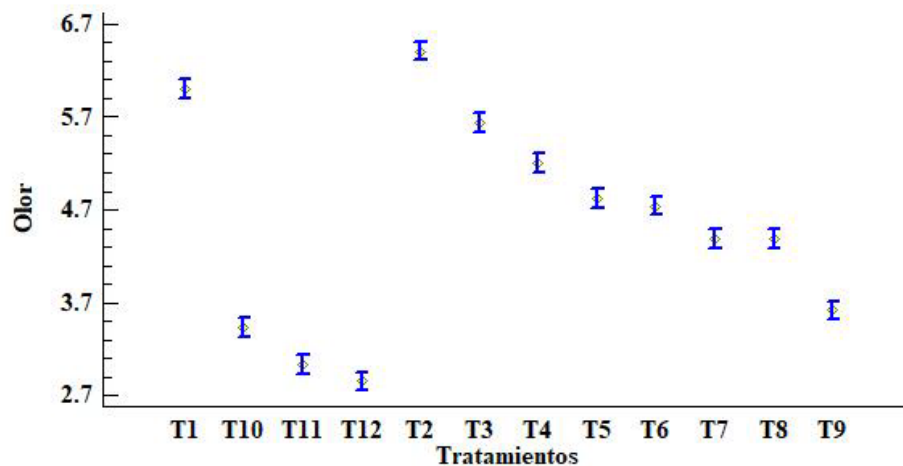
**Figura 14.** Curvas de nivel de la superficie de respuesta estimada del aroma de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

Al realizar el ANVA simple de los 12 tratamientos tomando en cuenta sus promedios cuyos datos están en el Anexo 7 se observa que todos los tratamiento son diferentes debido a que el P valor es menor que 0,05, es así que se aplicó la prueba de Kruskal Wallis de la Tabla 12 para determinar que el mejor tratamiento fue T2, que al visualizarse en la Figura 16 no coincide con ninguno de los demás, confirmando lo que se obtuvo el ANVA factorial multinivel que se tiene en el Anexo 6, que ya manifiesta ante lo demostrado podemos afirmar categóricamente que el mejor tratamiento para el olor corresponde a una mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua, con 0,105 de lecitina de soya y con vainilla como saborizante.

**Tabla 12.** Análisis mediante Kruskal-Wallis del olor por tratamientos de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

Tratamientos (T)	Tamaño muestra	Rango promedio
1	3	31,6667
10	3	8,1667
11	3	5,0000
12	3	2,0000
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>35,0000</b>
3	3	29,3333
4	3	26,0000
5	3	22,1667
6	3	20,8333
7	3	15,5000
8	3	15,5000
9	3	10,8333

Estadístico = 34.5622 Valor-P = 0.00029254



**Figura 15.** Valores de la calificación del olor por cada tratamiento de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

### Estudio del sabor

El resultado de la evaluación del sabor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho (anexo 6), fue necesario realizar el ANVA con arreglo factorial de multinivel del Anexo 9, estableciendo de esta manera si existe diferencia estadística de los tratamientos de este atributo que es uno de los más importantes para formular y optimizar la bebida de leche de coco y pulpa de chocho, apreciándose que si existe diferencia estadística para el sabor en la mezcla y la lecitina más no así para la presencia o no del saborizante.

**Tabla 13** Valores óptimos al maximizar la calificación del sabor de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho con un valor óptimo de 6,60139

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Leche coco	45,7	63,8	63,8
Lecitina soya	0,105	0,21	0,105
Vainilla	0,0	1,0	1,0

Para poder establecer el tratamiento óptimo de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho se tiene el Cuadro 13 de la optimización encontrándose que corresponde al tratamiento con mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua, con 0,105 de emulsificante (lecitina de soya) y con saborizante (vainilla), que

corresponde al T2, con una calificación promedio de 6,60139, dándonos una apreciación de sabor agradable a coco.

Las pruebas de múltiples rangos para sabor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho según Tukey HSD se representa en la Tabla 14, apreciándose que para la leche de coco ningún tratamiento es igual existiendo el mejor que corresponde al promedio de 6,2433 que es para la mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua y para la lecitina el mejor promedio de 4,9572 que es para 0,105 de lecitina demostrando que los tratamientos también son diferentes.

**Tabla 14 .** Pruebas de múltiples rangos para sabor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho según Tukey HSD

<b>Leche coco</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>
45,7	12	2,9675 <sup>a</sup>
54,75	12	4,7625 <sup>b</sup>
63,8	12	6,2433 <sup>c</sup>
<b>lecitina soya</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>
0,21	18	4,3583 <sup>a</sup>
0,105	18	4,9572 <sup>b</sup>

La tendencia de la tabla 13 hace notar con mayor claridad apreciando la Figura 17 de efectos principales en el sabor de la bebida

Se aprecia tridimensionalmente una plataforma con pendiente en la Figura 18 de superficie de respuesta del sabor de la bebida y el punto óptimo de calificación del sabor que es el que corresponde al tratamiento T2 lo vemos en la Figura 19 (a) y (b).

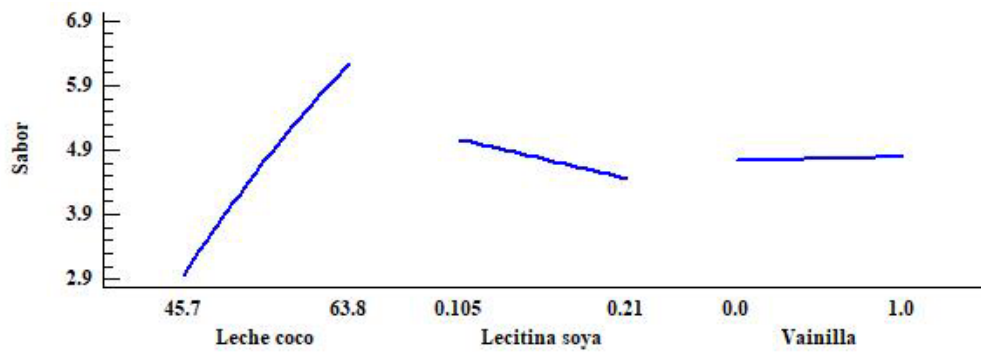


Figura 16. Efectos principales para el sabor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

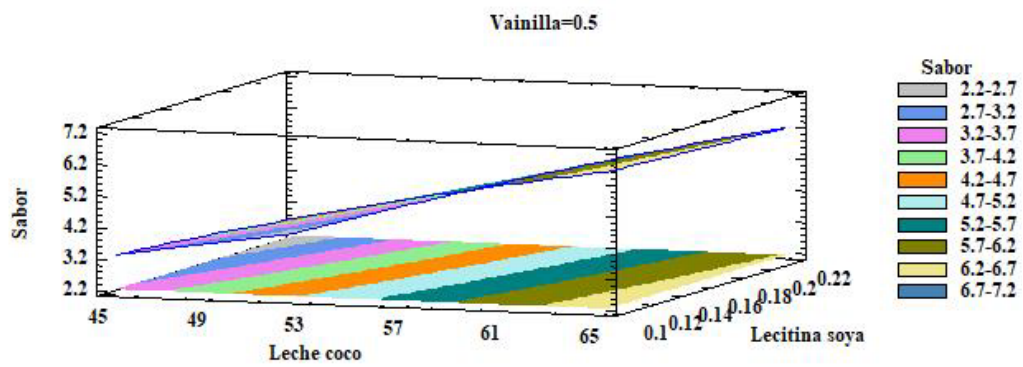
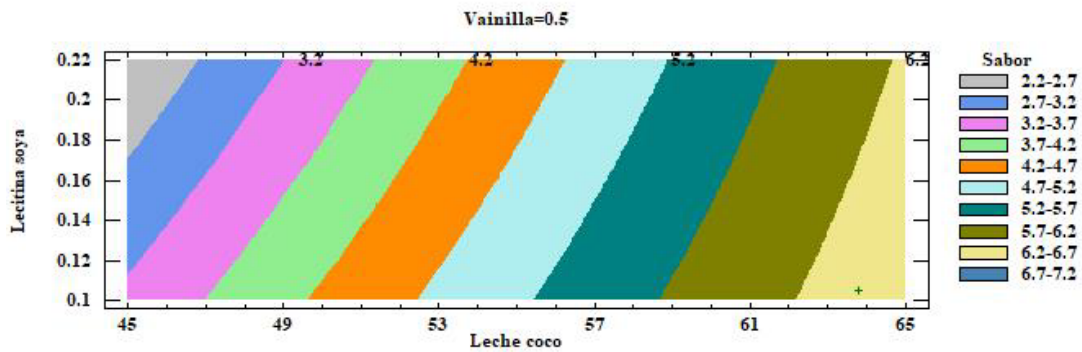
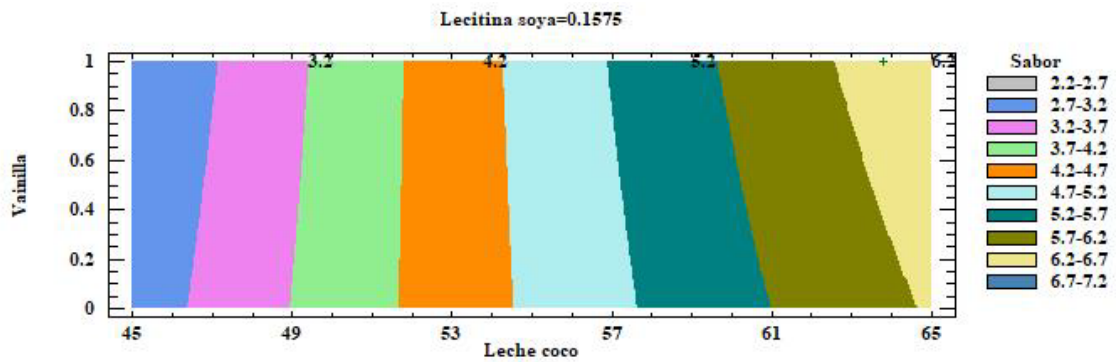


Figura 17. Superficie de respuesta para el sabor de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.



(a)



(b)

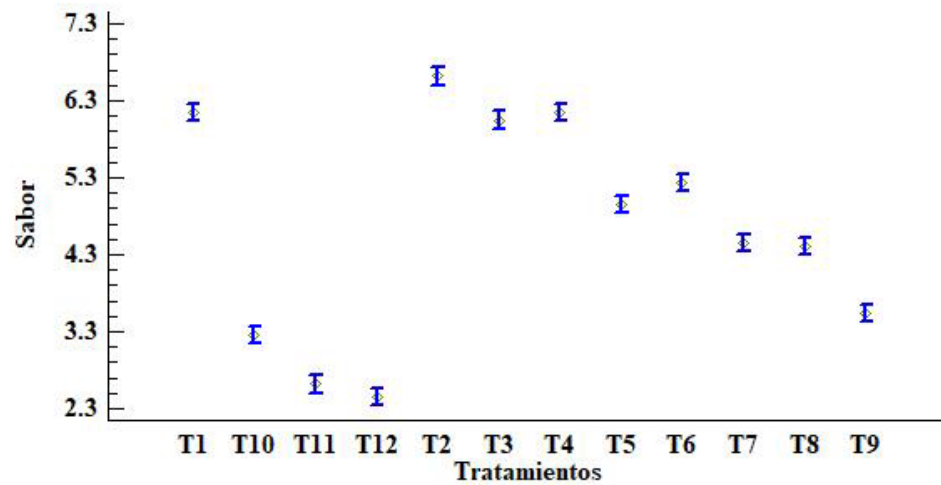
**Figura 18.** Curvas de nivel para el sabor de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.

Para tener el dato exacto del mejor tratamiento se realizó el ANVA simple de los tratamientos que lo se tiene en el Anexo 10 observándose que ningún tratamiento es igual por lo tanto existe un óptimo es así que mediante la prueba de Kruskal Wallis de la Tabla 15, apreciamos esta diferencia donde según el rango promedio el tratamiento T2 tiene el máximo valor constituyéndose en el mejor tratamiento que corresponde a la mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua, con 0,105 de lecitina de soya y con vainilla

**Tabla 15** Análisis Kruskal-Wallis del sabor de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

Tratamientos (T)	Tamaño muestra	Rango promedio
1	3	29,5000
10	3	8,0000
11	3	4,8333
12	3	2,1667
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>35,0000</b>
3	3	27,8333
4	3	29,6667
5	3	20,0000
6	3	23,0000
7	3	16,0000
8	3	15,0000
9	3	11,0000

Estadístico = 34.2413 Valor-P = 0.000330252



**Figura 19.** Valores de la calificación del sabor de la bebida

Se aprecia la figura 20 se observa que únicamente un tratamiento es el óptimo para la calificación del sabor que corresponde a T2.

### Estudio de la apariencia general

Los datos evaluados de la apariencia general de la bebida se observa en el Anexo 11 con estos valores se realizó el ANVA con arreglo factorial multinivel del Anexo 12, apreciándose que existe diferencia estadística en las variables que corresponde a mezcla de leche de coco y pulpa de chocho y lecitina de soya más no así en el saborizante en este caso la vainilla, como se aprecia fue necesario conocer la opción de optimización de la tabla 16, siendo el mejor tratamiento el que tiene una a la mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua, con 0,105 de lecitina de soya y con vainilla que es el T2, con una calificación promedio de 6,0927, que indica que es ligeramente homogéneo.

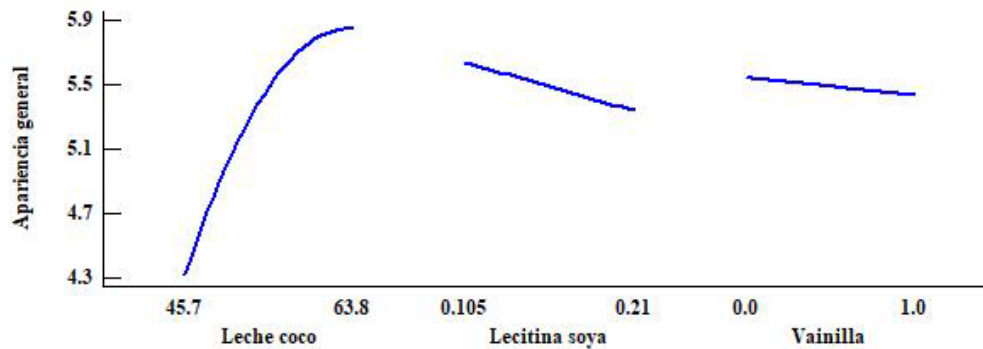
**Tabla 16.** Valores óptimos de la la apariencia general de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Leche coco	45,7	63,8	63,8
Lecitina soya	0,105	0,21	0,105
Vainilla	0,0	1,0	1,0

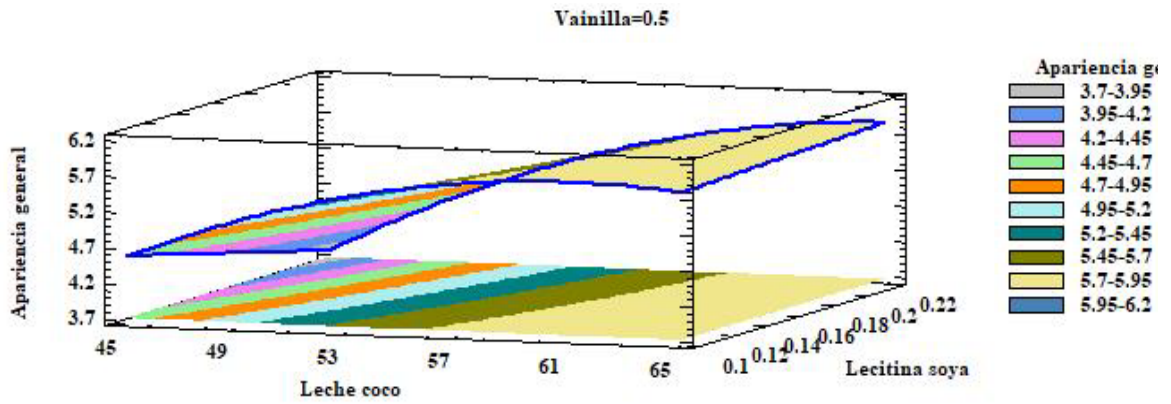
**Tabla 17.** Pruebas de múltiples rangos para textura y apariencia general por leche de coco y lecitina de soya según Tukey HSD

<b>Leche coco</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>
45,7	12	4,3208 <sup>a</sup>
54,75	12	5,4875 <sup>b</sup>
63,8	12	5,8450 <sup>c</sup>
<b>lecitina soya</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>
0,21	18	5,0683 <sup>a</sup>
0,105	18	5,3672 <sup>b</sup>

En el Cuadro 17 se tiene las pruebas de múltiples rangos para textura y apariencia general por leche de coco y lecitina de soya según Tukey HSD, observándose que para la leche de coco todos los tratamientos son diferentes siendo el mejor el de la mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua con un promedio de calificación de 5,845 puntos. En relación a la lecitina de soya también ningún tratamiento es igual siendo el mejor el de 0,105% de lecitina con un promedio de 5,3672 puntos.



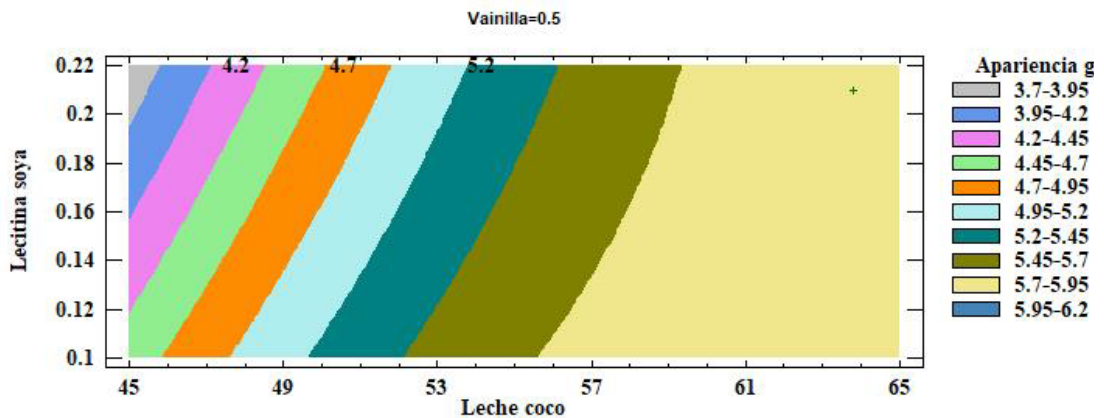
**Figura 20.** Efectos principales para la aceptabilidad de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.



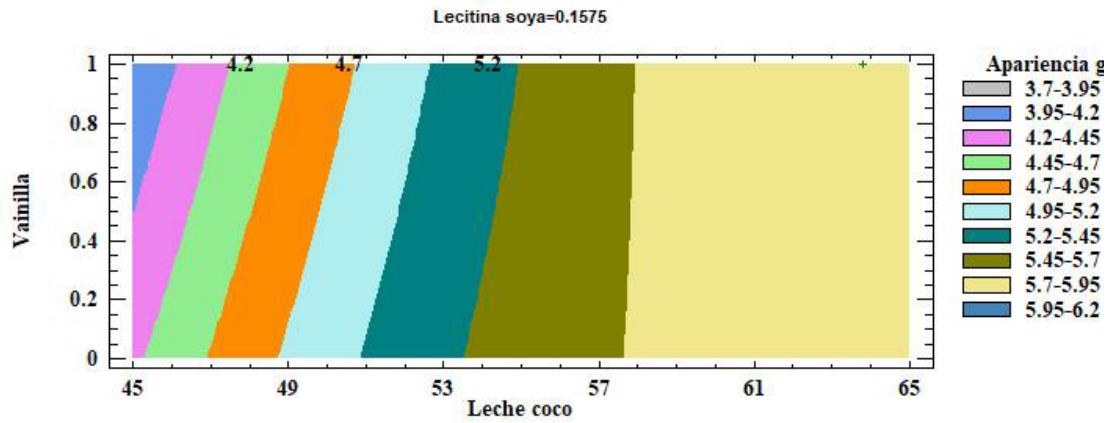
**Figura 21.** Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho

El comportamiento de la Tabla 16 de la apariencia general se observa en las Figuras 21, 22 y 23, tienen efectos principales pudiendo percibir el punto óptimo de la aceptabilidad que corresponde al tratamiento T2.

En la Tabla 18 de análisis mediante Kruskal-Wallis de la apariencia general por tratamientos de la bebida y el la Figura 24, se aprecia que el mejor tratamiento es T2.



(a)



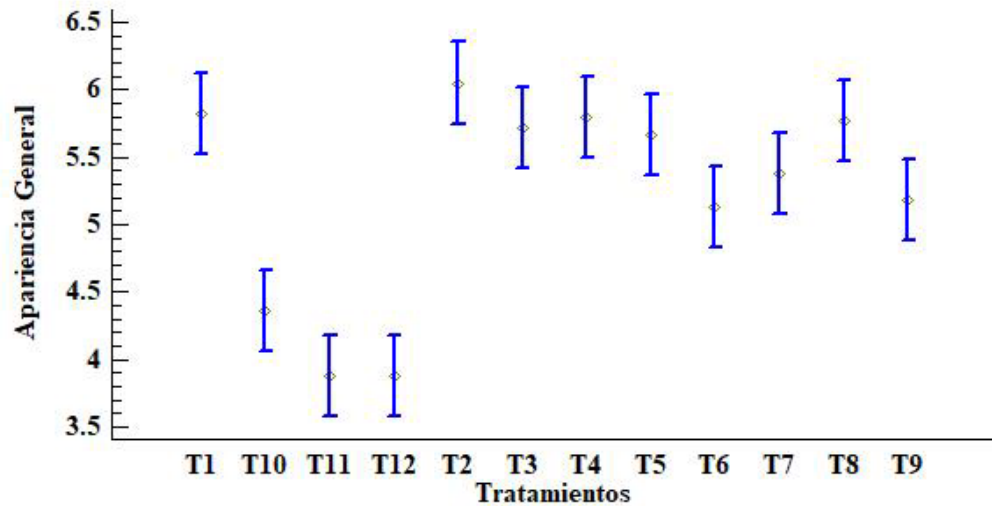
**Figura 22.** Curvas de nivel de la superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.

**Tabla 18** Análisis mediante Kruskal-Wallis de la apariencia general por tratamientos de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho

Tratamientos (T)	Tamaño muestra	Rango promedio
1	3	28,6667
10	3	8,0000
11	3	3,000
12	3	4,0000
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>34,6667</b>
3	3	24,1667
4	3	27,6667
5	3	22,6667

6	3	12,0000
7	3	15,0000
T8	3	26,8333
T9	3	15,3333

Estadístico = 32.4842 Valor-P = 0.000637508



**Figura 23.** Valores de la calificación de la apariencia general por cada tratamiento de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

### Media cualitativo del tratamiento mejor

Para tener una mejor visión de Los análisis realizados de la evaluación sensorial mediante Kruskal Wallis y superficie de respuesta nos dan una visión más específica en la Tabla 19 de los promedios cualitativos de las optimizaciones realizadas.

**Tabla 19.** Optimizaciones promedias cualitativos realizadas en las evaluaciones sensoriales en la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.

Factor	Color	Olor	Sabor	Apariencia General	$\bar{X}$
Leche coco	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8
Lecitina soya	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105
Vainilla	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Según la Tabla 19 el mejor tratamiento lo constituye a T2, que tiene una mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua, con 0,105 de lecitina de

soya y con vainilla.

#### 4.2. Formulación de la bebida mas aceptada.

Habiéndose establecido el mejor tratamiento en los prototipos para elaborar una bebida de leche de coco con pulpa de chocho se realizó la formulación adecuada para su elaboración que lo tenemos en la Tabla 20.

**Tabla 20** Formulación de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho para 100 kilogramos.

Ingredientes (g)	Cantidades	
	Porcentaje (%)	Kilogramos
Pulpa de chocho	14,48	14,48
Agua	21,72	21,72
Leche de coco	63,8	63,8
Sacarosa	2,15	2,15
Lecitina	0,105	0,105
Estabilizante	0,43	0,43
Espesante	2,15	2,15
Vainilla	2,75	0,00

Se tomo en consideración desde el establecimiento del proyecto que la pulpa de chocho, el agua y la leche de coco constituirán en forma conjunta el 100% ya que son los tres componentes básicos y de mayor cantidad de la bebida por esta razón tomamos como base a los tres ingredientes que servirá para hacer el cálculo de los demás ingredientes en unidades porcentuales y de masa.

##### 4.2.1. Elaboración de la bebida y balance de materia

El flujograma definitivo para elaborar el producto final es decir la bebida con leche de coco y pulpa de chocho, lo tenemos en la figura 25 describiéndole a continuación.

##### **Pesado**

Al elaborar la bebida primero pesamos de acuerdo a la formulación establecida mediante el proceso de optimización las materias primas considerándolos como tal a la leche de coco,

pulpa de chocho y agua tratada y los ingredientes.

### **Formulado**

En Tabla 20 se tiene la formulación de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho para 100 kilogramos donde se tuvo en cuenta que para el tratamiento óptimo se utilizó las materias primas (leche de coco, pulpa de chocho y agua) e insumos, este proceso realizamos con la finalidad de un producto tal como lo acepto y prefirió el consumidor.



**Mezclado**

A partir de la leche de coco, chocho como pulpa y agua se elaboró el producto la bebida empleando entre los tres un porcentaje de 100%, agregando luego los otros ingredientes, Se redujo el tamaño de las partículas en una licuadora de los ingredientes y uniformizar la mezcla, lo hicimos en un tiempo de 5 minutos a 10 000 rpm de velocidad.

**Pasteurizado:** Se elimino la astringencia y los los compuestos antinutrientes del chocho a 72 °C en 10 minutos.

**Tamizado**

Con la finalidad de obtener una mezcla uniforme y tener un alimento líquido con menor contenido de gránulos y fibra realizamos esta operación en un tamiz Tyler de acero inoxidable de malla 100 con luz de la malla de 0,147mm y diámetro del hilo de 0,106 mm.

**Envasado**

Para este proceso se Utilizamos envases de 475 mL, de vidrio con tapa rosca para un cerrado hermético.

**Esterilizado**

Utilizamos una autoclave a una temperatura de 118°C durante 5 minutos y con una presión de 15 lb/pulg<sup>2</sup>, se realizó con la finalidad de poder alargar la vida útil del producto.

**Enfriado y almacenado**

Los envases con el alimento líquido se enfriaron en una corriente de agua hasta tener una temperatura de 30 °C, para luego equilibrarse a la temperatura ambiental, almacenándole en ambiente limpio.

Como en todo proceso productivo, elaborar la bebida no fue ajena a que realicemos un balance de materia con rendimiento que se tiene en la Tabla 21, tomamos como base del cálculo 50 kilogramos de la mezcla porcentual de leche de coco, pulpa de chocho y agua, que permita para futuros estudios poder establecer costos variables, costos fijos, costos totales, costos unitarios y precios.

Como se aprecia en la Tabla 21 hemos tomado como base 50 kg de leche de coco, pulpa de chocho y agua lo que representa porcentualmente el 100%, teniendo 50,27 kg de bebida de leche de coco con pulpa de chocho como producto final que es equivalente a 100,54% en

rendimiento, teniendo la densidad próxima a 1 kg/L del producto final, entonces tuvimos 50,27 litros de bebida que se pudieron envasar en 105 envases de 475 ml.

**Tabla 21.** Balance de materiales y rendimiento al procesar la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.

Operaciones	Insumo o	Inicia		Ingresa		Pierde		Cont
	Residuo	kg	%	kg	%	kg	%	kg
Recepcionado	(+) Leche de coco	31,90	63,8	0,00	0,00	0,00	0,00	31,90
	(+) Pulpa de chocho	7,24	14,48	0,00	0,00	0,00	0,00	7,24
	(+) Agua	10,86	21,72	0,00	0,00	0,00	0,00	10,86
Formulado	(+) Insumos	<b>50,00</b>	<b>100,00</b>	1,29	2,59	0,00	0,00	51,29
Mezclado		51,29	160,79	0,00	0,00	0,00	0,00	51,29
Pasteurizado		51,29	160,79	0,00	0,00	0,00	0,00	51,29
Tamizado	(-) Fibra de chocho	51,29	160,79	0,00	0,00	0,77	1,50	50,52
Envasado	(-) Derrame	50,52	158,38	0,00	0,00	0,25	0,50	50,27
Esterilizado		50,27	157,59	0,00	0,00	0,00	0,00	50,27
Enfriado y almacenado		50,27	157,59	0,00	0,00	0,00	0,00	50,27
(-)	Pierde			(+)		Ingresa		

### 4.3. Análisis fisicoquímico de la bebida a base de leche de coco y pulpa chocho más aceptable.

En el Anexo 14 y Tabla 22 se presenta las características fisicoquímicas del alimento de leche de coco y pulpa de chocho, se observa que los componentes que resaltan son con 2,11% en base húmeda y 10,05% en base seca las proteínas, con 12,20% en base húmeda y 58,12 en base seca las grasas debido a la leche de coco, con 4,95% en base húmeda y 23,57 en base seca los carbohidratos; demostrándose que la bebida da un buen aporte nutritivo y energético.

Se observa también en la Tabla 22, un 6,41 de pH que tiene similitud al pH de la leche de vaca que es 6,8, siendo la bebida elaborada ligeramente más ácida. Básicamente el agua es el componente mayoritario pues se trata de una bebida, lo siguen en orden descendente las grasas, carbohidratos y las proteínas.

**Tabla 22** Análisis fisicoquímico del alimento líquido a base de leche de coco y pulpa de chocho.

Componente	X bh	X bs
Proteína %	2,11±0,02	10,05
Grasa %	12,20±0,01	58,12
Ceniza %	0,63±0,01	3,02
Carbohidratos %	4,95±0,02	23,57
Fibra %	1,10±0,01	5,24
Humedad %	79,01±0,12	---
Total %	100,00±0,07	100,00
pH	6,41±0,02	
Acidez	0,17±0,01	

Como se observa en el tabla 22 que para acidez se tiene 0,17 la que difiere ligeramente de la leche de coco reportado por Andino y Javier (2012) de 0,22 donde esta acidez, aunque leve garantiza la estabilidad en la bebida elaborada.

La humedad promedio de 79,01% encontrada es menor que la de la leche de coco con

valores de 81,33% reportado por Andino y Javier (2012), esto no favorece a nuestro producto que al tener un valor alto de humedad favorece al crecimiento microbiano, por esta razón ejecutamos el esterilizado a 118°C por 5 minutos a una presión de 15 lb/pulg<sup>2</sup>, tal como lo plantearon Aire y Taípe (2011).

En la Tabla 22 se tiene el porcentaje de cenizas de 0,63% de la bebida donde se ve que es menor en leche de coco y la leche de chocho similares a los reportados por González (2011) quien afirma que esto es por el aumento de la concentración de elementos minerales como el calcio y fósforo, esta característica es favorable en la bebida con relación a la materia prima, contribuyendo de esta manera con el valor nutritivo debido a que son necesarios para el organismo humano, ya que contribuye en la estructuración y mantenimiento de huesos y dientes. La pulpa de chocho es un alimento de origen vegetal que tiene mucha fibra, lo que determina que la bebida debido a la formulación que empleamos garantice la presencia de fibra.

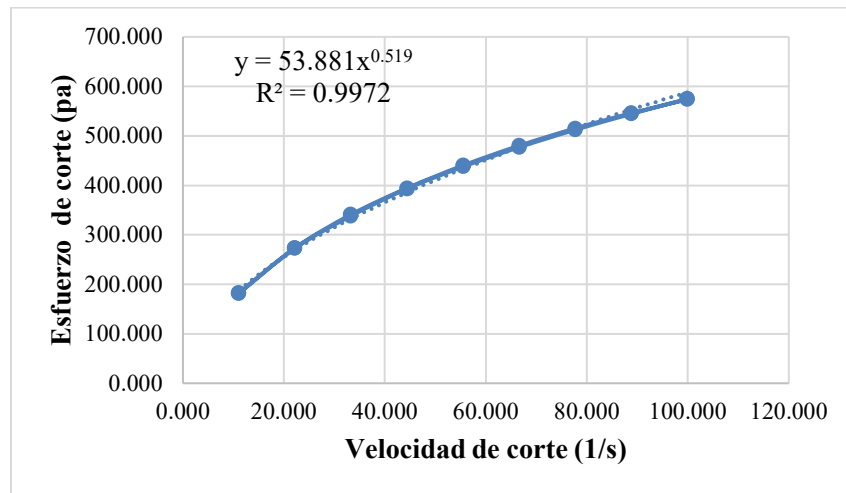
#### **4.4. Características reológicas de la bebida con leche de coco y pulpa de chocho a temperaturas de 5°C, 25°C y 50°C**

En la Tabla 23, tenemos la evaluación de la velocidad de cizalla y esfuerzo de deformación.

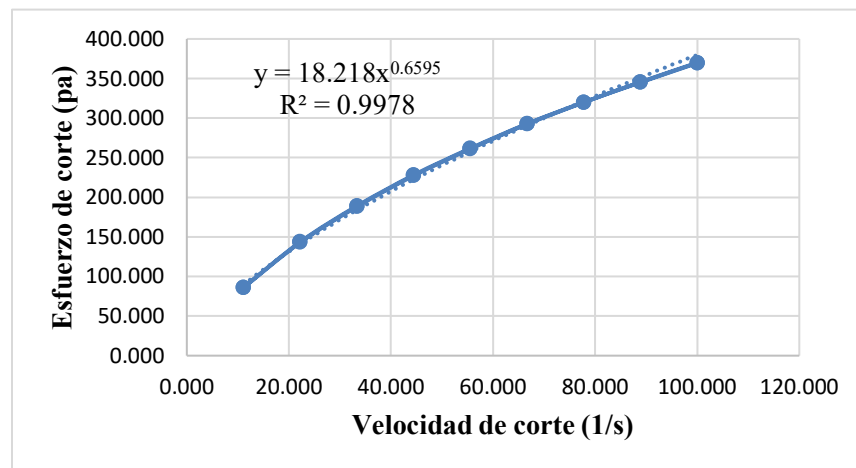
**Tabla 23** Evaluación reológica a 5°C, 25°C y 50°C

5°C		25°C		50°C	
Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo de corte (Pa)	Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo de corte (Pa)	Velocidad de corte (1/s)	Esfuerzo de corte (Pa)
11,116	182,787	11,113	86,097	11,112	56,819
22,222	273,833	22,223	143,672	22,223	99,780
33,334	341,131	33,335	189,052	33,335	135,316
44,449	394,525	44,447	228,121	44,444	166,398
55,558	440,407	55,557	261,815	55,556	194,367
66,669	480,354	66,669	292,871	66,669	219,867
77,779	515,266	77,778	320,047	77,778	243,375
88,891	546,036	88,891	345,125	88,889	265,315
100,005	573,791	100,002	369,564	100,001	285,909
100,002	574,792	100,000	369,898	100,002	275,787
88,891	544,577	88,888	345,637	88,889	255,111
77,778	512,491	77,780	319,831	77,779	233,194
66,667	477,220	66,667	292,431	66,667	209,670
55,556	437,985	55,553	261,071	55,553	184,519
44,443	393,464	44,447	227,289	44,444	157,220
33,332	338,586	33,332	188,126	33,335	126,893
22,219	272,905	22,222	142,990	22,221	92,915
11,108	181,666	11,112	85,898	11,110	52,799

Los datos de la Tabla 23 sirvieron para graficar el comportamiento del fluido en las Figuras 26, 27 y 28 que permitió encontrar los datos de la Tabla 24 donde se tiene el coeficiente de consistencia en  $\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$  (viscosidad aparente) e índice de flujo de la bebida de leche de coco y lactosuero.

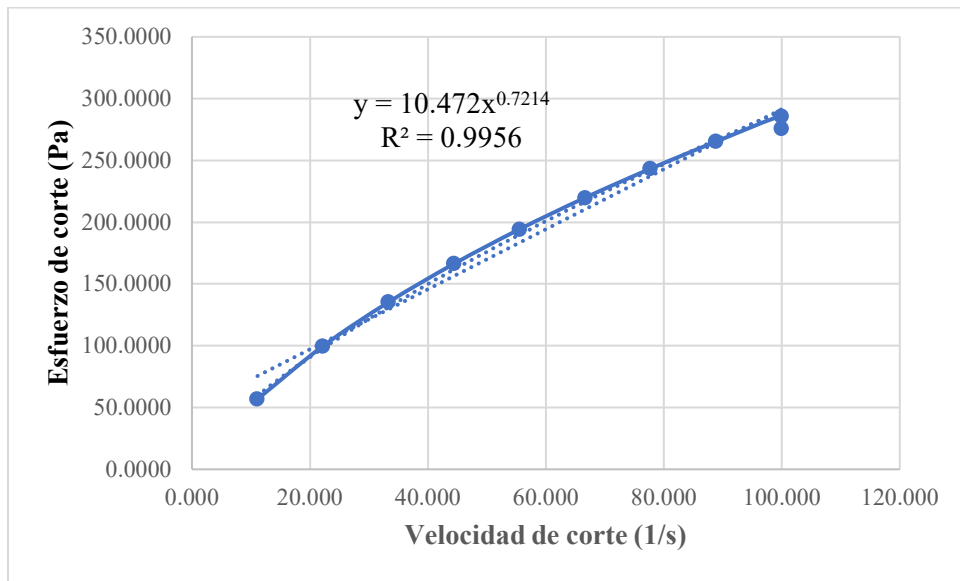


**Figura 25.** Determinación del comportamiento de flujo mediante la viscosidad aparente y el índice de flujo a 5°C.



**Figura 26.** Determinación del comportamiento de flujo mediante la viscosidad aparente y el índice de flujo a 25°C.

En la Tabla 24 se aprecia que la viscosidad aparente disminuye con el incremento de la temperatura en forma muy clara así de  $53,881 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$  a 5°C disminuye a  $10,472 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$  a 50°C, produciéndose el fenómeno de adelgazamiento, por otro lado el índice de flujo se incrementa acercándose a 1, que le da un comportamiento Pseudoplástico a 5°C de 0,519, aumenta a valores de 0,7214 a 50°C.



**Figura 27.** Determinación del comportamiento de flujo mediante la viscosidad aparente y el índice de flujo a 5°C.

**Tabla 24.** Viscosidad aparente (Coeficiente de consistencia) en Pa.s-1 e índice de flujo de la bebida de leche de coco y lactosuero.

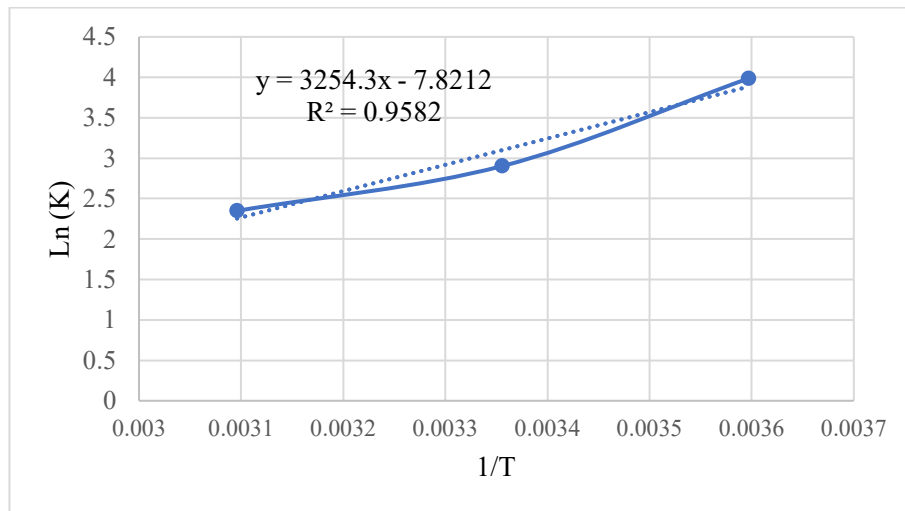
T = 5°C		T = 25°C		T = 50° C	
K (Pa.s <sup>-1</sup> )	,n	K(Pa.s <sup>-1</sup> )	n	K(Pa.s <sup>-1</sup> )	n
53,881	0,519	18,218	0,6595	10,472	0,7214

En la Tabla 25 se tiene el efecto de la temperatura sobre la bebida de leche de coco y lactosuero.

**Tabla 25.** Efecto de la temperatura sobre la bebida de leche de coco y lactosuero.

Temperatura	temperatura (K°)	1/T	K	ln(K)
5	278	0,00359712	53,881	3,98677791
25	298	0,00335570	18,218	2,90241012
50	323	0,00309597	10,472	2,34870502

La Tabla 25 permite realizar la figura 29 donde se tiene la ecuación respectiva que al compararlo con la ecuación de Arrhenius linealizada con el logaritmo neperiano nos permite encontrar la energía de activación tal como lo demostramos en el Anexo 15.



**Figura 28.** Efecto de la temperatura

La energía de activación a diferentes temperaturas originado por las diferentes viscosidades aparentes se tiene en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Energía de Activación del alimento líquido a base de leche de coco con pulpa de chocho a diferentes temperaturas.

Concentración (%)	Coficiente de consistencia (Pa.s)	Energía de Activación (kJ/mol.k)
5	53,881	27,0562
25	18,218	27,0562
50	15,912	27,0562

Se observa que la energía de activación es constante de 5°C hasta los 50°C, esto quiere decir que para poder ver un cambio en la energía de activación es necesario someterlos a temperaturas mayores a las utilizadas en el presente trabajo hasta llegar a que la energía de activación disminuya porque ya no se necesita de mayor energía debido a que el sistema conformado por el fluido dejó el estado estático.

#### 4.5. Análisis microbiológico de la bebida

Los análisis microbiológicos realizados a la bebida no son de carácter preventivo, más por el contrario es un análisis para conocer la carga microbiana, para

establecer en nivel asepsia de la bebida indicándonos se es apta o no para el consumo. Los análisis microbiológicos se tienen en la Tabla 27.

En la Tabla 27 se tiene los resultados del análisis microbiológico, mediante el cual podemos decir que la bebida elaborada se halla por debajo de los límites establecidos para leche de soya evaporada, propuesto por la Sociedad Nacional de Industrias del Perú, donde para la numeración de coliformes debe ser menor a 10 UFC/ml, para numeración de mohos y levaduras es necesario la ausencia y para la numeración de aerobios mesófilos es menor a  $3.5 \times 10^2$  UFC/ml, demostrando que nuestra bebida está por debajo de estos límites.

**Tabla 27.** Análisis microbiológico de la bebida de leche de coco con pulpa de chocho.

Muestras	Aerobios Mesófilos UFC/mL		Coliformes totales UFC/mL		Mohos y levaduras UFC/100mL	
	Resultado de Laboratorio	Requisitos de la norma	Resultado de Laboratorio	Requisitos de la norma	Resultado de Laboratorio	Requisitos de la norma
Leche de coco	$2,8 \times 10^3$	< 30000	$1 \times 10^2$	Ausencia	20	25
Pulpa chocho	$4 \times 10^1$	< 30000	$4.5 \times 10^2$	Ausencia	10	25
Bebida	Ausencia	< 30000	Ausencia	Ausencia	10	25

Los resultados de la Tabla 27 se compararon con la Norma Técnica de la Sociedad Nacional de Industrias del Perú para Bebidas lácteas con suero de leche líquido, debido a que en las normas que se tomó inicialmente como referencia, se toma el método de filtración por membrana y no el de recuento en placa como aplicamos en este trabajo. Los resultados muestran que las bebidas analizadas están por debajo de los límites microbiológicos establecidos en la norma. No existe alguno que sobrepase el límite máximo de REP UFC/mL recuento total de microorganismos aerobios Mesófilos, en las placas compact dry EC no hubo colonias azules que indican la presencia de *Escherichia coli* ni rojas para Coliformes y por último las muestras analizadas tuvieron crecimiento de mohos y levaduras inferiores a lo que establece los requisitos de la Norma.

## V. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se tiene las siguientes conclusiones de acuerdo con los objetivos como sigue:

-Se formulo y elaboró la bebida leche de coco y pulpa de chocho estableciéndose las siguientes operaciones: recepción, formulado, mezclado, pasteurizado, tamizado, envasado, esterilizado, enfriado y almacenado; después de realizar el balance de materia tuvo un rendimiento de 100,54%

-Sensorialmente evaluó las bebidas elaboradas para cada tratamiento y se determinó el mejor tratamiento fue T2 que corresponde a la mezcla de 63,8% de leche de coco, 14,48% de pulpa de chocho y 21,72% de agua, con 0,105 de lecitina de soya y con vainilla y a partir de este valor se calculó sacarosa 2,15%, Lecitina 0,105%, Estabilizante 0,43%, Espesante 2,15% y Vainilla 2,75%

-Las características fisicoquímicas de la bebida con leche de coco y chocho resultado del mejor tratamiento fueron: Proteína  $2,11 \pm 0,02\%$  bh, 10,05% bs; Grasa  $12,20 \pm 0,01\%$  bh; 58,12% bs; Ceniza  $0,63 \pm 0,01\%$  bh, 3,02% bs; Carbohidratos  $4,95 \pm 0,02\%$  bh, 23,57 bs; Fibra  $1,10 \pm 0,01\%$  bh, 5,24% bs; Humedad  $79,01 \pm 0,12$ ; pH  $6,41 \pm 0,02$  y Acidez  $0,17 \pm 0,01$ .

-Las propiedades reológicas de la bebida con leche de coco y chocho más aceptable a temperaturas de 5 °C, 25 °C y 50 °C. fue que se caracterizó como un fluido no Newtoniano con tendencia Pseudoplástica donde el coeficiente de flujo y el índice de consistencia tenia los siguientes valores: a 5 °C  $53,881 \text{ Pa.s}^{-1}$  de viscosidad aparente y 0,519 de índice de flujo a 25 °C  $18,218 \text{ Pa.s}^{-1}$  de viscosidad aparente y 0,6595 de índice de flujo y a 50 °C  $10,472 \text{ Pa.s}^{-1}$  de viscosidad aparente y 0,7214 de índice de flujo, demostrándose que el coeficiente de flujo disminuye con la temperatura y el índice de flujo aumenta disminuyendo su Pseudoplasticidad y finalmente diremos que su energía de activación es  $27,0562 \text{ kJ/mol.K}$ .

-El análisis microbiológico de la bebida nos brinda: Aerobios Mesófilos ausencia de UFC/mL; Coliformes totales ausencia UFC/mL y Mohos y levaduras 10 UFC/100mL estando por debajo de los requisitos de las normas.

## VI RECOMENDACIONES

- Considerar esta bebida en la dieta de niños, ya que posee proteínas, carbohidratos y minerales.
- Realizar un Proyecto prefactibilidad para determinar la viabilidad de producir y hacer su lanzamiento al mercado de esta bebida, además realizar un estudio de vida útil.
- Considerar en la temperatura de almacenamiento de la leche de coco 6°C, para evitar cambios durante el almacenamiento y transporte.
- Considerar los factores previos (pesticidas) y factores posteriores (manipulación) a la recolección del coco, ya que pueden afectar negativamente la calidad del agua de coco, así como las condiciones del almacenamiento.
- Formular diferentes propuestas de nuevos alimentos utilizando el coco como materia prima utilizando el equipo ya disponible en la industria de alimentos donde se realizó este estudio.
- Investigar el uso del mesocarpo y endocarpo del coco, por ejemplo, como combustible (biomasa) para equipos generadores de energía (calderas/turbina), para la elaboración de medios de cultivo o procesos de descomposición biológica para ser utilizado como abono natural o alimento para animales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aire, T. Y. L.; Taípe, C. K. S. (2011). Elaboración y caracterización de bebida esterilizada a partir de *sacha inchi*. Tesis para optar el título de ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Andino, M. J. E., y Javier, B. P. (2012). Estudio de la prefactibilidad de la producción de leche de coco. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador
- AOAC. 1997. Official methods of analysis. AOAC. USA
- Barreto, P. B. S.; Uquillas, S. A. V. (2016). Leche de Chocho. (Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito para la obtención del título de Máster en Administración de Empresas. Universidad San Francisco de Quito).
- Chiabra, P. (2007). Bubbles, drops and particles in non-newtonian fluids. 2a ed., Taylor & Francis, Kanpur, India, 586 pp.
- Diaz, B. C. D.; Martínez, L. E. J. (2015). Evaluación de la vida útil del zumo de coco (*Cocos nucifera*. L) acondicionado con sólidos solubles, empaquetado y pasteurizado. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos. Universidad de Córdoba. Facultad de Ingeniería. Departamento de ingeniería de alimentos. Berástegui – Córdoba
- FAO, VIJAY, K. 2012. Advances in Membrane Processing for Production of Novel Dairy Ingredients. Innovative Trends Dairy Food Products Formulation, 83, 1-232.
- Femond Y.; Robert S. (2003). El cocotero. Editorial Blume. Trad. Angel M. Hernández Cardona. Barcelona.
- Gómez D. R. (2015). La copra, su importancia y problemática en México. Boletín informativo de FIRA. Núm 170. Vol XVII. México.
- González s, J. M. (2011). Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica a base de lactosuero y chocho (*Lupinus mutabilis*) como suplemento alimenticio. (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
- 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.
- NTP 206.011 (1981). Normas técnicas peruanas. Bebidas proteicas a base de frutas y

- vegetales. Lima. Perú
- Orinwood, B. (2003). Los productos del cocotero. Colección FAO. Cuadernos de Fomento Agropecuario. FAO – Roma, Italia.
- Peralta, J. E.; Caicedo, C. (2001). Folleto “El Chocho. Proteína Vegetal y Potencial Económico”. #2. Octubre.
- Peralta, J. E.; Caicedo, C. 2000. Folleto “El Chocho. Procesamiento”. #3. Octubre del 2000.
- Quinstan, L. (2008). Reología de productos alimenticios. (Tesis para obtener el grado de Doctora en Ingeniería Química y Ambiental, Universidad de Santiago de Compostela). 237 p.
- Ramírez, J. (2006). Fundamentos de la reología de alimentos. Cuarta Edición. Cali. Colombia.
- Revilla, A. (2006). Tecnología de la leche. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 396 p.
- Rodríguez, C. H. (2007). Obtención de la leche de coco concentrada. (Tesis para optar título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química Ecuador.
- 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. Universidad de Santiago de Compostela). 402 pag.
- Skendi, A.; Biliaderis, C.G.; Papageorgiou, M.; Izydorczyk, M.S. (2010). Effects of two barley  $\beta$ -glucan isolate on wheat flour dough and bread properties. Food Chemistry. 119, 3, (1)1159–1167.
- Ureña, P. W. 2000. Análisis sensorial de alimentos. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC. Lima Perú.

**ANEXO**

**Anexo 1.** Ficha de evaluación sensorial

**Producto:** Bebida de leche de coco y pulpa de chocho **Fecha:** .....

Código del Panelista.....

Estamos evaluando los tratamientos para elaborar una bebida no tradicional, marcar con una X en la columna de cada tratamiento según su apreciación de cada atributo.

Características y escalas	TRATAMIENTOS											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
<b>1. Color</b>												
Blanco												
Blanco humo												
Crema												
Muy crema												
Crema amarillenta												
Crema pardusca												
Crema oscura												
<b>2. Olor</b>												
Muy agradable a coco												
Agradable a coco												
Ligeramente agradable a coco												
Sin olor a chocho												
Leve a chocho												
Medio a chocho												
Fuerte a chocho												
<b>3. Sabor</b>												
Muy agradable a coco												
Agradable a coco												
Ligeramente agradable a coco												
Indiferente												
Ligeramente desagradable												
Desagradable												
Muy desagradable												
<b>4. Textura y apariencia Gral.</b>												
Homogéneo												
Ligeramente homogéneo												
Ni homogéneo, ni heterogéneo												
Ligeramente con fases												
Con fases no definidas												
Con fases definidas												
Con precipitados												

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

.....  
 .....

## Anexo 2. Color de la bebida

Panel	Niveles de Dilución de leche de coco con pulpa de Chocho																																						
	14,48% chocho+ 21,72% agua + 63,8% de leche de coco									18,10% chocho+ 27,15% agua + 54,75% de leche de coco									21,72% chocho+ 32,58% agua + 45,70% de leche de coco																				
	Niveles de Emulsificante									Niveles de Emulsificante									Niveles de Emulsificante																				
	0,105%			0,21%			0,105%			0,21%			0,105%			0,21%																							
	Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante																							
	Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla																	
	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			T10			T11			T12					
	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3			
	1	5	6	5	5	6	5	5	6	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4		
2	6	5	6	6	5	6	6	5	6	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	3			
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
4	5	4	6	6	4	6	5	4	6	6	4	6	4	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3			
5	5	6	6	5	6	6	5	6	6	5	6	6	4	4	5	6	4	5	4	4	3	5	4	3	4	4	3	5	4	3	4	4	3	5	4	3			
6	5	6	7	5	6	7	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5			
7	5	7	5	5	7	5	5	5	4	5	7	5	5	4	6	5	4	6	3	4	5	3	4	3	3	4	5	3	4	3	3	4	5	3	4	3			
8	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	3	3	5	3	3	5	3	3	4	3	3	5	3	3	4			
9	6	7	5	6	7	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4		
10	5	5	4	5	5	6	5	5	4	5	5	4	5	5	6	5	5	4	4	5	3	4	5	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	
11	5	6	5	5	6	5	5	4	5	5	4	5	3	5	4	3	5	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	
12	6	5	6	6	5	6	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4
X	5,23	5,54	5,38	5,31	5,62	5,54	4,92	4,92	5,08	4,92	4,85	4,92	4,31	4,62	4,69	4,54	4,62	4,62	3,92	3,85	3,92	4,00	3,77	3,69	3,92	3,77	3,85	3,92	3,69	3,62	3,92	3,77	3,85	3,92	3,69	3,62			

### Anexo 3. Análisis de Varianza para Color de la bebida

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Leche coco	12.2244	2	6.1122	401.57	0.0000
B: lecitina soya	1.4641	1	1.4641	96.19	0.0000
C: Vainilla	0.01	1	0.01	0.66	0.4250
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0.796117	2	0.398058	26.15	0.0000
AC	0.0231167	2	0.0115583	0.76	0.4781
BC	0.0245444	1	0.0245444	1.61	0.2154
RESIDUOS	0.395739	26	0.0152207		
TOTAL (CORREGIDO)	14.938	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

### Anexo 4. ANOVA para Color por Tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	14.5556	11	1.32324	83.05	0.0000
Intra grupos	0.3824	24	0.0159333		
Total (Corr.)	14.938	35			

## Anexo 5. Olor de la bebida

Panel	Niveles de Dilución de leche de coco con pulpa de Chocho																																			
	14,48% chocho+ 21,72% agua + 63,8% de leche de coco									18,10% chocho+ 27,15% agua + 54,75% de leche de coco									21,72% chocho+ 32,58% agua + 45,70% de leche de coco																	
	Niveles de Emulsificante									Niveles de Emulsificante									Niveles de Emulsificante																	
	0,105%			0,21%			0,105%			0,21%			0,105%				0,21%																			
	Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante				Con o sin saborizante																			
	Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla								
	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			T10			T11			T12		
r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	
1	5	6	7	7	6	5	5	6	5	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	2	4	3	2	
2	6	6	6	6	7	6	6	5	6	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	3	5	4	5	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	2	3	
3	5	5	5	5	7	5	5	5	7	5	5	5	4	4	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	2	4	2	4	2	
4	5	7	6	6	7	6	7	6	6	6	4	6	4	5	6	5	5	4	5	3	4	4	3	5	4	3	4	4	3	3	2	3	4	4	3	3
5	7	6	6	7	6	6	5	6	6	5	6	6	4	5	5	6	4	5	4	4	5	5	4	5	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	2	3
6	5	6	7	7	6	7	7	5	5	5	6	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4	5	5	3	4	4	3	3	3	3	3	4	2	4	5
7	7	7	7	7	7	7	5	5	7	5	7	5	5	4	6	5	4	6	3	4	5	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	2	3
8	5	6	7	7	6	7	5	5	5	6	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	6	3	5	3	3	5	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2
9	6	7	5	6	7	7	5	7	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	6	4	3	3	4	3	3	4	2	3	4	3	3	4	
10	5	7	7	7	5	6	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	3	4	4	3	2	3	3	2	2	3	
11	5	6	5	7	6	7	5	6	5	5	6	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	6	4	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	2	
12	6	5	6	6	6	6	7	7	7	5	5	5	5	6	5	4	4	5	4	6	5	4	5	5	4	4	3	4	4	3	2	3	3	4	3	
13	7	5	7	7	7	7	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	3	4	3	3	3	2	2	2	
X	5,69	6,08	6,23	6,54	6,38	6,31	5,54	5,62	5,77	5,15	5,15	5,31	4,69	4,85	4,92	4,85	4,69	4,69	4,31	4,46	4,38	4,38	4,31	4,46	3,62	3,54	3,69	3,54	3,38	3,38	2,92	3,08	3,08	2,85	2,85	2,85

**Anexo 6. Análisis de Varianza para Olor - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Leche coco	40.0442	2	20.0221	703.76	0.0000
B: Lecitina soya	3.12111	1	3.12111	109.70	0.0000
C: Vainilla	0.0544444	1	0.0544444	1.91	0.1783
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0.220439	2	0.110219	3.87	0.0337
AC	0.0478389	2	0.0239194	0.84	0.4428
BC	0.146944	1	0.146944	5.16	0.0315
RESIDUOS	0.739706	26	0.0284502		
TOTAL (CORREGIDO)	44.3747	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

**Anexo 7. ANOVA para Olor por Tratamientos**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	44.0344	11	4.00313	282.30	0.0000
Intra grupos	0.340333	24	0.0141806		
Total (Corr.)	44.3747	35			

## Anexo 8. Sabor de la bebida

Panel	Niveles de Dilución de leche de coco con pulpa de Chocho																																				
	14,48% chocho+ 21,72% agua + 63,8% de leche de coco									18,10% chocho+ 27,15% agua + 54,75% de leche de coco									21,72% chocho+ 32,58% agua + 45,70% de leche de coco																		
	Niveles de Emulsificante									Niveles de Emulsificante									Niveles de Emulsificante																		
	0,105%			0,21%			0,105%			0,21%			0,105%				0,21%																				
	Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante			Con o sin saborizante				Con o sin saborizante																				
	Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla				Con vainilla														
	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			T10			T11			T12			
	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	
1	5	6	7	7	6	7	5	6	5	7	7	5	5	5	6	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	2	2	3	2		
2	6	6	6	6	7	6	6	5	6	5	5	7	5	4	5	5	4	5	5	4	3	5	4	5	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	2	3	
3	7	7	5	7	7	7	5	5	7	7	5	7	4	4	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	2	2	2	3	2	2	2		
4	5	7	6	6	7	6	7	6	6	6	7	6	5	5	6	5	5	6	5	3	4	4	3	5	4	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3		
5	7	6	6	7	6	6	7	6	6	5	6	6	5	5	5	6	6	5	4	4	5	5	4	5	3	4	3	3	4	3	3	2	3	3	2	3	
6	5	6	7	7	6	7	7	7	5	7	6	6	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4	5	4	3	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	
7	7	7	7	7	7	7	5	5	7	7	7	5	5	5	6	5	6	6	4	4	5	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	
8	5	6	7	7	6	7	7	7	7	6	7	7	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	4	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	2	3	2	
9	6	7	7	6	7	7	5	7	7	5	7	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	6	4	3	3	4	3	3	4	2	3	2	3	3	3	
10	5	7	7	7	7	6	7	5	6	5	7	6	5	5	5	5	7	4	5	5	5	4	5	5	4	4	3	4	4	3	2	2	3	2	2	3	
11	5	6	5	7	6	7	7	6	5	7	6	7	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	6	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2	2	3	2	
12	6	5	6	6	6	6	7	7	7	7	5	5	5	6	5	5	6	5	4	6	5	4	5	5	4	4	3	4	3	3	2	2	3	3	2	3	
13	7	5	7	7	7	7	5	5	5	7	7	5	4	5	5	6	5	6	4	5	4	4	5	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	2	2	2	2
X	5,85	6,23	6,38	6,69	6,54	6,62	6,15	5,92	6,08	6,23	6,31	5,92	4,85	4,92	5,08	5,23	5,31	5,15	4,38	4,54	4,46	4,31	4,38	4,54	3,54	3,46	3,62	3,38	3,23	3,15	2,69	2,54	2,62	2,46	2,38	2,54	

**Anexo 9. Análisis de Varianza para Sabor - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Leche coco	64.5839	2	32.292	1579.12	0.0000
B: Lecitina soya	3.22801	1	3.22801	157.85	0.0000
C: Vainilla	0.0312111	1	0.0312111	1.53	0.2277
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0.510106	2	0.255053	12.47	0.0002
AC	0.396706	2	0.198353	9.70	0.0007
BC	0.0784	1	0.0784	3.83	0.0610
RESIDUOS	0.531683	26	0.0204494		
TOTAL (CORREGIDO)	69.36	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

**Anexo 10. ANOVA para Sabor por Tratamientos**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	68.9415	11	6.26741	359.39	0.0000
Intra grupos	0.418533	24	0.0174389		
Total (Corr.)	69.36	35			

## Anexo 11. Apariencia general de la bebida

Panel	Niveles de Dilución de leche de coco con pulpa de Chocho																																			
	14,48% chocho+ 21,72% agua + 63,8% de leche de coco										18,10% chocho+ 27,15% agua + 54,75% de leche de coco										21,72% chocho+ 32,58% agua + 45,70% de leche de coco															
	Niveles de Emulsificante										Niveles de Emulsificante										Niveles de Emulsificante															
	0,105%					0,21%					0,105%					0,21%					0,105%					0,21%										
	Con o sin saborizante					Con o sin saborizante					Con o sin saborizante					Con o sin saborizante					Con o sin saborizante					Con o sin saborizante										
	Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla			Sin Vainilla			Con vainilla		
	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			T10			T11			T12		
	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3
1	5	6	7	5	6	5	5	6	7	5	7	5	4	5	7	7	5	4	4	3	4	7	7	4	6	6	4	4	3	4	4	3	4	4	5	4
2	6	5	6	6	5	6	6	7	6	7	5	5	5	7	5	5	4	5	5	4	7	5	4	7	5	4	5	5	4	5	5	4	3	4	4	3
3	7	5	7	5	7	7	7	5	5	5	5	7	7	6	7	7	4	4	7	4	4	7	4	4	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
4	5	4	6	6	4	6	5	7	6	6	7	6	7	5	7	7	5	7	4	7	4	7	7	7	4	6	4	4	5	5	4	4	3	4	3	3
5	5	6	6	7	6	6	7	6	6	5	6	6	7	7	5	6	7	5	7	4	7	5	4	7	6	4	5	5	4	3	4	4	3	5	4	5
6	7	6	7	7	6	7	5	5	5	5	4	7	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4	5	7	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5
7	5	7	5	7	7	5	5	5	7	5	7	5	5	7	6	5	7	6	7	4	5	7	7	7	6	4	5	5	4	5	4	4	5	3	4	5
8	5	5	5	7	6	7	5	5	5	5	7	7	5	5	5	5	5	5	3	7	5	7	7	5	6	7	5	5	5	4	3	3	5	3	3	4
9	6	7	5	6	7	7	7	7	5	7	5	5	7	5	7	5	5	4	7	7	7	7	7	6	6	6	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4
10	7	7	7	7	7	6	5	5	7	5	5	7	5	5	6	5	5	7	4	5	7	7	5	7	4	6	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3
11	5	6	5	5	6	7	5	7	5	7	7	5	7	5	6	3	5	4	7	7	4	3	6	6	6	7	4	5	5	4	4	3	4	3	3	4
12	6	7	6	6	5	6	7	5	5	7	5	7	4	7	5	4	4	5	7	7	7	4	7	7	4	6	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	6	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4
X	5,69	5,85	5,92	6,08	5,92	6,15	5,69	5,77	5,69	5,69	5,77	5,92	5,54	5,69	5,77	5,23	5,08	5,08	5,46	5,31	5,38	5,77	5,69	5,85	5,54	5,54	4,46	4,38	4,31	4,38	4,08	3,77	3,77	3,85	3,85	3,92

**Anexo 12. Análisis de Varianza para Apariencia general - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Leche coco	15.248	2	7.624	129.35	0.0000
B: Lecitina soya	0.804011	1	0.804011	13.64	0.0010
C: Vainilla	0.111111	1	0.111111	1.89	0.1815
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	1.79167	2	0.895836	15.20	0.0000
AC	0.484706	2	0.242353	4.11	0.0281
BC	0.634678	1	0.634678	10.77	0.0029
<b>RESIDUOS</b>	1.53244	26	0.05894		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	20.6066	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

**Anexo 13. ANOVA para Apariencia por Tratamientos**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	19.605	11	1.78227	42.70	0.0000
Intra grupos	1.00167	24	0.0417361		
Total (Corr.)	20.6066	35			

**Anexo 14. Resultado del análisis fisicoquímico de la bebida de leche de coco y pulpa de chocho.**

<b>Componente</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>X bh</b>	<b>DE</b>	<b>X bs</b>
Proteína %	2.11	2.09	2.13	2.11	0.02	10.05
Grasa %	12.21	12.19	12.20	12.20	0.01	58.12
Ceniza %	0.64	0.63	0.62	0.63	0.01	3.02
Carbohidratos %	4.96	4.93	4.95	4.95	0.02	23.57
Fibra %	1.11	1.10	1.09	1.10	0.01	5.24
Total %	21.03	20.94	20.99	20.99	0.05	100.00
pH	6.56	6.54	6.55	6.55	0.01	
Acidez	0.18	0.20	0.19	0.19	0.01	
Humedad %	79.07	78.85	78.84	78.92	0.13	

### Anexo 15. Cálculo de la Energía de Activación para la variación de la Temperatura

Ecuación de Arrhenius:

$$\eta = \eta_0 \cdot \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right)$$

- Linealizada tomaría la siguiente forma:

$$\ln(\eta) = \ln(\eta_0) - E_a/RT$$

Dónde:

$$\underbrace{\ln(\eta)}_Y = \underbrace{\ln(\eta_0)}_a - \underbrace{E_a/R}_b \underbrace{(1/T)}_x$$

- Comparando esta última expresión con los miembros de nuestra ecuación del efecto de la temperatura en la viscosidad de la solución de pectina.

$$Y = 3488.4x - 7.874 \text{ en la figura 40}$$

- Generando las siguientes igualdades:

$$\ln(\eta_0) = 7.874$$

$$E_a/R = 3488.4 \text{ (Donde } E_a = \text{ Energía de Activación)}$$

**Siendo R= 8.314 Jmol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>**

$$\frac{E_a}{8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}} = 3488.4$$

$$E_a = 29002.56 \frac{\text{J}}{\text{mol.k}}$$