UNIVERSIDAD NACIONAL

JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

USO DE QUIMOSINA EN EL DESARROLLO DE UN MÉTODO RÁPIDO DE ELABORACIÓN DE LECHE CONDENSADA

PRESENTADO POR:

ELFER ORLANDO OBISPO GAVINO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

ASESOR:

MSc. BENIGNO FÉLIX DUEÑAS SÁNCHEZ

HUACHO - 2021

TÍTULO

ELFER ORLANDO OBISPO GAVINO

TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: MSc. BENIGNO FÉLIX DUEÑAS SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS
HUACHO
2021

DEDICATORIA

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi ser y por aproximarme a las personas que han sido mi apoyo y compañía a lo largo de mi vida.

A mi padre, Aníbal Obispo Valerio, que desde el cielo guía mi camino, quien me enseñó a valorar los logros de un gran esfuerzo, por haber sido un ejemplo y haberme dado palabras de aliento en los momentos difíciles, a mi madre Saturnina Gavino Gremios, por convertir los malos pasos en momentos de reflexión, por todo su amor, apoyo, comprensión y sacrificio.

A mi esposa Julia y mis hijas Karen, María y Patricia, por su apoyo incondicional, por su comprensión, por su amor, afecto y fuerza, por entenderme y apoyarme en todo momento, compartiendo mis alegrías y haciendo feliz cada instante de mi vida.

Elfer Orlando Obispo Gavino

AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi agradecimiento especial a mi asesor, el Msc. Benigno Félix Dueñas Sánchez, por su orientación y apoyo.

Agradecer a los miembros de mi comité, por sus valiosas sugerencias que ayudaron a mejorar la presente investigación.

A mis padres, familia, compañeros y amigos, por dedicación, aliento y apoyo constante para la culminación de esta tesis.

Elfer Orlando Obispo Gavino

ÍNDICE

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTO iv

RESUMEN xiii

ABSTRACT xiv

CAPÍTULO I 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1 Descripción de la realidad problemática 1

1.2 Formulación del problema 1

1.2.1 Problema general 1

1.2.2 Problemas específicos 1

1.3 Objetivos de la investigación 2

1.3.1 Objetivo general 2

1.3.2 Objetivos específicos 2

1.4 Justificación de la investigación 2

1.5 Delimitaciones del estudio 3

1.5.1. Delimitación Espacial 3

1.5.2. Delimitación Temporal 3

1.6 Viabilidad del estudio 3

CAPÍTULO II 5

MARCO TEÓRICO 5

2.1 Antecedentes de la investigación 5

2.1.1 Investigaciones internacionales 5

2.1.2 Investigaciones nacionales 7

2.2 Bases teóricas 8

2.2.1. Definición y composición de la leche condensada 8

2.2.1.1. Materia prima y aditivos empleados en la producción de leche condensada: 9

2.2.1.2. Clasificacion 10

2.2.1.3. Requisitos generales 10

2.2.1.4. Requisitos microbiológicos 10

2.2.1.5. Requisitos físico químicos 11

2.2.1.6. Métodos de Producción 11

2.2.1.7. Deterioro microbiano 15

2.2.1.8. Defectos de la leche condensada azucarada 16
2.2.2. La Quimosina y coagulación de la leche 20
2.2.3. Metodología Taguchi 23
2.2.4. Evaluación sensorial 27
2.2.5. Tiempo de vida útil 33
2.3 Bases filosóficas 39
2.4 Definición de términos básicos 40
2.5 Hipótesis de investigación 40
2.5.1 Hipótesis general 40
2.5.2 Hipótesis específicas 40
2.6 Operacionalización de las variables 41
CAPÍTULO III **42**
METODOLOGÍA **42**
3.1 Diseño metodológico 42
3.1.1. Diseño experimental: 42
3.1.2. Desarrollo de la parte experimental 51
3.1.3. Evaluación sensorial 54
3.1.4. Análisis físico-químico, microbiológico de la materia prima y producto terminado. 61
3.1.5. Rendimiento 62
3.2 Población y muestra 62
3.2.1 Población 62
3.2.2 Muestra 62
3.3 Técnicas de recolección de datos 62
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información 63
CAPÍTULO IV **64**
RESULTADOS **64**
4.1 Análisis de resultados 64
4.1.1. Etapa I: Obtención de la cuajada soluble 64
4.1.2. Etapa II: Diseño experimental de la mezcla base 71
4.1.3. Caracterización sensorial 87
4.1.3.2. Evaluación sensorial de la leche condensada obtenidas mediante la utilización de cuajada de leche mediante el método CATA. 97
4.1.4. III Etapa: Determinación de vida útil de la leche condensada mediante análisis sensorial 106

4.1.5. Comparación del tiempo de proceso del método rápido de elaboración de leche condensada mediante el uso de quimosina respecto al método tradicional. 112

4.1.6. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la leche condensada 113

4.2 Contrastación de hipótesis 114

CAPÍTULO V **118**

DISCUSIÓN **118**

5.1 Discusión de resultados 118

5.1.1. Optimización de la obtención y acondicionamiento de la cuajada soluble mediante el método Taguchi 118

5.1.3. Caracterización sensorial 122

CAPÍTULO VI **126**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **126**

6.1 Conclusiones 126

6.2 Recomendaciones 127

REFERENCIAS **128**

ANEXOS **132**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de leche condensada. 9
Tabla 2. Requisitos microbiológicos 10
Tabla 3. Requisitos físico químicos 11
Tabla 4. Algunas de las características físicas de la lactosa 18
Tabla 5. Ecuación para los parámetros de calidad en función del tiempo para distintos órdenes de reacción. 39
Tabla 6. Operacional de las variables 41
Tabla 7.Factores y niveles del Arreglo Ortogonal L_9 (3^3) 44
Tabla 8. Arreglo Ortogonal L_9 (3^3) del método Taguchi 45
Tabla 9 . Matriz entregada por el programa Design Expert 12, para la optimización de fórmula, ingredientes de la matriz variable 47
Tabla 10. Dominio experimental inicial para la formulación de la leche condensada. 48
Tabla 11. Frecuencia de muestreo en la evaluación sensorial de leche condensada. 49
Tabla 12. Niveles de calidad, valoración verbal y numérica. 50
Tabla 13. Concentraciones de disoluciones empleadas en test de sabores básicos 56
Tabla 14. Concentración de las soluciones saladas, dulce y acido, junto al porcentaje de acierto para su detección. 57
Tabla 15. Concentración de las soluciones patrón 58
Tabla 16. Productos evaluados con su respectiva diferencia aplicada 58
Tabla 17. Criterios de selección de panelistas 59
Tabla 18. Efectos medios de los factores sobre el Rendimiento 65
Tabla 19. Efecto de los factores principales sobre la Media y la relación S/R del rendimiento de cuajada soluble 66
Tabla 20. ANOVA de las fuentes de variación para las respuestas Rendimiento y señal/ruido 66
Tabla 21. Efectos medios de los factores sobre la consistencia 68
Tabla 22. Efectos medios de los factores sobre la consistencia 69
Tabla 23. Análisis de varianza de medias y relaciones S/R para la variable respuesta consistencia 69
Tabla 24. Resultados de aceptabilidad sensorial de leche condensada de las formulaciones experimentales 71
Tabla 25. ANOVA de los modelos predictivos aplicados a la Aceptabilidad sensorial 72
Tabla 26. ANOVA del modelo cuadrático para la aceptabilidad sensorial. 72

Tabla 27. Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la Aceptabilidad sensorial de leche condensada. 73
Tabla 28. Resultados de la densidad de la leche condensada en las formulaciones experimentales 75
Tabla 29. ANOVA de los modelos predictivos aplicados a la densidad. 76
Tabla 30.ANOVA del modelo cuadrático la variable respuesta densidad. 76
Tabla 31.Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la densidad de leche condensada..... 77
Tabla 32. Resultados de la viscosidad de la leche condensada en los tratamientos experimentales 79
Tabla 33. ANOVA de los modelos predictivos aplicados a la viscosidad. 80
Tabla 34. ANOVA del modelo lineal la variable respuesta viscosidad. 80
Tabla 35. Coeficientes de regresión del modelo cuadrático para la variable respuesta viscosidad de leche condensada. 81
Tabla 36. *Limites inferiores, objetivos y superiores para la determinación de la zona de formulación factible.* 83
Tabla 37. *Mezclas obtenidas tras la optimización simultánea de respuestas* 84
Tabla 38. Valores de intensidad de los atributos 88
Tabla 39. Resumen de las tres clases que componen el Dendrograma 93
Tabla 40. Centroides de las clases para las 18 leches condensadas según las tres clases. . 93
Tabla 41. Resumen de las tres clases que componen el Dendrograma 95
Tabla 42. Centroides de las puntuaciones para las 18 leches condensadas según las tres clases..... 95
Tabla 43. Prueba Q de Cochran para determinar diferencias en los atributos y Comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de McNemar 98
Tabla 44. Tabla de contingencia creada a partir de los datos CATA 99
Tabla 45. Prueba de independencia entre las filas (producto) y columnas (atributo) 99
Tabla 46. Valores propios y porcentajes de inercia 100
Tabla 47. Tabla de comparación..... 103
Tabla 48. Resumen de la etapa elección de panelistas. 107
Tabla 49. Descriptores de atributos de la leche condensada. 108
Tabla 50. Tabla final del test de valoración de calidad con escala de Karlsruhe para la leche condensada 109
Tabla 51. Calificación por atributo de leche condensada a 20 ° C. 110

Tabla 52.- Calificación por atributo de leche condensada a 30°C. 110
Tabla 53. Calificación por atributo de leche condensada a 40°C. 110
Tabla 54. Vida útil experimental de atributos sensoriales según punto de corte. 111
Tabla 55. Vida útil por atributo sensorial a 21°C en base al límite de comercialización y comestibilidad. 111
Tabla 56. Valor de Q_{10} a 21 °C para cada atributo evaluado 111
Tabla 57. Comparación de tiempos de producción para la elaboración de leche condensada por el método rápido y el tradicional 112
Tabla 58. Análisis microbiológico de la leche condensada 113
Tabla 59. Análisis fisicoquímicos de la leche condensada optima y el patrón utilizado .. 113
Tabla 60. Contraste de hipótesis específica 1 114
Tabla 61. Comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Nemenyi / Prueba bilateral 115
Tabla 62. Contraste de hipótesis específica 1 116
Tabla 63. Contraste de hipótesis específica 3 - Prueba de Friedman 117
Tabla 64. Comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Nemenyi/Prueba bilateral: 117
Tabla 65. Parámetros óptimos para la obtención de cuajada soluble 119
Tabla 66. Parámetros óptimos para la consistencia 120
Tabla 67. Coeficientes de determinación R^2 de atributos sensoriales a cada temperatura 138
Tabla 68: Constantes de velocidad de reacción de los atributos evaluados a cada temperatura. 139
Tabla 69.Parámetros cinéticos atributos sensoriales Energías de activación (E_A) y factores pre-exponenciales (k_0). 140
Tabla 70. Constantes de velocidad de reacción recalculados K de atributos sensoriales .. 141
Tabla 71:. Vida útil experimental atributos sensoriales según punto de corte 141
Tabla 72: Valores de vida útil para 21°C. 142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Esquema de procesamiento para la leche condensada a partir de leche fresca.(Nieuwenhuijse, 2011) 13
Figura 2: Leche condensada azucarada recombinado Propuesto por Nieuwenhuijse (2011) 14
Figura 3. β-lactosa anhidro 18
Figura 4. Estructura de la micela de caseína 22
Figura 5: Principales clases de procedimientos de prueba sensorial. 28
Figura 6: Curvas cinéticas de deterioro 38
Figura 7: Esquema de la metodología experimental a seguir en la obtención de leche condensada 43
Figura 8. Esquema experimental de aceptabilidad general de la leche condensada durante su almacenamiento 49
Figura 9 : Diagrama de flujo de la producción de leche condensada 53
Figura 10. Efectos principales de los factores sobre el rendimiento 67
Figura 11: Efectos principales para las relaciones S/R 67
Figura 12: Efectos principales para la consistencia 70
Figura 13: Efectos principales para las relaciones S/R 70
Figura 14. Gráfica de contornos(a) y de superficie (b) para la aceptabilidad sensorial de la leche condensada 74
Figura 15. Gráfica de contornos (a) y de superficie de respuesta (b) para la densidad de la leche condensada 78
Figura 16: Gráfica de contornos(a) y de superficie de respuesta(b) para la viscosidad de la leche condensada 82
Figura 17: Región optima y localización numérica de la solución 1 de mezclas 85
Figura 18: Región optima y localización numérica de la solución 2 de mezclas 85
Figura 19: Región optima y localización numérica de la solución 3 de mezclas 86
Figura 20: Región optima y localización numérica de la solución 4 de mezcla 86
Figura 21. Análisis de Componentes Principales sobre la matriz de covarianza de los puntajes promedio de los atributos evaluados por los consumidores utilizando escalas de intensidad: (a) Círculo de correlaciones de los atributos evaluados, (b) Posición de las muestras en el mapa sensorial y (c) factores con interacción (Producto x atributo) 90

Figura 22. Dendrograma de las muestras truncado en tres clases mediante la Clasificación Ascendente Jerárquica 92
Figura 23. Dendrograma de los consumidores truncado en tres clases mediante la Clasificación Ascendente Jerárquica 94
Figura 24. Preferencias por los distintos tratamientos de leche condensada de cada tipo de perfil de consumidores. 96
Figura 25. Mapa de preferencias y gráfico de contornos 97
Figura 26. Gráfico de sedimentación de las preguntas CATA 100
Figura 27. Representación de las muestras de leche condensada, el producto ideal (Nestlé) y los términos en la primera y segunda dimensión del análisis de correspondencia de los datos del método CATA del estudio 101
Figura 28. Análisis de componentes principales de los datos del método CATA para aceptabilidad sensorial. 102
Figura 29. Frecuencias con las que ocurre P(No)|(Si) y P(Si)|(Si) en cada atributo. 102
Figura 30. Representación de los efectos sobre la media (imprescindibles) 104
Figura 31. Efectos sobre la media vs % (atributos necesarios) 104
Figura 32. Representación de los efectos sobre la media (atributos negativos) 105
Figura 33. Efectos sobre la media vs % (atributos negativos) 105
Figura 34. Efectos sobre la media vs % (Necesario e Interesante) 106
Figura 35. Curva de velocidad orden cinético uno “Consistencia” a 20°C. 139
Figura 36. Variación de la constante de velocidad de reacción K con la temperatura atributo consistencia. 140
Figura 37. Gráfico vida útil en función de las temperaturas. 142

RESUMEN

Objetivo: Diseñar y evaluar un método rápido de elaboración de leche condensada, mediante la utilización de quimosina, que sea sensorialmente aceptable y estable durante su almacenamiento. **Materiales y Métodos**: El trabajo comprendió tres etapas: 1) Obtención y acondicionamiento de la cuajada, se utilizó la metodología Taguchi, con un arreglo ortogonal L9 (33), evaluó el efecto de la Temperatura y tiempo de pasteurización, Temperatura y tiempo de coagulación y relación % citrato: % polifosfato sobre el rendimiento y la consistencia, 2) Obtención de la mezcla optima, se utilizó el diseño de mezcla D-óptimal, para evaluar el efecto de la cuajada, esencia, citrato de sodio- polifosfato de sodio, goma de xantana y sacarosa, sobre la aceptabilidad, densidad y viscosidad y 3) Determinación del tiempo de vida útil, se utilizó para ello el Test de valoración de calidad con escala Karlsruhe. **Resultados:** Los parámetros de obtención de cuajada soluble fueron: Pasteurización de la leche a 68°C por 10 minutos, Coagulación de la leche a 36°C por 25 minutos y Relación (% de Citrato de sodio: % de polifosfato de sodio) de 90:10; La mezcla optima: Concentración de citrato-polifosfato 0.1687%, esencia de leche condensada 0.1884%, Goma xantana 0.06%, cuajada de leche 59.08% y sacarosa 40,50%; La vida útil de la leche condensada a 21°C fue establecida por el atributo limitante sabor, alcanzan-do 235 días (7,8 meses).**Conclusiones**: El producto propuesto se presenta como una alternativa prometedora, ya que la composición, características físico químicas y microbiológicas como: Proteínas (8,2%), Humedad (27,2 %), Cenizas (1,8 %), Grasa (8,6 %) y Carbohidratos (53,2%), Viscosidad de 2184cP, mohos y levaduras recuento menor a 10 U.F.C./g, fueron similares en comparación con el producto tradicional.

Palabras claves: Cuajada de leche, Quimosina, leche condensada

ABSTRACT

Objective: To design and evaluate a rapid method of making condensed milk, using chymosin, that is sensory acceptable and stable during storage. Materials and Methods: The work comprised three stages: 1) Obtaining and conditioning the curd, the Taguchi methodology was used, with an orthogonal arrangement L9 (33), it evaluated the effect of temperature and pasteurization time, temperature and coagulation time and% citrate:% polyphosphate ratio on yield and consistency, 2) Obtaining the optimal mixture, the D-optimal mixture design was used to evaluate the effect of curd, essence, sodium citrate-sodium polyphosphate, Xanthan gum and sucrose, on acceptability, density and viscosity and 3) Determination of the useful life time, the Quality Assessment Test with Karlsruhe scale was used for this. Results: The parameters for obtaining soluble curd were: Pasteurization of milk at 68 ° C for 10 minutes, Coagulation of milk at 36 ° C for 25 minutes and Ratio (% of sodium citrate:% of sodium polyphosphate) of 90:10; The optimal mixture: Citrate-polyphosphate concentration 0.1687%, condensed milk essence 0.1884%, Xanthan gum 0.06%, milk curd 59.08% and sucrose 40.50%; The shelf life of condensed milk at 21 ° C was established by the limiting attribute flavor, reaching 235 days (7.8 months). Conclusions: The proposed product is presented as a promising alternative, since the composition, physical characteristics chemical and microbiological such as: Proteins (8.2%), Moisture (27.2%), Ash (1.8%), Fat (8.6%) and Carbohydrates (53.2%), Viscosity of 2184cP, molds and yeast count less than 10 CFU / g, were similar compared to the traditional product.

Keywords: Milk curd, Chymosin, condensed milk.

INTRODUCCIÓN

La leche condensada es un producto muy utilizado en las cocinas industriales y consumido por personas de diferentes clases sociales. Está constantemente presente en la mesa del consumidor y en las cocinas industriales, en forma de productos para panadería, repostería y helados comestibles. La producción de leche condensada a partir de cuajada de leche puede considerarse una gran alternativa a los postres de bajo costo.

En todas las actividades relacionadas con el sector de la alimentación, ya sea fuera de los hogares (restaurantes y cafeterías) o de venta de productos (bodegas, mercados y supermercados), la palabra innovación es una constante en el vocabulario de los responsables de estas empresas. El mayor desafío es, por tanto, estar al tanto y en constante búsqueda de las nuevas demandas y tendencias de los consumidores en el Perú y en el mundo.

Cada vez más impulsados por las necesidades de las cocinas industriales, las industrias de alimentos y bebidas avanzan en traer alternativas para agregar valor e innovar productos para conquistar a sus clientes en un mercado que está en constante transformación, ya sea a través de la demanda de los clientes, productos más competitivos, menor generación y / o valorización de residuos.

El objetivo de este trabajo fue diseñar y evaluar un método rápido de elaboración de leche condensada, mediante la utilización de quimosina, que sea sensorialmente aceptable y estable durante su almacenamiento, en sustitución de la leche condensada, para su uso en la elaboración de postres lácteos. De esta forma, se pretende hacer el producto más competitivo en el mercado y con características similares al utilizado tradicionalmente.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La problemática del presente trabajo de investigación muestra la necesidad de crear un nuevo método de producción de leche condensada azucarada a partir de cuajada de leche, obtenida por coagulación enzimática de la leche mediante la utilización de quimosina, logrando con ello separar el suero (con alto contenido en lactosa, proteínas del suero y agua) con lo cual se controlaría los problemas de cristalización de la lactosa, espesamiento por almacenamiento prolongado y el efecto del calor sobre las proteínas del lactosuero, además se obviaría el proceso de evaporación , lográndose con ello reducir el costo de producción y disminuir el tiempo de proceso, consiguiendo con ello el incremento de la productividad y rentabilidad.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Sera posible diseñar y evaluar un método rápido de elaboración de leche condensada, mediante la utilización de quimosina, que sea sensorialmente aceptable y estable durante su almacenamiento?

1.2.2 Problemas específicos

a. ¿Cuál es el proceso tecnológico óptimo que permita obtener una leche condensada a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina?

b. ¿Se podrá determinar en qué medida el uso de quimosina en un método rápido de elaboración de leche condensada contribuye a reducir el tiempo de proceso en comparación al método convencional?

c. ¿Se podrá analizar y evaluar las características físicas, químicas, microbiológica, sensoriales y vida útil de la leche condensada obtenida a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar y evaluar un método rápido de elaboración de leche condensada, mediante la utilización de quimosina, que sea sensorialmente aceptable y estable durante su almacenamiento.

1.3.2 Objetivos específicos

a. Determinar el proceso tecnológico óptimo que permita obtener una leche condensada a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina.
b. Determinar en qué medida el uso de quimosina en un método rápido de elaboración de leche condensada contribuye a reducir el tiempo de proceso en comparación al método tradicional.
c. Analizar y evaluar las características físicas, químicas, microbiológica, sensoriales y vida útil de la leche condensada obtenida a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina.

1.4 Justificación de la investigación

La leche condensada es un producto la concentración por evaporación parcial de la leche líquida a la que se añade la sacarosa y pequeña concentración de lactosa seguida de un envasado. Se produce cuando la leche se concentra a la mitad de su volumen por eliminación del agua en un evaporador de vacío. Esta concentración se lleva a cabo con gasto enorme de recursos económicos, además se da la reacción de Maillard originando un color no muy aceptable y la formación de cristales de lactosa demasiados grandes, si durante el proceso no se toman medidas adecuadas como realizar siembras de lactosa en el proceso, pues la leche condensada presenta una consistencia semilíquida, color amarillo uniforme, clara, con olor y sabor fresco y limpio.

La leche condensada azucarada tiene una alta aceptación en el consumidor y uno de los derivados lácteos que es importado por el Perú, el motivo de su importación es el costo

de producción, la cual es alta con la tecnología actual, la cantidad importada es solo superado por la leche en polvo, motivo por la cual esta investigación tiene el propósito de evaluar un nuevo método de producción, donde se utiliza la quimosina en la coagulación de la leche con lo que se lograra separarlo en dos fases, una fase acuosa constituida por el suero el cual está constituido principalmente por agua, lactosa y proteína del suero y otra fase insoluble constituida principalmente por caseína en forma de para caseinato de calcio, parte de la grasa de la leche y pequeña cantidad de suero.

.

El logro del objetivo planteado permitirá obtener beneficios como: mayor rendimiento en el proceso, ahorro de energía por ende menor costo de producción, menor tiempo en la disminución del agua, reducción de lactosa causante de la cristalización de la lactosa en el producto, mayor uniformidad y calidad del producto, menor tiempo de proceso y automatización del proceso de elaboración.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1. Delimitación Espacial

En la investigación “Uso de quimosina en el desarrollo de un método rápido de elaboración de leche condensada”, las evaluaciones a nivel de laboratorio y el estudio de aceptabilidad del producto final se realizó en el Laboratorio de Procesos e Ingeniería de alimentos de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambientales y el laboratorio de Control de calidad de alimentos de la Facultad de Bromatología y Nutrición de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión ubicado en la ciudad de Huacho, provincia de Huaura perteneciente a la Región Lima provincias.

1.5.2. Delimitación Temporal

La investigación “Uso de quimosina en el desarrollo de un método rápido de elaboración de leche condensada” se desarrolló entre los meses de abril a diciembre del 2019.

1.6 Viabilidad del estudio

La producción de leche en la zona del proyecto (establo de nuestra universidad y el valle de Huaura), ha motivado que se realice una investigación con la finalidad de aprovechar

esta materia prima. En cuanto a la viabilidad del estudio se debe manifestar que el “Uso de quimosina en el desarrollo de un método rápido de elaboración de leche condensada”, será viable por cuanto se cuenta con el apoyo de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambientales y de la Facultad de Bromatología y Nutrición de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, los cuales cuenta con laboratorios equipados para las determinaciones de las características y componentes de la materia prima y producto final.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Viera da silva (2016), en su tesis "***Desarrollo de una mezcla de leche a base de suero de leche para reemplazar la leche condensada para su uso en la producción de postres industriales***", cuyo objetivo fue desarrollar una mezcla láctea a base de suero que sustituya a la leche condensada para su uso en la elaboración de postres lácteos industriales. Se probaron formulaciones, alcanzando una mezcla adecuada con características aptas para la aplicación en la fabricación de dulces industriales. La leche condensada elaborada con suero en polvo parcialmente desmineralizado se sometió a determinaciones de propiedades físico-químicas, con fines comparativos. Las características evaluadas fueron pH, humedad, acidez titulable, actividad de agua, sólidos solubles y viscosidad. Los análisis mostraron que la mezcla de leche a base de suero presentó valores similares a la tradicional. Otras características como color, sabor, aroma y viscosidad también fueron similares a la tradicional. Por tanto, el producto propuesto se presenta como una alternativa prometedora, ya que proviene de una materia prima de menor costo en comparación con el producto tradicional, además de agregar valor a un subproducto de la producción de queso.

Crespo (2016)en su tesis *"**Efecto de la temperatura de cuajado de la leche sobre el rendimiento quesero, la composición química y la valoración sensorial de quesos frescos de cabra**"*, evaluó la influencia de la temperatura de coagulación en la composición química, el rendimiento y las propiedades sensoriales del queso. Para ello estudio el efecto de dos temperaturas distintas a 32ºC. El primero a una temperatura 30ºC

y el segundo a una temperatura de 34ºC, ambas por un periodo de un mes. Se determinó un análisis proximal de la leche, suero y del queso. Se controlo la temperatura, el tiempo y pH en toda la producción. Además, se evaluó el rendimiento y las preferencias sensoriales de los quesos. Los resultados mostraron solo significancia estadística en el % de grasa de los quesos donde la coagulación fue de 34ºC, y no encontró significancia en las temperaturas (30 y 34°C) de coagulación sobre las características físicas, químicas y sensoriales del queso.

Mendes y Furtado (2013), en la investigación "***Optimización del proceso de la producción de leche condensada utilizando preconcentración por membrana***",cuyo objetivo fue evaluar los atributos de la leche condensada obtenida mediante dos procesos diferentes de fabricación, el primero con leche estandarizada, con aproximadamente 12% de sólidos totales y la segunda leche pre concentrada por ósmosis inversa, la identificación de la diferencia entre los productos y el impacto en sus características deseables por el proceso de pre concentración por membrana. La investigación se desarrolló en una industria de Zona da Mata Mineira (Brasil), con evaluaciones físico-química y sensorial. Los productos se analizaron con 1, 30, 60 y 120 días de fabricación. Se concluyó que la leche condensada con ósmosis no tenía ninguna diferencia estadísticamente significativa en comparación con la leche condensada sin ósmosis.

Cuaspud (2008) en su tesis "***Elaboración de manjar blanco saborizado, utilizando leche concentrada por microfiltración tangencial reconstituida con grasa vegetal y animal***"; investiga el uso de filtros de membrana en la concentración de la leche, para lograr el aumento de sólidos y la remoción del suero, además observa parte de la grasa se separa de la leche, por lo que es necesario reconstituir la grasa para la preparación del manjar de leche.

Voutsinas, Katsiari, Pappas, y Mallatou, (1996), en un articulo titulado "***Producción de yogur a partir de leche de oveja que había sido concentrado por ósmosis inversa y almacenado en congelación. Características físico-química, de estabilidad microbiológica y físico de concentrados***" investigaron Algunos cambios fisicoquímicos, microbiológicas y de estabilidad física en la leche de oveja como resultado de la concentración por ósmosis inversa y de almacenamiento congelado a largo plazo. La leche desnatada se concentró por ósmosis inversa a 24-26% de sólidos totales, y se mezcla con la crema para obtener

concentrados recombinados con 31,6-35,2% sólidos totales. Un concentrado de ósmosis inversa similar (32,1% sólidos totales) fue preparado a partir de leche entera. La estabilidad física de los concentrados descongelados y reconstituidos, especialmente los preparados a partir de la leche entera, era excelente incluso después de 6 meses de almacenamiento congelado.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Valdivia (2017) en su trabajo “Cambios físicos químicos, sensoriales y nutricionales, debido a la evaporación de la leche fresca entera”, especifica que luego de la pasteurización, evaporación y esterilización de la leche fresca en el tanque, se dan cambios en la composición, propiedades nutricionales y las características sensoriales del producto.

Espinoza et al., 2016 (2016), en su tesis "Planeamiento Estratégica de la Empresa Gloria SA 2016-2026", recomendaron que, con el fin de lograr una realidad de su visión y lograr un margen de utilidad de capital del 20% entre 2016 y 2026 , Gloria SA Debe llevar a cabo las siguientes estrategias: Integración vertical en Colombia mediante la adquisición de una distribuidora; expandir el mercado sudamericano con sus propias marcas de queso y yogur; expandir el mercado a Japón y China con leche evaporada; expandir el mercado chileno de leche UHT; crear nuevos productos lácteos; integrar horizontalmente la compra de productores de queso y ampliar el portafolio de productos y marcas.

Zavala (2008), en un artículo titulado “Dulce a base de leche”, manifiesta que la leche condensada, se consigue evaporando parte del agua de la leche entera, semi descremada o descremada, y posterior tratamiento térmico de pasteurización y concentración mediante la adición de sacarosa. En el proceso de producción se centrifuga, pasteuriza y normalización del % de grasa, luego se concentra por evaporación. Finalmente, la leche condensada se enfría rápidamente a 30ºC y en ella se siembran finos cristales de lactosa como inductor de la cristalización. Luego, de 15 a 18ºC por 12 a 14 horas para ultimar la cristalización, y luego se puede enlatar y almacenar. La leche condensada p mantiene su calidad nutricional hasta dos años sin refrigeración

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Definición y composición de la leche condensada

El Codex Alimentarius (2011) y la NTP 202.003 (2016) indican que se entiende por leches condensadas los productos obtenidos mediante eliminación parcial del agua de la leche y adición de azúcar, o mediante cualquier otro procedimiento que permita obtener un producto de la misma composición y características. El contenido de grasa y/o proteínas sólo podrá corregirse durante la producción, con el fin de cumplir los requisitos de composición, añadiendo o extrayendo componentes de la leche, de modo que no se modifique la proporción entre la proteína y la caseína del suero en la leche sometida a tal procedimiento. (pp. 47–50)

Spreer (2017), indica que la leche condensada es un producto elaborado a base de leche entera, semi descremada o descremada, concentrado parcialmente por evaporación y conservado mediante la adición de sacarosa, a veces hasta un 25% de leche en polvo y/o lactosa (hasta un 0,02% de materia seca). Además clasifica los tipos de leche condensada azucarada de acuerdo al contenido de materia seca (MS) y grasa (g) en: (p. 380)

- Leche condensada azucarada (leche entera) MS ≥ 28,0%, g ≥8,0%
- Leche condensada azucarada (parcialmente desnatada) MS ≥ 42,0%, g> 1,0 <8,0%
- Leche condensada azucarada (leche desnatada) MS ≥ 24,0%, g ≥1,08%

La Tabla 1 muestra una composición más completa de leche condensada azucarada dada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (2020).

Tabla 1. Composición de leche condensada.

Nutrientes Proximales	Unidad	Valor por100g
Agua	g	27.16
Energía	kcal	321
Proteína	g	7.91
Lípidos Totales	g	8.7
Carbohidratos, por diferencia	g	54.4
Azucares totales	g	54.4
Minerales		
Calcio, Ca	mg	284
Hierro, Fe	mg	0.19
Magnesio, Mg	mg	26
Fósforo, P	mg	253
Potasio, K	mg	371
Sodio, Na	mg	127
Zinc, Zn	mg	0.94
Vitaminas		
Vitamina C, total ácido ascórbico	mg	2.6
Tiamina	mg	0.09
Riboflavina	mg	0.416
Niacina	mg	0.21
Vitamina B6	mg	0.051
Folato, DFE	µg	11
Vitamina B12	µg	0.44
Vitamina A, RAE	µg	74
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	0.16
Vitamina D (D2 + D3)	µg	0.2
Vitamina K (filoquinona)	µg	0.6
Lípidos		
Total de Ácidos grasos saturados	g	5.486
Total de Ácidos grasos mono insaturado	g	2.427
Total de Ácidos grasos poliinsaturado	g	0.337
Colesterol	mg	34

Fuente: USDA (2020)

2.2.1.1. Materia prima y aditivos empleados en la producción de leche condensada:

La leche es la secreción de las glándulas mamarias de los mamíferos, su principal función natural es la nutrición de los jóvenes. La leche de determinados animales, especialmente de vacas, búfalos, cabras y ovejas, se utiliza en la alimentación humano, ya sea leche o sus diversos derivados. (Walstra et al., 2006, p. 3)

La Norma Técnica Peruana 202.003 (2016), indica que las materias primas permitidos en la producción de leche condensada son: Leche y leches en polvo, crema y cremas en polvo, productos a base de grasa de leche. Para normalizar el contenido de proteínas se puede emplear:

a. Retentado de leche: Obtenido por la concentración de proteínas por ultrafiltración de leche, leche parcialmente descremada o leche descremada.
b. Permeado de la leche: Obtenido de la extracción de proteínas y grasas de la leche por ultrafiltración de leche, leche parcialmente descremada o leche descremada.

2.2.1.2. Clasificacion

La Norma Técnica Peruana 202.003 (2016), clasifica a la leche condensada en:

a. Leche condensada entera
b. Leche condensada parcialmente descremada
c. Leche condensada descremada
d. Leche condensada en elevado contenido de grasa

2.2.1.3. Requisitos generales

Según la Norma Técnica Peruana 202.003 (2016), los requisitos generales son:

a. El color y olor de la leche condensada podrá variar de blanco a cremoso, agradable, exento de olores raros a su naturaleza.
b. El sabor será agradable, dulce, exento de sabores raros a su naturaleza.

2.2.1.4. Requisitos microbiológicos

La Norma Técnica Peruana 202.003 (2016), establece que la leche condensada deberá cumplir con las exigencias señalados en la Tabla 2.

Tabla 2. Requisitos microbiológicos

Requisitos	n	c	m	M
Mohos y levaduras osmofilas /g	5	2	10	10^2

Fuente: La Norma Técnica Peruana 202.003 (2016)

2.2.1.5. Requisitos físico químicos

Según la Norma Técnica Peruana 202.003 (2016), la leche condensada deberá cumplir con las exigencias físico químicos mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Requisitos físico químicos

Requisitos	Leche Condensada entera	Leche Condensada parcialmente descremada	Leche condensada descremada	Leche condensada de alto % grasa
Materia grasa(g/100g)	> 8,0	Menor de 8,0 y mayor de 1,0	< 1,0	> 16,0
Solidos lácteos totales (g/100g) *	> 28.0	> 24,0	> 24,0	-
Solidos lácteos no grasos (g/100g)	-	-	-	>14,0
Proteína en los sólidos lácteos no grasos (g/100g)	> 34,0	> 34.0	> 34,0	> 34,0

Fuente: La Norma Técnica Peruana 202.003 (2016)

2.2.1.6. Métodos de Producción

La fabricación consta de las operaciones unitarias básicas de selección y pretratamiento de la leche, concentración y adición de azúcar, enfriamiento del concentrado y llenado. De especial importancia es el precalentamiento, mediante el cual se inactivan todos los gérmenes dañinos y se estabilizan las proteínas. No hay esterilización de estos productos (como en la leche evaporada). La alta concentración de azúcar inhibe el crecimiento de los gérmenes restantes(Spreer, 2017, p. 385)

La tecnología de producción de leche condensada se describe en la enciclopedia de ciencias de leche, el cual describe dos métodos de elaboración los cuales se detallan en la Figura 1, en donde se presenta el esquema de procesamiento de leche condensada azucarada utilizando leche fresca y la Figura 2 para leche condensada azucarada recombinado. Los pasos esenciales del procesamiento se detallan a continuación: (Nieuwenhuijse, 2011, pp. 869–872)

a. La adición de azúcar

El azúcar puede ser disuelto en la leche fría antes del precalentamiento. Este es el proceso menos complicado, y los microorganismos presentes en el azúcar son eliminados durante

el precalentamiento. El método alternativo es la adición de jarabe de azúcar después del precalentamiento o durante la evaporación. La adición de azúcar a la leche es a veces causante del pardeamiento acelerado del producto debido a la reacción de Maillard.

b. Precalentamiento

El precalentamiento es el tratamiento térmico de la leche (azucarada) antes de su concentración. Es necesaria para eliminar las levaduras osmofílicas, micrococos y esporas de mohos, para inactivar enzimas, para regular la viscosidad y espesamiento por almacenamiento prolongado. El calentamiento de flujo continuo a 105-120 ° C durante alrededor de 15-60s se considera generalmente para producir leche condenada azucarada con una viscosidad apropiada y la gelificación edad limitada. Si el equipo de flujo continuo no está disponible, el precalentamiento a alrededor de 82 °C durante aproximadamente 30 min puede ser utilizado.

c. Concentración

La leche, o la mezcla de azúcar y la leche, por lo general se concentran en un evaporador de película descendente de múltiples etapas, diseñado con énfasis en la alta eficiencia energética.

d. Homogenización

La homogeneizada o no de la leche condensada azucarada depende del tipo de producto, mercado (vida útil), y la preferencia del fabricante. Debido a la alta viscosidad de la fase continua, la formación de crema de glóbulos de grasa es muy lenta, incluso si no se homogeneizan. Sin embargo, especialmente si el producto tiene que ser estable al almacenamiento a temperaturas tropicales, la homogeneización a una presión alrededor de 5-10 MPa puede ser utilizada. Además, la homogeneización se lleva a cabo para regular la viscosidad: aumenta la viscosidad del producto fresco, y reduce espesamiento por almacenamiento prolongado.

e. Siembra y refrigeración

Para prevenir la formación de cristales de lactosa grandes, se siembra lactosa, es decir, cristales de lactosa que no son mucho más grande que 1 µm, se añade al producto. Esto puede hacerse sólo a una temperatura a la que la leche condensada azucarada está sobresaturada con respecto a la lactosa (por debajo de 40-35 ˚C), porque de lo contrario los cristales de lactosa de siembra se disolverían antes de que pudieran tener un efecto adverso. Después de la siembra, el enfriamiento rápido asegura la cristalización óptima de la lactosa. Esto se consigue normalmente en un enfriador de vacío, también se puede aplicar un intercambiador de calor de superficie raspada.

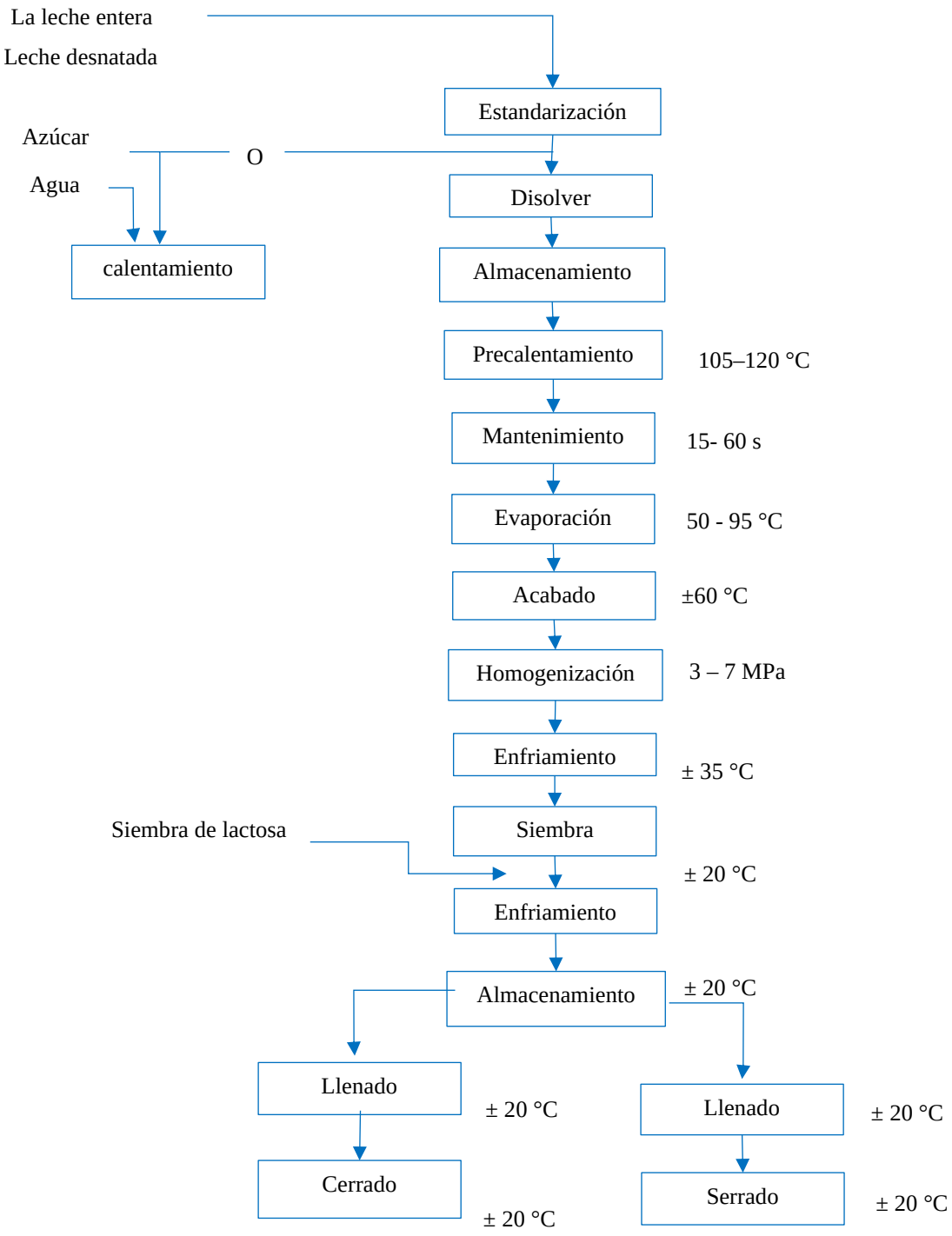


Figura 1 : Esquema de procesamiento para la leche condensada a partir de leche fresca.(Nieuwenhuijse, 2011)

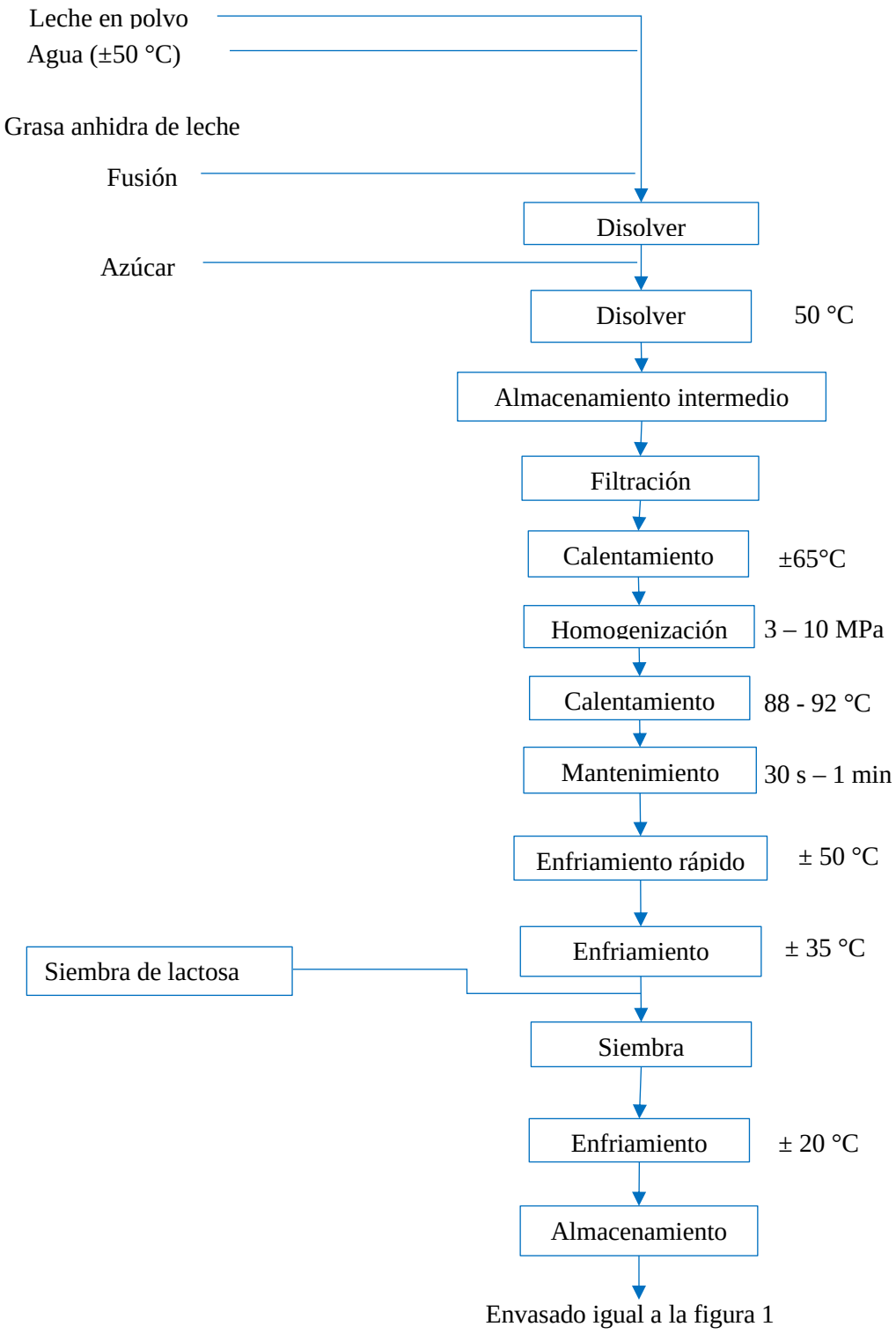


Figura 2: Leche condensada azucarada recombinado Propuesto por Nieuwenhuijse (2011)

f. Envasado

Después de la siembra, la leche condensada azucarada está listo para el envasado. Las latas son esterilizadas antes de su uso, y la máquina de llenado deben ser colocados en una

habitación cerrada que se suministra con aire filtrado. Estas precauciones son especialmente importantes para evitar su contaminación con esporas de moho. El uso de sistemas de envasado aséptico es limitado, aunque cualquier sistema que ofrece suficiente resistencia mecánica y permeabilidad al agua, gases, componentes hidrófobos, y la luz es adecuado.

2.2.1.7. Deterioro microbiano

La leche Condensada es preservada por su alto contenido de sacarosa. La sacarosa añadida es el componente principal que da al producto su relativa baja actividad de agua de aproximadamente 0,83-0,85, pero también contribuyen las sales de la leche y lactosa. Como regla general, la concentración de azúcar en la fase acuosa, expresado en ratio de azúcar / (azúcar + agua) (también conocido como "número de azúcar" o “índice de azúcar”), no debe ser inferior a 0,61 y no superior a 0.64, porque esto daría lugar a la cristalización del azúcar. (Nieuwenhuijse, 2011, p. 872)

Según Walstra et al., (2006), la leche condensada azucarada no es estéril. Contiene microbios y esporas que viven. La baja a_w (alrededor de 0,83) o una alta concentración de azúcar inhibe el desarrollo de la mayoría, pero no de todos los microorganismos. El deterioro usualmente ocurre por levaduras osmofílicas, la mayoría de los cuales pertenecen al género Torulopsis. Las levaduras a menudo originan la formación de gas (latas abultadas), un sabor a fruta, y la coagulación de la proteína. La coagulación puede resultar de la producción de etanol. Como resultado, el producto se convierte en inaceptable. Las levaduras no se reproducen fácilmente, especialmente si la concentración de azúcar es alta. Por ello, puede tomar varias semanas para el crecimiento incipiente de ser perceptible. Algunos micrococos pueden crecer en la leche condensada azucarada, aunque poco a poco, sobre todo si la actividad de agua y la temperatura son altas. Presumiblemente, se requiere la presencia de oxígeno. Puede suceder que crecen hasta alcanzar un recuento de colonias de 10^5 ml^{-1} y luego dejar de crecer, sin causar defectos notables. Si siguen creciendo, forman coágulos con el tiempo y desarrollan varios sabores desagradables.(p. 872)

El deterioro del producto se produce cuando las esporas de moho, levaduras osmofílicas o micrococos están presentes después del envasado. El producto en sí presenta poco riesgo de llevar contaminantes si se aplica el precalentamiento usual a una temperatura por encima de 100 ° C. La recontaminación se puede producir si los procedimientos de

limpieza en la planta de producción son inapropiados, o a través del aire durante el envasado si la filtración (u otro método de esterilización del aire) no está funcionando correctamente. El crecimiento de mohos y micrococos usualmente resulta en grumos y sabores desagradables en el producto, mientras que el crecimiento de las levaduras provoca abultamiento de latas (debido a la formación de gas) y fuera de sabores.(Nieuwenhuijse, 2011, p. 872)

2.2.1.8. Defectos de la leche condensada azucarada

Según Hall y Hedrick (1971) y Farkye y Ur-Rehman (2011), referido por Marcelín-Rodríguez y Vélez-Ruíz (2012), indican que si la leche condensada azucarada no se procesa o transforma de manera adecuada, puede presentar defectos como una elevada viscosidad, decoloración, transformaciones químicas y desarrollo de microorganismos, arenosidad, cristalización y precipitación del azúcar. (p. 18)

Una a_w baja (0,83) y alto porcentaje de azúcar, hace que la leche condensada azucarada sea un producto en donde los microorganismos apenas pueden crecer. Pero algunas bacterias y levaduras productoras de gas, pueden producir hinchazón de las latas. Se han identificado ciertos tipos de mohos y algunas bacterias, los cuales son capaces de originar cambios en el las características sensoriales del producto, los cuales se logran controlar mediante una pasteurización eficaz, ajuste de la concentración de azúcar y medidas de higiene adecuadas. (Farkye & Ur-Rehman, 2011, pp. 141–143)

El deterioro más significativo que se produce es en la viscosidad, porque habrá espesamiento ("age thickening") o viscosidad estructural debido al almacenamiento a largo plazo. Esto se puede deber a deficiencias en la estandarización (formulación) de la leche o en el tratamiento térmico. Aparece durante el almacenamiento ocasionando la disminución del pH, el cual se puede evitar por agitación (Farkye & Ur-Rehman, 2011, pp. 144–159)

Hall y Hedrick (1971) citado por Marcelín-Rodríguez y Vélez-Ruíz (2012), Muestra que otro defecto es el cambio de color, dado que la leche se ve afectada por el calor durante el proceso de evaporación, el color amarillo dorado aumentará con el aumento del valor de pH, especialmente por encima de 7.0. Esta desventaja puede evitarse mediante la evaporación a una temperatura adecuada.

2.2.1.9.Cristalización de la lactosa

Según Walstra et al., (2006) algunas características importantes de la lactosa son descritas a continuación: (pp. 27-36)

- La lactosa es un azúcar reductor, por presentar un grupo carbonilo libre.
- Al igual que otros azúcares reductores, existe la lactosa parcialmente como una forma de cadena abierta con un grupo aldehído que puede formar un hemi-acetal y, por lo tanto, una estructura de anillo. La formación de un hemi-acetal crea un nuevo centro quiral (carbono asimétrico) que pueden existir en forma de dos isómeros (enantiomeros), α o β. Al abrir alternativamente y formando la estructura de anillo, la molécula puede intercambiar entre α y β anómeros, un proceso referido como mutarrotación.
- Los α y β anómeros de lactosa tienen propiedades muy diferentes, el más importante de los cuales son la rotación específica, $[\ ]^{20}$ (89° y + 35° para α y β-lactosa, respectivamente) y la solubilidad (70 y 500 g / L, para α y β-lactosa, respectivamente).
- Como todos los azúcares reductores, la lactosa interviene en la reacción de Maillard (pardeamiento no enzimático), la reacción de Maillard contribuye positivamente el sabor y color de muchos alimentos, por ejemplo, corteza de pan, pan tostado y productos fritos, pero los efectos en los productos lácteos suelen ser negativos y debe ser evitado.
- La α y β-lactosa son solubles en agua de 70 y 500 g / L, respectivamente, a 20° C; en equilibrio, la relación de α: β es de aproximadamente 37:63, dando una solubilidad total de alrededor de 180 g / L a 20° C.
- La α-lactosa se cristaliza como un monohidratado, mientras que las formas-β lactosa cristales anhídrido anhidra; por lo tanto, el rendimiento de α-lactosa es de ~ 5% mayor que la de β-lactosa.

El azúcar más importante de la leche es la lactosa, una O-β-D-galactopiranosil-(1→4)-D-glucopiranosa, que constituye el 4-6% de la leche. La lactosa cristaliza en esta forma a partir de una solución acuosa sobresaturada a T<93,5◦C. Los cristales pueden tener una forma prismática o piramidal, dependiendo de las condiciones. El secado al vacío a T>100◦C produce un α-anhídrido higroscópico. La cristalización a partir de soluciones acuosas por encima de 93,5◦C proporciona β-lactosa libre de agua (β-anhídrido, Figura 3). El secado

rápido de una solución de lactosa, como en la fabricación de leche en polvo, da una mezcla higroscópica y amorfa de equilibrio de α- y β-lactosa. A medida que aumenta la temperatura, la forma β disminuye. (Belitz et al., 2009, p. 512)

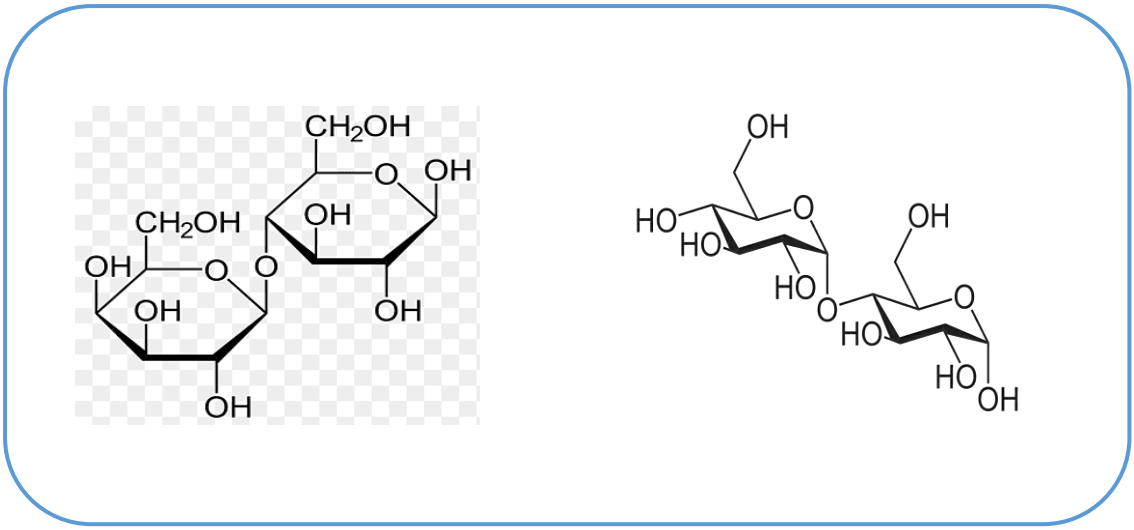


Figura 3. β-lactosa anhidro

Fuente: Belitz et al. (2009)

Algunos de los datos físicos de la lactosa son descritos en la Tabla 4

Tabla 4. Algunas de las características físicas de la lactosa

	α - Lactosa	β - Lactosa	Mezcla en equilibrio
Punto de fusión (°C)	223[a]	252,2[b]	
Solubilidad en agua [c]			
0 °C	5,0	45,1	11,9
25 °C	8,6		21,6
39 °C	12,6		31,5
100 °C	70,0	94,7	157,6

[a] Anhidro. [b] Concentración relativa. [c] g Lactosa /100 g de agua.
Fuente: Belitz et al (2009)

El contenido de lactosa de leche condensada es cerca de 38 g 100 g^{-1} de agua, que es aproximadamente el nivel de saturación para el producto, ya que deja la última sección del evaporador a 50-60 °C. A 25 °C, la solubilidad de la lactosa es de aproximadamente 11 g 100 g^{-1} de agua (nótese que es aproximadamente la mitad de la solubilidad en agua pura, esto debido a la presencia de la sacarosa). Por lo tanto, lactosa cristaliza durante el

enfriamiento del producto, pero no a un ritmo elevado debido a que el grado de sobresaturación es muy baja. Por lo tanto, pocos núcleos se forman y crecen a estos grandes cristales que son perceptibles en la boca durante el consumo como una sensación arenosa. Además, los cristales grandes precipitan en el envase a una tasa apreciablemente más rápido, lo cual es inaceptable, especialmente para productos de consumo que requieren una vida útil larga. Debido a que la cristalización no se puede prevenir, el proceso de producción debe producir un producto que contiene un gran número de pequeños cristales que no son perceptibles y no se depositan como sedimento. La forma habitual de lograr es agregar la lactosa en la siembra, aunque un producto aparentemente aceptable se hizo hasta hace unos 50 años utilizando sólo un enfriamiento rápido o la adición de Leche Condensada del lote anterior. Se añade Acerca 0,02 hasta 0,05% de la lactosa de la siembra, es decir, 0,25 a 0,6% de la cantidad que se va a cristalizar. Como regla general, los cristales de lactosa de menos de 10 µm no son perceptibles en la boca; Por lo tanto, los cristales de lactosa se siembran alrededor de 1-1,5 µm. La lactosa siembra se prepara normalmente mediante molienda con separación de aire continua de los cristales más pequeños.(Nieuwenhuijse, 2011, p. 872)

2.2.1.10. Los cambios químicos en la leche condensada

Según Walstra et al.,(2006), el principal cambio en la leche condensada azucarada es el espesamiento y la gelificación por un almacenamiento prolongado. Se asume generalmente que al añadir sacarosa se inhibe el espesamiento; otros azúcares tienen un efecto similar. La sacarosa incrementa la actividad del Ca^{+2}. Se diferencia de la leche evaporada porque no se observa una caída inicial de la viscosidad antes del espesamiento, pues en la leche condensada la viscosidad aumenta casi linealmente con el tiempo.(p. 440)

Las reacciones de Maillard en curso son igualmente inevitables. La coloración marrón es más fuerte cuando la temperatura de almacenamiento es mayor, la leche se evapora a una concentración más alta, y se aplica un calentamiento más intenso. Se producen reacciones de Maillard adicionales si la sacarosa añadida contiene azúcar invertido.(Walstra et al., 2006, p. 441)

La autooxidación de grasa puede producirse porque el producto envasado contiene un poco de oxígeno y puede no haber sido calentada suficientemente para que los

antioxidantes sean formados. Obviamente, cualquier contaminación de cobre debe ser rigurosamente evitado.(Walstra et al., 2006, p. 441)

2.2.1.11. Color y sabor

La apariencia de la leche Condensada es algo vidriosa, con un color blanco amarillento. Debido a que el índice de refracción de la fase acuosa es aproximadamente el mismo que el de la grasa, debido a la alta concentración de azúcar, la dispersión de la luz por los glóbulos de grasa y las micelas de caseína es muy limitada. Los principales contribuyentes a la blancura de la leche condensada son los cristales de lactosa; las micelas de caseína y los glóbulos de grasa. El proceso de producción tiene un efecto relativamente pequeño sobre el color. Sin embargo, el pardeamiento durante el almacenamiento si es considerable, especialmente a temperaturas superiores a 25 ° C. En la leche condensada edulcorada de venta al por menor, la sustitución de la sacarosa parcial con glucosa (jarabe) u otros azucares reductores la coloración es mucho más rápida, lo que es indeseable. Los compuestos formados en la reacción de Maillard cambian el sabor de leche condensada durante el almacenamiento, pero siempre y cuando esto no es excesivo, el sabor se considera normal para el producto. La lipólisis origina un mal sabor rancio en productos que contienen grasa de leche, y un mal sabor a jabón si se utiliza otras grasas vegetales, causados por una mala estandarización o un tratamiento térmico inadecuado.(Nieuwenhuijse, 2011, p. 872)

2.2.2. La Quimosina y coagulación de la leche

2.2.2.1. Quimosina

Según Contò et al., (2017), el nombre cuajo debe reservarse únicamente para coagulantes derivados de animales y plantas rumiantes, según la tradición. Los coagulantes obtenidos de microorganismos se denominan correctamente "coagulantes microbianos", mientras que la quimosina obtenida de microorganismos genéticamente modificados (OMG) se denomina "quimosina de fermentación" o "quimosina recombinante".(p. 147)

El material de origen es el abomaso (cuarto estómago) de los rumiantes domésticos: Bos primigenius (ganado vacuno), Capra aegagrus hircus (cabra) y Ovis aries (oveja). Por lo general, los estómagos para producir cuajo provienen de animales alimentados con leche:

terneros, cabritos y corderos. Algunas preparaciones especiales se obtienen de estómagos de ternera. Los abomasos se recogen en los mataderos y se congelan inmediatamente. En algunos países, se pueden salar al 30%. Solo se recolectan los estómagos de mejor calidad para producir cuajo. (Contò et al., 2017, p. 149)

Según Hernández et al., (1984), citado por Ferrandini (2006) la quimosina tiene dos formas A y B que se diferencian en las secuencias de sus proenzimas únicamente en un aminoácido (sustitución de un Asp por Gly en la posición 290). A pesar de la poca diferencia estructural existente, se pueden separar cromatográficamente. (p. 18)

2.2.2.2. Coagulación

La coagulación según Guèguen (1979), Mercier y col. (1973) y Payens, (1979) citado por Peláez (2003), es el proceso de conversión de la leche en cuajada, provocada por la acción del cuajo. La constitución y manejo de la cuajada influye en su capacidad para retener grasa, agua y elementos minerales. La acción del cuajo (enzimas proteolíticas), provoca la conversión de la leche líquida en un gel mediante cambios físico- químicas (ruptura de enlaces peptídicos) que tienen lugar en las micelas de caseína. La fase de iniciación enzimática inicia con la hidrólisis de la k-caseína entre los aminoácidos 105 (fenilalanína) y el 106 (metionína). La fase de agregación es la que produce la coagulación de los coloides cuando la k- caseína se halla hidrolizada, y en presencia de electrolítos (calcio iónico y fosfato cálcico). La desestabilización de las micelas lleva a la formación de una malla proteica. La sinéresis es la fase subsiguiente a la de agregación, y consiste en la contracción de la malla proteica que retenía la fase hidrófila dando lugar a la cuajada con la consiguiente separación del suero.(p. 46)

A partir de estas y otras observaciones y consideraciones, ha dado lugar el modelo ilustrado en la figura 4. Un elemento importante es que la micela se construye de submicelas mixta de composición, cada uno de 12 a 15 nm de tamaño, y contiene algunos 20 a 25 moléculas de caseína. Algunos de estos submicelas podrían contener uno o dos polímeros de K-caseína y están en el exterior de las micelas. Los otros submicelas contendrían ninguna o muy poca K-caseína.(Walstra et al., 2006, pp. 141–142)

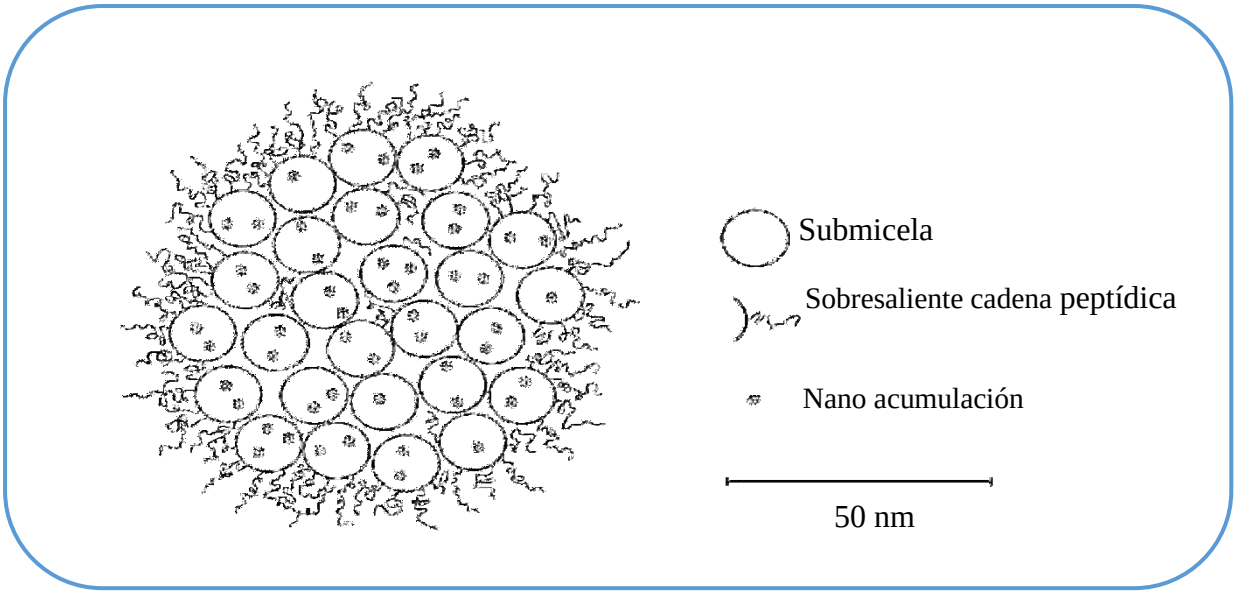


Figura 4. Estructura de la micela de caseína

Fuente: Walstra et al., (2006)

Según Walstra et al., (2006), Este modelo está de acuerdo con la mayoría de las propiedades de las micelas de caseína. Sin embargo, algunos investigadores son de la opinión de que la existencia de sub micelas es poco probable, y asumen una estructura más homogénea. Sin embargo, algunas características son generalmente aceptadas. Estos incluyen:(p. 142)

- La existencia de una 'capa pilosa,' que consiste en el extremo C-terminal de K-caseína. Los pelos son muy hidrófilos y están cargados negativamente; que también contienen los restos de carbohidratos de K-caseína. El espesor hidrodinámico de la capa es de aproximadamente 7 nm. La capa es esencial para proporcionar la estabilidad coloidal.
- La presencia de los llamados nano acumulaciones de fosfato de calcio de alrededor de diámetro 3-nm. Estos no solo contienen el fosfato inorgánico y gran parte del calcio en las micelas (fosfato de calcio coloidal), sino también el fosfato orgánico de los residuos de fosfoserina, y probablemente algunos residuos de ácido glutámico. En otras palabras, unas nano acumulaciones no es fosfato de calcio puro sino también contiene restos de proteínas.
- Las fuerzas de mantenimiento de los elementos estructurales de una micela juntos son, al menos, en condiciones fisiológicas, enlaces hidrofóbicos entre los grupos de proteínas y enlaces cruzados entre las cadenas de péptidos de las nano acumulaciones. Probablemente, los enlaces iónicos también están involucrados.
- Investigaciones de Resonancia Magnética Nuclear han confirmado que las moléculas de proteína en una micela de caseína son casi completamente inmóviles, a excepción

de los pelos, que mostrará el movimiento browniano continuo. Esto se refiere a la inmovilidad en escalas de tiempo muy cortos (del orden de nanosegundos). En escalas de tiempo más largas, las moléculas pueden moverse dentro y fuera de una micela.

Según Walstra et al., (2006), el hecho de que la caseína en la leche no está presente en solución, pero en micelas tiene consecuencias importantes para las propiedades de la leche. En gran medida, las micelas de caseína determinan la estabilidad física de los productos lácteos durante el tratamiento térmico, concentrado y almacenamiento. Su comportamiento es esencial en las etapas iniciales de la producción del queso. Las micelas determinan en gran medida las propiedades reológicas de los productos lácteos, leche pura y concentrada. La interacción de las micelas de caseína con interfaces de aceite-agua es de importancia con respecto a las propiedades de los productos de leche homogeneizada.

2.2.3. Metodología Taguchi

Krishnaiah & Shahabudeen, (2012) citado por Stanziola (2016), señalaron que el método Taguchi denominada "diseño robusto", es un método de ingenieríL que incrementa la productividad y rentabilidad. Si el rendimiento de un proceso o producto no se ve afectado por factores de ruido, se dice que el proceso o producto es robusto. (p. 65)

Ross. (1996) citado por Lacerda (2021) indica que el Método Taguchi es parte de una metodología conocida como Diseño de Experimentos (DOE - Design of Experiments) que tiene como objetivo mejorar las características de un producto o proceso en particular de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Según Box (1998) citado por Zapata y Sarache (2014), el método Taguchi se considera una instrumento eficaz para diseñar y optimizar procesos y productos porque se enfoca en la caracterización y evaluación de las variables que tienen gran impacto en el proceso, para reducir la influencia de factores incontrolables y reducir los cambios en el rendimiento del proceso (p. 117).

Según el Massachusetts institute of technology (MIT) (1998) citado por Zorn (2017). El método Taguchi utiliza matrices ortogonales (en inglés - OA - Orthogonal Arrays), que son tablas organizadas, donde las columnas de las variables independientes son ortogonales

entre sí. Con este modelo se forman matrices, donde se pueden verificar combinaciones de múltiples factores a diferentes niveles. Estas matrices están organizadas para garantizar que todos los factores en todos los niveles se consideren por igual, con factores evaluados de forma independiente.(p. 59)

Chiranjeevi y Mohan (2016) referido por Zorn (2017), indica que el método Taguchi es un enfoque que mezcla técnicas estadísticas y de ingeniería, y el análisis de datos experimentales mediante ANOVA (análisis de varianza) proporciona información sobre factores estadísticamente significativos y sus niveles ideales, para lograr las respuestas deseadas, y mediante ANOVA se comparan dos o más factores, verificando su significancia (prueba F), y es posible determinar qué factores son realmente más significativos en el proceso o problema en estudio. .(p. 59)

Según Lacerda (2021) y Correa (2018) la aplicación y realización de un experimento que utiliza el método Taguchi se divide en 3 periodos:

a. Período de planificación;
b. Período de conducción;
c. Período de análisis.

El período de análisis es la más importante en términos estadísticos, sin embargo, para el éxito de la calidad final del experimento, la planificación y conducción son también relevantes.

Según Ross. (1996) citado por Lacerda (2021), estos 3 periodos principales se llevan a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. Definición del (los) problema (s) o área de interés;
2. Definición del objetivo (s) del experimento;
3. Selección de características de calidad a estudiar y sistemas de medición;
4. Selección de factores (parámetros) que pueden influir en las características definidas;
5. Identificar los factores de control y ruido;
6. Seleccione los niveles de los factores (cuántos serán y cuáles son los valores respectivos);
7. Seleccione la disposición ortogonal adecuada;
8. Determinar las interacciones entre factores que pueden influir en la característica de calidad estudiada;

9. Diseñar la disposición ortogonal junto con los factores y niveles elegidos, definiendo la interacción entre ellos;
10. Realizar las pruebas de acuerdo con la disposición ortogonal;
11. Analizar y evaluar los resultados de las pruebas;
12. Realice el experimento de confirmación.

Los pasos 1 a 9 se encuentran en la fase de planificación, el paso 10 pertenece a la fase de conducción y los pasos 11 y 12 a la fase de análisis. Con respecto al paso 5, los factores de control se definen como aquellos que pueden ser variados por el investigador y los factores de ruido los que no se pueden controlar.

2.2.3.1.Relación señal-ruido (S/R)

Según Gutiérrez y De la Vara (2012) indica que la Razón S/R es el **e**stadístico que estima la robustez en cada combinación de los factores de control. Continuamente se quiere maximizarlo. (p. 274)

Hsiao.,et al(2008) citado por Lacerda (2021), indica la relación señal-ruido mide qué tan sensible es la característica de calidad estudiada de manera controlada en relación a los factores incontrolables, los factores de ruido.

El método Taguchi utiliza relaciones S/R (señal-ruido) para identificar características de calidad aplicadas a problemas de diseño de ingeniería. La función de pérdida de Taguchi y las relaciones señal-ruido (S/R) son elementos críticos en el procedimiento de optimización que utiliza el método Taguchi. La relación S/R es una medida de rendimiento, que sirve para elegir los niveles de los factores que mejor se comportan con el ruido. Esta relación depende de la media y la variabilidad.(Bewzenko, 2018, p. 69)

El ruido es cualquier variación en el rendimiento de un producto o proceso. Mediante ruido se estiman los mejores parámetros a utilizar. Según Taguchi, hay tres tipos de ruido: ruido externo, interno y pieza por pieza. El ruido externo es causado por variables ambientales o condiciones de uso que interrumpen las funciones del producto o proceso, como temperatura, presión, humedad, etc. Los ruidos internos, a su vez, son cambios que se producen como consecuencia del desgaste por desgaste, como distorsiones en las

dimensiones, grietas, etc. Finalmente, los ruidos pieza a pieza son variaciones entre productos producidos/fabricados de acuerdo con las mismas especificaciones. Entonces, al maximizar las relaciones S/R, se obtiene la minimización de las funciones de pérdida, así como algo de ruido.(Bewzenko, 2018, p. 70)

Se definen esencialmente 3 formas de relación señal / ruido (S/R):

1. Cuanto más pequeño, mejor
2. Cuanto más grande, mejor (cuanto más grande, mejor)
3. Nominal-mejor (cuanto más nominal, mejor)

A continuación, se muestran las fórmulas para cada uno, así como algunos usos para cada uno:

a. Relación S/R. Mientras más pequeña es mejor.

$$\eta = -10 \log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^2\right) \quad (2)$$

b. Relación S/R. Mientras más grande es mejor

$$\eta = -10 \log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{y_i^2}\right) \quad (3)$$

c. Relación S/R. Su valor nominal es lo mejor (tipo I)

$$\eta = 10 \log\left(\frac{\bar{y}^2}{s^2}\right) \quad (4)$$

d. Relación S/R. Su valor nominal es lo mejor (tipo II)

$$\eta = -10 \log(s^2) \quad (5)$$

Dónde:

S/R : Transformación de señal a ruido, y para todas las situaciones, cuanto más grande, mejor.

: Número de combinaciones de observaciones de la matriz externa, utilizadas en cada combinación de la matriz interna.

: i-enésimo respuesta observada para cada combinación de una matriz interna

: Promedio de las respuestas observadas para cada combinación de una matriz interna

2.2.4. Evaluación sensorial

Stone et al (2012), define a la evaluación sensorial como una ciencia usada para recordar, calcular, analizar e interpretar las características de los alimentos que se perciben mediante los sentidos.(p. 15)

2.2.4.1.Métodos tradicionales

Según Kemp et al., (2009), los métodos de prueba sensorial están diseñados para responder las siguientes interrogantes: ¿Hay alguna diferencia? ¿Cuál es la naturaleza de la diferencia? ¿Es aceptable la diferencia?(p. 66)
Kemp et al., (2009), indica también que hay dos tipos de pruebas sensoriales:

a. **Pruebas objetivas**, suministran datos correctos en las características sensoriales de los productos y son ejecutadas por evaluadores preparados. Hay dos clases de pruebas objetivas:
   - Pruebas de discriminación: determinan si existen diferencias sensoriales entre muestras.
   - Pruebas descriptivas: Identifican la naturaleza de una diferencia sensorial y / o la magnitud de la diferencia.

b. **Pruebas subjetivas**, se conocen como pruebas afectivas o de consumo. Proporcionan datos subjetivos sobre aceptabilidad, agrado o preferencia, y los llevan a cabo evaluadores no capacitados.

Subramaniam & Wareing (2016) dividen las pruebas sensoriales en dos categorías: pruebas analíticas y pruebas hedónicas, a las pruebas hedónicas suelen denominarse también pruebas de consumo, el cual se detalla a continuación y la figura .(p. 204)

- Las pruebas analíticas se utilizan para medir las características sensoriales de los alimentos y son capaces de identificar si existe una diferencia entre las muestras, la naturaleza de la diferencia y el tamaño de la misma. Cuando se miden las variaciones de las características que se producen durante el almacenamiento de los productos alimenticios y las bebidas, con la finalidad de determinar la vida útil de los alimentos y las bebidas, es vital comprender la diferencia en la percepción sensorial de un alimento a lo largo del tiempo.
- Las pruebas hedónicas se utilizan para medir las respuestas de los consumidores a las características sensoriales y para identificar si los productos gustan y en qué medida, y si existen preferencias en cuanto al gusto. Para calcular la vida útil de un producto, es fundamental entender en qué momento a los consumidores les empieza a gustar menos una muestra envejecida que una fresca.

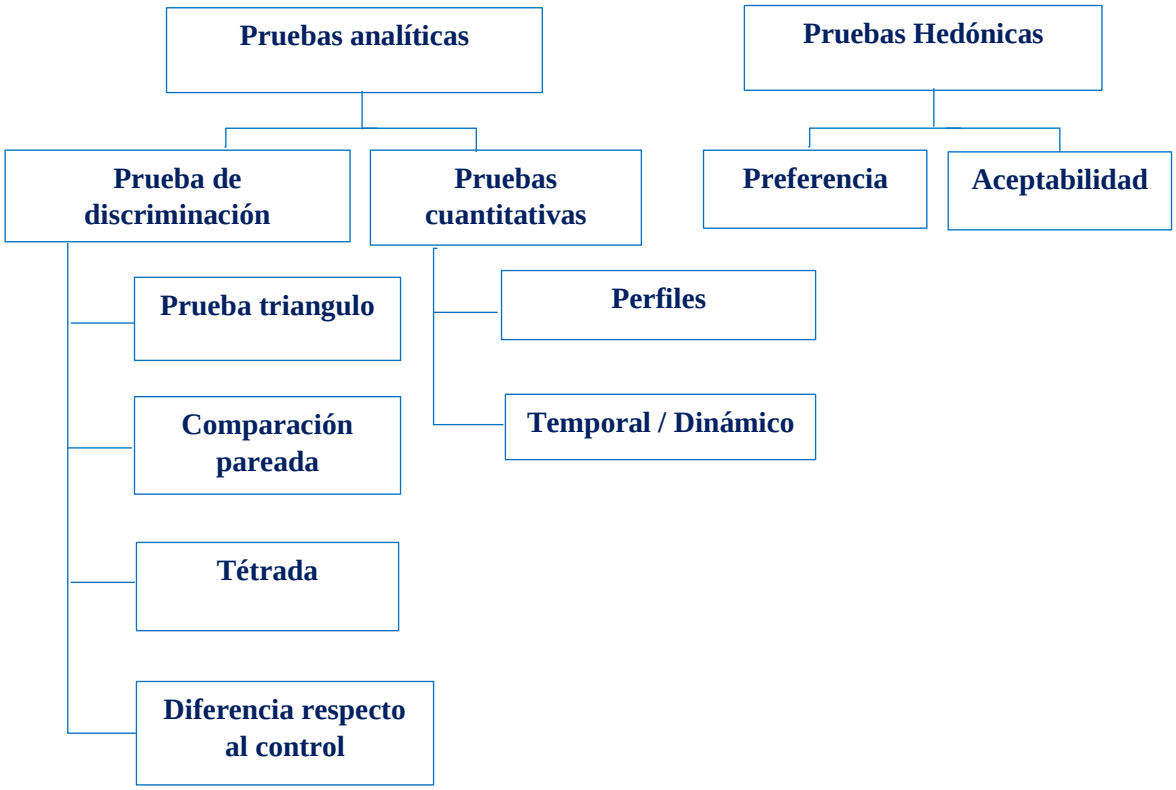


Figura 5: Principales clases de procedimientos de prueba sensorial.

Fuente: Subramaniam & Wareing (2016)

2.2.4.2.Métodos modernos de evaluación sensorial

Según Marcano (2015) referido por Chávez (2017, p. 31) indica que hay métodos de evaluación sensorial con consumidores, siendo los más importantes: Check all that apply (CATA), mapeo de preferencias, Just About Right (JAR), Flash Profile (FP), Dominio temporal de sensaciones (TDS), aceptación estática y dinámica y preguntas abiertas. Los nuevos métodos utilizados en la investigación fueron:

a. Preguntas marque todo lo que corresponda (Check all that apply -CATA)

Naes et al.,(2018), indica que el método "Marque todo lo que corresponda" (CATA) es el método más común de elaboración de perfiles de productos basado en el consumidor que generará datos binarios. En CATA, los consumidores seleccionan la presencia / ausencia de atributos de una lista predeterminada.

Según Kemp et al (2018) el método consta de varias etapas, los cuales se describen a continuación;

- **Obtención de descriptores**

  Hay varias formas de generar una lista de descriptores sensoriales para su uso en las preguntas de la CATA, que pueden utilizarse solos o en combinación:(S. Kemp et al., 2018, pp. 216–217)

  - **Descripción de libre elección mediante preguntas abiertas***:* las muestras se evalúan una a una y se construye un vocabulario personal de descriptores a medida que se van adquiriendo nuevas características. Generalmente, esto significa que la primera muestra generará muchos descriptores. Es probable que las muestras subsiguientes generen cada vez menos atributos adicionales a medida que se evalúan más muestras. Este método puede utilizarse para generar listas de descriptores personales o de grupo. La lista de grupos puede ser generada por consumidores diferentes a los que realizan la prueba del CATA.
  - **Método de obtención triádica***:* en esta metodología, las muestras se presentan en tríadas. Cada muestra de la tríada se evalúa frente a las otras dos, y se pide a los evaluadores que enumeren todos los atributos que son iguales y los que son diferentes entre la muestra y el par restante. Una vez más, la lista de grupo puede ser generada por consumidores diferentes a los que realizan la prueba de la CATA.

- **Grupos de discusión (Focus groups):** pueden utilizarse para generar términos durante una discusión estructurada dirigida por un moderador y puede realizarse con consumidores diferentes a los que están bajo la prueba de la CATA.
- **Panel entrenado**: Típicamente, un panel entrenado generará una lista de atributos sensoriales bien definidos con referencias físicas, y tendrá una posición inferior compartida de estos atributos. Aunque la lista de términos puede ser detallada y estar bien definida, los términos pueden ser menos fáciles de entender para los consumidores y puede ser necesario simplificar la lista.
- **Expertos en I+D***:* Los expertos en investigación y desarrollo pueden tener una valiosa experiencia a partir de la cual sugerir términos, aunque hay que tener cuidado de que los términos no sean demasiado técnicos y sean representativos de las percepciones de los productos de consumo.
- **Investigación documental**: los términos pueden identificarse a partir de la literatura publicada, estudios previos y comunicación comercial.

– **Diseño del cuestionario**

Según Kemp et al.,(2018) para realizar el cuestionario se debe de tener en cuenta lo siguiente: (pp. 583-585)

- **Tipo de términos:** Dependerá de los objetivos del proyecto. Si se requiere una descripción sensorial de un producto, entonces sólo deberán incluirse términos sensoriales. Los términos utilizados con los consumidores deben ser fáciles de entender y similares a los que podrían utilizar espontáneamente. Deben evitarse los términos con significados similares.
- **Número de atributos:**

  Las listas breves podrían animar a los consumidores a utilizar todos los términos y, de ese modo, disminuir la capacidad de discriminación. Las listas largas podrían alentar a los consumidores a centrarse en la "satisfacción" de la tarea eligiendo desde el principio de la lista sin considerar cuidadosamente las peculiaridades sensoriales de los productos.
- **Orden de los atributos**

  La lista final de atributos sensoriales suele presentarse en el cuestionario en forma de "cuadrícula", que suele constar de varias columnas de términos, con un número igual de términos en cada columna en la medida de lo posible.

- **Método de respuesta**

  Entre las diferentes formas de responder a una pregunta de la CATA cabe mencionar la simple comprobación (marcando o señalando) de los atributos que se aplican; la comprobación explícita de si un atributo se aplica o no se aplica; y la asignación de una calificación de importancia o pertinencia a todos y cada uno de los atributos.

- **Inclusión de otras preguntas**

  Cuando se utilizan estudios de CATA con consumidores para la descripción de productos sensoriales, pueden incluirse otros tipos de preguntas, dependiendo del objetivo del estudio.

– **Muestras**

  Las muestras para un estudio CATA para producir una descripción sensorial de un producto se presentan como para un estudio sensorial o de consumo típico. Se presenta una cantidad estándar de muestra. Todas las muestras se muestran a ciegas en recipientes idénticos e imparciales etiquetados con números aleatorios de tres dígitos. Las muestras se presentan de manera secuencial y monódica utilizando un orden adecuado, los cuales se puede emplear en un diseño experimental. (S. Kemp et al., 2018, p. 586)

– **Evaluadores**

  Pueden utilizarse asesores capacitados de un panel descriptivo, que habrán sido preseleccionados por sus buenas capacidades sensoriales y capacitados para producir resultados fiables y reproducibles. Deberán tener una buena y compartida comprensión de los descriptores. (S. Kemp et al., 2018, p. 586)

– **Recopilación de datos**

  Se solicita a los evaluadores que evalúen cada muestra, lo que puede hacerse de acuerdo con instrucciones precisas de evaluación, y que elijan los términos descriptivos que se aplican utilizando el cuestionario apropiado diseñado como se ha descrito anteriormente. A continuación, se les indica que esperen un tiempo apropiado y/o utilicen un limpiador de paladar antes de evaluar la siguiente muestra. (S. Kemp et al., 2018, p. 586)

– **Análisis estadístico**

  La CATA genera datos binarios y una matriz de respuesta individual de descriptores elegidos para los productos tomará la forma de una tabla de ceros y unos. Se generan matrices de frecuencia del número de evaluadores que seleccionan cada atributo para describir cada producto. El Análisis de Correspondencias (AC) puede aplicarse a la

matriz de frecuencia para conseguir un mapa sensorial de los productos. También se han utilizado análisis multibloque, como el análisis de factores múltiples (AMF) o el análisis de correlación múltiple (ACM). (S. Kemp et al., 2018, p. 587)

La significación se puede probar para cada atributo de dos productos con una simple prueba t de proporciones o la prueba de McNemar para evaluar las diferencias de los productos. Para más de dos productos, la prueba Q de Cochran proporciona una medida de significación estadística general de las diferencias de productos. Meyners y Castura (2014) indican que deben utilizarse al menos 15 evaluadores cuando se comparan dos o tres muestras, lo que puede tener implicaciones para el análisis de los resultados de la CATA generados mediante paneles capacitados, en los que pueden utilizarse menos evaluadores.

b. Perfil Flash (PF)

Dairou y Sieffermann (2002) citado por Jiménez (2015), sugieren el método Flash Profile (FP), es un método basado en descripciones que se caracteriza por su velocidad y flexibilidad, ya que combina técnicas de perfil de libre elección y evaluaciones comparativas simultáneas.. (p. 44)

Según Jiménez (2015) el método Flash Profile (FP), todas las muestras codificadas son presentadas a los panelistas y se da en dos etapas: .(p. 44)

- Primera etapa, los panelistas deben analizar comparativamente cada muestra con el fin de obtener los descriptores no hedónicos que consideren oportunos para su posterior discriminación.
- Segunda etapa, utilizando los atributos generados, los consumidores ordenan todas las muestras para cada atributo, los empates entre las muestras están también permitidos. Como en el método perfil de libre elección, cada juez crea sus propios atributos, que debe ser lo suficientemente discriminatorio para permitir ordenar las muestras.

c. Mapeo de preferencias

Según Ramírez et al., (2016) referido por Camavilca & Gamarra (2019), el mapeo de preferencias es un método importante utilizado para organizar, estudiar y conocer las preferencias de los panelistas en base a las cualidades del producto. (p. 27)

Según Endrizzi, Gasperi, Rodbotten & Naes, (2014) citado por Camavilca & Gamarra (2019) el mapeo de preferencias se emplea para muchos fines, por ejemplo, para identificar los impulsores sensoriales del agrado, para encontrar la mejor composición del producto y la optimización del producto, son dos los métodos más empleados, el método de mapeo de preferencia internos y el mapeo de preferencia externos, siendo la principal ventaja de estas metodologías la sencillez de su uso e interpretación (p. 27).

- **Mapeo de preferencia interno**

  Ramírez, Ramón, Shain, Huante, Juárez, Martínez, Bravo & Rodríguez, (2010) referido por Camavilca & Gamarra (2019) indica que el mapeo de preferencias interno (su sigla en inglés, MIP) es un análisis de componentes principales (su sigla en inglés, PCA) de una matriz de resultados hedónicos donde los productos (observaciones) y consumidores (variables) manifiestan la prioridad sobre algún producto, sin embargo al emplear datos instrumentales y sensoriales en conjunto con datos hedónicos puede llevar a la búsqueda de las causas físico-químicas del alimento en estudio, dando una modelo relevante sobre el surgimiento de múltiples propiedades sensoriales como la apariencia, textura, olor, sabor y aroma. (p. 27)

- **Mapeo de preferencias externa**

  Endrizzi *et al*. (2014) citado por Puma (2019) indica que el Mapeo de Preferencias Externas (MPE) es un método que utiliza estadísticas multivariadas para modelar, analizar y entender las preferencias/aceptación del consumidor y su relación con las particularidades de un producto. El MPE puede considerarse un análisis de regresión de datos, donde las dimensiones del espacio del perfil son las variables independientes, mientras que la aceptabilidad es la respuesta o variable dependiente. (p. 23)

2.2.5. Tiempo de vida útil

2.2.5.1. Definición de vida útil

Según Labuza y Schmiudt (1985), citado por Barazarte (2012) La vida útil de un alimento es el tiempo en el cual un producto almacenado no sufre cambios significativos distinto al producto inicial o recién fabricado.(p. 41)

Existen dos maneras de estimar la vida útil de los alimentos. (Fernandez & Garcia, 2010, p. 16):

- Determinando el tiempo en alcanzar el incumplimiento de alguna normativa legal, la pérdida de una cualidad expresada en el etiquetado nutricional o la posibilidad de algún riesgo nutricional, químico, físico y/o microbiológico.
- Aplicando pruebas sensoriales o algún indicador de deterioro correlacionado con cualidades sensoriales.

La vida útil sensorial ha sido definida como el tiempo durante el cual las características sensoriales del producto se encuentran según lo establecido por el fabricante (Hough, 2010); ha sido determinada como el tiempo para que cierto atributo sensorial alcance cierta intensidad, denominada criterio de falla. La vida útil sensorial depende de la interacción entre el alimento y el consumidor, siendo el consumidor quien decide si acepta un producto después de cierto tiempo de almacenamiento. Por tal motivo, los consumidores son los más apropiados para determinar la vida útil sensorial de los alimentos.(Houhg & Fiszman, 2005, p. 13)

Existen diferentes metodologías para estimar vida útil sensorial con consumidores. Puede determinarse calculando el tiempo necesario para que la aceptabilidad global alcance cierto valor: 6 en una escala hedónica estructurada de 9 puntos (Giménez y col. 2008), una calificación igual al punto medio (indiferencia) en escala hedónica o una reducción de 20% en dicha escala (Fernández y García 2010). También se puede estimar la vida útil sensorial aplicando análisis de supervivencia basado en el rechazo del consumidor hacia un producto alimenticio; la metodología persigue calcular el tiempo para que cierto porcentaje de consumidores rechace el producto, comúnmente 25 o 50% (Hough, 2010).

2.2.5.2.Diseño de pruebas sensoriales de vida útil

a. Frecuencia de las pruebas durante el almacenamiento

Según Subramaniam & Wareing (2016), al configurar un estudio de vida útil, se debe tener cuidado a la frecuencia con la que los científicos analizan las muestras, pues para algunas muestras, el deterioro del producto solo ocurriría hacia el final de la vida útil.

Hough (2010) citado por Subramaniam & Wareing (2016) indica que si el estudio se planifica con puntos de tiempo igualmente espaciados, es posible que más de la mitad de los datos resalten algunos cambios y cuando ocurran los cambios reales solo estarán cubiertos por unos pocos puntos de tiempo. dio el ejemplo de la leche ultrapasteurizada en la que puntos de tiempo igualmente espaciados en los días 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 y 21 capturarían muy pequeños cambios hasta 9 días. Por lo tanto, para la misma cantidad de recursos, tendría más sentido configurar los puntos de tiempo en los días 0, 9, 12, 15, 17, 18, 19 y 21.(p. 213)

Por lo que la vida útil interpolando a diferentes temperaturas se calculara aplicando la ecuación 6:

$$f_2 = f_1 \times Q_{10}^{\frac{\Delta T}{10}} \quad (6)$$

Donde:

Q_{10} : Es la relación entre la velocidad de reacción a T + 10 ° C y la velocidad de reacción a T (normalmente $1,5 < Q_{10} < 4$)

f_1 : Es la frecuencia de muestreo a alta temperatura

f_2 : Es la frecuencia de muestreo a baja temperatura

T_1 : Es alta temperatura

T_2 : Es baja temperatura

T : $T_2 - T_1$

La ecuación es especialmente útil si el científico está muestreando un producto alimenticio a una cierta frecuencia f_1 para una temperatura dada T_1 y ahora quiere saber la frecuencia f_2 si el producto se almacena en un ambiente diferente donde la temperatura T_2 es diferente a T_1.

b. Tipos de almacenamiento

Curia et al, citado por Araya (2012) indican que existen dos tipos de diseño útiles para la determinación de vida útil: (pp. 8–9)

- Diseño básico: Se almacena un solo lote de muestras en condiciones definidas (°T, tipo de envase, peso/volumen) y se muestrea en tiempos establecidos.

- Diseño escalonado: Se almacena diferentes lotes de muestras a las condiciones establecidas para cada lote, en diferentes periodos, para que se elija y analice en el mismo tiempo todos los tratamientos con los distintos niveles de deterioro.

Según Cantillo & Fernández (1994) citado por Araya (2012) indican que se utilizan métodos cinéticos y probabilísticos para estimar la vida útil. Los métodos cinéticos se apoyan en ecuaciones matemáticas para modelar la disminución de la calidad en el periodo de almacenamiento y los métodos probabilísticos consisten en atender la vida útil como una variable aleatoria y explicar su comportamiento a través de un modelo probabilístico.(p. 9).

Subramaniam & Wareing (2016) que para hacer una estimación adecuado de la vida útil sensorial, se requiere utilizar un mínimo de seis puntos de tiempo de almacenamiento. El diseño ideal para las pruebas sensoriales implicaría que todas las muestras de los tratamientos de almacenamiento y de todos los puntos de tiempo se prueben juntas en un diseño equilibrado. (p. 214)

2.2.5.3.Reacciones cinéticas para predecir la pérdida de calidad en alimentos

Araya (2012) señala que la velocidad de perdida de la calidad de los alimentos se puede expresar en función de sus componentes y factores ambientales, como se muestra en la fórmula (7):

$$\frac{} = \left(, \right) \qquad (7)$$

Donde:

- **C*i*** : Son los factores de la composición (concentración de componentes reactivos, catalizadores orgánicos, enzimas, inhibidores de reacción, pH, a_w o carga microbiana)
- **E*j*** : Son factores ambientales (°T, humedad relativa, presiones totales y parciales de diferentes gases, mecanismos lumínicos y de estrés).

Labuza & Schmidl (1985) citado por Araya (2012), mencionan que la pérdida de calidad de los alimentos puede ser dada por la formula (8):

$$\frac{[\ ]}{} = - [\ ] \qquad (8)$$

Donde:

A : Factor de calidad medido

t : Tiempo

k : Constante de velocidad

n : Factor denominado orden de reacción, que define la velocidad de pérdida del factor calidad

Gordon (1993) citado Araya (2012), indica que la disminución de calidad de gran parte de los alimentos se adapta a diferentes órdenes de reacción, pero en la mayoría se da en el orden de reacción cero y uno.

a. Pérdida de vida útil a velocidad constante

En base a la ecuación (8), muchos documentos asumen un valor de cero para n. Esta suposición se llama orden cero. Esto significa que la tasa de pérdida del factor de calidad a lo largo del tiempo es constante, como se define en la ecuación (9).

$$\frac{[\ ]}{} = - \qquad (9)$$

Integrando la ecuación (9) se obtiene la ecuación (10).

$$= {}_0 - \qquad (10)$$

Donde:

A : Cantidad de calidad residual al tiempo t

A_0 : Cantidad inicial del factor calidad

K : Constante de velocidad.

Los tipos de deterioro que corresponden al orden cinético cero, son:

- Deterioro enzimático de frutas y hortalizas, de productos congelados o refrigerados.
- Pardeamiento no enzimático en cereales y derivados lácteos deshidratados.
- Rancidez en grasas de productos congelados y deshidratados

Curia et al, (2005) citado por Araya (2012) indica que si el grado de calidad se representa en función del tiempo y se produce una línea recta, el orden de reacción es cero. La Figura 6 muestra este tipo de gráfico, donde la pendiente es k.

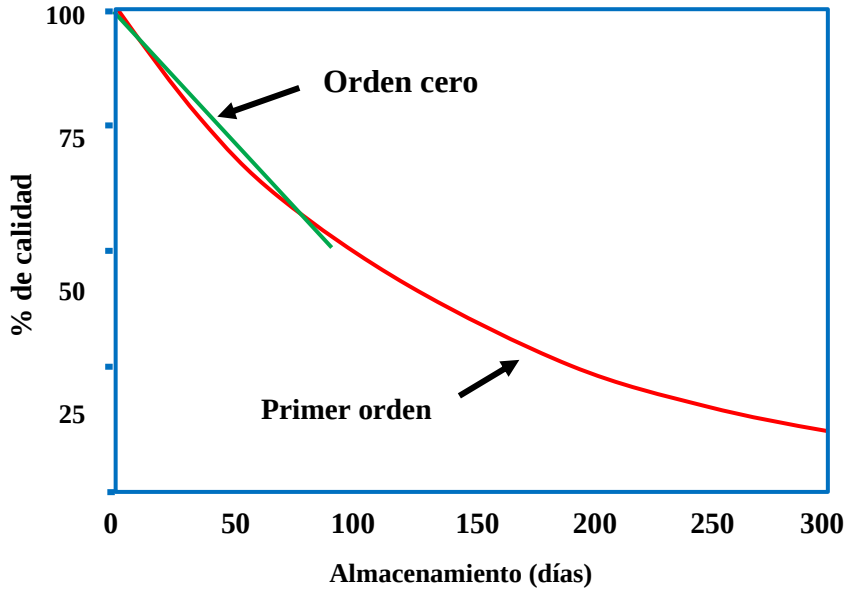


Figura 6: Curvas cinéticas de deterioro
Fuente: Curia et al., (2005).

b. Pérdida de vida útil a velocidad variable

En muchos alimentos el deterioro no se da a una velocidad constante, pues sigue una disminución exponencial en la tasa de disminución del factor de calidad.(Araya, 2012, p. 12)

Matemáticamente la velocidad se define como la ecuación (11).

$$\frac{[\ ]}{} = - \qquad (11)$$

Integrando la ecuación (11) se obtiene una ecuación logarítmica (12).

$$= \ _0 - \qquad (12)$$

Donde:

A : cantidad de calidad remanente al tiempo t

A_0 : cantidad inicial del factor calidad

K : constante de velocidad

Algunas formas de deterioro se ajustan al orden cinético de uno, tales como:

- Oxidación de aceites y grasas o en alimentos deshidratados.
- Desarrollo microbiano y sus deterioros.
- Pérdida de vitaminas en alimentos tratados térmicamente y secados.
- Pérdida en calidad de proteínas en alimentos desecados.

La forma de estas ecuaciones para distintos órdenes de reacción se indica en la tabla 5.

Tabla 5. Ecuación para los parámetros de calidad en función del tiempo para distintos órdenes de reacción.

Orden de reacción	Ecuación para A	Ecuación para B
0	− =	− =
1	$Ln\left(\frac{A_0}{A}\right) = kt$	$Ln\left(\frac{B}{B_0}\right) = kt$
n≠1	$\frac{1}{A^{n-1}} - \frac{1}{A_0^{n-1}} = (n-1)kt$	$\frac{1}{B_0^{n-1}} - \frac{1}{B^{n-1}} = (n-1)kt$

Fuente: Labuza (1999) citado por Vito (2019)

2.3 Bases filosóficas

Si bien la ciencia y la tecnología han estimulado la investigación filosófica en sus propios campos, el pensamiento de esta naturaleza es raro en la ingeniería. Hoy, la filosofía de la ciencia y la de la tecnología son disciplinas profesionales bien establecidas. La Filosofía de la Ingeniería es un campo en construcción que reúne las condiciones para ser una disciplina filosófica profesional: comunidad académica, agenda de investigación y órganos de difusión. La Filosofía de la Ingeniería está todavía lejos de constituir una disciplina madura, sin embargo, como lo hemos visto, tampoco puede decirse que sea una disciplina incipiente. Aunque la Filosofía de la Ingeniería sigue siendo subsidiaria de la Filosofía de la Tecnología en temas como la filosofía del diseño o la ontología de los equipos y maquinarias, por nombrar algunos, la Filosofía de la Ingeniería es una disciplina emergente, un campo en construcción.

2.4 Definición de términos básicos

- **Cuajada de leche:** Es el Producto lácteo obtenido luego de la coagulación de la leche y separación del suero de la leche, ya sea del cuajo, ácidos o la utilización de ambos(mixtos).
- **Leche condensada:** Producto obtenido retirando parcialmente el agua de la leche y agregando azúcar, u otro proceso que permita obtener un producto con la composición y características reglamentadas.
- **Quimosina:** Es una endopeptidasa con un peso molecular de 34.400 Dalton y un pH isoeléctrico de 4.6 - 4.7, es soluble en agua y se sintetiza en el abomaso de terneros jóvenes, es el principal componente enzimático del cuajo y es la enzima coagulante de la leche, se presenta en la naturaleza en dos formas alélicas, quimosina A y B, ambas se diferencian solo en un aminoácido ubicado en la posición 286 de la cadena péptica. En esta posición, la quimosina A contiene ácido aspártico y la quimosina B contiene glicina.

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

Sí, es posible Diseñar, formular y desarrollar un método rápido de elaboración de leche condensada, mediante la utilización de quimosina, que sea sensorialmente aceptable y estable durante su almacenamiento.

2.5.2 Hipótesis específicas

a. Al determinar el proceso tecnológico óptimo que permita obtener una leche condensada a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina, entonces se obtendrá un producto de buena calidad sensorial.
b. El uso de quimosina en un método rápido de elaboración de leche condensada contribuye significativamente a reducir tiempo de proceso en comparación al método tradicional.
c. Si se usa quimosina en el proceso de elaboración de leche condensada mantendrá o superará las características física química microbiológica, sensoriales y vida útil de la leche condensada elaborada con la metodología tradicional.

2.6 Operacionalización de las variables

Tabla 6. Operacional de las variables

Variable		Indicadores	Ítems de los indicadores	Instrumento de medición	Unidades de medida
Independiente	Uso de quimosina.	Peso de quimosina	¿Cuál es el peso óptimo de quimosina a utilizar en función de la fuerza de cuajo?	Dosis calculada según el tiempo deseado de coagulación y la fuerza del cuajo comercial. Pesado en balanza analítica.	Gramos (g) y %
Dependiente	Método rápido de elaboración	Tiempo de proceso	¿Cuál es el tiempo del proceso de elaboración de leche condensada obtenido mediante utilización de quimosina y el elaborado mediante tecnología convencional?	Cronómetro	Horas
		Rendimiento	¿Cuál es el rendimiento en Kg de manjar blanco/ Kg de ingredientes?	Balanza digital	Kg
Independiente	Intervinientes	Nivel de mezcla	¿Cuál es la mezcla más adecuada? a. Concentración de cuajada de leche b. Concentración de sacarosa. c. Concentración de goma de xantana d. Concentración de citrato de sodio y polifosfato e. Concentración de esencia de leche condensada	Formulación porcentual en base a cuajada de leche, sacarosa, goma xantana, esencia de leche condensada, citrato de sodio y polifosfato. Balanza analítica.	Gramos (g) y %
		Valor comercial	¿Cuáles son las características físicas y organolépticas del producto terminado?	Métodos analíticos AOAC	g/100g
			¿Cuáles son las características químicas-bromatológicas del producto terminado?	Métodos analíticos AOAC	g/100g
		Inocuidad	¿Cuál es el contenido de microorganismos aerobios viables/g en el producto terminado? ¿Cuál es el contenido de Estafilococos coagulasa positivos/g en el producto terminado? ¿Cuál es el contenido de mohos y levaduras/g en el producto terminado?	Métodos de la ICMSF. Criterios microbiológicos RM N° 615-2003 SA/DM	UFC/g
		Aceptabilidad	¿Cuál es el grado de aceptabilidad de la leche condensada elaborado?	Prueba no paramétrica de Friedman y la prueba de Nemenyi.	p< 5%

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

a. Por su naturaleza:

Es experimental porque es un proceso sistemático con enfoque científico donde se manipula las variables independientes y observar sus efectos en las variables dependientes a condiciones controladas.

b. Por su carácter:

El estudio es cuantitativo porque los datos recopilados se utilizarán para contrastar hipótesis fundadas en cálculos numéricas y análisis estadístico, para establecer modelos de conducta y probar teorías.

c. Por su finalidad:

Es investigación Aplicada porque busca generar conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad y el sector productivo.

3.1.1. Diseño experimental:

En la figura 7 se muestra la metodología experimental utilizada en esta investigación, la cual se desarrolló en tres etapas, con el fin de cumplir con los objetivos formulados. Luego se pasa a describir detalladamente cada una de estas etapas.

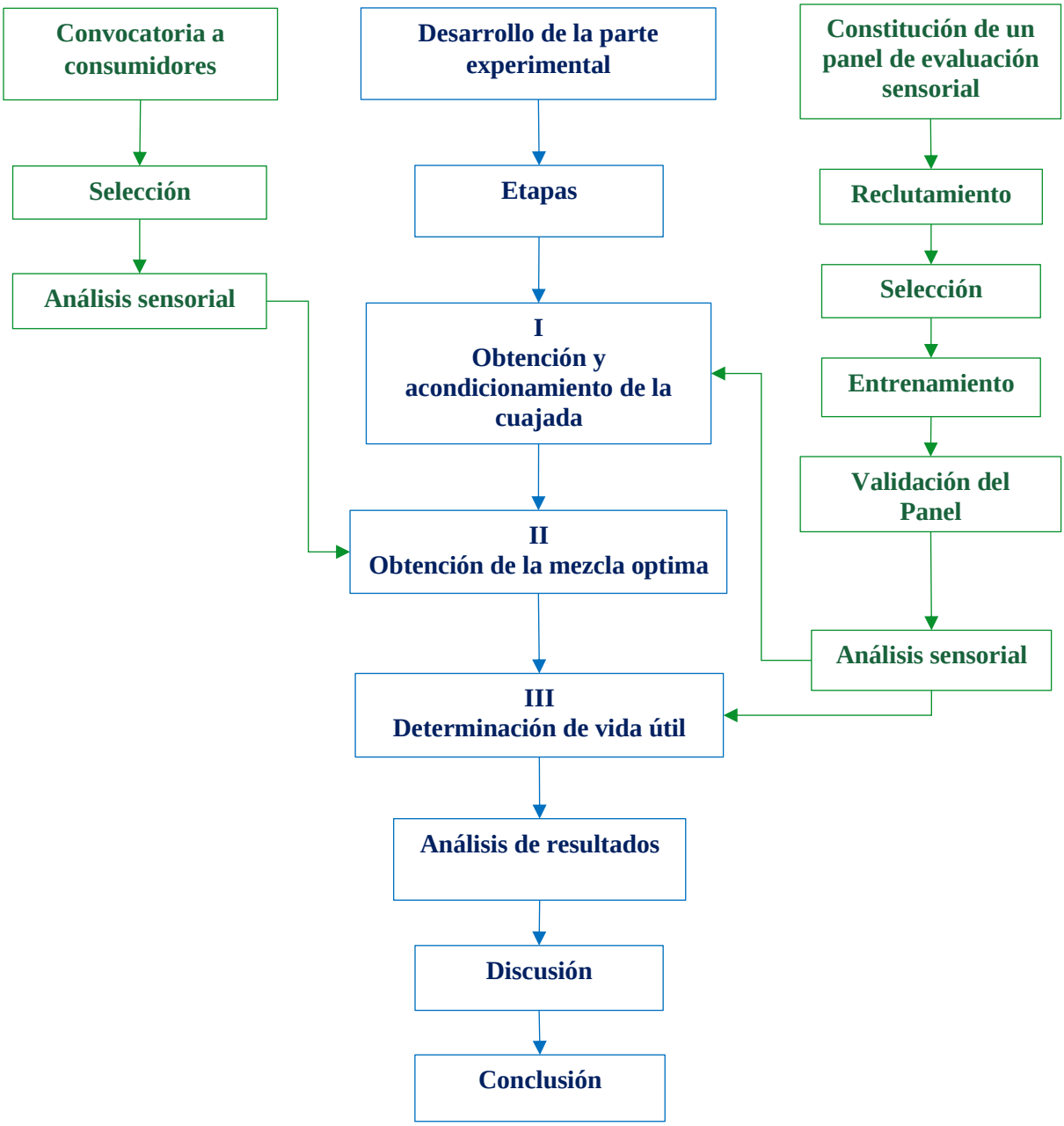


Figura 7: Esquema de la metodología experimental a seguir en la obtención de leche condensada

I Etapa: Obtención y acondicionamiento de la cuajada de leche.

Se aplicará el modelo de Taguchi, el diseño del arreglo ortogonal utilizado es el arreglo L_9 (3^3), de tres factores; para evaluar el efecto de las variables independientes X_1: Temperatura y tiempo de pasteurización, X_2: Temperatura y tiempo de coagulación y X_3: %citrato: % polifosfato sobre las variables dependientes Y_1: Rendimiento y Y_2: Consistencia.

Se establecieron 9 corridas experimentales, determinado según el arreglo ortogonal. Para hacer uso de estos arreglos ortogonales se utilizó el software Minitab 19 versión de prueba. El modelo estadístico que se ajusta al diseño del arreglo anterior para el rendimiento y consistencia S/R es el siguiente:

$$= + + + +\ . . + + +\ . . \quad (13)$$

Donde:

$_i$ = Coeficiente de regresión del efecto principal del factor *i*.

$_{ij}$ = Coeficiente de regresión de la interacción entre los factores *i* y *j*.

X_i = Factores controlables del proceso.

Y = Variable dependiente.

Una vez definido la variable de respuesta prioritaria, se determinaron los factores y niveles a estudiar, los cuales se indican en la Tabla 7, del cual se diseñó el arreglo ortogonal L_9 (3^3) del método Taguchi, como se observa en la Tabla 8.

El diseño nos permitirá estudiar la influencia de los principales factores y sus interacciones, así como el nivel de cambio de cada factor.

Tabla 7.Factores y niveles del Arreglo Ortogonal L_9 (3^3)

Factores	**Unidad**	**Niveles**		
		1	**2**	**3**
Temperatura y tiempo de pasteurización	°C y minutos	68:10	70:5	72:1
Temperatura y tiempo de coagulación	°C y minutos	36:25	38:20	40:15
%citrato: % polifosfato	%	80:20	85:15	90:10

Tabla 8. Arreglo Ortogonal L $_9$ (3^3) del método Taguchi

Tratamiento	Temperatura y tiempo de pasteurización	Temperatura y tiempo de coagulación	% Citrato: % polifosfato	% Rendimiento	Consistencia
1	68:10	36:25	80:20		
2	68:10	38:20	85:15		
3	68:10	40:15	90:10		
4	70:5	36:25	85:15		
5	70:5	38:20	90:10		
6	70:5	40:15	80:20		
7	72:1	36:25	90:10		
8	72:1	38:20	80:20		
9	72:1	40:15	85:15		

II Etapa: Obtención de la mezcla optima de cuajada de leche, azúcar, citrato: polifosfato, esencia y goma xantana.

En esta etapa se evaluará el efecto de la cuajada de leche, azúcar, citrato: polifosfato, esencia de leche condensada y goma xantana., sobre la aceptabilidad sensorial, densidad y viscosidad, con restricciones mínimas y máximas, como se indica a continuación:

- Cuajada de leche (X_1) : 55 a 61,555%
- Esencia de leche condensada (X_2) : 0,1 a 0,2%
- Citrato: polifosfato (obtenida en el ítem 3.1.2.1) (X_3) : 0,1 a 0,3%
- Goma de xantana (X_4) : 0,03 a 0,06%
- Sacarosa (X_5) : 38 a 44.77%

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 100\ \%$$

El diseño experimental utilizado fue un diseño de mezclas tipo D-Optimal, modelo polinomial Scheffé, diseño cuadrático. El diseño D-Optimal es un algoritmo de computación, que emplea como criterio para la elección de puntos de diseño la minimización del determinante de la matriz inversa $(X´X)^{-1}$, y al realizar esto, también se minimiza la varianza de los coeficientes de regresión estimados para el modelo elegido.

El modelo estadístico de mezcla cuadrática de Scheffé se define como:

$$= \sum_{=1} + \sum_{=1}^{-1} \sum_{= +1} \qquad (14)$$

Donde:

Y : Es la variable respuesta
q : Componente que tiene el modelo
βi : Son los coeficientes de regresión de los parámetros lineales,
βij : Los coeficientes de regresión de los parámetros de interacción
Xi y Xj: Los niveles de las variables experimentales codificadas

Como se muestra en la Tabla 9, la Matriz dada por el programa estadístico Design Expert 12, arroja 18 formulaciones, las cuales se preparan en dos bloques, utilizándose para ello los ingredientes de la matriz variable, para obtener la respuesta optimizada del programa, se tomó el promedio de los jueces para cada tratamiento respecto a las variables respuestas aceptabilidad sensorial para lo cual se aplicará el método de escala hedónica de 1 a 9 puntos; en donde el valor 1 significa “me disgusta mucho” y el valor 9 “me gusta mucho”, panel compuesto por 10 panelistas entrenados (Anexo 6).

Tabla 9. Matriz entregada por el programa Design Expert 12, para la optimización de fórmula, ingredientes de la matriz variable

Tratamiento	Bloque	Corrida	Componente (%)					Respuesta		
			A	B	C	D	E	1	2	3
			Cuajada de leche	Esencia de leche condensada	Citrato - polifosfato	Goma xantana	Sacarosa	Aceptabilidad sensorial	Densidad	Viscosidad
1	Bloque 1	2	0.2	0.1	0.06	64.64	35			
2		4	0.1	0.2	0.045	64.655	35			
3		3	0.1	0.1	0.03	64.77	35			
4		5	0.25	0.175	0.0375	62.0375	37.5			
5		8	0.1	0.2	0.06	59.64	40			
6		6	0.1	0.2	0.03	54.67	45			
7		7	0.1	0.1	0.06	54.74	45			
8		1	0.3	0.1	0.03	54.57	45			
9		9	0.3	0.15	0.06	54.49	45			
10	Bloque 2	12	0.3	0.2	0.06	64.44	35			
11		16	0.3	0.1	0.03	64.57	35			
12		13	0.2	0.2	0.03	64.57	35			
13		17	0.1	0.15	0.06	64.69	35			
14		15	0.15	0.125	0.0375	62.1875	37.5			
15		14	0.3	0.1	0.06	59.54	40			
16		18	0.2	0.15	0.045	57.105	42.5			
17		10	0.3	0.2	0.03	54.47	45			
18		11	0.2	0.2	0.06	54.54	45			

a. Construcción del diseño experimental

La Tabla 10 muestra la función que cumplen cada componente en la formulación y los niveles mínimos y máximos.

Tabla 10. *Dominio experimental inicial para la formulación de la leche condensada*.

Factor (componente en la mezcla)	Función	Variable asociada	Nivel mínimo	Nivel máximo
Esencia de leche condensada	Fortalecer las características sensoriales de la leche condensada	X_1	0,10%	0,20%
Citrato de sodio - Polifosfato	Secuestrador del calcio de la caseína(solubilizarlo)	X_2	0,10%	0,30%
Goma de xantana	Estabilizante	X_3	0,03%	0,06%
Cuajada de leche	Diluyente	X_4	55%	61.755%
Sacarosa	Edulcorante	X_5	38%	44.77%

b. Optimización y caracterización de los puntos óptimos

En la optimización los mejores tratamientos, se empleó la función de deseabilidad (FD) con la ayuda del software Design Expert 12, donde se asignaron cantidades y se establecieron objetivos, para maximizar, minimizar y mantener los intervalos estudiados para cada variable de respuesta. En el proceso de optimización, se evaluaron todos los tratamientos y de los valores deseables resultantes, se eligieron los cuatro mejores tratamientos con los valores de deseabilidad más altos, con estos resultados, se realizó una evaluación sensorial.

III Etapa: Determinación de vida útil de la leche condensada mediante la utilización de quimosina.

Se utilizó como señal de deterioro la pérdida de calidad de cada atributo sensorial en el tiempo, utilizando para ello el Test de valoración de calidad utilizando la escala Karlsruhe, fundamentado en la ecuación de Arrhenius (Cinética de deterioro atributos sensoriales).

Para estimar la vida útil se aplicará una prueba acelerada durante una duración de estudio de tres meses. Para esta investigación se fijaron las temperaturas de almacenamiento de 20°C, 30°C y 40°C, la diferencia de 10°C permitirá obtener el factor Q_{10}.

Todas las muestras empleadas en esta investigación fueron parte de un lote de producción. La temperatura de almacenamiento y el intervalo de la toma de muestras se detallan en la Tabla 11 y la Figura 8.

Tabla 11. Frecuencia de muestreo en la evaluación sensorial de leche condensada.

Análisis	Temperatura de almacenamiento (°C)	Intervalo medición (días)	Muestreo (días)
Sensorial	20°	14	0, 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98
	30°		
	40°		

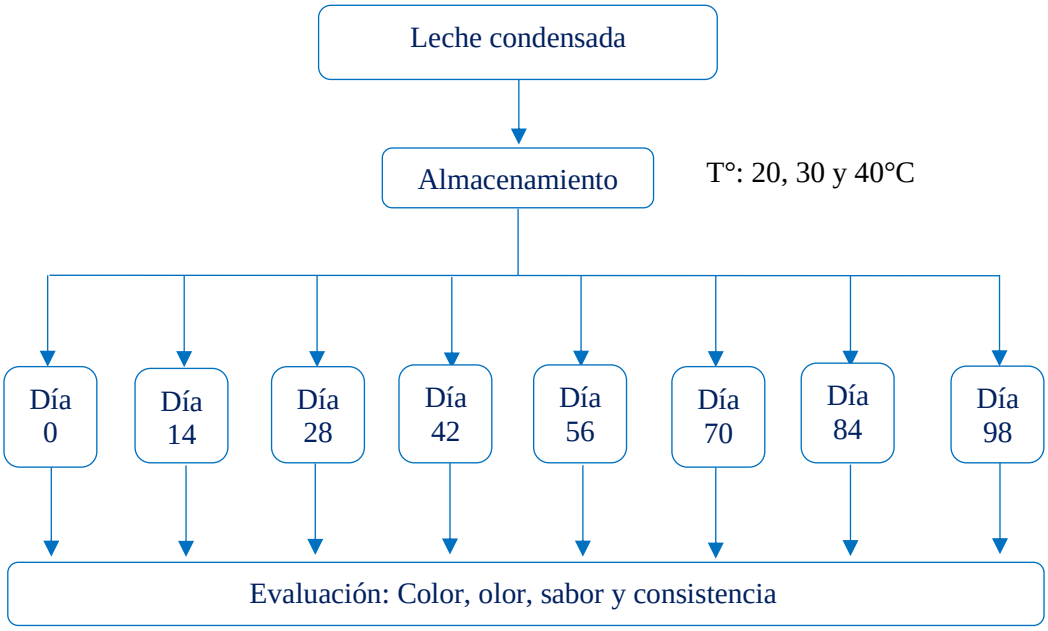


Figura 8. Esquema experimental de aceptabilidad general de la leche condensada durante su almacenamiento

Los panelistas elegidos fueron preparados para valorar la calidad de la leche condensada, utilizando el Test de Karlsruhe, siguiendo el modelo desarrollado por Araya (2012), el cual precisa tres niveles de calidad, divididos en tres sub grupos, como se indica a continuación en la Tabla 12.

Tabla 12. *Niveles de calidad, valoración verbal y numérica.*

Grados	Valoración verbal	Valoración numérica
Nivel 1 Características típicas	Excelente	9
	Muy Buena	8
	Buena	7
Nivel 2 Deterioro tolerable	Satisfactoria	6
	Regular	5
	Suficiente	4
Nivel 3 Deterioro indeseable	Defectuosa	3
	Mala	2
	Muy Mala	1

Fuente: Araya (2012)

El objetivo de este paso es preparar, junto con los panelistas seleccionados, una tabla de evaluación de calidad exclusiva para la leche condensada con la escala de Karlsruhe.

En la primera reunión se realizó una evaluación descriptiva del producto. En ella, cada panelista recibió la leche condensada con diferentes fechas de producción, cada muestra contendrá 15 gramos de leche condensada, en un vaso desechable codificado, a una temperatura de 20 ± 2 °C. Se utilizo el agua como borrador o neutralizante entre muestras.

Cada panelista evalúo individualmente los siguientes atributos sensoriales: color, olor, sabor y consistencia. Estos atributos luego se discutirán abiertamente para analizar las diferencias en sus descriptores. El panelista anotara su descripción en la hoja de respuestas. (Anexo 7).

Se le dio un símbolo positivo (+) a los comentarios que muestran propiedades típicas deseables del producto y un símbolo negativo (-) a las descripciones que muestran un deterioro aceptable o no deseado. El nivel de calidad se estableció como se detalla a continuación: si la característica era positiva pertenecía al nivel 1, si era negativa, pertenecía al nivel 2 (deterioro leve) o nivel 3 (deterioro intolerable). Con los resultados obtenidos se elaborará la tabla inicial de evaluación de la calidad de la leche condensada.

En una segunda reunión, se realizará un análisis de los atributos similar al paso anterior, con el objetivo de obtener una tabla final para la valoración de calidad.

- **Test de valoración de calidad con escala Karlsruhe**

  A cada juez se le entrego una muestra aleatorizada, tabla del Test de Karlsruhe y la ficha de respuesta, en donde se registrará sus evaluaciones, dando una puntuación por atributo en una escala de 1 a 9. (Anexo 8). Las muestras serán analizadas individualmente y no se realizará comparación entre ellas. Se estableció el límite de comercialización en la escala Karlsruhe en un puntaje 5,5, lo que señala que el producto debe retirarse del mercado. Los atributos se evaluarán hasta que alcancen el límite de comestibilidad (4,0).

- **Variable de respuesta**

  La disminución de calidad de cada atributo se utilizó como señal de deterioro en el tiempo durante el almacenamiento.

- **Cinética de deterioro de atributos sensoriales**

  Se determino el atributo sensorial con menor vida útil, el cual será limitante y fijará la vida útil de la leche condensada, el método utilizado se detalla en el Anexo 9 y 10.

El modelo seguido en esta etapa se basará en la ecuación de Arrhenius, descrito por Araya (2012). El cual se abrevia a continuación:

- El orden de reacción de cada atributo sensorial se determinó considerando el coeficiente de determinación (R^2). Un R^2 próximo a 100% denotaría el orden del atributo.
- Con las puntuaciones obtenidas con el test de Karlsruhe se determinó las constantes de velocidad (*K*) a 20°C, 30°C y 40°C.
- Luego se calculó los parámetros cinéticos (E_A y k_0) utilizando las constantes de velocidades (*K*) calculadas.
- Se recalculo las constantes de velocidad (K) en base al modelo de Arrhenius.
- Se determino la vida útil de cada atributo sensorial a 20°C, 30°C y 40°C.
- Se estimó un modelo cinético para determinar la vida útil de la leche condensada en función de la temperatura a diferentes condiciones de almacenamiento. Se eligió la temperatura de almacenamiento de 21 ° C para obtener la vida útil de la leche condensada.

3.1.2. Desarrollo de la parte experimental

La descripción general del proceso se detalla a continuación en base al diagrama según la Figura 9.

a. **Recepción de la leche:** La leche descremada a utilizar en la producción de leche condensada será sometida a un riguroso control de calidad para comprobar que este en buen estado y verificar si puede ser procesada para lo cual se efectuó la prueba de acidez, pH, densidad y grasa.
b. **Pasteurización**: Destruye los gérmenes patógenos e inactiva las enzimas que actúan en la degradación de las grasas, el cual confiere un sabor no agradable al producto, esto se realizó a tres temperatura y tiempos de pasteurización (63 °C x 30 minutos, 67 °C x 20 minutos y 71 °C x 10 minutos)
c. **Coagulación:** Etapa en la cual se adiciona la cantidad exacta de cuajo, el cual se adicionará de acuerdo a la fuerza de cuajo y la temperatura y tiempo deseado de coagulación (36 °C x 25 minutos, 38 °C x 20 minutos y 40 °C x 15 minutos).
   Determinación el peso o volumen exacto de cuajo a adicionar en base a la fuerza de cuajo y el tiempo deseado:

$$= (\times)/(\times) \quad (15)$$

Donde:

Fc : Fuerza del cuajo
V : Cantidad de leche (mL)
C : Cantidad de cuajo (g)
tcp : Tiempo de coagulación deseado (segundos)
Wc : Peso en gramos de cuajo necesarios para coagular la leche en un tiempo deseado (tpc)

d. Corte de la cuajada: Se corta la cuajada con liras (Vertical y horizontal), de modo de obtener trozos de cuajada uniforme y facilitar la eliminación del suero.
e. **Desuerado:** Eliminar suero hasta llegar al nivel de los trozos de la cuajada.
f. **Lavado:** El objetivo es reducir la cantidad de lactosa de la cuajada y se utilizó para ello agua a 70°C, pero sin que la temperatura de la cuajada sea superior a 40 °C.
g. **Estandarizado:** El estandarizado involucra: regular la concentración optima de cuajada de leche: sacarosa, goma de xantana, citrato de sodio, polifosfato de sodio y esencia de leche condensada.

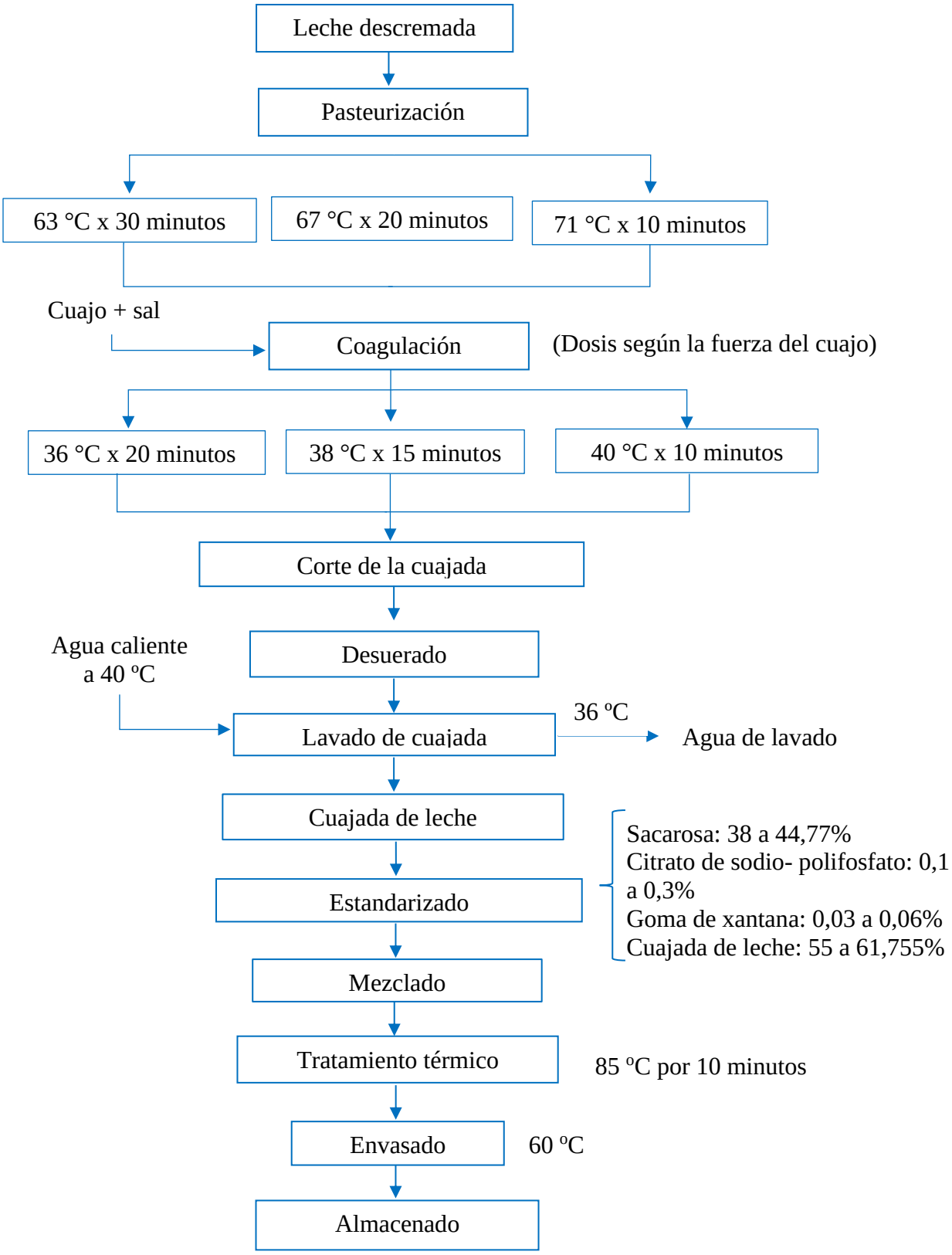


Figura 9 : Diagrama de flujo de la producción de leche condensada

h. **Tratamiento térmico:** El objetivo de esta operación es eliminar la carga microbiana presente en la mezcla, acentuar el color del producto, de tal manera que la leche condensada, al alcanzar el "punto final", no solamente su tenor de sólidos, si no sus atributos sensoriales, sean las deseadas. Esta operación se realizó a una temperatura de 85 °C por un tiempo de 15 minutos.

i. **Enfriado:** Seguidamente concluido el proceso de concentración se procederá a enfriar el producto en el mismo depósito hasta una temperatura de 60 °C. La velocidad de enfriamiento es muy importante para contribuir con la conservación del producto.

j. **Envasado: S**e envasó en recipientes de vidrio de 250 g para su posterior análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. El producto se envasó a una temperatura de 60 ° C para permitir un fácil flujo, ya que el envasado a una temperatura más alta tendría la desventaja de continúe generando vapores en el interior del envase, lo que podría facilitar la condensación en la superficie interna de las tapas lo cual favorecería el desarrollo de mohos.

i. **Almacenamiento:** Una vez envasado el producto final, la leche condensada azucarada elaborada se almaceno a temperatura ambiente.

3.1.3. Evaluación sensorial

3.1.3.1. Formación de un panel de Evaluación Sensorial

La metodología utilizada en el entrenamiento del panel de evaluación sensorial de la leche condensada, fue en base a la metodología de Flores (2015), el cual se describe a continuación:

a. Reclutamiento

La captación de los panelistas para la evaluación sensorial se realizó en la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería agraria, Industria alimentaria y Ambiental de la universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, preferiblemente a los alumnos que habían cursado la asignatura de evaluación sensorial de alimentos, a los cuales se les invito personalmente, y se les informo sobre la finalidad del entrenamiento.

b. Elección posibles jueces

Después de la captación, se aplicó una encuesta (Anexo 1), que se entregó a cada posible panelista, para determinar cualquier inconsistencia que interfiera con el desempeño posterior del panelista. Después de eso, se llamó a cada panelista potencial para comenzar el proceso de selección.

c. Selección

Esta fase comenzó con una lección teórica de 30 minutos que explicaba la trascendencia de la evaluación sensorial, la función de los sentidos y una breve exposición de las pruebas utilizadas en la elección de los panelistas. Luego se desarrollaron 4 lecciones prácticas de 30 minutos, en las que se realizaron las respectivas pruebas para la elección. Estas reuniones se llevaron a cabo en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Facultad de Bromatología y Nutrición, que cuenta con 10 cabinas y un área de preparación.

A continuación, se describen las pruebas utilizadas para elegir a los panelistas calificados para evaluar alimentos:

- **Test de sabores básicos**

  En la prueba se utilizó 10 soluciones con diferentes % de ácido cítrico, sacarosa, cafeína y cloruro de sodio. Las soluciones se prepararon como se describe en la Tabla 13 empleando agua destilada como disolvente.

  A cada panelista se le entregó una fuente con 11 disoluciones dispuestas al azar (en vasos de plástico transparente de 50 ml, codificados con 3 números escogidos aleatoriamente), un vaso con agua destilada como neutralizante, una hoja de respuestas (Anexo 2), lápiz y un borrador. Aquellas en las que los jueces pudieron identificar el sabor se consideraron respuestas correctas. El porcentaje de respuestas correctas se obtuvo dividiendo la suma de las respuestas correctas entre el total de las muestras evaluadas.

Tabla 13. *Concentraciones de disoluciones empleadas en test de sabores básicos*

Muestra	Gusto básico	Concentración
a	Ácido	0,02% ácido cítrico
b	Ácido	0,03% ácido cítrico
c	Ácido	0,04% ácido cítrico
d	Amargo	0,02% cafeína
e	Amargo	0,03% cafeína
f	Dulce	0,40% azúcar
j	Dulce	0,60% azúcar
h	Salado	0,08% cloruro de sodio
i	Salado	0,15% cloruro de sodio
j	umami	0,18% glutamato monosódico
k	umami	0,60% glutamato monosódico

Fuente: Flores (2015).

- **Test de determinación de umbral de reconocimiento**

  Las soluciones salinas (ClNa), ácidas (ácido cítrico) y dulces (sacarosa) se prepararon como se describe en la Tabla 14. Se obvio el sabor amargo, porque las muestras utilizadas en el entrenamiento de los jueces no presentan este sabor básico

  Cada juez tuvo que probar 10 muestras entregadas en concentración creciente y detallar las sensaciones observadas y transferirlas a la hoja de respuestas (Anexo 3), e identifico con un “0” si encontraba que la muestra era igual al agua; con un "?" si percibió un sabor diferente al agua, pero no pudo identificarlo; y si lo reconoce colocar el del sabor. Es así como se determinó el umbral de reconocimiento, concentración que reconoció correctamente el sabor y ya no cometió ningún error con las concentraciones posteriores. Para determinar el porcentaje de acierto, se utilizaron la última columna de la Tabla 14.

Tabla 14. *Concentración de las soluciones saladas, dulce y acido, junto al porcentaje de acierto para su detección.*

Nº	% ClNa	% Sacarosa	% Ácido cítrico	% de acierto para detección de umbral
1	0,00	0,00	0,000	100%
2	0,02	0,05	0,005	100%
3	0,04	0,10	0,010	100%
4	0,06	0,20	0,013	75%
5	0,08	0,30	0,015	75%
6	0,10	0,40	0,018	50%
7	0,13	0,50	0,020	50%
8	0,15	0,60	0,025	25%
9	0,18	0,80	0,030	25%
10	0,20	1,00	0,035	0%

Fuente: Flores (2015).

- **Test de ordenamiento de intensidad de color**

  Al seleccionar el panel de evaluación sensorial, se llevaron a cabo tres pruebas de ordenamiento de colores: amarillo, rojo y verde. Se prepararon las siguientes soluciones patrón:

  - 0,5 g de pigmento rojo (E129) + 500 ml agua destilada.
  - 1 g de pigmento amarillo (E102) + 500 ml agua destilada.
  - 0,05 g de pigmento Verde (E142) + 500 ml de agua destilada.

  Luego de cada solución se prepararon 10 diluciones para cada color como se presenta en la Tabla 15.

  Cada panelista recibió diez tubos del mismo color a diferentes diluciones y ordenado ascendentemente según la intensidad del color, de izquierda a derecha, con un intervalo de 10 minutos por color, registrando sus respuestas en ficha de respuestas. (Anexo 4). Cuando los panelistas acertaban en el orden preestablecido se consideraron respuestas correctas. Luego, se calculó el porcentaje de respuestas correctas del total de soluciones evaluadas.

Tabla 15. *Concentración de las soluciones patrón*

Nº solución	Concentración (%)
1	55%
2	50%
3	45%
4	40%
5	35%
6	30%
7	25%
8	20%
9	10%
10	0%

Fuente: Flores (2015).

- **Test triangular**

  Se ejecutaron un total de 5 pruebas (AAB, ABA, BAA, ABB, BAB, BBA). A cada panelista se le entrego tres muestras codificadas, dos idénticas y una diferente, y tuvo que analizar de izquierda a derecha y encontrar la muestra diferente, indicando la causa de la diferencia. Luego registrar sus conclusiones en la hoja de respuestas (Anexo 5). Las respuestas apropiadas fueron aquellas en las que los jueces pudieron señalar las muestras diferentes. El porcentaje de respuestas correctas de cada panelista se determinó dividiendo la suma de las respuestas acertadas por el número total de pruebas ejecutadas.

Tabla 16. *Productos evaluados con su respectiva diferencia aplicada*

Nº de Solución	**Producto**	**Diferencia aplicada**
1	Leche entera	20% más de agua
2	Snack (papas fritas)	Paquete abierto por 6 h
3	Mermelada de fresa	5% más de sacarosa
4	Galletas soda Field	Paquete abierto por 6 h
5	Manjarblanco sin almidón	10% almidón

3.1.3.2. Criterios para la selección de panelistas

Para determinar los criterios de elección del panel de evaluación sensorial, se decidió escoger a los jueces que cumplieran con los siguientes criterios enumerados en la Tabla 17:

Tabla 17. *Criterios de selección de panelistas*

Selección panel sensorial	Porcentaje mínimo de selección (%)
Prueba sabores básicos	60
Prueba umbral	50
Prueba ordenamiento color	60
Prueba triangular	60
Asistencia	80

3.1.3.3. Participación de los panelistas entrenados y consumidores en la Evaluación sensorial de los tratamientos en cada etapa de la investigación

Luego del entrenamiento, los jueces participaron en las tres etapas fundamentales de la investigación:

a. Obtención de la cuajada soluble.

Primero para evaluar los efectos de la Temperatura y tiempo de pasteurización, Temperatura y tiempo de coagulación y por último el efecto de la mezcla de %citrato: % polifosfato sobre la variable respuesta consistencia, se evaluó las 9 corridas experimentales determinados según el arreglo ortogonal de la metodología Taguchi.

En esta etapa utilizo 10 jueces entrenados, conformado por estudiantes de la especialidad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería agraria, Industria alimentaria y Ambiental, cuyas edades fluctúan entre 20 a 25 años, a fin de evaluar el atributo consistencia. A los panelistas se les pidió indicar el nivel de aceptación del atributo a evaluar, empleando una escala hedónica de 9 puntos. Las muestras tenían un peso aproximado de 20 g, se colocaron en un vaso de plástico y se presentaron junto con unas galletas sin sal y un vaso de agua de mesa el cual se utilizó durante la prueba de enjuague. El formulario de evaluación se muestra en el Anexo 6.

b. Obtención y optimización de la mezcla.

En la II etapa de **Obtención y optimización de la mezcla** la participación de los panelistas entrenados y no entrenados fueron en:

- Evaluación sensorial de las 18 muestras de leche condensada obtenidas mediante el diseño de mezclas D- optimal, mediante la utilización de Cuajada de leche, esencia de leche condensada, citrato de sodio- polifosfato de sodio, goma xantana y sacarosa, determinando la aceptabilidad sensorial, el cual se obtuvo utilizando una escala hedónica de 9 puntos.
- Mapeo de preferencias externas, el cual se logró en 3 pasos: **Paso 1** Creación del mapa sensorial aplicando un análisis de componentes principales (ACP), el cual nos dio una visualización bidimensional de las leches condensadas formuladas; **Paso 2** agrupamiento de los consumidores mediante la clasificación jerárquica ascendente (CJA), las calificaciones se han descrito de 1 a 9 (9 corresponde a la aceptabilidad más alta) y **Paso 3** Creación del mapa de preferencias usando el método PREFMAP.
- En la caracterización sensorial, se reclutaron 50 consumidores de la facultad de bromatología y nutrición, cuyas edades fluctuaban entre 20 a 25 años (edad promedio 21), se utilizaron los cuatro mejores tratamientos que exhibieron los valores de deseabilidad más altos obtenidos en la optimización de la mezcla y en una muestra ideal (Nestlé). Se pidió a los consumidores que indicaran su aceptabilidad mediante una escala hedónica constituida por 9 puntos y que respondieran a las características sensoriales de las muestras con una pregunta “marque todo lo que corresponda” (CATA) conformada por 16 términos, según la ficha indicada en el Anexo 11, como lo recomienda Worch et al. (2010) citado por (Bruzzone, 2014).

En la formulación óptima de la evaluación sensorial se realizó los análisis fisicoquímicos y microbiológicos indicados en el item 3.1.4.1.

3.1.3.4. Comparación de la leche condensada obtenido en las condiciones óptimas de los diseños frente a la elaboración tradicional

Luego de la obtención del producto óptimo mediante los ensayos descritos en el ítem 3.1.3.3. inciso b), se realizó una comparación entre la leche condensada azucarada obtenido por el nuevo método y la leche condensada azucarada de la marca Nestlé, elaborado

mediante la tecnología tradicional, con el fin de establecer la ventaja del diseño planteado, así como de conocer las diferencias encontradas, para lo cual se realizarán la comparación del tiempo de proceso, pruebas físicas y químicas como la determinación de viscosidad y color del producto terminado. Además, se realizará la prueba de preferencia pareada o categorías de preferencia, para determinar si existe diferencia significativa entre una leche condensada azucarada comercial y el obtenido en la investigación. Las fichas de evaluación que se utilizaron son mostradas en los anexos 12, 13, 14 y 15.

3.1.4. Análisis físico-químico, microbiológico de la materia prima y producto terminado.

3.1.4.1.Análisis físico-químico

Las determinaciones físicas químicas de la materia prima y producto terminado son las mostradas a continuación:

a. Humedad y Solidos totales: Se utilizara el método gravimétrico dado por Bradley (2010).
b. Azucares Reductores y Totales: Se determinará por el método espectrofotométrico de Somogyi- Nelson. (BeMiller, 2010)
c. Determinación de lactosa, Se realizará mediante el método de Lane y Eynon. (BeMiller, 2010)
d. Determinación de sacarosa, Se realizará mediante el método de Lane y Eynon. (BeMiller, 2010)
e. Determinación de la viscosidad.
f. Análisis de color, método C I E L A° B° Minolta CR-400.
g. Determinación de acidez: Se utilizara el método volumétricos dado por Sadler and Murphy (2010)
h. Determinación de Grasa: Se determinara mediante el método Gerber según Min & Ellefson, (2010)

3.1.4.2. Análisis Microbiológico.

Se evaluará al comienzo y al final del periodo de almacenamiento, en base a la metodología dada por el manual de Microbiología de la Merck.(Merck, 2010) y por Roberts y Greenwood (2003):

Determinaciones microbiológicas:

- Recuento de mesófilos aerobios viables
- Recuento de Mohos y levaduras
- Determinación de Estafilococos coagulasa positivos

3.1.5. Rendimiento

El rendimiento de las diferentes formulaciones de leche condensada se evaluará mediante el empleo de la fórmula dado a continuación:

$$R(\%) = (Wmp/Wpt) \times 100 \qquad (16)$$

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está constituida por la leche fresca que se obtiene en el establo de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión de Huacho, el cual se halla dentro del área geográfica que comprende la investigación.

3.2.2 Muestra

Se ha utilizado un muestreo no probabilístico por conveniencia, la cantidad no depende de la probabilidad, sino de estar vinculada a los objetivos de la investigación. Las muestras fueron obtenidas para dos fines:

- Para analizar y evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche como materia prima para la preparación de leche condensada.
- Para realizar las pruebas preliminares y los experimentos de la investigación. Para ello se utilizará 50 litros de leche para la realización de la parte experimental de la investigación.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Fuentes primarias.

Los datos se obtendrán de los resultados de los análisis físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos, y de los ensayos realizados para la elaboración del producto. Asimismo, la recolección de información se basará en la observación de los procesos y el análisis de las encuestas, para evaluar el producto final.

3.3.2. Fuentes secundarias.

Se refiere a las revisiones de la literatura y antecedentes sobre el tema, con las que se han comparado los resultados de las pruebas experimentales del producto, y sobre las que se regirá el desarrollo de este trabajo.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

El análisis detallado de los datos se hizo a partir de toda la información obtenida en los puntos 3.3.1 y 3.3.2, una vez organizada, codificada y clasificada, mediante la utilización de softwares estadísticos que permita vincular los datos y variables para poder obtener conclusión que muestra la posibilidad de éxito de la propuesta de investigación.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1. Etapa I: Obtención de la cuajada soluble

Los resultados de las pruebas experimentales obtenidas, fueron analizados y optimizados utilizando el método Taguchi y ANOVA utilizando el software Minitab 19. La optimización Taguchi fija el efecto de cada una de las variables del proceso (temperatura y tiempo de pasteurización, temperatura y tiempo de coagulación y relación citrato: polifosfato) respecto al rendimiento y la consistencia de la cuajada soluble, utilizando el criterio "***cuanto más grande mejor***".

a. Variables óptimas para el máximo rendimiento en la obtención de cuajada soluble

En la tabla 18 se muestra los 9 tratamientos, en ella se observa que el máximo porcentaje de rendimiento lo obtuvo el Tratamiento 4, el cual se llevó a una Temperatura y tiempo de pasteurización de la leche de 70°C y 5 minutos, Temperatura y tiempo de coagulación de coagulación de 36°C y 25 minutos y la proporción de Citrato: Polifosfato de 85% de citrato y 15% de polifosfato, con el cual se obtuvo con 18,8 % de rendimiento.

El tratamiento 9 fue el que presento el menor rendimiento de 15.8%, cuyos parámetros fueron: Temperatura y tiempo de pasteurización de la leche de 72°C y 1 minutos, Temperatura y tiempo de coagulación de coagulación de 40°C y 15 minutos y la proporción de Citrato: Polifosfato de 85% de citrato y 15% de polifosfato.

Tabla 18. Efectos medios de los factores sobre el Rendimiento

Tratamiento	Temperatura y tiempo de pasteurización	Temperatura y tiempo de coagulación	Citrato: Polifosfato	% Rendimiento
1	68:10	36:25	80:20	18.2
2	68:10	38:20	85:15	18.6
3	68:10	40:15	90:10	18.4
4	70:5	36:25	85:15	18.8
5	70:5	38:20	90:10	18.5
6	70:5	40:15	80:20	17.8
7	72:1	36:25	90:10	16.6
8	72:1	38:20	80:20	16.0
9	72:1	40:15	85:15	15.8

Los valores de medias y señal-ruido para el Rendimiento de cuajada soluble se muestran en la tabla 19. En el que el grado (Clasificación) es la capacidad de influencia de la variable sobre el rendimiento.

Además, se clasifica el orden de influencia de los factores en la respuesta para medias y Señal/Ruido lo cual indica que la variable que más influye en el % rendimiento es la temperatura y tiempo de pasteurización en primer lugar, seguido por la temperatura y tiempo de coagulación y en menor grado la relación Citrato: polifosfato.

El ANOVA de medias de la tabla 20 establece la significancia de variable en el proceso. Los p-valores más grandes corresponden a la Temperatura y tiempo de coagulación (0,162) y Relación citrato: polifosfato (0,171), esto quiere decir que no tienen influencia significativa en el % del rendimiento de cuajada soluble. Sin embargo, el p-valor de la Temperatura y tiempo de pasteurización es de 0.008, lo que señala que el efecto de la Temperatura y tiempo de pasteurización es significativo sobre la variable respuesta % rendimiento.

En la Figura 10 el eje X muestra el valor de los parámetros de obtención de la cuajada y el eje Y indica el % de Rendimiento. Además, muestra el efecto de la Temperatura y tiempo de pasteurización, Temperatura y tiempo de coagulación y Relación (citrato: polifosfato) sobre el % de Rendimiento de cuajada.

Tabla 19. Efecto de los factores principales sobre la Media y la relación S/R del rendimiento de cuajada soluble

factores de control	Tabla de respuestas para medias					Tabla de respuestas para relación S/R				
	1	2	3	Delta	Clasificación	1	2	3	Delta	Clasificación
Temperatura y tiempo de pasteurización	18.40	18.37	16.13	2.27	1	25.3	25.28	24.15	25.3	1
Temperatura y tiempo de coagulación	17.87	17.70	17.33	0.53	2	25.03	24.94	24.76	25.03	2
Relación (citrato-polifosfato)	17.33	17.73	17.83	0.50	3	24.76	24.95	25.01	24.76	3

Tabla 20. ANOVA de las fuentes de variación para las respuestas Rendimiento y señal/ruido

Fuentes de variación	ANOVA de la Varianza de Medias					ANOVA de la Varianza de Relaciones S/R				
	G.L.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	G.L.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura y tiempo de pasteurización	2	10.1267	5.06333	116.85	0.008*	2	2.57512	1.28756	114.74	0.009*
Temperatura y tiempo de coagulación	2	0.4467	0.22333	5.15	0.162	2	0.11302	0.05651	5.04	0.166
Relación citrato: polifosfato	2	0.42	0.21	4.85	0.171	2	0.10084	0.05042	4.49	0.182
Error	2	0.0867	0.04333			2	0.02244	0.01122		
Total	8					8				

* significativo $p<0.05$

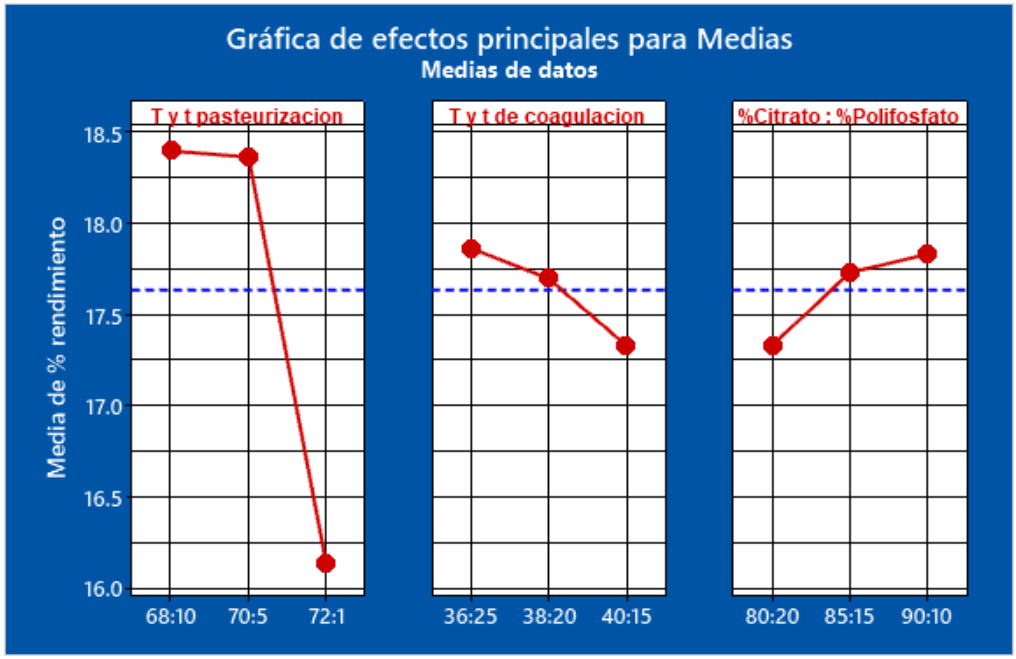


Figura 10. Efectos principales de los factores sobre el rendimiento

En la Figura 11 se muestran los valores medios de relaciones de señal-ruido (S/R) de las tres variables en forma independiente, Temperatura y tiempo de pasteurización, Temperatura y tiempo de coagulación y Relación (citrato: polifosfato). Las condiciones óptimas de obtención de cuajada son las presentan un mayor valor de señal-ruido, siendo estas: Temperatura y tiempo de pasteurización a 68°C por 10 minutos, Temperatura y tiempo de coagulación de 36°C por 25 minutos y Relación (citrato-polifosfato) de 90:10.

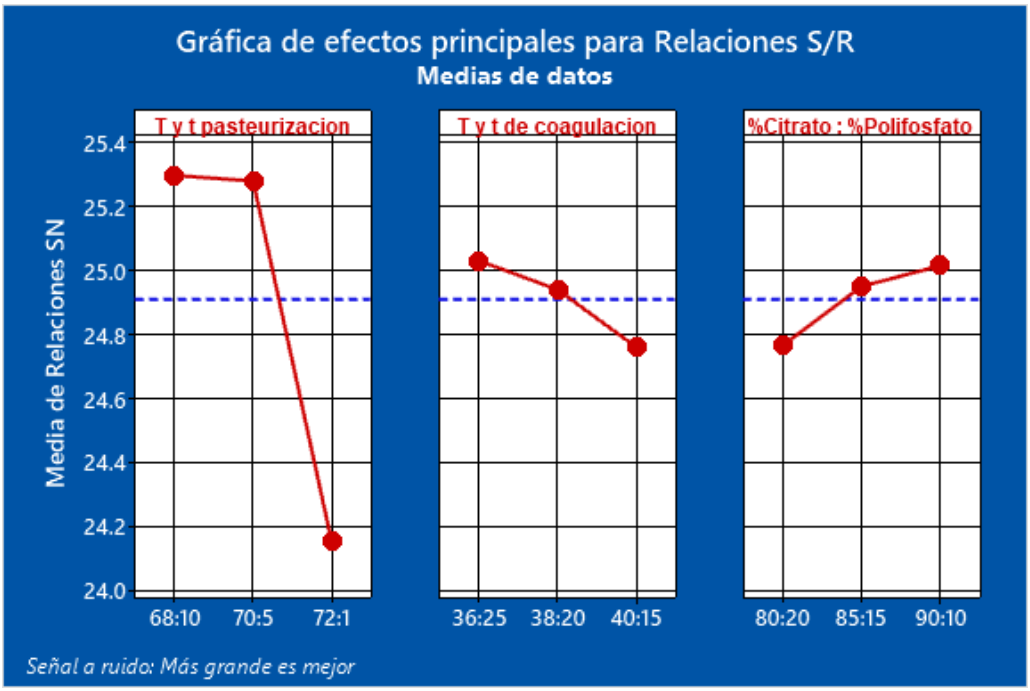


Figura 11: Efectos principales para las relaciones S/R

b. Variables óptimas para la consistencia de la cuajada soluble

Tabla 21. Efectos medios de los factores sobre la consistencia

Tratamiento	Temperatura y tiempo de pasteurización	Temperatura y tiempo de coagulación	Citrato: Polifosfato	Consistencia
1	68:10	36:25	80:20	8.0
2	68:10	38:20	85:15	8.2
3	68:10	40:15	90:10	8.6
4	70:5	36:25	85:15	8.2
5	70:5	38:20	90:10	8.4
6	70:5	40:15	80:20	7.8
7	72:1	36:25	90:10	8.2
8	72:1	38:20	80:20	7.6
9	72:1	40:15	85:15	7.8

Los valores de medias y señal-ruido para la consistencia de cuajada soluble se presentan en la Tabla 22, en ella se percibe que la variable que más influye en la variable % rendimiento es la temperatura y tiempo de pasteurización, seguido por la Relación Citrato polifosfato, y por último la temperatura y tiempo de coagulación.

En la Tabla 23 se observa el *p*-valor más grandes corresponden a la Temperatura y tiempo de coagulación (0,50) esto quiere decir que no tiene influencia significativa en la consistencia de la cuajada. Sin embargo, el p-valor de la Temperatura y tiempo de pasteurización es de 0.034 y la Relación citrato: polifosfato de 0,016, esto indica que la Temperatura y tiempo de pasteurización influye significativamente sobre la consistencia de la cuajada de igual modo la Relación citrato: polifosfato.

La Figura 12 muestra los efectos de las variables independientes, Temperatura y tiempo de pasteurización, Temperatura y tiempo de coagulación y Relación (citrato: polifosfato) (eje X) sobre la variable respuesta “consistencia de la cuajada” (eje Y).

En la Figura 13 se presenta los valores medios de relaciones de S/R para las tres variables principales, Temperatura y tiempo de pasteurización, Temperatura y tiempo de coagulación y Relación (citrato-polifosfato).

Tabla 22. Efectos medios de los factores sobre la consistencia

Factores de control	Tabla de respuestas para medias					Tabla de respuestas para relación S/R				
	1	2	3	Delta	Clasificación	1	2	3	Delta	Clasificación
Temperatura y tiempo de pasteurización	8.267	8.133	7.867	0.4	2	18.34	18.2	17.91	0.43	2
Temperatura y tiempo de coagulación	8.133	8.067	8.067	0.067	3	18.2	18.13	18.12	0.08	3
Relación (citrato-polifosfato)	7.8	8.067	8.4	0.6	1	17.84	18.13	18.48	0.64	1

Tabla 23. *Análisis de varianza de medias y relaciones S/R para la variable respuesta consistencia*

Fuentes de variación	Análisis de varianza de medias					Análisis de varianza de *relaciones S/R*				
	G.L.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	G.L.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura y tiempo de pasteurización	2	0.248889	0.124444	28	0.034*	2	0.289905	0.144952	35.87	0.027*
Temperatura y tiempo de coagulación	2	0.008889	0.004444	1	0.500	2	0.012634	0.006317	1.56	0.390
Relación (citrato-polifosfato)	2	0.542222	0.271111	61	0.016*	2	0.623878	0.311939	77.19	0.013*
Error	2	0.008889	0.004444			2	0.008082	0.004041		
Total	8	0.80889				8	0.934499			

* significativo $p<0.05$

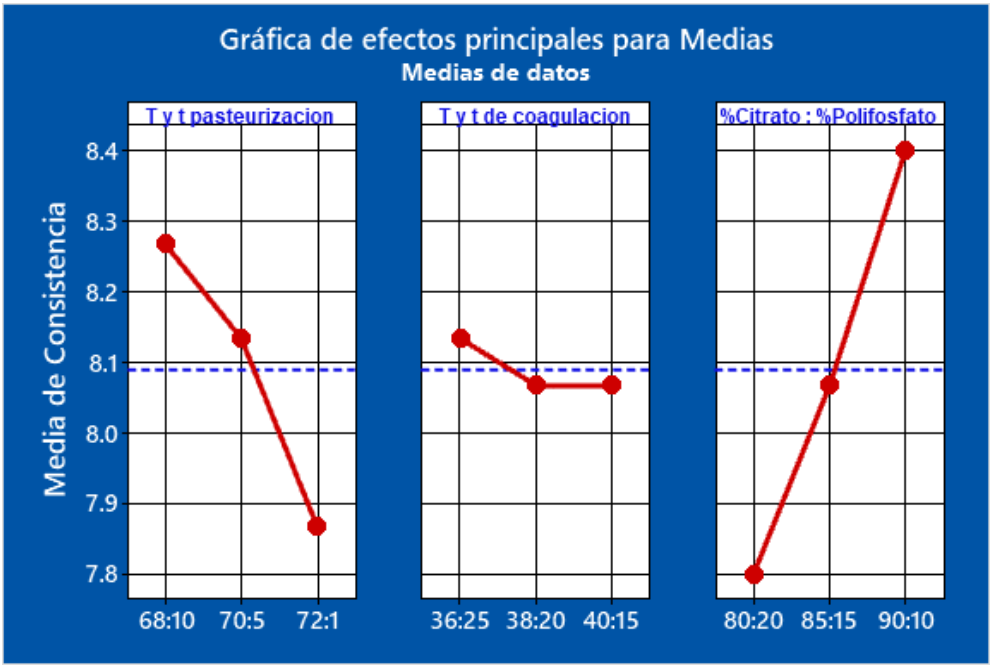


Figura 12: Efectos principales para la consistencia

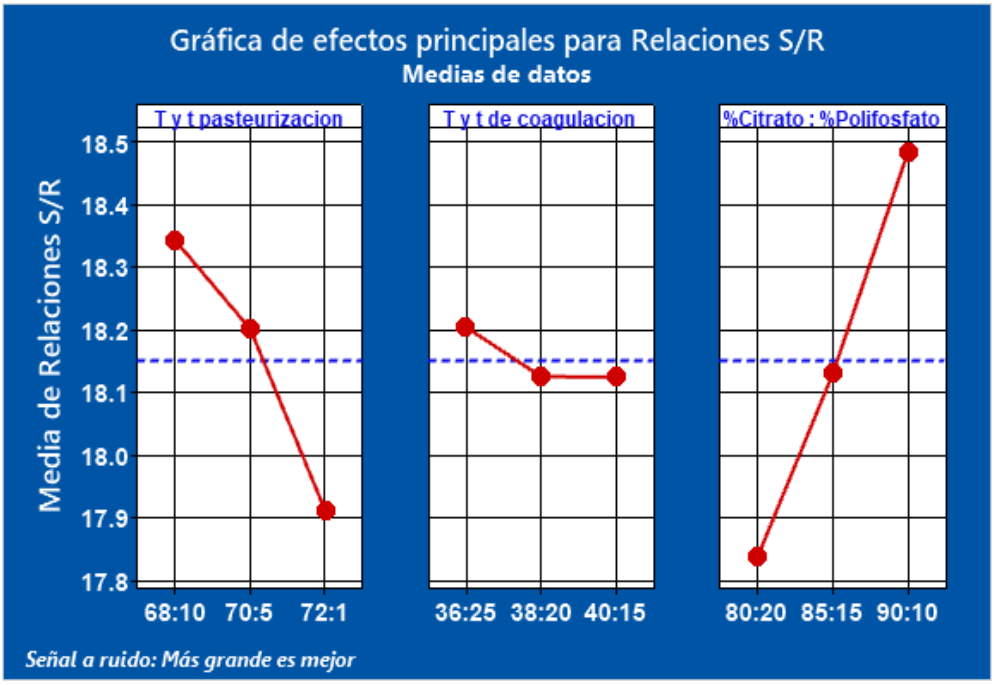


Figura 13: Efectos principales para las relaciones S/R

Los parámetros óptimos de obtención de cuajada son aquellos que tienen un valor mayor para medias y S/R, es decir, los parámetros de proceso para obtener una mayor puntuación de los panelistas al atributo consistencia de cuajada, son: Temperatura y tiempo de pasteurización a 68°C por 10 minutos, Temperatura y tiempo de coagulación de 36°C por 25 minutos, y Relación (citrato-polifosfato) de 90:10.

4.1.2. Etapa II: Diseño experimental de la mezcla base

En esta etapa se mantuvo invariable los valores obtenidos en el ítem 4.1.1:

a. Temperatura de pasteurización (°C) : 68°C
b. Tiempo de pasteurización (minutos) : 10 minutos
c. Temperatura de coagulación (°C) : 36°C
d. Tiempo de coagulación (minutos) : 25 minutos
e. Relación (% de Citrato de sodio: % de polifosfato de sodio) : 90:10
f. pH : 6.6

4.1.2.1. Aceptabilidad sensorial

a. Establecimiento del modelo matemático y análisis Estadístico

La Tabla 24 se muestran los valores de la aceptabilidad sensorial de cada una de las formulaciones estudiadas.

Tabla 24. Resultados de aceptabilidad sensorial de leche condensada de las formulaciones experimentales

Tratamiento	Bloque	Corrida	Componente (%)					Respuesta 1 Aceptabilidad sensorial
			A	B	C	D	E	
			Citrato - polifosfato	Esencia de leche condensada	Goma xantana	Cuajada de leche	Sacarosa	
1	Bloque 1	2	0.3	0.2	0.05236	61.4476	38	8.2
2		6	0.213472	0.144133	0.03	61.6124	38	3.8
3		7	0.3	0.1	0.03	58.5385	41.0315	8.2
4		4	0.1	0.2	0.03	58.494	41.176	8
5		8	0.1	0.1	0.06	58.3872	41.3528	7.6
6		5	0.1	0.102725	0.0486188	56.2958	43.4529	5.6
7		1	0.3	0.2	0.03	55	44.47	7
8		3	0.3	0.1	0.06	55	44.54	5
9		9	0.1	0.2	0.06	55	44.64	5
10	Bloque 2	10	0.3	0.2	0.03	61.47	38	6.8
11		16	0.3	0.1	0.06	61.54	38	5
12		11	0.1	0.2	0.06	61.64	38	8.2
13		17	0.1	0.1	0.03	61.77	38	4.6
14		14	0.3	0.2	0.03	59.9766	39.4934	8.4
15		13	0.236196	0.2	0.06	57.8772	41.6266	7.6
16		18	0.3	0.145328	0.047903	57.3365	42.1703	6.6
17		12	0.222327	0.1	0.0427243	55	44.6349	3.6
18		15	0.1	0.1	0.03	55	44.77	3.8

La tabla 25 muestra los resultados del análisis de varianza de los modelos lineal y cuadrático para la variable respuesta aceptabilidad sensorial de las leches condensadas analizadas.

Tabla 25. ANOVA de los modelos predictivos aplicados a la Aceptabilidad sensorial.

Modelo	Suma de cuadrados (SC)	Grado de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F	p	R^2	R^2 ajustado
Lineal	20.19	4	5.05	2.05	0.1514	0.4056	0.2075
Cuadrático	**49.69**	**14**	**3.55**	**93.27**	**0.0107**	**0.9985**	**0.9878**

La Tabla 26 muestra los resultados de ANOVA para el modelo cuadrático, que fue el modelo matemático que mejor se ajustó al comportamiento de la variable respuesta "aceptabilidad sensorial", con un coeficiente de determinación de 0,9985 ($R^2 \geq 85\%$). Además, muestran que los términos del modelo A, B, C, D, E, AB, AD, AE, BD, BE y DE son términos significativos del modelo por presentar un p valor menor a 0,05.

Tabla 26. ANOVA del modelo cuadrático para la aceptabilidad sensorial.

Fuente	Suma de cuadrados	G. L	Cuadrado medio	Valor F	Valor p	Significancia
Bloque	0.8022	1	0.8022			
Modelo	49.69	14	3.55	93.27	0.0107	Significativo
Mezcla lineal	20.19	4	5.05	132.62	0.0075	
AB	2.32	1	2.32	60.84	0.0160	
AC	0.0121	1	0.0121	0.3190	0.6291	
AD	2.39	1	2.39	62.82	0.0155	
AE	2.34	1	2.34	61.49	0.0159	
BC	0.0065	1	0.0065	0.1705	0.7198	
BD	1.58	1	1.58	41.41	0.0233	
BE	1.59	1	1.59	41.89	0.0230	
CD	0.0006	1	0.0006	0.0169	0.9085	
CE	0.0008	1	0.0008	0.0200	0.9005	
DE	16.87	1	16.87	443.22	0.0022	
Residuo	0.0761	2	0.0381			
Total	50.57	17				

La Tabla 27 muestra los coeficientes de la regresión del modelo cuadrático utilizado en la Aceptabilidad sensorial.

Tabla 27. Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la Aceptabilidad sensorial de leche condensada.

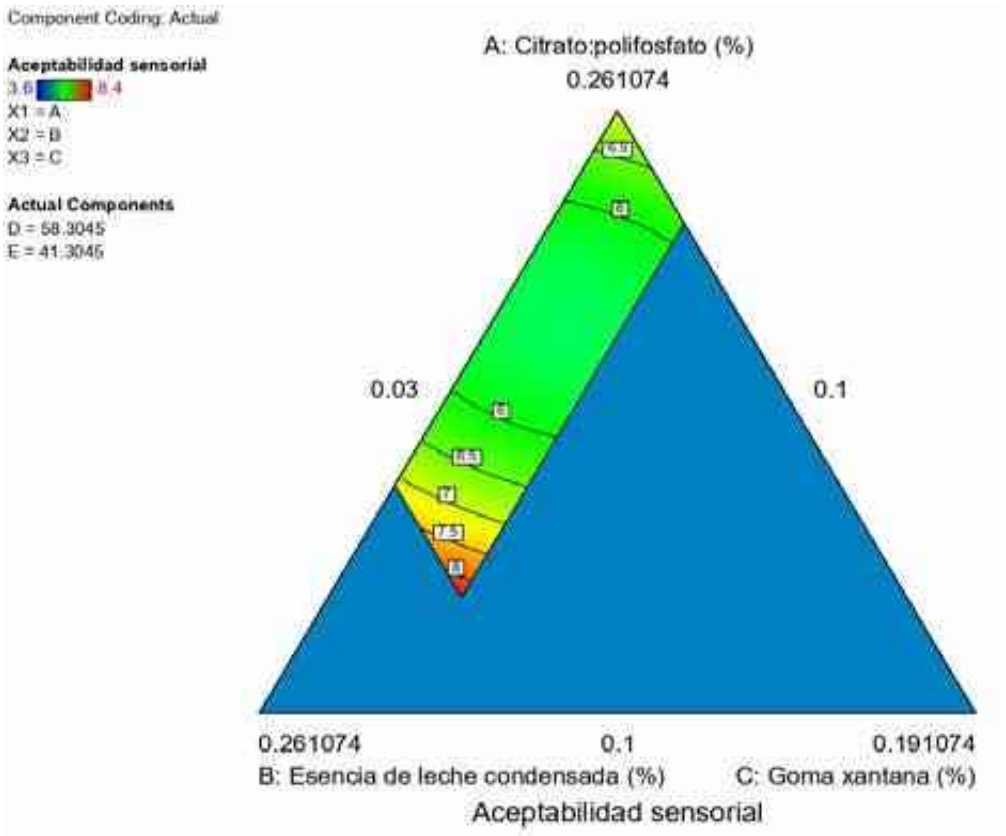
Variables	Coeficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% Límite de confianza	+95% Límite de confianza
A-Citrato - polifosfato	5275.53	1	663.34	2421.41	8129.64
B-Esencia de leche condensada	21489.07	1	3320.98	7200.03	35778.11
C-Goma xantana	4437.36	1	32035.32	-1.334E+05	1.423E+05
D-Cuajada de leche	4.86	1	0.1936	4.03	5.70
E-Sacarosa	4.06	1	0.1945	3.23	4.90
AB	-26351.32	1	3378.38	-40887.34	-11815.31
AC	-18123.11	1	32088.15	-1.562E+05	1.199E+05
AD	-5418.29	1	683.63	-8359.73	-2476.84
AE	-5355.73	1	682.99	-8294.39	-2417.08
BC	-12665.67	1	30677.24	-1.447E+05	1.193E+05
BD	-21697.10	1	3371.52	-36203.60	-7190.60
BE	-21796.47	1	3367.57	-36285.93	-7307.00
CD	-4181.26	1	32172.08	-1.426E+05	1.342E+05
CE	-4552.77	1	32181.49	-1.430E+05	1.339E+05
DE	9.55	1	0.4538	7.60	11.51

La ecuación ajustada del modelo cuadrático para la aceptabilidad sensorial es la mostrada a continuación:

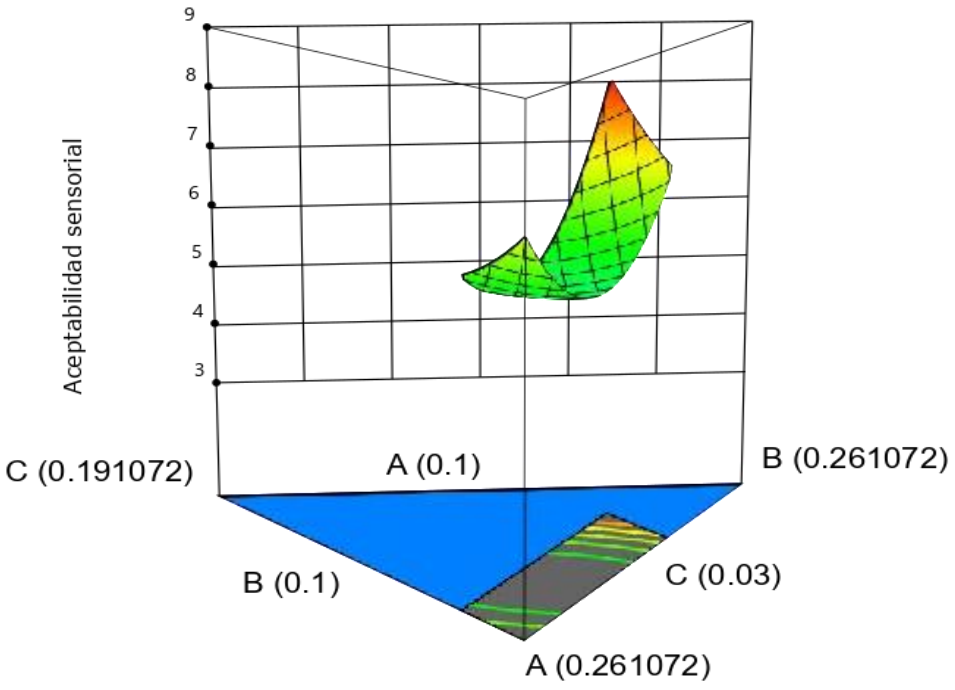
Aceptabilidad sensorial = +5275.53***A** + 21489.07***B** + 4437.36***C** + 4.86***D** + 4.06***E** -26351.32* - 18123.11***AC** - 5418.29***AD** - 5355.73***AE** - 12665.67***BC** - 21697.10***BD** - 21796.47***BE** - 4181.26***CD** - 4552.77***CE** + 9.55***DE**

b. Efecto de los ingredientes sobre la aceptabilidad sensorial

En la ecuación matemática se ve que el efecto de la esencia de leche condensada es mayor, seguido por la mezcla citrato – polifosfato, goma xantana, y teniendo una influencia menor la cuajada de leche y sacarosa. El modelo cuadrático fue usado para generar los contornos de las restricciones para la Aceptabilidad sensorial de la leche condensada (Figura 14), en la cual se aprecia los valores de la Aceptabilidad general presentados por áreas (a); y en tres dimensiones (b).



(a)



(b)

Figura 14. Gráfica de contornos(a) y de superficie (b) para la aceptabilidad sensorial de la leche condensada

4.1.2.2. Densidad

a. Establecimiento del modelo matemático y análisis Estadístico

Tabla 28. Resultados de la densidad de la leche condensada en las formulaciones experimentales

Tratamiento	Bloque	Corrida	Componente (%)					Respuesta 2 Densidad
			A	B	C	D	E	
			Citrato - polifosfato	Esencia de leche condensada	Goma xantana	Cuajada de leche	Sacarosa	
1	Bloque 1	2	0.3	0.2	0.05236	61.4476	38	1.308
2		6	0.213472	0.144133	0.03	61.6124	38	1.350
3		7	0.3	0.1	0.03	58.5385	41.0315	1.314
4		4	0.1	0.2	0.03	58.494	41.176	1.264
5		8	0.1	0.1	0.06	58.3872	41.3528	1.345
6		5	0.1	0.102725	0.0486188	56.2958	43.4529	1.367
7		1	0.3	0.2	0.03	55	44.47	1.34
8		3	0.3	0.1	0.06	55	44.54	1.332
9		9	0.1	0.2	0.06	55	44.64	1.374
10	Bloque 2	10	0.3	0.2	0.03	61.47	38	1.314
11		16	0.3	0.1	0.06	61.54	38	1.351
12		11	0.1	0.2	0.06	61.64	38	1.234
13		17	0.1	0.1	0.03	61.77	38	1.326
14		14	0.3	0.2	0.03	59.9766	39.4934	1.306
15		13	0.236196	0.2	0.06	57.8772	41.6266	1.338
16		18	0.3	0.145328	0.047903	57.3365	42.1703	1.322
17		12	0.222327	0.1	0.0427243	55	44.6349	1.349
18		15	0.1	0.1	0.03	55	44.77	1.372

La Tabla 29 muestra los resultados del ANOVA de los modelos predictivos aplicados a la densidad de la leche condensada y se observa que el modelo matemático que mejor se ajusta al comportamiento de la variable respuesta “densidad” fue el modelo cuadrático con un coeficiente de determinación de 0, 9952 (R^2 85%).

La tabla 30 muestra el efecto estadístico significativo de los componentes al describir un valor p de 0,0328 (p>0,05), además, indica que los componentes A, B, C, D, E y DE son significativos del modelo por presentar valores de p menores de 0.05.

Tabla 29. ANOVA de los modelos predictivos aplicados a la densidad.

Modelo	Suma de cuadrados (SC)	Grado de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F	p	R^2	R^2 ajustado
Lineal	0.0083	4	0.0021	1.91	0.1740	0.3886	0.1848
Cuadrático	**0.0213**	**14**	**0.0015**	**29.91**	**0.0328**	**0.9952**	**0.9620**

*Tabla 30.*ANOVA *del modelo cuadrático la variable respuesta densidad.*

Fuente	Suma de cuadrados	G. L	Cuadrado medio	Valor F	Valor p	Significancia
Bloque	0.0004	1	0.0004			
Modelo	0.0213	14	0.0015	29.91	0.0328	Significativo
Mezcla lineal	0.0083	4	0.0021	40.87	0.0240	
AB	0.0009	1	0.0009	17.29	0.0533	
AC	0.0002	1	0.0002	2.95	0.2282	
AD	0.0008	1	0.0008	16.24	0.0564	
AE	0.0008	1	0.0008	15.27	0.0597	
BC	0.0001	1	0.0001	2.47	0.2567	
BD	0.0002	1	0.0002	4.60	0.1652	
BE	0.0002	1	0.0002	4.78	0.1603	
CD	0.0002	1	0.0002	3.16	0.2174	
CE	0.0002	1	0.0002	3.14	0.2184	
DE	0.0010	1	0.0010	19.63	0.0474	
Residuo	0.0001	2	0.0001			
Total	0.0218	17				

b. Efecto de los ingredientes sobre la Densidad

La Tabla 31 muestra los coeficientes significativos para el modelo cuadrático que se ajustó al comportamiento de las variables de respuesta.

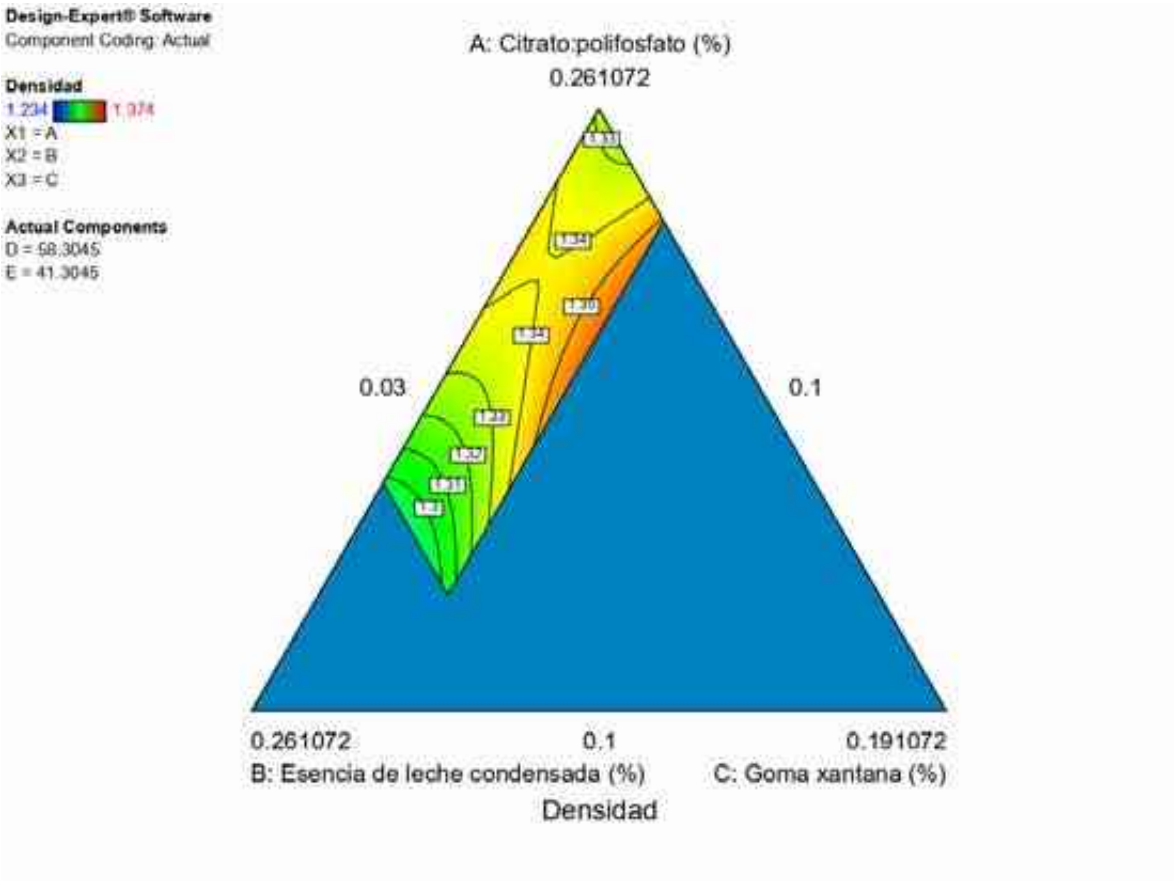
Tabla 31.*Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la densidad de leche condensada*

Variables	Coeficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% Límite de confianza	+95% Límite de confianza
A-Citrato - polifosfato	-95.77	1	24.28	-200.24	8.70
B-Esencia de leche condensada	-266.31	1	121.56	-789.33	256.72
C-Goma xantana	2086.06	1	1172.59	-2959.20	7131.33
D-Cuajada de leche	1.33	1	0.0071	1.30	1.36
E-Sacarosa	1.37	1	0.0071	1.34	1.40
AB	514.17	1	123.66	-17.89	1046.23
AC	-2015.84	1	1174.53	-7069.42	3037.75
AD	100.86	1	25.02	-6.81	208.52
AE	97.70	1	25.00	-9.86	205.27
BC	-1764.28	1	1122.88	-6595.66	3067.10
BD	264.68	1	123.41	-266.31	795.66
BE	269.54	1	123.26	-260.82	799.90
CD	-2093.28	1	1177.60	-7160.09	2973.52
CE	-2087.52	1	1177.94	-7155.81	2980.76
DE	-0.0736	1	0.0166	-0.1450	-0.0021

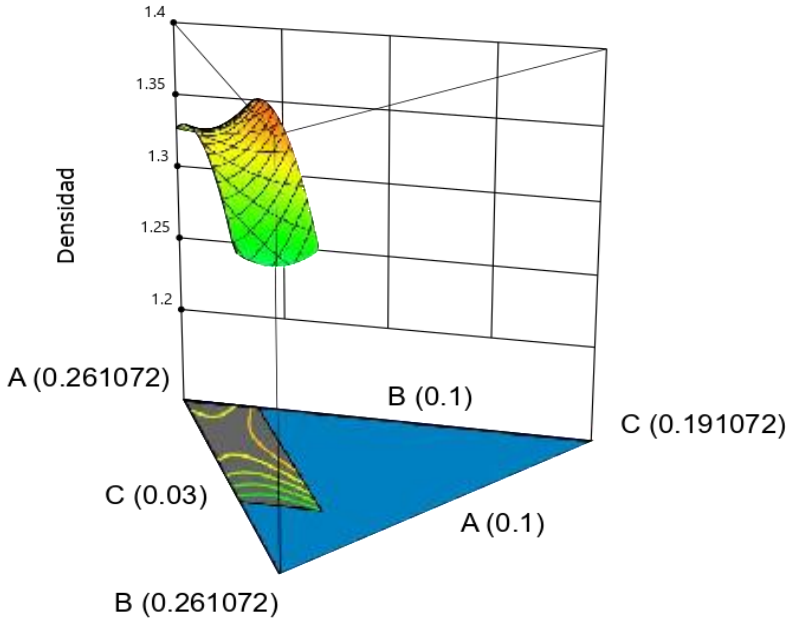
La ecuación del modelo cuadrático ajustado para la variable de respuesta de densidad se muestra a continuación:

Densidad = -95.77***A** - 266.31***B** + 2086.06***C** + 1.33***D** + 1.37***E** + 514.17***AB** - 2015.84***AC** + 100.86***AD** + 97.70***AE** - 1764.28***BC** + 264.68***BD** + 269.54***BE** - 2093.28***CD** - 2087.52***CE** - 0.0736***DE**

En la ecuación matemática se observa el efecto de los factores puros y binarias sobre el atributo densidad. Se observa, el efecto positivo de la goma xantana, cuajada de leche y sacarosa, y un efecto menor de la esencia de leche condensada, mezcla citrato- polifosfato. El modelo cuadrático fue utilizado para generar los contornos de las restricciones para la densidad de la leche condensada (Figura 15), en la cual se aprecia los valores de la densidad presentados por áreas (a); y en tres dimensiones (b).



(a)



(b)

Figura 15. Gráfica de contornos (a) y de superficie de respuesta (b) para la densidad de la leche condensada

4.1.2.3. Viscosidad

a. Establecimiento del modelo matemático y análisis Estadístico

Tabla 32. Resultados de la viscosidad de la leche condensada en los tratamientos experimentales

Tratamiento	Bloque	Corrida	Componente (%)					Respuesta 3 Viscosidad
			A	**B**	**C**	**D**	**E**	
			Citrato – polifosfato	Esencia de leche condensada	Goma xantana	Cuajada de leche	Sacarosa	
1	Bloque 1	2	0.3	0.2	0.05236	61.4476	38	2170
2		6	0.213472	0.144133	0.03	61.6124	38	2240
3		7	0.3	0.1	0.03	58.5385	41.0315	2180
4		4	0.1	0.2	0.03	58.494	41.176	2098
5		8	0.1	0.1	0.06	58.3872	41.3528	2231
6		5	0.1	0.102725	0.0486188	56.2958	43.4529	2268
7		1	0.3	0.2	0.03	55	44.47	2223
8		3	0.3	0.1	0.06	55	44.54	2210
9		9	0.1	0.2	0.06	55	44.64	2285
10	Bloque 2	10	0.3	0.2	0.03	61.47	38	2180
11		16	0.3	0.1	0.06	61.54	38	2243
12		11	0.1	0.2	0.06	61.64	38	2020
13		17	0.1	0.1	0.03	61.77	38	2200
14		14	0.3	0.2	0.03	59.9766	39.4934	2190
15		13	0.236196	0.2	0.06	57.8772	41.6266	2220
16		18	0.3	0.145328	0.047903	57.3365	42.1703	2190
17		12	0.222327	0.1	0.0427243	55	44.6349	2238
18		15	0.1	0.1	0.03	55	44.77	2293

En la tabla 33 se muestran los resultados del ANOVA de los modelos predictivos aplicados a la viscosidad de las leches condensadas y se observa que el modelo matemático que mejor se ajustó al comportamiento de la variable de respuesta viscosidad fue el modelo cuadrático con un coeficiente de determinación de 0,9945 ($R2 \geq 85\%$).

Tabla 33. ANOVA de los modelos predictivos aplicados a la viscosidad.

Modelo	Suma de cuadrados (SC)	Grado de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	F	p	R^2	R^2 ajustado
Lineal	26428.77	4	6607.19	1.79	0.1962	0.3734	0.1645
Cuadrático	**70398.07**	**14**	**5028.43**	**26.00**	**0.0376**	**0.9945**	**0.9563**

En la tabla 34 muestra que la adición de los componentes tuvo efecto estadístico significativo al contar con un valor p de 0,0376 (p>0,05), además, indica que los componentes A, B, C, D y E son significativos del modelo por presentar valores de p menores de 0.050.

Tabla 34. ANOVA *del modelo lineal la variable respuesta viscosidad.*

Fuente	Suma de cuadrados	G. L	Cuadrado medio	Valor F	Valor p	Significancia
Bloque	953.39	1	953.39			
Modelo	70398.07	14	5028.43	26.00	0.0376	Significativo
Mezcla lineal	26428.77	4	6607.19	34.16	0.0286	
AB	2405.77	1	2405.77	12.44	0.0718	
AC	763.52	1	763.52	3.95	0.1853	
AD	2300.39	1	2300.39	11.89	0.0748	
AE	2137.91	1	2137.91	11.05	0.0798	
BC	744.05	1	744.05	3.85	0.1889	
BD	552.49	1	552.49	2.86	0.2331	
BE	576.99	1	576.99	2.98	0.2263	
CD	831.36	1	831.36	4.30	0.1739	
CE	826.61	1	826.61	4.27	0.1746	
DE	2219.93	1	2219.93	11.48	0.0772	
Residuo	386.81	2	193.41			
Total	71738.28	17				

La Tabla 35 muestra los coeficientes significativos para el modelo cuadrático que se ajustaron al comportamiento de la variable de respuesta.

Tabla 35. *Coeficientes de regresión del modelo cuadrático para la variable respuesta viscosidad de leche condensada.*

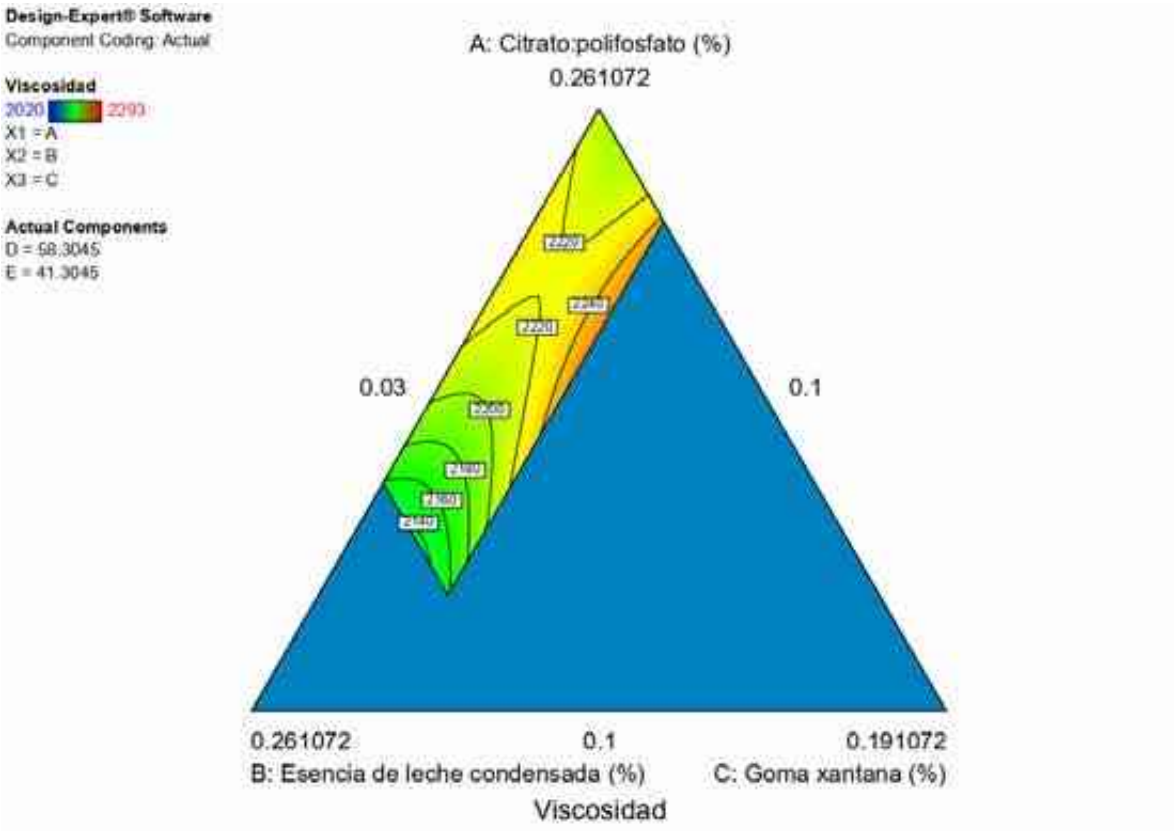
Variables	Coeficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% Límite de confianza	+95% Límite de confianza
A-Citrato – polifosfato	-1.594E+05	1	47289.27	-3.629E+05	44079.30
B-Esencia de leche condensada	-4.100E+05	1	2.368E+05	-1.429E+06	6.087E+05
C-Goma xantana	4.734E+06	1	2.284E+06	-5.092E+06	1.456E+07
D-Cuajada de leche	2201.17	1	13.80	2141.78	2260.57
E-Sacarosa	2294.35	1	13.87	2234.68	2354.02
AB	8.494E+05	1	2.408E+05	-1.868E+05	1.886E+06
AC	-4.545E+06	1	2.288E+06	-1.439E+07	5.297E+06
AD	1.681E+05	1	48736.19	-41615.13	3.778E+05
AE	1.619E+05	1	48690.00	-47614.31	3.714E+05
BC	-4.290E+06	1	2.187E+06	-1.370E+07	5.120E+06
BD	4.062E+05	1	2.404E+05	-6.279E+05	1.440E+06
BE	4.147E+05	1	2.401E+05	-6.183E+05	1.448E+06
CD	-4.755E+06	1	2.294E+06	-1.462E+07	5.113E+06
CE	-4.743E+06	1	2.294E+06	-1.461E+07	5.128E+06
DE	-109.60	1	32.35	-248.78	29.59

La ecuación ajustada del modelo cuadrático para la variable respuesta viscosidad se muestra a continuación:

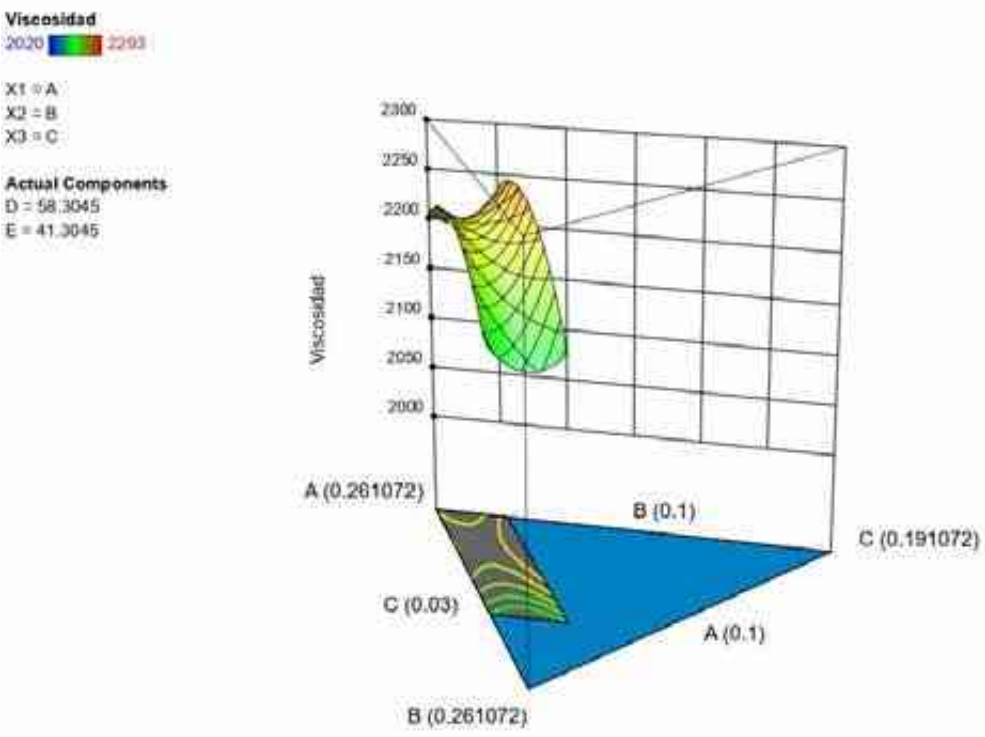
Viscosidad = - 1.594E+05***A** – 4.100E+05***B +** 4.734E+06***C** + 2201.17***D** + 2294.35***E** + 8.494E+05***AB** – 4.545E+06***AC** + 1.681E+05***AD** + 1.619E+05***AE** - 4.290E+06***BC** + 4.062E+05***BD** + 4.147E+05***BE** – 4.755E+06***CD** - 4.743E+06***CE** – 109.60***DE**

b. Efecto de los ingredientes sobre la viscosidad

La ecuación matemática muestra el efecto positivo de la goma xantana(C), cuajada de leche (D) y sacarosa(E). El modelo cuadrático fue usado para generar los contornos de las restricciones para la variable viscosidad de la leche condensada (Figura 16), en la cual se observa los valores de la viscosidad presentados por áreas(a); y grafica en tres dimensiones(b).



(a)



(b)

Figura 16: Gráfica de contornos(a) y de superficie de respuesta(b) para la viscosidad de la leche condensada

4.1.2.4. Determinación de la zona de formulación factible y localización numérica de la mezcla óptima de Citrato-polifosfato, esencia de leche condensada, Goma xantana, cuajada de leche y sacarosa.

La optimización de la mezcla de Citrato-polifosfato, esencia de leche condensada, Goma xantana, cuajada de leche y sacarosa, fue desarrollado dentro del área de formulación factible, la cual se obtuvo por la técnica de superposición gráfica de contorno (Montgomery, 2017).

En la superposición de gráficas de contorno se analizó todas las respuestas propuestas. La zona de formulación factible se obtuvo fijando valores (restricciones) que deseamos obtener de las variables respuesta: Aceptabilidad sensorial, densidad y viscosidad. En la Tabla 36 se especifica los limites inferiores, objetivos y superiores para cada variable respuesta.

Tabla 36. *Limites inferiores, objetivos y superiores para la determinación de la zona de formulación factible.*

Parámetros	Meta	Inferior	Objetivo	Superior
Aceptabilidad sensorial	Objetivo	6	7.5	9
Densidad	Objetivo	1.300	1.325	1,350
Viscosidad	Objetivo	2150	2180	2200

La evaluación sensorial (Aceptabilidad sensorial) se evaluó utilizando la escala hedónica de 9 puntos de la ficha mostrada en el Anexo 6. En esta investigación se consideró un puntaje de 6 como valor mínimo aceptable (me gusta ligeramente) y 9 como puntaje máximo (me gusta muchísimo). De esta manera se consiguieron diez formulaciones como se ve en la Tabla 37, con sus respectivas composiciones y características pronosticadas.

Tabla 37. *Mezclas obtenidas tras la optimización simultánea de respuestas*

	Composición					Características				
N°	Citrato- polifosfato	Esencia de leche condensada	Goma xantana	Cuajada de leche	Sacarosa	Aceptabilidad general	Densidad	Viscosidad	Conveniencia	
1	**0.167**	**0.188**	**0.060**	**59.119**	**40.466**	**7.500**	**1.318**	**2180.004**	**0.899**	**Seleccionada**
2	**0.164**	**0.188**	**0.060**	**59.070**	**40.517**	**7.500**	**1.318**	**2180.004**	**0.899**	
3	**0.173**	**0.189**	**0.060**	**59.260**	**40.318**	**7.499**	**1.318**	**2180.004**	**0.899**	
4	**0.153**	**0.187**	**0.060**	**58.830**	**40.770**	**7.500**	**1.318**	**2180.004**	**0.898**	
5	0.160	0.188	0.060	58.952	40.640	7.500	1.318	2180.004	0.898	
6	0.184	0.190	0.060	59.509	40.057	7.499	1.318	2180.004	0.898	
7	0.147	0.186	0.060	58.699	40.908	7.500	1.318	2180.152	0.897	
8	0.196	0.191	0.060	59.733	39.820	7.500	1.318	2180.004	0.896	
9	0.131	0.185	0.060	58.378	41.247	7.500	1.318	2180.004	0.895	
10	0.181	0.190	0.060	59.355	40.214	7.512	1.318	2180.004	0.894	

En la figura 17, 18, 19 y 20, se observa cuatro de las 10 zonas de formulación factible resultantes de la superposición de gráficas para encontrar la mezcla óptima dada en la Tabla 37. La formulación 1 fue elegida como óptima, debido a que sus valores respecto a las características sensoriales analizadas fueron mejores de las demás mezclas.

La Figura 17 muestra que la mejor zona de aceptación ocurre cuando la concentración de citrato-polifosfato está entre 0.166629%, 0.188061% de esencia de leche condensada, 0.06% de goma xantana, 59.1192% de leche cuajada y 40.4661% de sacarosa. Con esta mezcla, se espera lograr los siguientes valores de puntuación por parte de los panelistas para las variables de respuesta: aceptabilidad sensorial 7.50114, densidad 1.31812 g/mL y viscosidad de 2179.94 cP.

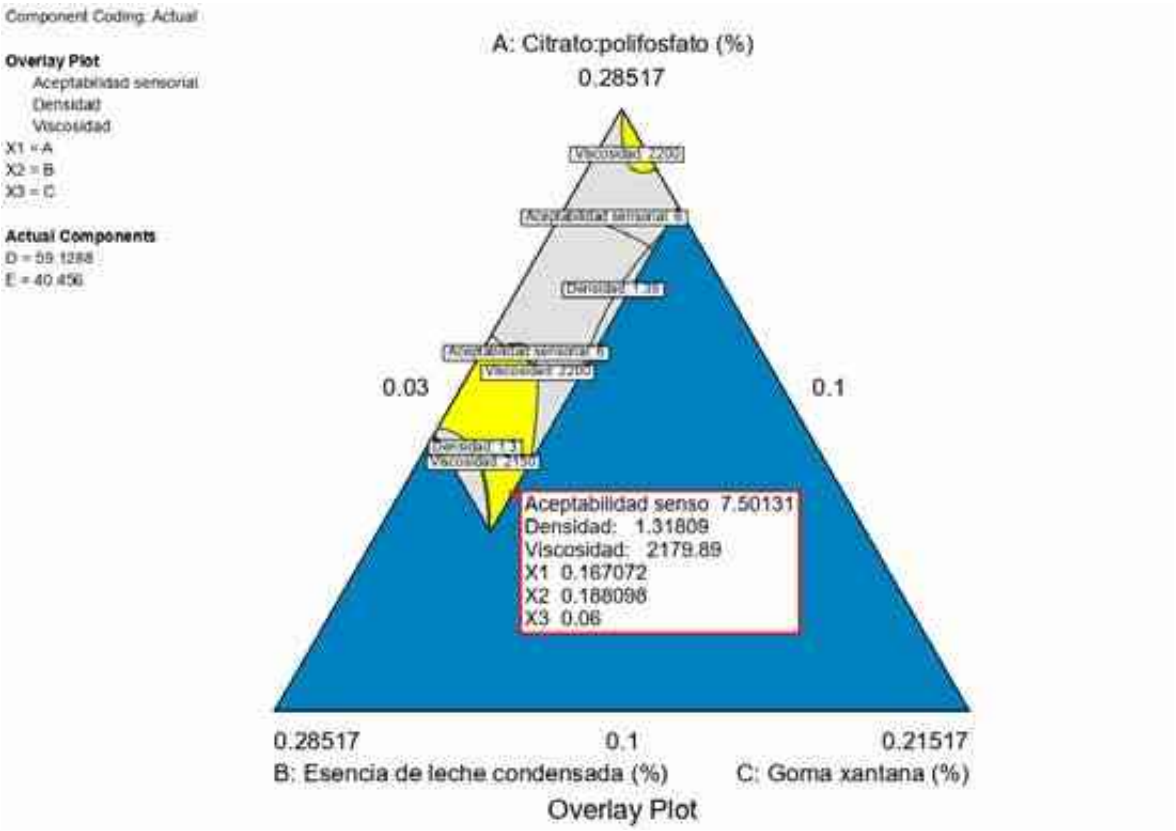


Figura 17: Región optima y localización numérica de la solución 1 de mezclas

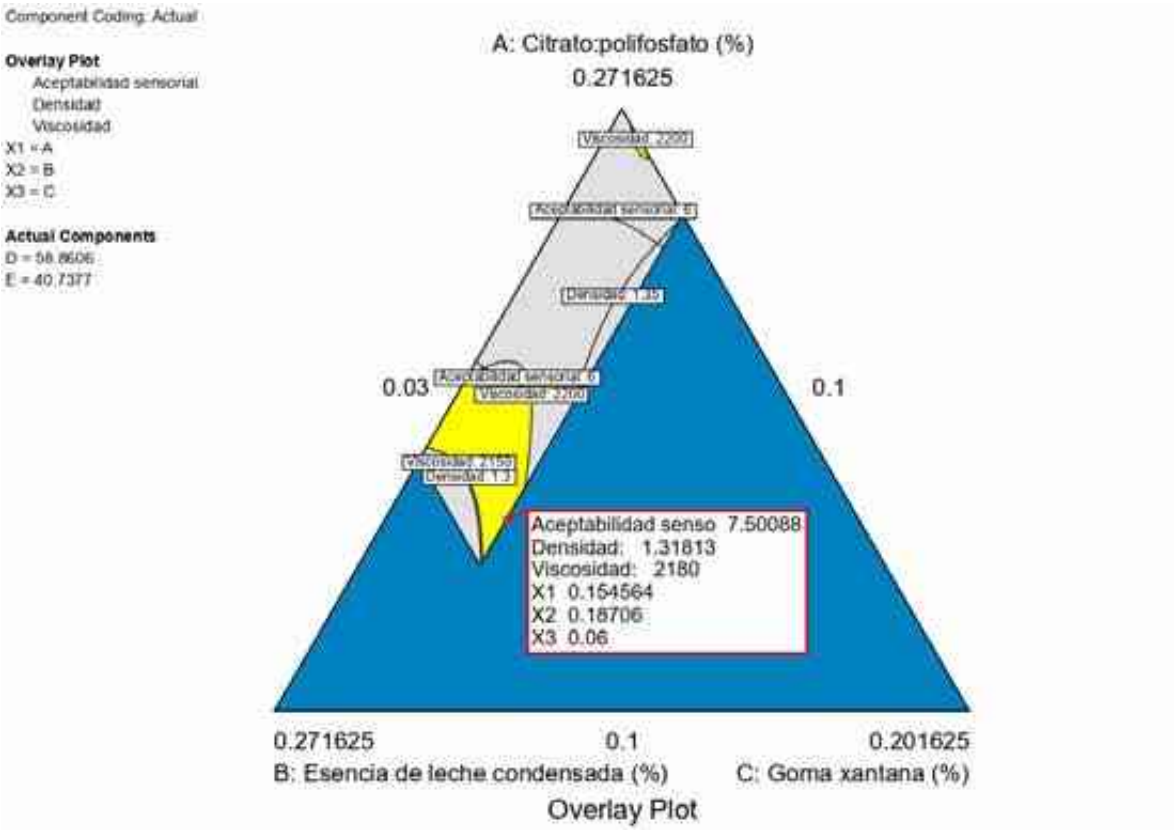


Figura 18: Región optima y localización numérica de la solución 2 de mezclas

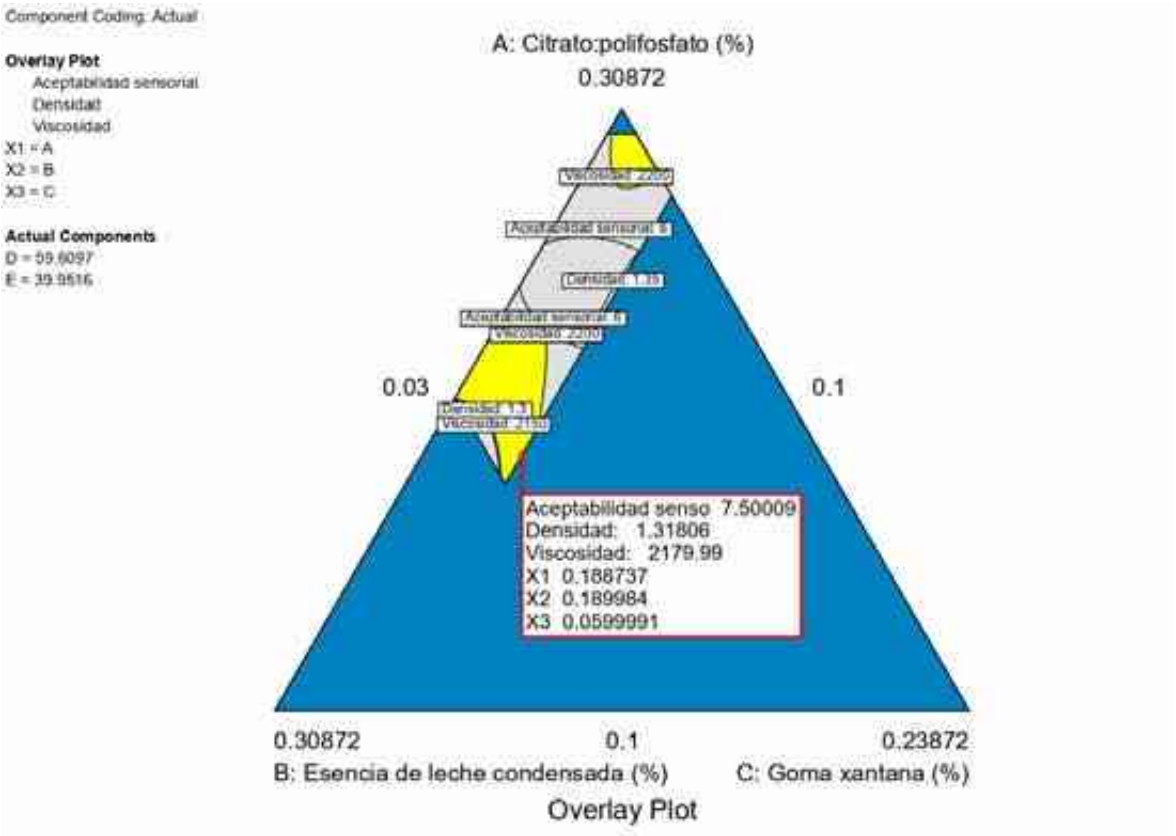


Figura 19: Región optima y localización numérica de la solución 3 de mezclas

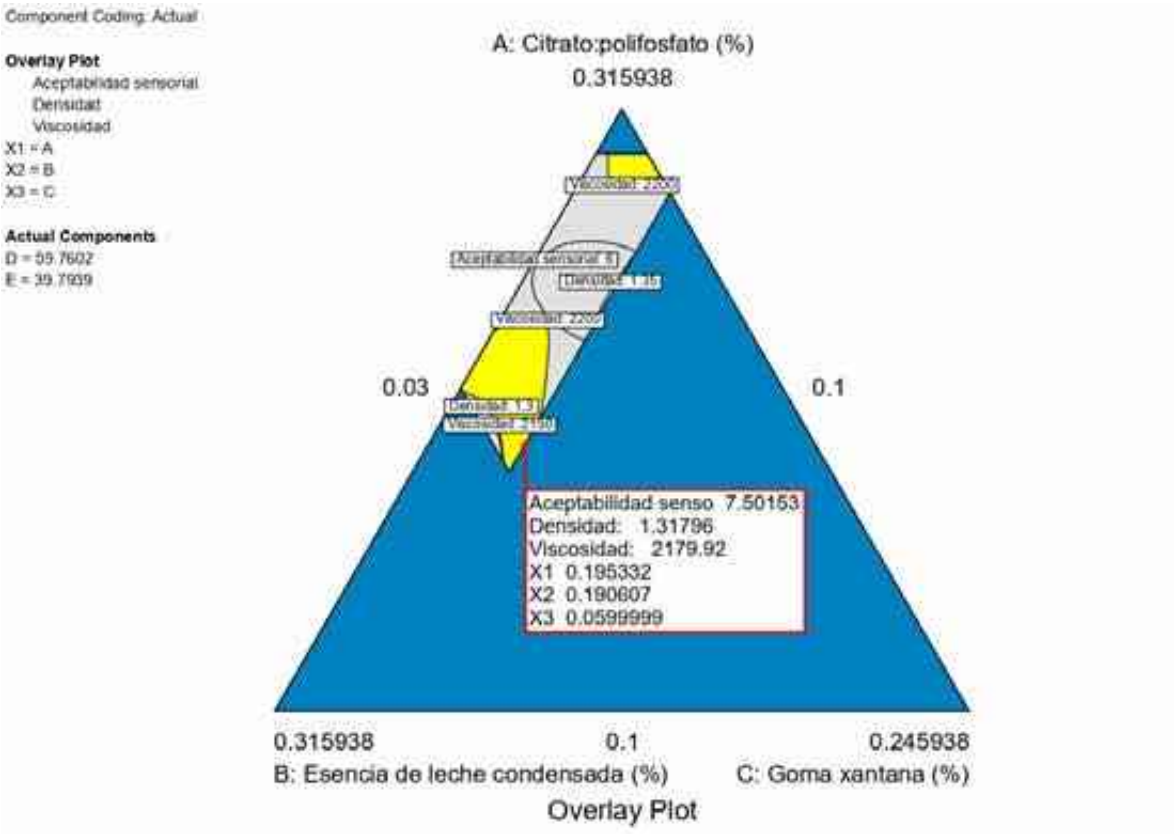


Figura 20: Región optima y localización numérica de la solución 4 de mezcla

4.1.3. Caracterización sensorial

La caracterización sensorial fue realizado paralelamente a la determinación de la formulación optima, en base a lo descrito en el ítem 3.1.1., a los 18 tratamientos obtenidos y utilizando los 12 atributos definidos por los panelistas entrenados en base a la evaluación de los atributos sensoriales en una escala estructurada de 9 puntos, con un valor de 1 para la intensidad más baja y 9 para la intensidad más alta, de acuerdo a la ficha mostrada en el anexo 6. La Tabla 38 muestra los valores medios por atributo y por cada uno de los 18 tratamientos con leche condensada.

La caracterización sensorial se logró mediante la aplicación del análisis de componentes principales, metodología de análisis multivariado empleando los datos mostrados en los anexos 16 hasta el 25.

Tabla 38. Valores de intensidad de los atributos

Producto	Sabor típico	Sabor extraño	Dulzor	Olor extraño	Olor típico	Opaco	Brillante	Homogeneidad	Consistencia	Gomosidad	Color beige	Color marrón
T1	7.8	3.2	4.4	3	7.4	2.6	6.8	7.6	7	4.8	7	4.8
T2	2.6	6.4	4.6	4.6	1.4	6.8	2.2	2.6	2	4.2	2.2	6.6
T3	7.4	2	5.6	1.6	7.6	2.2	6.2	7.8	7.2	2	7.4	4.2
T4	7	2.4	5.6	2	6.8	3	6	7.2	7.4	2.4	6	3
T5	6.8	5.2	5.8	3	4.4	4	6	5.8	6.2	6	5.8	2.4
T6	5	5.6	6.6	5.2	4.2	5.6	5.4	5.4	5	5.4	5	1.2
T7	6.2	6	6.8	3.6	6	4.6	5.2	6	6.8	4.6	6	6.2
T8	3.2	3	7	6.4	3	6.8	5.8	3.6	4.6	7.2	4.2	2
T9	3.6	6.4	7.8	6	6.2	6.4	6.2	5	3.4	7.4	4.6	2.2
T10	5.8	5	4.8	4	5.8	5	5.8	5.4	6.4	3.2	5.8	5.4
T11	4.8	6	4.6	5.6	5.4	6	4.8	4.6	5.6	6	5.2	6.4
T12	8	5	5.6	2	7.8	3	8	8	7.4	3	8	6.8
T13	2.8	7.2	4.4	4.6	1	8.4	3	3.2	3.2	4	6	7.4
T14	8.4	1.8	5.4	1	8	1.8	8.2	8.4	8	4.2	8.2	4
T15	6.4	2.2	6	2.8	6.6	3.6	6.4	6.8	6	5.6	6.6	2.8
T16	5.4	5	6.4	4.6	4.6	5.2	5.6	4.8	5.8	5	5.4	2.2
T17	1.8	4	7.4	2	5	7.8	6.4	3	5	5.6	1.6	1.8
T18	2.2	5	8	7.4	4	7.6	7.2	3.8	4.8	5.2	2.6	1.4

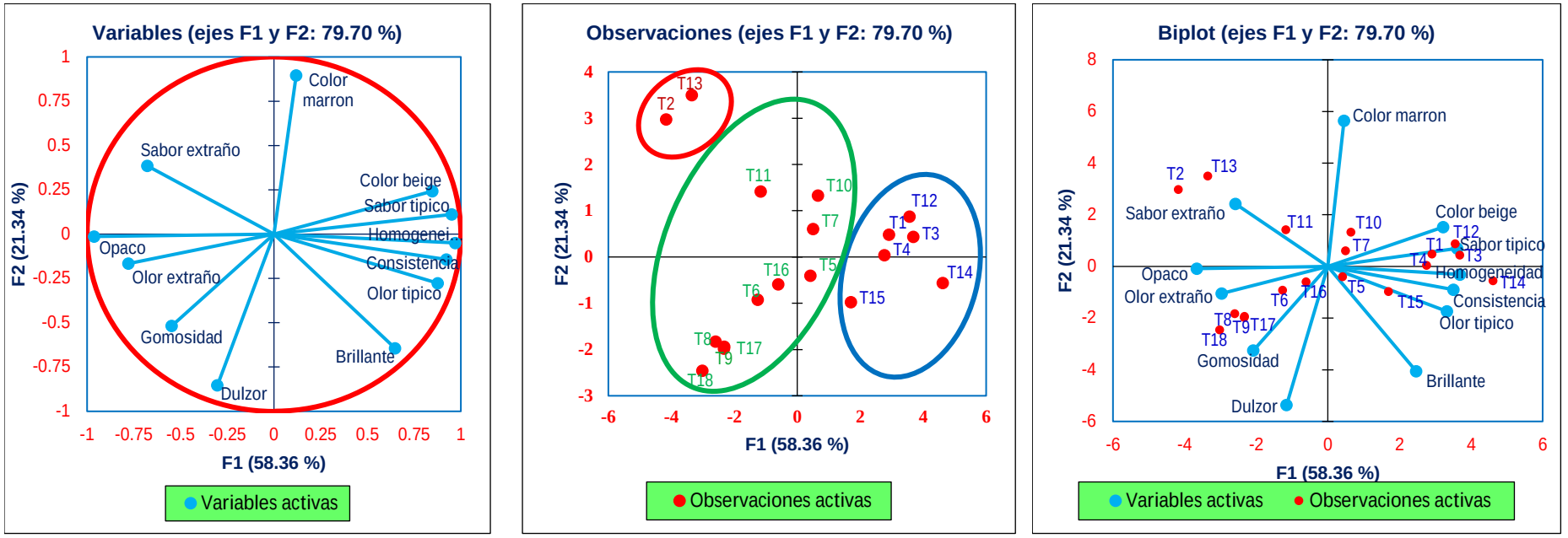
4.1.3.1. Mapa sensorial de preferencias

a. Análisis de componentes principales

La Figura 21 (a) muestra una proyección de las intensidades de las características sensoriales en el espacio factorial, cuya posición está determinada por su correlación con los ejes que lo componen. En este caso, de acuerdo con lo observado en el Anexo 16, casi todas las variables están alejadas del centro, las que están próximas entre sí, como la homogeneidad y la consistencia, están correlacionadas positivamente (r se acerca a 1); si son ortogonales, como se muestra en color marrón y consistencia, no están correlacionados (r está cerca de 0); si son opuestos con respecto al centro, caso observado por un sabor extraño, opaco y un olor extraño, entre otros, se correlacionan negativamente (r cercano a -1).

La Figura 21(b), obtenida de los datos mostrados en el Anexo 20, nos permite examinar las observaciones en un mapa bidimensional, así como identificar tendencias. Dependiendo de la ubicación de los tratamientos de leche condensada en el plano, se caracterizarán por unos atributos más que por otros. Además, en esta figura podemos relacionar únicamente los atributos que presentan un porcentaje de variabilidad alta, en concreto con una variabilidad del 79,70% de los factores F1(58,36%) y F2(21,34%), donde se puede ver que los tratamientos (leches condensadas) T1, T3, T4, T12, T14 y T15, el panel de jueces expertos los relaciona con color beige. Sabor típico, homogeneidad, olor típico y consistencia. Los tratamientos T8, T9, T17 y T18 se distingue por cierto sabor extraño, gomosidad, opaco y dulzor. Los tratamientos T2 y T13 se distingue por tener sabor extraño. En esta representación de los factores que representan los ejes F1 y F2 al 79,70% queda poco definido los tratamientos T5, T6, T7, T10, T11 y T16, por ello debemos evaluar otros factores que nos den mejor representatividad de este tipo de leches condensadas.

Conocidos la posición de los tratamientos de leche condensada y los atributos que caracterizan cada eje se puede establecer el perfil sensorial de los 18 tratamientos, utilizando para ello la Figura 21(c) y las tablas mostradas en los anexos 16, 17, 18, 19 y 20



(a) (b) (c)

Figura 21. Análisis de Componentes Principales sobre la matriz de covarianza de los puntajes promedio de los atributos evaluados por los consumidores utilizando escalas de intensidad: (a) Círculo de correlaciones de los atributos evaluados, (b) Posición de las muestras en el mapa sensorial y (c) factores con interacción (Producto x atributo)

Las Figuras 21(b) y 21(c) muestran el reparto de los atributos sensoriales y las muestras de leche condensada en el diagrama de Análisis de componentes principales y cómo se agrupan las muestras según sus características.

La cercanía de dos puntos en la gráfica de análisis de componentes principales indica una alta correlación entre ellos, como los tratamientos T2 y T13 que son caracterizados por la variable sabor extraño y las muestra T15, T14, T12, T5, T4, T3, y T1 caracterizados por los atributos color beige, sabor típico, homogeneidad, consistencia y olor típico.

Los tratamientos T2, T13 y T11 tienen un perfil sensorial definido principalmente por el atributo sabor extraño. Los tratamientos T7 y T10 se muestran con un punto mucho más pequeño que los demás y está en el centro del mapa, que está definido por el atributo color marrón.

Los tratamientos T6, T8, T9, T16, T17 y T18 se localizan en la parte inferior izquierda del mapa, su perfil sensorial presenta principalmente los atributos gomosidad, olor extraño, opaco y dulzor.

b. Conglomerado de la caracterización sensorial de las 18 muestras de leche condensada

El análisis de conglomerados elaborado a partir de la evaluación de los diferentes atributos reconocidos, permitió agrupar las muestras en tres “clusters” o conglomerados según la semejanza en las características sensoriales, como se muestra en la figura 22. La agrupación conseguida a partir de los conglomerados, agrupo las leches condensadas que presentaron similitud en las características sensoriales, los que permitieron agruparlos en tres clases como se muestra a continuación.

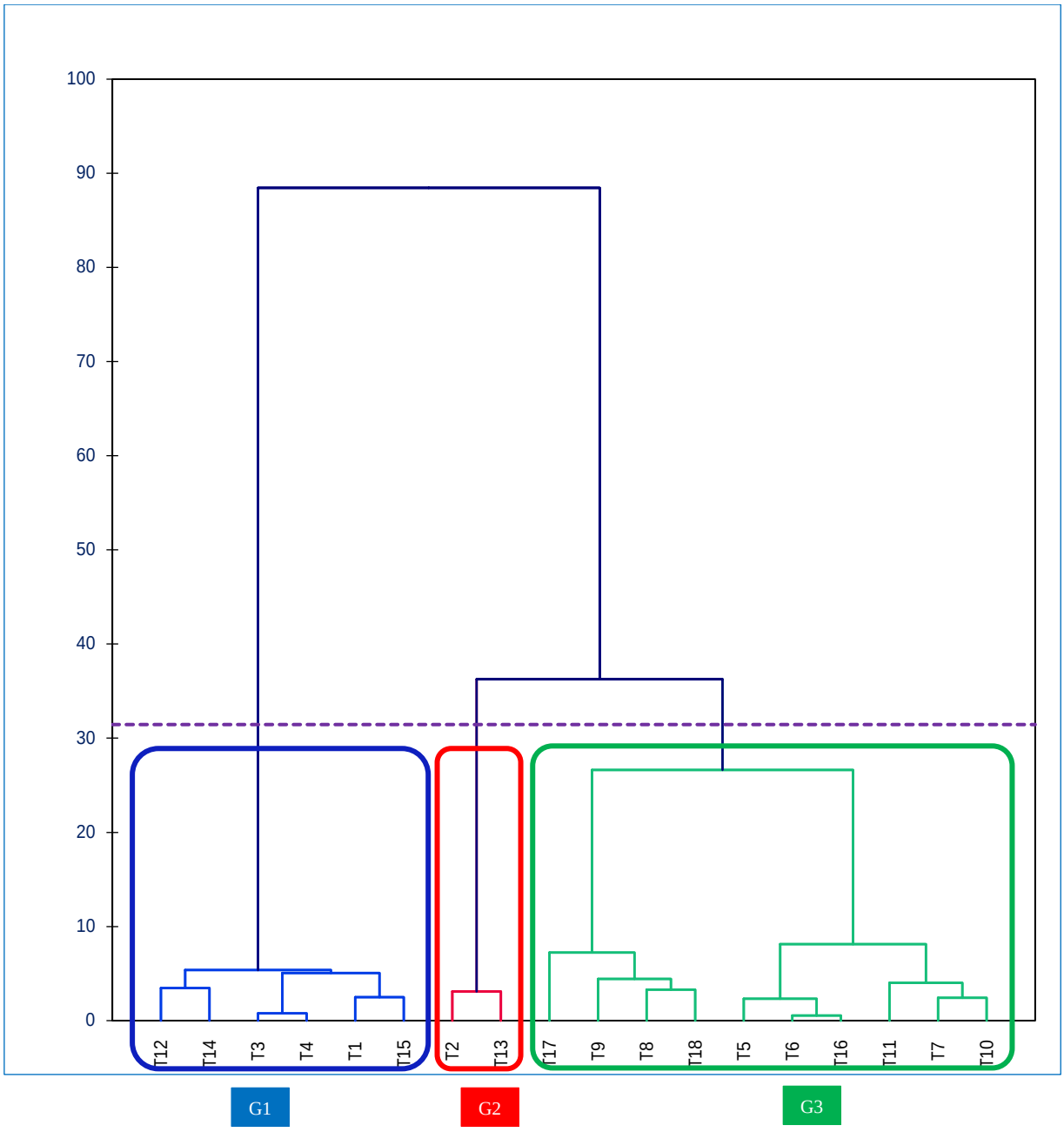


Figura 22. Dendrograma de las muestras truncado en tres clases mediante la Clasificación Ascendente Jerárquica

En la Tabla 39 se muestra la composición de cada clase y algunos parámetros para describir su variación interna. El truncamiento se realizó a tres clases ya que, de esta manera, la clase dos incluye un total de 2 tratamientos (T2 y T13), siendo este un número mínimo exploratorio para representar un segmento de la población.

Tabla 39. *Resumen de las tres clases que componen el Dendrograma*

Clase	1	2	3
Objetos	6	2	10
Suma de los pesos	6	2	10
Varianza intraclase	10.020	10.500	20.840
Distancia mínima al centroide	1.971	2.291	1.868
Distancia media al centroide	2.811	2.291	4.171
Distancia máxima al centroide	3.792	2.291	5.908
Tratamientos	T1 T3 T4 T12 T14 T15	T2 T13	T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T16

Los valores de centroide para cada leche condensada según cada clase se muestran en la Tabla 40. Las muestras con la puntuación más alta para cada clase se muestran en azul y las que tienen la más baja en rojo.

Tabla 40. Centroides de las clases para las 18 leches condensadas según las tres clases.

Característica sensorial	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Sabor típico	7.500	2.700	4.480
Sabor extraño	2.767	6.800	5.120
Dulzor	5.433	4.500	6.520
Olor extraño	2.067	4.600	4.780
Olor típico	7.367	1.200	4.860
Opaco	2.700	7.600	5.900
Brillante	6.933	2.600	5.840
Homogeneidad	7.633	2.900	4.740
Consistencia	7.167	2.600	5.360
Gomosidad	3.667	4.100	5.560
Color beige	7.200	4.100	4.620
Color marrón	4.267	7.000	3.120

c. Conglomerado de jueces según evaluación de agrado de las muestras de leche condensada

La Figura 23 muestra los resultados del dendograma realizado a partir de los resultados de las evaluaciones de la prueba sensorial de agrado. Estos conglomerados permiten, posteriormente, hacer una relación entre las características sensoriales y la intensidad de dichos atributos con las evaluaciones de agrado de los jueces. La línea de puntos representa

el truncamiento y permite la visualización de los tres grupos homogéneos que se han identificado.

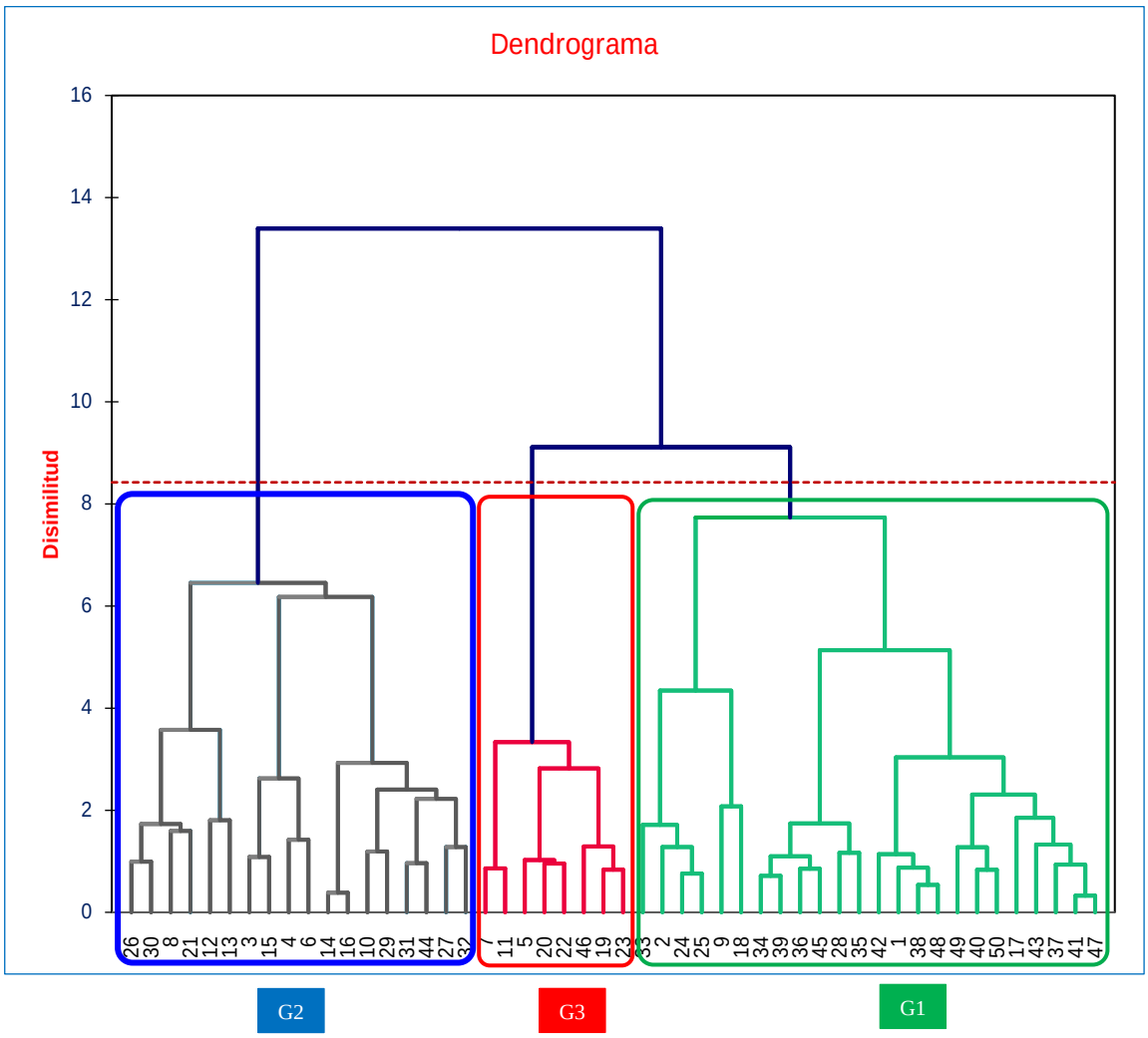


Figura 23. Dendrograma de los consumidores truncado en tres clases mediante la Clasificación Ascendente Jerárquica

La Tabla 41, muestra los componentes de cada clase y algunos parámetros para caracterizar su variabilidad interna. La reducción se realizó a tres clases dado que, de esta manera la clase tres incluye un total de 8 consumidores siendo éste un número mínimo para representar un segmento de la población.

Tabla 41. Resumen de las tres clases que componen el Dendrograma

Clase	1	2	3
Objetos	24	18	8
Suma de los pesos	24	18	8
Varianza intraclase	12.031	14.624	10.661
Distancia mínima al centroide	1.637	2.476	2.247
Distancia media al centroide	3.310	3.671	3.012
Distancia máxima al centroide	4.858	4.924	3.781
Panelistas	P1 P2 P9 P17 P18 P24 P25 P28 P33 P34 P35 P36 P37 P38 P39 P40 P41 P42 P43 P45 P47 P48 P49 P50	P3 P4 P6 P8 P10 P12 P13 P14 P15 P16 P21 P26 P27 P29 P30 P31 P32 P44	5 7 11 19 20 22 23 46

Los valores de centroide para cada leche condensada según cada clase se muestran en la Tabla 42. Las muestras con la puntuación más alta para cada clase se muestran en azul y las que tienen la más baja en rojo.

Tabla 42. Centroides de las puntuaciones para las 18 leches condensadas según las tres clases.

Muestra	Clase 1	Clase 2	Clase 3
T1	5.917	6.944	6.875
T2	1.208	1.167	1.875
T3	5.125	5.278	5.375
T4	7.417	7.333	7.250
T5	3.500	5.889	3.375
T6	4.292	4.500	5.000
T7	2.750	3.444	4.750
T8	1.958	1.944	1.625
T9	2.750	2.444	1.375
T10	5.458	5.500	5.500
T11	3.417	3.389	3.250
T12	7.542	7.111	8.125
T13	2.167	2.722	2.625
T14	8.667	8.278	8.500
T15	5.208	5.222	4.625
T16	4.167	4.667	3.750
T17	1.250	1.389	1.375
T18	1.333	1.389	1.875

En la figura 24 se presenta las preferencias por los distintos tratamientos de leche condensada de cada tipo de perfil de los consumidores, los cuales se detallan a continuación:

- **Perfil 1:** muestra preferencia por el tratamiento T14 y cierto rechazo por los tratamientos T2, T17 y T18, (24 catadores → 48%).

- **Perfil 2:** muestra preferencia por el tratamiento T14 Y T12 y ligero rechazo por el tratamiento T2 y T9, (18 catadores →36%).

- **Perfil 3:** muestra preferencia por el tratamiento T14 y T12 principalmente, aunque también le gusta el T4 y muestran un rechazo por los tratamientos T2, T8, T9 yT17 (8 catadores →16%).

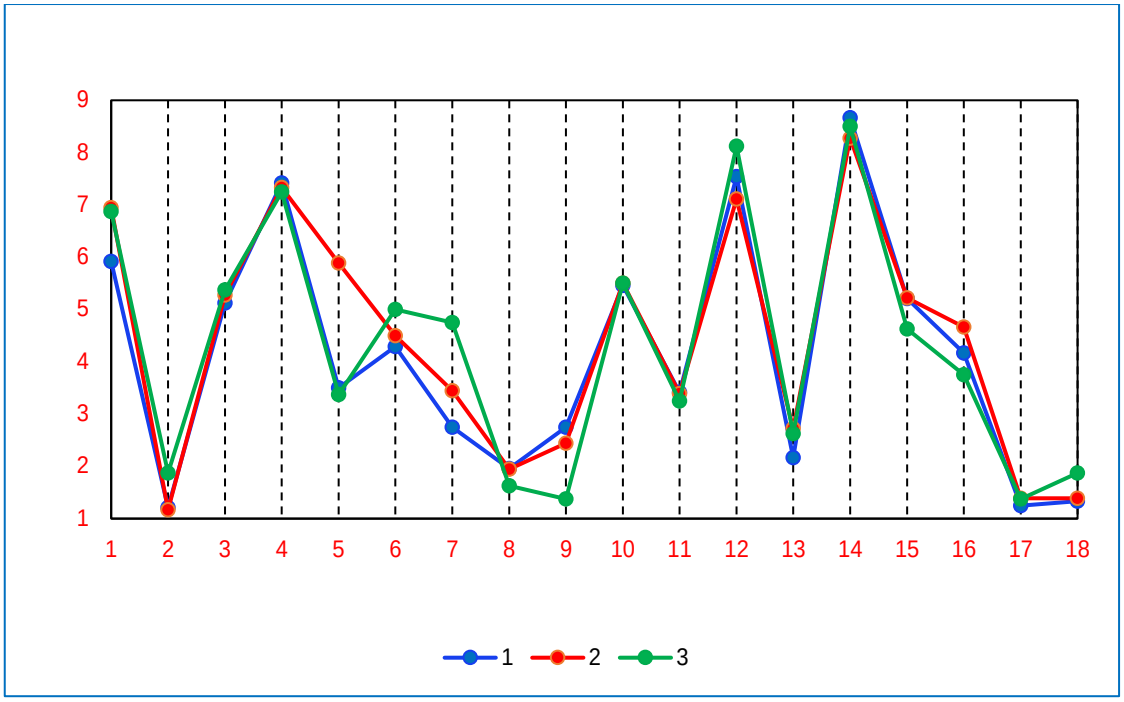


Figura 24. Preferencias por los distintos tratamientos de leche condensada de cada tipo de perfil de consumidores.

d. Mapa de preferencias externo

En el mapa de preferencias existen varios modelos. El modelo vector se representa a los individuos en el mapa sensorial en forma de vectores. El tamaño de los vectores es una función de la R^2 del modelo: cuanto más grande es el vector, mejor es el modelo correspondiente. La preferencia del perfil será más fuerte cuanto más está en la dirección indicada por el vector.

La interpretación de preferencia se ha hecho mediante la proyección de los diferentes productos (Tratamiento de leche condensada) en los vectores (preferencia por el tipo de producto). En la Figura 25, se puede ver que las partes superior e inferior derecha del gráfico están coloreadas de rojo, lo que indica que entre el 80 y el 100% de los consumidores les gustan los tratamientos ubicados en esta área.

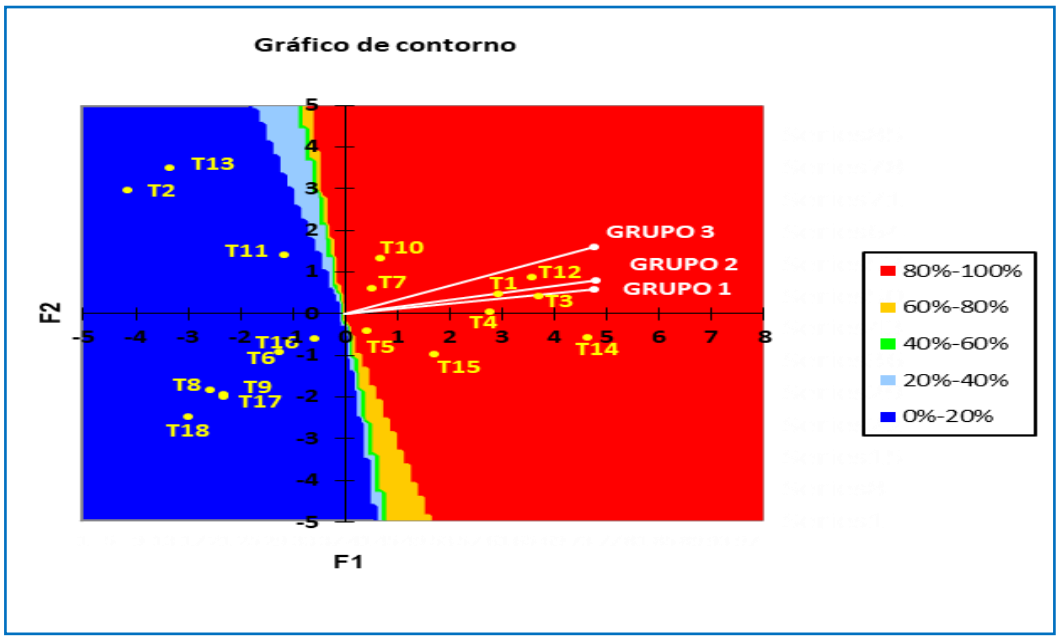


Figura 25. Mapa de preferencias y gráfico de contornos

Notamos que los tratamientos T14, T12, T3, T4, T1, T15, T5, T7 y T10, caracterizado por un color beige, sabor típico, homogeneidad, consistencia, brillante y olor típico, es del agrado de los grupos 1, 2 y3. Los otros tratamientos de 0 a 20% no son tan preferidos por los grupos.

4.1.3.2. Evaluación sensorial de la leche condensada obtenidas mediante la utilización de cuajada de leche mediante el método CATA.

La evaluación sensorial mediante el método CATA se realizó utilizando el anexo 26 en la que se presenta la tabla de respuesta de los panelistas y el anexo 27, el cual muestra el Análisis de coordenadas principales, en donde se realiza un estudio de las correlaciones de los atributos evaluados. En la Tabla 43, la segunda columna contiene valores de p asociados con las pruebas Q de Cochran que comparan tratamientos de forma independiente para cada atributo descrito por las preguntas CATA, donde se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para los 16 atributos. Por lo tanto, los consumidores encontraron diferencias entre los

atributos de las cuatro formulaciones de leche condensada. El resto de la tabla contiene proporciones de 1 entre los evaluadores para cada combinación de productos y atributos; una proporción alta significa que los consumidores señalan con frecuencia el atributo para el producto considerado.

Según la Prueba Q de Cochran, se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) en los 16 atributos: sabor desagradable, sabor agradable, consistente, poco consistente, olor agradable, homogéneo, poco homogéneo, gomoso, olor rancio y sabor a queso. Lo cual indica que con el método CATA se pudo encontrar diferencias en la precepción de los tratamientos de leches condensadas por parte de los consumidores.

Tabla 43. Prueba Q de Cochran para determinar diferencias en los atributos y Comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de McNemar

Atributos	Valores p	T1	T2	T3	T4
Sabor agradable	0.00E+00	1 (c)	0.800 (b)	0.100 (a)	0.040 (a)
Sabor rancio	1.11E-16	0 (a)	0.100 (a)	0.480 (b)	0.840 (c)
Sabor a queso	0.00E+00	0 (a)	0.200 (b)	0.880 (d)	0.680 (c)
Dulce	4.09E-12	1 (c)	0.740 (b)	0.320 (a)	0.400 (a)
Poco dulce	4.09E-12	0 (a)	0.260 (b)	0.680 (c)	0.600 (c)
Olor a queso	0.00E+00	0 (a)	0 (a)	0.820 (b)	0.620 (b)
Olor rancio	1.11E-16	0 (a)	0 (a)	0.660 (b)	0.580 (b)
Olor agradable	0.00E+00	1 (c)	1 (c)	0.280 (b)	0 (a)
Opaco	0.00E+00	0 (a)	0 (a)	0.600 (b)	0.900 (c)
Brillante	0.00E+00	1 (d)	0.800 (c)	0.400 (b)	0.100 (a)
Fácil de sorber	0.00E+00	0.900 (b)	0.980 (b)	0.180 (a)	0.200 (a)
Difícil de Sorber	0.00E+00	0.100 (a)	0.100 (a)	0.820 (b)	0.800 (b)
Textura Homogéneo	0.00E+00	0.900 (b)	0.900 (b)	0.140 (a)	0.200 (a)
Gomoso	2.17E-12	0.300 (a)	0.180 (a)	0.740 (b)	0.820 (b)
Crema pálida	3.33E-16	1 (d)	0.740 (c)	0.500 (b)	0.100 (a)
Crema oscura	3.33E-16	0 (a)	0.260 (b)	0.500 (c)	0.900 (d)

Podemos ver que en los atributos sabor agradable, dulce, olor agradable, brillante y crema pálido los productos T1 y T2 son los que tienen mayor puntuación y los productos T3 y T4 son los que presentan menor puntuación en estos atributos.

Respecto a los atributos “Olor a queso” y “sabor a queso” el T3 obtuvo el valor más alto, esto se debería a que en su formulación presenta una mayor concentración de cuajada de leche (59,257%) y menor incorporación de mezcla citrato: polifosfato (0,150%), a comparación que el T4 presentó valores intermedios, mientras que el T1 obtuvo un valor menor, indicando menor olor y sabor a queso. Las muestras T4 y T3 obtuvieron valores más altos en el atributo “sabor rancio”, mientras que el T1 y T2 no presentaron este atributo negativo.

La Tabla 44 de contingencia es una forma eficaz de resumir la relación (o correspondencia) entre las dos variables categóricas producto y atributo, es la suma de las tablas de atributos de los evaluadores. Se utiliza para construir un análisis de correspondencia (CA).

Tabla 44. Tabla de contingencia creada a partir de los datos CATA

Productos	Sabor agradable	Sabor rancio	Sabor a queso	Dulce	Poco dulce	Olor a queso	Olor rancio	Olor agradable	Opaco	Brillante	Fácil de sorber	Difícil de Sorber	Textura Homogéneo	Gomoso	Crema pálida	Crema oscura
Nestlé	50	0	0	50	0	0	0	50	0	50	50	0	50	0	50	0
T1	50	0	0	50	0	0	0	50	0	50	45	5	45	15	50	0
T2	40	5	10	37	13	0	0	50	0	40	49	5	45	9	37	13
T3	5	24	44	16	34	41	33	14	30	20	9	41	7	37	25	25
T4	2	42	34	20	30	31	29	0	45	5	10	40	10	41	5	45

Interpretación de la prueba:

H_0: Los tratamientos y los atributos sensoriales de la tabla son independentes

Ha: Hay dependencia entre tratamientos y los atributos sensoriales de la tabla

Tabla 45. Prueba de independencia entre las filas (producto) y columnas (atributo)

Chi-cuadrado (Valor observado)	1177.867
Chi-cuadrado (Valor crítico)	79.082
GL	60
valor-p	< 0.0001
alfa	0.05

Como el valor-p calculado (<0.0001) es menor que el nivel de significación alfa igual a 0.05, se debe rechazar la hipótesis nula (H_0), y aceptar la hipótesis alternativa (Ha).

Los valores propios mostrados en la Tabla 46 y Figura 26 corresponden a la varianza extraída por cada factor (dimensión). La calidad del análisis se puede evaluar consultando la tabla de los valores propios o el diagrama de pantalla correspondiente. Si la suma de los dos (o algunos) primeros valores propios son cercana al total representado, entonces la calidad del análisis es muy alta. El análisis de correspondencia en este ejemplo es de buena calidad ya que la suma de los dos primeros valores propios es 94,395% de la inercia total. Además, muestra el valor propio para todos los tratamientos (T1(F1) es de 0.599, T2(F2) de 0.023, T3 (F3) de 0.009 y para T4(F4) de 0.003).

Tabla 46. Valores propios y porcentajes de inercia

	F1	F2	F3	F4
Valor propio	0.599	0.023	0.009	0.003
(%)	94.395	3.658	1.479	0.468
% acumulado	94.395	98.053	99.532	100.000

Como el valor p es más bajo que el nivel de significancia (0.05), concluimos que es muy probable que existan diferencias reales entre los productos en términos de sus perfiles sensoriales.

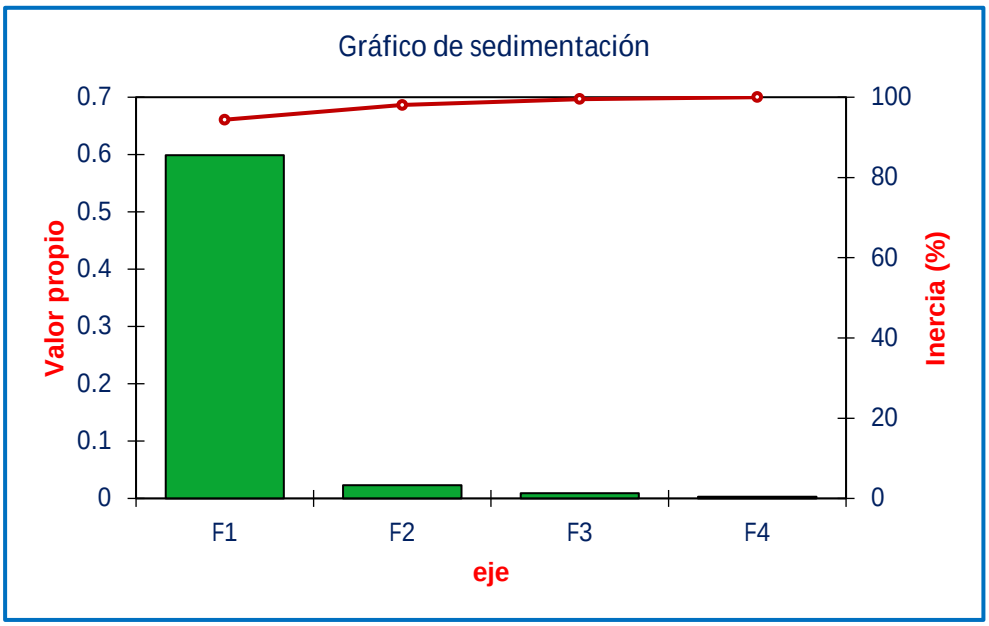


Figura 26. Gráfico de sedimentación de las preguntas CATA

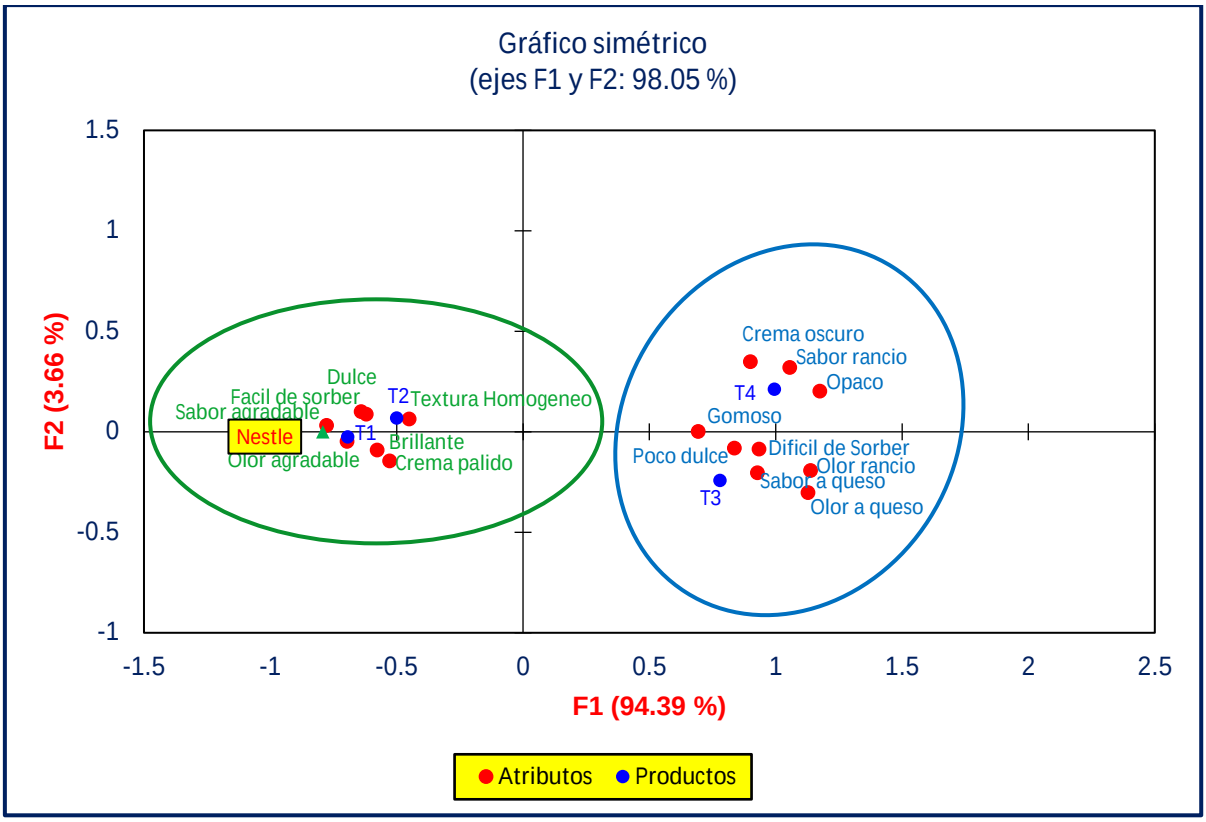


Figura 27. Representación de las muestras de leche condensada, el producto ideal (Nestlé) y los términos en la primera y segunda dimensión del análisis de correspondencia de los datos del método CATA del estudio

Según el mapa del análisis, mostrado en la Figura 27, un producto ideal (Leche condensada Nestlé) debe ser relativamente de sabor agradable, crema pálido, dulce, brillante, fácil de sorber, textura homogénea y olor agradable, por otro lado, no debe ser gomoso, poco homogéneo, crema oscuro, poco dulce, opaco, difícil de sorber y tampoco tener olor rancio, sabor a queso, sabor rancio.

En la Figura 28, se observa que la aceptabilidad y los atributos de mayor aceptación se encuentra en la parte superior e inferior izquierda y estas fueron: de sabor agradable, crema pálido, dulce, brillante, fácil de sorber, textura homogénea y olor agradable. Mientras que los demás atributos no consiguieron describir una buena aceptabilidad de la leche condensada. De esto se puede concluir que T1 y T2 son los tratamientos más aceptados por los consumidores según el método CATA.

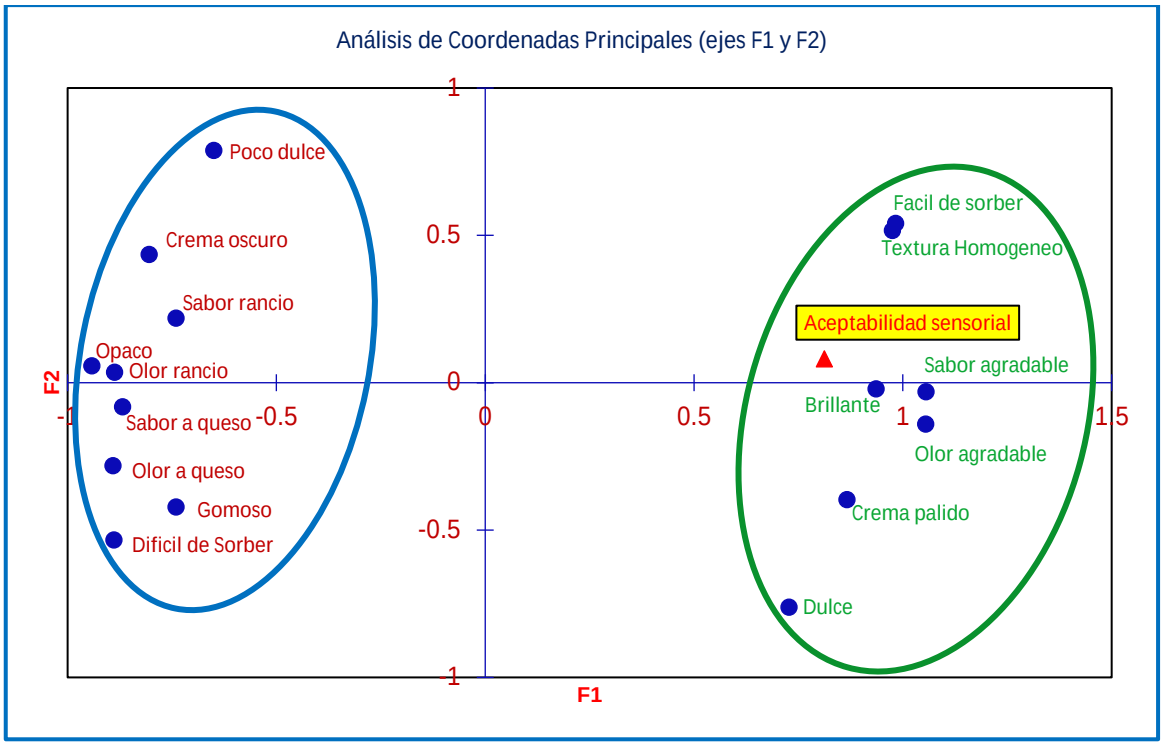


Figura 28. Análisis de componentes principales de los datos del método CATA para aceptabilidad sensorial.

En base a los datos de aceptabilidad sensorial, los resultados de la Figura 29 y Tabla 47 se refieren al análisis de penalidad, muestra un resumen de las frecuencias con las que ocurre P(No)|(Si) y P(Si)|(Si), que permitió identificar los atributos que debería tener (necesarios o imprescindibles) el producto óptimo.

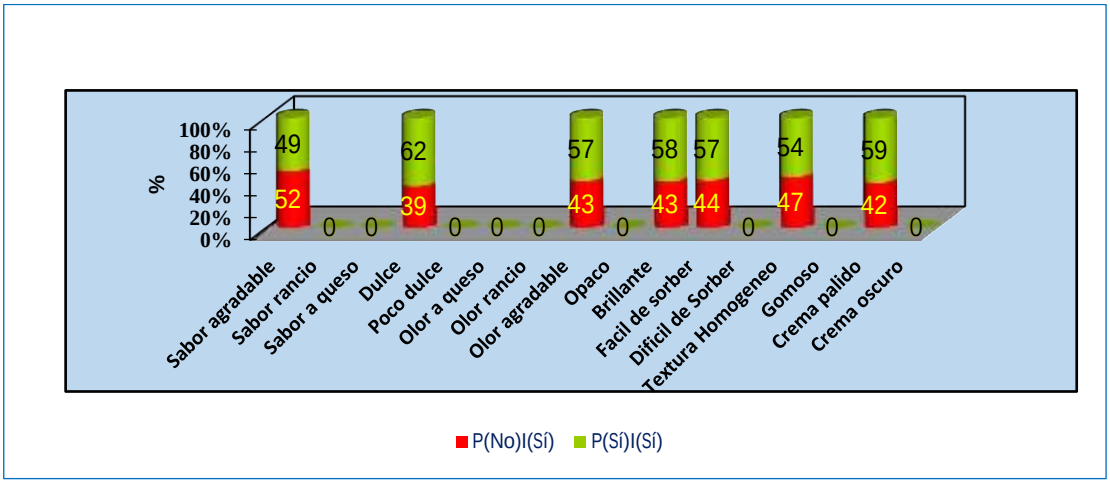


Figura 29. Frecuencias con las que ocurre P(No)|(Si) y P(Si)|(Si) en cada atributo.

Tabla 47. Tabla de comparación

Variable	Nivel	Frecuencias	%	Suma (Aceptabilidad sensorial)	Media (Aceptabilidad sensorial)	Efectos sobre la media	Diferencia estandarizada	valor-p	Significativo	Penalidades
Sabor agradable	P(No)I(Sí)	103	51.50%	492.000	4.777	2.151	14.612	< 0.0001	Sí	
	P(Sí)I(Sí)	97	48.50%	672.000	6.928					
Sabor rancio	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							
Sabor a queso	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							
Dulce	P(No)I(Sí)	77	38.50%	380.000	4.935	1.439	7.475	< 0.0001	Sí	
	P(Sí)I(Sí)	123	61.50%	784.000	6.374					
Poco dulce	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							
Olor a queso	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							
Olor rancio	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							
Olor agradable	P(No)I(Sí)	86	43.00%	391.000	4.547	2.234	15.532	< 0.0001	Sí	
	P(Sí)I(Sí)	114	57.00%	773.000	6.781					
Opaco	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							
Brillante	P(No)I(Sí)	85	42.50%	400.000	4.706	1.938	11.775	< 0.0001	Sí	
	P(Sí)I(Sí)	115	57.50%	764.000	6.643					
Fácil de sorber	P(No)I(Sí)	87	43.50%	402.000	4.621	2.123	13.991	< 0.0001	Sí	
	P(Sí)I(Sí)	113	56.50%	762.000	6.743					
Difícil de sorber	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							
Textura homogénea	P(No)I(Sí)	93	46.50%	439.000	4.720	2.055	13.297	< 0.0001	Sí	
	P(Sí)I(Sí)	107	53.50%	725.000	6.776					
Gomoso	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							
Crema pálida	P(No)I(Sí)	83	41.50%	406.000	4.892	1.587	8.656	< 0.0001	Sí	
	P(Sí)I(Sí)	117	58.50%	758.000	6.479					
Crema oscura	P(No)I(Sí)	0	0.00%							
	P(Sí)I(Sí)	0	0.00%							

Las Figuras 30, 31, 32, 33 y 34 de **impacto medio** presenta los atributos con un impacto medio significativo. Los aumentos medios se muestran en azul y se identifican como "imprescindibles" (atributos positivos), las reducciones medias se muestran en rojo (atributos negativos).

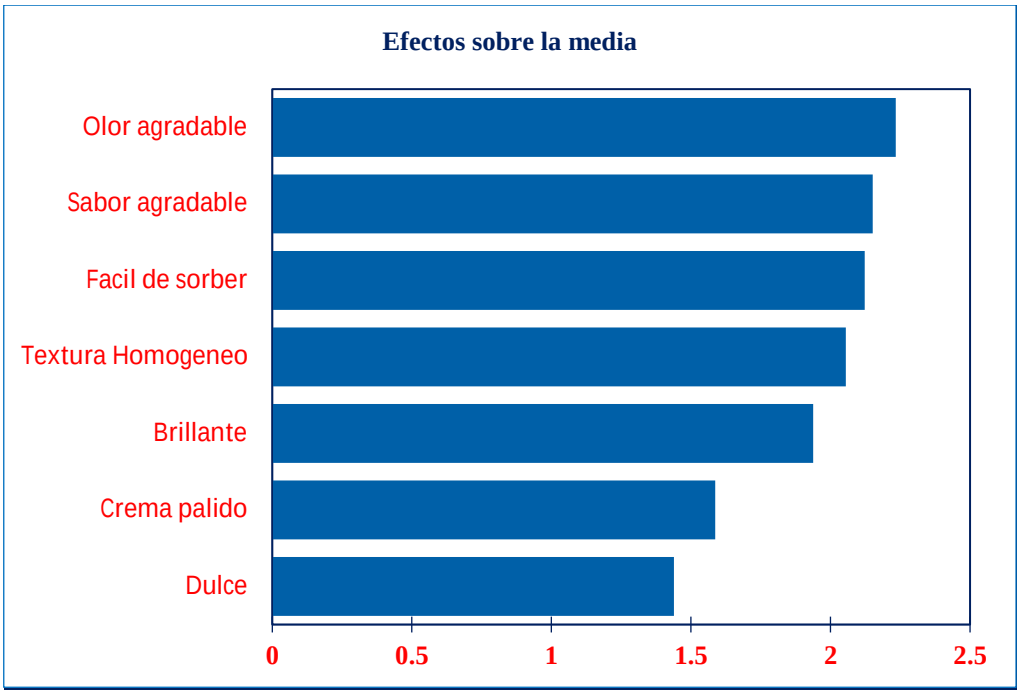


Figura 30. Representación de los efectos sobre la media (imprescindibles)

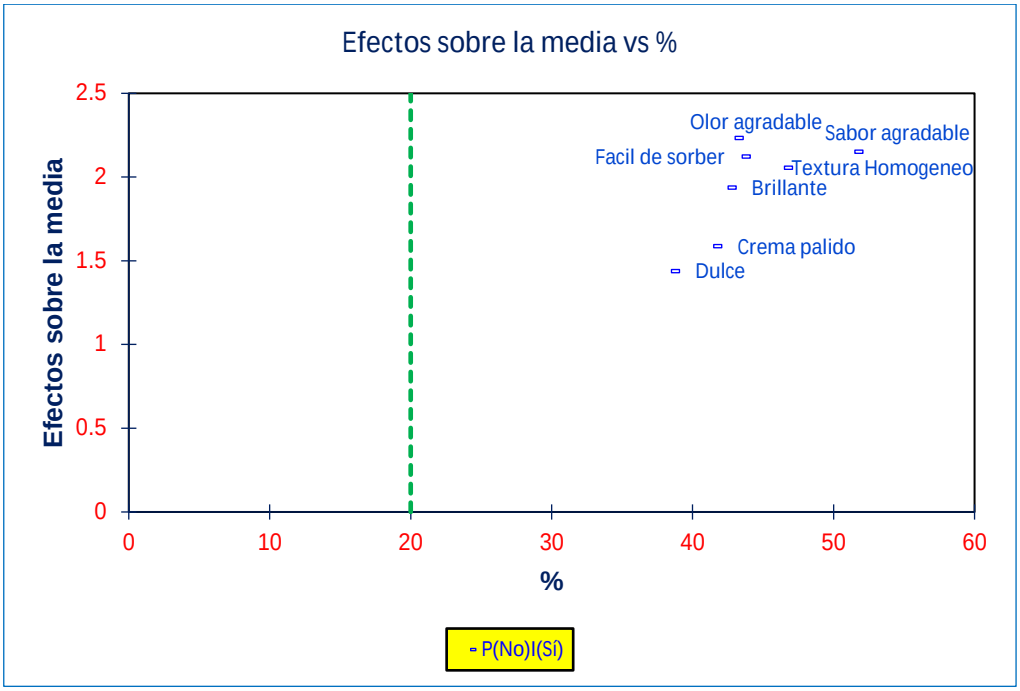


Figura 31. Efectos sobre la media vs % (atributos necesarios)

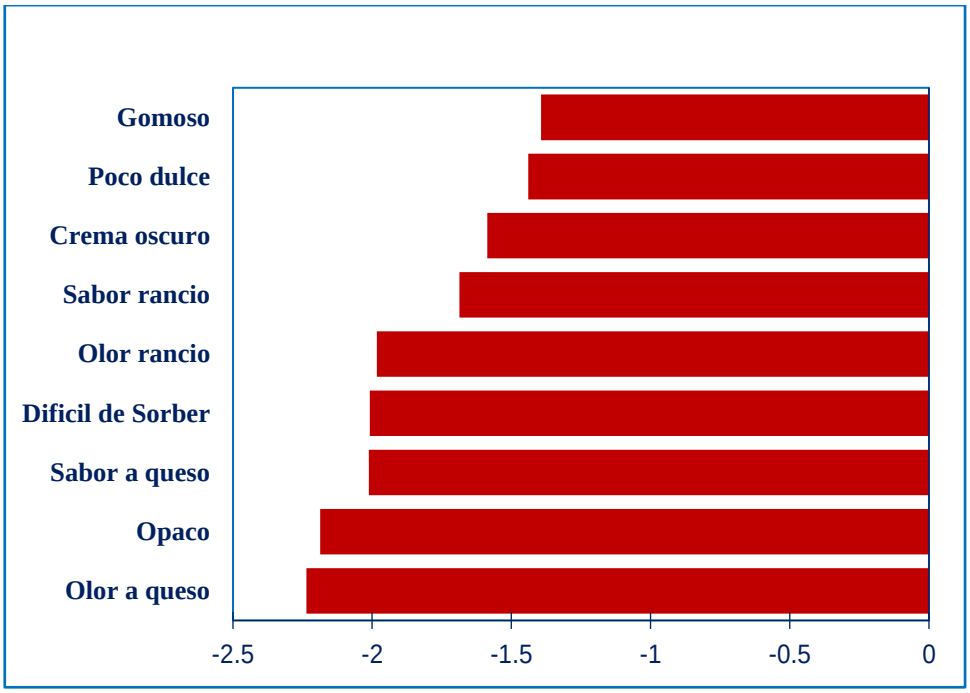


Figura 32. Representación de los efectos sobre la media (atributos negativos)

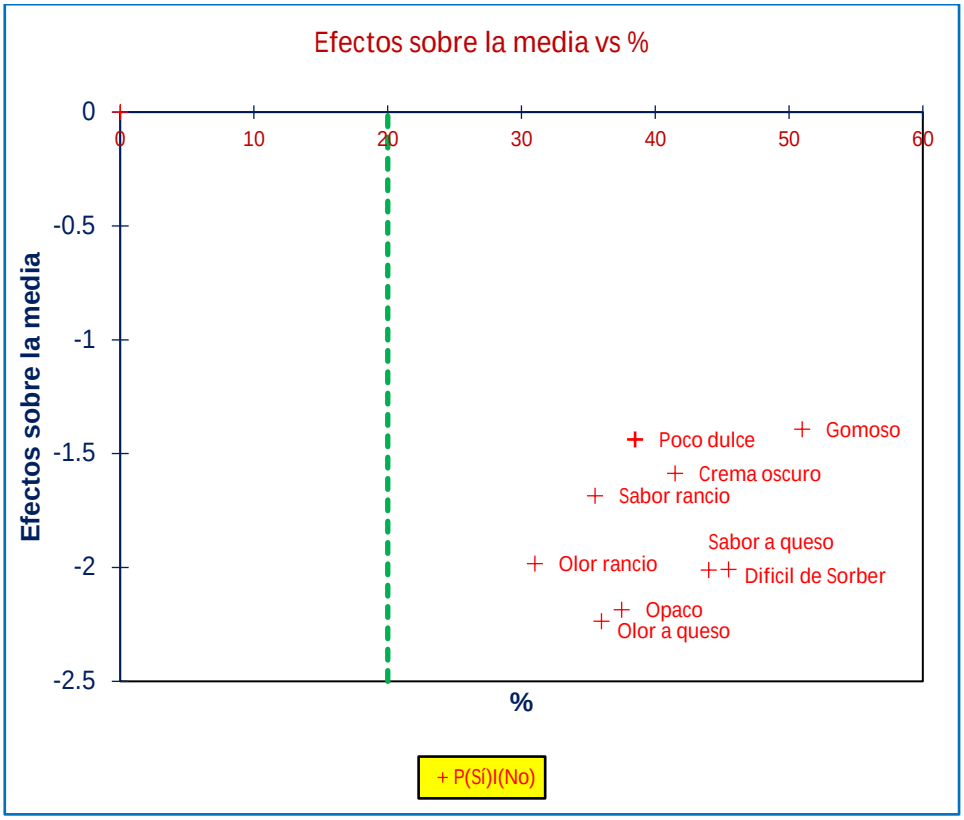


Figura 33. Efectos sobre la media vs % (atributos negativos)

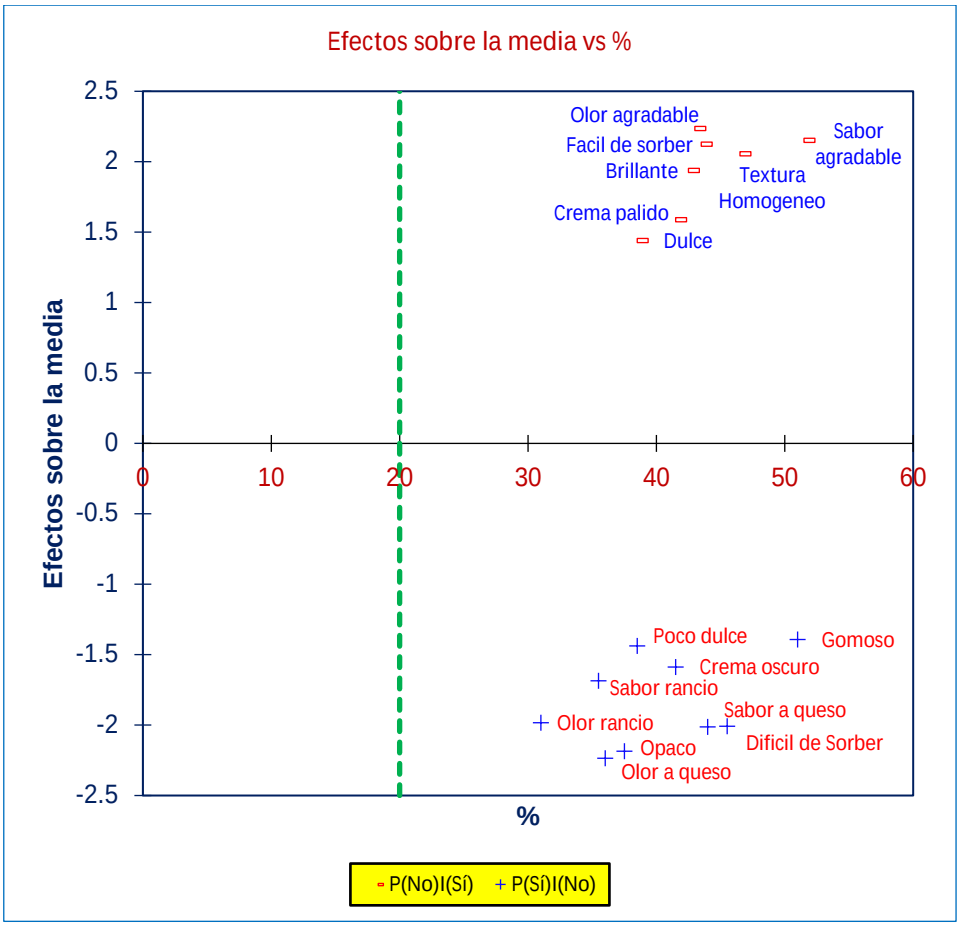


Figura 34. Efectos sobre la media vs % (Necesario e Interesante)

4.1.4. III Etapa: Determinación de vida útil de la leche condensada mediante análisis sensorial

La determinación de la vida útil mediante el empleo del test de valoración de calidad con escala de Karlsruhe fue realizada en el producto óptimo obtenido T1.

4.1.4.1. Elección de panelistas

La tabla 48 muestra los resultados de las pruebas de elección, se eligió a 10 de 26 alumnos de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, que habían cursado la asignatura evaluación sensorial. Se excluyeron once panelistas por no cumplir con los requisitos señalados para la etapa de selección, y cinco por no asistir normalmente a las diferentes etapas de selección y capacitación

Tabla 48. Resumen de la etapa elección de panelistas.

Juez	Reconocimiento de los sabores Básicos (%)	% Acierto Identificación umbrales	% Acierto Test ordenamiento de olores	% Acierto Test ordenamiento de colores	% Acierto Test triangulares	Decisión
1	60.00	83.00	80	80.00	60	Aceptado
2	43.33	83.20	100.00	50.00	80	Separado
3	77.00	53.20	20.00	F	F	Separado
4	77.00	28.30	40.00	20.00	00.00	Separado
5	77.00	20.00	F	60.00	100.00	Separado
6	60.00	61.50	80.00	100.00	60.00	Aceptado
7	60.00	74.90	60.00	100.00	80.00	Aceptado
8	60.00	83.00	60.00	67.00	60.00	Aceptado
9	77.00	61.00	60.00	20.00	40.00	Separado
10	60.00	20.00	60.00	40.00	20.00	Separado
11	60.00	73.20	100.00	100.00	100.00	Aceptado
12	100.00	60.00	60.00	90.00	80.00	Aceptado
13	84.00	99.80	100.00	100.00	100.00	Aceptado
14	60.00	20.00	F	F	F	Separado
15	100.00	61.50	F	100.00	20.00	Separado
16	77.00	60.00	100.00	40	20	Separado
17	60.00	91.30	100.00	100.00	100.00	Aceptado
18	100.00	70.00	60.00	100.00	00.00	Separado
19	100.00	20.00	60.00	00.00	80.00	Separado
20	67.00	83.00	100.00	60.00	80.00	Aceptado
21	84.00	20.00	F	F	F	Separado
22	100.00	20.00	60.00	F	F	Separado
23	10	20.00	80.00	100.00	100.00	Separado
24	10	76.40	80.00	50.00	00.00	Separado
25	60.00	60.00	60.00	70.00	80.00	Aceptado
26	10	F	F	F	F	Separado

Color rojo: Panelistas separados por tener puntajes por debajo del límite mínimo de aceptación.
F: Panelistas que no asistieron en las diferentes etapas de selección y por los cuales fueron separados

4.1.4.2. Entrenamiento de jueces

Los resultados de agrupación de los datos obtenidos del análisis descriptivo se muestran en la Tabla 49.

Tabla 49. Descriptores de atributos de la leche condensada.

Atributo	Descriptor	Dirección de la característica	Grado de calidad
Color	Crema pálida	+	1
	Crema oscura	-	2-3
	Homogéneo	+	1
	No homogéneo	-	2-3
Olor	Insípido	-	2-3
	Agradable	+	1-2
	Rancio	-	3
	A queso	-	3
Sabor	Agradable	+	1
	A queso	-	3
	Rancio	-	3
	Dulce	+	1
Consistencia	Textura homogénea	+	1-2
	Fácil de sorber	+	1
	Difícil de sorber	-	2-3
	Gomoso	-	3

En la segunda sesión se refinó la tabla del test de Karlsruhe con las observaciones de los panelistas; estas modificaciones se muestran en la Tabla 50.

Tabla 50. Tabla final del test de valoración de calidad con escala de Karlsruhe para la leche condensada

Características	Calidad grado 1 Características típicas			Calidad grado 2 Deterioro tolerable			Calidad grado 3 Deterioro indeseable		
	Excelente 9	**Muy buena 8**	**Buena 7**	**Satisfactoria 6**	**Regular 5**	**Suficiente 4**	**Defectuosa 3**	**Mala 2**	**Muy mala 1**
Color	Bien de color, típico, excepcional, agradable, brillante.	Brillante, color pálido, típico, más o menos coloreadas.	Natural, típico, algo pálido.	Color ligeramente amarillo	Ligeramente oscuro o muy blanco y poco homogéneo.	La superficie aparece manchas de otro tono. No es agradable.	Color no homogéneo y oscuro.	Color no homogéneo y muy oscuro.	color sinceramente alterado indeseable.
Olor	Específico de la leche condensada, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la leche condensada, completo, intenso.	Específicos de la leche condensada.	Poco aceptable, no se siente a leche condensada.	Alterado y algo aceptable.	No típico e insípido.	Alterado, rancio, fermentado. No típico.	Alterado, desagradable. A queso y rancio	Extraño, desagradable, rancio, a queso. Francamente deteriorado.
Sabor	Específico de la leche condensada, excepcionalmente pronunciado.	Específico de la leche condensada, completo, intenso.	Específicos de la leche condensada.	Levemente alterado, muy dulce, no rancio ni sabor a queso.	Todavía aceptable. Por ej., insípido, ligeramente a rancio y a queso.	Claramente alterado, a caramelo, muy dulce	Alterado, sabor rancio y a queso, fermentado. No típico.	Alterado, desagradable. Todavía no repulsivo, rancio a queso.	Extraño, desagradable, putrefacto, Francamente deteriorado.
Consistencia	Excepcionalmente buena, típica.	Muy buena, Fácil de sorber.	Buena, típica, muy fácil de sorber.	Normal, es fácil de sorber.	Alterada, dejando al producto aceptable. Ligera densa.	Claramente alterada. ligeramente viscosa y densa.	Claramente alterada, espesa y viscosa	Desagradable y modificada, difícil de sorber, viscosa y densa	Repugnante muy difícil de sorber, muy viscosa y muy densa

4.1.4.3. Test de valoración de calidad con escala de Karlsruhe

En las Tablas 51, 52 y 53 se exhiben la puntuación promedio para cada atributo obtenidos del Test de Karlsruhe a diferentes tiempos y temperaturas de almacenamiento.

Tabla 51. Calificación por atributo de leche condensada a 20 ° C.

Atributo	Tiempo (días)							
	0	14	28	42	56	70	84	98
Color	8.7	8.5	8.4	8.3	8	7.8	7.5	7.4
Olor	8.8	8.6	8.4	8	7.8	7.6	7.4	7.2
Sabor	8.6	8.4	8.1	7.8	7.6	7.4	7.2	7
Consistencia	8.8	8.7	8.5	8.3	8	7.8	7.6	7.5

Color azul: Nivel 1(Características típicas) y color verde: Nivel 2 (Deterioro tolerable) y color rojo: Nivel 3 (Deterioro indeseable).

Tabla 52.- Calificación por atributo de leche condensada a 30°C.

Atributo	Tiempo (días)							
	0	14	28	42	56	70	84	98
Color	8.7	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.4	7.3
Olor	8.8	8.6	8.4	8.1	7.8	7.6	7.4	7.2
Sabor	8.6	8.4	8.2	7.9	7.6	7.4	7	**6.8**
Consistencia	8.8	8.4	7.8	7.5	7.3	7	**6.8**	**6.4**

Color azul: Nivel 1(Características típicas), color verde: Nivel 2 (Deterioro tolerable) y color rojo: Nivel 3 (Deterioro indeseable).

Tabla 53. Calificación por atributo de leche condensada a 40°C.

Atributo	Tiempo (días)							
	0	14	28	42	56	70	84	98
Color	8.7	8.0	7.4	**6.4**	**5.6**	**5.1**	**4.7**	**4.3**
Olor	8.8	7.9	7.0	**6.1**	**5.2**	**4.7**	**4.4**	**4.1**
Sabor	8.6	7.6	**6.9**	**6.1**	**5.2**	**4.5**	**4.2**	3.8
Consistencia	8.8	7.8	7	**6.2**	**5.4**	**4.8**	**4.4**	**4**

Color azul: Nivel 1(Características típicas), color verde: Nivel 2 (Deterioro tolerable) y color rojo: Nivel 3 (Deterioro indeseable)

Con los puntajes promedios mostrados en las tablas 51, 52 y 53 y siguiendo el procedimiento descrito en el Anexo 9, se estimó la vida útil de la leche condensada en base a cada atributo sensorial, como se indica en la Tabla 54.

Tabla 54. Vida útil experimental de atributos sensoriales según punto de corte.

Parámetro	Tiempo (días)					
	Límite comercialización (5,5)			Límite comestibilidad (4,0)		
	20°C	30°C	40°C	20°C	30°C	40°C
Color	333	155	76	564	264	129
Olor	280	139	72	470	234	122
Sabor	254	123	62	435	211	107
Consistencia	282	129	62	473	216	104

En la Tabla 55 se presenta la vida útil estimada para los atributos color, olor, sabor y consistencia a la temperatura de 21°C de acuerdo al límite de comercialización y límite de comestibilidad. Se propone considerar el límite de comercialización para la estimación de la vida útil. En el Anexo 10 se presenta las demás ecuaciones de vida útil para los demás atributos sensoriales.

Tabla 55. Vida útil por atributo sensorial a 21°C en base al límite de comercialización y comestibilidad.

Atributo	Vida útil a 21°C (días)	
	Límite de comercialización (5,5)	Límite de comestibilidad (4,0)
Color	306	519
Olor	259	436
*Sabor	235	402
Consistencia	259	435

*Color rojo: Atributo limitante

4.1.4.4. Cálculo parámetro Q_{10}

La Tabla 56 muestra los valores de Q_{10} para cada atributo evaluado; estos resultados son muy similares al Q_{10} reportado por la literatura para las reacciones de deterioro de los alimentos Q_{10}, que se encuentran en un rango de 2 a 3.

Tabla 56. Valor de Q_{10} a 21 °C para cada atributo evaluado

Atributo	Valor Q_{10}
Color	2,20
Olor	2,04
Sabor	1,99
Consistencia	2,19

4.1.4.5. Vida útil de la leche condensada

La vida útil de la leche condensada a 21 ° C se estableció mediante el atributo limitante sabor, alcanzando 235 días (7,8 meses) para el límite de comercialización y 402 días (13,4 meses) para el límite de comestibilidad. La vida útil alcanzada experimentalmente es muy inferior al tiempo indicado para la leche condensada, que se sitúa en 1 año. Si bien la leche condensada no representa un riesgo microbiológico durante este período, la aceptabilidad sensorial disminuye, afectando la aceptabilidad de la leche condensada en los consumidores.

4.1.5. Comparación del tiempo de proceso del método rápido de elaboración de leche condensada mediante el uso de quimosina respecto al método tradicional.

El tiempo de proceso necesario para la obtención de leche condensada, ya sea por el método rápido y el tradicional, se estimó de acuerdo a la viscosidad y densidad, por ser las características que más influye en la aceptabilidad de este producto, gracias al aumento de sólidos, debido a la concentración de la leche. Dichos tiempos de proceso se muestran a continuación en la Tabla 57:

Tabla 57. Comparación de tiempos de producción para la elaboración de leche condensada por el método rápido y el tradicional

	Muestra	Tiempo de proceso (min)	T °C	Viscosidad μ	Densidad (g/cm^3)
Método rápido	1	113	23,9	2186,9	1,298
	2	108	26,5	2188,7	1,302
	3	112	26,5	2180,4	1,304
	4	108	26,5	2182,2	1,316
	5	106	27,3	2184,2	1,308
Promedio		129,4		2184,48	1,3046
Método tradicional	1	190	23,9	2225,9	1,276
	2	188	26,5	2350,7	1,256
	3	176	26,5	2218,4	1,278
	4	184	26,5	2232,5	1,267
	5	192	27,3	2424,5	1,284
Promedio		186		2290,4	1,279

4.1.6. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la leche condensada

a. **Análisis microbiológicos**

Tabla 58. Análisis microbiológico de la leche condensada

Análisis	Resultado
Numeración de mohos y levaduras osmófilas (UFC/g)	10

b. **Análisis fisicoquímicos**

La leche condensada con mayor aceptación, reporto la siguiente composición química porcentual en base húmeda, los cuales se muestran en la Tabla 59, la cual evidencia que la leche condensada, cumple los requisitos especificados para leche condensada en la Norma técnica peruana 202.003.

Tabla 59. Análisis fisicoquímicos de la leche condensada optima y el patrón utilizado

Componente			Resultado	
			Muestra	Nestlé
Carbohidratos (g / 100 g de muestra)			53,2	48,7
Proteína cruda (g / 100 g de muestra)			8,8	7,6
Grasa (g / 100 g de muestra)			7,6	25,4
Humedad (g / 100 g de muestra)			29,2	16,7
Ceniza (g / 100 g de muestra)			1,2	1,6
Viscosidad cP (27°C)			2184	2171,2
Solidos solubles			63.2	62,5
Densidad			1,310	1,318
pH			6,6	6,54
Color:		L*	90,76	91,58
		a*	-4.40	-3,74
		b*	16,47	15,58
	Croma	C	17,05	16,02
	Hue	h°	105,0	103,5
		E	1,3784	

c. **Rendimiento**

En el proceso de producción de la leche condensada por el método rápido, se encontró un rendimiento total en base a la leche inicial de 35,93%, como se muestra en el Anexo 20.

4.2 Contrastación de hipótesis

- **Hipótesis 1:** "Al determinar el proceso tecnológico óptimo que permita obtener una leche condensada a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina, entonces se obtendrá un producto de buena calidad sensorial"

  Se estableció las diferencias significativas de la Aceptabilidad sensorial de los 18 tratamientos formulados, mediante la prueba no paramétrica de Friedman, La significancia estadística fue considerada al 5%.

  H_0 : No existe diferencia significativa en la aceptabilidad sensorial de las muestras de leche condensada elaboradas por el método rápido.

  H_a : Existe diferencia significativa en la aceptabilidad sensorial de las muestras de leche condensada elaboradas por el método rápido.

Decisión Estadística:

Si "*p*" calculado > 0,05 Se acepta Ho

Si "*p*" calculado < 0,05 Se rechaza Ho

Prueba de Friedman

Tabla 60. Contraste de hipótesis específica 1

Prueba de Friedman:	Valor
Q (Valor observado)	557.741
Q (Valor crítico)	27.587
GL	17
valor-p (bilateral)	< 0.0001
alfa	0.05

Interpretación de la prueba:

Como el valor-p calculado es menor que el nivel de significación alfa 0.05, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, entonces podemos concluir que existe diferencia significativa entre los 18 tratamientos de leche condensada elaboradas por el método rápido.

Tabla 61. Comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Nemenyi / Prueba bilateral

Muestra	Frecuencia	Suma de rangos	Media de rangos	Grupos					
T17	40	93.000	2.325	A					
T2	40	116.500	2.913	A					
T18	40	133.000	3.325	A	B				
T13	40	189.000	4.725	A	B				
T11	40	224.500	5.613	A	B				
T8	40	232.500	5.813	A	B				
T9	40	233.000	5.825	A	B				
T6	40	297.500	7.438		B	C			
T16	40	404.000	10.100			C	D		
T10	40	426.000	10.650			C	D	E	
T7	40	457.500	11.438			C	D	E	F
T15	40	518.000	12.950				D	E	F
T5	40	520.000	13.000				D	E	F
T4	40	575.000	14.375					E	F
T12	40	598.500	14.963						F
T1	40	599.500	14.988						F
T3	40	603.000	15.075						F
T14	40	619.500	15.488						F

- **Hipótesis 2:** El uso de quimosina en un método rápido de elaboración de leche condensada contribuye significativamente a reducir tiempo de proceso en comparación al método tradicional.

  Para el análisis estadístico se formularon las siguientes hipótesis:

  Ho : Los tiempos de proceso de elaboración de leche condensada son iguales entre el método rápido y el método tradicional.

  Ha : Los tiempos de proceso de elaboración de leche condensada son menores en el método rápido respecto al método tradicional.

Decisión Estadística:

Si "*p*" calculado > 0,05 Se acepta Ho

Si "*p*" calculado < 0,05 Se rechaza Ho

Prueba t para dos muestras relacionadas / Prueba bilateral:

Tabla 62. Contraste de hipótesis específica 1

Prueba t:	Valor
Diferencia	76.600
t (Valor observado)	21.278
|t| (Valor crítico)	2.776
GL	4
valor-p (bilateral)	< 0.0001
alfa	0.05

Nota: El número de grados de libertad es aproximado por la fórmula de Welch-Satterthwaite.

Como el valor-p obtenido es menor que el nivel de significación (α = 0.05), se rechaza la hipótesis nula H_0, y se acepta la hipótesis alterna Ha, entonces podemos concluir que el tiempo de proceso de elaboración de leche condensada son menores en el método rápido respecto al método tradicional

- **Hipótesis 3:** "Si se usa quimosina en el proceso de elaboración de leche condensada por el método rápido igualará o superará las características física química microbiológica y sensoriales de la leche condensada elaborada con la metodología tradicional"

Para el análisis estadístico se formularon las siguientes hipótesis:

Ho : La leche condensada elaborada con cuajada de leche, es igualmente aceptado, que la leche condensada Nestlé.

Ha : La leche condensada elaborada con cuajada de leche, tiene mayor aceptación, que la leche condensada Nestlé.

Decisión Estadística:

Si “*p*” calculado > 0,05 Se acepta Ho

Si “*p*” calculado < 0,05 Se rechaza Ho

Tabla 63. Contraste de hipótesis específica 3 - Prueba de Friedman

Prueba de Friedman:	Valor
Q (Valor observado)	1.125
Q (Valor crítico)	3.841
GL	1
valor-p (bilateral)	0.289
alfa	0.05

Tabla 64. Comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Nemenyi/Prueba bilateral:

Muestra	Frecuencia	Suma de rangos	Media de rangos	Grupos
Prueba	50	72.000	1.440	A
Nestlé	50	78.000	1.560	A

Interpretación de la prueba:

Como el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación alfa (0.05), no se rechaza la hipótesis nula H_0. Por lo que se puede afirmar que no existe diferencia significativa entre la leche condensada elaborada con cuajada de leche y la leche condensada Nestlé.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

En este capítulo se discuten los resultados obtenidos de la Obtención y acondicionamiento de la cuajada, Obtención de la mezcla optima y Determinación de vida útil de la leche condensada.

5.1.1. Optimización de la obtención y acondicionamiento de la cuajada soluble mediante el método Taguchi

De la Tabla 18 se observan los resultados de los promedios del rendimiento del producto final y de la relación S/R del proceso de la obtención y acondicionamiento de la cuajada soluble según el arreglo ortogonal L_9 (3^3) del Método de Taguchi, empleando el criterio "**cuanto mayor sea el % rendimiento obtenido, mejor**". Los resultados se detallan a continuación:

5.1.1.2. Efecto de los factores sobre el rendimiento de la cuajada soluble

El análisis de medias y Señal-Ruido de la Tabla 19, muestra que la temperatura y tiempo de pasteurización de la leche semi descremada tiene una fuerte influencia en el % de rendimiento de la obtención de cuajada soluble, seguido de la temperatura y tiempo de coagulación de la leche, por otra parte, se puede observar que la relación citrato - polifosfato es un factor no influyente en el % de rendimiento de cuajada soluble.

La Tabla 20 muestra el ANOVA de medias, en donde se observa el efecto de cada variable en el proceso. Los valores p mayores a 0,05 corresponden a la temperatura y tiempo de coagulación y a la relación citrato: polifosfato, lo cual indica que no tienen influencia

significativa en la variable respuesta % de rendimiento de cuajada soluble. Lo contrario se observa en el valor p de temperatura y tiempo de pasteurización que es 0.008 (< 0,05), lo que indica que la influencia de la temperatura y el tiempo de pasteurización en el % de rendimiento de cuajada soluble es significativa.

De las Figuras 10 y 11 se puede concluir que el % de rendimiento de cuajada es casi una función lineal, en otras palabras, a medida que se incrementa la Temperatura y tiempo de pasteurización disminuirá el % de rendimiento. También se puede apreciar que a medida que la temperatura y tiempo de coagulación aumenta, el % rendimiento tiende a reducir, pero en menor medida que con el aumento de la temperatura de pasteurización.

Los parámetros obtenidos por el método Taguchi mediante el análisis de señal-ruido y el ANOVA, que ayudan a optimizar el % de rendimiento de la cuajada solubilizada se presenta en la Tabla 65.

Tabla 65. Parámetros óptimos para la obtención de cuajada soluble

T(°C) y t (minutos) de pasteurización	T(°C) y t (minutos) de coagulación	%Citrato: %Polifosfato	% Rendimiento pronosticado
68:10	36:25	90:10	18,83

Los parámetros óptimos de obtención de un alto % de rendimiento de cuajada soluble equivalen a disminuir la temperatura de pasteurización a 68 °C por un tiempo de 10 minutos, incrementar la temperatura de coagulación a 36°C por un tiempo de 25 minutos, la relación de citrato: polifosfato de 90:10. El valor de predicción dado por el método Taguchi para el % de rendimiento de cuajada soluble es de 18,83% de rendimiento.

Vilca (2016) obtiene el rendimiento de queso fresco de 15.1%, logrado a una temperatura de pasteurización de la leche de 75°C por 1 minuto y a un tiempo de coagulación de 40 minutos a 30°C, el cual también fue optimizado mediante la metodología Taguchi.

5.1.1.3. Efecto de los factores sobre el Atributo Consistencia

En la Tabla 22 , se muestra los análisis de medias y de señal-ruido para la consistencia, se ve que el parámetro que más influye es la relación Citrato: Polifosfato, seguido por el temperatura y tiempo de pasteurización de la leche semi descremada, y por último la temperatura y tiempo de coagulación de la leche.

Las Figuras 12 y 13 de efectos de la medias y de señal-ruido, muestran que la consistencia es una función lineal para la temperatura y tiempo de pasteurización en el proceso, la aceptabilidad de la consistencia tiende a disminuir, pero respecto a las variables Temperatura y tiempo de coagulación y relación citrato: polifosfato es una función no lineal pues ambas pasado el segundo nivel disminuye o aumenta respectivamente al tercer nivel. Este comportamiento indica que para aumentar la aceptabilidad del atributo consistencia, es conveniente utilizar los parámetros del nivel 1 (Temperatura de 68°C y tiempo de pasteurización de 10 minutos) , nivel 1 (temperatura 36°C y tiempo de coagulación 25 minutos) y nivel 3 (relación citrato 90% y polifosfato 10%).

Los valores obtenidos con el método de Taguchi mediante análisis señal-ruido, el ANOVA y la combinación de parámetros que contribuyen a optimizar el proceso de obtención de cuajada soluble e incrementar la aceptabilidad de la consistencia, se muestra en la Tabla 66.

Tabla 66. Parámetros óptimos para la consistencia

T(°C) y t (minutos) de pasteurización	T(°C) y t (minutos) de coagulación	%Citrato: %Polifosfato	Valor pronosticado
68:10	36:25	90:10	8,62

Matiz (2008) menciona que “el citrato es utilizado como solución Buffer para regular el pH de la leche y así evitar la precipitación de la caseína, en el momento de la pasteurización, por lo cual da estabilidad térmica a la leche”.

5.1.2. Determinación de los niveles porcentuales de los componentes en la formulación de la leche condensada.

En la segunda etapa de la investigación de determinación de los niveles porcentuales de los componentes en la formulación de la leche condensada, se mantuvo constante en el proceso de elaboración la Temperatura y tiempo de pasteurización de 68°C por 10 minutos, Temperatura y tiempo de coagulación de 36°C por 25 minutos y la proporción de %citrato: % polifosfato de 90:10, la evaluación de las 18 formulaciones indicadas en las Tablas 24, 28 y 32 y las Figuras 14, 15 y 16 de gráficos de contornos de cada uno de las variables respuestas, permitió determinar la formulación ideal que presenta la mejor aceptabilidad sensorial, densidad y viscosidad.

De los resultados obtenidos se concluye que la esencia de leche condensada y el citrato: polifosfato (90:10), goma xantana, cuajada de leche y sacarosa es el orden de influencia positiva en la aceptabilidad sensorial; los componentes más influyentes en la densidad de la leche condensada son la goma xantana, cuajada de leche y sacarosa; y en la viscosidad de la leche condensada los componentes que más influyen positivamente son la goma xantana, sacarosa y cuajada de leche.

Farkye y Ur-Rehman (2011) y Bienvenue *et al., (*2003) citado por Marcelín-Rodríguez & Vélez-Ruíz (2012) indican que el defecto físico de mayor importancia durante el almacenamiento de la leche condensada es el cambio de viscosidad, ya que se da el fenómeno conocido como espesamiento por almacenamiento prolongado ("age thickening") debido a variaciones en la composición de la leche o en el pretratamiento térmico, a la concentración de azúcar y sales estabilizadoras adicionadas.

La Figura 17, muestra la región factible, mediante el método de superposición gráficas de contorno (Montgomery, 2017), el tratamiento con mayor aceptación se obtiene cuando la concentración de citrato-polifosfato es de 0.169245%, esencia de leche condensada de 0.189425%, Goma xantana 0.06%, cuajada de leche 59,0954% y sacarosa 40,4839%. Con esta formulación se espera conseguir una puntuación de 7.50 de aceptabilidad sensorial, 1,31894 g/mL densidad y 2181,62 cP de viscosidad.

Angulo (2018), al utilizar una mezcla de carragenina, goma xantana y almidón modificado (0 – 0.5%) en leche saborizada pasteurizada con cocoa alcalina, tuvieron efecto significativo sobre la viscosidad aparente y aceptabilidad general. Pero no existió efecto de los hidrocoloides sobre las variables de sedimentación y acidez titulable.

Viera (2016) muestra la importancia del uso de aditivos en la leche condensada, como espesantes, estabilizantes y enzimas. Estos aditivos alimentarios alteran sus características físicas, proporcionando mejor textura a los alimentos, la viscosidad, y la estabilidad de las emulsiones impiden la cristalización de la lactosa.

Andrade (2005), especifica que la concentración de azúcar afecta la calidad de la leche condensada, ya que influye en su viscosidad, y dependiendo el rango en el que se trabaje inhibe la proliferación de microorganismos; y respecto a la adición de leche en polvo indica que solo tiene efecto en la mejora del rendimiento del proceso, ya que aumenta la cantidad de sólidos, reduciendo así el tiempo de procesamiento y las pérdidas, y no tiene ningún efecto en las otras características de la leche condensada,.

5.1.3. Caracterización sensorial

En la Figura 21, 22, 23 y 25 muestran el análisis de Componentes principales (PCA), Conglomerado de la caracterización sensorial, Conglomerado de jueces según evaluación de agrado y el mapa de preferencias usando el método PREFMAP, conocidos la posición de los tratamientos de leche condensada y los atributos que caracterizan cada eje se establece el perfil sensorial de cada uno de los tratamientos. Para lo cual se utiliza la Figura 21(c) y la Tabla 39, y los valores de la Tablas 40.

En la Figura 21 (a, b y c) se presenta el análisis de componentes principales (PCA), el primer componente principal (CP) explicó 58,36% y el segundo, 21.34%. Los dos componentes principales explican la mayor parte de la varianza (79,70%) entre las muestras en cuanto a su aceptación.

El agrupamiento de las muestras de leche condensada sugiere la existencia de tres grupos de acuerdo a la preferencia de las mismas, un grupo lo constituyen las muestras T1, T3, T4, T12, T14 y T15, otro grupo compuesto T2 y T13, y por último la muestra T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T16, T17 y T18. Así, se puede sugerir que este último grupo es la

que mejores características sensoriales presenta según lo muestra la Figura 21 (c), convirtiéndose en una opción viable para realizar la leche condensada con una buena aceptación en los consumidores.

Los tratamientos T1, T3, T4, T5, T12, T14 y T15 se caracterizan principalmente por los atributos color beige, sabor típico, homogeneidad, consistencia y olor típico. Los tratamientos T2 y T13 tienen un perfil sensorial definido principalmente por el atributo sabor extraño.

Los tratamientos T6, T8, T9, T16, T17 y T18 se encuentra en la parte inferior izquierda del mapa, caracterizado principalmente por los atributos gomosidad, olor extraño, opaco y dulzor. Los tratamientos T7 y T10 caracterizados por el atributo color marrón.

La Figura 22 muestra el Conglomerado de la caracterización sensorial, en ella se observa que el conglomerado G1, los cuales se encuentran representados en el análisis de componentes principales (ACP) mostrado en la Figura 21 (b), fue descrito principalmente por los atributos color beige, sabor típico, homogeneidad, consistencia y olor típico los cuales se asocian a la tecnología utilizada durante su producción.

La Figura 23 se muestra el Conglomerado de jueces según evaluación de agrado de las muestras de leche condensada, estos conglomerados permiten relacionar las características sensoriales y la intensidad de dichos atributos con las evaluaciones de agrado de los jueces

La Tabla 42 y la Figura 24 muestran que la clase 3 presenta los valores hedónicos más altos para el T14, es decir, a 50 panelistas les agradó más esta leche condensada y los tratamientos T9 y T17 el que menos gusto. La clase 1 y clase 2 otorgaron valores hedónicos más altos para el T14, y el que menos gusto el tratamiento T2.

La Figura 25 muestra el gráfico de contorno que delimita con zonas de color las preferencias de los panelistas, se nota que la parte superior e inferior derecha del gráfico está coloreada de rojo, el cual muestra que los grupos 1, 2 y 3 de consumidores prefieren los tratamientos que se localicen en dicha zona (T1, T3, T4, T5, T7, T10, T12, T14 y T15), los atributos sensoriales que caracterizan el perfil sensorial de los tratamientos ubicados en esta

zona son: color beige, sabor típico, consistencia homogénea, brillo y olor típico, apreciados por los grupos 1, 2 y 3. Los tratamientos ubicados en la zona azul (T2, T6, T8, T9, T11, T13, T16, T17 y T18), son los de menor agrado para los consumidores. Los demás tratamientos de Los grupos no prefieren del 0 al 20%.

En el análisis de los cuatro mejores tratamientos que obtuvieron los mayores valores de deseabilidad obtenidos en la etapa detallado en el ítem 4.1.2.4 e indicados en la Tabla 37 empleando la metodología CATA. En él, los consumidores deben indicar su preferencia mediante una escala hedónica estructurada de 9 puntos y responder a las propiedades sensoriales de las muestras mediante la pregunta "marque todo lo que corresponda" (CATA) que consta de 16 términos, según la ficha mostrada en el Anexo 11, según el mapa del análisis, mostrado en la Figura 27, un producto ideal (Nestlé) debe ser relativamente de sabor agradable, crema pálido, dulce, brillante, fácil de sorber, textura homogénea y olor agradable, por otro lado, no debe ser gomoso, poco homogéneo, crema oscuro, poco dulce, opaco, difícil de sorber y tampoco tener olor rancio, sabor a queso, sabor rancio. Los productos T1 y T2 parecen ser los más cercano al producto ideal, mientras que el producto T3 y T4 están muy lejos del producto ideal.

En la Figura 28, podemos ver que la aceptabilidad y los atributos de mayor aceptación se encuentra en la parte superior e inferior derecha y estas fueron: de sabor agradable, crema pálido, dulce, brillante, fácil de sorber, textura homogénea y olor agradable. Los demás atributos no fueron parte de los descriptores de una buena aceptabilidad sensorial de la leche condensada, de ello se puede establecer que el T1 y el T2 son los más aceptados por los consumidores mediante el método CATA.

5.1.4. Determinación de la Vida útil de la leche condensada mediante el Test de valoración de calidad con escala Karlsruhe

La vida útil de la leche condensada a 21 °C fue establecida por el atributo limitante sabor, el cual fue de 235,2 días (7,84 meses) en base al límite de comercialización y 402,8 días (13,43 meses) respecto al límite de consumo. Si bien la leche condensada no constituye un peligro microbiológico posterior a este período, pero si disminuye la aceptabilidad del producto en los consumidores.

5.1.5. Comparación del tiempo de proceso del método rápido de elaboración de leche condensada mediante el uso de quimosina respecto al método tradicional

La tabla 57 muestra la diferencia entre el tipo promedio de elaboración de leche condensada mediante el uso de quimosina respecto al método tradicional, en ella se observa que el tiempo de concentración requerido en el método rápido hasta llegar a la concentración deseada fue de 129,4 minutos y por el método tradicional de 186 minutos superior en 41,18%.

5.1.6. Análisis fisicoquímico y microbiológico

La tabla 59 se observa que el contenido de carbohidratos, proteínas y la humedad de las muestras de leche condensada obtenido por el método rápido es superior a la leche condensada Nestlé y presenta un contenido inferior en la grasa analizadas en el presente estudio. Géosta y López (2003) citado por Marcelín-Rodríguez y Vélez-Ruíz (2012) indica que la alta concentración de sacarosa en este producto aumenta la presión osmótica inhibiendo el crecimiento de la mayoría de los microorganismos. La cantidad de sacarosa que garantiza la conservación del producto final está regulada y depende del peso seco de la leche condensada: el porcentaje mínimo de sacarosa es 62,5 y el máximo es 64,5%.

Farkye y Ur-Rehman (2011) citado por Marcelín-Rodríguez y Vélez-Ruíz (2012), indican que la baja actividad del agua inhibe el crecimiento de la mayoría de las bacterias, pero algunas bacterias y levaduras pueden hacer que las latas se hinchen debido a la producción de gas. Además, ciertos microorganismos pueden provocar cambios en el color, olor y sabor del producto final, problemas que pueden controlarse mediante una pasteurización eficaz, regulación de las concentraciones de azúcar y medidas sanitarias adecuadas.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los parámetros óptimos del proceso de elaboración de leche condensada a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina fueron: En la Etapa obtención de cuajada soluble, la temperatura de Pasteurización de la leche a 68°C por 10 minutos, Coagulación de la leche a 36°C por 25 minutos y Relación (% de Citrato de sodio: % de polifosfato de sodio) de 90:10; y en la Etapa Obtención de la mezcla optima: Concentración de citrato-polifosfato 0.168703%, esencia de leche condensada 0.1884%, Goma xantana 0.06%, cuajada de leche 59.0812% y sacarosa 40,5017%.

- La reducción de los tiempos de elaboración de leche mediante la utilización de quimosina nos permite reducir el tiempo de cambio de una media de 186 minutos inicialmente a una media posterior de 109,4 minutos representando una reducción equivalente al 41,18%.

- Las características físico químicas de leche condensada a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina: Proteínas (8,8%), Humedad (29,2 %), Cenizas (1,2 %), Grasa (7,6 %) y Carbohidratos (53,2%), Viscosidad de 2184cP. Además, se mantuvo durante el almacenamiento bajo los requisitos especificados para leche condensada en la Norma técnica peruana 202.003 en relación a la especificación microbiológica, ya que obtuvo un recuento menor a 10 U.F.C./g. de mohos y levaduras.

- Para determinar el tiempo de vida útil se utilizó el test de valoración de calidad con escala de Karlsruhe de la leche condensada a 21°C fue establecida por el atributo

limitante sabor, alcanzando 235 días (7,8 meses) con el límite de comercialización, y 402 días (13,4 meses) con el límite de comestibilidad.

- Respecto a la evaluación sensorial con el método CATA se determinó los atributos característicos de la leche condensada, sabor agradable, crema pálido, dulce, brillante, fácil de sorber, textura homogénea y olor agradable.

6.2 Recomendaciones

- Realizar los estudios de prefactibilidad y factibilidad para la producción a escala Industrial del método rápido de elaboración de leche condensada mediante la utilización de quimosina.

- Determinar las propiedades funcionales del producto de leche condensada obtenido a través de un método rápido de elaboración mediante la utilización de quimosina.

Evaluar la aceptabilidad de la leche condensada obtenida por el método rápido en la industria de la panificación y demás consumidores.

REFERENCIAS

Angulo, M. (2018). *Efecto de las mezclas de carragenina, goma xantana y almidón modificado sobre la viscosidad aparente, sedimentación, acidez titulable y aceptabilidad general de leche saborizada pasteurizada con cocoa alcalina* (Issue 3) [Universidad Privada Antenor Orrego]. https://doi.org/10.1093/imamci/dnt037

Araya, D. (2012). *Determinación de la vida útil de arroz preparado espárrago líder elaborado por empresas Tucapel S.A mediante pruebas aceleradas*. Universidad de Chile.

Araya, D. R. (2012). *Determinación de la vida útil de arroz preparado espárrago Lider elaborado por empresas Tucapel S.A mediante pruebas aceleradas*. Universidad de Chile Facultad.

Barazarte, H. (2012). *Desarrollo de laminado de guayaba (Psidium guajava L.) con potencialidad de alimento funcional*. Universidad Simon Bolivar.

Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry* (4th revise). springer.

BeMiller, ames N. (2010). Carbohydrate Analysis. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (Edition Fo, Vol. 99, pp. 57–62). https://doi.org/10.1108/00070709710165197

Bewzenko, B. A. (2018). *Otimização Do Processo De Moldagem Por Injeção Do Abs Via Métodos Estatisticos*. Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Bruzzone, F. (2014). *Aplicación de metodologías de caracterización sensorial con consumidores en el desarrollo de postres lácteos funcionales*. 113. https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/biblio/10468/tesis f. bruzzone.pdf

Camavilca, J. C., & Gamarra, M. G. (2019). *Efecto de la adición de pulpa maracuyá (Passiflora edulis) y tumbo (Passiflora mollisima) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil*. Universidad Peruana Union.

Camavilca, J., & Gamarra, M. (2019). *Efecto de la adición de pulpa maracuyá (Passiflora edulis) y tumbo (Passiflora mollisima) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil*. Universidad Peruana Union.

Chavez, A. (2017). *Evaluación de galletas enriquecidas con harina de castaña (Bertholletia excelsa) mediante nuevos métodos sensoriales: CATA, mapeo de preferencia y JAR*. Universidad Peruana Union.

Codex Alimentarius, C., & Fao/Oms. (2011). Leche y Productos Lácteos. In *Instituto nacional de defensa del consumidor y de la …* (Segunda ed). http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Norma+tcnica+peruana#0

Contò, F., Del Nobile, M., Faccia, M., Zambrini, A., & Comte, A. (2017). Advances in Dairy Products. In *Advances in Dairy Products*. Wiley-Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781118906460

Correa, C. A. (2018). Uma contribuição ao Processo de Soldagem de Revestimento com Arame Tubular Pulsado de um aço CA6NM aplicando o método de Taguchi [Universidade Estadual de Campinas]. In *Tese de Doutorado - Unicamp*.

http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/331460

Crespo, S. I. (2016). *Efecto de la temperatura de cuajado de la leche sobre el rendimiento quesero, la composición química y la valoración sensorial de quesos frescos de cabra* [Universidad Politecnica de Valencia]. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/77788/CRESPO - Efecto de la temperatura de cuajado de la leche sobre el rendimiento quesero%2C la composi....pdf?sequence=1&isAllowed=y

Farkye, N. Y., & Ur-Rehman, S. (2011). Concentrated Fluid Milk Ingredients. In R. C. Chandan & A. Kilara (Eds.), *Dairy Ingredients for Food Processing* (3era Edici, pp. 141–159). Wiley-Blackwel l.

Fernandez, J., & Garcia, T. (2010). *Vida util de los alimentos* (UNELLEZ (ed.); Primera Ed, Vol. 2). Publicaciones del área de estudios de postgrado.

Ferrandini, E. (2006). *Elaboración de queso de Murcia al vino con cuajo natural en pasta*. Universidad de Murcia.

Flores, N. A. (2015). *Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile* [Universidad de Chile]. http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137798/Entrenamiento-de-un-panel-de-evaluacion-sensorial-para-el-Departamento-de-Nutricion-de-la-Facultad-de-Medicina-de-la-Universidad-de-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos* (P. E. Roig Vázquez (ed.); Tercera ed). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.

Hough, G. (2010). *Sensory shelf life estimation of food products*. https://doi.org/TX546.H68 2010

Houhg, G., & Fiszman, S. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos* (Programa CYTED (ed.); Primera ed). Programa CYTED.

INDECOPI(Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la propiedad Intelectual). (2016). Leche y productos Lacteos. Leche condensada. Requisitos. In *Norma Tecnica Peruana 202.003* (Issue Lima 27, pp. 9–11).

Jiménez, M. J. (2015). *Estudio del efecto del procesado e ingredientes funcionales en la textura de purés de patata frescos y congelados*. Universidad Complutense de Madrid.

Kemp, S. E., Hollowood, T., & Hort, J. (2009). *Sensory Evaluation A practical handbook* (Primera).

Kemp, S., Hort, J., & Hollowood, T. (2018). *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation* (S. E. Kemp (ed.)). Wiley-Blackwell.

Lacerda, C. R. D. E. (2021). *Otimização de parâmetros de soldadura gmaw utilizando o método taguchi com a análise relacional de Grey*. Instituto Politécnico de Portugal.

Marcelín-Rodríguez, M., & Vélez-Ruíz, J. F. (2012). *Proceso de elaboración y propiedades fisicoquímicas de las leches condensada azucarada y evaporada*.

Mendes, P. N., & Furtado, M. A. (2013). Otimização do processo de produção de leite condensado empregando pré-concentração por membranas. *Revista Do Instituto De LaticíNios CâNdido Tostes*, *67*, 386. http://dx.doi.org/10.5935/2238-6416.20120042

Merck. (2010). *Microbiology Manual* (12 th).

Min, D. B., & Ellefson, W. C. (2010). Fat Analysis. In N. S. Suzanne (Ed.), *Food Analysis* (4 Edition, pp. 118–121).

Montgomery, D. C. (2017). Design and Analysis of Experiments. In *Mycological Research* (9ena Editi, Vol. 106, Issue 11). John Wiley & Sons Inc.

Naes, T., Varela, P., & Berget, I. (2018). *Individual differences in sensory and consumer science*. Woodhead Publishing.

Nieuwenhuijse, J. A. (2011). Sweetened Condensed Milk. In *Encyclopedia of dairy sciences* (Second Edi, pp. 869–873). Patrick F. Fox Paul L. H. McSweeney.

No Title. (2008).

Peláez Puerto, P. (2003). *Caracterización de los quesos con leche de cabra en la Isla de Tenerife. Influencia de factores ambientales en el desarrollo de sus características organolépticas y físico-químicas*. Universidad de Laguna.

Puma, G. (2019). *Caracterización sensorial de hot-dog de pollo aplicando perfiles flash y ultra flash e identificación de atributos de aceptabilidad por consumidores*. Universidad Nacional Agraria- La Molina.

Roberts, D., & Greenwood, M. (2003). *Practical Food Microbiology* (D. Roberts & M. Greenwood (Eds.); Tercera Ed). Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1002/9780470757512

Sadler, G. D., & Murphy, P. A. (2010). pH and Titratable Acidity. In *Food Analysis* (Cuarta Edi, Vol. 40, Issue 6, p. 602). Suzanne Nielsen, S. https://doi.org/DOI 10.1007/978-1-4419-1478-1

Spreer, E. (2017). *Milk and Dairy Product Technology* (First edit). Taylor and Francis.

Stanziola, L. (2016). *Optimización del desgaste de la herramienta en una talladora de engranajes CNC utilizando el método Taguchi y análisis de la varianza (anova)*. Universidad Autonoma de Nuevo Leon.

Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2012). Sensory Evaluation Practices. In *Sensory Evaluation Practices* (Fourth Edi). Elsevier Inc. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123820860000091

Subramaniam, P., & Wareing, P. (2016). The stability and shelf life of food. In Woodhead Publishing (Ed.), *The Stability and Shelf Life of Food* (Second edi). Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2015-0-06842-3

United States Department of Agriculture. (2020). *Leche condensada. Requisitos*. https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/781112/nutrients

Valdivia, J. (2017). Cambios físicos químicos, sensoriales y nutricionales, debido a la evaporación de la leche fresca entera. [Universidad Nacional Agraria La Molina]. In *Monografía*. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3101

Viera, C. (2016). *Desenvolvimento de uma mistura láctea a base de soro de leite em substituição ao leite con-densado para emprego na produção de sobremesas industriais*. Universidad Federal de Minas Gerais.

Viera da Silva, C. (2016). *Desenvolvimento de uma mistura láctea a base de soro de leite em substituição ao leite condensado para emprego na produção de sobremesas industriais*. Universidade Federal de Minas Gerais.

Vilca, P. (2016). *Determinación de parámetros en la elaboración de queso fresco tipo paria con adición de hidrocoloides para incrementar el rendimiento empleando el método Taguchi y superficie de respuesta*. Universidad Peruana Union.

Voutsinas, L. P., Katsiari, M. C., Pappas, C. P., & Mallatou, H. (1996). Production of yoghurt from sheep's milk which had been concentrated by reverse osmosis and stored frozen. 2. Compositional, microbiological, sensory and physical characteristics of yoghurt. *Food Research International*, *29*(3–4), 411–416. https://doi.org/10.1016/0963-9969(96)83273-X

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Technology* (Second Edi). Advisory Board.

Zapata, A., & Sarache, W. (2014). Mejoramiento de la calidad del café soluble utilizando el método Taguchi. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, *22*(1), 116–124. https://doi.org/10.4067/s0718-33052014000100011

Zavala, J. (2008). Dulce a base de leche. In *Cadena de vacunos de Leche*. Ministerio de Agricultura– Dirección de Crianzas.

Zorn, S. (2017). *Desenvolvimento do processo de extração de lipídios da biomassa de microalgas marinhas*. Universidade de Sao Paulo.

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta de reclutamiento para formar un panel de evaluación sensorial

ENCUESTA

1. Datos personales

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo: _____

¿Estaría usted dispuesto a participar en el proceso de selección y entrenamiento de jueces para formar un panel de evaluación sensorial?

Sí _____ No _____

¿Le disgusta en lo particular algún alimento como para no participar en una degustación? ¿cuáles?

_____

2. Disponibilidad de tiempo

¿Qué días y en que horario usted sabe que no podrá estar disponible?

_____

3. Salud

Padece de alguna de las siguientes:

_____ alergias
_____ resfrío crónico o sinusitis
_____ diabetes
_____ tratamiento dental
_____ otros_____

4. Hábitos

¿Fuma? Sí _____ no _____

¿Cuántos cigarrillos al día? _____

5. Experiencia

a. ¿Ha participado en evaluaciones sensoriales? ……..
b. ¿Cuántas veces? ……..
c. ¿En qué tipo de pruebas? ……..
d. ¿Hace cuánto tiempo? …….

6. Estado de salud

a. ¿Considera que tiene buena salud? ….…….
b. ¿Padece actualmente algunas de las siguientes enfermedades?
   - Diabetes
   - Hipoglicemia
   - Hipertensión

- Alergias a alimentos
- Problemas bucales o en encías

c. ¿Toma algún medicamento que afecte sus sentidos, o cause efectos como adormecimiento de la lengua?

……..

d. ¿Es fumador? ¿Cuántos cigarrillos o tabacos al día?

…….

Hábitos alimenticios

a. ¿Está usted haciendo una dieta estricta en este momento?

…….

b. ¿Cuáles son sus alimentos favoritos?

……

c. ¿Cuáles alimentos no les gusta?

……

d. ¿Cuáles alimentos no puede comer?

…….

e. Su consumo de leche condensada es:
   - Habitual
   - De vez en cuando
   - Muy poco usual
   - Nunca

Observaciones o comentarios:

……

……

……

Gracias por su participación

Anexo 2: Hoja de respuesta del test de gustos básicos, para la selección de un panel de evaluación sensorial

Test gustos básicos

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones:

1. Probar las soluciones de izquierda a derecha una sola vez y neutralizando entre muestras, en caso de que un juicio sea incierto, se puede volver a probar la muestra.
2. La muestra se toma a sorbos y se mueve alrededor de la boca de tal manera que entre en contacto con toda la superficie de la lengua, luego se debe botar en el balde.
3. Si no siente gusto a la muestra la debe identificar con un cero (0), cuando la muestra sea distinta al agua, pero el juez no es capaz de reconocer el gusto, este debe identificar la muestra con un signo de interrogación (?) y si el juez detecta el gusto básico, debe anotarlo en la hoja de respuestas.

Código	Gusto detectado
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
4. _____	_____
5. _____	_____
6. _____	_____
7. _____	_____
8. _____	_____
9. _____	_____
10. _____	_____

Anexo 3: Hoja de respuesta del test de umbral de reconocimiento, para el entrenamiento de un panel de evaluación sensorial

Nombre:

_____

Fecha:_____

Instrucciones

Usted ha recibido una serie de distintas concentraciones de uno de los cuatro gustos básicos (dulce, salado o ácido). Las muestras están ordenadas de menor a mayor concentración y deguste cuidadosamente las muestras y en el mismo orden en que fueron entregadas neutralizando con agua entre cada una de las degustaciones.

No está permitido volver atrás en la degustación. Describa el gusto de cada muestra y posibles sensaciones (astringente, áspero, etc.). Determine además la intensidad de cada muestra, según la escala siguiente:

0 = Ninguno o sólo agua.

? = Diferente del agua, pero el gusto no es identificable.

)(= Se reconoce de qué gusto se trata. Corresponde al umbral de identificación

1 = Débil

2 = Medio

3 = Intenso, Marcado

4 = Muy intenso, muy marcado

5 = Extremadamente intenso, extremadamente marcado.

Solución N°	Descripción del gusto y factores percibidos	Intensidad (en escala 0 a 5, o símbolos) o (0?)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Anexo 4: Hoja de respuesta de test de ordenamiento de color, para el entrenamiento de un panel de evaluación sensorial

Ordenamiento por color

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones

Por favor ordene los tubos que contienen las soluciones coloreadas de acuerdo
Al aumento de intensidad del color.

Anote la letra que diferencia cada solución en el orden que Ud. Ha establecido.

_____
(Más débil) (Más intenso)

_____
(Más débil) (Más intenso)

Anexo 5: Hoja de repuestas de test triangular, para el entrenamiento de un panel de evaluación sensorial

Test Triangular

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones

Se presentan dos muestras iguales y una distinta. Por favor indique encerrándola en un círculo cuál es la muestra diferente.

_____ _____ _____

A qué atribuye lo distinto en la muestra que escogió. Describa las diferencias

_____

Anexo 6 : Formato para la evaluación de la aceptabilidad sensorial de la leche condensada

Pruebe la muestra de leche condensada que se le presenta e indique, según la escala, su aceptación en función de la aceptación sensorial**.**
Marque con un aspa el renglón que corresponda a la calificación para la muestra indicada.

Muestra

Escala

Me gusta muchísimo	_____
Me gusta mucho	_____
Me gusta	_____
Me gusta ligeramente	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____
Me disgusta ligeramente	_____
Me disgusta	_____
Me disgusta mucho	_____
Me disgusta muchísimo	_____

Comentarios:
_____
_____

Anexo 7: Ficha de respuesta Test descriptivo

Test descriptivo

Nombre:_____ Fecha: _____
Set _____ :

Por favor describa lo más detalladamente cada una de las características del producto.
No utilice palabras como “desagradable, bueno o malo”.

Atributo	Mue	Descripción
Color		
Olor		
Sabor		
Consistencia		

Anexo 8 Ficha de respuesta Test Karlsruhe

Test de Karlsruhe

Nombre: ……. Fecha: …….

Muestra	Atributo	Puntaje	Observaciones
	Color		
	Olor		
	Sabor		
	Consistencia		
Muestra	**Atributo**	**Puntaje**	**Observaciones**
	Color		
	Olor		
	Sabor		
	Consistencia		

Anexo 9: Cinética de deterioro de atributo sensoriales

A continuación, se detalla la metodología seguida en la determinación de la vida útil de la leche condensada, para ello se realiza un análisis matemático de un único atributo sensorial, "consistencia". La estimación de la vida útil del resto de los atributos sensoriales sigue la misma metodología empleada.

a. ***Determinación orden cinético de reacción y vida útil***

La cinética de reacción del atributo consistencia fue de orden uno por presentar mayores coeficientes de determinación (R^2), como se muestra a continuación en la Tabla 67 además se muestra los resultados para los otros atributos a cada temperatura de almacenamiento.

Tabla 67. Coeficientes de determinación R^2 de atributos sensoriales a cada temperatura

Atributo	Temperatura (°C)	R^2		Orden de reacción
		Orden cero	Orden uno	
Consistencia	20	0,9886	0,9883	1
	30	0.9757	0.9847	
	40	0,9787	0,9969	
Color	20	0,9794	0,9755	1
	30	0,9883	0,9899	
	40	0,9810	0,9928	
Sabor	20	0,9933	0,9964	1
	30	0,9937	0,9895	
	40	0,9786	0,9935	
Olor	20	0,9909	0,9932	1
	30	0,9951	0,9959	
	40	0,9622	0,9853	

Color rojo: Mayores R^2.

b. Determinación de la velocidad de reacción de los atributos evaluados a cada temperatura.

La Figura 35 muestra la pérdida de calidad del atributo consistencia a la temperatura de almacenamiento 20°C.

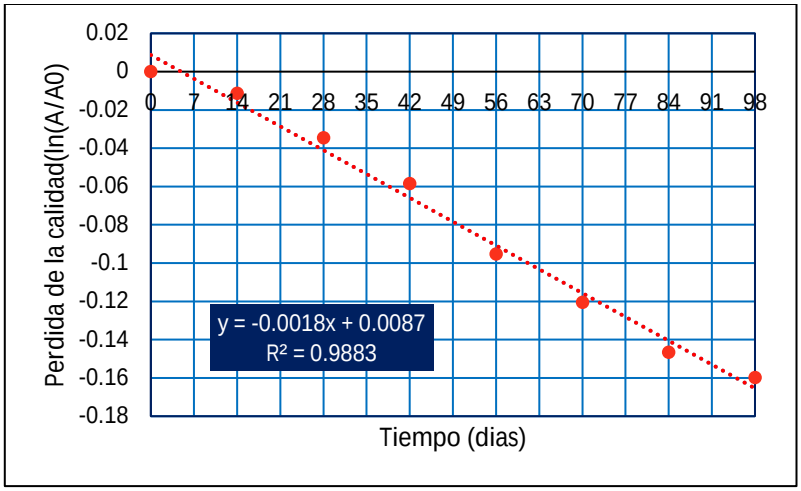


Figura 35. Curva de velocidad orden cinético uno "Consistencia" a 20°C.

La pendiente de esta recta es equivalente a la constante de velocidad de reacción *K* a 20°C. De forma similar se obtienen los valores de la constante de velocidad de reacción a las otras temperaturas para los otros atributos evaluados, como se indica en la Tabla 68, utilizando los datos de seguimiento reportados en las Tablas 51, 52 y 53.

Tabla 68: Constantes de velocidad de reacción de los atributos evaluados a cada temperatura.

Atributo	20°C		30°C		40°C	
	K	**R^2**	***K***	**R^2**	***K***	**R^2**
Color	0,0017	0,9755	0,0019	0,9899	0,0075	0,9928
Olor	0,0021	0,9932	0,0021	0,9959	0,0082	0,9853
Sabor	0,0021	0,9964	0,0025	0,9895	0,0086	0,9935
Consistencia	0,0018	0,9883	0,0031	0,9847	0,0082	0,9969

c. la energía de activación (E_A) y el factor pre-exponencial (k_0)

La Figura 36 es un gráfico del logaritmo natural de las constantes de velocidad de reacción *K* contra el inverso de las temperaturas del atributo consistencia.

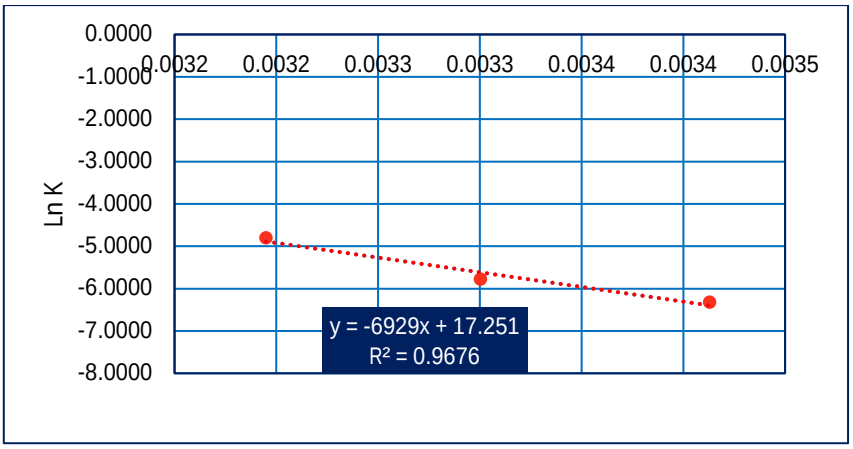


Figura 36. Variación de la constante de velocidad de reacción K con la temperatura atributo consistencia.

A partir de la pendiente del gráfico de la Figura 36 y del término independiente se calculan la energía de activación (E_A) y el factor pre-exponencial (k_0) utilizando la ecuación (7).

= = . —— = , ——

= · = . ( )⁻

Las energías de activación y factores pre-exponenciales del resto de los atributos se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 69.Parámetros cinéticos atributos sensoriales Energías de activación (E_A) y factores pre-exponenciales (k_0).

Atributo	**E_A**	**k_0**
Color	13385,64	1,34 x10^7
Olor	12264,14	2,38 x10^6
Sabor	12727,87	5,54 x10^6
Consistencia	13760,99	3.10 x10^7

d. Cálculo de la constante de reacción K a las tres temperaturas de estudio.

La solución de la ecuación (12) de la revisión bibliográfica para orden uno (n =1), da como resultado la siguiente expresión:

—— = – (15)

Esta ecuación puede resolverse para calcular el tiempo necesario para que el atributo consistencia llegue a cierto valor inaceptable a cierta temperatura. Los valores de energía de activación y factor pre-exponencial calculados arriba permiten recalcular el valor de la constante de reacción K a las tres temperaturas de estudio.

$K_{20°C} = 3{,}1*10^7 * e^{(13760{,}99/1{,}986)*(1/(273+20))} = 0{,}001665776\ (días)^{-1}$

$K_{30°C} = 3{,}1*10^7 * e^{(13760{,}99/1{,}986)*(1/(273+30))} = 0{,}003635579\ (días)^{-1}$

$K_{40°C} = 3{,}1*10^7 * e^{(13760{,}99/1{,}986)*(1/(273+40))} = 0{,}007548698\ (días)^{-1}$

Las constantes de reacción recalculadas a las tres temperaturas de estudio del resto de los atributos son los mostrados a continuación.

Tabla 70. Constantes de velocidad de reacción recalculados K de atributos sensoriales

Atributo	20°C	30°C	40°C
Color	0,001376222	0,002940357	0,005984716
Olor	0,00167472	0,00335760	0,00643893
Sabor	0,001757193	0,003616838	0,00710896
Consistencia	0,001665776	0,003635579	0,007548698

e. Vida útil experimental atributos sensoriales según punto de corte.

La Vida útil experimental del atributo consistencia a cada temperatura de almacenamiento mostrados en la Tabla 71 se obtienen reemplazando en la ecuación (15) los puntajes iniciales y finales (límite comercialización 5,5) del atributo textura y resolviendo para t se tiene:

$$T_{20°C} = \frac{\ln\frac{5,5}{8,8}}{0,001665776} = 282,15 \text{ días}$$

$$T_{30°C} = \frac{\ln\frac{5,5}{8,8}}{0,003635579} = 129,28 \text{ días}$$

$$T_{40°C} = \frac{\ln 8,8\frac{5,5}{8,8}}{0,007548698} = 62,26 \text{ días}$$

La vida útil experimental del resto de los atributos a cada temperatura de almacenamiento se presenta a continuación.

Tabla 71:. Vida útil experimental atributos sensoriales según punto de corte

Parámetro	Tiempo (días)					
	Límite comercialización (5,5)			Límite comestibilidad (4,0)		
	20°C	30°C	40°C	20°C	30°C	40°C
Color	333	155	76	564	264	129
Olor	280	139	72	470	234	122
Sabor	254	123	62	435	211	107
Consistencia	282	129	62	473	216	104

De la Figura 37 se obtiene mediante regresión lineal la ecuación (16) con la que puede estimarse la vida útil del producto para diferentes temperaturas de almacenamiento.

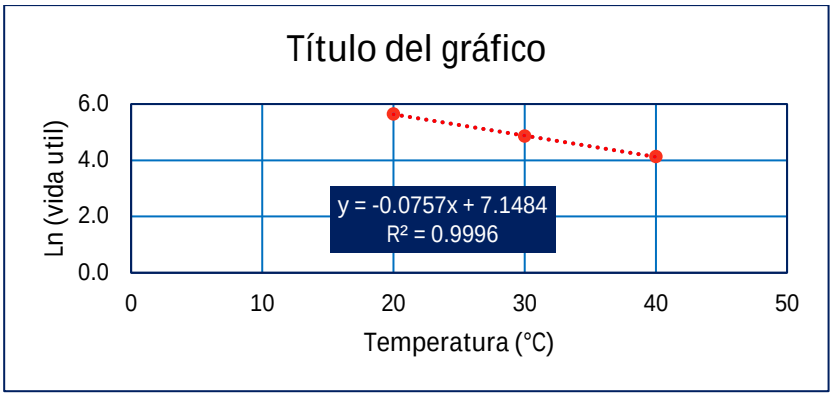


Figura 37. Gráfico vida útil en función de las temperaturas.

$$\text{Ln Vida útil} = -0{,}0757X + 7{,}1484 \qquad (16)$$

Despejando la ecuación (16) se obtiene la ecuación de vida útil en función de la temperatura de almacenamiento (17), utilizando el límite de comercialización como punto de corte.

$$\textbf{\textit{Vida útil}} = (-0{,}0757X + 7{,}1484) \qquad (17)$$

En la Tabla 72 se presentan los valores de vida útil para 21°C.

Tabla 72: Valores de vida útil para 21°C.

Temperatura (°C)	**Vida útil atributo Textura (días)**	
	Límite de comercialización (5,5)	Límite de comestibilidad (4,0)
21	259,5	435,0

Anexo 10. Ecuaciones vida útil en función de la temperatura por atributos sensoriales

Parámetro	**Limite comercialización (5,5)**	R^2	**Límite comestibilidad (4,0)**	R^2
Color	$t = e^{-0.0739x21+7.2769}$	0,9996	$t = e^{-0.0738x21+7.8031}$	0,9997
Olor	$t = e^{-0.0679x21+6.9858}$	0,9997	$t = e^{-0.0674x21+7.4938}$	0,9996
Sabor	$t = e^{-0.0705x21+6.9409}$	0,9997	$t = e^{-0.0701x21+7.4705}$	0,9997
Consistencia	$t = e^{-0.0757x21+7.1484}$	0,9996	$t = e^{-0.0757x21+7.665}$	0,9996

Anexo 11: Boleta de evaluación de consumidores utilizando preguntas CATA

Boleta de evaluación

Instrucciones:

- Ud. deberá evaluar cada muestra de leche condensada, en el orden indicado en la boleta.
- Por favor, pruebe cada uno de los productos y responda todas las preguntas.
- Recuerde tomar un poco de agua entre muestra y muestra.

Muestra N° _____ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

¿Cuánto le gusta este postre?	**Me disgusta mucho**	**Me es indiferente**	**Me gusta mucho**

Marque todas las palabras que considera adecuadas para describir este producto:

☐ Sabor a vainilla	☐ Poco dulce	☐ Gomoso
☐ Poco consistente	☐ Sin retrogusto	☐ Consistente
☐ Poco cremoso	☐ Homogéneo	☐ Retrogusto
☐ Heterogéneo	☐ Poco suave	☐ Sabor extraño
☐ Cremoso	☐ Sin sabor extraño	☐ Poco sabor a vainilla
☐ Poco gomoso	☐ Dulce	☐ Suave

Si piensa en su bebida ideal, marque todas las palabras que considerarían adecuadas para describirlo:

☐ Sabor a vainilla	☐ Poco dulce	☐ Gomoso
☐ Poco consistente	☐ Sin retrogusto	☐ Consistente
☐ Poco cremoso	☐ Homogéneo	☐ Retrogusto
☐ Heterogéneo	☐ Poco suave	☐ Sabor extraño
☐ Cremoso	☐ Sin sabor extraño	☐ Poco sabor a vainilla
☐ Poco gomoso	☐ Dulce	☐ Suave

Anexo 12: Prueba de preferencia pareada

Por favor, lee con atención. Beba agua antes de iniciar la prueba y entre muestra y muestra. Llenar los datos que se le pide a continuación:

Sexo: F ☐ M ☐ Distrito: _____ Fecha: _____

Rango de Edad: 15 – 22 años ☐ 23 – 27 años ☐ 28 – 33 años ☐

34 – 40 años ☐ 41 a más ☐

Leche condensada que más consume: _____

P1: Pruebe la muestra abc y marque con una (X) de acuerdo a su preferencia.

Escala de medición	Color	Sabor	Dulzor	Aroma	Aceptabilidad general
Me disgusta mucho					
Me disgusta moderadamente					
No me gusta ni me disgusta					
Me gusta moderadamente					
Me gusta mucho					

P2: En cuanto a la INTENSIDAD de los atributos de la muestra abc, marque con una (X) lo que Ud. perciba.

Atributo	Muy débil	Débil	Adecuado	Fuerte	Muy fuerte
Sabor					
Aroma					
Dulzor					

P3: ¿Cuál sería tu intención de comprar la muestra abc? Marque con una (X) su respuesta.

Definitivamente NO la compraría	Probablemente NO la compraría	Tal vez sí, tal vez no la compraría	Probablemente SÍ la compraría	Definitivamente SÍ la compraría

P4: Orden de preferencia: Ahora, por favor enumere dentro del siguiente cuadro de acuerdo a su preferencia, siendo:

1 = Muestra MÁS preferida. **2 = Muestra MENOS preferida.**

Muestra	Orden de preferencia
abc	
xyz	

¡Muchas gracias por participar!

Anexo 13: Pruebe preferencia leche condensada prueba

								LECHE CONDENSADA-PRUEBA									
		EDAD						P1						P2			
Nº	SEXO	15-20	21-27	28-33	34-40	41	DISTRITO	ACEPTABILIDAD GENERAL	SABOR	CONSISTENCIA	DULZOR	AROMA	COLOR	SABOR	CONSISTENCIA	DULZOR	P3
1	M	1					Vegueta	4	4	5	5	4	3	3	2	3	4
2	M	1					Huacho	5	2	5	5	2	2	3	2	2	3
3	M	1					Huacho	5	2	5	5	2	2	3	2	4	2
4	M	1					Huaura	4	4	2	5	2	2	4	3	3	2
5	M	1					Supe	3	4	2	5	5	3	3	4	4	2
6	M	1					Supe	2	4	3	2	2	3	4	3	4	5
7	M	1					Huacho	4	3	2	5	2	5	3	4	3	3
8	M	1					Hualmay	4	5	2	3	2	4	3	3	2	4
9	F	1					Huacho	5	2	2	5	2	3	4	3	4	2
10	M	1					Sayán	3	5	5	2	2	4	3	4	3	4
11	M	1					Huaura	4	4	3	2	2	4	3	2	3	2
12	M	1					Barranca	4	2	4	2	5	4	4	5	4	5
13	F	1					Huacho	2	4	4	5	2	4	3	4	3	3
14	F	1					Hualmay	3	3	3	2	2	2	4	4	4	3
15	M	1					Supe	4	2	5	2	5	5	4	3	3	2
16	M	1					Huacho	5	2	2	5	2	5	4	3	3	4
17	M	1					Huacho	5	4	4	2	2	4	4	3	3	3
18	M	1					Huacho	4	2	2	3	3	2	3	3	4	5
19	M	1					Chancay	5	4	2	4	3	4	3	4	3	2
20	M	1					Huacho	4	4	3	5	4	5	4	3	3	2
21	M	1					Santa María	3	4	4	4	4	5	2	3	3	3
22	F	1					Huacho	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3
23	M	1					Barranca	5	4	3	2	2	5	5	3	3	4
24	M	1					Huacho	3	4	5	4	4	4	3	3	3	4
25	M	1					Barranca	4	4	3	5	4	5	5	4	3	2
26	F	1					Barranca	5	5	3	4	3	5	4	3	3	3
27	F	1					Huaral	5	2	5	5	3	4	4	3	3	5
28	M	1					Huaral	4	5	5	5	3	5	3	3	3	2
29	M	1					Huaral	3	5	5	4	2	4	5	3	3	2
30	M	1					Huaral	5	4	4	5	2	5	3	5	3	2
31	M	1					Huacho	4	5	5	5	3	3	3	3	3	3
32	M	1					Huacho	3	4	3	4	4	4	3	4	3	2
33	F	1					Supe	4	4	3	5	3	4	2	3	3	4
34	F	1					Huaral	4	2	5	4	4	3	3	3	3	3
35	M		1				Huaura	3	5	4	3	4	3	3	5	4	3

36	F		1				Huacho	4	2	5	5	3	3	3	3	3	4
37	F		1				Huacho	4	4	2	5	4	4	3	3	3	4
38	F		1				Huacho	4	4	4	4	3	5	2	3	4	4
39	F		1				Huacho	3	3	4	5	4	4	3	4	3	3
40	F		1				Huaral	4	3	5	4	4	3	4	3	2	3
41	M		1				Huacho	5	3	4	5	5	5	3	5	3	2
42	F		1				Chancay	5	5	2	4	3	3	2	3	3	3
43	F		1				Huacho	4	4	3	5	5	4	3	4	4	4
44	F		1				Huacho	4	4	5	4	2	4	2	3	3	5
45	M		1				Huacho	3	4	4	4	4	5	3	3	4	4
46	F		1				Huacho	5	4	4	2	5	3	3	3	3	4
47	F		1				Huacho	4	4	3	4	3	4	3	4	2	3
48	F		1				Huacho	4	3	5	5	5	3	5	4	3	3
49	F		1				Huacho	5	4	5	5	4	5	3	3	3	5
50	F		1				Chancay	4	2	3	5	4	5	3	4	3	2
TOTALES		**34**	**16**	**0**	**0**	**0**		**200**	**179**	**183**	**202**	**161**	**192**	**166**	**168**	**157**	**160**
PROMEDIO								4.0	3.6	3.7	4.0	3.2	3.8	3.3	3.4	3.1	3.2

Anexo 14: Pruebe preferencia leche condensada Nestlé

								LECHE CONDENSADA - NESTLÉ									
		EDAD						P1						P2			
Nº	SEXO	15 - 20	21 - 27	28 - 33	34 - 40	41 a más	DISTRITO	ACEPTABILIDAD GENERAL	SABOR	ACIDEZ	DULZOR	AROMA	COLOR	SABOR	CONSISTENCIA	DULZOR	P3
1	M	1					Vegueta	5	5	4	2	5	3	5	5	4	3
2	M	1					Huacho	3	5	3	2	3	4	3	4	3	3
3	M	1					Huacho	4	4	4	2	2	3	3	4	4	4
4	M	1					Huaura	4	4	3	2	2	4	4	5	3	3
5	M	1					Supe	5	5	2	5	5	3	3	4	3	1
6	M	1					Supe	4	5	3	2	3	3	4	5	4	2
7	M	1					Huacho	3	4	4	3	5	5	3	4	2	4
8	M	1					Hualmay	3	3	4	3	4	4	4	4	2	3
9	F	1					Huacho	5	4	2	4	5	3	3	3	3	2
10	M	1					Sayan	4	3	4	4	3	4	3	4	2	4
11	M	1					Huaura	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3
12	M	1					Barranca	3	4	2	4	3	4	4	3	2	3
13	F	1					Huacho	5	5	2	2	2	3	5	3	4	3
14	F	1					Hualmay	5	5	2	3	4	4	4	4	4	2
15	M	1					Supe	4	5	2	4	5	5	5	3	3	5
16	M	1					Huacho	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4
17	M	1					Huacho	4	4	3	4	3	4	5	5	4	4
18	M	1					Huacho	5	5	3	3	5	2	5	3	3	3
19	M	1					Chancay	3	5	5	4	3	3	5	4	4	3

20	M	1					Huacho	4	5	2	4	3	5	4	4	4	1
21	M	1					Santa María	5	5	2	4	5	5	3	3	3	1
22	F	1					Huacho	4	5	4	3	2	4	4	5	3	4
23	M	1					Barranca	3	3	4	3	3	3	5	5	4	4
24	M	1					Huacho	5	2	5	3	3	5	4	4	4	2
25	M	1					Barranca	4	3	5	3	4	2	3	5	4	4
26	F	1					Barranca	5	3	4	4	3	5	4	4	4	3
27	F	1					Huaral	4	5	4	4	4	3	4	4	2	4
28	M	1					Huaral	4	3	2	3	3	5	5	4	4	4
29	M	1					Huaral	5	4	4	2	5	5	3	4	3	2
30	M	1					Huaral	5	5	2	3	2	4	4	4	3	2
31	M	1					Huacho	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4
32	M	1					Huacho	5	4	3	4	2	3	3	3	4	2
33	F	1					Supe	5	3	2	3	2	5	5	4	2	2
34	F	1					Huaral	5	3	3	4	3	4	3	4	3	3
35	M		1				Huaura	5	4	3	5	4	3	4	5	3	5
36	F		1				Huacho	5	3	4	3	3	4	4	5	4	4
37	F		1				Huacho	4	5	5	5	3	4	4	3	4	3
38	F		1				Huacho	4	5	4	3	5	5	3	4	2	1
39	F		1				Huacho	3	4	3	4	3	4	5	5	2	3
40	F		1				Huaral	4	5	2	3	4	4	4	4	3	2
41	M		1				Huacho	4	4	2	4	3	4	5	4	3	3
42	F		1				Chancay	5	3	4	4	4	5	3	3	3	3
43	F		1				Huacho	4	5	2	4	5	5	3	4	4	1
44	F		1				Huacho	5	3	2	4	4	3	5	4	3	2
45	M		1				Huacho	5	4	4	4	5	4	4	4	4	3
46	F		1				Huacho	4	4	3	5	3	4	5	4	4	5
47	F		1				Huacho	5	3	3	3	3	2	3	5	4	4
48	F		1				Huacho	4	4	2	3	5	4	5	5	4	4
49	F		1				Huacho	5	3	3	4	5	4	4	5	3	3
50	F		1				Chancay	5	3	4	4	3	4	5	4	4	3
TOTALES		**34**	**16**	**0**	**0**	**0**		**214**	**201**	**158**	**174**	**179**	**192**	**201**	**204**	**167**	**150**
PROMEDIO								**4.3**	**4.0**	**3.2**	**3.5**	**3.6**	**3.8**	**4.0**	**4.1**	**3.3**	**3.0**

Anexo 15: Orden de Preferencia entre leche condensada prueba y leche condensada Nestlé

								P4 PREFERENCIA	
Nº	**SEXO**	**EDAD**					**DISTRITO**	**Muestra**	
		15-20	**21-27**	**28-33**	**34-40**	**41 a más**		**Leche condensada prueba**	**Leche condensada Nestlé**
1	M	1					Vegueta	2	1
2	M	1					Huacho	1	2
3	M	1					Huacho	2	1
4	M	1					Huaura	1	2
5	M	1					Supe	2	1
6	M	1					Supe	1	2
7	M	1					Huacho	1	2
8	M	1					Hualmay	1	2
9	F	1					Huacho	2	1
10	M	1					Sayan	1	2
11	M	1					Huaura	2	1
12	M	1					Barranca	1	2
13	F	1					Huacho	2	1
14	F	1					Hualmay	2	1
15	M	1					Supe	1	2
16	M	1					Huacho	2	1
17	M	1					Huacho	1	2
18	M	1					Huacho	2	1
19	M	1					Chancay	1	2
20	M	1					Huacho	2	1
21	M	1					Santa María	2	1
22	F	1					Huacho	1	2
23	M	1					Barranca	2	1
24	M	1					Huacho	1	2
25	M	1					Barranca	1	2
26	F	1					Barranca	2	1
27	F	1					Huaral	1	2
28	M	1					Huaral	2	1
29	M	1					Huaral	1	2
30	M	1					Huaral	2	1
31	M	1					Huacho	1	2
32	M	1					Huacho	2	1
33	F	1					Supe	2	1
34	F	1					Huaral	1	2
35	M		1				Huaura	2	1
36	F		1				Huacho	1	2
37	F		1				Huacho	1	2
38	F		1				Huacho	2	1
39	F		1				Huacho	2	1
40	F		1				Huaral	2	1
41	M		1				Huacho	2	1

42	F		1				Chancay	1	2
43	F		1				Huacho	2	1
44	F		1				Huacho	1	2
45	M		1				Huacho	2	1
46	F		1				Huacho	1	2
47	F		1				Huacho	2	1
48	F		1				Huacho	1	2
49	F		1				Huacho	2	1
50	F		1				Chancay	1	2
TOTALES		**34**	**16**	**0**	**0**	**0**		**76**	**74**

Anexo 16: Análisis de Componentes Principales: Matriz de correlaciones (Pearson (n))

Variables	Sabor típico	Sabor extraño	Dulzor	Olor extraño	Olor típico	Opaco	Brillante	Homogeneidad	Consistencia	Gomosidad	Color beige	Color marrón
Sabor típico	**1**	-0.513	-0.394	-0.679	0.781	-0.968	0.515	0.955	0.865	-0.471	0.898	0.186
Sabor extraño	-0.513	**1**	-0.005	0.566	-0.601	0.654	-0.599	-0.602	-0.640	0.256	-0.380	0.344
Dulzor	-0.394	-0.005	**1**	0.352	0.005	0.322	0.357	-0.230	-0.144	0.495	-0.449	-0.735
Olor extraño	-0.679	0.566	0.352	**1**	-0.608	0.720	-0.355	-0.672	-0.665	0.592	-0.555	-0.197
Olor típico	0.781	-0.601	0.005	-0.608	**1**	-0.822	0.783	0.882	0.840	-0.306	0.644	-0.047
Opaco	-0.968	0.654	0.322	0.720	-0.822	**1**	-0.551	-0.959	-0.847	0.481	-0.813	-0.084
Brillante	0.515	-0.599	0.357	-0.355	0.783	-0.551	**1**	0.657	0.714	-0.030	0.409	-0.400
Homogeneidad	0.955	-0.602	-0.230	-0.672	0.882	-0.959	0.657	**1**	0.866	-0.461	0.872	0.077
Consistencia	0.865	-0.640	-0.144	-0.665	0.840	-0.847	0.714	0.866	**1**	-0.460	0.726	0.004
Gomosidad	-0.471	0.256	0.495	0.592	-0.306	0.481	-0.030	-0.461	-0.460	**1**	-0.441	-0.462
Color beige	0.898	-0.380	-0.449	-0.555	0.644	-0.813	0.409	0.872	0.726	-0.441	**1**	0.333
Color marrón	0.186	0.344	-0.735	-0.197	-0.047	-0.084	-0.400	0.077	0.004	-0.462	0.333	**1**

Anexo 17: Análisis de Componentes Principales: Valores propios:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Valor propio	7.003	2.561	0.796	0.515	0.326	0.272	0.173	0.162	0.116	0.064	0.009	0.001
Variabilidad (%)	58.358	21.345	6.634	4.295	2.714	2.268	1.445	1.349	0.971	0.534	0.079	0.009
% acumulado	58.358	79.703	86.337	90.632	93.346	95.614	97.059	98.407	99.378	99.912	99.991	100.000

Anexo 18: Análisis de Componentes Principales: Cargas factoriales

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Sabor típico	0.952	0.111	0.194	0.107	0.068	-0.125	0.012	0.085	0.020	-0.065	-0.022	0.024
Sabor extraño	-0.678	0.385	0.449	-0.327	-0.023	-0.239	-0.022	0.135	-0.085	0.010	0.000	-0.005
Dulzor	-0.302	-0.853	0.024	-0.314	0.045	-0.170	0.000	-0.158	0.152	-0.049	-0.006	0.002
Olor extraño	-0.779	-0.166	0.405	0.035	0.357	0.240	0.118	0.021	0.026	-0.008	-0.002	0.000
Olor típico	0.876	-0.277	0.123	-0.182	-0.161	0.066	0.240	-0.007	-0.017	0.139	-0.020	0.002
Opaco	-0.962	-0.013	-0.037	-0.144	-0.053	0.111	-0.150	-0.022	-0.006	0.115	0.029	0.019
Brillante	0.648	-0.645	0.114	-0.207	-0.077	0.214	-0.138	0.017	-0.173	-0.085	-0.010	0.000
Homogeneidad	0.971	-0.049	0.155	0.005	0.069	-0.069	0.070	-0.078	-0.053	-0.015	0.082	0.000
Consistencia	0.923	-0.143	0.014	-0.111	0.039	0.081	-0.123	0.234	0.189	0.037	0.016	-0.006
Gomosidad	-0.547	-0.518	0.443	0.368	-0.312	-0.005	-0.018	0.020	0.057	-0.010	0.009	-0.001
Color beige	0.848	0.242	0.334	0.103	0.119	-0.036	-0.197	-0.192	0.006	0.091	-0.023	-0.005
Color marron	0.119	0.896	0.176	-0.205	-0.197	0.193	0.030	-0.109	0.113	-0.086	0.003	0.001

Anexo 19: Análisis de Componentes Principales: Correlaciones entre atributos y ejes factoriales.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Sabor típico	0.952	0.111	0.194	0.107	0.068	-0.125	0.012	0.085	0.020	-0.065	-0.022	0.024
Sabor extraño	-0.678	0.385	0.449	-0.327	-0.023	-0.239	-0.022	0.135	-0.085	0.010	0.000	-0.005
Dulzor	-0.302	-0.853	0.024	-0.314	0.045	-0.170	0.000	-0.158	0.152	-0.049	-0.006	0.002
Olor extraño	-0.779	-0.166	0.405	0.035	0.357	0.240	0.118	0.021	0.026	-0.008	-0.002	0.000
Olor típico	0.876	-0.277	0.123	-0.182	-0.161	0.066	0.240	-0.007	-0.017	0.139	-0.020	0.002
Opaco	-0.962	-0.013	-0.037	-0.144	-0.053	0.111	-0.150	-0.022	-0.006	0.115	0.029	0.019
Brillante	0.648	-0.645	0.114	-0.207	-0.077	0.214	-0.138	0.017	-0.173	-0.085	-0.010	0.000
Homogeneidad	0.971	-0.049	0.155	0.005	0.069	-0.069	0.070	-0.078	-0.053	-0.015	0.082	0.000
Consistencia	0.923	-0.143	0.014	-0.111	0.039	0.081	-0.123	0.234	0.189	0.037	0.016	-0.006
Gomosidad	-0.547	-0.518	0.443	0.368	-0.312	-0.005	-0.018	0.020	0.057	-0.010	0.009	-0.001
Color beige	0.848	0.242	0.334	0.103	0.119	-0.036	-0.197	-0.192	0.006	0.091	-0.023	-0.005
Color marrón	0.119	0.896	0.176	-0.205	-0.197	0.193	0.030	-0.109	0.113	-0.086	0.003	0.001

Anexo 20: Análisis de Componentes Principales: Puntuaciones factoriales

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
T1	2.915	0.481	0.524	0.796	-0.286	0.521	0.329	0.307	-0.296	-0.040	0.101	0.009
T2	-4.167	2.974	-1.099	0.391	-0.191	-0.259	0.783	-0.071	-0.180	-0.526	-0.038	0.000
T3	3.687	0.434	-1.154	-0.162	0.581	-0.115	0.346	-0.516	0.138	0.170	-0.074	-0.061
T4	2.766	0.040	-1.388	-0.052	0.644	-0.201	0.282	0.199	0.125	0.182	0.114	0.032
T5	0.417	-0.401	0.500	0.763	-0.199	-0.938	-0.508	0.666	-0.115	-0.308	-0.013	-0.029
T6	-1.261	-0.923	0.379	0.266	0.790	-0.787	-0.030	0.244	-0.268	0.163	0.156	0.021
T7	0.498	0.608	0.844	-1.047	-0.207	-0.552	0.122	-0.028	1.062	-0.143	0.070	0.002
T8	-2.597	-1.830	-0.008	1.172	0.234	0.765	-0.346	-0.368	0.511	-0.237	-0.058	0.032
T9	-2.328	-1.978	1.544	-0.310	-0.401	-0.492	0.639	-0.651	-0.389	0.243	-0.060	-0.007
T10	0.652	1.330	-0.075	-0.504	0.330	0.537	0.029	0.480	-0.168	0.230	-0.155	0.043
T11	-1.164	1.415	1.236	0.296	-0.478	0.811	0.355	0.561	0.267	0.328	0.030	-0.037
T12	3.561	0.872	0.822	-1.389	-0.279	0.148	-0.294	-0.226	-0.332	-0.355	-0.030	0.048
T13	-3.352	3.501	0.039	-0.006	0.163	0.004	-0.956	-0.580	-0.148	0.292	0.079	-0.012
T14	4.616	-0.559	-0.092	0.404	-0.434	0.233	-0.379	-0.219	-0.165	-0.178	-0.005	-0.053
T15	1.701	-0.976	-0.143	1.049	-0.300	-0.008	0.111	-0.516	0.078	0.109	0.031	0.045
T16	-0.602	-0.593	0.126	0.141	0.566	-0.432	-0.223	0.334	0.105	0.130	-0.251	-0.001
T17	-2.326	-1.937	-1.957	-0.740	-1.469	-0.050	-0.257	0.272	-0.029	0.217	0.013	0.004
T18	-3.017	-2.458	-0.097	-1.069	0.934	0.814	-0.002	0.113	-0.196	-0.278	0.089	-0.037

Anexo 21: Análisis de Componentes Principales: Contribuciones de las variables (%)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Sabor típico	12.929	0.483	4.703	2.226	1.413	5.758	0.079	4.434	0.332	6.631	4.980	56.033
Sabor extraño	6.556	5.791	25.330	20.760	0.164	21.056	0.278	11.248	6.268	0.162	0.000	2.388
Dulzor	1.306	28.403	0.072	19.185	0.624	10.642	0.000	15.477	19.893	3.720	0.322	0.358
Olor extraño	8.664	1.081	20.606	0.241	39.096	21.238	8.090	0.266	0.580	0.091	0.037	0.012
Olor típico	10.963	2.992	1.897	6.394	7.929	1.595	33.095	0.026	0.235	30.127	4.306	0.440
Opaco	13.213	0.007	0.172	4.008	0.862	4.530	12.911	0.292	0.028	20.644	8.997	34.336
Brillante	6.004	16.218	1.628	8.341	1.807	16.827	10.931	0.170	25.654	11.362	1.041	0.018
Homogeneidad	13.470	0.095	3.000	0.005	1.450	1.772	2.853	3.767	2.405	0.335	70.846	0.002
Consistencia	12.161	0.799	0.026	2.376	0.470	2.438	8.682	33.842	30.777	2.120	2.689	3.621
Gomosidad	4.272	10.471	24.608	26.233	29.871	0.010	0.195	0.245	2.810	0.155	0.947	0.182
Color beige	10.261	2.294	14.050	2.045	4.358	0.476	22.378	22.883	0.033	13.030	5.739	2.453
Color marrón	0.202	31.366	3.907	8.187	11.958	13.659	0.508	7.350	10.986	11.623	0.097	0.157

Anexo 22: Cosenos cuadrados de las observaciones del Análisis de Componentes Principales (ACP).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Sabor típico	**0.905**	0.012	0.037	0.011	0.005	0.016	0.000	0.007	0.000	0.004	0.000	0.001
Sabor extraño	**0.459**	0.148	0.202	0.107	0.001	0.057	0.000	0.018	0.007	0.000	0.000	0.000
Dulzor	0.091	**0.728**	0.001	0.099	0.002	0.029	0.000	0.025	0.023	0.002	0.000	0.000
Olor extraño	**0.607**	0.028	0.164	0.001	0.127	0.058	0.014	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Olor típico	**0.768**	0.077	0.015	0.033	0.026	0.004	0.057	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000
Opaco	**0.925**	0.000	0.001	0.021	0.003	0.012	0.022	0.000	0.000	0.013	0.001	0.000
Brillante	**0.420**	0.415	0.013	0.043	0.006	0.046	0.019	0.000	0.030	0.007	0.000	0.000
Homogeneidad	**0.943**	0.002	0.024	0.000	0.005	0.005	0.005	0.006	0.003	0.000	0.007	0.000
Consistencia	**0.852**	0.020	0.000	0.012	0.002	0.007	0.015	0.055	0.036	0.001	0.000	0.000
Gomosidad	**0.299**	0.268	0.196	0.135	0.097	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Color beige	**0.719**	0.059	0.112	0.011	0.014	0.001	0.039	0.037	0.000	0.008	0.001	0.000
Color marrón	0.014	**0.803**	0.031	0.042	0.039	0.037	0.001	0.012	0.013	0.007	0.000	0.000

Los valores en azul corresponden para cada variable al factor para el cual el coseno cuadrado es el mayor

Anexo 23: Análisis de Componentes Principales: Puntuaciones factoriales

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
T1	2.915	0.481	0.524	0.796	-0.286	0.521	0.329	0.307	-0.296	-0.040	0.101	0.009
T2	-4.167	2.974	-1.099	0.391	-0.191	-0.259	0.783	-0.071	-0.180	-0.526	-0.038	0.000
T3	3.687	0.434	-1.154	-0.162	0.581	-0.115	0.346	-0.516	0.138	0.170	-0.074	-0.061
T4	2.766	0.040	-1.388	-0.052	0.644	-0.201	0.282	0.199	0.125	0.182	0.114	0.032
T5	0.417	-0.401	0.500	0.763	-0.199	-0.938	-0.508	0.666	-0.115	-0.308	-0.013	-0.029
T6	-1.261	-0.923	0.379	0.266	0.790	-0.787	-0.030	0.244	-0.268	0.163	0.156	0.021
T7	0.498	0.608	0.844	-1.047	-0.207	-0.552	0.122	-0.028	1.062	-0.143	0.070	0.002
T8	-2.597	-1.830	-0.008	1.172	0.234	0.765	-0.346	-0.368	0.511	-0.237	-0.058	0.032
T9	-2.328	-1.978	1.544	-0.310	-0.401	-0.492	0.639	-0.651	-0.389	0.243	-0.060	-0.007
T10	0.652	1.330	-0.075	-0.504	0.330	0.537	0.029	0.480	-0.168	0.230	-0.155	0.043
T11	-1.164	1.415	1.236	0.296	-0.478	0.811	0.355	0.561	0.267	0.328	0.030	-0.037
T12	3.561	0.872	0.822	-1.389	-0.279	0.148	-0.294	-0.226	-0.332	-0.355	-0.030	0.048
T13	-3.352	3.501	0.039	-0.006	0.163	0.004	-0.956	-0.580	-0.148	0.292	0.079	-0.012
T14	4.616	-0.559	-0.092	0.404	-0.434	0.233	-0.379	-0.219	-0.165	-0.178	-0.005	-0.053
T15	1.701	-0.976	-0.143	1.049	-0.300	-0.008	0.111	-0.516	0.078	0.109	0.031	0.045
T16	-0.602	-0.593	0.126	0.141	0.566	-0.432	-0.223	0.334	0.105	0.130	-0.251	-0.001
T17	-2.326	-1.937	-1.957	-0.740	-1.469	-0.050	-0.257	0.272	-0.029	0.217	0.013	0.004
T18	-3.017	-2.458	-0.097	-1.069	0.934	0.814	-0.002	0.113	-0.196	-0.278	0.089	-0.037

Anexo 24: Análisis de Componentes Principales: Contribuciones de las observaciones (%)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
T1	6.741	0.502	1.917	6.837	1.395	5.542	3.473	3.245	4.179	0.139	6.028	0.392
T2	13.777	19.182	8.431	1.650	0.624	1.369	19.620	0.173	1.545	23.987	0.850	0.000
T3	10.786	0.409	9.299	0.284	5.752	0.271	3.846	9.134	0.908	2.517	3.193	19.634
T4	6.068	0.003	13.445	0.029	7.068	0.827	2.549	1.353	0.746	2.877	7.649	5.446
T5	0.138	0.350	1.745	6.269	0.675	17.980	8.274	15.207	0.634	8.198	0.095	4.283
T6	1.261	1.849	1.000	0.763	10.655	12.635	0.028	2.040	3.421	2.294	14.190	2.312
T7	0.197	0.801	4.976	11.818	0.729	6.218	0.475	0.027	53.835	1.774	2.870	0.020
T8	5.351	7.262	0.000	14.800	0.937	11.944	3.840	4.639	12.473	4.874	1.951	5.409
T9	4.298	8.484	16.646	1.033	2.740	4.937	13.073	14.549	7.221	5.129	2.076	0.236
T10	0.337	3.836	0.040	2.733	1.862	5.887	0.026	7.926	1.341	4.574	14.122	9.492
T11	1.076	4.345	10.662	0.943	3.894	13.442	4.034	10.789	3.393	9.324	0.535	7.028
T12	10.057	1.648	4.717	20.799	1.326	0.447	2.760	1.760	5.256	10.894	0.516	12.183
T13	8.913	26.584	0.011	0.000	0.455	0.000	29.285	11.552	1.047	7.399	3.634	0.785
T14	16.905	0.678	0.059	1.762	3.216	1.111	4.601	1.652	1.303	2.736	0.012	14.809
T15	2.296	2.064	0.143	11.850	1.533	0.001	0.398	9.148	0.292	1.023	0.561	10.857
T16	0.288	0.762	0.111	0.214	5.462	3.802	1.597	3.836	0.526	1.470	37.023	0.006
T17	4.290	8.139	26.730	5.898	36.790	0.052	2.119	2.532	0.041	4.081	0.097	0.074
T18	7.221	13.103	0.066	12.317	14.886	13.533	0.000	0.439	1.839	6.710	4.597	7.034

Anexo 25: Análisis de Componentes Principales: Cosenos cuadrados de las observaciones

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
T1	0.826	0.022	0.027	0.062	0.008	0.026	0.011	0.009	0.009	0.000	0.001	0.000
T2	0.607	0.309	0.042	0.005	0.001	0.002	0.021	0.000	0.001	0.010	0.000	0.000
T3	0.853	0.012	0.084	0.002	0.021	0.001	0.008	0.017	0.001	0.002	0.000	0.000
T4	0.749	0.000	0.189	0.000	0.041	0.004	0.008	0.004	0.002	0.003	0.001	0.000
T5	0.060	0.056	0.086	0.201	0.014	0.304	0.089	0.153	0.005	0.033	0.000	0.000
T6	0.389	0.209	0.035	0.017	0.153	0.152	0.000	0.015	0.018	0.006	0.006	0.000
T7	0.063	0.094	0.181	0.278	0.011	0.077	0.004	0.000	0.286	0.005	0.001	0.000
T8	0.532	0.264	0.000	0.108	0.004	0.046	0.009	0.011	0.021	0.004	0.000	0.000
T9	0.409	0.295	0.180	0.007	0.012	0.018	0.031	0.032	0.011	0.004	0.000	0.000
T10	0.133	0.555	0.002	0.080	0.034	0.090	0.000	0.072	0.009	0.017	0.008	0.001
T11	0.209	0.309	0.236	0.013	0.035	0.102	0.019	0.048	0.011	0.017	0.000	0.000
T12	0.767	0.046	0.041	0.117	0.005	0.001	0.005	0.003	0.007	0.008	0.000	0.000
T13	0.452	0.493	0.000	0.000	0.001	0.000	0.037	0.014	0.001	0.003	0.000	0.000
T14	0.956	0.014	0.000	0.007	0.008	0.002	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
T15	0.540	0.178	0.004	0.205	0.017	0.000	0.002	0.050	0.001	0.002	0.000	0.000
T16	0.240	0.233	0.011	0.013	0.212	0.123	0.033	0.074	0.007	0.011	0.042	0.000
T17	0.340	0.236	0.241	0.034	0.136	0.000	0.004	0.005	0.000	0.003	0.000	0.000
T18	0.507	0.336	0.001	0.064	0.049	0.037	0.000	0.001	0.002	0.004	0.000	0.000

Los valores en azul corresponden para cada observación al factor para el cual el coseno cuadrado es el mayor

Anexo 26: Tabla de respuestas CATA

Panelista	Producto	AS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
1	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
1	T2	8	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
1	T3	5	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
1	T4	4	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
1	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
2	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
2	T2	7	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
2	T3	4	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
2	T4	5	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
2	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
3	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
3	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
3	T3	5	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
3	T4	5	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
3	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
4	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
4	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
4	T3	5	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
4	T4	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
4	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
5	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
5	T2	7	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
5	T3	5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
5	T4	4	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
5	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
6	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
6	T2	7	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
6	T3	4	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
6	T4	6	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
6	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
7	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
7	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
7	T3	5	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
7	T4	4	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
7	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
8	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
8	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
8	T3	3	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
8	T4	5	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
8	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0

9	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
9	T2	7	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
9	T3	6	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
9	T4	4	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
9	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
10	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
10	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
10	T3	5	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
10	T4	4	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
10	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
11	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
11	T2	7	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
11	T3	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
11	T4	5	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
11	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
12	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
12	T2	7	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
12	T3	5	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
12	T4	4	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
12	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
13	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
13	T2	7	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
13	T3	4	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
13	T4	5	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
13	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
14	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
14	T2	7	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
14	T3	3	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
14	T4	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
14	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
15	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
15	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
15	T3	4	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
15	T4	5	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
15	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
16	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
16	T2	6	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
16	T3	4	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
16	T4	5	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
16	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
17	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
17	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
17	T3	6	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
17	T4	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
17	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0

18	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
18	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
18	T3	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
18	T4	5	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
18	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
19	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
19	T2	7	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
19	T3	6	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
19	T4	5	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
19	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
20	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
20	T2	6	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
20	T3	5	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
20	T4	4	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
20	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
21	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
21	T2	7	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
21	T3	5	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
21	T4	5	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
21	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
22	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
22	T2	7	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
22	T3	5	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
22	T4	4	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
22	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
23	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
23	T2	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
23	T3	5	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
23	T4	4	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
23	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
24	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
24	T2	7	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
24	T3	4	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
24	T4	5	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
24	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
25	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
25	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
25	T3	5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
25	T4	4	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
25	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
26	T1	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
26	T2	5	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
26	T3	3	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
26	T4	4	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
26	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0

27	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
27	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
27	T3	6	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
27	T4	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
27	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
28	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
28	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
28	T3	4	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
28	T4	5	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
28	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
29	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
29	T2	6	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
29	T3	4	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
29	T4	4	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
29	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
30	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
30	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
30	T3	3	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
30	T4	5	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
30	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
31	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
31	T2	7	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
31	T3	4	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
31	T4	5	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
31	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
32	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
32	T2	8	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
32	T3	5	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
32	T4	4	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
32	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
33	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
33	T2	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
33	T3	4	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
33	T4	5	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
33	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
34	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
34	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
34	T3	5	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
34	T4	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
34	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
35	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
35	T2	6	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
35	T3	4	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
35	T4	5	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
35	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0

36	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
36	T2	7	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
36	T3	5	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
36	T4	6	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
36	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
37	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
37	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
37	T3	4	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
37	T4	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
37	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
38	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
38	T2	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
38	T3	5	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
38	T4	6	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
38	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
39	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
39	T2	7	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
39	T3	4	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
39	T4	5	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
39	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
40	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
40	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
40	T3	5	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
40	T4	3	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
40	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
41	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
41	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
41	T3	5	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
41	T4	4	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
41	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
42	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
42	T2	6	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
42	T3	4	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
42	T4	5	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
42	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
43	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
43	T2	6	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
43	T3	4	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
43	T4	5	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
43	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
44	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
44	T2	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
44	T3	5	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
44	T4	4	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
44	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0

45	T1	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
45	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
45	T3	5	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
45	T4	4	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
45	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
46	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
46	T2	6	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
46	T3	4	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
46	T4	5	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
46	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
47	T1	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
47	T2	8	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
47	T3	5	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
47	T4	4	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
47	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
48	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
48	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
48	T3	5	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
48	T4	3	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
48	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
49	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
49	T2	8	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
49	T3	4	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
49	T4	5	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
49	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
50	T1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
50	T2	6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
50	T3	4	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
50	T4	5	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
50	Nestlé		1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0

AS	**Aceptabilidad sensorial**
A1	**Sabor agradable**
A2	**Sabor rancio**
A3	**Sabor a queso**
A4	**Dulce**
A5	**Poco dulce**
A6	**Olor a queso**
A7	**Olor rancio**
A8	**Olor agradable**

A9	**Opaco**
A10	**Brillante**
A11	**Fácil de sorber**
A12	**Difícil de Sorber**
A13	**Textura Homogéneo**
A14	**Gomoso**
A15	**Crema pálida**
A16	**Crema oscura**

Anexo 27: Análisis de Coordenadas Principales: Correlaciones

	Sabor agradable	Sabor rancio	Sabor a queso	Dulce	Poco dulce	Olor a queso	Olor rancio	Olor agradable	Opaco	Brillante	Fácil de sorber	Difícil de Sorber	Textura Homogéneo	Gomoso	Crema pálido	Crema oscuro	Aceptabilidad sensorial
Sabor agradable	**1**	-0.931	-0.852	0.599	-0.599	-0.914	-0.872	0.959	-0.847	0.813	0.808	-0.837	0.777	-0.649	0.777	-0.777	0.720
Sabor rancio	-0.931	**1**	0.448	-0.423	0.423	0.484	0.553	-0.841	0.720	-0.621	-0.574	0.534	-0.513	0.389	-0.667	0.667	-0.541
Sabor a queso	-0.852	0.448	**1**	-0.534	0.534	0.872	0.753	-0.765	0.691	-0.794	-0.795	0.834	-0.799	0.719	-0.687	0.687	-0.669
Dulce	0.599	-0.423	-0.534	**1**	-1.000	-0.440	-0.635	0.635	-0.628	0.567	0.431	-0.413	0.420	-0.346	0.535	-0.535	0.469
Poco dulce	-0.599	0.423	0.534	-1.000	**1**	0.440	0.635	-0.635	0.628	-0.567	-0.431	0.413	-0.420	0.346	-0.535	0.535	-0.469
Olor a queso	-0.914	0.484	0.872	-0.440	0.440	**1**	0.733	-0.866	0.732	-0.634	-0.878	0.855	-0.881	0.812	-0.654	0.654	-0.719
Olor rancio	-0.872	0.553	0.753	-0.635	0.635	0.733	**1**	-0.949	0.800	-0.725	-0.784	0.757	-0.819	0.591	-0.607	0.607	-0.615
Olor agradable	0.959	-0.841	-0.765	0.635	-0.635	-0.866	-0.949	**1**	-0.886	0.793	0.813	-0.778	0.819	-0.676	0.864	-0.864	0.741
Opaco	-0.847	0.720	0.691	-0.628	0.628	0.732	0.800	-0.886	**1**	-0.941	-0.828	0.799	-0.806	0.693	-0.736	0.736	-0.709
Brillante	0.813	-0.621	-0.794	0.567	-0.567	-0.634	-0.725	0.793	-0.941	**1**	0.721	-0.768	0.683	-0.642	0.672	-0.672	0.642
Fácil de sorber	0.808	-0.574	-0.795	0.431	-0.431	-0.878	-0.784	0.813	-0.828	0.721	**1**	-0.999	0.993	-0.852	0.547	-0.547	0.705
Difícil de Sorber	-0.837	0.534	0.834	-0.413	0.413	0.855	0.757	-0.778	0.799	-0.768	-0.999	**1**	-0.976	0.877	-0.500	0.500	-0.670
Textura Homogéneo	0.777	-0.513	-0.799	0.420	-0.420	-0.881	-0.819	0.819	-0.806	0.683	0.993	-0.976	**1**	-0.824	0.585	-0.585	0.687
Gomoso	-0.649	0.389	0.719	-0.346	0.346	0.812	0.591	-0.676	0.693	-0.642	-0.852	0.877	-0.824	**1**	-0.513	0.513	-0.467
Crema pálido	0.777	-0.667	-0.687	0.535	-0.535	-0.654	-0.607	0.864	-0.736	0.672	0.547	-0.500	0.585	-0.513	**1**	-1.000	0.524
Crema oscuro	-0.777	0.667	0.687	-0.535	0.535	0.654	0.607	-0.864	0.736	-0.672	-0.547	0.500	-0.585	0.513	-1.000	**1**	-0.524
Aceptabilidad sensorial	0.720	-0.541	-0.669	0.469	-0.469	-0.719	-0.615	0.741	-0.709	0.642	0.705	-0.670	0.687	-0.467	0.524	-0.524	**1**

Anexo 28: Balance de materia en movimiento del proceso optimo

Operación	Entrada	Ganancia	Perdida	Salida	% Rendimiento	
					Operación	Proceso
Recepción de la leche	5000.00	0.00	0.00	5000.00	100.00	100.00
Tratamiento preliminar	5000.00	0.00	12.00	4988.00	99.76	99.76
Pasteurización	4988.00	0.00	100.00	4888.00	98.00	97.76
Enfriado	4888.00	0.00	0.00	4888.00	100.00	97.76
Adición del cuajo	4888.00	10.52	0.00	4898.52	100.00	97.97
Coagulación	4898.52	0.00	0.00	4898.52	100.00	97.97
Corte de la cuajada	4898.52	0.00	0.00	4898.52	100.00	97.97
Desuerado	4898.52	0.00	3670.00	1228.52	25.08	24.57
Lavado	1228.52	600.00	700.00	1128.52	61.72	22.57
Cuajada	1128.52	0.00	0.00	1128.52	100.00	22.57
Estandarizado	1128.52	781.07	0.00	1909.59	100.00	38.19
Mezclado	1909.59	0.00	0.00	1909.59	100.00	38.19
Tratamiento térmico	1909.59	0.00	38.19	1871.40	98.00	37.43
Envasado	1871.40	0.00	74.86	1796.54	96.00	35.93
Almacenado	1796.54	0.00	0.00	1796.54	100.00	35.93

Materia prima e insumos calculados en la estandarización

Componente	%	Peso (g)	
Cuajada de leche	59.097	1128.52	781.07
Citrato- polifosfato	0.169	3.227	
Esencia de leche condensada	0.188	3.590	
Goma xantana	0.060	1.146	
Sacarosa	40.485	773.104	

Anexo 29: Vistas fotográficas del desarrollo de la investigación

Anexo 30: Dosificaciones recomendadas de esencia de leche condensada

CRAMER

Lima,15 de marzo del 2019

Señores:
ELFER ORLANDO OBISPO GAVINO
AV. MERCEDES INDACOCHEA N° 609 PUERTA N°1
LIMA - PERÚ
CURICO

A la atención de: ELFER ORLANDO

Tenemos el agrado de adjuntarle(s) la (s) siguientes muestras para su evaluación.

PROYECTO: SABOR LECHE CONDENSABA

ESENCIA LECHE CONDENSABA PE3462-00
Dosif. recomendada:1.0 a 2.0 g/Kg

ESENCIA LECHE CONBENSABA 2L7070-00
Dosif. recomendada:1.0 a 2.0 g/Kg

SABOR LECHE CONDENSABA L61609-00
Dosif. recomendada:1.0 a 2.0 g/Kg

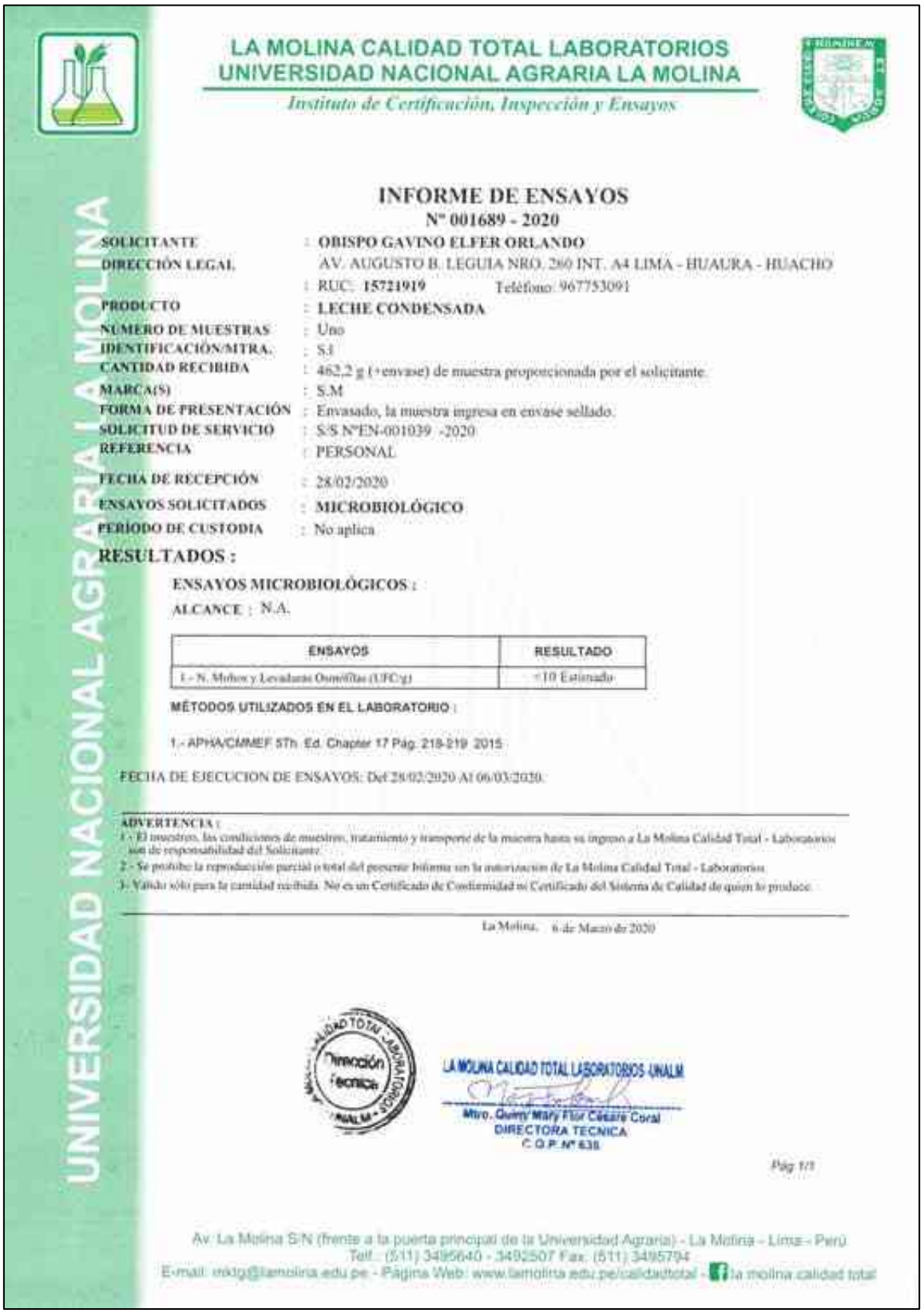
Las dosificaciones indicadas son sugerencias de resultados y experiencias en nuestros laboratorios, las que deben ser confirmadas por Ud(s) en su producción industrial.

Agradecemos el interés manifestado en nuestros productos y estamos a su disposición para cualquier consulta adicional.

Les saludamos muy atentamente.
M : (188519 \ S:313451)
(KARIN JURADO)

Cramer Perú S.A.C.
Las Camelias 790, Of. 703
San Isidro
Lima 27 - Perú
Teléfono/Fax
(51-1)4219853
(51-1)4219878
www.cramer.com.pe
contacto@cramer.com.pe

Anexo 31: Informe de ensayo del análisis de microbiológico de leche condensada



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

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS
N° 001689 - 2020

SOLICITANTE	: **OBISPO GAVINO ELFER ORLANDO**
DIRECCIÓN LEGAL	: AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 260 INT. A4 LIMA - HUAURA - HUACHO
	: RUC: **15721919** Teléfono: 967753091
PRODUCTO	: **LECHE CONDENSADA**
NUMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MITRA.	: S.I
CANTIDAD RECIBIDA	: 462,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en envase sellado.
SOLICITUD DE SERVICIO	: S/S N°EN-001039 -2020
REFERENCIA	: PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN	: 28/02/2020
ENSAYOS SOLICITADOS	: **MICROBIOLÓGICO**
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. Mohos y Levaduras Osmofilas (UFC/g)	<10 Estimado

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- APHA/CMMEF 5Th. Ed. Chapter 17 Pág. 218-219 2015

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 28/02/2020 Al 06/03/2020.

ADVERTENCIA :
1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
2.- Se prohibe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

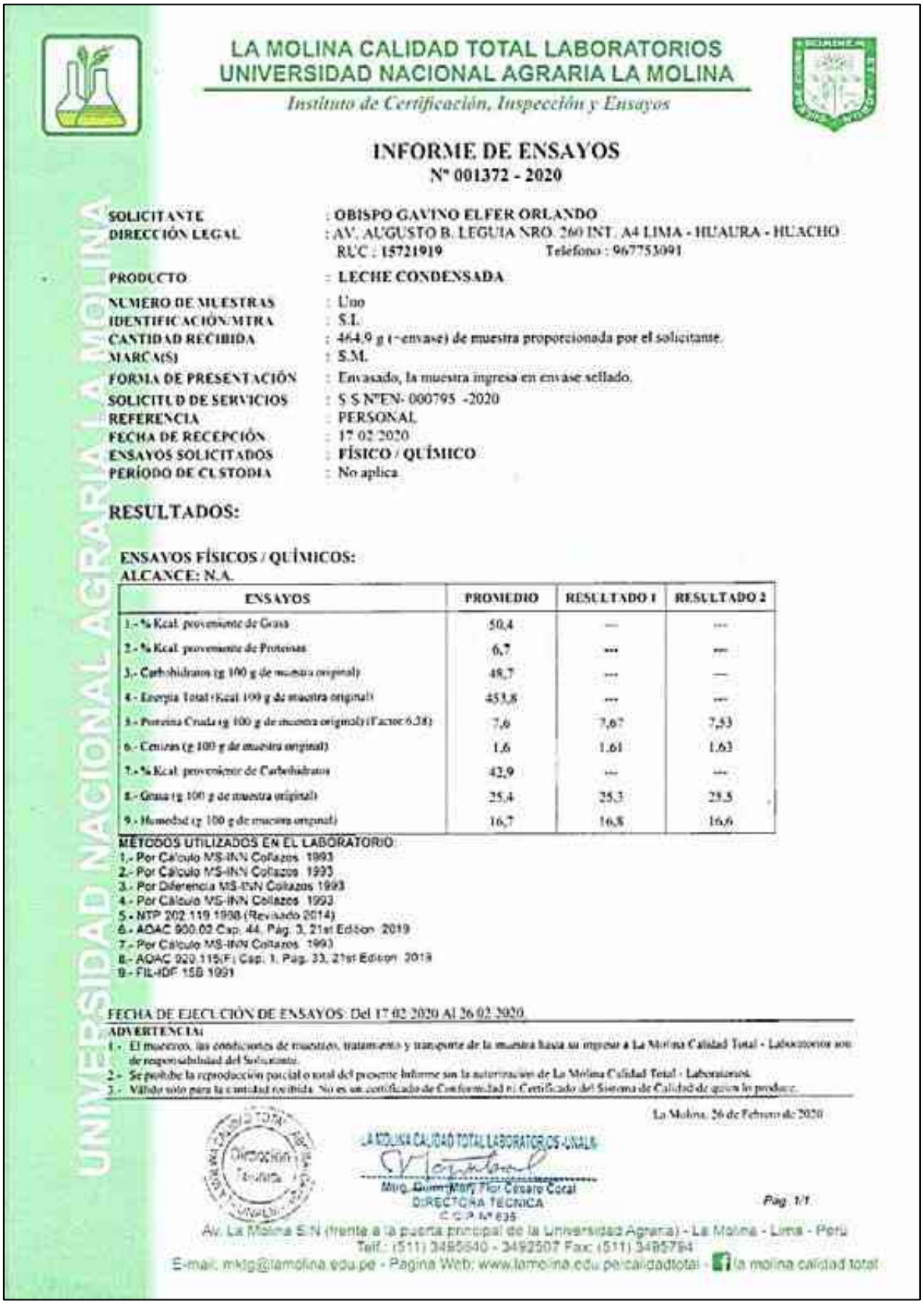
La Molina, 6 de Marzo de 2020

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNALM
Mtro. Gumy Mary Flor Cesare Coral
DIRECTORA TECNICA
C.Q.P. N° 638

Pág 1/1

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

Anexo 32: Informe de ensayo del análisis de físico/químico de leche condensada



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

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS
N° 001372 - 2020

SOLICITANTE	: **OBISPO GAVINO ELFER ORLANDO**
DIRECCIÓN LEGAL	: AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 260 INT. A4 LIMA - HUAURA - HUACHO RUC : 15721919 Teléfono : 967753091
PRODUCTO	: **LECHE CONDENSADA**
NUMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN MTRA	: S.I.
CANTIDAD RECIBIDA	: 464.9 g (-envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en envase sellado.
SOLICITUD DE SERVICIOS	: S S N°EN- 000795 -2020
REFERENCIA	: PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN	: 17 02 2020
ENSAYOS SOLICITADOS	: **FÍSICO / QUÍMICO**
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- % Kcal. proveniente de Grasa	50,4	---	---
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	6,7	---	---
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	48,7	---	---
4.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	453,8	---	---
5.- Proteína Cruda (g/100 g de muestra original) (Factor 6.38)	7,6	7,67	7,53
6.- Cenizas (g/100 g de muestra original)	1,6	1,61	1,63
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	42,9	---	---
8.- Grasa (g/100 g de muestra original)	25,4	25,3	25,5
9.- Humedad (g/100 g de muestra original)	16,7	16,8	16,6

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
5.- NTP 202.119:1998 (Revisado 2014)
6.- AOAC 900.02 Cap. 44, Pág. 3, 21st Edition 2019
7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
8.- AOAC 920.115(F) Cap. 1, Pág. 33, 21st Edition 2019
9.- FIL-IDF 15B:1993

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 17 02 2020 Al 26 02 2020

ADVERTENCIA:
1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
3.- Válido solo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 26 de Febrero de 2020

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNALM
Mtro. Quím. Mgt. Flor Cesare Coral
DIRECTORA TÉCNICA
C.Q.P. N° 635

Pág. 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495784
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Pagina Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN N°126-II-V

En Huacho, el día **12 de octubre de 2021**, siendo las 3:00 pm, en la aplicación de videoconferencia Meet de la Escuela de Posgrado, los miembros del Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE	**M(o). OSCAR OTILIO OSSO ARRIZ**	**DNI N°15584693**
SECRETARIO	**Dra. JULIA DELIA VELASQUEZ GAMARRA**	**DNI N°15594110**
VOCAL	**M(a). LAURA MONTES CARRASCO**	**DNI N°15600925**
ASESOR	**M(o). BENIGNO FELIX DUEÑAS SANCHEZ**	**DNI N°15584447**

El(la) postulante al Grado Académico **Don(ña) ELFER ORLANDO OBISPO GAVINO, identificado**(a) con **DNI N° 15721919,** procedió a la Sustentación de la Tesis titulada: **USO DE QUIMOSINA EN EL DESARROLLO DE UN MÉTODO RÁPIDO DE ELABORACIÓN DE LECHE CONDENSANDA,** autorizado mediante **Resolución Directoral N°0951-2021-II-EPG, de fecha 08 de octubre de 2021**, de conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, absolvió las interrogantes que le formularon los señores del Jurado.

Concluida la Sustentación de la tesis, se procedió a la votación correspondiente resultando el(la) candidato(a) APROBADO por UNANIMIDAD con la nota de:

CALIFICACION		EQUIVALENCIA	CONDICION
NUMERO	LETRAS		
20	VEINTE	EXCELENTE	APROBADO

Siendo las 3:50 pm del día **12 de octubre de 2021**, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador las Actas de Sustentación de la Tesis Titulada: **USO DE QUIMOSINA EN EL DESARROLLO DE UN METODO RAPIDO DE ELABORACIÓN DE LECHE CONDENSANDA,** para obtener el Grado Académico de **Maestro(a) en CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS,** inscrito en el **FOLIO N°** 126 del LIBRO DE ACTAS.

M(o). OSCAR OTILIO OSSO ARRIZ
PRESIDENTE

Dra. JULIA DELIA VELASQUEZ GAMARRA
SECRETARIO

M(a). LAURA MONTES CARRASCO
VOCAL

M(o). BENIGNO FELIX DUEÑAS SANCHEZ
ASESOR