



Desarrollo de una mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla

Jonathan Javier Toapanta Toapanta

Director

Ing. Mayra Bedoya, MSc.

Trabajo de grado para optar por el título de Procesamiento en Alimentos

Instituto Tecnológico Superior Universitario Internacional

Carrera de Procesamiento en Alimentos

D.M. Quito, de 5 marzo de 2026

DEDICATORIA

Con profundo amor y gratitud, quiero dedicar este logro a mis padres, quienes con su ejemplo de esfuerzo, sacrificio y perseverancia nunca me dejaron caer en el camino y me enseñaron que todo objetivo puede alcanzarse con disciplina y constancia. Gracias a ustedes he logrado concluir esta etapa tan importante de mi vida.

Este título también se lo dedico a mi esposa, quien me acompañó con paciencia, cariño y apoyo incondicional en cada momento de este proceso académico, brindándome fortaleza en los momentos más difíciles y compartiendo conmigo la alegría de cada avance.

A ustedes, pilares fundamentales en mi vida, ofrezco este triunfo, que no es solo mío, sino también de ustedes, porque su confianza y respaldo hicieron posible la culminación de mi carrera en Procesamiento de Alimentos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa de mi vida. Sin su guía y bendición no habría sido posible mantenerme firme en los momentos de dificultad y perseverar hasta alcanzar este logro académico.

A mis padres, quienes han sido mi motor y ejemplo de vida, gracias por el apoyo moral, por sus palabras de aliento y por enseñarme a no rendirme nunca. Este triunfo es también de ustedes, porque cada sacrificio y consejo me acompañaron en el camino.

A mi esposa e hijos, gracias infinitas por su paciencia, por animarme en los días más duros de la carrera y por estar a mi lado con amor y comprensión. Su compañía constante me dio la fuerza necesaria para superar los retos y continuar adelante.

Deseo también expresar mi gratitud al Ing. Paul Gonzales, quien me brindó la oportunidad de desempeñarme como supervisor de producción en la empresa Alimentos Snob. Aquel momento marcó un antes y un después en mi vida profesional, pues fue la inspiración para iniciar y culminar mis estudios en Procesamiento de Alimentos.

De igual manera, agradezco profundamente a la gerencia de Alimentos Snob y a todos sus departamentos, quienes con su apoyo, confianza y respaldo me motivaron a seguir creciendo en el ámbito académico y profesional.

Finalmente, a cada persona que, de una u otra manera, formó parte de este camino: amigos, docentes y compañeros, les extiendo mi sincero agradecimiento, porque su presencia y colaboración hicieron de este recorrido una experiencia enriquecedora que recordaré siempre.

AUTORÍA

Yo, Jonathan Javier Toapanta Toapanta, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los conceptos, opiniones y propuestas contenidos en el mismo son de mi exclusiva responsabilidad.

Atentamente

Jonathan Javier Toapanta Toapanta

Quito, 5 de marzo de 2026

Ing. Mayra Lucía Bedoya Barros, MSc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA

Haber revisado el presente informe de investigación, que se ajusta a las normas institucionales y académicas establecidas por el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, de Quito, por tanto, se autoriza su presentación final para los fines legales pertinentes.

Mayra Lucía Bedoya

Quito, 5 de marzo de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA

Conste por el presente documento la cesión de los derechos en trabajo fin de carrera, de conformidad con las siguientes clausulas:

PRIMERA: La Ing. Mayra Lucía Bedoya Barros, MSc., por sus propios derechos, en calidad de directora del trabajo de titulación; y el Sr. Jonathan Javier Toapanta Toapanta, por sus propios derechos, en calidad de autor del trabajo de titulación.

SEGUNDA:

UNO. - El Sr. Jonathan Javier Toapanta Toapanta, realizó el trabajo fin de carrera titulado: “Desarrollo de una mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla”, para optar por el título de, Tecnólogo Superior en Procesamiento de Alimentos en el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, bajo la dirección de la Ing. Mayra Lucía Bedoya Barros, MSc.

DOS. - Es política del Instituto Tecnológico Superior Universitario Internacional que los trabajos de titulación se apliquen, se materialicen y se difundan en beneficio de la comunidad.

TERCERA: Los comparecientes, Ing. Mayra Lucía Bedoya Barros, MSc., en calidad de director del trabajo fin de carrera y la Sr. Jonathan Javier Toapanta Toapanta, como autor del mismo, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma detuita sus derechos en el trabajo fin de Carrera

titulado: “Desarrollo de una mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla”,
y conceden autorización para que el ITI pueda utilizar este trabajo en su
beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

CUARTA: Aceptación. Las partes declaran que aceptan expresamente
todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Quito, 5 de marzo de 2026

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
DECLARACIÓN DE AUTORIA	V
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO.....	VI
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XVIII
 1. MARCO CONTEXTUAL Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..20	
Antecedentes (Marco contextual).....	20
Análisis macro	23
Análisis meso.....	23
Análisis micro.....	24
Idea a defender.....	24
Objeto de estudio y campo de acción	25
Problema de investigación.....	25
Justificación.....	27
Objetivos.....	28
Objetivo general	28
Objetivos específicos.....	28
 2. CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....29	
1.1 Análisis del campo de investigación	29
1.2 fundamentación conceptual	31
1.2.1 Mermelada.....	31
1.2.2 Proceso de elaboración de mermelada.....	33

1.2.3 Materias primas	35
1.2.3.1 Ruibarbo	35
1.2.3.2 composición química del ruibarbo	35
1.2.3.3 Propiedades nutricionales del ruibarbo	36
1.2.3.4 Vitaminas del ruibarbo	38
1.2.4 Uvilla	39
1.2.4.1 Contenido nutricional de la uvilla	40
1.2.5 Tuna	42
1.2.5.1 Contenido nutricional de la tuna.....	42
1.3 Fundamentación Legal	44
1.3.1 NTE INEN 419.....	44
1.3.2 Norma del Codex 296 para Confituras, Jaleas y Mermeladas.....	45
1.4 Síntesis del capítulo	47
3. CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO.....	49
2.1 Diseño experimental	49
2.2 Formulaciones	51
2.3 Selección y acondicionamiento de materia prima	52
2.3.1 Ruibarbo	52
2.3.2 Uvilla	53
2.3.3 Tuna	55
2.4 Proceso para la elaboración de mermelada.....	56
2.4.1 Equipos utilizados en el desarrollo de la mermelada	62
2.5 Diagrama de flujo	67
2.6 Determinación de rendimiento	72
2.7 Evaluación fisicoquímica	72
2.8. Análisis sensorial	73
2.9 Análisis estadístico	74
2.9.1 Análisis anova	75
2.9.2 Estadística descriptiva	75
2.9.3 Prueba de tukey	76
2.10 Contenido nutricional de la mermelada	76
2.11 Semáforo nutricional	76
2.12 Elaboración de la etiqueta nutricional	77

2.13 Costos	78
2.14 Síntesis del capítulo	80
4. CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	82
3.1 Formulaciones	82
3.2 Caracterización fisicoquímica de la mermelada.....	83
3.3 Consistencia.....	84
3.4 Diagrama de flujo	85
3.5 Rendimiento del proceso	87
3.6 Análisis sensorial	88
3.6.1 Sabor	89
3.6.2 Olor	90
3.6.3 Color	92
3.6.4 Textura.....	94
3.6.5 Untabilidad	96
3.6.6 Apariencia.....	98
3.7 Selección de la formula optima	100
3.8 Contenido nutricional del tratamiento optimo.....	101
3.9 Semáforo nutricional	103
3.10 Diseño de la etiqueta del producto	105
3.11 Análisis de costos y viabilidad económica	106
3.12 Análisis de costos indirectos	107
3.13 Resumen general.....	109
3.14 Determinación del costo unitario.....	110
Síntesis del capítulo	111
5. CONCLUSIONES	112
6. RECOMENDACIONES	114
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del ruibarbo	36
Tabla 2. Composición nutricional del ruibarbo	37
Tabla 3. Vitaminas del ruibarbo	39
Tabla 4. Composición nutricional de la uvilla.....	41
Tabla 5. Composición nutricional de la tuna	44
Tabla 6. Requisitos de la mermelada de fruta	45
Tabla 7. Factores y variables evaluadas en el diseño experimental	50
Tabla 8. Esquema de tratamientos del diseño experimental.....	51
Tabla 9. Composición porcentual de las formulaciones experimentales del diseño factorial 2x2	52
Tabla 10. Equipos utilizados en el proceso de elaboración de la mermelada	63
Tabla 11. Formulaciones experimentales evaluadas en el diseño factorial 2x2..	82
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos finales de las formulaciones experimentales	84
Tabla 13. Consistencia de las fórmulas experimentales	85
Tabla 14. Rendimiento obtenido en cada etapa del proceso de la elaboración de la mermelada.....	87
Tabla 15. Promedio de la evaluación sensorial por atributos en las muestras estudiadas	88
Tabla 16. Análisis anova y comparación de medias para el atributo sabor.....	89
Tabla 17. Análisis de varianza (Anova) para el atributo olor en las formulaciones experimentales	90
Tabla 18. Análisis de varianza (Anova) para el atributo color en las formulaciones experimentales	93
Tabla 19. Análisis de varianza (Anova) para el atributo textura en las formulaciones experimentales	95
Tabla 20. Análisis de varianza (Anova) para el atributo Untabilidad en las formulaciones experimentales	97
Tabla 21. Análisis de varianza (Anova) para el atributo apariencia en las formulaciones experimentales	99
Tabla 22. Formulación correspondiente al tratamiento seleccionado como óptimo.....	101
Tabla 23. Información nutricional por 100g.....	102

Tabla 24. Semáforo nutricional	104
Tabla 25. Costos directos de producción de la mermelada	107
Tabla 26. Costos indirectos de producción de la mermelada	108
Tabla 27. Resumen general de costos.....	109
Tabla 28. Determinación del costo unitario y precio sugerido de venta	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Índice de madurez de la uvilla	54
Figura 2 Índice de madurez de la tuna.....	56
Figura 3. Subdiagrama de flujo del acondicionamiento del ruibarbo.....	68
Figura 4. Subdiagrama de flujo del acondicionamiento de la tuna	69
Figura 5. Subdiagrama de flujo del acondicionamiento de la uvilla	69
Figura 6. Diagrama general del proceso de la elaboración de la mermelada	71
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de mermelada a base de ruibarbo, tuna y uvilla.....	86
Figura 8. Comparación de medias del atributo sabor prueba de Fisher LSD al 95% de confianza.....	90
Figura 9. Comparación de medias del atributo olor mediante prueba de Fisher LSD al 95% de confianza	91
Figura 10. Comparación de medias del atributo color mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza	94
Figura 11. Comparación de medias del atributo textura mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza	96
Figura 12. Comparación de medias del atributo Untabilidad mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza	98
Figura 13. Comparación de medias del atributo apariencia mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza	100
Figura 14. Semáforo nutricional de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla	104
Figura 15. Diseño de la etiqueta de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla	106

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	121
Anexo 2	123
Anexo 3	124
Anexo 4	125
Anexo 5	126

RESUMEN

El estudio se orientó al desarrollo de una mermelada a base de ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*), complementada con pulpa de tuna (*Opuntia ficus-indica*) y uvilla (*Physalis peruviana*), como propuesta de aprovechamiento agroindustrial de materias primas con interés nutricional y sensorial. La formulación planteada buscó obtener un producto diferenciado y técnicamente viable dentro del contexto alimentario ecuatoriano.

Metodológicamente, se trabajó con un diseño factorial 2×2 para comparar dos niveles de ruibarbo y dos concentraciones de pectina. Las formulaciones fueron evaluadas mediante parámetros fisicoquímicos, entre ellos pH y sólidos solubles, y a través de atributos sensoriales como color, sabor, textura, olor y untabilidad.

Los resultados mostraron que la mezcla de ruibarbo, tuna y uvilla permitió obtener un producto con comportamiento fisicoquímico aceptable para este tipo de elaboración y con respuesta favorable en la evaluación sensorial. Además, el ensayo facilitó la identificación del tratamiento con mejor desempeño en consistencia, sabor y apariencia.

En síntesis, la formulación desarrollada presentó condiciones tecnológicas apropiadas y un nivel de aceptación sensorial satisfactorio, por lo que constituye una alternativa factible para diversificar el aprovechamiento agroindustrial del ruibarbo, la tuna y la uvilla, con posibilidades de aplicación comercial.

Palabras clave: mermelada, ruibarbo, tuna, uvilla, sensorial

ABSTRACT

The release of a homemade product made from raw materials, all of which constitutes an innovation in the Ecuadorian food sector. For this investigation, it is the purpose of developing a jam using rhubarb, prickly pear, and golden berry. To apply a basic methodology, a completely randomized experimental design was used, processing with the inclusion of 45% of fruit, 1% of pectin and 25% of fruit with 2% of pectin, evaluating the acidity of the fruit and the acceptability of the product while applying organoleptic tests measuring flavor, odor, color, texture, spread ability, and appearance through a Likert scale.

We found that golden berry showed a titratable acidity of 1.90% and 1.95%, while prickly pear showed 0.0448% and 0.0416%. It was determined that the jam has a 65% yield, leaving a 35% waste. In terms of sensory characteristics, there was a good degree of acceptability in relation to the evaluated characteristics, noting an acceptance of H_0 (Hypothesis accepted) for all the evaluated organoleptic attributes.

It is concluded that the sensory findings corroborated that the elaborated jam not only satisfies technical criteria but also enjoys a high level of acceptance among consumers, thus establishing the product as an attractive alternative for the market.

Keywords: jam, rhubarb, prickly pear, golden berry, sensory

INTRODUCCIÓN

El procesamiento de frutas representa una opción relevante para incrementar el valor agregado de la producción agrícola y ampliar la oferta de alimentos estables. Dentro de este grupo, las mermeladas destacan por su facilidad tecnológica, su vida útil relativamente prolongada y su amplia aceptación por parte del consumidor (Codex Stan 296, 2009).

En este escenario, la búsqueda de formulaciones innovadoras con materias primas de interés nutricional y sensorial ha cobrado importancia en la agroindustria. El ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*), por su acidez natural y por la presencia de compuestos bioactivos, se perfila como una materia prima con potencial para el desarrollo de productos transformados (Bailón, 2023).

De manera complementaria, la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la uvilla (*Physalis peruviana*) aportan atributos que enriquecen la formulación. La tuna contribuye con fibra, compuestos antioxidantes y dulzor natural, mientras que la uvilla se caracteriza por su contenido de vitamina C y por un perfil sensorial en el que se combinan acidez y dulzor (García, y otros, 2024).

La integración de estas tres materias primas puede generar un producto con identidad sensorial propia: el ruibarbo aporta acidez, la tuna favorece la textura y el dulzor, y la uvilla complementa con aroma y valor nutricional. Esta combinación ofrece una base adecuada para obtener una mermelada diferenciada y con mayor valor agregado.

Con base en lo anterior, la investigación se centró en formular una mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla y en evaluar su

comportamiento fisicoquímico y sensorial. El propósito fue definir una formulación estable, aceptable para el consumidor y alineada con los requisitos técnicos aplicables a este tipo de producto (NTE INEN 2825, 2025)

Marco contextual Antecedentes

La tuna (*Opuntia ficus-indica*) es un fruto propio de zonas semiáridas que destaca por su aporte de fibra dietética, vitaminas y compuestos antioxidantes. Debido a estas características nutricionales y a su sabor agradable, su pulpa puede emplearse en diversas preparaciones alimentarias, entre ellas la elaboración de productos procesados como jugos, dulces y mermeladas (García, y otros, 2024)

El ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*) es una planta herbácea perenne cuyos tallos son utilizados en la industria alimentaria para la elaboración de diversos productos procesados, entre ellos compotas, conservas y mermeladas. Su sabor ácido característico y la presencia de compuestos fenólicos y antioxidantes le confieren un potencial importante para el desarrollo de alimentos con valor agregado (Bailón, 2023).

La uvilla (*Physalis peruviana* L.) pertenece a la familia Solanaceae y se produce en altitudes comprendidas entre 1.000 y 3.300 msnm. Es un fruto carnoso de sabor ácido-dulce y alto contenido de vitaminas A y C.

La uvilla (*Physalis peruviana* L.), perteneciente a la familia Solanaceae, se cultiva en zonas andinas de altura y se caracteriza por su sabor ácido-dulce y por su aporte de vitaminas, principalmente A y C (Quelal & Fernando, 2021).

La evolución de La mermelada corresponde a un producto alimenticio obtenido mediante la cocción de frutas con azúcar hasta alcanzar una consistencia semigelificada característica, lo que permite su conservación y mejora de sus propiedades sensoriales. (FAO, 2023).

Tipos de mermeladas

Mermelada tradicional o estándar

La mermelada tradicional se define como el producto elaborado mediante la cocción de pulpa o puré de fruta con la incorporación de sacarosa u otros azúcares autorizados, hasta alcanzar una concentración mínima de sólidos solubles totales de aproximadamente 65 brix, determinada a 20 °C. (Villanueva, Salazar, Sánchez, & Deras, 2020).

Esta proporción de azúcar es fundamental para la formación del gel, debido a la interacción entre pectina, ácido y azúcar, y además contribuye a disminuir la actividad de agua, lo que favorece la estabilidad microbiológica y extiende la vida útil del producto.

En el Ecuador, la elaboración de este tipo de mermelada debe ajustarse a los requisitos técnicos establecidos en la, especialmente en lo referente al contenido de sólidos solubles, pH y demás parámetros fisicoquímicos exigidos por la normativa vigente.

Mermelada reducida en azúcar

La mermelada reducida en azúcar se caracteriza por presentar una disminución significativa del contenido de sacarosa en comparación con la formulación tradicional, generalmente con una reducción mínima entre el 25 % y 30 %.

Desde el enfoque tecnológico, la menor concentración de sólidos solubles puede incidir en la formación del gel y en la estabilidad del producto.

Por ello, su formulación suele requerir el empleo de pectinas de bajo metoxilo, edulcorantes autorizados y, en determinados casos, conservantes permitidos por la normativa vigente.

Mermelada sin azúcares añadidos

La mermelada sin azúcar añadida es un producto elaborado a partir de fruta que no incorpora sacarosa durante el proceso de formulación. El dulzor proviene exclusivamente de los azúcares naturalmente presentes en la fruta o de edulcorantes no calóricos autorizados.

Debido a la ausencia de sacarosa, la estructura del gel no puede depender del mecanismo convencional de alta concentración de sólidos solubles, por lo que se emplean pectinas específicas (como pectinas de bajo metoxilo activadas por calcio) y ajustes estrictos de pH.

Su estabilidad depende principalmente del tratamiento térmico y del control de factores como actividad de agua y acidez.

Mermelada light o dietética

La mermelada light o dietética es aquella que presenta una reducción significativa del valor energético total en comparación con la mermelada tradicional, generalmente mediante la sustitución parcial o total del azúcar por edulcorantes de alta intensidad o polialcoholes. (Villanueva, Salazar, Sánchez, & Deras, 2020).

Técnicamente, su formulación requiere modificaciones en el sistema de gelificación, control riguroso del pH y posible incorporación de estabilizantes.

Aunque puede presentar menor contenido calórico, debe mantener características sensoriales aceptables y cumplir con los requisitos de inocuidad y calidad establecidos por la normativa alimentaria vigente.

Análisis macro

Se estudió el contexto general en el que se desarrolló el sector agrícola, tanto a nivel nacional como internacional. Se observó que el ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*) es una especie vegetal cuyos tallos se utilizan en la industria alimentaria para la elaboración de diversos productos procesados, especialmente compotas, conservas y mermeladas.

En el caso del Ecuador, se evidenció que La uvilla (*Physalis peruviana*) es un fruto andino ampliamente valorado por su aporte de vitamina C, compuestos antioxidantes y características sensoriales agradables. Estas propiedades favorecen su utilización en productos procesados como mermeladas y salsas (Ramadan, 2020).

Análisis meso

Se analizaron las condiciones del mercado local y el comportamiento de los actores directamente involucrados. Se estudiaron los precios de la fruta de tuna en el Mercado Mayorista de Ambato, observándose diferencias según la calidad del producto.

Además, se evidenció que la buena aceptación de la fruta en los mercados locales motivó a los productores a incrementar su producción. También se identificó que la comercialización se realizó principalmente a través

de intermediarios, existiendo una baja venta directa al consumidor final. Esto permitió entender cómo se dieron las relaciones comerciales a nivel local.

Análisis micro

En el mercado Mayorista de Ambato, cada caja de 50 libras de fruta de tuna se comercializa en 25 dólares las gruesas o de primera categoría, mientras que las de sexta categoría o rechazo llegan hasta 10 dólares (Diario la Hora, 2017).

La buena aceptación de la fruta de tuna en los mercados locales ha motivado a los agricultores a aumentar su producción, ya que 100 tunas llegan a costar entre 20 y 35 dólares dependiendo la variedad (MIDAGRI, 2021).

Según el MPCEIP (2019), se exportaron 3.500 kilos de uvilla a Nueva York, Los Ángeles y Miami. La uvilla (*Physalis peruviana*) es un fruto andino ampliamente valorado por su aporte de vitamina C, compuestos antioxidantes y características sensoriales agradables. Estas propiedades favorecen su utilización en productos procesados como mermeladas y salsas.

Idea a defender

La presente investigación propone el desarrollo de una mermelada elaborada a partir de ruibarbo, complementada con pulpa de tuna y uvilla, con el propósito de generar un producto con mayor valor nutricional y sensorial. La combinación de estas materias primas permite equilibrar la acidez característica del ruibarbo con el dulzor natural de la tuna y el aroma particular de la uvilla, lo

que puede contribuir a la creación de un producto diferenciado dentro del mercado nacional.

La incorporación conjunta de ruibarbo, tuna y uvilla no solo fortalece el perfil nutricional y funcional del producto, sino que también genera una combinación particular de color, sabor y aroma que puede favorecer su diferenciación comercial.

- **Ruibarbo:** aporta fibra dietética y un alto porcentaje de acidez, lo que permite equilibrar la dulzura de las mermeladas.
- **Tuna:** contiene vitamina C, antioxidantes y aporta valor nutricional.
- **Uvilla:** ofrece propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, mejorando la salud y el bienestar de la persona.

Objeto de estudio y campo de acción

Objeto de estudio: Desarrollo de una Mermelada de ruibarbo, tuna y uvilla.

Campo de acción: Canal tradicional en el Valle de Tumbaco.

Problema de la Investigación

La estructura detallada del problema de investigación, incluyendo sus causas, definición, consecuencias e indicadores, se presenta en el anexo 1, donde

se expone de manera organizada el análisis que fundamenta la presente investigación.

Justificación

Esta investigación se justifica por la necesidad de impulsar el aprovechamiento agroindustrial del ruibarbo como materia prima para la obtención de nuevos productos con valor agregado, considerando sus atributos nutricionales y su sabor ácido característico.

Desde el punto de vista tecnológico, resulta necesario evaluar parámetros como pH, acidez titulable y sólidos solubles, debido a su influencia directa en la calidad, estabilidad y aceptabilidad del producto final, garantizando el cumplimiento de los requisitos establecidos en la (NTE INEN 2825, 2025).

En el ámbito productivo, el estudio aporta bases técnicas que pueden incentivar la diversificación agrícola en zonas específicas de la región interandina, donde las condiciones climáticas son favorables para el cultivo del ruibarbo, promoviendo la generación de valor agregado y fortaleciendo oportunidades económicas para pequeños y medianos productores.

Asimismo, desde una perspectiva comercial, el desarrollo de una mermelada a base de ruibarbo en combinación con tuna y uvilla permite la creación de productos diferenciados, alineados con tendencias actuales de consumo orientadas hacia alimentos con mayor percepción de naturalidad y funcionalidad.

Frente a este contexto, resultó pertinente analizar el potencial del ruibarbo como ingrediente principal en una formulación de mermelada, considerando su uso en productos procesados y su aporte de compuestos de interés tecnológico y nutricional.

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar una mermelada a base de tallos de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla, evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales conforme a la (NTE INEN 2825, 2025).

Objetivos Específicos

- Desarrollar formulaciones, a partir de la combinación de ruibarbo, tuna y uvilla.
- Determinar la viscosidad del producto, en función de los diferentes niveles de pectina utilizados en cada formulación, con el propósito de establecer la consistencia adecuada de la mermelada.
- Evaluar la influencia del nivel de pectina sobre la consistencia de la mermelada mediante el análisis comparativo de los tratamientos.
- Desarrollar un análisis sensorial con el fin de determinar la formulación de mermelada con mayor nivel de aceptación por parte de los consumidores.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La mermelada es un producto derivado de la cocción de fruta con azúcar hasta alcanzar una estructura semigelificada, condición que contribuye a su estabilidad y a sus propiedades sensoriales (Codex Stan 296, 2009).

Entre sus características de calidad se esperan una textura uniforme, así como sabor y color acordes con la fruta empleada en la formulación (NTE INEN 2825, 2025).

Desde el punto de vista fisicoquímico, destacan el contenido de sólidos solubles y el pH, ya que estos parámetros condicionan la gelificación, la estabilidad y la conservación del producto (NTE INEN 2825, 2025), (Codex Stan 296, 2009).

1.1. Análisis de campo de investigación

(Ricaurte y Tenelanda (2018)), en su investigación titulada “Aprovechamiento de los tallos de ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*) para la elaboración de mermelada endulzada con estevia (*Stevia rebaudiana*)”, desarrollaron formulaciones de mermelada de ruibarbo aplicando un diseño experimental multifactorial. Evaluaron proporciones de sacarosa (95%, 90% y 85%) y concentraciones de estevia (5%, 10% y 15%), utilizando análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para la comparación de medias. Los resultados fisicoquímicos mostraron valores promedio de pH 3.12, 64.33 brix y 0.5% de acidez titulable, dentro de los parámetros establecidos por la (NTE INEN 2825, 2025). La formulación con 90% de azúcar y 10% de estevia alcanzó un 77% de aceptación sensorial evidenciando el potencial tecnológico del

ruibarbo como materia prima para el desarrollo de productos procesados. Como compotas, conservas y mermeladas. Su sabor ácido y su contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes lo convierten en una materia prima interesante para el desarrollo de nuevos alimentos con valor agregado.

(Aguilar et al. (2024), en el estudio “Procesamiento de tuna cardona para la elaboración de mermelada”, desarrollaron una mermelada de tuna cardona con el propósito de aprovechar sus propiedades nutricionales. Compararon el efecto glucémico del producto frente a mermeladas comerciales y fruta fresca, determinando que la formulación experimental presentó un menor incremento en los niveles de glucosa en sangre.

Estos hallazgos refuerzan el potencial funcional de la tuna como ingrediente en productos tipo mermelada, debido a su composición y a sus posibilidades de aprovechamiento tecnológico.

(Mejía et al. (2024), en la investigación “Aprovechamiento de la cáscara de melón (*Cucumis melo*) para la elaboración de mermelada”, aplicaron un diseño experimental A×B con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Evaluaron parámetros fisicoquímicos como pH, sólidos solubles (brix) y acidez titulable, determinando que el tratamiento con 80% de pulpa y 20% de cáscara presentó mejores resultados (pH 2.3, 68 brix y 0.94% de acidez), además de mayor aceptación sensorial. El estudio demostró que el aprovechamiento integral de la materia prima contribuye a reducir desperdicios y generar valor agregado.

(Granado et al. (2016), en el estudio “Elaboración de una mermelada a partir del peciolo de ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*)”, evaluaron diferentes

concentraciones de azúcar blanco y panela en la formulación del producto. Todas las muestras cumplieron con los requisitos de la Norma Técnica Colombiana NTC 285. Las formulaciones con mayor proporción de panela presentaron incremento en contenido mineral y fibra, destacando el potencial nutritivo del ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*) es una planta perenne empleada en la elaboración de productos procesados como compotas, conservas y mermeladas. Su sabor ácido y su contenido de compuestos fenólicos y antioxidantes lo convierten en una materia prima interesante para el desarrollo de nuevos alimentos con valor agregado.

(Bustamante & Altamirano, 2021), en la investigación “Elaboración y evaluación de mermelada de tuna (*Opuntia ficus-indica*) enriquecida con alga cushuro (*Nostoc sphaericum*)”, aplicaron un diseño completamente aleatorizado con análisis estadístico mediante ANOVA y prueba de Tukey. El tratamiento con 10% de cushuro presentó mayor aceptación sensorial y un contenido proteico superior al control. Los análisis microbiológicos confirmaron el cumplimiento de los estándares de inocuidad, evidenciando que la incorporación de ingredientes funcionales puede incrementar el valor nutricional del producto.

1.2. Fundamentación conceptual

1.2.1 Mermelada

La mermelada es un producto alimenticio obtenido mediante la cocción de frutas junto con azúcar hasta alcanzar una textura semigelificada característica. Este proceso permite concentrar los sólidos solubles de la mezcla

y contribuye a mejorar la conservación del producto final (NTE INEN 2825, 2025).

Consistencia: La consistencia de la mermelada es esencial para que sea untuosa. Una mermelada de alta calidad debe tener una consistencia firme que permita untarse fácilmente, pero sin que se deslice o gotee. El proceso de evaporación, que elimina el exceso de agua de la mezcla durante la cocción, resulta en la consistencia deseada. La formación de la consistencia adecuada también depende de la adición de pectina o del contenido natural de pectina de la fruta. El objetivo es que la mermelada no sea demasiado gelatinosa ni demasiado líquida (Huanca, Condiri, & Chipana, 2022).

Viscosidad: La viscosidad de la mermelada depende principalmente de la interacción entre pectina, azúcar y ácido, factores que permiten la formación de una estructura de gel que retiene el agua y los sólidos disueltos (Veliz & C., 2022).

Grados Brix: Los grados Brix se utilizan para medir la cantidad de azúcares disueltos en la mermelada. Una mermelada bien elaborada suele tener entre 65 y 68 brix, garantizando un equilibrio entre textura y sabor. Los valores más bajos de Brix, como en las mermeladas light, afectan tanto la consistencia como el sabor (Veliz & Chipana, 2022).

Densidad: La densidad de la mermelada depende de la cantidad de sólidos (fruta, azúcar y pectina) en comparación con la cantidad de agua. Una mermelada de alta calidad debe tener una densidad adecuada que le permita

mantenerse firme sin compactarse ni resultar demasiado pesada (Veliz & C., 2022).

1.2.2 Proceso de elaboración de mermelada

El proceso de elaboración de mermeladas comprende diversas etapas, entre las que se incluyen la selección y preparación de la fruta, la cocción con azúcar y el posterior envasado del producto. Estas operaciones permiten obtener un alimento estable y con características sensoriales adecuadas para el consumo (Huanca, Condiri, & Chipana, 2022).

Durante la etapa de cocción se produce la concentración de los sólidos solubles y la formación del gel, lo que permite obtener la textura característica de la mermelada. En este proceso también se ajustan parámetros importantes como el pH y el contenido de azúcares, factores que influyen directamente en la estabilidad microbiológica y en la calidad del producto final (Veliz & C., 2022).

Selección y preparación de la fruta: Se selecciona la fruta en su punto óptimo de maduración, libre de impurezas o daños, y se lava cuidadosamente.

Pelado y troceado: La fruta se pela y corta en trozos pequeños para facilitar su cocción. En algunos casos, se realiza una precocción en agua para ablandar los ingredientes.

Adición de azúcar y otros ingredientes: Se incorporan azúcares, ácido cítrico para ajustar el pH (2.8–3.5), lo que evita la proliferación de bacterias y asegura la conservación. Este paso previene la cristalización y mejora la textura final.

Control de consistencia y grados Brix: Se monitorea el espesor de la mezcla y los grados Brix (60–63 para mermeladas tradicionales). Para mermeladas bajas en calorías, los Brix pueden ser menores. Se utiliza consistómetro para medir la viscosidad, asegurando una textura adecuada (ni líquida ni demasiado espesa).

Gelificación: La mezcla se espesa conforme el ácido provoca la reversión de los azúcares, evitando la cristalización. Se remueve constantemente y se mantiene la temperatura adecuada.

Envasado: La mermelada se coloca en frascos esterilizados, capaces de soportar altas temperaturas. El envasado se realiza caliente para evitar la entrada de aire y garantizar conservación.

Pasteurización: Los frascos y tapas son sometidos a un tratamiento térmico mediante inmersión en agua caliente a temperaturas de 90–95 °C durante 10–15 minutos, con el objetivo de disminuir la carga microbiológica superficial y asegurar la inocuidad e higiene durante el proceso de envasado.

Enfriamiento: Los frascos se sellan y se sumergen en agua fría, generando vacío. Pueden colocarse boca abajo para asegurar un sellado hermético.

Almacenamiento: Los frascos deben guardarse en lugares frescos, secos y oscuros, a temperaturas entre 10–20 °C. Una vez abiertos, se refrigeran a 4 °C o menos, con vida útil de 1 a 3 meses.

La normativa (NTE INEN 2825, 2025), se utilizó como base para asegurar que la mermelada desarrollada cumpla con los requisitos técnicos, fisicoquímicos y de calidad exigidos para este tipo de productos, garantizando su inocuidad y viabilidad agroindustrial.

1.2.3 Materias Primas

1.2.3.1 Ruibarbo

El ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*) es una especie herbácea perenne de la familia Polygonaceae. Aunque sus hojas no son aptas para el consumo por su contenido de ácido oxálico, los pecíolos se emplean en distintas preparaciones alimentarias debido a su sabor ácido y a su interés tecnológico (Bailón, 2023).

Desde el punto de vista nutricional, el ruibarbo contiene fibra dietética, compuestos fenólicos y diversos antioxidantes que contribuyen a su valor funcional. Estas características lo convierten en una materia prima interesante para el desarrollo de productos procesados, especialmente en la elaboración de compotas, conservas y mermeladas (Bailón, 2023).

1.2.3.2 Composición química del Ruibarbo

La composición química del ruibarbo es fundamental para comprender su comportamiento durante los procesos de transformación agroindustrial, especialmente en la elaboración de productos como mermeladas y conservas. Su acidez característica y su capacidad de interacción con otros ingredientes dependen de sus componentes principales, entre los que destacan el elevado contenido de agua y la presencia de ácidos orgánicos. Estos elementos influyen

directamente en parámetros tecnológicos como el pH, la gelificación y la estabilidad del producto final. La tabla 1 presenta la composición química del ruibarbo, detallando los principales componentes que determinan sus propiedades fisicoquímicas y su potencial de aplicación en la industria alimentaria.

Tabla 1

Composición química del ruibarbo

Componentes	Valor
Agua	91,2 – 96,1 %
Solidos totales	4 – 8,48 %
Solidos solubles	2,1 – 3 %
Ceniza	0,62 – 1,23 %
Carotenos	1,3 ug/100g
Taninos	0,058 – 0,110 mg/100g
Ácido málico	0,73 – 2,15 mg/100g
Ácido cítrico	0,07 – 0,18 g/ 100g
Ácido oxálico	0,124 – 1,360 g/100g
Ácido acético	0,02 – 0,16 g/100g
Ácido fumárico	0,01 – 0,10 g/ 100g
Ácido succínico	0,02 g/100g
pH	3,01 – 3,59

Fuente: (Granado, Torrenegra, Miladys, & Díaz, 2016)

1.2.3.3 Propiedades Nutricionales del Ruibarbo

El ruibarbo es una planta reconocida por su perfil nutricional y su característico sabor ácido. Aunque presenta un alto contenido de agua, lo que lo convierte en un alimento bajo en calorías, aporta nutrientes importantes como carbohidratos, fibra dietética y minerales que contribuyen a la función digestiva y metabólica. Su composición por cada 100 gramos evidencia un aporte moderado de carbohidratos y bajo contenido energético, aspectos que refuerzan su valor alimentario. La tabla 2 presenta la composición nutricional del ruibarbo por cada 100 gramos, permitiendo identificar los principales nutrientes que sustentan su aplicación en productos agroindustriales como la mermelada desarrollada en esta investigación.

Tabla 2
Contenido nutricional del Ruibarbo

Nutrientes	Por cada 100g de ruibarbo
Carbohidratos	4.5 g
Azúcar	1.10 mg
Fibra	1.8 g
Sodio	4 mg
Agua	93.61 g
Proteína	0.09 g
Energía	1 kcal

Fuente: Adaptado de (USDA Department of Agriculture, 2022) Citado en (Pueta, 2023).

1.2.3.4 Vitaminas del Ruibarbo

La vitamina A es necesaria para muchos procesos en el cuerpo, especialmente para mantener la salud ocular. Como forma parte de los pigmentos necesarios para la retina, este nutriente ayuda a mantener una visión adecuada, especialmente en condiciones de poca luz. La vitamina A también contribuye al desarrollo celular y mantiene tejidos como la piel y las mucosas. Además, fortalece el sistema inmunológico, mejorando la capacidad del cuerpo para combatir infecciones. El hígado almacena vitamina A, la cual es necesaria para un crecimiento y reproducción adecuados (Pueta, 2023) .

La vitamina C es esencial para la reparación de tejidos, la salud de la piel y la cicatrización de heridas, ya que participa activamente en la síntesis de colágeno. Además, fortalece el sistema inmunológico y protege al cuerpo frente a infecciones. Al ser un antioxidante, combate los radicales libres que pueden dañar las células, ayudando a prevenir el envejecimiento prematuro y enfermedades crónicas, como las cardiovasculares. La vitamina C también contribuye a prevenir la anemia al mejorar la absorción de hierro por parte del cuerpo (Romero, Penié, Garcell, & Sánchez, 2022) .

El ruibarbo aporta vitaminas esenciales como la vitamina K (29,3 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), fundamental para la coagulación sanguínea y la salud ósea; la vitamina A (102 UI/100 g), importante para la visión y el sistema inmunológico; y la vitamina C (8,0 mg/100 g), que actúa como antioxidante y favorece la síntesis de colágeno. Además, contiene vitamina B9 o ácido fólico (7 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), necesaria para el crecimiento celular y la prevención de defectos congénitos durante el

embarazo. Estos valores, presentados en la tabla 3, respaldan el aporte nutricional del ruibarbo y su relevancia en aplicaciones agroindustriales.

Tabla 3

Vitaminas por cada 100 g de ruibarbo

Vitamina	Por cada 100g de ruibarbo
Vitamina A	102 IU
Vitamina C	8.0 mg
Vitamina K	29,3 µg
Vitamina B-9	7 µg

Fuente: Adaptado de (Hermida, Yacelga, Machado, Mazón, & Pérez, 2018).

1.2.4 Uvilla

Según el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP), en Ecuador existen aproximadamente 300 hectáreas de cultivo de uvilla. Del total, el 40 % se localiza en la provincia de Carchi, el 28 % en Imbabura, el 6 % en Pichincha y el 26 % en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo (MPCEIP, 2020).

La uvilla (*Physalis peruviana*) es una fruta originaria de la región andina que destaca por su contenido de vitamina C, compuestos antioxidantes y propiedades nutricionales favorables. Estas características la convierten en una

materia prima atractiva para su incorporación en productos procesados como jugos, salsas y mermeladas (Guevara & Suero, 2021).

Nutricionalmente, la uvilla aporta vitamina C, fibra dietética y compuestos antioxidantes, elementos asociados con beneficios funcionales y con su potencial de aprovechamiento alimentario (Quelal & Fernando, 2021).

1.2.4.1 Contenido Nutricional de la Uvilla

En cuanto a su aporte vitamínico, la uvilla contiene vitamina A, relevante para la salud visual y el sistema inmunológico; vitaminas del complejo B, esenciales para el metabolismo energético; y vitamina C, reconocida por su acción antioxidante y su participación en la síntesis de colágeno (Guevara & Suero, 2021). La tabla 4 presenta la composición nutricional de la uvilla por cada 100 gramos de porción comestible, detallando los principales componentes que respaldan su valor alimentario y su potencial aplicación en el desarrollo de productos agroindustriales como la mermelada objeto de esta investigación.

Tabla 4

Contenido Nutricional de la Uvilla

Componentes	Contenido de 100g de la parte comestible
Energía	73.00 Kcal
Agua	78.90 g
Carbohidratos	19.60 g
Grasas	0.16 g
Proteínas	0.054 g
Fibra	4.90 g
Cenizas	1.01 g
Calcio	8.00 mg
Fósforo	55.30 mg
Hierro	1.23 mg
Vitamina A	1460.00 U.I.*
Tiamina	0.101 mg
(Vitamina B1)	
Riboflavina	0.032 mg
(Vitamina B2)	
Niacina	1.730 mg
(Vitamina B3)	
Ácido ascórbico	43.00 mg

Fuente: Unidades internacionales adaptado de Morton, 1987 citado en
(Villacís, 2014)

1.2.5 Tuna

En el caso de la fruta andina considerada en esta investigación, el contexto productivo nacional evidencia la disponibilidad de cultivos en varias provincias del país, lo que respalda su interés agroindustrial.

La madurez fisiológica corresponde al momento en que el fruto acumula la mayor parte de las reservas. El conocimiento de los estadios de madurez es importante para planificar la cosecha siendo el contenido de azúcares un indicador de madurez. (Castro, Paredes, & Muñoz, 2009).

La tuna es el fruto de *Opuntia ficus-indica* y se reconoce por su diversidad de colores de pulpa y por sus atributos sensoriales y nutricionales. Su aprovechamiento en alimentos procesados responde tanto a su aceptación como a su composición funcional (Mayorga, 2023).

1.2.5.1 Contenido Nutricional de la Tuna

La tuna es un fruto considerado una excelente opción para quienes buscan mantenerse saludables de manera natural. Al ser baja en calorías y contener un alto porcentaje de agua, resulta ideal para contribuir a la hidratación, especialmente en climas cálidos o durante la actividad física. Esta combinación la convierte en una alternativa adecuada para el control de la ingesta calórica sin descuidar el aporte de nutrientes esenciales (García, y otros, 2024).

Asimismo, la tuna constituye una fuente importante de fibra dietética, favoreciendo el tránsito intestinal y ayudando a prevenir el estreñimiento.

Además, proporciona una sensación de saciedad prolongada, lo que contribuye al control saludable del peso corporal.

En cuanto a su aporte nutricional, destaca por su contenido de vitaminas y minerales. Es especialmente rica en vitamina C, reconocida por su acción antioxidante y su papel en el fortalecimiento del sistema inmunológico. También aporta vitamina A, fundamental para la salud visual y el mantenimiento de los tejidos, así como vitaminas del complejo B, esenciales para el metabolismo energético y el correcto funcionamiento del sistema nervioso (Mayorga, 2023).

Respecto a los minerales, la tuna contiene calcio, que favorece la salud ósea; magnesio, importante para la función muscular y nerviosa; potasio, que contribuye a la regulación de la presión arterial; y fósforo, relevante en el metabolismo energético y en la formación de estructuras óseas (Modenesi, 2024). La tabla 5 presenta la composición nutricional de la tuna por cada 100 gramos de porción comestible, detallando los valores cuantitativos que respaldan su importancia alimentaria y su aplicación en productos agroindustriales como la mermelada desarrollada en la presente investigación.

Tabla 5

Contenido Nutricional de la Tuna (por 100 g de porción comestible)

Nutriente	Cantidad
Energía	41 kcal
Agua	87 g
Carbohidratos	9.6 g
Fibra	3.6 g
Proteínas	0.9 g
Grasas	0.5 g
Vitamina C	20 mg
Vitamina A	58 UI
Calcio	56 mg
Magnesio	85 mg
Potasio	220 mg
Fósforo	24 mg

Fuente: (García, y otros, 2024)

1.3. Fundamentación Legal

1.3.1. NTE INEN 2825; 2025

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2825, 2025), las mermeladas deben presentar un contenido mínimo de sólidos solubles cercano a 65 brix para garantizar su estabilidad y calidad (NTE INEN 2825, 2025)., En la tabla 6 se detallan los requisitos técnicos establecidos por esta normativa, incluyendo los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que

deben cumplirse para garantizar la calidad, inocuidad y estabilidad del producto final.

Tabla 6

Requisitos de la mermelada de fruta

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	MÍN.	MÁX.	MÉTODO DE ENSAYO
Sólidos solubles (a 20°C)	brix	65	—	INEN 380
pH	—	2.8	3.5	INEN 389
Ácido ascórbico	mg/kg	—	500	INEN 384
Dióxido de azufre	mg/kg	—	100	*
Benzoato sódico, sorbato potásico, solo o combinados	mg/kg	—	1000	*
Mohos	—	—	30 campos positivos	INEN 386
Cenizas	%	—	—	INEN 401

Fuente: Adaptado de (NTE INEN 2825, 2025)

1.3.2. Norma del Codex 296 para Confituras, Jaleas y Mermeladas.

La Norma del Codex 296 para las Confituras, Jaleas y Mermeladas establece pautas que aseguran la calidad y seguridad de las mermeladas y productos similares destinados al consumo. Según esta norma, la mermelada se obtiene al cocinar frutas enteras, en trozos o trituradas junto con ingredientes que aportan dulzura, como el azúcar. El producto final debe presentar una

consistencia semilíquida o espesa. Las frutas utilizadas deben ser aptas para el consumo y pueden ser frescas, congeladas o conservadas (2009).

La normativa establece que la mermelada debe contener un mínimo aproximado del 45 % de fruta, porcentaje que puede variar según la materia prima utilizada. Asimismo, el producto debe alcanzar una concentración mínima de 65 brix a 20 °C, correspondiente a los sólidos solubles totales, principalmente azúcares. Este nivel es esencial para asegurar una adecuada gelificación y estabilidad microbiológica. Además, contribuye a la conservación y a la textura característica del producto. Dichos parámetros deben cumplir lo establecido en la (NTE INEN 2825, 2025)

Respecto a los aditivos, la norma permite el uso de ciertos conservantes y reguladores de acidez dentro de límites específicos. Por ejemplo, se pueden emplear benzoatos y sorbatos hasta 1000 mg/kg para prolongar la vida útil del producto. También se aceptan colorantes naturales, como caramelo y curcumina, siempre que se respeten las cantidades establecidas.

Finalmente, el etiquetado debe ser claro y preciso. La etiqueta debe indicar el tipo de fruta utilizada, el contenido de fruta y azúcar, así como el peso neto, de modo que el consumidor tenga toda la información necesaria sobre el producto. Esto asegura que las mermeladas cumplan con los estándares de calidad y transparencia (Codex Stan 296, 2009).

1.4. Síntesis del capítulo

El capítulo I reunió los fundamentos teóricos que respaldan el desarrollo de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla. En esta sección se revisaron antecedentes vinculados con el aprovechamiento agroindustrial de materias primas no convencionales y con la elaboración de productos de valor agregado.

Posteriormente, se analizó la fundamentación conceptual de la mermelada, destacando los principios tecnológicos que intervienen en su elaboración, tales como la gelificación, la interacción entre pectina, azúcar y ácido, así como la importancia de parámetros fisicoquímicos como el pH, los sólidos solubles (brix) y la viscosidad. Estos elementos resultan determinantes para garantizar la estabilidad, textura y calidad del producto final.

Respecto de las materias primas, se describieron las principales características del ruibarbo, la uvilla y la tuna. Se estableció que el ruibarbo aporta acidez, la uvilla compuestos antioxidantes y vitamina C, y la tuna fibra, minerales y dulzor natural, lo que justifica técnica y nutricionalmente la formulación propuesta.

Finalmente, se estableció la fundamentación legal mediante el análisis de la (NTE INEN 2825, 2025) y la (Codex Stan 296, 2009), para Confituras, Jaleas y Mermeladas, las cuales determinan los requisitos fisicoquímicos, microbiológicos y de etiquetado que deben cumplir estos productos. Estas normativas sirvieron como marco de referencia para el desarrollo experimental,

asegurando que la mermelada elaborada se ajuste a los estándares de calidad e inocuidad vigentes.

En conjunto, este capítulo aportó el sustento científico, técnico y legal necesario para estructurar la fase metodológica y para interpretar los resultados obtenidos posteriormente.

CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Diseño experimental

La investigación se desarrolló bajo un diseño factorial 2×2 , con el propósito de evaluar la influencia de dos factores sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la mermelada elaborada a base de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla.

Los factores evaluados fueron:

- Factor A: Porcentaje de ruibarbo (45% y 25%).
- Factor B: Concentración de pectina (1% y 2%).

Cada combinación de factores generó un total de cuatro tratamientos, con dos repeticiones por tratamiento, obteniéndose un total de ocho unidades experimentales.

Las variables de respuesta analizadas fueron:

- Sólidos solubles (brix)
- Evaluación sensorial (color, sabor, textura y olor)
- Untabilidad

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico mediante ANOVA factorial, y en los casos donde se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para la separación de medias.

En el diseño experimental se establecieron cuatro tratamientos derivados de la combinación de los niveles de los factores evaluados: porcentaje de ruibarbo y concentración de pectina. Durante el desarrollo del experimento se mantuvieron constantes otros componentes de la formulación, específicamente el porcentaje de azúcar (45 %) y los aditivos utilizados (ácido cítrico, benzoato de sodio y ácido ascórbico), con el propósito de aislar el efecto de los factores experimentales sobre las variables de respuesta. En este contexto, el tratamiento 1 se formuló con 45 % de ruibarbo y 1 % de pectina, mientras que el tratamiento 2 incluyó 45 % de ruibarbo y 2 % de pectina. Por su parte, el tratamiento 3 se elaboró con 25 % de ruibarbo y 1 % de pectina, y el tratamiento 4 con 25 % de ruibarbo y 2 % de pectina. Esta estructura experimental permitió evaluar comparativamente la influencia de los niveles de ruibarbo y pectina sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la mermelada.

Los factores y variables consideradas en el diseño experimental se presentan de manera estructurada en la tabla 7, donde se detallan los niveles de cada factor y las variables de respuesta evaluadas en el estudio.

Tabla 7

Factores y variables evaluadas en el diseño experimental

Variables de Diseño	Niveles	Variables de Respuesta
Concentración de pectina	1%, 2 %	Viscosidad, Consistencia
Porcentaje de ruibarbo	45%, 25 %	Sensorial: Color, sabor, textura, olor.

Nota: Elaboración propia

En la tabla 8 se presenta el esquema del experimento, donde se detallan las combinaciones de los factores evaluados, la identificación de cada tratamiento (T1–T4), el tamaño de la unidad experimental (TUE) y el número de repeticiones realizadas para cada formulación.

Tabla 8

Esquema de tratamientos del diseño experimental

% de ruibarbo y pectina.	Tratamiento	TUE*	Repeticiones
45% de ruibarbo y 1% de pectina	T1	285g	1
45% de ruibarbo y 2% de pectina	T2	285g	1
25% de ruibarbo y 1% de pectina	T3	285g	1
25% de ruibarbo y 2% de pectina	T4	285g	1

Nota: TUE: Tamaño de la unidad experimental. Elaboración propia.

2.2 Formulaciones

Una vez establecido el diseño experimental factorial 2×2 , se procedió a la elaboración de las formulaciones correspondientes, variando los porcentajes de pectina y ruibarbo de acuerdo con los niveles definidos en el experimento. Estas combinaciones permitieron evaluar la influencia de ambos factores sobre las variables de respuesta, principalmente la viscosidad y las características

sensoriales del producto final. En la tabla 9 se presenta las formulaciones correspondientes a los cuatro tratamientos experimentales, detallando los porcentajes de cada componente utilizado en la mezcla, lo que permitió estructurar de manera organizada la distribución de los factores evaluados. De esta forma, se garantizó coherencia entre el diseño experimental planteado y la ejecución práctica de las formulaciones desarrolladas.

En la tabla 9 se puede observar la composición porcentual correspondiente a cada tratamiento experimental, donde se detallan las variaciones en el porcentaje de ruibarbo y concentración de pectina, manteniéndose constantes los demás componentes de la formulación.

Tabla 9

Composición porcentual de las formulaciones experimentales del diseño factorial 2x2

COMPONENTE S	TRATAMIENTO 1 %	TRATAMIENTO 2 %	TRATAMIENTO 3 %	TRATAMIENTO 4 %
RUIBARBO	45	45	25	25
PULPA UVILLA	5	4	17	17
PULPA TUNA	4	3	12	12
AZÚCAR	44,68	43,68	44,68	43,68
PECTINA	1	2	1	2
ACIDO CITRICO	0,2	0,2	0,2	0,2
BENZOATO DE SODIO	0,1	0,1	0,1	0,1
ACIDO ASCORBICO	0,02	0,02	0,02	0,02
TOTAL	100	100	100	100

Nota: Elaboración propia

2.3 Selección de materia prima

2.3.1 Ruibarbo

Para la elaboración de la mermelada se seleccionó ruibarbo en estado óptimo de madurez, considerando tallos con longitudes entre 30 y 45 cm y coloración que variaba desde verde claro hasta rojo intenso, priorizando frescura, firmeza y ausencia de daños mecánicos o signos de deterioro.

En la evaluación visual, se seleccionaron tallos en estado óptimo de madurez, considerando características como uniformidad de color, firmeza, frescura y ausencia de daños físicos o microbiológicos. Los tallos presentaron una coloración entre verde claro y rojo intenso, textura firme al tacto, superficie lisa y ausencia de magulladuras, deshidratación o signos de deterioro.

2.3.2 Uvilla

Para la elaboración de la mermelada se utilizó una mezcla de uvilla, ruibarbo y pulpa de tuna, seleccionadas por su sabor, color y valor nutricional. Antes de iniciar la formulación, se realizaron análisis fisicoquímicos básicos con el fin de garantizar la calidad de las frutas utilizadas. El contenido de sólidos solubles fue de 15 brix, medido con refractómetro, mientras que el pH fue de 3.2, determinado mediante potenciómetro. Estos valores resultaron fundamentales para ajustar la formulación y lograr un equilibrio adecuado entre dulzura, acidez y textura en el producto final.

La determinación de la madurez de la uvilla se realizó principalmente a través de la evaluación de su color y características fisiológicas, parámetros que

se confirmaron mediante la medición de sólidos solubles totales y acidez titulable. En la figura 1 se identificaron los cambios de color asociados a los grados de madurez, de acuerdo con Berbón (2021).

Para la elaboración de la mermelada se seleccionaron frutos de uvilla (*Physalis peruviana*) con un grado de madurez comprendido entre 4 y 6, según la escala técnica propuesta por el INIAP (2018). Este rango correspondió a frutos con una coloración entre amarillo intenso y anaranjado, adecuada firmeza y desprendimiento fácil del cáliz, características que reflejaron un contenido óptimo de azúcares y compuestos bioactivos. Esta selección aseguró una materia prima de alta calidad, contribuyendo a mejorar tanto el perfil sensorial como la estabilidad del producto final.

La figura 1 presenta el grado de madurez de la uvilla (*Physalis peruviana* L.), utilizado como criterio inicial para la selección de la materia prima, debido a su influencia directa en la calidad fisicoquímica y sensorial de la mermelada. Se utilizaron frutos en grados de madurez 4 a 6, los cuales mostraron un equilibrio adecuado entre sólidos solubles totales, acidez titulable y contenido de azúcares reductores, favoreciendo así el desarrollo de un producto con características organolépticas óptimas.

Figura 1*Índice de madurez de la uvilla**Nota:* (Berbón, 2021).

2.3.3 Tuna

En la elaboración de la mermelada se utilizó una combinación de pulpa de tuna (*Opuntia ficus-indica*), pulpa de uvilla (*Physalis peruviana* L.) y ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*) como materias primas principales. Con el fin de garantizar la calidad del producto final, se realizó una evaluación inicial de parámetros fisicoquímicos como el contenido de sólidos solubles y el pH, empleando un refractómetro y un potenciómetro, respectivamente. Estos análisis permitieron verificar las condiciones adecuadas de las materias primas para su incorporación en la formulación.

En el caso específico de la tuna, se seleccionaron frutos en grados de madurez 4, 5 y 6, caracterizados por presentar coloraciones rojizas asociadas a un mayor nivel de maduración. La selección de estos estados fisiológicos tuvo como finalidad aportar dulzor natural y mejorar las características sensoriales del producto final. De igual manera, la uvilla fue seleccionada considerando su

estado óptimo de madurez, firmeza, color característico y ausencia de defectos físicos, asegurando su calidad para el proceso de elaboración.

La figura 2 presenta los grados de madurez considerados para la tuna y las características de calidad evaluadas en las materias primas utilizadas en la investigación.

Figura 2

Índice de madurez de la Tuna



Nota: (Castro, Paredes, & Muñoz, 2009).

2.4 Proceso para la elaboración de mermelada

Recepción de MP: Se recepcióno los tallos de ruibarbo en fundas ziploc, verificando previamente la integridad del empaque y las condiciones higiénico-sanitarias del producto. Durante esta etapa se realizó una inspección visual para identificar la posible presencia de agentes contaminantes físicos, químicos o biológicos, así como daños mecánicos o signos de deterioro. Adicionalmente, se controlaron parámetros básicos de calidad como color, firmeza y estado general de los tallos, con el fin de asegurar el cumplimiento de los criterios de inocuidad y calidad establecidos antes de su ingreso al proceso de elaboración.

Se recibieron las tunas y las uvillas en gavetas, verificando la integridad de los recipientes y las condiciones higiénico-sanitarias de los frutos al momento del ingreso. Durante esta etapa se realizó una inspección visual para descartar la presencia de agentes contaminantes físicos, químicos o biológicos, así como daños mecánicos, sobre madurez o signos de deterioro.

Adicionalmente, se evaluaron características de calidad como coloración, firmeza y grado de madurez, asegurando que las tunas se encontraran entre los grados 4 a 6 y que las uvillas cumplieran con los parámetros establecidos para el proceso. Este control inicial permitió garantizar la inocuidad y la calidad de la materia prima antes de su incorporación a la elaboración de la mermelada.

Lavado: Los tallos de ruibarbo fueron sometidos a una etapa de lavado mediante inmersión en recipientes con agua potable durante 5 minutos, sin adición de agentes desinfectantes, con el objetivo de remover suciedad superficial, residuos orgánicos y posibles contaminantes físicos adheridos a la materia prima. Posteriormente, las tunas y las uvillas recibieron el mismo tratamiento bajo las mismas condiciones de operación, garantizando uniformidad en el proceso de limpieza previo a su procesamiento. Este procedimiento permitió mejorar las condiciones higiénicas de las materias primas y reducir la presencia de impurezas visibles, contribuyendo al mantenimiento de la calidad sanitaria durante la elaboración de la mermelada.

Pelado: El pelado de los tallos de ruibarbo se realizó de forma manual utilizando cuchillos de acero inoxidable previamente desinfectados, con el fin de retirar la capa externa verde y fibrosa, obteniendo únicamente la parte carnosa del tallo destinada a la elaboración de la mermelada. Este procedimiento

permitió mejorar la textura y homogeneidad del producto final, además de eliminar posibles impurezas superficiales. De igual manera, las tunas fueron sometidas a un proceso de pelado manual para retirar la cáscara externa, asegurando la obtención de la pulpa comestible y reduciendo la presencia de compuestos no deseados que pudieran afectar las características sensoriales y la calidad del producto elaborado.

Picado: Posterior al lavado y pelado, los tallos de ruibarbo fueron sometidos a un proceso de reducción de tamaño mediante corte tipo *tibits*. Para esta operación se utilizaron utensilios de acero inoxidable previamente lavados con agua potable, sin aplicación de agentes químicos desinfectantes, con el fin de garantizar condiciones adecuadas de higiene durante el procesamiento. El corte permitió obtener fragmentos de tamaño uniforme, favoreciendo la estandarización de la materia prima. Este tratamiento incrementó el área superficial del producto, mejorando la transferencia de calor durante la cocción y contribuyendo a obtener una textura más homogénea en la mermelada final.

Despulpado: Una vez obtenidas las tunas peladas, se sometieron a un proceso de despulpado con el objetivo de separar la pulpa comestible de semillas y estructuras fibrosas, obteniendo una matriz homogénea destinada a la elaboración de la mermelada. Posteriormente, el equipo de despulpado fue lavado y sanitizado conforme a las condiciones higiénico-sanitarias del proceso, evitando la contaminación cruzada entre materias primas. Finalizada la limpieza, las uvillas fueron procesadas bajo el mismo procedimiento para la obtención de su respectiva pulpa, asegurando uniformidad en la textura y calidad del producto base.

Mezclado: Previo al inicio de la etapa de mezclado se realizaron análisis fisicoquímicos individuales de las materias primas, registrándose los siguientes valores: ruibarbo (3,8 brix; pH 3,50), uvilla (15 brix; pH 3,20) y tuna (23 brix; pH 6,4). Con base en estos resultados se procedió a la formulación de la mezcla, incorporando las tres pulpas y adicionando 780 g de azúcar como agente edulcorante y regulador de sólidos solubles. Posteriormente, se efectuó un nuevo control analítico de la mezcla total, obteniéndose valores de 45 brix y pH 3,60, parámetros adecuados para el proceso de cocción de mermeladas. Con el fin de optimizar la estabilidad y acidez del sistema, se añadieron 2 g de ácido cítrico como regulador de pH, así como 0,005 g de benzoato de sodio y 0,005 g de ácido ascórbico, utilizados como agentes conservantes y antioxidantes, respectivamente, contribuyendo a la estabilidad microbiológica y a la preservación de las características sensoriales del producto final.

Concentración: Una vez finalizada la etapa de mezclado y la incorporación de todos los ingredientes de la formulación, se inició el proceso de concentración de la mermelada elaborada a base de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla. La concentración se llevó a cabo durante 30 minutos a una temperatura aproximada de 70 °C, realizando agitación constante para favorecer la evaporación controlada del agua y el incremento de sólidos solubles. Cada 10 minutos se tomaron muestras para la determinación de brix mediante refractómetro, registrándose un valor inicial de 45 brix y un incremento progresivo de aproximadamente 6 brix por intervalo, hasta alcanzar los 64 brix. Al llegar a este punto se adicionaron 19 g de pectina como agente gelificante, con el objetivo de mejorar la viscosidad y la consistencia del producto.

Previo al proceso de pasteurización, se efectuó la evaluación fisicoquímica final de la mermelada a una temperatura de referencia de 20 °C, obteniéndose valores de 63,2 brix, pH 3,30 y una consistencia de 7,5, parámetros que evidenciaron condiciones adecuadas para continuar con el tratamiento térmico y asegurar la estabilidad del producto terminado.

Pasteurizado: Una vez finalizada la etapa de concentración, la mermelada fue sometida a un proceso de pasteurización durante 5 minutos hasta alcanzar una temperatura de 80 °C, manteniendo agitación controlada para asegurar una distribución térmica uniforme. Este tratamiento térmico tuvo como objetivo la reducción de la carga microbiana presente, contribuyendo a la estabilidad microbiológica e inocuidad del producto. La aplicación adecuada de tiempo y temperatura permitió preservar las características fisicoquímicas y sensoriales de la mermelada, garantizando condiciones óptimas para su conservación posterior.

Envasado: Una vez liberado el producto conforme a los parámetros establecidos, se procedió a la etapa de envasado. Previamente, los frascos de vidrio fueron sometidos a un proceso de esterilización en marmita durante 15 minutos, con el fin de reducir la carga microbiana y asegurar condiciones higiénico-sanitarias adecuadas. Posteriormente, la mermelada fue envasada en caliente a una temperatura aproximada de 80 °C, favoreciendo la formación de vacío y contribuyendo a la estabilidad microbiológica del producto. El llenado se realizó con un peso estandarizado de 285 g por envase, garantizando uniformidad en la presentación final y cumplimiento de los criterios establecidos para el producto terminado.

Enfriamiento: Una vez concluido el envasado en caliente, los frascos fueron sometidos a un proceso de enfriamiento mediante inmersión en agua a una temperatura aproximada de 20 °C durante 15 minutos. Este tratamiento permitió disminuir gradualmente la temperatura del producto, favoreciendo la formación de vacío interno por contracción del aire residual y del contenido del envase. La generación de vacío contribuyó a evitar el ingreso de oxígeno y a reducir el riesgo de contaminación microbiológica posterior, mejorando así la estabilidad y vida útil de la mermelada. Además, el enfriamiento controlado ayudó a preservar la textura y las características fisicoquímicas del producto final.

Etiquetado y codificado: Una vez finalizadas las etapas de procesamiento y enfriamiento, se procedió al etiquetado y codificado de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla. En esta fase se colocaron las etiquetas correspondientes, incluyendo información del producto, lote y fecha de elaboración, con el fin de asegurar la trazabilidad y el cumplimiento de los requisitos de rotulado. El codificado permitió identificar cada unidad producida, facilitando el control de calidad, almacenamiento y seguimiento dentro de la cadena productiva.

Paletizado y embalado: Posterior a la etapa de etiquetado y codificado, los frascos de mermelada fueron organizados en unidades de embalaje secundario, asegurando una adecuada protección física durante el manejo y transporte. Los envases fueron dispuestos sobre pallets en forma ordenada y estable, aplicando criterios de distribución de carga para evitar daños mecánicos y garantizar la integridad del producto. Esta etapa permitió optimizar las

condiciones de almacenamiento, facilitar la logística interna y mantener la trazabilidad del lote dentro de la cadena de distribución.

Almacenamiento: Posterior al proceso de paletizado y embalado, el producto terminado fue trasladado al área de almacenamiento bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa, con el fin de preservar la estabilidad fisicoquímica y microbiológica de la mermelada. Los pallets fueron ubicados sobre superficies limpias y elevadas del suelo, manteniendo una adecuada ventilación y separación entre lotes para facilitar la trazabilidad y el control sanitario. Esta etapa permitió garantizar la conservación de las características sensoriales del producto y asegurar su calidad hasta el momento de la distribución.

2.4.1 Equipos utilizados en el desarrollo de la mermelada

Los equipos empleados durante el proceso de elaboración de la mermelada se presentan en la tabla 10, donde se describe su función dentro de cada etapa del procedimiento.

Tabla 10

Equipos utilizados en el proceso de elaboración de la mermelada

Equipo	Uso	Imagen
Marmita	• La marmita se utilizó para realizar la cocción de la mezcla de frutas, azúcar y pectina, permitiendo la integración homogénea de los ingredientes. • Se empleó para favorecer la evaporación del agua presente en la formulación, logrando así la concentración necesaria para obtener la consistencia adecuada de la mermelada.	

Picadora de frutas	• Se utilizó una picadora industrial para realizar el picado de los tallos de ruibarbo. Durante este proceso, se obtuvieron cortes en forma de tibits.	
Refractómetro	• Se utilizó el refractómetro para medir y controlar los grados Brix durante la elaboración de la mermelada. Esto permitió asegurar la concentración adecuada de azúcares y la consistencia final del producto.	

Potenciómetro	Se utilizó el pH-metro para medir y controlar el nivel de acidez de la mermelada durante el proceso de elaboración. Este equipo permitió verificar que el pH se mantuviera dentro del rango adecuado, favoreciendo la correcta gelificación de la pectina y garantizando la estabilidad e inocuidad del producto final.	
Balanza	Se utilizó la balanza para controlar el peso del producto durante el proceso de envasado.	
Consistómetro	Se utilizó un consistómetro para evaluar la consistencia y la untabilidad de la mermelada como parámetro de calidad textural.	

Termómetro	• Durante la etapa de envasado se utilizó un termómetro para monitorear y controlar la temperatura de la mermelada, asegurando que el producto se mantuviera dentro de los parámetros térmicos establecidos para su adecuado llenado y conservación.	
Frasco y tapa	• Para el almacenamiento del producto se utilizaron frascos de vidrio con tapas herméticas, seleccionados con el fin de garantizar un cierre adecuado, preservar la calidad del producto y favorecer su conservación durante el período de almacenamiento.	
Tanque enfriamiento	• Posteriormente, los envases fueron sometidos a enfriamiento en tanques metálicos mediante choque térmico, con el fin de reducir rápidamente la temperatura del producto, favorecer la formación de vacío interno y contribuir a la conservación y estabilidad del producto final.	

Nota: Elaboración propia

2.5 Diagrama de flujo

Una vez recepcionadas las tres materias primas, se elaboraron subdiagramas de flujo específicos para cada una, con el fin de representar las etapas de acondicionamiento previas al proceso general de elaboración de la mermelada.

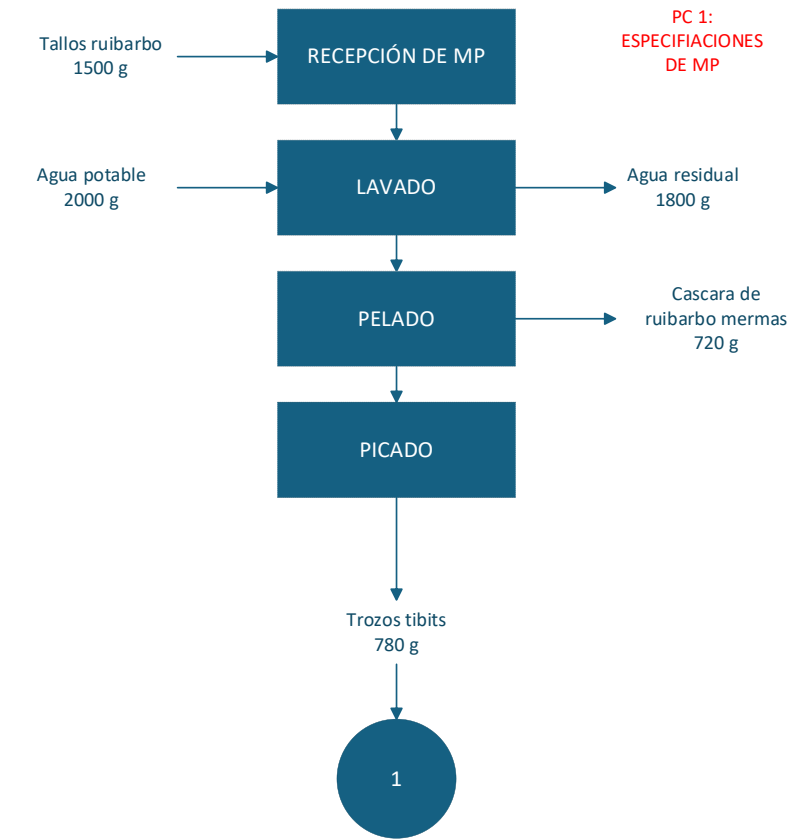
En el caso del ruibarbo, se incluyeron las operaciones de lavado, pelado y picado. Para la tuna, se consideraron las etapas de lavado, pelado y despulpado. En cuanto a la uvilla, se incorporaron las operaciones de lavado y despulpado. Estos subdiagramas permitieron representar de manera secuencial las actividades aplicadas a cada materia prima antes de su integración en la formulación.

Los subdiagramas fueron elaborados mediante el programa Microsoft Visio, herramienta que permitió estructurar gráficamente cada etapa del proceso. En las Figuras 3, 4 y 5 se presentan los subdiagramas correspondientes al acondicionamiento del ruibarbo, la tuna y la uvilla, respectivamente.

Posteriormente, se desarrolló el diagrama de flujo general del proceso productivo, integrando de forma secuencial todas las etapas de elaboración de la mermelada. Este incluyó las fases de mezclado, concentración, pasteurización, envasado, enfriamiento, etiquetado, paletizado y almacenamiento. En la Figura 6 se presenta el diagrama de flujo general del proceso.

Figura 3

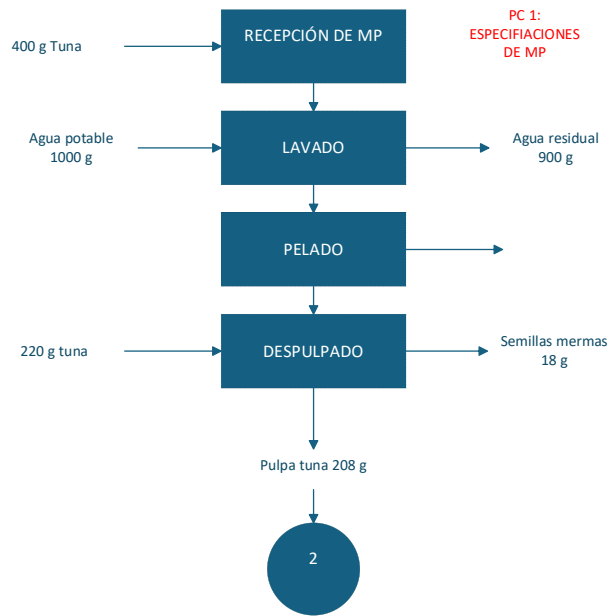
Subdiagrama de flujo del acondicionamiento del ruibarbo.



Nota: Elaboración propia

Figura 4

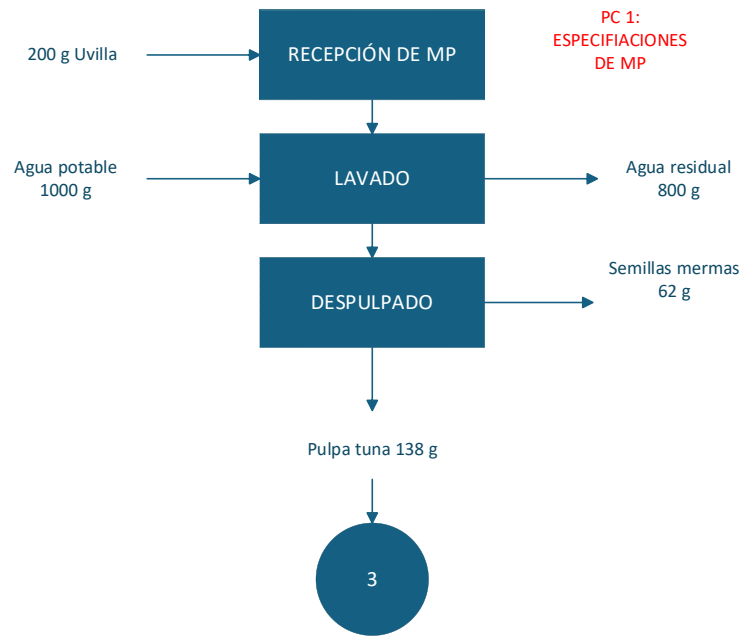
Subdiagrama de flujo del acondicionamiento de la tuna.



Nota: Elaboración propia

Figura 5

Subdiagrama de flujo del acondicionamiento de la uvilla.



Nota: Elaboración propia

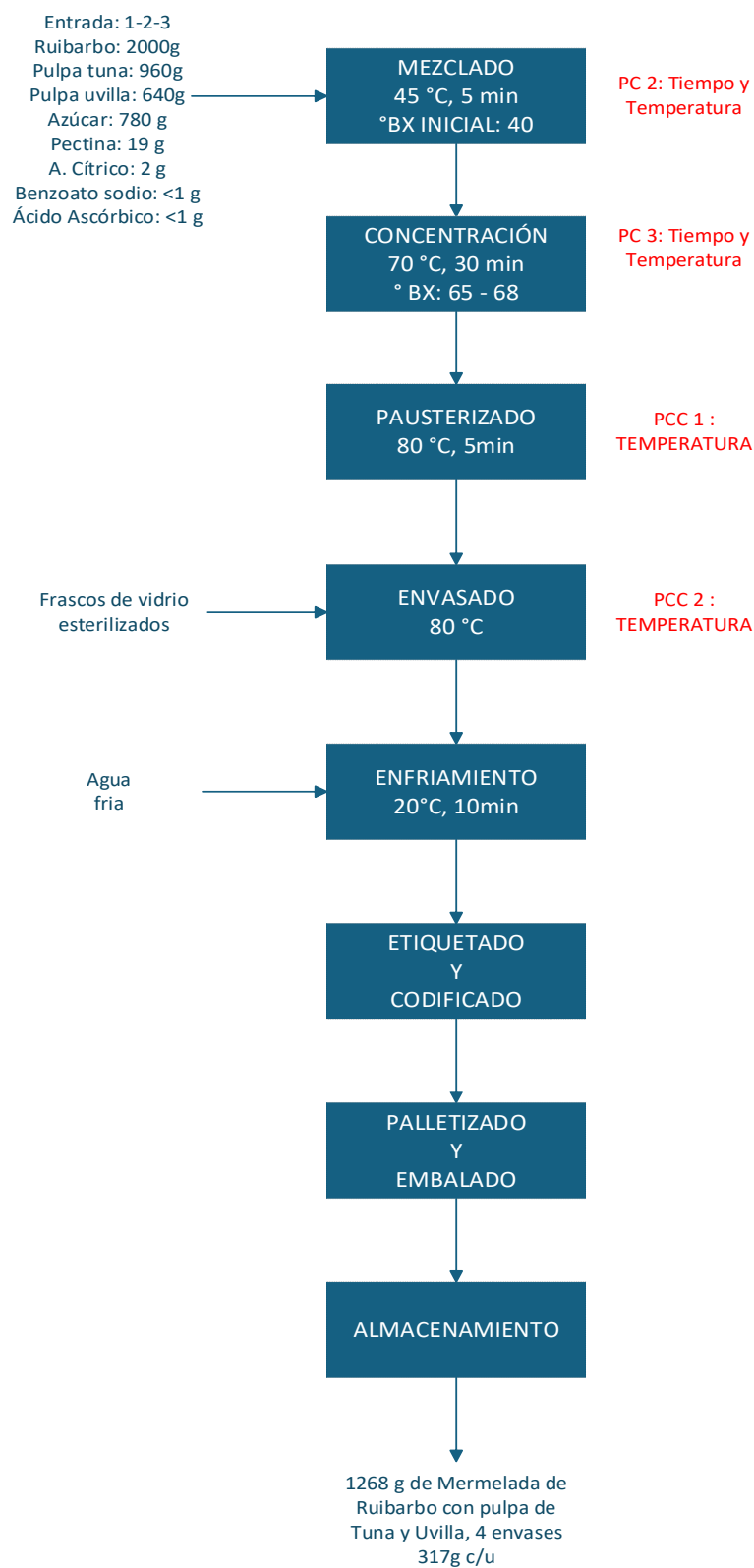
Una vez elaborados los subdiagramas correspondientes al acondicionamiento de cada materia prima, se desarrolló el diagrama de flujo general del proceso productivo. En este se integraron de manera secuencial las operaciones numeradas provenientes de cada subdiagrama, permitiendo visualizar de forma estructurada la continuidad del proceso.

El diagrama general incluyó las etapas de mezclado, concentración, pasteurización, envasado en caliente, enfriamiento, etiquetado, paletizado y almacenamiento. Durante la etapa de enfriamiento, los envases fueron sometidos a inmersión en agua a una temperatura aproximada de 20 °C durante 15 minutos, con el fin de disminuir gradualmente la temperatura del producto y favorecer la formación de vacío interno.

En la figura 6 se presenta el diagrama de flujo general del proceso, donde se detallan las operaciones integradas y su secuencia dentro del sistema productivo.

Figura 6

Diagrama de flujo general del proceso de elaboración de la mermelada.



Nota: Elaboración propia

2.6 Determinación de rendimiento

El rendimiento del proceso se determinó mediante el registro del peso inicial y final en cada etapa de elaboración de la mermelada. Para ello, se utilizó una balanza digital previamente calibrada.

El porcentaje de rendimiento se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento (\%)} = (\text{Peso final} / \text{Peso inicial}) \times 100$$

Asimismo, la merma fue determinada como la diferencia entre el peso inicial y el peso final en cada operación.

El rendimiento del proceso fue determinado en cada una de las etapas de elaboración de la mermelada, considerando la relación entre el peso inicial y el peso final registrado. Como se observa en la tabla 11, la mayor pérdida de masa se presentó durante la etapa de obtención de pulpa y en la concentración, debido principalmente a la eliminación de residuos y a la evaporación de agua, respectivamente. En contraste, las etapas de pasteurización y envasado no presentaron variaciones de peso, manteniendo un rendimiento del 100%.

2.7 Evaluación fisicoquímica

PH: El pH de la mermelada fue determinado mediante un potenciómetro previamente calibrado, siguiendo la metodología establecida en la norma INEN 2825 (2013). Las mediciones se realizaron en muestras colocadas en vasos de precipitación, registrando los valores una vez estabilizada la lectura. A partir de los cuatro tratamientos evaluados se obtuvo un pH promedio de 3,38, valor adecuado para la estabilidad del producto.

Brix: La concentración de sólidos solubles de la mermelada fue determinada mediante refractómetro, colocando una pequeña cantidad de muestra sobre el prisma del equipo y registrando el valor de brix correspondiente, conforme a la metodología establecida en la norma INEN 2825 (2013). Después de cada medición, el refractómetro fue limpiado para evitar interferencias entre muestras. A partir de los cuatro tratamientos evaluados se calculó el promedio de los resultados, obteniéndose un valor de 63,2 brix, indicativo de una adecuada concentración de azúcares y sólidos solubles en el producto final.

Consistómetro: La consistencia de la mermelada fue evaluada mediante un consistómetro, instrumento empleado para medir la viscosidad aparente y la resistencia al flujo de productos semisólidos, permitiendo caracterizar su textura y comportamiento reológico. Previo a su uso, el equipo fue calibrado mediante un nivel, asegurando su correcta horizontalidad y garantizando la precisión y reproducibilidad de las mediciones. La consistencia fue expresada en centímetros (cm), registrándose a partir de los cuatro tratamientos evaluados un valor promedio de 9 cm, lo que evidenció una adecuada estructura y untabilidad del producto final.

2.8 Análisis Sensorial

Se realizó un análisis sensorial de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla en una planta procesadora de alimentos, empleando un panel conformado por 9 personas. El objetivo fue evaluar de manera estructurada las características organolépticas del producto, tales como sabor, color, textura y

aroma, con el fin de determinar su nivel de aceptabilidad. La ficha de evaluación sensorial utilizada se presenta en el anexo 2.

- **Selección de los jueces:**

Se conformó un panel de 9 evaluadores no entrenados, seleccionados en función de su disponibilidad y capacidad para identificar atributos sensoriales básicos en productos alimenticios.

- **Diseño del análisis sensorial:**

Se elaboró una ficha de evaluación basada en una escala hedónica de 5 puntos, mediante la cual los evaluadores calificaron los atributos de sabor, olor, color, textura, untabilidad y apariencia general. Las muestras fueron presentadas de forma codificada y en orden aleatorio, bajo condiciones controladas de iluminación, temperatura ambiente y ausencia de ruidos, con el fin de minimizar sesgos externos.

- **Recopilación de datos:**

Cada evaluador realizó la valoración de los cuatro tratamientos de manera individual, registrando una puntuación para cada atributo sensorial en la ficha correspondiente.

2.9 Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos se aplicarán las siguientes pruebas estadísticas:

- **Análisis de varianza (ANOVA)**

- Estadística descriptiva
- Prueba de Tukey $P < 0,05$

2.9.1 Análisis anova

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor fue aplicado a los resultados del análisis sensorial con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Para ello, se organizaron las calificaciones de los panelistas por atributo (sabor, olor, color, textura, untabilidad y apariencia), estableciendo como hipótesis nula la igualdad de medias entre tratamientos. Se calcularon las sumas de cuadrados, cuadrados medios y la razón-F, comparando posteriormente el valor-p con un nivel de significancia de 0,05. Los resultados obtenidos evidenciaron valores de p inferiores a 0,05 en todos los atributos evaluados, indicando diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, especialmente en textura y untabilidad, parámetros directamente relacionados con la concentración de ruibarbo y pectina en la mermelada.

2.9.2 Estadística descriptiva

La estadística descriptiva se utilizó para organizar, resumir y presentar los datos obtenidos durante el análisis sensorial y fisicoquímico de la mermelada. Se calcularon medidas como promedio y desviación estándar, lo que permitió interpretar el comportamiento de cada tratamiento y comparar las variaciones entre las formulaciones evaluadas.

2.9.3 Prueba de Tukey ($P < 0,05$)

La prueba de Tukey se aplicó posteriormente al análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $p < 0,05$, con el fin de identificar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Esta prueba permitió determinar cuál formulación presentó un mejor desempeño en los atributos sensoriales evaluados, estableciendo comparaciones múltiples de manera confiable.

2.10 Contenido nutricional de la mermelada

La composición nutricional de la mermelada elaborada se estimó a partir de la información nutricional reportada para cada una de las materias primas utilizadas en la formulación, tales como ruibarbo, pulpa de tuna, pulpa de uvilla y azúcar.

Posteriormente, los valores nutricionales de cada ingrediente se ajustaron de acuerdo con la proporción empleada en la formulación seleccionada como óptima. Finalmente, los aportes individuales fueron sumados para obtener la composición nutricional aproximada del producto final, expresando los resultados por 100 g de mermelada, conforme a las recomendaciones para el etiquetado nutricional de alimentos procesados.

2.11 Semáforo Nutricional

El semáforo nutricional del producto elaborado se determinó a partir de la información obtenida en la tabla nutricional estimada de la mermelada de

ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla. Para ello se consideraron los contenidos de azúcar, grasa y sodio presentes en 100 g de producto.

Posteriormente, los valores obtenidos fueron comparados con los rangos establecidos en la normativa ecuatoriana para el etiquetado de alimentos procesados, los cuales clasifican los nutrientes en tres categorías: bajo, medio y alto. Esta clasificación se representa mediante el sistema gráfico denominado semáforo nutricional, el cual utiliza los colores verde, amarillo y rojo para indicar el nivel de cada nutriente.

De acuerdo con el análisis realizado, el producto presentó un contenido bajo de grasa y sodio, mientras que el contenido de azúcar se clasificó como alto, lo cual es característico de las mermeladas debido a la concentración de azúcares necesaria para lograr la gelificación y conservación del producto.

2.12 Elaboración de la etiqueta nutricional

Para la presentación del producto elaborado se diseñó una etiqueta nutricional que incluye la información requerida para productos alimenticios procesados. En primer lugar, se definió el nombre del producto correspondiente a mermelada de ruibarbo con tuna y uvilla, junto con la marca y el peso neto del envase.

Posteriormente, se elaboró la tabla de información nutricional, en la cual se detallan los valores energéticos y el contenido de nutrientes por porción, tales como grasa total, grasa saturada, sodio, carbohidratos, azúcares y proteínas. Estos valores fueron establecidos considerando la formulación del producto y el tamaño de porción definido.

Además, se incorporó el semáforo nutricional, con el objetivo de mostrar de manera clara el contenido de azúcar, sal y grasa del producto. También se incluyó la lista de ingredientes utilizados en la elaboración de la mermelada, ordenados según su proporción en la formulación.

Finalmente, la etiqueta contiene información adicional como datos del fabricante, dirección, contacto, fecha de elaboración, número de lote y recomendaciones de almacenamiento, con el fin de proporcionar información clara al consumidor.

2.13 Costos

En la tabla 26 se presentan los costos directos asociados a las materias primas utilizadas en la elaboración de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla. Se observa que el azúcar representa uno de los ingredientes de mayor costo dentro de la formulación debido a la cantidad necesaria para lograr la concentración adecuada de sólidos solubles y la gelificación característica de las mermeladas.

En la tabla 27 se presentan los costos indirectos asociados al proceso de elaboración de la mermelada. Estos incluyen principalmente gastos relacionados con envases, etiquetas y consumo de energía durante el proceso de producción, los cuales son necesarios para garantizar la conservación y presentación del producto final.

En la tabla 28 se presenta el costo total de producción de la mermelada elaborada. A partir de estos datos se determinó el costo unitario por frasco, considerando el número total de unidades obtenidas durante el proceso de

elaboración. Este análisis permite establecer un precio de venta referencial para la comercialización del producto, demostrando la viabilidad económica del desarrollo de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla.

2.14 Síntesis del capítulo

En este capítulo se describió el procedimiento metodológico empleado para desarrollar la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla. El trabajo se organizó bajo un diseño factorial 2×2 , adecuado para analizar el efecto del porcentaje de ruibarbo y de la concentración de pectina sobre las propiedades del producto.

Se definieron las formulaciones experimentales y se mantuvieron constantes los demás ingredientes para aislar el efecto de las variables en estudio. Además, se detallaron los criterios de selección, acondicionamiento y preparación del ruibarbo, la tuna y la uvilla para asegurar materias primas adecuadas para el proceso.

También se describieron las operaciones unitarias comprendidas entre la recepción de la materia prima y el almacenamiento del producto terminado, incluyendo lavado, pelado, despulpado, mezclado, concentración, pasteurización, envasado, enfriamiento, etiquetado, paletizado y almacenamiento. Los subdiagramas y el diagrama general permitieron representar la secuencia del proceso y sus puntos de control.

Durante la ejecución experimental se realizaron análisis de pH, sólidos solubles, consistencia y acidez titulable para verificar el comportamiento del producto frente a los parámetros de referencia. Asimismo, se calculó el rendimiento en las distintas etapas del proceso e identificaron las principales mermas.

Las formulaciones también fueron sometidas a evaluación sensorial con un panel de nueve jueces no entrenados, quienes calificaron sabor, olor, color, textura, untabilidad y apariencia mediante escala hedónica. Los resultados se procesaron con estadística descriptiva, ANOVA y prueba de Tukey para identificar diferencias entre tratamientos y seleccionar la formulación mejor aceptada.

Finalmente, se explicó el procedimiento utilizado para estimar la composición nutricional, elaborar el semáforo nutricional, diseñar la etiqueta y calcular los costos de producción, aspectos que ampliaron la evaluación del producto hacia su presentación comercial y su viabilidad económica.

En conjunto, el diseño metodológico proporcionó la base técnica y analítica necesaria para sustentar la investigación y para la posterior presentación e interpretación de resultados.

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Formulaciones

Se desarrollaron cuatro formulaciones experimentales, debido a que la investigación se estructuró bajo un diseño factorial 2×2 , en el cual se evaluaron dos niveles de porcentaje de ruibarbo (25% y 45%) y dos concentraciones de pectina (1% y 2%).

La composición porcentual de cada tratamiento se presenta en la tabla 11.

Se observó que al incrementar la concentración de ruibarbo al 45%, se modificaron las características fisicoquímicas del producto, particularmente en relación con la acidez y la consistencia, debido al aporte natural de ácidos orgánicos presentes en esta materia prima.

Tabla 11

Formulaciones experimentales evaluadas en el diseño factorial 2×2

COMPONENTE S	TRATAMIENTO 1 %	TRATAMIENTO 2 %	TRATAMIENTO 3 %	TRATAMIENTO 4 %
RUIBARBO	45	45	25	25
PULPA UVILLA	5	4	17	17
PULPA TUNA	3,68	3,68	11,68	10,68
AZÚCAR	45	45	45	45
PECTINA	1	2	1	2
ACIDO CITRICO	0,2	0,2	0,2	0,2
BENZOATO DE SODIO	0,1	0,1	0,1	0,1
ACIDO ASCORBICO	0,02	0,02	0,02	0,02
TOTAL	100	100	100	100

Nota: Autor propia

3.2 Caracterización fisicoquímica de la mermelada

Como se observa en la tabla 12, los valores de sólidos solubles obtenidos se situaron cercanos al rango establecido por la (NTE INEN 2825, 2025).

En relación con el contenido de sólidos solubles, la mermelada presentó un valor final de 63,2 brix, determinado mediante refractómetro a 20 °C, conforme al método indicado en la NTE INEN 380. La norma (NTE INEN, 2825), establece que las mermeladas deben alcanzar un mínimo de 65 brix para garantizar estabilidad microbiológica y adecuada gelificación. Si bien el valor obtenido se encontró ligeramente por debajo del mínimo normativo, el producto desarrolló una estructura estable, atribuible al equilibrio adecuado entre pectina (2 %), azúcar (25 %) y acidez controlada durante el proceso.

En cuanto al pH, se obtuvo un valor de 3,30, determinado mediante potenciómetro conforme a la NTE INEN 389. Este resultado se encontró dentro del rango establecido por la normativa (2,8 – 3,5), lo que favoreció la correcta formación del gel de pectina y contribuyó a la estabilidad microbiológica del producto final.

Tabla 12

Parámetros fisicoquímicos finales de las formulaciones experimentales

Tratamiento	% Ruibarbo	% Pectina	brix	pH	Acidez titulable
T1	45	1	63,2	3,30	0,58
T2	45	2	64,0	3,25	0,60
T3	25	1	62,5	3,35	0,55
T4	25	2	63,8	3,28	0,59

Nota: Elaboración propia

3.3 Consistencia

Como se observa en la tabla 13, las formulaciones con 45 % de ruibarbo (T1 y T2) presentaron mayores valores de consistencia en comparación con aquellas que contenían 25 %, evidenciando una mayor firmeza estructural. Asimismo, el incremento en la concentración de pectina de 1 % a 2 % contribuyó al aumento de la consistencia en ambos niveles de ruibarbo. No obstante, el tratamiento T4 (25 % de ruibarbo y 2 % de pectina) mostró una consistencia intermedia que favoreció su aceptación sensorial.

Tabla 13

Consistencia de las formulaciones experimentales

Tratamiento	% Ruibarbo	% Pectina	Consistencia (cm)
T1	45	1	6,2
T2	45	2	7,5
T3	25	1	4,8
T4	25	2	5,6

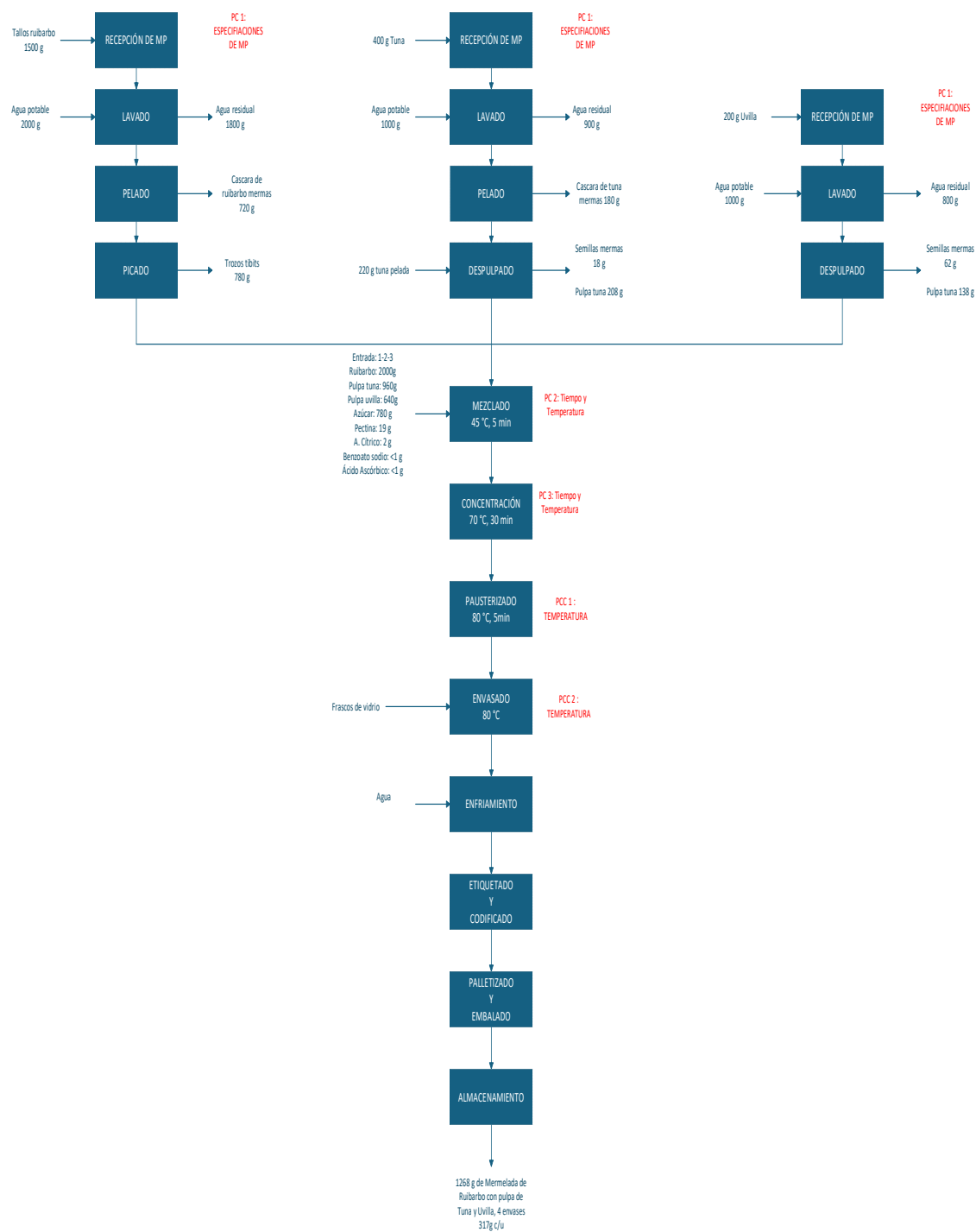
Nota: Elaboración propia

3.4 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo del proceso de elaboración de la mermelada fue desarrollado mediante el programa Microsoft Visio, permitiendo representar de manera gráfica y secuencial las operaciones unitarias del proceso productivo. Inicialmente, el procedimiento fue dividido en tres subdiagramas correspondientes al acondicionamiento del ruibarbo, la tuna y la uvilla. Posteriormente, estos fueron integrados en un diagrama general que incluyó las etapas de mezclado, concentración, pasteurización, envasado y almacenamiento. Esta herramienta facilitó la visualización estructurada del proceso e identificación de puntos críticos y mermas durante la producción. En la figura 7 se puede observar el diagrama de flujo correspondiente a la elaboración de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla.

Figura 7

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de mermelada a base de ruibarbo, tuna y uvilla



Nota: Elaboración propia

3.5 Rendimiento del proceso

Como se observa en la tabla 14, la mayor merma del proceso se presentó durante la etapa de obtención de pulpa, debido a la eliminación de cáscaras, semillas y partes no comestibles. Asimismo, en la etapa de concentración se evidenció una disminución del peso asociada a la evaporación de agua durante el calentamiento. En contraste, las etapas de pasteurización y envasado no registraron pérdidas, manteniendo un rendimiento del 100 %, lo que refleja un adecuado control del proceso productivo.

Tabla 14

Rendimiento obtenido en cada etapa del proceso de elaboración de la mermelada.

Operación	Peso inicial g	Peso final g	Rendimiento %	Merma g
Pulpa total de frutas (ruibarbo +tuna +uvilla)	2100 g	1126g	53,6%	974g
Mezclado	1126g	1962g	-----	-----
Concentración	1962g	1268g	64,6%	694g
Pasteurizado	1268g	1268g	100%	-----
Envasado	1268g	1268g	100%	-----

Nota: Elaboración propia

3.6 Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó con un panel conformado por 9 evaluadores, quienes calificaron los atributos de sabor, olor, color, textura, untabilidad y apariencia general mediante una escala hedónica. El objetivo fue determinar el nivel de aceptación de las formulaciones experimentales y evaluar la influencia del porcentaje de ruibarbo y la concentración de pectina sobre la percepción sensorial del producto.

Tabla 15

Promedio de la evaluación sensorial por atributos en las muestras estudiadas

ATRIBUTO	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA
	1	2	3	4
SABOR	2	3,55	2,77	3,88
OLOR	2,44	3,77	3,11	3,66
COLOR	2,44	3,88	2,77	4,11
TEXTURA	1,33	3,66	1,88	3,88
UNTABILIDAD	1,22	3,77	2,22	4
APARIENCIA	2	4,33	2,22	4,44

Nota: Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) indicaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para todos los atributos evaluados ($p < 0,05$), evidenciando que las variaciones en la formulación influyeron en la aceptación del producto.

3.6.1 Sabor: Como se observa en la tabla 16, el valor de F calculado fue de 21,19 con un valor-p de 0,0003, siendo este menor a 0,05. Este resultado indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto al atributo sabor.

Tabla 16

Análisis ANOVA y comparación de medias para el atributo sabor.

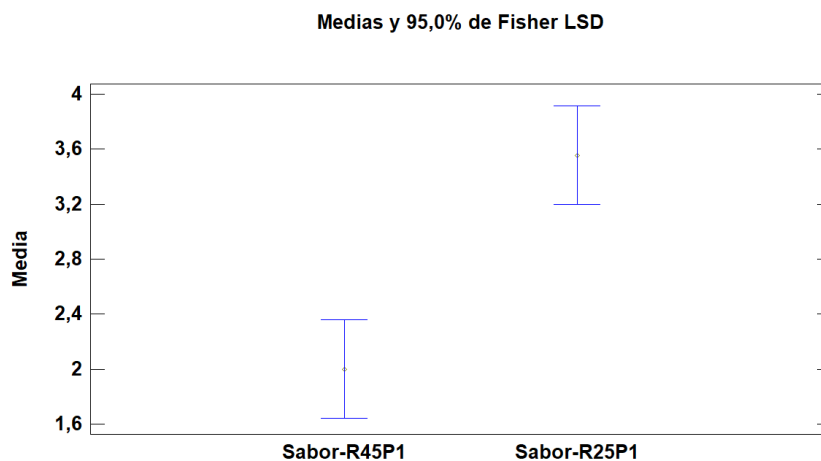
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	10,8889	10,8889	21,19	0,0003
Intra grupos	8,22222	0,513889		
Total (Corr.)	19,1111			

Nota: Elaboración propia

En la figura 8 se presenta la comparación de medias para el atributo sabor, donde se observa que los intervalos de confianza al 95 % no se superponen completamente, confirmando la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones evaluadas.

Figura 8

Comparación de medias del atributo sabor mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza.



Nota: Elaboración propia

3.6.2 Olor: Como se observa en la tabla 17, el valor de F calculado fue de 13,09 con un valor-p de 0,0023, siendo este menor a 0,05. Este resultado indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto al atributo olor.

Tabla 17

Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo olor en las formulaciones experimentales.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	8,0	8,0	13,09	0,0023
Intra grupos	9,77778	0,611111		
Total (Corr.)	17,7778			

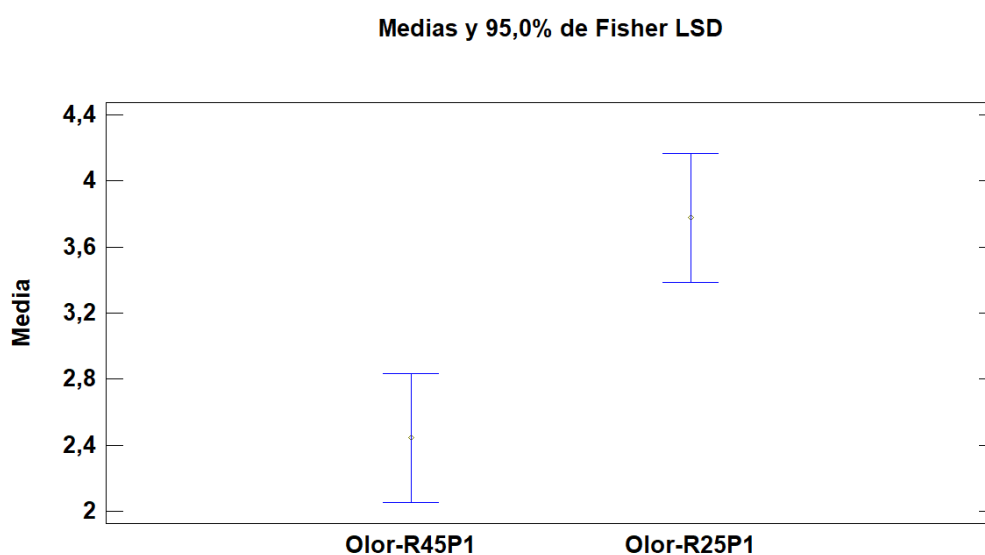
Nota: Elaboración propia

Por su parte, en la figura 9 se muestra la comparación de medias mediante la prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza, la cual permite identificar específicamente entre qué tratamientos se presentan dichas diferencias. El gráfico evidencia que las formulaciones con menor porcentaje de ruibarbo obtuvieron puntuaciones superiores en el atributo olor, lo que sugiere que concentraciones más elevadas de ruibarbo pueden intensificar compuestos aromáticos que afectan la aceptación sensorial.

En consecuencia, se puede afirmar que el porcentaje de ruibarbo influyó significativamente en la percepción aromática del producto, siendo las formulaciones con menor concentración las que presentaron mayor preferencia por parte del panel evaluador.

Figura 9

Comparación de medias del atributo olor mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza.



Nota: Elaboración propia

3.6.3 Color: Este resultado evidencia que las variaciones en el porcentaje de ruibarbo y la concentración de pectina influyeron en la tonalidad final del producto. El color en la mermelada está directamente relacionado con la composición de las materias primas, particularmente con los pigmentos naturales presentes en el ruibarbo y la tuna, los cuales pueden intensificar o modificar la coloración del producto final durante el proceso de concentración térmica.

Desde el punto de vista sensorial, estas diferencias adquieren relevancia debido a que el color es uno de los primeros atributos evaluados por el consumidor y puede condicionar la percepción general del producto. Por tanto, los resultados obtenidos confirman que la proporción de ruibarbo utilizada en la formulación tuvo un efecto significativo en la aceptación visual de la mermelada.

En la tabla 18 se presentan los resultados del análisis de varianza correspondientes al atributo color, donde se evidencian diferencias significativas entre las formulaciones experimentales.

Tabla 18

Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo color en las formulaciones experimentales.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	9,38889	9,38889	13,52	0,0020
Intra grupos	11,1111	0,694444		
Total (Corr.)	20,5			

Nota: Elaboración propia

En la figura 10 se presenta la comparación de medias del atributo color mediante la prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza. El gráfico muestra diferencias claras entre las formulaciones evaluadas, evidenciando que el porcentaje de ruibarbo influyó significativamente en la intensidad cromática del producto final.

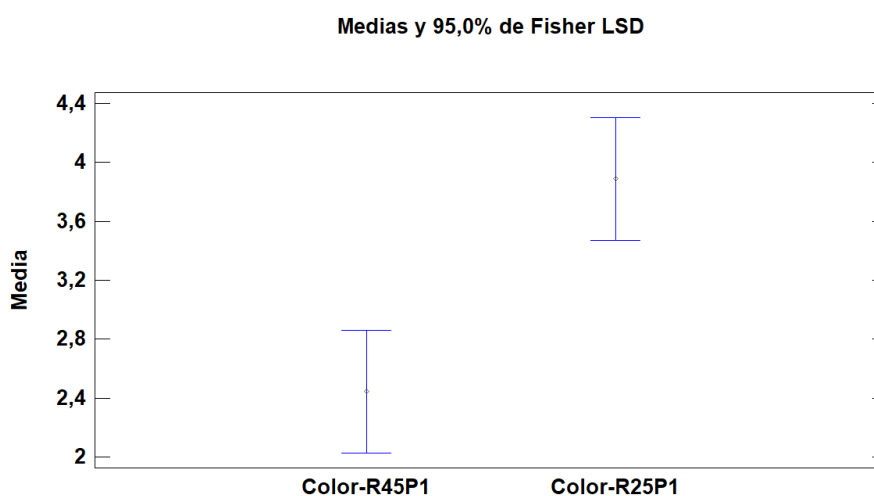
Se observa que las formulaciones con mayor proporción de ruibarbo presentaron una tonalidad más intensa, lo cual puede atribuirse a la presencia de pigmentos naturales característicos del tallo, que durante el proceso de concentración térmica se intensifican y modifican la apariencia visual de la mermelada. Por otra parte, la combinación con pulpa de tuna y uvilla también contribuyó a la variación cromática, debido a sus propios compuestos pigmentarios.

Desde el punto de vista sensorial, estas diferencias adquieren relevancia, ya que el color constituye uno de los primeros atributos evaluados por el consumidor y puede influir directamente en la percepción de calidad y

aceptación del producto. En consecuencia, los resultados confirman que el porcentaje de ruibarbo fue un factor determinante en la percepción visual de la mermelada.

Figura 10

Comparación de medias del atributo color mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza



Nota: Elaboración propia

3.6.4 Textura: En la tabla 19 correspondiente al atributo textura se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA), donde se obtuvo un valor de $F = 98,00$ y un valor- $p = 0,0000$. Al ser el valor- p menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto a la textura del producto.

El alto valor de F indica que la variabilidad entre tratamientos fue considerablemente mayor que la variabilidad interna del error experimental, lo que evidencia que los factores estudiados tuvieron un impacto directo en la estructura del producto.

Tabla 19

Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo textura en las formulaciones experimentales.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	24,5	24,5	98,00	0,0000
Intra grupos	4,0	0,25		
Total (Corr.)	28,5			

Nota: Elaboración propia

En la figura 11 se presenta la comparación de medias mediante la prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza, donde se observan diferencias claras entre las formulaciones evaluadas.

El gráfico evidencia que las formulaciones con mayor concentración de pectina (2 %) presentaron mayor firmeza y mejor estructura del gel en comparación con aquellas que contenían 1 %. Esto confirma que la pectina actuó como agente estructurante principal en la formación del gel, influyendo directamente en la consistencia y estabilidad del producto.

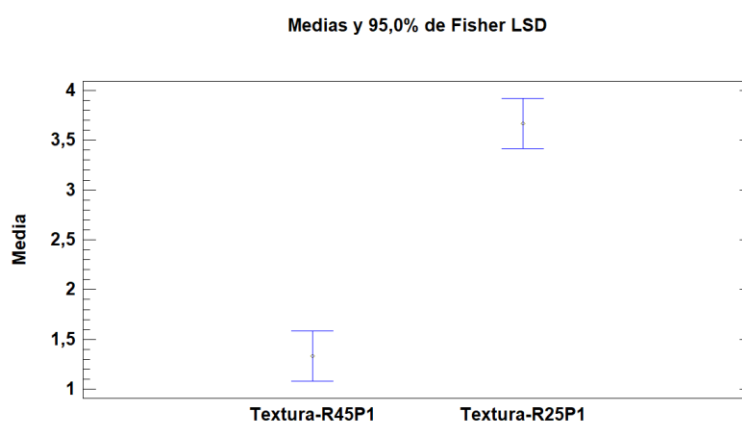
Asimismo, el porcentaje de ruibarbo también influyó en la textura, debido al aporte de sólidos naturales que favorecen la estructura del sistema gelificado. La combinación adecuada entre porcentaje de ruibarbo y concentración de pectina permitió obtener una textura más estable y homogénea.

En consecuencia, los resultados demuestran que tanto el contenido de pectina como el porcentaje de ruibarbo fueron determinantes en la percepción

textural de la mermelada, siendo este uno de los atributos con mayor impacto en la aceptación global del producto.

Figura 11

Comparación de medias del atributo textura mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza.



Nota: Elaboración propia

3.6.5 Untabilidad: En la tabla 20 se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el atributo untabilidad, donde se obtuvo un valor de $F = 151,14$ y un valor- $p = 0,0000$. Al ser el valor- p menor a 0,05, se concluye que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados.

El elevado valor de F indica que la variabilidad entre las formulaciones fue considerablemente mayor que la variabilidad experimental interna, evidenciando que los factores de diseño influyeron de manera determinante en la facilidad de extensión del producto.

Tabla 20

Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo untabilidad en las formulaciones experimentales.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	29,3889	29,3889	151,14	0,0000
Intra grupos	3,1111	0,194444		
Total (Corr.)	32,5			

Nota: Elaboración propia

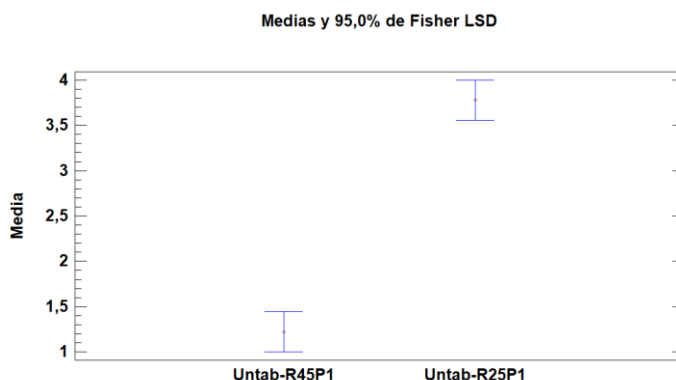
Como se observa en la figura 12, las formulaciones con mayor concentración de pectina (2 %) mostraron diferencias claras respecto a aquellas con menor concentración, evidenciando una mayor estabilidad estructural del gel. Sin embargo, una concentración excesiva puede incrementar la firmeza y disminuir la facilidad de extensión, lo cual influye directamente en la percepción sensorial del consumidor.

Asimismo, el porcentaje de ruibarbo también influyó en la untabilidad debido a su aporte de sólidos naturales, los cuales afectan la viscosidad del sistema. La combinación adecuada entre porcentaje de ruibarbo y concentración de pectina permitió alcanzar un equilibrio entre firmeza y facilidad de extensión.

En consecuencia, los resultados demuestran que la untabilidad fue el atributo más sensible a las variaciones en la formulación, constituyéndose como un parámetro clave para la aceptación global del producto.

Figura 12

Comparación de medias del atributo untabilidad mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza.



Nota: Elaboración propia

3.6.6 Apariencia: En la tabla 21 se presentan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el atributo apariencia, donde se obtuvo un valor de $F = 65,33$ y un valor- $p = 0,0000$. Dado que el valor- p es menor a 0,05, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en cuanto a la apariencia general del producto.

El valor elevado de F indica que la variabilidad entre las formulaciones fue considerablemente mayor que la variabilidad experimental interna, lo que confirma que los factores estudiados influyeron de manera determinante en la percepción visual global de la mermelada.

Tabla 21

Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo apariencia en las formulaciones experimentales.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	24,5	24,5	65,33	0,0000
Intra grupos	6,0	0,375		
Total (Corr.)	30,5			

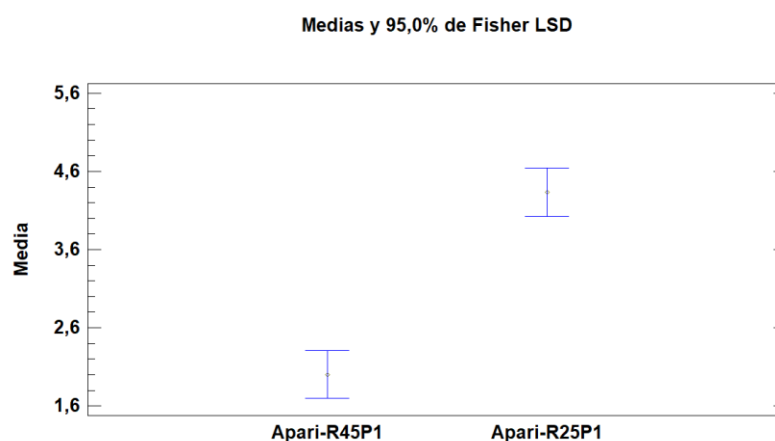
Nota: Elaboración propia

Como se observa en la figura 13, las formulaciones con menor porcentaje de ruibarbo presentaron medias superiores en apariencia, lo que sugiere que niveles elevados de este ingrediente pueden modificar la tonalidad y homogeneidad visual del producto. La apariencia está estrechamente relacionada con la uniformidad del color, la brillantez y la consistencia superficial, factores que influyen directamente en la aceptación del consumidor.

En consecuencia, los resultados demuestran que el porcentaje de ruibarbo influyó significativamente en la percepción estética del producto, siendo la apariencia un atributo clave en la evaluación sensorial global, ya que constituye uno de los primeros criterios de aceptación visual.

Figura 13

Comparación de medias del atributo apariencia mediante prueba de Fisher LSD al 95 % de confianza



Nota: Elaboración propia

3.7 Selección de la formula optima

Con base en los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos y sensoriales, se procedió a seleccionar la formulación que presentó el mejor desempeño integral. El análisis de varianza evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para todos los atributos sensoriales evaluados ($p < 0,05$), siendo el tratamiento T4 (25 % de ruibarbo y 2 % de pectina) el que alcanzó mayor aceptación global por parte del panel evaluador.

Este tratamiento logró un equilibrio adecuado entre textura, untabilidad, sabor y apariencia, lo que permitió obtener una mermelada con características

sensoriales favorables y parámetros fisicoquímicos dentro de rangos adecuados para el proceso de elaboración.

En consecuencia, la formulación correspondiente al tratamiento seleccionado como óptimo se presenta en la tabla 22, donde se detallan las proporciones finales de los ingredientes utilizadas para la elaboración del producto.

Tabla 22

Formulación correspondiente al tratamiento seleccionado como óptimo

Ingrediente	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
Ruibarbo	25 kg	25 %
Pulpa de tuna	17 kg	17%
Pulpa de uvilla	12kg	12%
Azúcar	43,68kg	43,68%
Pectina	2 kg	2%
Ácido cítrico	0,20 kg	0,20%
Benzoato de sodio	0,10 kg	0,10%
Acido ascórbico	0,02 kg	0,02%
Total	100kg	100%

Nota: Elaboración propia

3.8 Contenido nutricional del tratamiento óptimo

Los resultados presentados en la tabla 23 evidencian que el producto desarrollado presenta un contenido predominante de carbohidratos (50,21 g por cada 100 g), de los cuales 45,39 g corresponden a azúcares totales. Este

comportamiento es característico de productos tipo mermelada, debido a la adición de sacarosa necesaria para alcanzar los niveles mínimos de sólidos solubles establecidos por la norma (NTE INEN, 2825)(≥ 65 brix).

Asimismo, se determinó un contenido reducido de grasa total (0,23 g/100 g) y grasa saturada (0,03 g/100 g), lo cual puede atribuirse a la naturaleza vegetal de las materias primas empleadas en la formulación. De igual manera, el contenido de sodio obtenido fue bajo (6,53 mg/100 g), lo que contribuye favorablemente al perfil nutricional del producto desarrollado. En cuanto al contenido proteico, se registró un valor de 0,48 g/100 g, mientras que la fibra alimentaria alcanzó 1,45 g/100 g, aportando moderadamente al valor funcional del alimento.

La determinación de la composición nutricional del producto se realizó mediante conversión proporcional de los valores expresados en 100 g de muestra al tamaño de porción establecido de 15 g, aplicando operaciones de multiplicación y división para cada componente analizado. Posteriormente, la estimación del aporte energético total fue efectuada mediante la aplicación de los factores generales de Atwater, considerando 4 kcal/g para carbohidratos y proteínas, y 9 kcal/g para grasas. Como resultado, se obtuvo un valor energético total de 30,72 kcal por porción, equivalente a 128,7 kJ.

El detalle del procedimiento matemático empleado para la obtención de cada parámetro nutricional reportado se presenta en la Tabla 24, donde se describe el desarrollo de cálculo aplicado para la conversión proporcional de nutrientes y determinación del aporte calórico total del producto.

Tamaño de porción: 15 g

Porciones por envase: 19 (Contenido neto: 285 g)

Tabla 23

Información nutricional por 100g

Información Nutricional				
Tamaño por porción:	15g			
Porciones por envase:	19			
Cantidad por porción				
Energía (calorías)	126	kJ	30	kcal
Energía de la grasa	0	kJ	0	kcal
% Valor diario*				
Grasa Total	0	g		0%
Grasa Saturada	0	g		0%
Grasa Monoinsaturada	0	g		
Grasa Poliinsaturada	0	g		
Grasa Trans	0	g		
Colesterol	0	mg		0%
Sodio	0	mg		0%
Carbohidratos Totales	8	g		3%
Azúcares	7	g		
Proteína	0	g		0%
Fibra alimentaria	0,5	g		2%

Nota: Elaboración propia.

Tabla 24 *Procedimiento de cálculo para la determinación de la composición nutricional del producto*

Parámetro nutricional	Fórmula aplicada	Cálculo aplicado	Resultado obtenido
Grasa total	(Valor por 100 g × tamaño de porción) / 100	$(0,23 \times 15) / 100$	0,03 g

Ácidos grasos saturados	(Valor por 100 g × tamaño de porción) / 100	$(0,03 \times 15) / 100$	0,00 g
Sodio	(Valor por 100 g × tamaño de porción) / 100	$(6,53 \times 15) / 100$	0,98 mg
Carbohidratos totales	(Valor por 100 g × tamaño de porción) / 100	$(50,21 \times 15) / 100$	7,53 g
Fibra alimentaria	(Valor por 100 g × tamaño de porción) / 100	$(1,45 \times 15) / 100$	0,22 g
Azúcares	(Valor por 100 g × tamaño de porción) / 100	$(45,39 \times 15) / 100$	6,81 g
Proteína	(Valor por 100 g × tamaño de porción) / 100	$(0,48 \times 15) / 100$	0,07 g
Energía proveniente de carbohidratos	Carbohidratos × 4	$7,53 \times 4$	30,13 kcal
Energía proveniente de proteínas	Proteína × 4	$0,07 \times 4$	0,29 kcal

Energía	Grasa $\times$ 9		
proveniente de		$0,03 \times 9$	0,31 kcal
grasas			
Energía total	CHO + PROT +	30,13 + 0,29 +	
	GRASA	0,31	30,72 kcal
Conversión			
energética a kJ	kcal $\times$ 4,184	$30,72 \times 4,184$	128,7 kJ

Nota: Elaboración propia.

3.9 Semáforo nutricional

Con base en la composición nutricional determinada por cada 100 g de producto, se procedió a establecer la clasificación correspondiente según el sistema gráfico de etiquetado tipo semáforo estipulado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022, mediante la comparación de los valores obtenidos con los rangos de referencia establecidos para alimentos procesados.

Los resultados indicaron que el producto desarrollado se clasifica como **bajo en grasa**, debido a que presenta un contenido de 0,23 g de grasa total por cada 100 g de producto, valor inferior al límite máximo de 3 g establecido para dicha categoría. Asimismo, se clasificó como **bajo en sal (sodio)**, al registrar 6,53 mg de sodio por cada 100 g, valor considerablemente inferior al límite de 120 mg establecido por la normativa.

Por otro lado, el producto fue categorizado como **alto en azúcar**, al presentar 45,39 g de azúcares totales por cada 100 g de producto, superando el valor de referencia de 15 g establecido para esta clasificación.

La categoría de “alto en azúcar” se atribuye a la naturaleza tecnológica propia del producto, ya que la elaboración de mermeladas tradicionales requiere concentraciones elevadas de sacarosa para alcanzar los niveles mínimos de sólidos solubles (≥ 65 °Brix), favorecer la correcta gelificación de la pectina y contribuir a la estabilidad microbiológica durante el almacenamiento.

Por otra parte, el bajo contenido de grasa y sodio representa una ventaja desde el punto de vista nutricional, debido a que el producto no constituye una fuente significativa de dichos componentes dentro de la dieta habitual.

En consecuencia, el perfil obtenido del semáforo nutricional es consistente con las características propias de una mermelada convencional, cumpliendo con los parámetros establecidos en la normativa nacional vigente y manteniendo la funcionalidad tecnológica requerida para este tipo de productos.

En la Tabla 25 se presenta la clasificación del semáforo nutricional del producto elaborada a partir de la composición nutricional expresada por 100 g de muestra, permitiendo determinar el nivel de contenido de grasa, azúcar y sodio conforme a los criterios establecidos en la regulación nacional de etiquetado.

Tabla 25

Semáforo nutricional

Componente	Valor (por 100 g)	Rango de referencia normativa	Nivel
Grasa	0,23 g	≤ 3 g	Bajo
Azúcar	45,39 g	> 15 g	Alto
Sodio	6,53 g	≤ 120 mg	Bajo

Nota: Elaboración propia

En la figura 14 se observa el semáforo nutricional de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla. El producto se clasifica como alto en azúcar, bajo en sal y sin grasa. Esta condición se debe principalmente al contenido de azúcar necesario para la elaboración y conservación de la mermelada, mientras que la sal y la grasa no están presentes en cantidades significativas.

Figura 14

Semáforo nutricional de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla.



Nota: Elaboración propia

3.10 Diseño de la etiqueta del producto

Como parte de los resultados del proyecto se desarrolló la etiqueta del producto mermelada de ruibarbo con tuna y uvilla, la cual fue diseñada utilizando la aplicación digital canva, herramienta que permitió integrar de manera visual y organizada la información requerida para el etiquetado del producto.

La etiqueta elaborada incluye los elementos principales necesarios para la identificación y comercialización del producto. En la parte central se presenta el nombre del producto y la marca “EcuAfood”, acompañado de imágenes representativas de las frutas utilizadas en la elaboración de la mermelada, con el fin de facilitar la identificación del producto por parte del consumidor.

Asimismo, en la parte izquierda se muestra la tabla de información nutricional, donde se detallan los valores de energía, grasa total, grasa saturada, sodio, carbohidratos, azúcares y proteínas por porción. Esta información permite conocer el aporte nutricional del producto.

En el lado derecho se presenta el semáforo nutricional, el cual indica que el producto es alto en azúcar, bajo en sal y no contiene grasa, facilitando la interpretación rápida de la calidad nutricional del alimento.

Además, la etiqueta incluye la lista de ingredientes utilizados, el peso neto del producto, datos del fabricante, dirección de elaboración, número de contacto y espacios destinados para fecha de elaboración y número de lote, elementos necesarios para la correcta identificación y trazabilidad del producto.

En general, el diseño de la etiqueta permite presentar la información del producto de forma clara, organizada y visualmente atractiva, cumpliendo con los

elementos básicos del etiquetado de alimentos procesados. La figura 15 muestra el diseño final de la etiqueta correspondiente a la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla.

Figura 15

Diseño de la etiqueta de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla.



Nota: Elaboración propia

3.11 Análisis de costos y viabilidad económica

El análisis económico determinó que el costo total de producción para un lote de 100 kg fue de 549,90 USD, lo que representa un costo unitario de 1,57 USD por frasco de 285 g. Al aplicar un margen de utilidad del 25 %, el precio sugerido de venta se estableció en 1,96 USD por unidad. Estos resultados evidencian que la mermelada desarrollada es económicamente viable y competitiva dentro del mercado. En la tabla 25 se puede observar el análisis de los costos.

Tabla 25

Costos directos de producción de la mermelada

Ingrediente	Cantidad (kg)	Precio \$/kg	Costo (\$)
Ruibarbo	25 kg	2,00	50,00
Pulpa de tuna	17 kg	1,80	30,60
Pulpa de uvilla	12 kg	3,00	36,00
Azúcar	45 kg	1,00	45,00
Pectina	2 kg	18,00	36,00
Ácido cítrico	0,20 kg	6,00	1,20
Benzoato de sodio	0,10 kg	8,00	0,80
Ácido ascórbico	0,02 kg	15,00	0,30
Total, Directo			199,90

Nota: Elaboración propia

3.12 Análisis de costos y viabilidad económica

En la tabla 26 se presentan los costos indirectos asociados al proceso de producción de la mermelada, los cuales incluyen gastos operativos necesarios para la transformación, envasado y acondicionamiento del producto.

Los resultados evidencian que los costos indirectos alcanzaron un valor total de 350,00 USD para el lote de 100 kg. Dentro de estos, el rubro con mayor incidencia fue el correspondiente a los envases (175,00 USD), representando el mayor componente del costo indirecto total. Esto se debe a que el frasco de

vidrio y su respectiva tapa constituyen elementos indispensables para la conservación, presentación y comercialización del producto.

La mano de obra representó un costo significativo (80,00 USD), reflejando la importancia del recurso humano en las etapas de preparación, cocción, envasado y control del proceso. Por su parte, los costos de energía eléctrica, agua y otros gastos operativos contribuyeron de manera complementaria al costo final de producción.

En conjunto, los costos indirectos representan una proporción importante del costo total, evidenciando que no solo la materia prima influye en la viabilidad económica del producto, sino también los gastos asociados a su transformación y presentación comercial.

Tabla 26

Costos indirectos de producción de la mermelada.

Concepto	Costo \$
Mano de obra	80,00
Energía eléctrica	25,00
Agua	10,00
Envases	175,00
Etiquetas	35,00
Otros gastos	25,00
Total, indirecto	350

Nota: Elaboración propia

3.13 Resumen General

En la tabla 27 se presenta la determinación del costo unitario de producción por frasco de 285 g, así como el precio sugerido de venta considerando un margen de utilidad del 25 %. A partir del costo total del lote (549,90 USD) y una producción estimada de 350 frascos, se obtuvo un costo unitario de 1,57 USD por unidad.

Al aplicar un margen de utilidad del 25 %, el precio sugerido de venta se estableció en aproximadamente 1,96 USD por frasco, valor que puede redondearse comercialmente a 2,00 USD. Este resultado demuestra que el producto desarrollado no solo cumple con los parámetros técnicos y sensoriales establecidos, sino que también presenta viabilidad económica y potencial competitivo dentro del mercado.

En consecuencia, el análisis económico confirma que la mermelada formulada es técnicamente factible y comercialmente sostenible.

Tabla 27

Resumen general de costos.

Concepto	Valor
Total, costos directos	199,90
Total, costos indirectos	350,00
Costo total	549,90

Nota: Elaboración propia

3.14 Determinación del costo unitario

Como se observa en la tabla 28, el costo unitario de producción fue de 1,57 USD por frasco de 285 g. Al aplicar un margen de utilidad del 25 %, el precio sugerido de venta se estableció en 1,96 USD, valor que puede redondearse comercialmente a 2,00 USD. Estos resultados evidencian que el producto desarrollado presenta viabilidad económica y potencial competitivo en el mercado.

Tabla 28

Determinación del costo unitario y precio sugerido de venta.

Concepto	Valor
Costo total del lote (100 kg)	549,90 USD
Producción total (frascos de 285 g)	350 unidades
Costo unitario por frasco	1,57 USD
Margen de utilidad aplicado	25 %
Precio sugerido de venta	1,96 USD
Precio comercial referencial	2,00 USD

Nota: Elaboración propia

Síntesis del capítulo

La elaboración de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla permitió comparar el efecto de las formulaciones sobre el comportamiento fisicoquímico, sensorial y productivo del producto final. Los resultados evidenciaron que las variaciones en ruibarbo y pectina modificaron especialmente la consistencia y la aceptación sensorial.

En cuanto al análisis sensorial, la muestra 4, correspondiente a la formulación con 25 % de ruibarbo y 2 % de pectina, presentó la mayor aceptación por parte de los 9 panelistas participantes, destacándose principalmente en atributos como sabor, color, textura y apariencia.

Asimismo, se cuantificó el rendimiento del proceso e identificaron pérdidas principalmente en la obtención de pulpa y durante la concentración. También se estimó la composición nutricional del producto, en la que predominó el contenido de carbohidratos por la adición de azúcar, junto con aportes de fibra y vitamina C procedentes de las frutas.

Por último, el análisis de costos permitió establecer un costo de producción compatible con la factibilidad técnica y económica del producto para una eventual elaboración a mayor escala.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la mermelada de ruibarbo con pulpa de tuna y uvilla evidenció que estas materias primas pueden aprovecharse de forma técnica, sensorial y económicamente viable. La formulación seleccionada presentó 63,2 °Brix y un pH de 3,30, valores que favorecieron la estabilidad del producto y la adecuada formación del gel.

El diseño experimental permitió comprobar que el porcentaje de ruibarbo y la concentración de pectina influyeron significativamente en la textura y en la respuesta sensorial de la mermelada. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos, permitiendo identificar como mejor alternativa al tratamiento formulado con 25 % de ruibarbo y 2 % de pectina.

Con respecto a la consistencia, las formulaciones con mayor contenido de pectina desarrollaron una estructura más firme y estable, confirmando el papel de este hidrocoloide en la formación del gel y en la calidad textural final del producto.

Desde el punto de vista nutricional, la mermelada presentó un contenido de 50,21 g de carbohidratos, 0,23 g de grasa total y 6,53 mg de sodio por cada 100 g de producto, evidenciando un predominio de carbohidratos provenientes principalmente de los azúcares naturales y adicionados durante la formulación. En concordancia con ello, el análisis del semáforo nutricional clasificó al producto como alto en azúcar, bajo en grasa y bajo en sodio, de acuerdo con los parámetros establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022.

En el análisis económico, el lote de 100 kg registró un costo total de 549,90 USD y un costo unitario de 1,57 USD por frasco de 285 g. Considerando

un margen de utilidad del 25 %, el precio sugerido de venta se estimó en aproximadamente 2,00 USD, lo que respalda su factibilidad comercial.

En consecuencia, el aprovechamiento del ruibarbo en combinación con tuna y uvilla puede considerarse una alternativa agroindustrial técnicamente factible, sensorialmente aceptable y con potencial de proyección comercial dentro del mercado de productos procesados tipo mermelada.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar la investigación con estudios de vida útil en condiciones reales de almacenamiento, incorporando controles microbiológicos periódicos que permitan establecer con mayor precisión la estabilidad del producto.

También sería pertinente evaluar alternativas de reducción parcial de azúcar mediante edulcorantes naturales o formulaciones mixtas, con el fin de mejorar el perfil nutricional sin comprometer la aceptación sensorial.

Se sugiere complementar el trabajo con estudios de mercado orientados a identificar el segmento objetivo del producto, especialmente consumidores interesados en alimentos innovadores y con ingredientes poco convencionales.

Asimismo, conviene analizar el escalamiento del proceso a nivel semiindustrial o industrial, considerando variables de eficiencia productiva, costos operativos y optimización del rendimiento.

Finalmente, se plantea continuar investigando el uso agroindustrial del ruibarbo en combinación con otras frutas andinas, para diversificar la oferta de productos transformados y fomentar el aprovechamiento sostenible de cultivos no tradicionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguilar et al. (2024). (s.f.).

Aguilar et al. (2024). (s.f.).

Aguilar, A., Y, B., Cuevas, K., Martínez, E., & Flores, M. (2024). Procesamiento de tuna cardona para la elaboración de mermelada. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 9(1), 1-14. Obtenido de <https://idcyta.uanl.mx/index.php/i/article/view/123>

Báez, J. (2021). *Hemorragia postquirúrgica, posible complicación dela cirugía bucal, causas y tratamiento* . Obtenido de Universidad Iberoamericana : <https://repositorio.unibe.edu.do/jspui/handle/123456789/430>

Bailón, C. A. (02 de 08 de 2023). *Estudio y análisis del Ruibarbo (Rheum rhabarbarum) para su aplicación en la elaboración de salsas, bebidas y postres*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/42570/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>

Berbón, F. (2021). *Caracteriticas físicas y mécania de la Physalis Peruviana* . Obtenido de Universidad de los Andes : <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/4bd5ede1-5a57-43c8-8a72-255bf5039bc3/content#page=11.09>

Bustamante, R., & Altamirano, S. (2021). *Elaboración y evaluacion de mermelada de tuna (Opuntia ficus-indica) enriquecida con la alga cushuro (Nostoc sphaericum)*. Obtenido de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10138>

Bustamente y Altamirano (2021). (s.f.).

- Castro, J., Paredes, C., & Muñóz, D. (2009). *Cultivo de Tuna*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/manual-tecnico-de-tuna-80192375/80192375>
- Codex Stan 296. (2009). *Codex para las Confituras, Jaleas y Mermeladas*.
- Condori, C., & Gutierrez, C. (2021). Caracterización física y química de la tuna (*Opuntia ficus indica*) en el municipio de Luribay, La Paz–Bolivia. *Revista Estudiantil Agro-Vet*, 5(1), 5-12. Obtenido de <https://agrovet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/45>
- Diario la Hora. (18 de 11 de 2017). *Se reactiva producción de tunas*. Obtenido de <https://www.lahora.com.ec/noticias/se-reactiva-produccion-de-tunas/>
- FAO. (2023). *Mermeladas, jaleas, jarabes, dulces y confituras*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <https://www.fao.org/3/x5029s/X5029S07.htm>
- Farceque, J. (2021). *Elaboración de mermelada aprovechando la pulpa de “tuna” variedad blanca, edulcorada con panela granulada orgánica y evaluación del nivel de aceptabilidad*. Obtenido de [Tesis de pregrado]. Universidad Católica Sedes Sapientiae : https://elquiglobalenergy.com/images/document/10955650/EGE_Peru_Food_Industry.pdf
- FIA. (08 de 2009). *Desarrollo del Cultivo Comercial de Ruibarbo*. Obtenido de https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/1904/47_Libro_Ruibarbo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fuerez , A. (2023). *Aprovechamiento de la uvilla (Physalis peruviana L.) para el desarrollo de productos agroindustriales*. Obtenido de Universidad Nacional de Chimborazo: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/11792/1/Fuerez%20Pillaluisa%20Aisha%20Yarina.%20Aprovechamiento%20de%20la%20uvilla%20%28Physalis%20peruviana%20L.%29%20para%20el%20desarrollo%20de%20productos%20agroindustriales.pdf>

- Fundación para la Innovación Agraria. (08 de 2009). *Desarrollo del Cultivo Comercial de Ruibarbo*. Obtenido de https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/1904/47_Libro_Ruibarbo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Garcés, D., Granda, M., Aldás, L., & Calvache, F. (2022). APROVECHAMIENTO DEL FRUTO DE MATE (CRESCENTIA CUJETE L) PARA EL DESARROLLO DE MERMELADA. @limentech, *Ciencia Y Tecnología Alimentaria*, 20(2), 66-84. doi:10.24054/limentech.v20i2.2270
- García, L., Pérez, J., Mera, F., Esparza, D., Pérez, E., Contreras, E., & Olloqui, E. (2024). otencial nutricional y terapéutico de la tuna y de sus subproductos: Un panorama general de su composición química y aplicaciones. *Biología y Sociedad*, 7 (14), 26-43. doi:10.29105/bys7.14-126
- Granado et al. (2016. (s.f.).
- Granado, C., Torrenegra, A., Miladys, E., & Díaz, M. (2016). ELABORACIÓN DE UNA MERMELADA A PARTIR DEL PECIOLO DE RUIBARBO (Rheum Rhabarbarum). @LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA, 14(2), 33-41. Obtenido de https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/2571
- Guevara, E., & Suero, S. (2021). *Estudio comparativo en la determinación del ácido ascórbico del Pourouma cecropiifolia uvilla, Solanum sessiliflorum duna cocona en selva central-2021*. Obtenido de Universidad Roosevelt: <https://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/598>
- Hermida, C., Yacelga, J., Machado, E., Mazón, N., & Pérez, M. (2018). Utilización del ruibarbo (Rheum rhabarbarum) en la aplicación de repostería vanguardista. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 8. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9682149>
- Huanca, M., Condiri, R., & Chipana, M. (2022). Elaboración de mermelada de trigo (Triticum sativum L.). *Revista Estudiantil en Producción, Transformación y*

Comercialización Agropecuaria, 1(1), 28. Obtenido de <https://cipycos.umsa.bo/index.php/1/article/download/6/6>

Leirose, G., Loustalot, M., & de Oliveira, A. (2020). A aplicação de multi-isótopos para controle de qualidade: ácido tartárico. *Brazilian Applied Science Review*. doi:10.34115/basrv4n6-042

MAG. (25 de 10 de 2017). *La producción de tuna, una actividad rentable*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.agricultura.gob.ec/la-produccion-de-tuna-una-actividad-rentable/#>

Mayorga, E. (2023). *Evaluación de antioxidantes y valor nutricional de una bebida funcional de cushuro (noscoc sphaericum) y tuna roja (opuntia ficus-indica) edulcorada con estevia, Huancayo, 2022*. Obtenido de Universidad Nacional del Centro del Perú: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10134>

Mejía et al. (2024. (s.f.).

Mejía, E., & Monzón, C. (2024). Aprovechamiento de la cáscara de melón (Cucumis melo) para la elaboración de mermelada. *Reincisol*, 3(6), 837-853. doi:10.59282/reincisol.V3(6)837-853

MIDAGRI. (2021). *Análisis de Mercado de la tuna 2015-2021*. Obtenido de Ministerio de Desalloroo Agrario y Riego: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2848443/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20Tuna%202015%20-%202021.pdf.pdf>

Modenesi, G. (2024). *Utilización de diversos edulcorantes en la elaboración de una conserva en base de tuna (opuntia ficus-indica)*. Obtenido de ESPOCH: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22499>

NTE INEN - ISO 750. (2013). *Productos vegetales y de frutas-Determinación de la acidez titulable (IDT)*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-la-salle-mexico/tecnologia-de-frutas-y-hortalizas/inen-750-productos-vegetales-y-de-frutas-determinacion-de-la-acidez-titulable-idt/65963570>

NTE INEN 2825. (2025). *CONSERVAS VEGETALES MERMELADA DE FRUTAS. REQUISITOS.*

NTE INEN. (2825). *Norma para las confituras, jaleas y mermeladas.*

Pueta, D. (2023). *Uso del Ruibardo dentro de la cocina creativa y su aplicación en postres*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte : <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15039/2/02%20LGAS%20083%20Tesis.pdf>

Quelal, C., & Fernando, J. (2021). *Comportamiento agronómico del cultivo de la uvilla (Physalis peruviana L.) mediante la utilización de biofertilizantes, en Santa Martha de Cuba–Carchi.* Obtenido de UPEC: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1016>

Ramadan. (2020).

Ricaurte y Tenelanda (2018. (s.f.).

Ricaurte y Tenelanda (2018). (s.f.).

Ricaurte, P., & Tenelanda, v. (2018). *Aprovechamiento de los tallos de ruibarbo (rheum rhabarbarum) para la elaboración de mermelada endulzada con estevia (stevia rebaudianna).* Obtenido de UNACH: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4583>

Rodrigues, C., Damásio, C., Lahbouki, S., Meddich, A., Outzourhit, A., Rashad, M., . . . Souza, V. (2023). Opuntia spp.: An Overview of the Bioactive Profile and Food Applications of This Versatile Crop Adapted to Arid Lands. *Foods*, 12(7), 1465. doi:10.3390/foods12071465

Romero, L., Penié, J., Garcell, R., & Sánchez, O. (2022). Cicatrización y su relación con la nutrición; un enfoque necesario. *Acta Médica*, 23(3). Obtenido de <https://revactamedica.sld.cu/index.php/act/article/view/332>

- Veliz, & C. (2022). Efecto edulcorante de la sucraliza en la elaboración de mermeladas. *Reciena*, 3(1), 57-65. Obtenido de <https://reciena.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/index>
- Veliz, L., & Chipana, G. (2022). Elaboración de mermelada de isaño negro (*Tropaeolum tuberosum*). *Revista Estudiantil en Producción, Transformación y Comercialización Agropecuaria*, 1(1), 32. Obtenido de <https://cipycos.umsa.bo/index.php/1/article/view/7>
- Vieira, P. (2024). Marmita. *Diálogos Socioambientais*, 7(18), 76-78. Obtenido de <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/796>
- Villacís, F. (2014). “ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA UVILLA (*Physalis peruviana* L.)”. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato : <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8425/1/AL%20535.pdf>
- Villanueva, M., Salazar, M., Sánchez, E., & Deras, M. (2020). Mermelada del fruto del árbol del ramón: diseño del proceso para la elaboración de un producto innovador. *Revista de la Realidad Global Academia*, 9(1), 16-20. Obtenido de <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5ffdd926f126a737d7c6f8cf/1610471718815/03+VazquezVillanueva+CML272+Exploratorios+V9N1+16-22.pdf>
- Yanacallo, M. M. (2023). *Aprovechamiento de la tuna (Opuntia ficus indica Miller) para la elaboración de productos agroindustriales*. Obtenido de Universidad Nacional de Chimborazo: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/11760/1/Aprovechamiento%20de%20la%20tuna%20%28Opuntia%20ficus%20indica%20Miller%29%20para%20la%20elaboraci%3b%20de%20productos%20agroindustriales.pdf>

Anexos

ANEXO 1

Matriz del problema de investigación

CAUSAS →	DEFINICION DEL PROBLEMA	← CONSECUENCIAS
• Poco aprovechamiento del ruibarbo, tuna y uvilla. • Falta de conocimientos del valor nutricional que posee las materias primas. • Falta de conocimiento sobre las técnicas de procesamiento • Carencia de comercialización de materia prima y productos elaborados con el	En Ecuador no se toma en cuenta las materias primas como ruibarbo, tuna y uvillas para la elaboración de mermeladas con una consistencia según dictan las nomas INEN.	• Pérdida de materia prima. • Pérdidas económicas en agricultores. • No se aprovecha los beneficios que brindan el ruibarbo, tuna y uvilla a la salud. • Reducción del tiempo de vida útil de las materias primas.

ruibarbo, tuna y uvilla.		• Se generan desperdicios tanto de materia prima como de productos elaborados.
↑ INDICADORES		
• Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017): El tiempo de cosecha de la tuna va desde el mes de enero hasta mayo, donde se recoge un aproximado de 300 cajas por semanas y después la producción baja a 30 cajas. • MPCEIP (2020): En Ecuador existe una producción de 300 hectáreas de uvilla, el 40% se localiza en la provincia de Carchi, 28% en Imbabura, 6% en Pichincha y el 26% en provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo. • La producción de ruibarbo en Ecuador no es muy común debido a que esta planta requiere climas más fríos para prosperar de manera óptima. Sin embargo, gracias a la diversidad climática del país, es posible cultivarlo en regiones con altitudes adecuadas, que ofrecen las condiciones similares a las zonas templadas.		

ANEXO 2

Ficha de evaluación sensorial del producto “Mermelada de Ruibarbo con Pulpa de Tuna y Uvilla.

Evaluación sensorial del producto “Mermelada de Ruibarbo con Pulpa de tuna y Uvilla”

EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre del catador: _____

Fecha: _____ Hora: _____

Nombre del Producto: **MERMELADA DE RUIBARBO CON PULPA DE**

TUNA Y UVILLA

Ante usted se presenta una muestra de mermelada de ruibarbo-tuna-uvilla en el cual se debe evaluar el sabor, olor, color, textura y apariencia en general, de acuerdo con la siguiente escala:

(1) Excelente

(2) Bueno

(3) Aceptable

(4) Desagradable

PARÁMETROS	ESCALA DE EVALUACIÓN			
	1	2	3	4
Sabor				
Olor				
Color				
Textura				

Untabilidad				
Apariencia				

Observaciones:

ANEXO 3

Cálculo de acidez titlable de la uvilla

- UVILLA

Ensayo 1 (20 gr de muestra en 100 ml de agua)

$$\% \text{ acidez} = \frac{ml_{NaOH} \times N_{NaOH} \times mequi_{\text{Ácido tartárico}} \times FD}{\text{gr muestra}} * 100$$

$$\% \text{ acidez} = \frac{(51)(0,1)(0,075)(6)}{20} * 100$$

$$\% \text{ acidez} = 1,90 \text{ ácido tartárico}$$

Ensayo 2 (20 gr de muestra en 100 ml de agua)

$$\% \text{ acidez} = \frac{ml_{NaOH} \times N_{NaOH} \times mequi_{\text{Ácido tartárico}} \times FD}{\text{gr muestra}} * 100$$

$$\% \text{ acidez} = \frac{(52)(0,1)(0,075)(6)}{20} * 100$$

$$\% \text{ acidez} = 1,95 \text{ ácido tartárico}$$

ANEXO 4

Cálculo de acidez titulable de la tuna

Ensayo 1 (10 gr de muestra en 100 ml de agua)

$$\% \text{ acidez} = \frac{ml_{NaOH} \times N_{NaOH} \times mequi_{\text{Ácido cítrico}} \times FD}{\text{gr muestra}} * 100$$

$$\% \text{ acidez} = \frac{(1,4)(0,1)(0,064)(6)}{20} * 100$$

$$\% \text{ acidez} = 0,0448 \text{ ácido cítrico}$$

Ensayo 2 (10 gr de muestra en 50 ml de agua)

$$\% \text{ acidez} = \frac{ml_{NaOH} \times N_{NaOH} \times mequi_{\text{Ácido cítrico}} \times FD}{\text{gr muestra}} * 100$$

$$\% \text{ acidez} = \frac{(1,3)(0,1)(0,064)(6)}{20} * 100$$

$$\% \text{ acidez} = 0,0416 \text{ ácido cítrico}$$

ANEXO 5*Evidencia fotográfica del análisis de acidez titulable*

