

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Extracción de pectina de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica L*) mediante hidrólisis ácida, para elaborar gomitas naturales con vitamina C”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Criollo Chalacán Odalys Nayeli

TUTOR: MSc. Domínguez Rodríguez Francisco Javier, PhD.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Criollo Chalacán Odalys Nayeli con el número de cédula 0401844311 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: “Extracción de pectina de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica L*) mediante hidrólisis ácida, para la elaboración de gomitas naturales con vitamina C”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

MSc. Domínguez Rodríguez Francisco Javier, PhD.

TUTOR

Tulcán, julio 2024.

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Criollo Chalacán Odalys Nayeli con cédula de identidad número 0401844311 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nayeli Criollo', is written over a horizontal line. The signature is stylized with loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Criollo Chalacán Odalys Nayeli

AUTORA

Tulcán, julio de 2024.

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Criollo Chalacán Odalys Nayeli declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Extracción de pectina de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L) mediante hidrólisis ácida, para la elaboración de gomitas naturales con vitamina C" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a central vertical stroke, with the name 'Odalys Criollo' written across the middle.

Criollo Chalacán Odalys Nayeli

AUTORA

Tulcán, julio 2024.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por mi vida, por darme sabiduría y fortaleza en los momentos más difíciles para permitirme culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco infinitamente a mis padres, por ser mis guías y mi mayor motivación, quienes, con su sacrificio, comprensión, amor incondicional, apoyo y fe en mis capacidades ha sido el motor que me ha permitido superar obstáculos y alcanzar mis metas. A mis hermanos y sobrina por su compañía durante las noches de estudio y palabras de aliento y comprensión. A mis abuelitos Carmen y Segundo por siempre estar presentes en los momentos más importantes de mi vida y bendecirme en cada paso que doy.

A la prestigiosa Universidad Politécnica Estatal del Carchi por brindarme una educación de calidad y permitirme formarme como persona y profesional, a los docentes de la carrera de Alimentos por sus enseñanzas y habilidades a lo largo de mi trayectoria académica.

Agradezco sinceramente a mi tutor de tesis el PhD. Francisco Domínguez por su paciencia, tiempo y apoyo durante el desarrollo de mi trabajo, quien desde el principio me brindó su confianza y la motivación que necesitaba para alcanzar mis objetivos.

A la MSc. Anita Rodríguez con quien empecé mi trabajo de titulación por su amabilidad, conocimiento y paciencia, quien ha sido una guía fundamental para la elaboración de este trabajo.

Al MSc. Carlos Paredes y MSc. Miguel Anchundia por sus conocimientos impartidos en cada clase, por la motivación y por estar siempre solucionando dudas y confusiones en el desarrollo de mi tesis.

A mis amigos que de una u otra manera me brindaron su voz de alimento cuando más lo necesite, especialmente a Daya, Dayra, Dami, Paula y Diego, por las risas, tristezas que hemos pasamos juntos, por el apoyo incondicional durante estos 5 años y sobre todo por su linda amistad. Amigos de todo corazón gracias por todo.

Gracias por todo.

Oddalys Criollo

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho amor a mis padres Luis Criollo y Rosa Chalacán, su amor incondicional, apoyo y palabras de aliento han sido pilares fundamentales para alcanzar este logro. Desde mi infancia me inculcaron valores como la responsabilidad, respeto y perseverancia, valores que me han enseñado a enfrentar los desafíos de la vida y alcanzar mis metas. Papi y mami gracias a ustedes soy quien soy ahora, una mujer fuerte y valiente dispuesta a enfrentar la vida, no tengo las palabras suficientes para expresar lo que siento ni me alcanzaría la vida para agradecerle todo lo que han hecho por mí.

A mis hermanos Leslye, Jhon y Luciana por ser mis mejores aliados, por su apoyo incondicional y motivación constante.

Esta tesis es el reflejo de su amor y sacrificio, no lo hubiese logrado sin su ayuda. La meta no es solo mía es de los seis. Los amo profundamente y les agradezco por ser parte de este proceso.

ÍNDICE

RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN	18
I. EL PROBLEMA	20
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3. JUSTIFICACIÓN	21
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	23
1.4.1. Objetivo General	23
1.4.2. Objetivos Específicos	23
1.4.3. Preguntas de Investigación	23
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.2. MARCO TEÓRICO	26
2.2.1. Generalidades del mango	26
2.2.1.1. Origen	26
2.2.1.2. Definición y características	27
2.2.1.3. Propiedades nutricionales del mango	28
2.2.1.4. Usos.....	28
2.2.1.5. Variedades	28
2.2.1.6. Producción de mango en Ecuador	30
2.2.1.7. Producción de mango en la Provincia del Carchi	31
2.2.2. Generalidades de la cáscara de mango	32
2.2.2.1. Desaprovechamiento.....	32
2.2.2.2. Valorización de residuos.....	32
2.2.3. Pectina.....	33

2.2.3.1. Origen	33
2.2.3.2. Definición	33
2.2.3.3. Estructura	34
2.2.3.4. Clasificación	34
2.2.3.5. Propiedades y características fisicoquímicas.....	35
2.2.3.6. Características fisicoquímicas.....	36
2.2.3.7. Aplicaciones.....	36
2.2.4. Método de extracción de pectina	37
2.2.5. Especificaciones Internacionales de las pectinas comerciales	38
2.2.6. Definición de la gomita.....	38
2.2.6.1. Definición de acuerdo con la Norma INEN 2217:2012	38
III. METODOLOGÍA	40
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	40
3.1.1. Enfoque	40
3.1.2. Tipo de Investigación.....	40
3.2. HIPÓTESIS	40
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	41
3.3.1. Definición de las variables	41
3.3.2. Operacionalización de las variables.....	42
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	45
3.4.1. Extracción de pectina por el método de hidrólisis ácida	45
3.4.2. Proceso de obtención de pulpa de mango.....	47
3.4.3. Elaboración de gomitas naturales con vitamina C.....	48
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	50
3.5.1. Extracción de pectina.....	50
3.5.1.1. Diseño experimental	50
3.1.5.2. Diseño factorial	51
3.5.2. Elaboración de las gomitas naturales con vitamina C	51

3.5.2.1. Diseño experimental	51
3.5.2.1. Diseño factorial	52
3.5.3. Formulación base de las gomitas naturales con vitamina C	53
3.6. TÉCNICA	53
3.6.1. Extracción de pectina.....	53
3.6.1.1. Rendimiento de pectina	53
3.6.2. Análisis fisicoquímicos de la pectina	54
3.6.2.1. Humedad.....	54
3.6.2.2. Cenizas.....	54
3.6.2.3. Peso equivalente	55
3.6.2.4. Acidez libre	55
3.6.2.5. Grado de metoxilo.....	56
3.6.2.6. Grado de esterificación	56
3.6.2.7. ácido galacturónico.....	56
3.6.3. Gomitas naturales con vitamina C	57
3.6.3.1. Determinación de vitamina C de la pulpa de mango	57
3.6.4. Análisis fisicoquímico	58
3.6.4.1. Humedad.....	59
3.6.4.2. Sólidos solubles	59
3.6.4.3. pH	59
3.6.5. Análisis microbiológico	60
3.6.5. Análisis Sensorial	60
3.6.6. Preparación de soluciones	61
3.7. RECURSOS	61
3.7.1. Extracción de pectina.....	61
3.7.2. Elaboración de gomitas naturales con vitamina C.....	62
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1. RESULTADOS	64
4.1.1. Extracción de pectina.....	64

4.1.1.1. Rendimiento	64
4.1.2. Análisis fisicoquímico de la pectina	65
4.1.2.1. Humedad.....	65
4.1.2.2. Cenizas.....	65
4.1.3. Calidad de la pectina.....	66
4.1.3.1. Peso Equivalente	66
4.1.3.2. Acidez libre	67
4.1.3.3. Grado de metoxilo.....	67
4.1.3.4. Grado de esterificación	68
4.1.3.5. Ácido galacturónico	69
4.1.4. Gomitas naturales con vitamina C	70
4.1.4.1. Determinación de la vitamina C en la pulpa de mango	70
4.1.5. Análisis sensorial	71
4.1.5.1. Color.....	72
4.1.5.2. Olor.....	72
4.1.5.3. Sabor	72
4.1.5.4. Textura.....	73
4.1.5.5. Aceptabilidad	73
4.1.6. Análisis fisicoquímico	74
4.1.6.1. Humedad.....	74
4.1.6.2. Sólidos solubles	74
4.1.6.3. pH	75
4.1.7. Determinación de vitamina C en la gomita	75
4.1.8. Análisis Microbiológico	76
4.2. DISCUSIÓN	77
4.2.1. Extracción de pectina.....	77
4.2.1.1. Rendimiento	77
4.2.2. Análisis fisicoquímico de la pectina	78
4.2.2.1. Humedad.....	78
4.2.2.2. Cenizas.....	78

4.2.2.3. Peso equivalente	79
4.2.2.4. Acidez libre	80
4.2.2.5. Grado de metoxilo.....	81
4.2.2.6. Grado de esterificación	81
4.2.2.7. Ácido galacturónico	82
4.2.3. Análisis sensorial	83
4.2.3.1. Color.....	83
4.2.3.2. Olor	84
4.2.3.3. Sabor	84
4.2.3.4. Textura.....	85
4.2.3.5. Aceptabilidad	86
4.2.4. Análisis fisicoquímico	86
4.2.4.1. Humedad.....	86
4.2.4.2. Sólidos Solubles.....	87
4.2.4.3 pH	87
4.2.5. Características nutricionales.....	88
4.2.6. Análisis microbiológico	89
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1. CONCLUSIONES	90
5.2. RECOMENDACIONES	91
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
VII. ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del mango	27
Tabla 2. Variedades de mango.....	30
Tabla 3. Especificaciones de la pectina	38
Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos.....	39

Tabla 5. Requisitos microbiológicos	39
Tabla 6. Operacionalización de variables de la extracción de pectina	43
Tabla 7. Operacionalización de variables para la elaboración de gomitas	44
Tabla 8. Definición de variables y tratamientos para la extracción de pectina.....	51
Tabla 9. Esquema del experimento para la extracción de pectina	51
Tabla 10. Definición de los tratamientos para las gomitas naturales	52
Tabla 11. Esquema experimental para la elaboración de gomitas naturales	52
Tabla 12. Formulaciones de los tratamientos del diseño experimental.....	53
Tabla 13. Formulación de los tratamientos del diseño experimental	53
Tabla 14. Escala de evaluación.....	61
Tabla 15. Prueba de Shapiro-Wilk	64
Tabla 16. Rendimiento de pectina	64
Tabla 17. Humedad de las pectinas.....	65
Tabla 18. Ceniza de las pectinas	66
Tabla 19. Valores de la media respecto al atributo del color.....	72
Tabla 20. Valores de la media respecto al atributo del olor	72
Tabla 21. Valores de la media respecto al atributo del sabor.....	73
Tabla 22. Valores de la media respecto al atributo de textura	73
Tabla 23. Valores de la media respecto a la aceptabilidad	74
Tabla 24. Resultados de los valores medios de la humedad	74
Tabla 25. Sólidos solubles en las gomitas naturales con vitamina C.....	75
Tabla 26. Resultados de los valores de pH	75
Tabla 27. Análisis microbiológico de las gomitas	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de la pectina	34
Figura 2. Diagrama de flujo de la extracción de pectina	47
Figura 3. Diagrama de flujo de pulpa de mango	48
Figura 4. Diagrama de flujo de gomitas naturales con vitamina C.....	50
Figura 5. Ácido cítrico	107
Figura 6. Ácido clorhídrico	107
Figura 7. pH 1,5 de ácido cítrico	107
Figura 8. pH 2 de ácido clorhídrico.....	107
Figura 9. Soluciones	108
Figura 10. Recepción de la materia prima	108
Figura 11. Inactivación a 80 °C	108
Figura 12. Concentrado (95°C)	108
Figura 13. Extracto péctico.....	108
Figura 14. Precipitado	109
Figura 15. Filtrado.....	109
Figura 16. Purificado	109
Figura 17. Secado.....	109
Figura 18. Molido	109
Figura 19. Almacenado	109
Figura 20. Humedad.....	110
Figura 21. Ceniza	110
Figura 22. Hidróxido de sodio	110
Figura 23. 0,5 g de la pectina extraída.....	110
Figura 24. Etanol al 95 %.....	110
Figura 25. Grado de metoxilo.....	110

Figura 26. Selección de la materia prima	111
Figura 27. Trozado	111
Figura 28. Pulpeado	111
Figura 29. Pulpa	111
Figura 30. Reactivos	112
Figura 31. 15 g de HPO_3	112
Figura 32. Ácido ascórbico	112
Figura 33. Solución estándar de indofenol.....	112
Figura 34. Pulpa de mango	112
Figura 35. Filtración de la muestra	112
Figura 36. Titulación de blancos.....	113
Figura 37. Titulación de la muestra	113
Figura 38. Pesado de la materia prima	113
Figura 39. Jarabe	113
Figura 40. Mezclado	114
Figura 41. Cocción a 90 °C.....	114
Figura 42. Adición de ácido ascórbico	114
Figura 43. Moldeado	114
Figura 44. Desmoldeado.....	114
Figura 45. Empacado.....	114
Figura 46. Presentación de la hoja de cactación.....	115
Figura 47. Sala de catación	115
Figura 48. Peso de la muestra (gomita)	115
Figura 49. Humedad.....	115
Figura 50. Sólidos solubles	116
Figura 51. Análisis de pH.....	116

Figura 52. pH de las gomitas.....	116
Figura 53. Esterilización de material	116
Figura 54. Análisis microbiológico	116

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	105
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	106
Anexo 3. Preparación de ácidos y pH	107
Anexo 4. Proceso de obtención de pectina de la cáscara de mango	108
Anexo 5. Análisis fisicoquímico de la pectina.....	110
Anexo 6. Proceso de obtención de la pulpa de mango	111
Anexo 7. Determinación de vitamina C en la pulpa de mango.....	112
Anexo 8. Proceso de elaboración de gomitas naturales con vitamina C	113
Anexo 9. Evaluación sensorial	115
Anexo 10. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la gomita natural	115
Anexo 11. Ficha técnica CEAMPECTIN de pectina comercial (Ceamsa)	117
Anexo 12. Norma INEN 2217: Productos confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrónes. Requisitos.....	119
Anexo 13. Hoja de evaluación sensorial	121

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la extracción de pectina de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica L.*) para la elaboración de gomitas naturales enriquecidas con vitamina C. La extracción se realizó mediante hidrólisis ácida empleando ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), ácido clorhídrico (HCl) y etanol a 96 %, los factores para evaluar la pectina fueron tipo y pH del ácido (1,5 y 2), tiempo (60 y 80 minutos) a 95°C. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA con una prueba de rangos de Tukey al 95 % ($p < 0,05$). Los mejores rendimientos para la extracción de pectina con ácido cítrico y ácido clorhídrico fueron el tratamiento T1 (ácido cítrico + pH 1,5 + 60 minutos) y T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) con valores de 4,49 % y 8,89 %. Para determinar la calidad de la pectina extraída se realizaron análisis fisicoquímico al tratamiento con mayor rendimiento, siendo el mejor tratamiento T5 con humedad 10,76 %, ceniza 0,42 %, peso equivalente 1612,90 mg/meq, acidez libre 0,62 meq/g, metoxilo 10,23 % (alto metoxilo), esterificación 84,18 % y ácido galacturónico 68,99 %. En las gomitas elaboradas se evaluaron cantidad de pectina (3,5 % y 4 %), y la cantidad de pulpa de mango (25 % y 30 %). Mediante un análisis sensorial se determinó que el mejor tratamiento fue el T2 (3,5 % de pectina + 30 % de pulpa). El análisis fisicoquímico de la gomita tuvo una humedad de 22,19 %, sólidos solubles 65,75 ° Brix, 2,91 de pH y una concentración de 71,06 mg/100 ml luego de enriquecer con ácido ascórbico. El resultado del análisis microbiológico fue < 10 UFC/g para mohos y levaduras, aerobios mesófilos y coliformes totales, clasificándolas como un producto apto para el consumo humano. Estos valores cumplen con lo establecido en la norma INEN 2217:2000

Palabras Claves: mango, pectina, hidrólisis ácida, gomitas, vitamina C

ABSTRACT

The objective of this work was the extraction of pectin from the mango peel of the Tommy Atkins variety (*Mangifera indica* L.) for the production of natural gummies enriched with vitamin C. The extraction was carried out by acid hydrolysis, using citric acid ($C_6H_8O_7$), hydrochloric acid (HCl) and 96 % ethanol, the factors evaluated for pectin extraction were the type and pH of the acid (1,5 and 2), and the extraction time (60 and 80 minutes) at 95 °C. The results were analyzed by ANOVA with a 95 % Tukey rank test ($p < 0,05$). The best yields for pectin extraction using citric acid hydrochloric acid were obtained in the treatment T1 (citric acid + pH 1,5 + 60 minutes) and T5 (hydrochloric acid + pH 1,5 + 60 minutes), with values of 4,49 % and 8,89 %, respectively. To determine the quality of the extracted pectin, physicochemical analyses were performed on the treatment with the highest yield. The best treatment was T5, which had a moisture content of 10,76 %, ash 0,42 %, equivalent weight 1612,90 mg/meq, free acidity 0,62 meq/g, methoxyl 10,23 % (high methoxyl), esterification 84,18 % and galacturonic acid 68,99 %. In the gummies made, the amount of pectin (3,5 % and 4%) and the amount of mango pulp (25 % and 30 %) were evaluated. Through a sensory analysis, it was determined that the best treatment was T2 (3,5 % pectin + 30 % pulp). The physicochemical analysis of the gummies showed a humidity of 22,19 %, soluble solids of 65,75 °Brix, pH of 2,91 and a concentration of 71,06 mg/100 ml after being enriched with ascorbic acid. The result of the microbiological analysis was < 10 UFC/g for molds and yeasts, mesophilic aerobes and total coliforms, classifying them as a product suitable for human consumption. These values comply with the provisions of the INEN 2217:2000 standard

Keywords: mango, pectin, acid hydrolysis, gummies, vitamin C

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen 6 diferentes tipos de mango, los cuales son cultivadas en las provincias de Santa Elena, Los Ríos, Guayas, Carchi, Imbabura, El Oro, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas, y son exportados a Estados Unidos, Países Bajos, Canadá, Colombia, Bélgica, Nueva Zelanda y Reino Unido.

Recientemente la variedad Tommy Atkins por su alta calidad en color, sabor y tamaño ha ganado relevancia en el mercado internacional representando el 65% mientras que el 35 % restante se divide en las variedades Keitt, Kent, Haden, Edward y Ataúlfo (Portal Frutícola, 2022).

La Provincia del Carchi se destaca en la producción de mango de la variedad Tommy Atkins en el cantón Bolívar y Mira, ya que son lugares de clima subtropicales y de tierras fértiles. Los productores de estos lugares adaptaron estrategias para transformar la materia prima en productos terminados como jugos, pulpas, helados, deshidratados y néctares.

Las industrias de alimentos que transforman el mango a productos terminados generan un alto contenido de residuos orgánicos como la cáscara y la semilla, las cuales son un problema ambiental ya que ocasionan la creación de microorganismos, malos olores y la proliferación de plagas (Fustamante & Valdera, 2019).

La pectina es obtenida de las cáscaras de frutas cítricas y usada como aditivo por su capacidad gelificante y funcional. Conforme la tecnología avanza, se ha logrado obtener pectina de cáscaras de frutas no cítricas como cacao, zanahoria, mango, arazá y otras fuentes (Torres et al., 2023). Este aditivo es imprescindible para la industria de alimentos ya que es utilizado para elaborar mermeladas, jaleas, atés, gomitas, entre otros. Ecuador debe importar la pectina de países como Argentina, Colombia y México a elevados precios. Según mencionan (Almeida C et al., 2019) el kilogramo varía entre 20 a 34 dólares, por lo que lo hace un aditivo de alta demanda por sus propiedades funcionales como gelificante, emulsificante, espesante y clarificante, esencial para la elaboración de diferentes productos en la industria de alimentos.

Hoy en día, la búsqueda de un estilo de vida saludable no solo va más allá del ejercicio físico, sino también de una dieta rica en nutrientes y vitaminas esenciales que se encuentran en una variedad de alimentos principalmente en frutas y vegetales que ayudan al equilibrio físico y mental (Robles et al., 2020). De este modo, el consumo de vitamina C es importante para el funcionamiento del sistema inmunitario, producción de colágeno, absorción del hierro, disminución del riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, entre otras. Además la cantidad diaria recomendada de vitamina C depende de la edad y el sexo, para niños de 9 a 13 años se necesitan 45 mg, adultos (hombres) 90 mg y adultos (mujeres) 75 mg. (National Institutes of Health, 2019).

El consumo de gomitas es más popular en niños y adultos, por lo que la tendencia actual es la sustitución de colorantes y saborizantes artificiales a naturales como pulpa de fruta para reducir el consumo de azúcares perjudiciales para la salud (Robles et al., 2020). Al emplear pulpas naturales, los productos se vuelven más saludables al proporcionar gran cantidad de vitaminas y minerales. Además, la adición de vitamina C en las gomitas es una manera de brindar un producto saludable al consumidor y de tratar de cumplir con los requerimientos diarios de vitamina C en una persona.

La presente investigación tuvo como objetivo la extracción de pectina a partir de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins, para poder aplicarla como gelificante en la elaboración de gomitas naturales con vitamina C.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día el uso de aditivos alimenticios como la pectina ha sido imprescindible para la industria de confitería a nivel mundial, por lo que se estima una producción de pectina de 35,000 toneladas por año, siendo los principales productores Suiza, Alemania, Holanda, Canadá, Argentina, Colombia, México y China que exportan a otros países que no elaboran este aditivo, como es el caso de Ecuador, el cual no cuenta con una planta de procesamiento de pectina, debido a la falta de equipos de extracción y altos costos de producción. Esta situación obliga a las industrias ecuatorianas a importar este aditivo de países como Argentina, Colombia y México. Según mencionan (Almeida C et al., 2019) el precio de este producto por kilogramo varía de 20 a 34 dólares, lo que lo hace un aditivo de alta demanda y de altos precios.

Además (Fernández, 1958) menciona que Ecuador se enfrenta a un alto desperdicio de mango debido a que es una fruta con corta vida útil, agravada por las altas temperaturas en ciertas zonas. La temporada de mango comienza con las variedades amarillas a finales de septiembre, luego con Tommy Atkins en octubre y finalmente con Kent y Keitt a mediados de noviembre y diciembre (Malo, 2023). Sin embargo, una gran cantidad se descarta debido a su rápida maduración, conllevando al aumento de costos y pérdidas económicas. Los pequeños productores tienen dificultades debido a la sobreproducción de mango causada por las condiciones climáticas desfavorables, produciendo una saturación del mercado y disminución de precios, afectando los ingresos de los productores.

Los residuos de las industrias de alimentos han sido un problema ambiental y económico, ya que las empresas generadoras deben asumir altos costos de disposición de éstos (Fustamante & Valdera, 2019). Por lo que las industrias que procesan mango generan una gran cantidad de cáscaras y pepas, ocasionando preocupaciones sanitarias ya que ocasionan la creación de microorganismos (mohos, y bacterias), olores desagradables y la proliferación de insectos. Estos

residuos no son aprovechados para el desarrollo de nuevos productos, por desconocimiento de su valor nutricional y de los procesos de transformación.

Por otro lado, los saborizantes artificiales obtenidos a través de procesos químicos son esenciales en la confitería, especialmente en la elaboración de gomitas, estos aditivos realzan el gusto del producto final, pero generan efectos secundarios al consumidor ya que son compuestos artificiales derivados del petróleo, lo que puede ocasionar impactos negativos en la salud de las personas. Según (Sepúlveda, 2023) menciona que consumir frecuentes alimentos con saborizantes y colorantes artificiales pueden ocasionar alergias, cáncer, obediencia, dolor de cabeza, asma, etc.

La deficiencia grave de vitamina C o ácido ascórbico provoca escorbuto, una enfermedad que se presenta en niños lactantes, personas alcohólicas, jóvenes y ancianos con dietas desequilibradas (Johnson, 2022). Sin embargo, la dosis recomendada de esta vitamina depende de la edad del consumidor, para niños de 9 a 13 años se necesitan 45 mg, adultos (hombres) 90 mg y adultos (mujeres) 75 mg de vitamina C (National Institutes of Health, Vitamina C, 2019). Los productos de confitería (gomitas) son consumidos por niños, jóvenes y adultos a nivel mundial, al no poseer esta vitamina experimentan fatiga, disminución de peso, hemorragias internas, hinchazón de encías, depresión y otros síntomas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible extraer pectina de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins para la elaboración de gomitas naturales con vitamina C?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El mango es un producto alimentario de origen intertropical. En el año 2022 agricultores ecuatorianos, específicamente alrededor de 1,400 miembros afiliados a la Federación de Fruticultores del Norte de las provincias de Carchi e Imbabura, realizaron una importante exportación de 21,500 kilogramos de aguacate Hass a Holanda en colaboración con la empresa Interanza (Portal Frutícola, 2022).

Ecuador es reconocido por la producción de diversas variedades de mango, el 70% destinado a la exportación y el 30% es para consumo local donde las industrias de

alimentos se dedican a la elaboración de productos terminados como néctares, pulpas, jugos, concentrados y deshidratados (González et al., 2005).

El presente estudio tiene como finalidad dar un valor agregado a los residuos de mango para la extracción de pectina, un aditivo muy utilizado en la industria de alimentos por su capacidad gelificante, espesante, estabilizante, emulsificante, entre otros (Rengifo & Macías, 2019) apto para mermeladas, jaleas, congelados, bebidas y gomitas.

La pectina es obtenida de la cáscara de frutas cítricas y usado como aditivo alimentario por su capacidad gelificante y funcional. Sin embargo, a medida que la tecnología avanza se ha logrado obtener pectina de cáscaras de fruta no cítricas como mango, pepino, banano, cacao, zanahoria y otras fuentes. Este nuevo desarrollo ofrece nuevas posibilidades y opciones de producción de este aditivo en la industria de alimentos (Torres et al., 2023).

La provincia del Carchi conformada por 6 cantones se caracteriza por su diversidad climática y su amplia gama de productos para su comercialización y exportación. El Cantón Bolívar, es un lugar de clima cálido y tierras fértiles. San Vicente de Pusir, una parroquia dentro de esta zona es reconocida por su producción frutal variada que incluye cañas de azúcar, aguacate, mangos, tomate, limones, camotes, entre otros. El mango de la variedad Tommy Atkins era exportando a Holanda. Sin embargo, debido a la pandemia los agricultores adaptaron estrategias para transformar la materia prima en productos finales como jugos, néctares, pulpas, helados y deshidratados, con la finalidad de reducir el desperdicio de mango y añadir valor agregado a toda la fruta cosechada.

La sustitución de colorantes y saborizantes artificiales a naturales ha sido crucial para reducir el consumo de azúcares perjudiciales para la salud. Al empelar pulpas naturales, los productos se vuelven más saludables al proporcionar gran cantidad de vitaminas y minerales. Además (Guachamin , 2021) señala que la extracción de pulpa permite recuperar hasta un 80% de la fruta, disminuyendo significativamente las pérdidas por descomposición. Las pulpas de frutas pueden ser utilizadas para dar color, sabor y textura a diversos productos como helados, jugos, mermeladas, gomitas, etc. Esto puede mejorar la calidad sensorial del producto terminado y ofrece nuevas alternativas saludables para los consumidores.

En la actualidad, hay una fuerte inclinación hacia un estilo de vida saludable, que no se limita solo en actividad física, sino también se enfoca en una alimentación equilibrada en nutrientes y vitaminas esenciales para el bienestar físico y mental. Por esta razón, la adición de ácido ascórbico o vitamina C es muy común en la elaboración de gomitas, ya que la ingesta adecuada de esta vitamina protege los tejidos pulmonares de la toxicidad del bióxido de nitrógeno, forma colágena, fortalece huesos y dientes (Robles et al., 2020). Además, la vitamina C disminuye la vulnerabilidad a infecciones y mejora la absorción de hierro en el sistema digestivo.

La extracción de pectina de la cáscara de mango se realiza mediante hidrólisis ácida, donde se aplica calor a unos 90°C por al menos una hora, se puede utilizar ácidos débiles y fuertes como ácido clorhídrico, sulfúrico, fosfórico o nítrico a distintas concentración y pH para luego precipitarlos con adición de alcohol y se procede a su purificación, secado y tamizado. El método de hidrólisis ácida no es el único para extracción de pectina existen varios como método enzimático, por microondas, físico químico, etc. Según el estudio llevado a cabo por (Rengifo & Macías, 2019) el método de hidrólisis ácida tiene mayor rendimiento de pectina que el método enzimático.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Extraer pectina de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica L*) mediante hidrólisis ácida, para elaborar gomitas naturales con vitamina C.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones óptimas de hidrólisis ácida para la extracción de pectina.
- Evaluar parámetros fisicoquímicos de la pectina extraída de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins.
- Determinar el mejor tratamiento de las gomitas naturales con vitamina C, a través de un análisis sensorial.
- Realizar un análisis fisicoquímico y microbiológico al mejor tratamiento de la gomita natural con vitamina C, con los parámetros establecidos en la Norma (NTE INEN 2217, 2000).

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cuáles son las mejores condiciones de hidrólisis ácida en la extracción de pectina?

¿Los parámetros fisicoquímicos de la pectina extraída de la cáscara de mango permiten determinar si es de alta calidad?

¿Cuál es el mejor tratamiento de las gomitas naturales con vitamina C?

¿El mejor tratamiento cumple con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo con la Norma (NTE INEN 2217, 2000)?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Juarez, 2018) en su estudio sobre la extracción de pectina de la cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) de la variedad Edward mediante el método de solventes orgánicos evaluó los factores de pH (1,5 y 3), temperatura (60 °C y 85 °C) y tiempo (60 y 80 minutos). El mejor tratamiento en cuanto a rendimiento de la pectina fue el T2 (pH 1,5 durante 80 minutos a 85°C), el cual permitió obtener una pectina con un rendimiento del 2,6%, 2326,42 mg/meq, 0,86 meq/g de acidez libre, contenido de metoxilo 81,69%, grado de esterificación 82,37% y ácido galacturónico del 82,37%, generando pectinas de alto metoxilo para la aplicación en mermeladas.

(Barreto et al., 2017) en su investigación sobre la extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar, evaluaron la hidrólisis ácida con ácido clorhídrico 0,5 N a pH (1, 2 y 3), temperaturas (80, 90 y 100 °C) y tiempo constante de 60 minutos, además aplicaron alcohol etílico al 96% para la precipitación y purificación de la pectina. El mejor tratamiento fue a pH 1 con una temperatura de 100 °C, obteniendo un rendimiento del $15,257 \pm 0,04\%$, humedad $4,510 \pm 0,80\%$, cenizas $1,711\% \pm 1,13\%$, peso equivalente $2326,420 \pm 54,11$ mg/mEq, metoxilo $11,801 \pm 0,03\%$, grado de esterificación $81,688 \pm 0,24\%$ y contenido de ácido anhidrogacturónico del $82,380 \pm 0,17\%$. Comprobando que la pectina extraída es de alto metoxilo, grado de esterificación y de pureza.

(Franco, 2022) en su investigación sobre la obtención de pectina a partir de la cáscara de pepino (*Cucumis sativus*) mediante hidrólisis ácida, evaluó los factores de pH (1,6 y 2,5), temperatura (60 °C y 80 °C) y tiempo constante de 80 minutos. Los resultados indicaron que el tratamiento T2 (pH 1,6 a temperatura 80 °C) obtuvo el mejor rendimiento con 0,29%. Por el contrario, el tratamiento T3 (pH 2,5 a temperatura 60°C) mostró un rendimiento más bajo con 0,08%. Demostrando que al disminuir el pH y aumentar la temperatura produce un mayor rendimiento de pectina. Mediante un análisis fisicoquímico al mejor tratamiento, permitió obtener una pectina con un

contenido de humedad de 11,44%, cenizas 11,18%, grado de esterificación del $86.91 \pm 1.34\%$, clasificándola como una pectina de alto metoxilo y de grado de esterificación del 50%.

(Riofrío D. , 2015) en la elaboración de gomitas en base a pulpa de remolacha (*Beta vulgaris L.*) estableció reducir la sacarosa de 43% al 12% para su producto final. Para la formulación de las gomitas llevó a cabo 3 niveles de porcentaje de zumo y pulpa (90:10, 70:30 y 50:50), dando como resultado que en la primera y segunda formulación se concentraron los sólidos solubles hasta el punto de hebra, facilitando el desmoldeo, por el contrario, la tercera formulación presentó dificultades de moldeo. Mediante un análisis fisicoquímico logró obtener una gomita con un contenido de 21,69% de humedad, 21,22% de proteína, 55,68% de carbohidratos, 1,36% de cenizas, 0,06% de fibra, 0% de grasa y sacarosa de 10,71%. De igual forma realizó análisis microbiológicos del producto final, revelando un conteo de <10 UFC/g para aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, llegando a la conclusión que las gomitas están dentro de los estándares establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2217, 2000).

(Riofrío C. , 2010) en su estudio sobre la elaboración de gomas masticables de mortiño como fuente de vitamina C, para preescolares, determinó su aporte nutricional y análisis bromatológico, vitamina C, azúcar, potasio, calcio, fósforo y componentes nutricionales del mortiño. Para la elaboración del producto, realizó una formulación de los ingredientes en porcentajes como azúcar 43%, glucosa 21%, gelatina 14% y conservante 1% aplicando una temperatura de 114°C. Concluyendo que las gomitas de mortiño fueron aceptadas sensorialmente por 40 niños de 4 años, ya que presentaban sabor agradable, forma y color llamativo, aunque no son una fuente de vitamina C ya que esta se desnaturaliza en un 71% por el tratamiento térmico.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Generalidades del mango

2.2.1.1. Origen

El mango proviene de un árbol llamado *Mangifera indica*, su cultivo tiene una larga historia, y se cree que se originó en el noroeste de la India. Según (Galán, 2009) existen poblaciones silvestres de mango como Assam (India) y la antigua Birmania donde la práctica de cultivar esta fruta se remonta a tiempos antiguos, como evidencian

escrituras hindúes entre el 2000 y 1500 a.C. Sin embargo, el cultivo de mango podría tener una antigüedad de 6000 años (Mora et al., 2002).

En la actualidad, el mango se cultiva en Europa, Asia y América Latina, pero China, India, Indonesia y Pakistán son los mayores productores de mango (Rural, 2020).

2.2.1.2. Definición y características

El mango es parte de la familia *Anacardiaceae*, se caracteriza por ser una planta con un tronco más o menos cilíndrico, una copa densa y hojas de superficie lisas de color verde oscuro. Esta fruta tropical, jugosa y fibrosa tiene una forma esferoidal con una piel no comestible que puede variar de color amarillento a rojizo intenso. La pulpa pegajosa varía de amarillo a anaranjado, presentando un sabor dulce cuando está maduro y ácido cuando está verde (Fernández, 1958).

(Blanco, 2024) menciona algunas características de esta fruta que se produce ampliamente en zonas tropicales y subtropicales.

Fruto: Es una fruta de hueso jugosa con una dimensión que oscila desde los 4 hasta los 10 centímetros. Puede exhibir tonos que van desde el verde hasta el verde amarillento, así como diversas tonalidades de rosa, rojo y violeta. La parte comestible de la fruta es el mesocarpio, es muy jugoso y puede ser de color amarillo o anaranjado, con algunas fibras que pueden variar dependiendo la variedad de mango.

En la tabla 1 se identifica la taxonomía perteneciente al mango, donde se detalla el reino, división, subdivisión etc.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del mango

Taxonomía del mango	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Magnoliophytina
Clase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Anacardaceae
Género	Mangifera
Especie	Mangifera indica

Fuente: (Linnaeus, 1753)

2.2.1.3. Propiedades nutricionales del mango

El mango es un fruto con un alto contenido nutricional dependiendo la variedad, sin embargo, todos tiene un elevado contenido de agua. Según mencionan (Medrano et al., 2015) el mango contiene una humedad entre 74% a 87% y una proporción de carbohidratos entre 15% a 23%, lo que contribuye a un alto valor calórico. Además, es una fuente rica en potasio y vitamina A, E y C.

La vitamina A es esencial para el mantenimiento de huesos, piel, cabello y visión, mientras que la vitamina E protege los lípidos de la oxidación favoreciendo la integración de las membranas celulares y la vitamina C es fundamental en la formación de huesos, colágeno y dientes (Gutiérrez, 2020).

(Hernández et al., 2013) lograron concentrar las propiedades nutricionales del mango Tommy Atkins para elaborar láminas comestibles, evaluaron la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales en el producto final. Llegaron a la conclusión que es una nueva alternativa para incluir nutrientes y antioxidantes en la alimentación del consumidor.

2.2.1.4. Usos

El mango es una fruta consumida principalmente fresca, según señalan (Mora et al., 2002) el mango maduro se utiliza para elaborar néctares, pulpas, jugos, jaleas, mermeladas, compotas, trozos en almíbar, deshidratados, yogurt, helados, entre otros. Sin embargo, cuando esta verde puede ser consumida en trozos en salmuera, en vinagre o en salsas.

Por otro lado, el mango ha sido utilizado en la industria cosmética por su alto contenido en vitamina A, ya que ayuda a reducir cicatrices y manchas del rostro a causa del acné y del sol. Además, por sus propiedades emolientes hidrata el cabello y suaviza la piel (Ruiz B. , 2017).

2.2.1.5. Variedades

Según mencionan (Mora et al., 2002) cada variedad de mango tiene características únicas en textura, sabor y apariencia.

Keitt: Es una variedad de mango de tamaño mediano con forma ovalada y alargada, cuya cáscara es de color amarillo verdoso con menos del 30% de tonalidad roja. Tiene un peso promedio de 500 a 600 gramos, con una pulpa sin fibra

y una semilla pequeña, este fruto es de alta calidad y tiene una larga duración en el mercado, ya que presenta tolerancia a la antracnosis y no sufre de problemas de putrefacción interna. La época óptima de cosecha es durante los meses de marzo, abril, agosto, y septiembre.

Kent: El mango de esta variedad es originario de México, Perú y Ecuador, cuyo árbol crece erguido y con vigor medio, se caracteriza por tener un fruto de forma ovalada ensanchada de color de piel amarillo y toques de rojo. El peso del fruto es de 470 y 550 gramos, la pulpa es de excelente calidad debido a que tiene baja fibra y una semilla pequeña. La mayor disponibilidad de este mango es en enero, febrero y diciembre.

Palmer: Su fruto es de forma alargada y oblonga de color amarillo y rojo, con una pulpa de poca fibra. Además, es algo resistente a la antracnosis favoreciendo a la vida útil en los mercados.







Tommy Atkins: Es un mango de buena calidad y tiene una forma ovalada. Tiene un peso medio de 500 a 550 gramos, su cáscara exhibe una tonalidad rojiza, mientras que su pulpa es firme y dulce. La temporada de cosecha es en los meses de marzo hasta julio, y es cultivado en países como México, Brasil, Ecuador y Guatemala.

Kensington: El árbol que produce este tipo de mango tiene una copa redondeada y es adecuado para climas subtropicales, la forma del fruto es elongada ovalada y un peso de aproximadamente 450 a 500 gramos. La cantidad de su pulpa es moderada y su semilla es de tamaño mediano, es conocido por ser un mango de alta calidad y de larga vida útil.

Osteen: El fruto es de forma oblonga con un peso de 525 gramos, considerado de buena calidad. El color de su cáscara es púrpura, la cantidad de fibra en la pulpa es baja y una semilla pequeña.

La tabla 2 representa las diferentes variedades de mango que se cultivan en América Latina.

Tabla 2. Variedades de mango

Variedades de mango	Variedades de mango
Keitt 	Tommy Atkins 
Kent 	Kensington 
Palmer 	Osteen 

Fuente: (Mora et al., 2002)

2.2.1.6. Producción de mango en Ecuador

En Ecuador se cultivan las variedades de mango que incluyen Tommy Atkins, Haden, Kent, Keitt y Ataúlfo, presentes en 8 de las 24 provincias del país. La provincia de Santa Elena destaca como la principal productora de mango, recientemente la variedad Tommy Atkins ha ganado relevancia en el mercado internacional debido a su alta calidad en color, tamaño y sabor, representando el 65%, mientras que el 35% restante se divide entre las variedades Ataúlfo, Keitt, Haden y Kent. Según (Portal Frutícola, 2022) la producción de mango es costosa, ya que requiere de \$5.000 por hectárea, estos costos incluyen mantenimiento de plantas, empaque, embalajes, mano de

obra y gastos de electricidad para sistemas de riego. A pesar de esto, una hectárea puede producir hasta 15 toneladas de mango, lo que puede triplicar la rentabilidad al vender la fruta a precios competitivos en el mercado internacional. Este fruto es exportado a Estados Unidos, Países bajos, Canadá, Colombia, Bélgica, Nueva Zelanda y Reino Unido.

El mango ecuatoriano destaca en competitividad por las condiciones favorables del clima y del suelo, facilitando la producción de frutas de alta calidad aptas para la exportación. Sin embargo, es crucial abordar las plagas y enfermedades para preservar la vida útil del fruto. El Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pescas menciona que en los últimos cinco años la exportación de mango ha aumentado anualmente del 2,4% en valor y 1,5% en volumen (Portal Frutícola, 2022). En 2017, Ecuador exportó 59.000 toneladas y recibió \$44,7 millones, mientras que en 2021 exportó 61.000 toneladas, con ingresos de \$49,2 millones.

Por el contrario, en 2023 la producción de mango se ha visto afectada por el cambio climático, debido a las altas temperaturas que afectaron la floración de la fruta y el retraso de esta. Según (ProEcuador, 2023) la producción de mango caería en un 65% o 70%, conllevando a que el precio del mango se incremente y no sea suficiente para reembolsar la inversión de los productores y fincas.

2.2.1.7. Producción de mango en la Provincia del Carchi

El mango Tommy Atkins se cultiva en el cantón Bolívar, específicamente en áreas como San Vicente de Pusir, Pusir chico y Caldera. Así como en el cantón Mira en sectores Juan Montalvo y la Concepción. La producción se atribuye al clima subtropical de estas zonas, por este motivo la Provincia del Carchi se destaca por sus cultivos de papa, mango y aguacate (La Verdad, 2021).

En junio del 2021 se inició un proyecto que impulsa la producción hortícola en cinco asociaciones de productores locales, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria para las familias afectadas por la pandemia del Covid-19. Según (Gad Provincial de Imbabura, 2023) la cosecha de mango en Carchi durante 2023 experimentó mejoras en volumen y calidad. Unos 800 agricultores de Imbabura y Carchi colaboraron en proyectos de productividad de mango, generando no solo ganancias económicas sino fortaleciendo la presencia de esta fruta en el mercado internacional.

2.2.2. Generalidades de la cáscara de mango

La cáscara de mango, por lo general se desecha. No obstante, investigaciones han evidenciado que estos residuos contienen nutrientes y propiedades saludables. (Sáyago & Álvarez, 2018) indican algunos beneficios de la cáscara de mango, a pesar de su tendencia a ser desaprovechada.

- La cáscara de mango tiene la acción de ayudar a mantener la salud del sistema digestivo ya que promueve la limpieza y contribuye la composición de la flora intestinal, debido a que la fibra dietética presente en las células vegetales es intrínsecamente resistente a la digestión y absorción en el intestino delgado.
- Contiene una variedad de nutrientes y compuestos beneficiosos para la salud, incluyendo fibra dietética (pectina, celulosa, hemicelulosa), azúcares reductores, proteínas, vitamina C, carotenoide y compuestos fenólicos.
- En la cáscara de mango, los compuestos fenólicos claves son el ácido gálico y la mangiferina los cuales son beneficiosos en el intestino. El ácido gálico disminuye el riesgo de cáncer de colon.

2.2.2.1. Desaprovechamiento

En Ecuador se produce una considerable cantidad de subproductos agroindustriales, incluyendo desperdicios de alimentos. Estos desperdicios provienen de la producción agrícola, con aproximadamente 30% destinados a cereales, entre un 40% y un 50% a raíces, frutas y verduras, y alrededor del 20% a productos cárnicos, semillas oleaginosas y lácteos (Franco Carvache , 2022).

A pesar de la abundancia de estos residuos, Ecuador carece de registros sobre su aprovechamiento debido al desconocimiento de su valor y a la falta de métodos para su preparación o transformación. Según un informe de la FAO de 2019, Ecuador registró un desperdicio anual de 939.000 toneladas de alimentos, lo que equivale a 334 millones de dólares (Expreso, 2022). Esta situación coloca al país entre los que más desperdician alimentos a nivel mundial, ya que el 80% de estos desechos provienen del hogar y de las industrias procesadoras de alimentos.

2.2.2.2. Valorización de residuos

Los desechos de mango se han aprovechado en la elaboración de alimentos para animales, fertilizantes y otros productos. Además, es aplicado en la biotecnología

para la producción de ácido láctico, etanol, enzimas pectinolíticas y metano. En México, dos estudiantes de sexto semestre del CCH Oriente de la UNAM desarrollaron un bioplástico utilizando cáscaras de mango, del cual fabricaron popotes asequibles que se descomponen en seis meses (Mundo Agropecuario, 2019).

En la industria de alimentos la cáscara de mango se ha posicionado como una nueva alternativa para elaborar alimentos funcionales (Serna & Torres, 2014), además se ha extraído pectina para bebidas, gominolas, helados, mermeladas, jaleas, polvos deshidratados para enriquecer productos de panadería y harinas. La cáscara de mango al tener una capacidad antioxidante y un contenido de fibra dietaria, es utilizada como ingrediente para la formulación de muffins, pastas, frituras y macarrones.

Según mencionan (Sáyago & Álvarez, 2018) agregar polvo de cáscara de mango a la formulación de macarrones y muffins puede aumentar el contenido de fibra dietética de 8,6% a 17,8% y compuestos fenólicos de 0,46 a 1,80 mg/g. Con la finalidad de mejorar la consistencia en los macarrones y reducir los niveles de glucosa en los muffins.

2.2.3. Pectina

2.2.3.1. Origen

La pectina fue identificada en 1790 por Vauquelin en los jugos de frutas y caracterizada en 1825 por el químico francés Henri Braconnot, quien la reconoció como el principal agente gelificante de la fruta y la llamó "pectina" derivada del griego pektos, que significa "solidificado". En 1840, Fremy descubrió la pectosa, una sustancia insoluble presente en los tejidos vegetales, de la cual se origina la pectina. Según señalan (Beltrán et al., 2011) la producción comercial de la pectina se inició en Alemania en 1908, a partir de los restos de la fabricación de jugo de manzana. En consecuencia, Ehrlich y Suárez publicaron en 1916 el descubrimiento del aislamiento del ácido D-galacturónico, que en su forma polimérica constituye el componente principal de toda la pectina (Corona et al., 1996).

2.2.3.2. Definición

La pectina es un polisacárido complejo obtenido de las plantas superiores como las manzanas o frutas cítricas, es aquella sustancia neutra, incolora, no cristalina y soluble en agua. Se utiliza como aditivo en la industria de alimentos para espesar, gelificar,

emulsionar y estabilizar productos como ates, jales, gominolas, mermeladas, etc. Además, la pectina no solo es aplicada en la industria de alimentos, sino que también en la industria cosmética, textil y farmacéutica (Ruiz et al., 1995).

Por otro lado, (Beltrán et al., 2011) definen a la pectina como un hidrato de carbono de alto peso molecular que se encuentra en todas las plantas en forma de protopectina, su papel es importante en las células vegetales, ya que junto con la celulosa conforma la estructura de la pared celular.

2.2.3.3. Estructura

La pectina es un polisacárido complejo compuesto principalmente por más o menos el 70% de unidades de ácido galacturónico. Dicho de otro modo, está constituida por alrededor de 150-500 unidades de este ácido, donde los grupos carboxílicos están parcialmente esterilizados con metoxilo. Su peso molecular es de alrededor de 150.000 Dalton. Según (Charchalac, 2008) la cadena de pectina contiene restos de D-galactosa, L-arabinosa y L-ramanosa y pequeñas cantidades de azúcares, entre los más comunes la apiosa o el ácido acérico.

La figura 1 representa la estructura química de la pectina

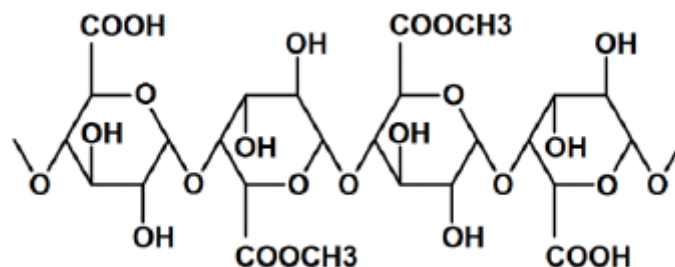


Figura 1. Estructura química de la pectina

Fuente: (Zegada, 2015)

2.2.3.4. Clasificación

Según mencionan (Beltrán et al., 2011) las pectinas se clasifican en dos tipos, dependiendo el contenido de grupos metoxilo.

Pectina de alto metoxilo: Las pectinas de alto metoxilo se unen por puentes de hidrógeno o interacciones hidrofóbicas y poseen un grado de metoxilación de al menos el 70%, forman geles al agregar ácidos y azúcares a temperaturas elevadas

con pH entre 3,0 y 3,4. Según (Franco Carvache , 2022) estas pectinas se dividen en dos grupos "pectinas rápidas" o de gelificación rápida con un grado de esterificación de metanol del 68% al 75%, las cuales se gelifican rápidamente a temperaturas menores de 85°C y son útiles en la producción de gominolas con alta concentración de azúcar. El otro grupo "pectinas lentas" o de gelificación lenta, tiene un grupo de esterificación del 60% al 68%, su gelificación ocurre después de 5 minutos a 65°C y no gelifica a 75°C.

Además, las pectinas se gelifican si se cumplen ciertas condiciones, un pH de 3,5 y un contenido de sólidos solubles entre el 55% y el 85%. Si estas condiciones no se cumplen la pectina actúa como un espesante en lugar de un gelificante.

Pectina de bajo metoxilo: Este tipo de pectina tiene un grado de metoxilación de al menos el 50%, necesita la presencia de cationes divalentes como el calcio para formar geles a un pH de 1,0 a 7,0 o incluso más alto. La cantidad de sólidos solubles en el medio puede variar del 0% al 80% sin influir en el proceso de gelificación. Cabe mencionar que estas pectinas requieren de 40 a 100 mg de calcio por gramo de pectina para formar geles.

Cuando un producto contiene menos azúcar, se necesita agregar pectina de bajo metoxilo para lograr una consistencia similar en el gel final, por lo que es utilizada como espesante y gelificante en la elaboración de productos alimenticios, especialmente en mermeladas, jaleas y otros alimentos.

2.2.3.5. Propiedades y características fisicoquímicas

(Cobeñas & Guerrero, 2018) describen las siguientes propiedades fisicoquímicas de las pectinas

Acidez: En estado natural son neutras, pero en solución son ácidas, dependen del grado de esterificación y del medio. El pH varía entre 2,8 y 3,4.

Solubilidad: Las pectinas son solubles en agua, glicerina caliente, formamida y dimetilformamina, pero insolubles en soluciones orgánicas, proteínas, cationes polivalentes y polímeros.

Viscosidad: Tiene la propiedad de formar soluciones viscosas en agua, dependiendo de la temperatura, el pH, la concentración, el grado de polimerización y la presencia de electrolitos. La pectina con alto grado de esterificación aumenta la viscosidad,

mientras que en las de bajo metoxilo necesitan de iones polivalentes o calcio para aumentar la viscosidad y poder gelificar.

Poder de gelificación: Se representa con las iniciales SAG, que hace referencia a la cantidad de sacarosa que gelifica un gramo de pectina a pH de 2,8 y 3,4 y una concentración de azúcar de 65° Brix (Franco Carvache , 2022).

2.2.3.6. Características fisicoquímicas

Tiempo de gelificación: Según mencionan (López et al., 2015) el tiempo de gelificación de la pectina depende del porcentaje de esterificación. Si el grado de esterificación tiene un 60% a 67% la gelificación es lenta, mientras para rangos de 68% a 70% la gelificación es mediana y finalmente la gelificación es rápida si tiene valores de esterificación de 71% a 76%.

Grado de metoxilo: Las pectinas de alto metoxilo necesitan del 60-65% de azúcar y pH ácido (2 y 3,5) para formar geles. Sin embargo, las de bajo metoxilo requieren de iones de calcio y pH entre 2,8 y 6,5 para formar interacciones (Mendoza et al., 2017). La industria de alimentos para elaborar productos bajos en azúcar (light) utiliza la pectina de bajo metoxilo.

Ácido galacturónico: Se refiere a la pureza de la pectina, si el porcentaje de ácido galacturónico es superior a 74% en base seca se considera una pectina pura, pero si es inferior a 70% indica la presencia de ácidos no urónicos, es decir tiene pureza baja (Franco Carvache , 2022).

Grado de esterificación: Hace referencia a los grados de esterificación de los grupos carboxilo del ácido galacturónico con metanol. Cuanto mayor sea el grado de gelificación mayor será la temperatura de gelificación. Según señalan (Mendoza et al., 2017) a mayor grado de esterificación se incrementa la viscosidad de la pectina.

2.2.3.7. Aplicaciones

Las pectinas son de gran importancia para los científicos, debido a su amplia utilización en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. En la industria de alimentos este aditivo ha sido empleado como gelificante, estabilizante, espesante, etc.

- Las pectinas de bajo metoxilo se emplean para elaborar salsas, postres, frutas para yogurt y geles por su bajo contenido en azúcar. Por el contrario, las de alto metoxilo son esenciales para gominolas (Rubiano et al., 2022).
- Actúa como estabilizante en bebidas de soya y productos lácteos.
- En helados, polos y sorbetes la pectina controla el tamaño del cristal.
- La pectina puede usarse para mejorar la textura de bebidas bajas en calorías, para remplazar a la pulpa del fruto (Cobeñas & Guerrero, 2018).
- Aptas para mermeladas, jaleas y ates.

2.2.4. Método de extracción de pectina

(Franco Carvache , 2022) señala que existen distintas técnicas para la extracción de pectina a partir de tejidos vegetales, se puede emplear métodos fisicoquímicos y enzimáticos. En la industria de alimentos se utiliza la hidrólisis ácida, porque es menos costosa y por incremento en el rendimiento de sustancias pépticas.

Método de hidrólisis ácida: La pectina en este método se extrae mediante acidificación a una temperatura de 90°C durante una hora. Como medio acidulante se usan ácido cítrico, nítrico, fosfórico o clorhídrico, luego de concentrar los tejidos vegetales, se precipita la pectina con alcohol, se seca, se granula y se tamiza.

Según mencionan (Aza & Méndez, 2011) la hidrólisis ácida es un método que somete las cáscaras a cocción en medio ácido, para luego filtrar y purificar. Posteriormente se seca, se muele y se comercializa. Sin embargo, el método puede ser con reflujo abierto o cerrado con el uso de un condensador logrando una recuperación y eliminación de componentes al aire (Devia, 2003).

Método fisicoquímico: Para extraer la protopectina de los tejidos vegetales se emplean dos métodos. Uno de ellos consiste en utilizar un agente quelante para remover los cationes de los ácidos pécticos y el otro mediante ácidos para romper los puentes de hidrógeno entre la celulosa y los ácidos pécticos (Cobeñas & Guerrero, 2018). Además, la temperatura, el pH, el tiempo de extracción, tipo de solvente y agentes quelantes influyen en el rendimiento de la pectina.

Método enzimático: Como medio extractor se requiere de enzimas proteasas y celulasas, este método es amigable con el ambiente ya que produce menos residuos. Pero es menos ventajoso por los altos costos de las enzimas.

Extracción asistida por microondas: Es una nueva alternativa para obtener pectina en menor tiempo, con mayor rendimiento y de buena calidad (Cobeñas & Guerrero, 2018).

2.2.5. Especificaciones Internacionales de las pectinas comerciales

En la tabla 3 se muestran las características fisicoquímicas de la pectina, tanto para una pectina comercial como especificaciones internacionales descritas por (Chasquibol et al., 2008) (Barreto et al., 2017).

Tabla 3. Especificaciones de la pectina

Características fisicoquímicas	Pectina comercial	Especificaciones internacionales
Humedad (%)	máx. 12 %	-
Ceniza (%)	1 %	-
Peso equivalente (mg/meq)	1775,46	-
Acidez libre (meq/g)	0,78	-
Grado de metoxilo (%)	6,93	mín. 6,70 %
Grado de esterificación (%)	74,71	81,50
Ácido galacturónico (%)	68,29	mín. 65 %

2.2.6. Definición de la gomita

Las gomitas son un tipo de dulce suave con sabor a frutas y con textura masticable, muy populares en niños, jóvenes y adultos. Estos dulces están hechos de grenetina, azúcar, jarabe de maíz y saborizante (Arroyo, 2021). Para que tenga una textura elástica se debe añadir grenetina o pectina que actúen como texturizante, además brinda claridad y brillo (Riofrío D. , 2015).

Las gomitas se originaron en 1920 en Alemania por Hans Riegel, propietario de una empresa de dulces llamado Haribo, elaboraba dulces duros e incoloros, hasta que decidió experimentar usando grenetina y sabores frutales y así creó una gomita suave en forma de osos (Arroyo, 2021).

2.2.6.1. Definición de acuerdo con la Norma INEN 2217:2012

Son productos obtenidos por azúcares, pectinas, gomas naturales, grenetina, glucosa, almidón y aditivos permitidos.

La tabla 4 muestra los requisitos fisicoquímicos de las gomitas según la norma (NTE INEN 2217, 2000).

Tabla 4. Requisitos fisicoquímicos

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
Humedad, %	10,0	25,0	(NTE INEN 265, 2013)
Sacarosa, %	-	50,0	AOAC 930,36

Fuente: (NTE INEN 2217, 2000)

A continuación, en la tabla 5 indican los requisitos microbiológicos que deben cumplir las gomitas

Tabla 5. Requisitos microbiológicos

Requisito	n	m	M	c
Aerobios mesófilos, UFC/g	3	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	1
NMP Coliformes totales/g	3	< 3	$1,0 \times 10^1$	0
Mohos y levaduras, UP/g	3	$3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	1

Fuente: (NTE INEN 2217, 2000)

Donde:

UFC: unidades formadoras de colonias

NMP: número más probable

UP: unidades propagadoras

n: número de unidades de muestra

m: nivel de aceptación

M: nivel de rechazo

c: número de unidades defectuosas que se acepta

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación empleó un enfoque mixto; cuantitativo al evaluar la extracción de pectina de cáscara de mango mediante hidrólisis ácida, con diferentes tipos de ácidos, pH, tiempo y temperatura constante y cualitativo mediante el análisis sensorial para verificar la aceptabilidad del producto final.

3.1.2. Tipo de Investigación

El presente estudio es de tipo experimental, ya que fue necesario realizar tratamientos con diferentes ácidos, pH, tiempo y temperatura constante para determinar el rendimiento de la pectina extraída de las cáscaras de mango. Posteriormente, la pectina se utilizó para elaborar gomitas naturales con vitamina C.

3.2. HIPÓTESIS

Ho: El tipo de ácido, pH y tiempo no influyen en el rendimiento de la pectina extraída de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica L*) para la elaboración de gomitas naturales con vitamina C.

Ha: El tipo de ácido, pH y tiempo influyen en el rendimiento de la pectina extraída de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica L*) para la elaboración de gomitas naturales con vitamina C.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

Fase 1: Extracción de pectina de la cáscara de mango

Variables independientes

A. Tipo de ácido para la hidrólisis ácida

A₁. Cítrico 2,5 N

A₂. Clorhídrico 0,5 N

B. pH

B₁. 1,5

B₂. 2

C. Tiempo

C₁. 60 minutos

C₂. 80 minutos

Variables dependientes

- Rendimiento de pectina
- Grado de esterificación
- Grado de metoxilo
- Ácido galacturónico

Fase 2: Elaboración de gomitas naturales con vitamina C

Variables independientes

A. Cantidad de pectina

A₁. 3,5%

A₂. 4%

Cantidad de pulpa de mango

B₁. 25%

B₂. 30%

Variables dependientes

- Características sensoriales
- Propiedades fisicoquímicas
- características nutricionales
- Análisis microbiológico

3.3.2. Operacionalización de las variables

En la tabla 6 se detalla la definición y la operacionalización de variables, tomando en cuenta las variables independientes y dependientes. Así mismo se mencionan dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos empleados durante el proceso.

Tabla 6. Operacionalización de variables de la extracción de pectina

Variables independientes	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Tipo de ácido	Cítrico Clorhídrico	2,5 N 0,5 N	Volumetría	Ensayos de laboratorio
pH	Evaluación de acidez	1,5 2	Potenciometría	AOAC 981.12
Tiempo de reacción	Tiempo	60 min 80 min	Observación directa	Ensayos de laboratorio
Variable dependiente	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Rendimiento de pectina	Peso de pectina extraída	Gramos de pectina obtenidos	Gravimetría	(Salomón , 2007)
	Grado de esterificación	Titulación con hidróxido de sodio a 0,1N	Volumetría	(Salomón , 2007)
Calidad de la pectina	Grado de metoxilo	Titulación con hidróxido de sodio a 0,1N	Volumetría	(Salomón , 2007)
	Ácido galacturónico	Porcentaje	Gravimetría	(Figuerola , 2017)

En la tabla 7 se observan la definición y operacionalización de la formulación de la gomita con vitamina C, juntamente con las variables dependientes e independiente.

Tabla 7. Operacionalización de variables para la elaboración de gomitas

Variables independientes	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Composición porcentual	Cantidad de pectina	3,5% y 4%	Prueba Ensayo- error y gravimetría	(Fusades, 2014) (Riofrío C. , 2010) (NTE INEN 2217, 2000)
Composición porcentual	Cantidad de pulpa	25% y 30%	Prueba Ensayo- error y gravimetría	Ensayos de laboratorio
Variable dependiente	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumento
	Características sensoriales	Olor Color Sabor Textura	Prueba sensorial	Hoja de cata
Calidad de la gomita	Características fisicoquímicas	Aceptación general %Humedad Sólidos solubles (° Brix) pH	Gravimetría Refractometría Potenciometría Volumetría	(NTE INEN 265, 2013) (NTE INEN 380, 1985) (NTE INEN 1519, 1987) (AOAC, 1968)
	Características nutricionales	Vitamina C		(NTE INEN 1529-5, 2006)
	Análisis microbiológico	Aerobios mesófilos Coliformes Totales Mohos y levaduras	Cajas Petri	(NTE INEN 1529-6, 1990) (NTE INEN 1529-10:98, 2013)

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Extracción de pectina por el método de hidrólisis ácida

Se empleó el método de hidrólisis ácida para extraer pectina de la cáscara de mango. Según mencionan (Aza & Méndez, 2011) esta metodología es de alta eficiencia en comparación con otros métodos de extracción. De igual forma (Devia, 2003) menciona que es un método industrial que logra altos rendimientos de pectina y presenta buenas propiedades de gelificación.

Recepción de la materia prima: Las cáscaras de mango semi- maduras de la variedad Tommy Atkins se obtuvieron de la parroquia San Vicente de Pusir.

Selección: Se escogieron las cáscaras libres de hongos y las que no presentaban descomposición.

Lavado: Se procedió a limpiar las cáscaras con agua potable con el fin de eliminar contaminantes.

Cortado: Las cáscaras se cortaron en trozos pequeños para facilitar el proceso.

Pesado: Se pesaron 50 gramos para cada tratamiento.

Inactivación: Las cáscaras de mango fueron sumergidas en agua y sometidas a calentamiento a 80 °C durante 10 minutos, con el propósito de inactivar enzimas o eliminar microorganismos presentes en la cáscara.

Primer filtrado: Se filtró el agua de la materia prima.

Concentrado: Las cáscaras se colocaron en una solución de ácido clorhídrico y ácido cítrico a pH de 1,5 y 2 a una temperatura constante de 95 °C durante 60 y 80 minutos.

Enfriado: El concentrado se enfrió hasta una temperatura de 60 °C.

Segundo filtrado: Durante la extracción se logró obtener un extracto péctico que se separó con ayuda de liencillos. Además, se realizó un filtrado manual con el propósito de extraer toda la solución aún presente en el bagazo.

Precipitado: El extracto se dejó enfriar hasta una temperatura de 40 °C, luego se añadió etanol al 96 % en una proporción 1:1 (v/v) para eliminar residuos amargos durante un período de 4 horas.

Tercer filtrado: El filtrado se realizó con liencillos, hasta que se eliminara la mayor cantidad de alcohol.

Purificado: El lavado de la pectina se realizó con etanol al 90 % a una temperatura de 20 °C por triplicado con la finalidad de obtener una pectina con un color claro.

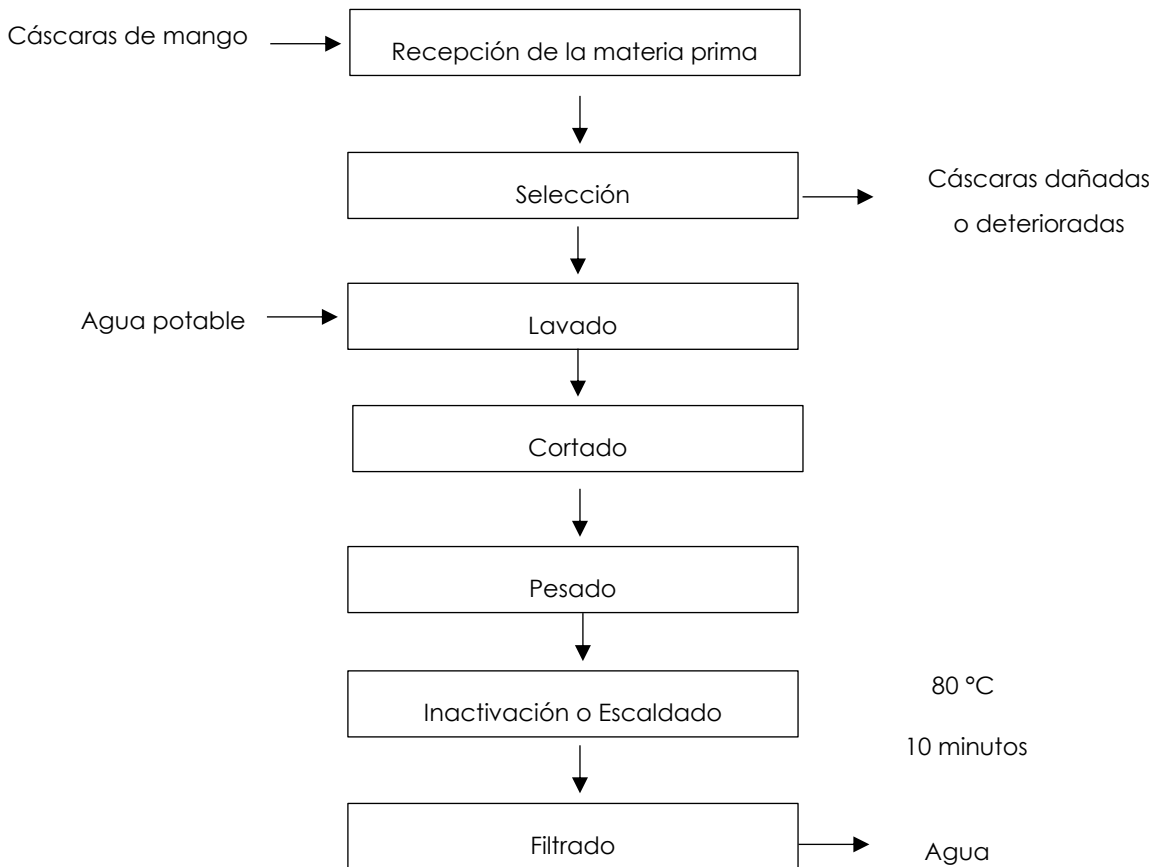
Cuarto filtrado: Se realizó un último filtrado con liencillo y se dejó reposar hasta eliminar todo el etanol y obtener la pectina.

Secado: La pectina se extendió en bandejas para secarlo en una estufa de flujo forzado a una temperatura de 60 °C por 24 horas.

Molido: Se empleó un molino manual con el fin de mejorar el tamaño de partícula de la pectina.

Almacenado: La pectina extraída fue almacenada en bolsas ziploc en un entorno seco para prevenir la contaminación y preservar su calidad.

La figura 2 representa el diagrama de flujo de la extracción de pectina aplicando el método de hidrólisis ácida.



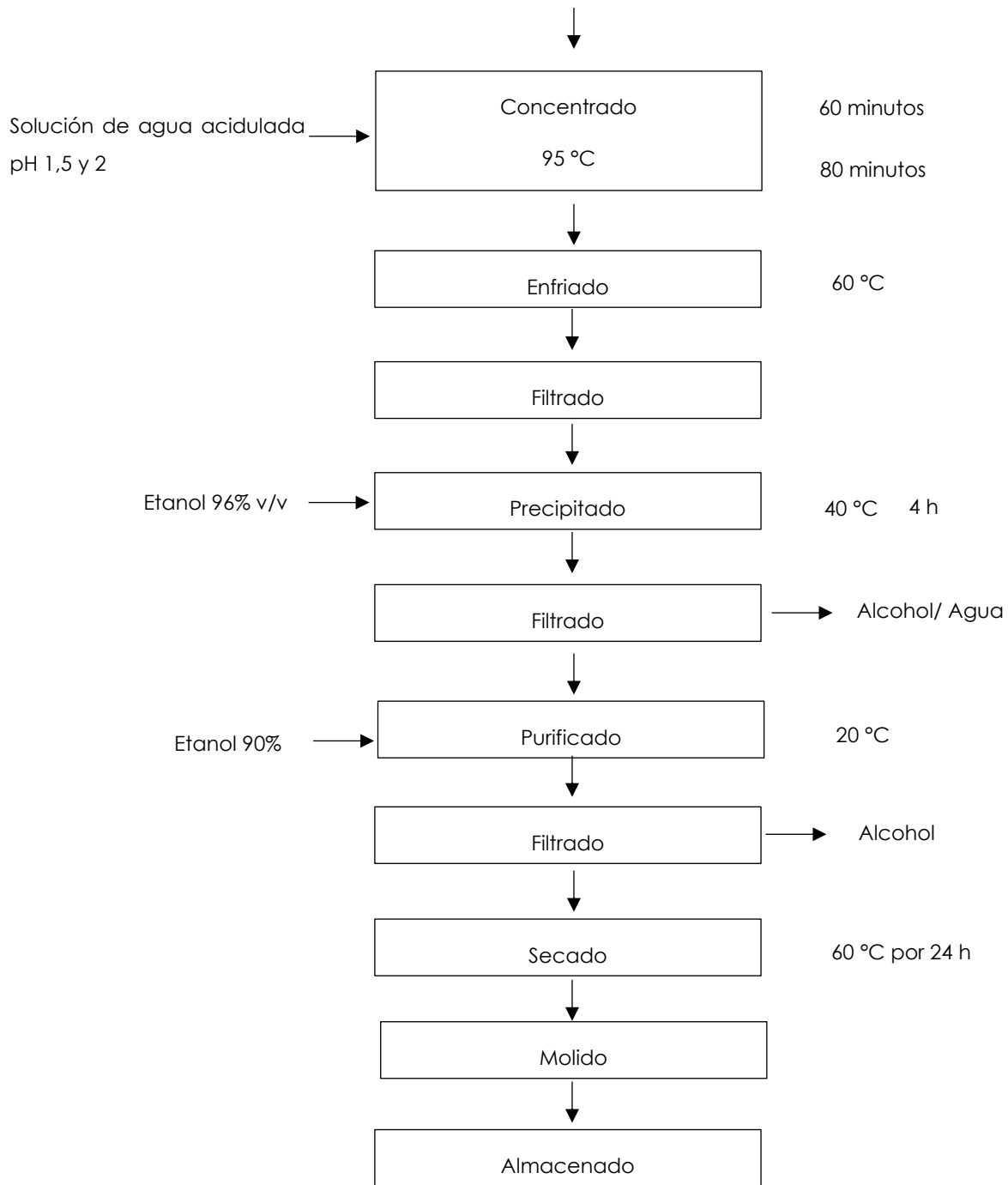


Figura 2. Diagrama de flujo de la extracción de pectina

3.4.2. Proceso de obtención de pulpa de mango

Recepción de la materia prima: Se trabajó con mangos maduros de la variedad Tommy Atkins.

Selección: Se escogieron los mangos de buena calidad con buena apariencia en la cáscara, caso contrario se rechazaron si la cáscara presentaba descomposición.

Lavado: Los mangos se lavaron con agua potable con la finalidad de eliminar residuos extraños e insectos.

Pelado: Los mangos se pelaron con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

Separado: Se separó la parte comestible del mango de la semilla.

Cortado: La parte comestible del mango se cortó en trozos pequeños para facilitar el proceso de pulpeado.

Pulpeado: Los trozos de mango se licuaron sin agregar agua, luego se utilizó un cernidor para separar la pulpa de las fibras.

La figura 3 detalla el diagrama de flujo para la obtención de la pulpa de mango

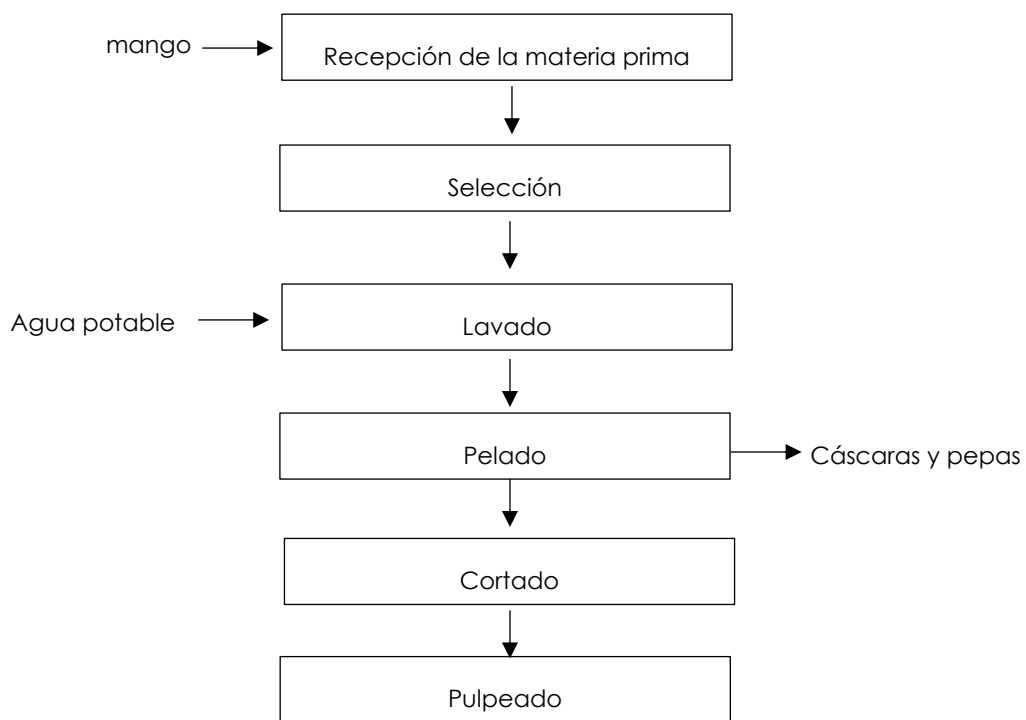


Figura 3. Diagrama de flujo de pulpa de mango

3.4.3. Elaboración de gomitas naturales con vitamina C

Recepción de la materia prima y pesado: Se verificaron los ingredientes a utilizar con las cantidades formuladas.

Hidratado de la pectina: Se combinó la pectina extraída con agua y se calentó hasta alcanzar una temperatura de 75 °C durante 5 minutos.

Mezclado y Cocción: En un recipiente se elaboró un jarabe (azúcar, agua y glucosa) y se calentó hasta que se disuelva toda la mezcla. Después se colocó la pulpa de mango y se calentó hasta alcanzar una temperatura de 90 °C, con agitación constante. Luego se dejó a que la mezcla llegara hasta los 65 °C y se agregó la mezcla de pectina en forma de hilos. Seguidamente, se añadió el ácido cítrico y se agitó.

Enfriado y adición: La mezcla se dejó enfriar hasta los 55 °C y se añadió el ácido ascórbico. Se agitó hasta homogenizar todos los ingredientes durante 3 minutos.

Moldeado: Se colocó la mezcla en los moldes de silicón, los mismos que deben estar secos.

Reposo: La mezcla se dejó en los moldes durante 3 horas a temperatura ambiente.

Desmoldeado: Una vez transcurrido el tiempo establecido se retiraron las gomitas de los moldes.

Secado: Se colocó las gomitas en bandejas y se dejó secar durante 5 horas a temperatura ambiente.

Empacado: Se empacaron las gomitas en fundas ziploc para evitar alguna contaminación.

En la figura 4 se representa el diagrama de flujo de la elaboración de gomitas.

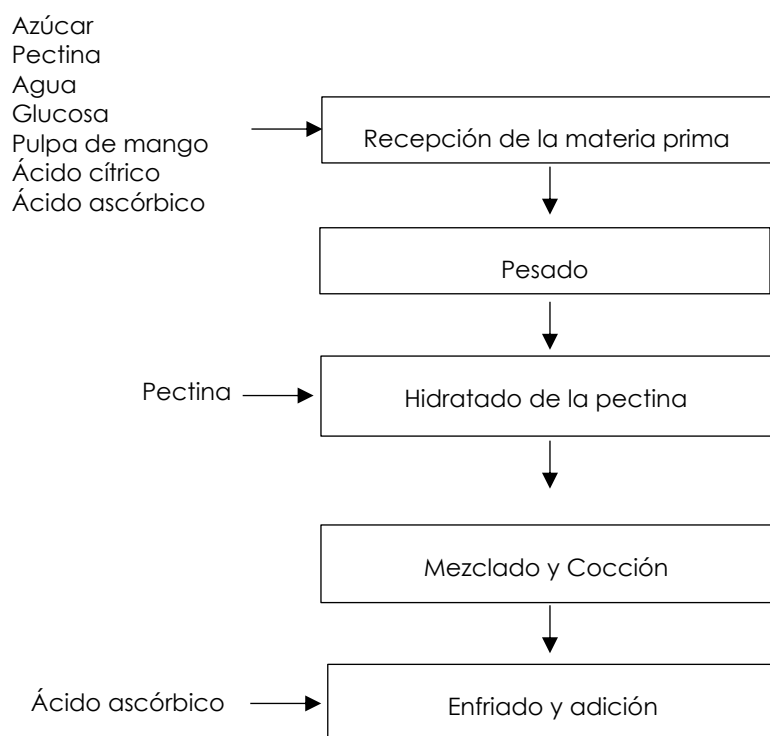




Figura 4. Diagrama de flujo de gomitas naturales con vitamina C

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Extracción de pectina

En este estudio, se analizó el efecto de la pectina extraída de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins al aplicarla en la elaboración de gomitas naturales con vitamina C. En la primera fase del estudio el diseño estadístico de la extracción de pectina constó de 3 factores tipo de ácido, pH y tiempo y 2 niveles (2^3) en el cual los factores siendo un total de 8 tratamientos que al realizarse por triplicado darán 24 unidades experimentales. Mediante el programa InfoStat se aplicó un análisis de varianza ANOVA simple completamente al azar, aplicando la prueba de Tukey con un margen de error del 5 %.

3.5.1.1. Diseño experimental

En la tabla 8 se detallan las variables y los tratamientos para la extracción de pectina.

Tabla 8. Definición de variables y tratamientos para la extracción de pectina

Variable	Descripción	Variable	Definición
A	Tipo de ácido	A ₁	Ácido cítrico
		A ₂	Ácido clorhídrico
B	pH	B ₁	1,5
		B ₂	2
C	Tiempo	C ₁	60 min
		C ₂	80 min

3.1.5.2. Diseño factorial

En la tabla 9 se observan las formulaciones del experimento que se desarrolló con cada ácido, pH y tiempo de extracción, con una unidad experimental de 50 g.

Tabla 9. Esquema del experimento para la extracción de pectina

Tratamiento	Esquema del experimento	Número de repeticiones
A ₁ B ₁ C ₁	Ácido cítrico + pH 1,5 + 60 minutos	3
A ₁ B ₁ C ₂	Ácido cítrico + pH 1,5 + 80 minutos	3
A ₁ B ₂ C ₁	Ácido cítrico + pH 2 + 60 minutos	3
A ₁ B ₂ C ₂	Ácido cítrico + pH 2 + 80 minutos	3
A ₂ B ₁ C ₁	Ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos	3
A ₂ B ₁ C ₂	Ácido clorhídrico + pH 1,5 + 80 minutos	3
A ₂ B ₂ C ₁	Ácido clorhídrico + pH 2 + 60 minutos	3
A ₂ B ₂ C ₂	Ácido clorhídrico + pH 2 + 80 minutos	3

3.5.2. Elaboración de las gomitas naturales con vitamina C

En la segunda fase para la elaboración de las gomitas naturales con vitamina C, el diseño experimental fue de 2 factores y 2 niveles (2²), en el cual los factores A x B y los dos niveles que son: cantidad de pectina (3,5 %, 4%) y cantidad de pulpa (25 %, 30 %) siendo un total de 4 tratamientos por triplicado consiguiendo 12 unidades experimentales.

Para la aceptabilidad de las gomitas con la pectina extraída, se realizó un análisis sensorial a 50 catadores no entrenados. Además, se aplicó un análisis de varianza ANOVA, en el programa InfoStat, posteriormente se realizó la prueba de Tukey con el 5% de margen de error, con la finalidad de comparar las medias de los tratamientos y determinar si existe o no diferencia significativas.

3.5.2.1. Diseño experimental

En la tabla 10 se observan los tratamientos para la formulación de las gomitas naturales con vitamina C.

Tabla 10. Definición de los tratamientos para las gomitas naturales

Variable	Descripción	Variable	Definición
A	Cantidad de pectina	A ₁	3,5 %
		A ₂	4 %
B	Cantidad de pulpa	B ₁	25 %
		B ₂	30 %

3.5.2.1. Diseño factorial

La tabla 11 indica las formulaciones para elaborar gomitas naturales con la adición de la pectina extraída de la cáscara de mango. Con una unidad experimental de 700 g.

Tabla 11. Esquema experimental para la elaboración de gomitas naturales

Tratamiento	Esquema del experimento	Número de repeticiones
A ₁ B ₁	3,5 % de pectina + 25 % de pulpa de mango + 23,6 % agua para hidratar + 20,5 % de azúcar + 17,4 % de glucosa + 8,5 % de agua para el jarabe + 0,4 % ácido cítrico + 1,1 % de ácido ascórbico.	3
A ₁ B ₂	3,5 % de pectina + 30 % de pulpa de mango + 18,6 % agua para hidratar + 20,5 % de azúcar + 17,4 % de glucosa + 8,5 % de agua para el jarabe + 0,4 % ácido cítrico + 1,1 % de ácido ascórbico.	3
A ₂ B ₁	4 % de pectina + 25 % de pulpa de mango + 23,1 % agua para hidratar + 20,5 % de azúcar + 17,4 % de glucosa + 8,5 % de agua para el jarabe + 0,4 % ácido cítrico + 1,1 % de ácido ascórbico.	3
A ₂ B ₂	4 % de pectina + 30 % de pulpa de mango + 18,1 % agua para hidratar + 20,5 % de azúcar + 17,4 % de glucosa + 8,5 % de agua para el jarabe + 0,4 % ácido cítrico + 1,1 % de ácido ascórbico.	3

3.5.3. Formulación base de las gomitas naturales con vitamina C

Para la formulación base de las gomitas naturales con vitamina C se utilizó porcentajes de materia prima propuestos por (Barreros, 2022), (Riofrío C. , 2010) y (Robles et al., 2020), a través de pruebas experimentales se determinó los porcentajes óptimos para cada tratamiento. Además, tomando en cuenta las especificaciones de la norma (NTE INEN 2217, 2000). Como se muestra a continuación en la tabla 12.

Tabla 12. Formulaciones de los tratamientos del diseño experimental

Ingrediente	Gramos (g)	Porcentajes (%)
Pulpa de mango	269	38,4
Pectina	21	3
Agua (hidratar)	75	10,7
Azúcar	143	20,5
Glucosa	122	17,4
Agua	59,8	8,5
Ácido cítrico	2,5	0,4
Vitamina C	8	1,1
Total	700	100

En la tabla 13 se establece la formulación en porcentajes para la elaboración de gomitas.

Tabla 13. Formulación de los tratamientos del diseño experimental

Ingredientes	T0 (%)	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)
Pulpa de mango	38,4	25	30	25	30
Pectina	3	3,5	3,5	4	4
Agua (hidratar)	10,7	23,6	18,6	23,1	18,1
Azúcar	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Glucosa	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Agua	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Ácido cítrico	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Vitamina C	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Total	100	100	100	100	100

3.6. TÉCNICA

3.6.1. Extracción de pectina

3.6.1.1. Rendimiento de pectina

Para determinar el mejor tratamiento en cuanto a la extracción de pectina de la cáscara de mango se evaluó el rendimiento en porcentaje, con la ecuación 1 propuesta por (Salomón , 2007)

$$\%Rendimiento = \frac{\text{pectina seca (g)}}{\text{peso de materia prima (g)}} \times 100\%$$

Ecuación 1

3.6.2. Análisis fisicoquímicos de la pectina

3.6.2.1. Humedad

Los cálculos se desarrollaron con el método AOAC 925.45 establecido en el (CODEX, 2015). Para determinar el contenido de humedad de la pectina extraída, se utilizaron crisoles los cuales fueron esterilizados en una estufa a 103 °C durante 1 hora, luego se pesaron 3 g de pectina y se colocaron en los crisoles previamente rotulados, después estos fueron colocados en la estufa a 105 °C por 4 horas, seguidamente se sacaron las muestras del equipo, se dejaron enfriar en el desecador por 15 minutos y se procedió a pesar para realizar los respectivos cálculos, empleando la ecuación 2.

$$\text{Contenido de humedad \%} = \frac{S - (w_1 - w_0)}{S} \times 100$$

Ecuación 2

Donde:

W₀= peso inicial del crisol (g)

W₁= peso del crisol con la muestra (g)

S= peso de la muestra (pectina en g)

3.6.2.2. Cenizas

Para su determinación los cálculos se siguió el método AOAC 923.03 establecido en (CODEX, 2015). Se utilizaron crisoles limpios los cuales fueron estandarizados en la estufa a 103 °C durante 1 hora, luego se pesaron 3 g de pectina en los crisoles previamente rotulados, después fueron llevadas a la sorbona para quemar el producto, posteriormente se sacaron las muestras con pinzas y se colocaron en la mufla a una temperatura de 550 °C por 3 horas, finalmente se retiraron las muestras del equipo, se dejaron enfriar en el desecador por 15 minutos y se pesaron para realizar los cálculos respectivos empleando la ecuación 3.

$$\text{Contenido de cenizas \%} = \frac{(w_2 - w_1)}{S} \times 100$$

Ecuación 3

Donde:

W_2 = peso del crisol luego de ser incinerado (g)

W_1 = peso inicial del crisol (g)

S= peso de la muestra (pectina) en gramos

3.6.2.3. Peso equivalente

Para llevar a cabo este cálculo, se colocaron 0,5 gramos de la pectina extraída en un Erlenmeyer de 250 ml con 0,5 ml de etanol a 95%, luego se agregaron 100 ml de agua destilada seguido por 6 gotas de fenolftaleína. A continuación, se procedió a agitar y titular con hidróxido de sodio 0,1N hasta que la solución experimentara un cambio de color desde amarillo inicial a tonalidades rojizas (Mendoza et al., 2017).

$$\text{Peso equivalente} = \frac{\text{peso de la muestra (mg)}}{\text{meq. de hidróxido de sodio}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

mg componente ácido= tamaño de la muestra en miligramos

meq. NaOH= miliequivalentes de NaOH gastados durante la titulación

3.6.2.4. Acidez libre

Para determinar la acidez libre, se utilizó la cantidad de miliequivalentes consumidos durante la titulación del peso equivalente, aplicando la ecuación 5.

$$\text{Acidez libre} = \frac{\text{meq. NaOH}}{\text{g componente ácido}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

meq. NaOH= miliequivalente de hidróxido de sodio gastados en la titulación

g componente ácido= tamaño de la muestra en gramos

3.6.2.5. Grado de metoxilo

Con la misma solución del peso equivalente, se incorporaron 25 ml de hidróxido de sodio con una concentración de 0,1N y agitación lenta, luego se dejó reposar por 30 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se añadieron 25 ml de ácido clorhídrico 0,25 N y agitando se tituló con hidróxido de sodio 0,1N hasta alcanzar una coloración rojiza, indicando un pH de 7,5 (Salomón , 2007)

$$\% \text{ Metoxilo} = \frac{\text{meq. de NaOH} \times \text{PM del metoxilo}}{\text{peso de la muestra en mg}} \times 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

El peso molecular del metoxilo (CH₃O) es 31

3.6.2.6. Grado de esterificación

Se calculó en base a los miliequivalentes gastados de NaOH en la determinación de acidez libre y contenido de metoxilo (Salomón , 2007)

$$\% \text{ Grado de esterificación} = \frac{\text{meq B}}{(\text{meq A} + \text{meq B})} \times 100 \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

meq A= miliequivalentes de NaOH a 0,1N usados en acidez libre

meq B= miliequivalentes de NaOH a 0,1 N usados en metoxilo

3.6.2.7. ácido galacturónico

El ácido galacturónico se calculó para determinar la pureza de la pectina, siguiendo la técnica de (Untiveros, 2003) y (Gamboa, 2009)

$$AG\% = \frac{176 \times 100 (\text{meq A} + \text{meq B})}{\text{mg del componente ácido}} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

176= peso molecular del ácido galacturónico expresado en mg/meq

meq A= miliequivalentes utilizados en la primera titulación con NaOH 0,1 mol/L

meq B= miliequivalentes utilizados en la segunda titulación con NaOH 0,1 para determinar el contenido de metoxilo.

Componente ácido= peso de la muestra mg

3.6.3. Gomas naturales con vitamina C

3.6.3.1. Determinación de vitamina C de la pulpa de mango

La determinación de vitamina C de la pulpa de mango sin aplicar temperatura y aplicando temperatura de 90°C se realizó por volumetría de 2,6-dicloroindofenol utilizando el método oficial (AOAC, 1968) (Nielsen , 2017).

Reactivos

- Ácido metafosfórico (HPO_3)
- Ácido acético (CH_3COOH)
- Solución estándar de ácido ascórbico
- Solución estándar de indofenol
- Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)
- Agua destilada

Preparación de solución de HPO_3 - CH_3COOH (500 ml)

Se pesaron 15 g de HPO_3 y se agregaron 40 ml de CH_3COOH más 200 ml de agua destilada, se aforó hasta 500 ml. El balón aforado se lo envolvió con papel aluminio con la finalidad de que no le llegara la luz solar.

Preparación de ácido ascórbico (50 ml)

Se pesaron 50 mg de del estándar de ácido ascórbico y se transfirieron a un balón aforado de 50 ml.

Preparación de la solución estándar de indofenol (250 ml)

Se pesaron 62,5 mg de 2,6-dicloroindofenol más 50 ml de agua destilada con 52,5 mg de NaHCO_3 se agitó y aforó con agua destilada. La solución se filtró en un vaso de precipitación, el mismo que fue envuelto con papel aluminio y llevado a refrigeración.

Preparación de la muestra

Se colocaron 50 ml de la pulpa de mango con 50 ml de ácido metafosfórico (HPO_3) y 50 ml de agua destilada, la muestra se filtró en un Erlenmeyer de 250 ml.

Titulación de blancos

Se colocaron 2 ml de la solución de ácido ascórbico en un Erlenmeyer de 50 ml por triplicado, más 5 ml de $\text{HPO}_3\text{-CH}_3\text{COOH}$ en cada matraz y se tituló con la solución de 2,6-dicloroindofenol hasta obtener un color rosado.

Titulación de la muestra

La titulación se realizó por triplicado, donde se colocaron 5 ml de la pulpa de mango más 2 ml de la solución de $\text{HPO}_3\text{-CH}_3\text{COOH}$ y se tituló con 2,6-dicloroindofenol hasta obtener un color rosado claro.

$$F = \frac{\text{mg de ácido ascórbico en volumen de solución estándar titulada}}{\left(\begin{array}{c} \text{Promedio de ml de colorante} \\ \text{utilizado para valorar los} \\ \text{estándares} \end{array} - \begin{array}{c} \text{Promedio de ml de colorante} \\ \text{utilizado para valorar el} \\ \text{blanco} \end{array} \right)} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = (X - B) \left(\frac{F}{E} \right) \left(\frac{V}{Y} \right) \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

X= ml promedio de la solución de 2,6-dicloroindofenol gastados en la titulación.

B= ml promedio de la solución de 2,6-dicloroindofenol gastados en la titulación de blancos.

F= mg de ácido ascórbico equivalente a 0,1ml de solución estándar de la solución de indofenol

E= número de ml de muestra

V= Volumen inicial de la muestra

Y= volumen de la solución de muestra titulada

3.6.4. Análisis fisicoquímico

Los análisis se basaron en la norma NTE INEN 2217 para productos de confitería, caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrónes.

3.6.4.1. Humedad

La humedad se determinó según la norma (INEN 265, 1978) utilizando crisoles de porcelana previamente esterilizados en la estufa a temperatura de 103 °C por 1 hora. Luego se pesaron 3 g de la gomita y se colocaron en los crisoles llevándolas a una estufa a 105°C por 4 horas. Una vez transcurrido el tiempo establecido, se extrajeron las muestras de la estufa y se enfriaron en el desecador durante 15 minutos. Posteriormente, se pesaron para los cálculos necesarios.

$$\text{Contenido de humedad \%} = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times 100 \quad \text{Ecuación 11}$$

m_1 = peso de cápsula, con la muestra, antes del calentamiento en gramos.

m_2 = peso de la cápsula, con la muestra, después del calentamiento en gramos.

m = peso de la muestra en gramos

3.6.4.2. Sólidos solubles

Los sólidos totales se determinaron según la norma (INEN 380, 1985) y (Velásquez et al., 2020) con la técnica de refractometría, la cual permite obtener los °Brix del producto. Se pesaron 75 g de la gomita, la cual se colocó en un vaso de precipitación de 250 ml y se la llevó a baño María hasta la disolución de la muestra. Seguidamente se dejó enfriar hasta 20°C y se colocaron de 2 a 3 gotas de la muestra en el refractómetro digital.

3.6.4.3. pH

La concentración del ion de hidrógeno se determinó según la norma (NTE INEN 1519, 1987). Se colocaron 10 g de la muestra en un vaso de precipitación de 100 ml y se agregaron 90 ml de agua destilada previamente hervida y enfriada. La muestra se diluyó durante 30 min y se dejó reposar por 10 min. Luego se analizó la muestra por duplicado con un potenciómetro por lectura directa. Además, el equipo debía estar previamente calibrado con la solución estándar y el electrodo cada vez que se tome la lectura debe lavarse con agua destilada. La diferencia de la lectura no debe exceder de 0,1 unidades de pH (Ibarra, 2023).

3.6.5. Análisis microbiológico

Se esterilizó el material que se utilizó, luego se preparó la muestra madre con 10 gramos de la muestra (gomitas) más 90 ml de agua peptona en una funda ziploc, y se la llevó al stomacher por 30 minutos. Luego se añadieron 9 ml de agua peptona y 1 ml de la muestra madre, en el tubo de ensayo de la primera dilución (10^{-1}), seguidamente se tomó 1 ml de la solución anterior y se colocó al segundo tubo (10^{-2}), de este modo, se continuó el proceso hasta llegar a la última dilución (10^{-5}). Para realizar la siembra, con una pipeta se tomó 1 ml de la primera, tercera y quinta dilución y se la colocó en la caja Petri, seguidamente se añadió el agar respectivo para *Mohos y levaduras*, *Aeróbios mesófilos* y *Coliformes totales*. La caja Petri se cerró cuidadosamente y se incubó dependiendo de la temperatura y tiempo de cada microorganismo indicador.

- *Aeróbios mesófilos*: 30°C por 48 a 75 horas
- *Coliformes totales*: 35°C por 24 ± 2 horas
- *Mohos y levaduras*: 22°C y 25°C por 5 días

Para realizar el cálculo respectivo del número de unidades propagadas se utilizó la ecuación 12.

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}} \quad \text{Ecuación 12}$$

N= número de unidades propagadas (UP)

3.6.5. Análisis Sensorial

Se realizó un análisis sensorial a todos los tratamientos para identificar el mejor, se aplicó una prueba discriminativa para evaluar las cualidades sensoriales en la aceptabilidad del producto, empleando a 50 jueces no entrenados. Se utilizó una escala hedónica que a continuación se indica en la tabla 14, donde se señala el puntaje y aspecto.

Tabla 14. Escala de evaluación

Puntaje	Aspecto
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

3.6.6. Preparación de soluciones

Ácido cítrico 2,5 N a pH 2 y 1,5

Para obtener la solución a pH 2 y 1,5 se pesaron 160,075 g y 96,045 g de ácido cítrico, luego se colocaron en un balón aforado de 1000 ml con 100 ml de agua destilada y se agitaron hasta que se disolviera todo el ácido. Posteriormente se aforó y se homogenizó la solución.

Ácido clorhídrico 0,5N a pH 2 y 1,5

En un balón aforado de 1000 ml se añadió 100 ml de agua destilada más 20 ml de ácido clorhídrico para obtener un pH 2 y 60 ml de ácido clorhídrico para un pH 1,5. Se aforó y se homogenizó la solución.

Ácido clorhídrico 0,25N

En un balón aforado de 100 ml se añadieron 20 ml de agua destilada y 25 ml de ácido clorhídrico 0,5 N. Se aforó hasta alcanzar un volumen total de 100 ml y se homogenizó la solución.

Etanol 96% a 95%

En un balón aforado de 100 ml, se añadieron 98,95 ml de alcohol al 96% y se colocaron 1,05 ml de agua destilada para obtener alcohol al 95%.

Hidróxido de sodio 0,1 N

Se pesaron 2 g de NaOH y se disolvió con 50 ml de agua destilada, y se aforó hasta que alcance un volumen de 500 ml

3.7. RECURSOS

3.7.1. Extracción de pectina

Materia prima: Cáscara de mango semi-maduro

Insumos: ácido clorhídrico, ácido cítrico, etanol 96%, 90% y agua destilada

Materiales

- Probeta 100 ml
- Erlenmeyer 250 ml
- Vaso de precipitación 1000 ml
- Varilla de agitación
- Balones aforados 1000 ml
- Tabla de picar
- Bandejas
- Lienzos
- Coladores
- Varillas

Equipos

- Termómetro
- Balanza analítica
- Cocineta
- pH- metro
- Homogeneizador
- Estufa de flujo forzado
- Mufla

Reactivos: ácido clorhídrico 0,5 N y 0,25 N, ácido cítrico 2,5 N, hidróxido de sodio, etanol 96 %, 90 %, 95 % y fenolftaleína.

3.7.2. Elaboración de gomitas naturales con vitamina C

Materia prima: pulpa de mango, azúcar, pectina extraída, agua de botellón, ácido cítrico y vitamina C.

Materiales

- Cuchillos
- Tablas de picar
- Coladores
- Ollas de acero inoxidable
- Moldes de goma
- Vaso de precipitación 250 ml
- Varilla de agitación

Equipos

- Termómetro
- Balanza analítica
- Cocineta
- Licuadora
- Refractómetro
- Potenciómetro

- Crisoles
- Pinza
- Cajas petri
- Probeta 50 ml
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Bureta (soporte y pinza)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el proceso de extracción de pectina a partir de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins.

4.1.1. Extracción de pectina

4.1.1.1. Rendimiento

En la tabla 15 se presenta el p-valor de la prueba de Shapiro-Wilk es superior a 0,05, por lo cual los datos del rendimiento de la pectina empelando ácido cítrico y clorhídrico son paramétricos.

Tabla 15. Prueba de Shapiro-Wilk

Tipo de ácido	Prueba	Estadístico	p-valor
Ácido cítrico	Shapiro-Wilk	0,880417	0,0846843
Ácido clorhídrico	Shapiro-Wilk	0,864751	0,0530036

Los resultados obtenidos del rendimiento de pectina de la cáscara de mango se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Rendimiento de pectina

Tratamiento	Media pectina con $C_6H_8O_7$	Grupo	Tratamiento	Media pectina con HCl	Grupo	p-valor
T1	4,49 ± 0,10	A	T5	8,89 ± 0,26	A	< 0,0001
T2	3,42 ± 0,26	B	T6	6,41 ± 0,19	B	
T3	2,98 ± 0,14	C	T7	5,65 ± 0,13	C	
T4	0,90 ± 0,04	D	T8	4,77 ± 0,12	D	

En la tabla 16 se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas, ya que el p-valor es menor a 0,05. Para la extracción de la pectina se utilizaron ácido cítrico y ácido clorhídrico, siendo el mejor tratamiento empleando con ácido cítrico el T1 (ácido cítrico + pH 1,5 + 60 min) con una media de 4,49 %, mientras que con ácido clorhídrico el mejor resultó ser el T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 min) con una media de 8,89 %. Comparando los rendimientos de los dos mejores tratamientos, el mejor fue utilizando ácido clorhídrico, ya que es un ácido fuerte que

rompe las células vegetales liberando la mayor cantidad de pectina soluble. El T2 (ácido cítrico + pH 1,5+ 80 min) y T6 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 min) son los siguientes tratamientos con buen rendimiento con medias de 3,42 % y 6,41 %.

El tratamiento T4 (ácido cítrico + pH 2 + 80 min) y el T8 (ácido clorhídrico + pH 2 + 80 min) presentaron porcentajes bajos de rendimiento con medias de 0,90 % y 4,77 %. El uso de ácido clorhídrico en la extracción de pectina presento valores satisfactorios, en comparación al ácido cítrico que se obtuvo valores bajos, por lo cual el análisis fisicoquímico de la pectina se realizó únicamente al tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 min) que presento mayor rendimiento.

4.1.2. Análisis fisicoquímico de la pectina

Los análisis fisicoquímicos de la pectina extraída de la cáscara de mango se realizaron únicamente al mejor tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos)

4.1.2.1. Humedad

En la tabla 17 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas de humedad que se realizaron a los tratamientos con los mejores rendimientos de las pectinas extraídas con ácido cítrico y clorhídrico. En los resultados de humedad se observaron diferencias significativas, ya que hay dos grupos a y b. Los resultados obtenidos fueron comparados con una ficha técnica para pectinas comerciales CEAMPECTIN SS 4510, la cual establece que el valor máximo de humedad es de 12%. El mayor porcentaje de humedad fue con el ácido clorhídrico.

Tabla 17. Humedad de las pectinas

Pectina	Humedad	Grupo	p-valor
Ácido clorhídrico	10,76± 0,13	A	0,0033
Ácido cítrico	10,13± 0,12	B	

4.1.2.2. Cenizas

En la tabla 18 se observan los resultados obtenidos en las pruebas de cenizas que se realizaron a las pectinas extraídas con ácido cítrico y clorhídrico, a los dos tratamientos con los mejores rendimientos. En los resultados de cenizas, no hubo diferencias significativas ya que las dos pertenecen al grupo (a). Los resultados obtenidos fueron comparados con una ficha técnica para pectinas comerciales CEAMPECTIN PS 4710, la cual establece que el contenido de cenizas debe ser inferior al 1%.

Tabla 18. Ceniza de las pectinas

Pectina	Ceniza	Grupo	p-valor
Ácido clorhídrico	0,42± 0,23	A	0,6399
Ácido cítrico	0,33± 0,19	A	

4.1.3. Calidad de la pectina

4.1.3.1. Peso Equivalente

El peso equivalente se calculó a partir de la ecuación 4 aplicando los datos que se obtuvieron mediante la técnica de (Salomón , 2007). En la titulación con NaOH se gastaron 6 ml, es decir 0,31 miliequivalentes.

Datos

Valencia NaOH= 1

$$\rho_{\text{NaOH}} = 2,13 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

$$\text{Peso atómico NaOH} = 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 40000 \frac{\text{mg}}{\text{mol}}$$

$$6 \text{ ml gastados titulación} = 6 \text{ ml} \times 2,13 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{g}} = 12780 \text{ mg}$$

Donde:

$$\text{meq} = \frac{\text{mg}}{\text{peso atómico}} \times \text{valencia}$$

$$\text{meq} = \frac{12780 \text{ mg}}{40000 \frac{\text{mg}}{\text{mol}}} \times 1$$

$$\text{meq} = 0,31 \text{ Miliequivalentes gastados de hidróxido de sodio}$$

$$\text{Peso equivalente} = \frac{\text{miligramos (mg) componente ácido}}{\text{meq. NaOH}}$$

$$\text{Peso equivalente} = \frac{500}{0,31} = 1612,90 \text{ mg/meq}$$

Se observó que el peso equivalente es de 1612,90 mg/meq, según menciona (Doesburg, 1965) el peso equivalente de una pectina se encuentra en un rango de 1000 mg/meq. Además, la pectina comercial se encuentra en un rango de 1775,46 mg/meq (Barreto et al., 2017), demostrando que la pectina de cáscara de mango está dentro del rango óptimo.

4.1.3.2. Acidez libre

El cálculo de la acidez libre se realizó mediante la ecuación 5 con la técnica de (Salomón , 2007) y los datos obtenidos.

Datos

Valencia NaOH= 1

$$\rho_{\text{NaOH}} = 2,13 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

$$\text{Peso atómico NaOH} = 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 40000 \frac{\text{mg}}{\text{mol}}$$

$$6 \text{ ml gastados titulación} = 6 \text{ ml} \times 2,13 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \times \frac{1000 \text{mg}}{1 \text{g}} = 12780 \text{ mg}$$

Donde:

$$\text{meq} = \frac{\text{mg}}{\text{peso atómico}} \times \text{valencia}$$

$$\text{meq} = \frac{12780 \text{ mg}}{40000 \frac{\text{mg}}{\text{mol}}} \times 1$$

$$\text{meq} = 0,31 \text{ Miliequivalentes gastados de hidróxido de sodio}$$

$$\text{Acidez libre} = \frac{\text{meq. NaOH}}{\text{g componente ácido}}$$

$$\text{Acidez libre} = \frac{0,31 \text{ meq}}{0,5 \text{ g}} = 0,62 \text{ meq Carboxilos libres/g}$$

El resultado de la acidez libre de la pectina extraída de la cáscara de mango fue de 0,62 meq Carboxilos libres/g. Una pectina estándar tiene 0,78 meq/g de acidez libre (Barreto et al., 2017). Por lo que se puede demostrar que la pectina extraída se encuentra levemente por debajo del rango establecido, lo que no presentará problemas de gelificación.

4.1.3.3. Grado de metoxilo

El grado de metoxilo se determinó mediante la ecuación 6, con los datos obtenidos de los miliequivalentes usados en la acidez libre. Para este cálculo se gastaron 31 ml de NaOH lo que equivale a 1,65 meq.

Datos

Peso molecular de metoxilo (CH₃O) = 31 (mg/meq-g)

Valencia NaOH= 1

$$\rho_{\text{NaOH}} = 2,13 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

$$\text{Peso atómico NaOH } 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 40000 \frac{\text{mg}}{\text{mol}}$$

$$31 \text{ ml gastados titulación} = 31 \text{ ml} \times 2,13 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \times \frac{1000\text{mg}}{1\text{g}} = 66030 \text{ mg}$$

Donde:

$$\text{meq} = \frac{\text{mg}}{\text{peso atómico}} \times \text{valencia}$$

$$\text{meq} = \frac{\text{mg}}{40000 \frac{\text{mg}}{\text{mol}}} \times 1$$

$$\text{meq} = 1,65 \text{ Miliequivalentes gastados de hidróxido de sodio}$$

$$\% \text{Metoxilo} = \frac{\text{meq. de NaOH} \times \text{PM del metoxilo (CH}_3\text{O)}}{\text{peso de la muestra en mg}} \times 100$$

$$\% \text{Metoxilo} = \frac{1,65 \times 31}{500 \text{ mg}} \times 100$$

$$\% \text{Metoxilo} = 10,23\%$$

El porcentaje de metoxilo fue calculado al mejor tratamiento con relación al mayor rendimiento de la pectina extraída de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins T1 (Ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos), resultó ser 10,23%. Según mencionan (Owens et al., 1952) si el porcentaje es mayor a 7% la pectina se considera de alto metoxilo, caso contrario de bajo metoxilo.

4.1.3.4. Grado de esterificación

Para calcular el grado de esterificación se utilizó la ecuación 7, tomando en cuenta los miliequivalentes que se gastaron en la acidez libre (0,47 meq) y en el contenido de metoxilo (1,38 meq)

$$\%Grado\ de\ esterificación = \frac{meq\ B}{(meq\ A + meq\ B)} \times 100$$

$$\%Grado\ de\ esterificación = \frac{1,65}{(0,31 + 1,65)} \times 100$$

$$\%Grado\ de\ esterificación = 84,18\%$$

El porcentaje de esterificación calculado fue de 84,18%, afirmando que está dentro del rango establecido. Según mencionan (Chasquibol et al., 2008) para una pectina estándar (especificaciones internacionales) el porcentaje de esterificación es de 81,50%.

4.1.3.5. Ácido galacturónico

Para el cálculo de ácido galacturónico se utilizó la ecuación 8, con la técnica de (Untiveros, 2003) para determinar la pureza de la pectina.

$$AG\% = \frac{176 \times 100 (meq\ A + meq\ B)}{mg\ del\ componente\ ácido}$$

Donde:

176= peso molecular del ácido galacturónico expresado en mg/meq

meq A= 0,31 miliequivalentes utilizados en la primera titulación

meq B= 1,65 miliequivalentes utilizados en la segunda titulación

$$\text{Componente ácido} = 0,5g \times \frac{1000\ mg}{1\ g} = 500\ mg$$

$$AG\% = \frac{176 \times 100 (0,31meq + 1,65meq)}{500\ mg}$$

$$AG\% = \frac{176 \times 100 (1,96\ meq)}{500\ mg}$$

$$AG\% = 68,99\%$$

El porcentaje de ácido galacturónico la pectina de cáscara de mango fue de 68,99%, una pectina estándar se encuentra en un min 65% (UE, FAO/WHO, FDA/FCC) (Chasquibol et al., 2008). Afirmando que la pectina extraída cumple con las especificaciones internacionales, por lo que es apta para la aplicación en la industria alimentaria.

4.1.4. Gomitas naturales con vitamina C

4.1.4.1. Determinación de la vitamina C en la pulpa de mango

Para determinar la concentración inicial de la pulpa de mango antes y después del tratamiento térmico (90°C) durante 15 minutos, utilizando el método con 2,6-dicloroindofenol.

Titulaciones

- Muestra: 18,86 ml
- Blancos: 0,2 ml
- Pulpa sin tratamiento: 5,87 ml
- Pulpa con tratamiento térmico: 3,43 ml

Para calcular los mg de ácido ascórbico equivalente a 0,1 ml de solución estándar de la solución de indofenol, se aplica la ecuación 9.

$$F = \frac{\text{mg de ácido ascórbico en volumen de solución estándar titulada}}{\left(\begin{array}{c} \text{Promedio de ml de colorante} \\ \text{utilizado para valorar los} \\ \text{estándares} \end{array} - \begin{array}{c} \text{Promedio de ml de colorante} \\ \text{utilizado para valorar el} \\ \text{blanco} \end{array} \right)}$$

$$F = \frac{\frac{50,2 \text{ mg}}{50 \text{ ml}} \times 2 \text{ ml}}{18,86 \text{ ml} - 0,2 \text{ ml}}$$

$$F = 0,1071 \text{ mg/ml}$$

Para calcular el contenido de Vitamina C de la pulpa de mango se utilizó la ecuación 10.

Pulpa de mango antes del tratamiento térmico

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = (X - B) \left(\frac{F}{E}\right) \left(\frac{V}{Y}\right)$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = (5,86 \text{ ml} - 0,2 \text{ ml}) \left(\frac{0,1071 \text{ mg/ml}}{2 \text{ ml}}\right) \left(\frac{7 \text{ ml}}{7 \text{ ml}}\right)$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = 0,3093 \text{ mg/mL}$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = 30,30 \frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}}$$

La concentración de ácido ascórbico de la pulpa de mango antes del tratamiento térmico fue de 30,30 mg/100 ml.

Pulpa de mango después del tratamiento térmico

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = (X - B) \left(\frac{F}{E}\right) \left(\frac{V}{Y}\right)$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = (3,43 \text{ ml} - 0,2 \text{ ml}) \left(\frac{0,1071 \text{ mg/ml}}{2 \text{ ml}}\right) \left(\frac{7 \text{ ml}}{7 \text{ ml}}\right)$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = 0,1729 \text{ mg/mL}$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = 17,29 \frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}}$$

La concentración después del tratamiento térmico fue 17,29 mg/100 ml.

Los valores obtenidos indican que inicialmente la pulpa de mango contiene 30,30 mg de ácido ascórbico por 100 ml, después del tratamiento térmico a 90°C la vitamina C de la pulpa disminuyó a 17,29 mg/100 ml. Lo que representa una pérdida de 13,01 mg/100 ml.

4.1.5. Análisis sensorial

La evaluación se realizó en el laboratorio de sensorial de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi a 50 jueces no entrenados, en donde se evaluaron los siguientes atributos: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad con un nivel de aceptación de escala 1 a 5. Además, se utilizó una prueba de Tukey al 95% de confianza.

4.1.5.1. Color

En la tabla 19 se presentan los valores que se obtuvieron en la evaluación sensorial respecto al atributo del color de las gomitas naturales con vitamina C.

Tabla 19. Valores de la media respecto al atributo del color

Tratamiento	N	Media	Grupo	p-valor
T2	50	4,24 ± 0,74	A	< 0,0001
T1	50	4,14 ± 0,73	A B	
T4	50	3,74 ± 0,92	B C	
T3	50	3,46 ± 0,91	C D	
T5	50	3,18 ± 0,96	D	

Se observa que el p-valor es menor a 0,05, lo que representa que existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al color. Se observan 5 grupos A, AB, BC, CD y D. De acuerdo con los catadores el mejor tratamiento respecto al color fue el T2 (30% pulpa de mango + 3,5% pectina extraída de la cáscara de mango) con una media de 4,24 y el de menor aceptación fue el T5 con una media de 3,18.

4.1.5.2. Olor

En la tabla 20 se indican los resultados que se obtuvieron respecto al parámetro del olor de las gomitas naturales con vitamina C.

Tabla 20. Valores de la media respecto al atributo del olor

Tratamiento	N	Media	Grupo	p-valor
T2	50	3,74 ± 0,92	A	0,0009
T1	50	3,22 ± 1,07	A B	
T4	50	3,20 ± 0,88	B	
T5	50	3,06 ± 1,11	B	
T3	50	2,94 ± 0,89	B	

Se observa que el p-valor es menor a 0,05, lo que indica que hay diferencia significativa entre T2 y los demás tratamientos. Los tratamientos T4, T5 y T3 pertenecen al grupo (b), lo que indica que no representan diferencias significativas. El mejor tratamiento respecto al olor fue el T2 con una media de 3,74, por el contrario, el menos aceptado fue el T3 con una media de 2,94.

4.1.5.3. Sabor

En la tabla 21 se indican los valores que se obtuvieron respecto al atributo del sabor de las gomitas naturales con vitamina C.

Tabla 21. Valores de la media respecto al atributo del sabor

Tratamiento	N	Media	Grupo	p-valor
T2	50	4,18 ± 0,75	A	0,0077
T5	50	3,76 ± 0,89	A B	
T4	50	3,76 ± 0,85	A B	
T3	50	3,66 ± 0,96	B	
T1	50	3,58 ± 0,88	B	

Se observa que el p-valor es menor a 0,05, lo que representa diferencias significativas entre los tratamientos respecto al sabor. Se observa 3 grupos A, AB y B. No representan diferencias significativas entre los tratamientos T5, T4 y T3, T1, ya que pertenecen al mismo grupo (ab) y (b). De acuerdo con los catadores el mejor tratamiento respecto al sabor fue el T2 con una media de 4,18, el menos aceptado fue el T1 con una media de 3,58.

4.1.5.4. Textura

En la tabla 22 se presentan los valores que se obtuvieron respecto al atributo de textura de las gomitas naturales con vitamina C.

Tabla 22. Valores de la media respecto al atributo de textura

Tratamiento	N	Media	Grupo	p-valor
T2	50	4,02 ± 0,80	A	0,0141
T1	50	3,90 ± 0,91	A B	
T4	50	3,80 ± 0,95	A B	
T5	50	3,60 ± 0,93	A B	
T3	50	3,44 ± 1,01	B	

Se observa que el p-valor es menor a 0,05, lo que indica que hay diferencia significativa, entre el tratamiento T2 y T3 ya que pertenecen a diferentes grupos a y b. El tratamiento T1, T4 y T5 pertenecen al grupo (ab) por lo que no existe diferencias significativas. El tratamiento de mayor aceptabilidad respecto a la textura fue el T2 con una media de 4,02, por el contrario, el menos aceptado fue el T3 con una media 3,44.

4.1.5.5. Aceptabilidad

En la tabla 23 se indican los valores que se obtuvieron respecto a la aceptabilidad de las gomitas naturales con vitamina C.

Tabla 23. Valores de la media respecto a la aceptabilidad

Tratamiento	N	Media	Grupo	p-valor
T2	50	4,22 ± 0,71	A	0,0008
T1	50	3,86 ± 0,78	A B	
T4	50	3,82 ± 0,77	A B	
T5	50	3,70 ± 0,65	B	
T3	50	3,60 ± 0,83	B	

Se observa que el p-valor es menor a 0,05, lo que representa diferencias significativas entre al menos un par de muestras respecto a la aceptabilidad de las gomitas naturales con vitamina C. Se observan 3 grupos A, AB y B. De acuerdo, con los catadores el mejor tratamiento fue el T2 con una media de 4,22, el menos aceptado fue el T3 con una media de 3,60.

4.1.6. Análisis fisicoquímico

A continuación, se presentan los resultados del análisis fisicoquímico como son: humedad, sólidos solubles y pH de los tratamientos presentados en la evaluación sensorial.

4.1.6.1. Humedad

En la tabla 24 se observan los valores medios de la humedad de los tratamientos de las gomitas naturales con vitamina C.

Tabla 24. Resultados de los valores medios de la humedad

Tratamiento	Media	Grupo	p-valor	INEN 2217-2012
T0	22,93 ± 0,65	A	0,0871	Máximo 25%
T4	22,24 ± 0,04	A		
T2	22,19 ± 0,87	A		
T3	21,76 ± 0,39	A		
T1	21,60 ± 0,36	A		

Se observa que el p-valor es mayor a 0,05, lo que indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos con respecto a la humedad, ya que pertenecen al mismo grupo A. Los valores varían de 21,60% y 22,93%, los cuales están dentro de lo establecido en la norma INEN 2217.

4.1.6.2. Sólidos solubles

En la tabla 25 se puede observar el análisis de sólidos solubles que se lo realizó al mejor tratamiento obtenido de la evaluación sensorial (T2) y el testigo (T0).

Tabla 25. Sólidos solubles en las gomitas naturales con vitamina C

Tratamiento	Media	Grupo	p-valor
T0	68,70 ± 0,14	A	0,0014
T2	65,75 ± 0,07	B	

Se puede observar que el p-valor es menor a 0,05 por lo que existe diferencia significativa entre los dos tratamientos. Se muestra dos grupos A y B. El T2 tiene menos sólidos totales debido a que tiene menos porcentaje de pulpa de mango.

4.1.6.3. pH

En la tabla 26 se indican los valores del pH que se lo realizó al mejor tratamiento de la gomita (T2) y al tratamiento testigo (T0).

Tabla 26. Resultados de los valores de pH

Tratamiento	Media	Grupo	p-valor
T0	3,15 ± 0,07	A	0,0396
T2	2,91 ± 0,01	B	

Se observa que el p-valor es menor a 0,05, lo que indica que existe diferencia significativa entre los dos tratamientos respecto al pH.

4.1.7. Determinación de vitamina C en la gomita

La concentración de ácido ascórbico de gomita del mejor tratamiento (T2), se realizó mediante el método volumétrico con 2,6-dicloroindofenol. Para determinar cuánto se enriqueció si se añadieron 8 gramos de ácido ascórbico a la formulación de la gomita.

Titulaciones

- Muestra: 18,86 ml
- Blancos: 0,2 ml

La ecuación 9 sirve para calcular los mg de ácido ascórbico equivalente a 0,1 ml de solución estándar de la solución de indofenol.

$$F = \frac{\text{mg de ácido ascórbico en volumen de solución estándar titulada}}{\left(\begin{array}{c} \text{Promedio de ml de colorante} \\ \text{utilizado para valorar los} \\ \text{estándares} \end{array} - \begin{array}{c} \text{Promedio de ml de colorante} \\ \text{utilizado para valorar el} \\ \text{blanco} \end{array} \right)}$$

$$F = \frac{\frac{50,2 \text{ mg}}{50 \text{ ml}} \times 2 \text{ ml}}{18,86 \text{ ml} - 0,2 \text{ ml}}$$

$$F = 0,1071 \text{ mg/ml}$$

Para calcular el contenido de vitamina C de la gomita se utilizó la ecuación 10.

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = (X - B) \left(\frac{F}{E} \right) \left(\frac{V}{Y} \right)$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = (13,47 \text{ ml} - 0,2 \text{ ml}) \left(\frac{0,1071 \text{ mg/ml}}{2 \text{ ml}} \right) \left(\frac{7 \text{ ml}}{7 \text{ ml}} \right)$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = 0,710 \text{ mg/mL}$$

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{\text{ml}} = 71,06 \frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}}$$

La concentración de la gomita del mejor tratamiento T2 adicionada con 8 g de ácido ascórbico fue de 71,06 mg/100 ml.

4.1.8. Análisis Microbiológico

En la tabla 27 se observa que el mejor tratamiento cumple con los estándares de calidad expuestos en la norma (NTE INEN 2217, 2000).

Tabla 27. Análisis microbiológico de las gomitas

Parámetros analizados (UFC/g)	T0	T2	Norma INEN 2217: 2000
Aerobios mesófilos	<10	<10	$1,0 \times 10^5$ UFC/g
Coliformes totales	<10	<10	<3 UFC/g
Mohos y levaduras	<10	<10	$1,0 \times 10^3$ UFC/g

Al no encontrarse desarrollo de colonias en las placas de los tres microorganismos, las normas INEN de mohos y levaduras, aerobios mesófilos y coliformes totales reportan los cálculos de la siguiente manera:

Aerobios mesófilos: N_E de UFC de aerobios mesófilos = $<1,0 \times 10^1$

Coliformes totales: N_E de NMP de coliformes totales = $<1,0 \times 10^1$

Mohos y levaduras: N_E de UP de mohos y levaduras= $<1,0 \times 10^1$

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Extracción de pectina

4.2.1.1. Rendimiento

Los resultados del rendimiento de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins se exponen en la tabla 16. De todos los tratamientos se evidenció que los mejores fueron el T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos), seguido del T1 (ácido cítrico + pH 1,5 + 60 minutos) obteniendo un rendimiento de 8,89 % y 4,49 %.

(Barreto et al., 2017) en su investigación sobre extracción de pectina de mango de azúcar (*Mangifera indica L.*) utilizaron para la extracción cáscara madura y el método de hidrólisis ácida con ácido clorhídrico pH 1, temperatura 100 °C y tiempo 60 minutos, obteniendo como resultados en cuanto a rendimiento 15,257 %. Así mismo, (Villegas, 2023) en su estudio de aprovechamiento de la cáscara de mango variedad Kent para la producción de pectina utilizó el método de hidrólisis ácida con ácido clorhídrico como medio extractor con pH 3 a 90 °C durante 60 minutos, obtuvo un rendimiento de 18 %. Además, (Juarez, 2018) en su estudio extracción de pectina de cáscara de mango de variedad Edward, aplicó la técnica de hidrólisis ácida con ácido cítrico como medio extractivo, a un pH 1,5 durante 80 minutos a 85 °C y obtuvo un rendimiento de 2,6 %. Además, (Gamboa, 2009) en su investigación aprovechamiento de los residuos de mango de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado para la obtención de pectinas, obtuvo un rendimiento de 7,43%, utilizando hidrolisis ácida con una solución de ácido cítrico con pH 1,5 a 85 °C durante 80 minutos.

El rendimiento de pectina del tratamientos T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) es inferior a los valores reportados por los dos primeros autores antes mencionados. Por el contrario, el rendimiento de el tratamiento T1 (ácido cítrico + pH 1,5 + 60 minutos) es superior al resultado de (Juarez, 2018) e inferior al valor reportado por (Gamboa, 2009).

El rendimiento de la pectina se ve influenciado por el tipo de ácido, tiempo y temperatura, incluso por el grado de madurez de la cáscara, ya que al aplicar temperaturas entre 95 °C-100 °C y bajos pH 1-1,2 el rendimiento de la pectina va a incrementarse, además el estado de madurez en frutas maduras influye en este

factor, debido a que se altera la textura de la cáscara y al aplicar temperaturas de hidrólisis de 95 °C-100 °C las sustancias pécticas se ablandan reduciendo el contenido de pectina. En este estudio se empleó cáscara de mango semi-madura, por lo que los rendimientos de 8,89 % y 4,49 % son medios.

4.2.2. Análisis fisicoquímico de la pectina

4.2.2.1. Humedad

La humedad presente en la pectina extraída con ácido clorhídrico fue de 10,76 % y con ácido cítrico de 10,13 %. En la ficha técnica para pectinas comerciales CEAMPECTIN SS 4510, se manifiesta que el contenido de humedad debe ser menor al 12 %. En la tabla 17 se muestran los valores de humedad de los dos mejores tratamientos T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) y T1 (ácido cítrico + pH 1,5 + 60 minutos) los cuales se encuentran en los rangos establecidos. (Juarez, 2018) en su estudio sobre extracción de pectina de cáscara de mango variedad Edward y su aplicación en la elaboración de mermelada, obtuvo una humedad de 8,55 %, indicando que los datos se acercan a las especificaciones internacionales descritas por (Chasquibol et al., 2008). Así mismo, (Linares et al., 2021) en su estudio de extracción, caracterización fisicoquímica de pectinas de cáscara de mango criollo, logró obtener un valor de 10,87 % de humedad. Por otra parte (Villegas, 2023) en su investigación de aprovechamiento de la cáscara de mango variedad Kent para la producción de pectina determinó un contenido de humedad de 8 %.

Los resultados de humedad de la pectina extraída de los tratamientos T5 y T1 coinciden con los valores de los autores mencionados con anterioridad. De este modo, la pectina extraída posee un contenido de humedad apto para el uso en la industria de alimentos, ya que al estar en el rango óptimo tiene mayor estabilidad, mejor pulverizado y buena calidad.

4.2.2.2. Cenizas

El contenido de ceniza presente en la pectina extraída de los tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) fue de 0,42 % y T1 (con ácido cítrico + pH 1,5 + 60 minutos) de 0,33 %, tal y como se observa en la tabla 18. La ficha técnica de pectinas comerciales CEAMPECTIN SS 4510, menciona que el contenido de cenizas debe ser inferior al 1 %. Si el valor de las cenizas es superior al 1%, la pectina posee adulterantes inorgánicos que afectan a su pureza de la pectina. Los valores obtenidos de ceniza

en la pectina extraída de la cáscara de mango se encuentran dentro del rango establecido.

Por otro lado (Juarez, 2018) en su estudio sobre extracción de pectina de la cáscara de mango de variedad Edward, obtuvo un contenido de ceniza de 1,35 %. Así mismo, (Barreto et al., 2017) en su estudio extracción de pectina de mango de azúcar obtuvieron 1,351 % de cenizas. Además, (Linares et al., 2021) en su investigación extracción y caracterización fisicoquímica de pectina de las cáscaras de mango criollo, obtuvieron un porcentaje de cenizas de 2,81 %, lo cual puede deberse al proceso incompleto de purificación con alcohol, ya que al no eliminarse completamente las impurezas inorgánicas como sales minerales y metales, el contenido de cenizas en la pectina es mayor.

Los valores de cenizas obtenidos de la pectina de mango variedad Tommy Atkins, son inferiores a los resultados de los autores mencionados. Por lo que, están dentro del parámetro establecido por la ficha técnica y las especificaciones internacionales descritas por (Barreto et al., 2017). Los tratamientos T5 y T1 al contener 0,42 % y 0,33 % de cenizas, indica que no tiene presencia de minerales inorgánico, que afecten a la pureza, color y sabor neutro de la pectina.

4.2.2.3. Peso equivalente

El peso equivalente, es la masa de una sustancia específica o de un equivalente que se une con un mol de iones de hidrógeno en una reacción de un ácido con una base o en una redox. Es decir, cuántos gramos de pectina se necesitan para neutralizar un miliequivalente de iones de hidrógeno (Cargua & Castro, 2021). El peso equivalente se calculó del mejor tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) obteniendo 1612,90 mg/meq.

Según menciona (Doesburg, 1965) las pectinas de alto metoxilo tiene un peso equivalente mayor de 1000. En el estudio realizado por (Barreto et al., 2017) sobre extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar (*Mangifera indica* L.) obtuvieron un peso equivalente de 2326,420 mg/meq estando por encima de la pectina estándar. De igual forma, (Gamboa, 2009) obtuvo pesos equivalentes entre 1098,99 mg/meq de cáscaras de mango de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado. Así mismo, (Barreto et al., 2017) en su investigación sobre extracción y caracterización de pectina de mango obtuvieron un peso equivalente de 2326,420

mg/meq. El peso equivalente es mayor debido a las reacciones hidrolíticas del homogalacturonano, es decir que en resultado de este proceso, los grupos carboxílicos en la pectina en relación a su peso aumentan lo que conlleva a un mayor peso equivalente.

El peso equivalente del tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) es inferior a los resultados antes mencionados. Sin embargo, al ser superior a 1000, la pectina es de alto metoxilo y posee un buen poder gelificante apto para la elaboración de gominolas.

4.2.2.4. Acidez libre

La acidez libre es la cantidad de ácidos fuertes presentes en la muestra, la cual tiene una relación directa con el pH de extracción, ya que aumenta si los pH son bajos, esto debido a la desesterificación que implica la ruptura de enlaces éster, liberando grupos carboxilos en forma de protones, que provocan el aumento de la acidez libre (Dalgo et al., 2021). El valor de acidez libre del mejor tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) fue de 0,62 meq/g.

Según, (Barreto et al., 2017) en su investigación sobre extracción de mango de azúcar obtuvieron un valor de 0,86 meq/g de acidez libre. Este valor fue comparado con el de una pectina comercial que es de 0,78 meq/g, por lo que afirmaron que es una pectina de buena calidad, aunque se encuentre levemente por encima de la pectina comercial. Por otra parte (Juarez, 2018) en su estudio sobre extracción de pectina de cáscara mango variedad Edward obtuvo un resultado de 0,86 meq/g concluyendo que es una pectina de calidad que se puede aplicar como gelificante para la elaboración de mermelada y otros productos. Además, (Ferreira et al, 1995) en su investigación obtención y caracterización de pectina a partir de desechos industriales de mango, obtuvieron un valor de 0,37 meq/g de acidez libre, menor a lo que manifiesta debido a las condiciones de extracción, mientras más alto sea el pH la acidez libre disminuye.

El valor de acidez libre del tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) es levemente inferior a los valores de los dos autores antes mencionados, debido al pH del medio extractor el cual fue menor en esta investigación. Sin embargo, la acidez libre es mayor al valor obtenido por (Ferreira et al, 1995), trabajando a un pH mayor (3,2).

Además al ser una pectina que está levemente por debajo del rango de una pectina comercial no afecta a la capacidad gelificante, por lo que es apta para la elaboración de gomitas ya que puede formar geles fuertes.

4.2.2.5. Grado de metoxilo

El contenido de metoxilo obtenido del mejor tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) fue de 10,23 %. De acuerdo con (Owens et al., 1952) las pectinas de alto metoxilo poseen un porcentaje mayor a 7 %. De este modo, la pectina extraída de la cáscara de mango es de alto metoxilo.

(Gamboa, 2009) en su estudio sobre obtención de pectina de mango de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado obtuvo un contenido de metoxilo de 9,81 % afirmando que es una pectina de alto metoxilo. De igual manera (Barreto et al., 2017) en su artículo extracción de pectina de mango logró un resultado de 11,80 %, la cual está por encima de los estándares de las pectinas, pero al ser mayor a 7 % se la considera de alto metoxilo con poder estabilizante y gelificante para la industria de alimentos. Así mismo, (Juarez, 2018) en su investigación extracción de pectina de cáscara de mango variedad Edward y su aplicación en mermelada, obtuvo un grado de metoxilo de 11,80 %.

El grado de metoxilo de la pectina extraída del tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) es inferior a los resultados de los autores antes mencionados, pero se puede afirmar que es una pectina de alto metoxilo ya que las pectinas comerciales se encuentran entre 8 y 11 % (Chasquibol et al., 2008). El grado de metoxilo y poder gelificante dependen del estado de madurez en el que se encuentre la cáscara, de este modo como se utilizó cáscara de mango semimadura, el contenido de metoxilo está dentro del rango de pectina de alta metoxilación, por lo que es apta para formar geles en presencia de azúcar y condiciones de pH entre 2,8 y 3,5.

4.2.2.6. Grado de esterificación

El grado de esterificación de la pectina extraída del mejor tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) fue de 84,18 %. Según (Doesburg, 1965) el grado de esterificación es mayor o igual al 50 % si la pectina es de alto metóxilo. (Gamboa, 2009) en su estudio aprovechamiento de residuos de mango de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y bocado para la obtención de pectinas, obtuvieron un alto grado de esterificación entre 77,64 %, clasificándola como una pectina de rápida

gelación. Así mismo, (Barreto et al., 2017) en su estudio extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar, obtuvieron un grado de esterificación del 81,68 %. Por otro lado, (Juarez, 2018) en su investigación extracción de pectina de cáscara de mango de variedad Edward, obtuvo un valor de 81,69 %, el cual fue comparado con especificaciones internacionales (81,50 %) descritas en el estudio de (Chasquibol et al., 2008) cumpliendo con los parámetros de calidad y aceptación para la elaboración de varios productos. Por otra parte, (Ferreira et al, 1995) estudiaron la obtención y caracterización de pectina a partir de desechos industriales de mango, obteniendo valores de esterificación entre 84,2 %.

El grado de esterificación de la pectina extraída de la cascára de mango variedad Tommy Atkins es similar a los resultados mencionados con anterioridad, además es ligeramente superior a las esperificaciones internacionales. El grado de esterificación depende de las condiciones de extracción como el tiempo, pH, temperatura, tipo y madurez de cáscara. Al utilizar cáscara de mango semimadura en condicones óptimas de extracción se obtuvo un buen grado de esterificación apta para la aplicación en la industria de alimentos por su capacidad de formar geles.

4.2.2.7. Ácido galacturónico

El ácido galacturónico del mejor tratamiento T5 (ácido clorhídrico + pH 1,5 + 60 minutos) fue de 68,99%. Según señalan (Chasquibol et al, 2008) el ácido galacturónico de una pectina comercial debe ser mínimo 65 %.

(Linares et al., 2020) en su investigación sobre extracción de pectina de cáscara de mango criollo, obtuvieron un porcentaje de ácido galacturónico de 77,73% considerándola como una pectina de alta calidad y pureza. Además, (López et al., 2019) en su estudio cuantificación y evaluación de la calidad de pectina extraída de cáscaras de tres variedades de mango, obtuvieron 40,26 % y 40,98% de ácido galacturónico en cáscaras de mango criollo en estado maduro, al ser menor a lo establecido por las pectinas comerciales, se considera que es de pureza media ya que contiene impurezas que son susceptibles al alcohol. Así mismo, (Juarez, 2018) en su investigación extracción de pectina de cáscara de mango de variedad Edward y su aplicación en la elaboración de mermelada, obtuvo 82,37 % de ácido galacturónico, clasificándola como una pectina de alta pureza.

El porcentaje de ácido galacturónico del tratamiento T5 pectina extraída de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins, es inferior a los resultados de los autores mencionados con anterioridad y superior a los valores reportados por (López et al., 2019). El tipo de ácido, pH, la variedad y el estado de madurez influyen en el porcentaje de ácido galacturónico, ya que si se utiliza cáscara en estado verde el porcentaje galactorónico será mayor.

Al utilizar cáscara de mango en estado semimaduro se obtuvo un porcentaje de ácido galacturónico superior al mínimo establecido para las pectinas comerciales (65 %), por lo que se considera como una pectina de alta pureza y de alto grado de esterificación, ya que se disuelve con facilidad en el agua permitiendo la capacidad de formar geles fuertes, ideal para la aplicación en la industria de alimentos.

4.2.3. Análisis sensorial

La evaluación sensorial fue realizada con 50 jueces no entrenados, las gomitas presentaron diferencias significativas en el p-valor de cada una de las características sensoriales, ya que cada uno de ellos resultó menor a 0,05.

4.2.3.1. Color

En el atributo del color de los 4 tratamientos, el mejor tratamiento según la evaluación sensorial fue el T2 (3,5 % de pectina + 30 % de pulpa de mango) con una media de 4,24. Según (Rodríguez, 2016) en su estudio no aplicó saborizantes ni colorantes artificiales, por lo que evidenció que el tratamiento T5 con 40% de pulpa de mango es el mejor aceptado por los catadores, ya que la intensidad del color depende de los pigmentos naturales de la pulpa de mango como los carotenoides que le dan el color amarillo anaranjado a las gomitas. Así mismo (Herrera y et al., 2022) utilizaron 51,6 % de pulpa de mango para la elaboración de gomitas, otorgándoles un color intenso y llamativo para el consumidor. Por otro lado, (Padilla, 2024) en su investigación sobre desarrollo de una gomita funcional a base de pulpa de jobo, glucosa, grenetina y pectina, utilizó 30 % y 60 % de pulpa de jobo. Por medio de análisis sensorial determinó que a los catadores les agradó el tratamiento con 60 % de pulpa de jobo, ya que presentó una tonalidad más amarillenta.

En las gomitas naturales con vitamina C el atributo del color tuvo diferencias significativas con un p-valor de <0,0001 por la cantidad de pulpa que se utilizó en cada tratamiento, siendo similar a los resultados de los autores antes mencionados,

que detallan que la cantidad de pulpa ayuda a mejorar el color del producto. El color de la gomita depende del tipo de mango, madurez y concentración, ya que a mayor concentración la gomita tendrá un color más fuerte, caso contrario el color será menos intenso si se utiliza una fruta menos madura.

4.2.3.2. Olor

Respecto al atributo del color el tratamiento T2 (3,5 % de pectina + 30% de pulpa de mango) fue el más aceptado por los catadores, con una media de 3,74.

(Llor & Mendieta, 2024) elaboraron una gomita a base de pulpa de papaya a diferentes concentraciones de 40 % y 50 % de pulpa, obteniendo el mejor tratamiento respecto al olor la formulación 2 con 50 % de pulpa de papaya y 0,7 % de gelificante, ya que al aplicar pulpas de frutas la gomita tiene un olor agradable. Así mismo, (Flores, 2018) elaboró gomitas a base de pulpa de mango y por medio de un análisis sensorial determinó que la gomita con 30 % de pulpa de mango, tiene un olor característico a la fruta, ya que a mayor proporción de pulpa los compuestos volátiles característicos del mango como ésteres, terpenos, alcoholes, aldehídos y cetonas se concentran en mayor medida, logrando que la gomita tenga el olor característico a la fruta. Además, (Padilla, 2024) en su estudio sobre desarrollo de una gomita funcional a partir de la pulpa de jobo determinó que el mejor con mayor aceptabilidad respecto al olor fue el que contenía 60 % de pulpa de jobo con 0,05 g de pectina.

La cantidad de pulpa de mango que se utilizó en la elaboración de gomitas fue importante para brindar al producto el olor característico de la fruta, ya que a mayor cantidad de pulpa el olor es más intenso y agradable. El olor de las gomitas no solo depende de la concentración de la pulpa, también del tratamiento térmico que se aplique, ya que esto puede disminuir el aroma.

4.2.3.3. Sabor

Se identificó que el mejor tratamiento fue el T2 (3,5 % de pectina + 30 % de pulpa de mango) con una media de 4,18. El sabor de las gomitas depende de la concentración de pulpa que se añadió, en este trabajo se emplearon dos concentraciones de pulpa 25 % y 30 %. Las gomitas con el 30 % de pulpa presentaron un sabor más intenso y dulce, mientras que con 25 % de pulpa, el sabor de la gomita fue más sutil y delicado.

(Loor & Mendieta, 2024) en su investigación sobre elaboración de una gomita a base de pulpa de papaya, obtuvieron que el atributo del sabor de todos los tratamientos no presentó diferencias significativas, debido a que el sabor de la fruta es más suave y menos intenso. Por otra parte, (Rodríguez, 2016) en su estudio no aplicó saborizantes ni colorantes artificiales, el tratamiento con 40% de pulpa de mango es el mejor aceptado por los catadores, ya que la concentración de pulpa otorgó a la gomita un sabor dulce característico al de la fruta. Así mismo, (Herrera et al., 2022) en su estudio sobre proceso de elaboración de gomitas a base de pulpa de mango, obtuvieron que la gomita con 51,6 % de pulpa, fue la más aceptada en el atributo de sabor.

La cantidad de pulpa que se utilizó en este trabajo es inferior a las concentraciones de los autores mencionados con anterioridad, sin embargo, a mayor porcentaje de pulpa utilizada se obtiene una mayor intensidad de sabor. Adicionalmente, el sabor de las gomitas de este trabajo depende no solamente la cantidad de pulpa sino también de la madurez de la fruta, ya que más madura está la fruta el sabor va a ser dulce, mientras que si la fruta es verde el sabor va a ser ácido.

4.2.3.4. Textura

El mejor tratamiento respecto al atributo de textura fue el T2 (3,5 % de pectina + 30 % de pulpa de mango), con una media de 4,02. La textura de las gomitas depende de la concentración de pectina que se añadió, en este trabajo se utilizaron concentraciones de 3,5 % y 4 % de pectina extraída de cáscara de mango. Las gomitas con 3,5 % resultaron tener una textura firme y elástica, mientras que con 4 % la textura fue más duras y menos elásticas.

(Loor & Mendieta, 2024) en su estudio de gomitas a base de pulpa de papaya, obtuvieron que el tratamiento T2 con 50 % de pulpa de papaya y 0,7 % de gelificante, ayuda a que la textura de la gomita sea más firme. Así mismo, (Padilla, 2024) en su estudio sobre desarrollo de una gomita funcional a partir de la pulpa de jobo donde el tratamiento con mayor aceptabilidad respecto a la textura fue el tratamiento 2 con 60 % de pulpa de jobo y 0,05 g de pectina.

La cantidad de pectina que se utilizó en la elaboración de las gomitas fue importante para brindar una textura adecuada al producto y agradable para los catadores, ya que con la menor cantidad de pectina la textura resultó ser más firme y elástica, por

el contrario, con el mayor porcentaje de pectina la textura de la gomita fue dura y quebradiza. La gomitas con pulpa de mango con 3,5 % de pectina obtuvieron una textura firme y masticable.

4.2.3.5. Aceptabilidad

Se identificó que el mejor tratamiento fue el T2 (3,5 % de pectina + 30 % de pulpa de mango) con una media de 4,22.

(Loor & Mendieta, 2024) en su investigación de gomitas a base de pulpa de papaya, obtuvieron el mayor grado de aceptabilidad en el tratamiento 2 con 50 % de pulpa de papaya y 0,7 % de gelificante, con una escala de medición de "me gusta moderadamente". Además, (Herrera et al., 2022) en su estudio sobre diseño de planta y del proceso de elaboración de gomitas a base de pulpa de mango, obtuvieron que la gomita con 51,6 % de pulpa fue la más aceptada por los consumidores, por medio de encuestas determinaron que la aceptabilidad del producto es de un 95,2%. Así mismo, (Rodríguez, 2016) en su estudio no aplicó colorantes ni saborizantes artificiales, por lo que evidenció que el tratamiento T5 con 40% de pulpa de mango tuvo mayor aceptabilidad por los catadores.

La cantidad de pulpa de mango y de pectina que se utilizó en este trabajo fue importante para brindar las características sensoriales adecuadas para la aceptabilidad de las gomitas. Ya que la cantidad de pulpa otorgó el color, olor y sabor característico al de la fruta y la pectina actuó como agente gelificante, brindando una textura firme y masticable.

4.2.4. Análisis fisicoquímico

4.2.4.1. Humedad

Es importante que el porcentaje de humedad en las gomitas esté en un rango óptimo según la norma (NTE INEN 2217, 2000), ya que una humedad adecuada ayuda a que el producto se mantenga suave y masticable. Por el contrario, si hay un exceso de humedad puede provocar sinéresis, es decir liberación de agua y por ende la propagación del crecimiento microbiano. El máximo porcentaje de humedad según la norma INEN 2217:2000, es del 25 %. Como se muestra en la tabla 22, T0 (22,93 %), T4 (22,24 %), T2 (22,19 %), T3 (21,76 %) y T1 (21,60 %), siendo valores que están dentro de lo que establece la norma.

(González, 2021) en su estudio sobre desarrollo de una gomita a base de pulpa de jobo obtuvo una humedad de 20,6 %, este valor fue comparó con el límite máximo de humedad establecido por la Norma (NTC 5592, 2008) que es del 25 %. Así mismo, (Herrera et al., 2022) en su investigación sobre elaboración de gomitas a base de mango, obtuvieron una humedad de 18 %. Además (Cabrerá, 2015) en su estudio sobre elaboración de gomitas en base de pulpa de mango determinó la humedad del mejor tratamiento de 21,5 %. Los valores de humedad que establece la norma varían entre 3-25%, si la humedad es inferior al 3% se consideraría como caramelo duro y no como gomita (Oliva, 2022).

La humedad de las gomitas naturales se ve influenciada por la cantidad de pulpa de mango, agua para hidratar la pectina y elaboración del jarabe, lo que probablemente influya en la vida útil de la gomita, pero se encuentran dentro del rango establecido por la norma (NTE INEN 2217, 2000).

4.2.4.2. Sólidos Solubles

Los sólidos solubles se determinaron a los tratamientos T0 y T2, obteniendo 68,70 y 65,75 ° Brix. (Fusades, 2014) menciona que los sólidos solubles en las gomitas deben estar en un límite máximo de 78 ° Brix, porque necesitan de altos contenidos de azúcar para gelificar. Sin embargo (Franco, 2022) manifiesta que la pectina para gelificar requiere de al menos concentraciones de azúcar de 65 ° Brix. Por otro lado, (Sosa, 2014) indica que las pectinas de alto metoxilo son utilizadas para elaborar gominolas y para gelificar requieren de un alto contenido de sólidos solubles > 55 %. De igual manera (Báez et al., 2016) en su estudio sobre elaboración de gomitas empleando glucosa, azúcar, pectina, gelatina y pulpa obtuvo resultados de sólidos solubles que varían de 78 a 80 °Brix.

Los sólidos solubles de los tratamientos T0 y T2 son similares a los resultados de los autores antes mencionados. Cabe mencionar que los sólidos solubles dependen de la cantidad de azúcar y glucosa que se emplea en las formulaciones, además si se adicionan las mismas cantidades de azúcar y glucosa en todos los tratamientos la diferencia de ° Brix es mínima.

4.2.4.3 pH

Los valores del pH de los dos tratamientos fueron: T0 (3,15) y T2 (2,91), los cuales se encuentran dentro del límite máximo de 3,8 de pH establecido por (Sosa, 2014) y

(Chota, 2019) quienes afirman que las condiciones de gelificación de las pectinas son altos contenidos de sólidos solubles (> 55 %) y pH ácidos (2,0-3,8), apta para la fabricación de gomitas con o sin pulpa de fruta. Además (Fusades, 2014) menciona que la estabilidad a la acidez debe ser de 2,0 a 2,5 en el caso de utilizar pectinas comerciales cítricas. Así mismo, (Herrera et al., 2022) en su estudio elaboración de gomitas a base de mango de la región Piura, obtuvieron pH de 3,47.

El valor pH de las gomitas de mango están dentro del rango adecuado descrito por (Sosa, 2014), es superior a los valores de (Fusades, 2014) debido a que la pectina no es de procedencia cítrica e inferior al pH obtenido por (Herrera et al., 2022). El pH de la gomita depende de la cantidad de pectina y de la cantidad de agua que se utilizó en cada formulación, ya que en el tratamiento T2 se utilizó más agua para hidratar la pectina que en el tratamiento T0 por ende el pH de toda la mezcla (gomita) disminuye.

4.2.5. Características nutricionales

La vitamina C se la determinó a la pulpa de mango antes y después del tratamiento térmico mediante el método volumétrico de 2,6-dicloroindofenol utilizando el método oficial (AOAC, 1968). La pulpa de mango contiene 30,30 mg de ácido ascórbico por 100 ml, después del tratamiento térmico a 90 °C por 15 minutos la vitamina C de la pulpa disminuyó a 17,29 mg/100 ml. Además, se adicionaron 8 g de ácido ascórbico a la formulación de la gomita para no solamente recuperar la cantidad perdida debido a la desnaturalización, sino también para enriquecer la gomita a fin de tratar de cumplir los requerimientos diarios de vitamina C en una persona. Según menciona (National Institutes of Health, 2019) la cantidad de vitamina C por día depende de la edad, para adultos hombres necesita 90 mg y adultos mujeres 75 mg.

La determinación de ácido ascórbico en la gomita se realizó únicamente al tratamiento T2 (3,5 % de pectina + 30 % de pulpa de mango) dando como resultado una concentración de 71,06 mg/100 ml.

(Orosco, 2017) estudió el efecto de la temperatura de degradación de ácido ascórbico en pulpa de tomate de árbol antes y después del tratamiento térmico en el rango de 60 °C y 80 °C por 10 minutos, mediante el método de 2,6-dicloroindofenol, obtuvo una concentración inicial de 56,5 mg Áa/100g y después del escaldado 8,98 mg Áa/100g, la degradación del ácido ascórbico se ajusta a una cinética de primer

orden, ya que la temperatura influye en la degradación de la vitamina. También, (Mendoza et al., 2017) estudiaron sobre la degradación de vitamina C de la pulpa de mango a temperaturas entre 65 °C y 80°C por 10 minutos, utilizando el método con 2,6-dicloroindofenol, obtuvieron una concentración inicial de 16,86 mg/100 g y al aplicar una temperatura de 80 °C la concentración de vitamina C se redujo a 12,68 mg/100 g, por lo que la concentración de ácido ascórbico en la pulpa disminuye con el incremento de la temperatura.

La degradación de la vitamina C en la pulpa de mango no solamente depende de la temperatura sino también del tiempo durante el tratamiento térmico. Las concentraciones obtenidas en este trabajo son comparables a los resultados obtenidos por los autores antes mencionados, ya que mientras más vitamina haya la degradación va a ser más rápida a mayor temperatura.

4.2.6. Análisis microbiológico

De acuerdo con los análisis microbiológicos se determinó que las gomitas fueron elaboradas con buenas prácticas higiénicas, ya que se obtuvieron resultados de $< 1,0 \times 10^1$ en mohos y levaduras, aerobios mesófilos y coliformes totales, reportando como ausencia, los cuales están dentro de los parámetros de la norma (NTE INEN 2217, 2000). Además, (Flores, 2018) en su investigación obtención de un producto de confitería a base de pulpa de mango Ataúlfo, realizó el análisis microbiológico de las gomitas por 4 semanas obteniendo resultados de < 1 UFC/g. De igual forma, (Padilla, 2024) en su estudio sobre desarrollo de una gomita funcional a partir de la pulpa de jobo obtuvo que los resultados cumplen con los parámetros establecidos por la normativa, indicando ausencia de los microorganismos.

Los valores microbiológicos del mejor tratamiento T2 de la gomita son similares a los resultados de los autores antes mencionados, por lo que se puede concluir que es un producto de buena calidad elaborado con buenas prácticas higiénicas, aptas para el consumo humano.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Es posible extraer pectina de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins, tal y como se indica en los resultados obtenidos durante la investigación. El mayor porcentaje de pectina obtenida fue 8,89 % con ácido clorhídrico 0,5 N, pH 1,5 durante 60 minutos a temperatura constante de 95°C.
- Los resultados fisicoquímicos obtenidos de la pectina están dentro de los parámetros establecidos para las pectinas comerciales, con una humedad de 10,76 %, cenizas 0,42 %, peso equivalente 1612,90 mg/meq, acidez libre 0,62 meq/g, grado de metoxilo 10,23 %, grado de esterificación 84,18 % y ácido galacturónico 68,99%. Concluyendo que es una pectina de alto metoxilo, alto grado de esterificación por su capacidad de formar geles fuertes, por el alto contenido de ácido galacturónico se considera que es de alta pureza y calidad, apta para ser aplicada en la elaboración de gomitas.
- El mejor tratamiento de las gomitas naturales con vitamina C fue el tratamiento T2 (3,5 % de pectina + 30 % de pulpa de mango) en los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.
- Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos que se realizaron a la mejor formulación de la gomita están dentro de los parámetros de la norma INEN 2217:2000, con una humedad de 22,19 %, sólidos solubles 65,75 ° Brix, 2,91 de pH y una concentración de 71,06 mg/100 ml luego de enriquecer con ácido ascórbico y en el análisis microbiológico de <10 UFC/g, concluyendo que es un producto de buena calidad apto para el consumo humano.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis de textura en las gomitas donde se empleó pectina de cáscara de mango, para determinar si la pectina cumple con los atributos de dureza, masticabilidad, elasticidad, fragilidad y adhesividad.
- Para futuras investigaciones en la elaboración de gomitas se recomienda emplear un mayor porcentaje de pulpa de mango.
- Se recomienda realizar un análisis sensorial de las gomitas naturales con vitamina C a personas menores de 18 años para conocer su aceptabilidad.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida , C., Carrillo, I., Chamorro, A., & Palacios, T. (2019). *Diseño de una planta piloto de extracción de pectina como gelificante a partir de residuos de la naranja (Citrus Sinensis)*. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/1274/2003>
- AOAC. (1968). Official Method 967.21 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices. [https://doi.org/file:///C:/Users/NAYE/Downloads/kupdf.net_aoc-method-ascorbic-ac-967-21%20\(2\).pdf](https://doi.org/file:///C:/Users/NAYE/Downloads/kupdf.net_aoc-method-ascorbic-ac-967-21%20(2).pdf)
- Arroyo, J. (26 de Agosto de 2021). *Gomitas: El delicioso dulce hecho de huesos, piel y tendones* . <https://mexicotravelchannel.com.mx/servicios/20210826/gomitas-que-son-de-que-estan-hechas-historia-como-se-hacen/>
- Aza, M., & Méndez, M. (2011). *Extracción de pectina de nopal (Opuntia Ficus Indica) por medio ácido aplicando dos niveles de temperatura, tiempo y estados de madurez*. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/743/1/03%20AGI%20293%20TESIS.pdf>
- Aza, M., & Méndez, M. (2011). *Extracción de pectina de nopal (Opuntia Ficus Indica) por medio ácido aplicando dos niveles de temperatura, tiempo y estados de madurez*. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/743/1/03%20AGI%20293%20TESIS.pdf>
- Báez, J., Bautista, M., Gracia , C., García , K., Moreno, S., & García , C. (2016). Control de la actividad acuosa en dulces tipo gomita adicionadas con vitamina C y fibra de nopal (Opuntia sp.). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 818-824. <https://doi.org/http://eprints.uanl.mx/23838/1/90.pdf>

- Barreros, J. (Septiembre de 2022). *Elaboración de un proyecto de factibilidad para la instalación de una microempresa de gomitas nutricionales en el cantón Salcedo*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36527/1/CAL%20008.pdf>
- Barreto, G., Púa, A., De Alba, D., & Pión, M. (18 de Enero de 2017). Extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar (*Mangifera indica* L.). *Revista Temas Agrarios*, 22(1), 77-84.
<https://biblat.unam.mx/hevila/Temasagrarios/2017/vol22/no1/8.pdf>
- Beltrán, X., Díaz, R., & Sáenz, G. (21 de Octubre de 2011). Extracción y Caracterización de Pectinas : <https://es.slideshare.net/xilberferbeltranfernandez/extraccion-de-pectina>
- Blanco, L. (24 de Enero de 2024). *Lifeder*. Mango: <https://www.lifeder.com/mango/>
- Cabarcas, E., Guerra, A., & Henao, C. (17 de Mayo de 2012). *Extracción y caracterización de pectina a partir de cáscaras de plátano para desarrollar un diseño general del proceso de producción*.
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/109/Trabajo%20de%20grado-Extraccion%20y%20caracterizacion%20de%20pectina%20a%20partir%20de%20cas%20caras%20de%20platanos%20para%20desarrollar%20un%20dise%C3%B1o%20general~1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cargua, V., & Castro, K. (2021). *Obtención de pectina de arazá (*Eugenia stipitata*) para la aplicación como espesante en una mermelada de tuna (*Opuntia ficus-indica*)*.
<file:///E:/8%20SEMESTRE/TITULACI%C3%93N%20II/050-%20CARGUA%20VICTORIA-%20CASTRO%20KARLA.pdf>
- Chapi, J., & Trejo, J. (2022). *Extracción de pectina de las cáscaras de cacao Nacional y CCN – 51 para su aplicación en bocadillo de guayaba (*Psidium guajava* L.) y mortiño (*Vaccinium floribundum*)*.
[file:///E:/8%20SEMESTRE/TITULACI%C3%93N%20II/TIC%20CHAPI%20-%20TREJO%20\(4\).pdf](file:///E:/8%20SEMESTRE/TITULACI%C3%93N%20II/TIC%20CHAPI%20-%20TREJO%20(4).pdf)
- Charchalac, L. (Diciembre de 2008). *Efecto del agente de extracción y tiempo de hidólisis ácida en el rendimiento de pectina de cáscaras de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*)*.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/120c3a12-cfb2-45a0-af5e-ae607acb7efd/content>

- Chasquibol, N., Arroyo, E., & Morales, J. (2008). Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana. *Ingeniería Industrial*(26), 175-199. https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/640/621
- Chota, A. (2019). *Determinación de las características fisicoquímicas y sensoriales de gominolas con diferentes dosis de pulpa de noni (Morinda citrifolia L.) y camu camu (Myrciaria dubia HBK Mc Vaugh) en Pucallpa.* http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4449/000004357T_AGROI_NDUSTRIAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cobeñas, A. V., & Guerrero, J. B. (2018). *Caracterización de la pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) mediante variación del ácido y temperatura.* <https://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/355/TESIS%20-%20COBE%c3%91AS%20Y%20GUERRERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CODEX. (2015). *NORMA PARA LOS PRODUCTOS A BASE DE GINSENG.* https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B321-2015%252FCXS_321s.pdf
- Corona, M., Díaz, A., Páez, G., Ferrer, J., Mármol, Z., & Ramones, E. (07 de Marzo de 1996). *Extracción y caracterización de pectina de la corteza.* <file:///C:/Users/HP/Downloads/26114-Article%20Text-40959-1-10-20190820.pdf>
- Dalgo, V., Cayambe, J., Rodríguez, V., Tixi, K., & Quispillo, J. (13 de Diciembre de 2021). *Caracterización físico-química en la optimización de la producción de pectina a partir de residuos de naranja (CITRUS SINENSIS) mediante hidrólisis ácida: un enfoque eficiente para su potencial aplicación como agente estabilizante, emulsificante y gelific.* [file:///C:/Users/NAYE/Downloads/Dialnet-CharacterizacionFisicoquimicaEnLaOptimizacionDeLaPr-9281996%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/NAYE/Downloads/Dialnet-CharacterizacionFisicoquimicaEnLaOptimizacionDeLaPr-9281996%20(1).pdf)
- Devia, J. (2003). *Proceso para producir pectinas cítricas.* <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/c3267016-58e2-4271-97c6-a109c451abd9/content>
- Devia, J. (2003). *Proceso para producir Pectinas Cítricas .* <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/17236/document%20-%202020-08-21T205613.555.pdf?sequence=2>
- Doesburg, J. (1965). *Pectic substances in fresh and preserved fruits and vegetables .* Stellenbosch. <https://edepot.wur.nl/425400>

Expreso. (10 de Agosto de 2022). *En Ecuador se desperdician alimentos por USD 330 millones al año*. <https://ocaru.org.ec/2022/08/10/en-ecuador-se-desperdician-alimentos-por-usd-330-millones-al-año/#:~:text=Monitoreo%20de%20Noticias&text=Cada%20a%C3%B1o%20se%20desperdician%20939,por%20su%20sigla%20en%20ingl%C3%A9s>).

Fernández, C. (Agosto de 1958). En C. Fernández, *Cultivo del mango* (pág. 2). https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/Docs/hoja_mapa_mango.pdf

Ferreira, S., Peralta, A., & Rodríguez, G. (9 de Febrero de 1995). Obtención y caracterización de pectina a partir de desechos industriales del mango (cáscara). *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS QUÍMICO-FARMACÉUTICAS*, 24(1), 29- 34.

Figueroa, A. (Diciembre de 2017). *Cuantificación y extracción de pectina a partir de los desechos de cáscara de fruta*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/8363c4ef-620d-4c86-92f5-3420a7509ee6/content>

Flores, D. (2018). *Obtención de un producto de confitería a base de bagazo de mango Ataulfo (Manguifera indica) y evaluación de su efecto prebiótico in vitro. [Tesis de pregrado]*. Santiago de Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/1091/1/RI004193.pdf>

Franco Carvache, I. M. (2022). *Obtención de pectina a partir de la cáscara de pepino (Cucumis sativus) mediante hidrólisis ácida como aprovechamiento de residuos hortícolas*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/Franco%20Carvache%20Ivonne%20Maoly.pdf>

Franco, I. (2022). *Obtención de pectina a partir de la cáscara de pepino (Cucumis sativus) mediante hidrólisis ácida como aprovechamiento de residuos hortícolas*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/Franco%20Carvache%20Ivonne%20Maoly.pdf>

Fusades. (2014). *Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social. Innovación Tecnológica en confitería y Chocolatería*: <https://fusades.org/publicaciones/sistematizacionchocolate2-140807121529-phpapp02.pdf>

Fustamante, Y., & Valdera, W. (2019). *Extracción enzimática y caracterización de la pectina a partir de los residuos del mango (Mangifera indica); Lambayeque 2015.*

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6209/Fustamante%20Nunez%20%26%20Valdera%20Santamaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gad Provincial de Imbabura. (28 de Febrero de 2023). *800 agricultores de Imbabura y Carchi trabajan en un proyecto que les significa beneficios económicos LA PRODUCCIÓN DE FRUTALES DE CALIDAD SE INCREMENTA Y SE UBICA EN GRANDES MERCADOS.*

<https://www.imbabura.gob.ec/index.php/noticias/blog-noticias/26-desarrollo-economico/fomento-productivo/838-800-agricultores-de-imbabura-y-carchi-trabajan-en-un-proyecto-que-les-significa-beneficios-economicos-la-produccion-de-frutales-de-calidad-se-incre>

Galán, V. (2009). *El cultivo del mango.*

<https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=nBpfAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=donde+se+origino+el+mango&ots=HZwat2HopP&sig=3kHByPEfKYdSeybuyWrRqJglqTs#v=onepage&q&f=false>

Gamboa, M. (Marzo de 2009). *Aprovechamiento de los residuos obtenidos del proceso de despulpado del mango (Mangifera indica L.) de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado como materias primas para la obtención de pectinas.*

<http://ri2.bib.udo.edu.ve:8080/bitstream/123456789/1133/2/PGIQ009G30.pdf>

Gamboa, M. (2009). *Aprovechamiento de los residuos obtenidos del proceso de despulpado del mango (Mangifera indica L.) de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado como materias primas para la obtención de pectinas.*

<http://ri2.bib.udo.edu.ve:8080/bitstream/123456789/1133/2/PGIQ009G30.pdf>

González, M., Salas, M., & Rangel, E. (2005).

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/869/1/1568.pdf>

Guachamin, L. (Agosto de 2021). *Diseño del sistema productivo para procesar la pulpa de mango en una hacienda agrícola en la ciudad de Guayaquil.*

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21064/1/UPS-GT003420.pdf>

Guerrero, G., Suárez, D., & Orozco, D. (18 de Abril de 2017). *Implementación de un método de extracción de pectina obtenida del subproducto agroindustrial cascarilla de cacao.*

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/3986cd2b-6c3a-413a-a53f-f7c450f77b42/content>

- Gutiérrez, R. (24 de Julio de 2020). *10 beneficios del mango*. <https://www.reyesgutierrez.com/10-beneficios-del-mango/>
- Hernández, J., Moncayo, A., Fernández, V., & Sulbarán, B. (Junio de 2013). *Actividad antioxidante de lámina flexible de mango (Mangifera indica)*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2013000200010&lang=es
- Herrera, N., Jurado, A., Medina, F., Perales, I., & Rodríguez, V. (2022). *Diseño de planta y del proceso de elaboración de gomitas libres de azúcar añadida, hechas a base de pulpa de mango de la región Piura. [Trabajo de investigación]*. Piura: Universidad de Piura. <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/8ed93f7c-ca62-48db-b557-7a0bba87adf4/content>
- Ibarra, N. (Marzo de 2023). *Sustitución parcial de grenetina por pulpa de higo (Ficus carica) en la elaboración de gomitas edulcoradas con miel de abeja, glucosa y sacarosa*. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1946/1/092-%20IBARRA%20MERINO%20NICOLE%20TERESA.pdf>
- Imbabura, A. P. (2020). *Contratación del servicio de consultoría de la agenda productiva de la provincia de Imbabura*. <https://www.revista-laverdad.com/2021/09/07/cinco-asociaciones-de-agricultores-de-carchi-se-abren-campo-en-la-produccion-horticola/>
- INEN 265. (1978). *Azúcar determinación de la humedad*. <https://studylib.es/doc/7106156/n-te-inen-0265--az%C3%BAcar.-determinaci%C3%B3n-de-la-humedad.--m%C3%A9to...>
- INEN 380. (1985). *Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método de refractómetro*. <https://pdfcoffee.com/380-4-pdf-free.h>
- iProfesional. (11 de Enero de 2021). *¿De qué están hechas las gomitas?: te sorprenderá al saberlo*. <https://www.iprofesional.com/actualidad/331188-de-que-estan-hechas-las-gomitas-te-sorprenderas-al-saberlo>
- Johnson, L. (Noviembre de 2022). *Carencia de vitamina C (escorbuto)*. <https://www.msmanuals.com/es-ec/hogar/trastornos-nutricionales/vitaminas/carencia-de-vitamina-c>

- Juarez, M. (2018). *Extracción de pectina de cáscara de mango (Mangifera indica L.) de variedad Edward y su aplicación en la elaboración de mermelada, Chulucanas-Piura*.
https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/550/Juarez_Maricarmen_tesis_bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- La Verdad. (7 de Septiembre de 2021). *Cinco asociaciones de agricultores de Carchi se abren campo en la producción hortícola*. <https://www.revistalaverdad.com/2021/09/07/cinco-asociaciones-de-agricultores-de-carchi-se-abren-campo-en-la-produccion-horticola/>
- Linares, J., Palencia, C., Alvarado, A., & Vivar, A. (2021). Extracción, caracterización fisicoquímica y determinación de masa molecular promedio de pectinas de cáscara de mango Criollo Mangifera indica L. *Foro de estudio sobre Guerrero*, 8(1), 160-165.
- Linnaeus, C. (1753). *Species Plantarum. Clasificación taxonómica del mango*.
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/84235#page/5/mode/1up>
- Loor, N., & Mendieta, M. (2024). *Efectos de estabilizantes sobre el perfil de textura y características sensoriales en gomitas a base de pulpas de papaya y naranjilla. [Tesis de pregrado]*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
 Manuel Félix López.
<https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2340>
- López, E., Contreras, I., Escamilla, R., & Romero, A. (2019). Cuantificación y evaluación de la calidad de pectina extraída de cáscaras en tres variedades de mango (Mangifera indica L.) de la región mixteca baja poblana. *Ingenierías*, 1(1), 89.
<https://citt.itsm.edu.mx/ingenierias/articulos/ingenierias6no1vol1/11%20Cuantificacion%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20de%20pectina%20extraida%20de%20cascaras.pdf>
- Lopez, M. (2013). *Extracción de pectina de cocona (Solanum sessiliflorum dunal) por acidulantes y su caracterización fisicoquímica*.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1952/Lopez%20Gamarra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, V., Muñoz, J., & Vélez, A. (15 de Diciembre de 2015). *Uso de los ácidos cítricos y clorhídrico y sus efectos en las características fisicoquímicas de la pectina del albedo de maracuyá (Passiflora edulis)*. file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-UsodeLosAcidosCitricosYClorhidricoYSusEfectosEnLas-6087681%20(2).pdf
- Malo, B. (14 de Septiembre de 2023). El volumen de mango ecuatoriano se ve gravemente perjudicado por El Niño.

<https://www.freshplaza.es/article/9559273/el-volumen-de-mango-ecuadoriano-se-ve-gravemente-perjudicado-por-el-nino/>

Medrano, A., Olivas, F., Velderrain, G., De la Rosa, L., López, J., & Álvarez, E. (2015). *Nutrición Hospitalaria*. El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/06revision06.pdf>

Mendoza, L., Jiménez, J., & Ramírez, M. (Junio de 2017). *Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (Theobroma cacao L.)*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n1/v20n1a15.pdf/1000>

Mendoza, L., Jiménez, J., & Ramírez, M. (Junio de 2017). *Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (Thea+obroma cacao L.)*. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n1/v20n1a15.pdf>

Mora, J., Gamboa, J., & Elizondo, R. (2002). *Guía para el cultivo del mango*. San José, Costa Rica. <https://doi.org/estiman-que-esta-planta-fue-domesticada-hace-unos>

Mora, J., Gamboa, J., & Elizondo, R. (2002). Ministerio de la Agricultura y Ganadería. *Guía para el cultivo del mango*: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f01-8004.pdf>

Moscoso, N. (2015). *Evaluación del proceso de extracción de pectina del albedo de tres variedades de cítricos: Citrus sinensis (NARANJA), Citrus máxima (TORONJA), Citrus médica (CIDRA)*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ded2d2bd-37f2-4b4d-ad57-625d625cd092/content>

Mundo Agropecuario. (25 de Noviembre de 2019). *Crean plástico biodegradable con residuos de mango*. <https://mundoagropecuario.net/crean-plastico-biodegradable-con-residuos-de-mango/>

Muñoz, A., & Vega, J. (2014). *Determinación de la vitamina C por Espectrofotometría*. <https://es.slideshare.net/vegabner/determinacin-de-la-vitamina-c-por-espectrofotometra>

National Institutes of Health. (2019). *Datos sobre la vitamina C*. Office of Dietary Supplements . <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/VitaminC-DatosEnEspanol.pdf>

National Institutes of Health. (18 de Diciembre de 2019). *Vitamina C*. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-DatosEnEspanol/>

Nielsen , S. (2017). *Food Analysis Laboratory Manual* (Third ed.). https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5516437/course/section/6014434/2017_Book_FoodAnalysisLaboratoryManual.pdf

NTC 5592. (2008). *Productos alimenticios gomas, jaleas y marmelos*. [Norma técnica Colombiana]. Bogotá: ICONTEC. https://kupdf.net/download/50565999-ntc5592-gomas_5a1e1376e2b6f54a3b6f0e2c_pdf

NTE INEN 1519. (1987). *Postre de gelatina, Determinación de la concentración del ion hidrógeno (pH)*. <https://archive.org/details/ec.nte.1519.1987/mode/2up>

NTE INEN 1529-10:98. (2013). *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables*. <https://ia801900.us.archive.org/5/items/ec.nte.1529.10.1998/ec.nte.1529.10.1998.pdf>

NTE INEN 1529-5. (2006). *Control microbiológico de los Alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos*. <https://ia802906.us.archive.org/16/items/ec.nte.1529.5.2006/ec.nte.1529.5.2006.pdf>

NTE INEN 1529-6. (1990). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del número más probable*. <https://ia801500.us.archive.org/26/items/ec.nte.1529.6.1990/ec.nte.1529.6.1990.pdf>

NTE INEN 2217. (2000). *Productos de confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone*s . <https://ia801900.us.archive.org/25/items/ec.nte.2217.2012/ec.nte.2217.2012.pdf>

NTE INEN 2217. (2000). *Productos de confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone*s. *Requisitos*. <https://1library.co/document/zxn8oxnq-productos-confiteria-caramelos-pastillas-grageas-gomitas-turrone-requisitos.html>

- NTE INEN 265. (2013). *Azúcar. Determinación de la humedad (Método de rutina)*. <https://docplayer.es/40508995-Azucar-determinacion-de-la-humedad-metodo-de-rutina.html>
- NTE INEN 380. (1985). *Conservas Vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico*. <https://pdfcoffee.com/380-4-pdf-free.html>
- Oliva, M. (2022). *Sustitución de sacarosa por fructosa obtenida de la fruta de pan (Artocarpus altilis) para su aplicación en la elaboración de gomitas*. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1536/1/077-%20OLIVA%20TUTALCH%c3%81%20MARTHA%20ISABEL.pdf>
- Ordóñez, L., & Yoshioka, L. (2021). *Cinética de degradación térmica de vitmanina C en pulpa de mango (Mangifera indica L) (Vol. 19)*. Medellín, Colombia: Vitae. <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914019.pdf>
- Orosco, F. (2017). *Efecto de la temperatura en la cinética de degradación del ácido ascórbico en pulpa de tomate de árbol (Solanum betaceum)*. [Tesis de pregrado]. Perú: Universidad Nacional José María Arguedas. https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/274/FlorindaYavar%c3%ad_Tesis_Bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Owens, Mcready, Shepherd, Schultz, Phippen, Swenson, Erlandsen, Hiers, & Maclay. (June de 1952). *Methods used at Western Regional Research Laboratory for extraction and analysis of pectic materials*. <https://archive.org/details/methodsusedatwes340owen/page/n3/mode/2up>
- Padilla, G. (2024). *Desarrollo de un alimento funcional a partir de la pulpa de Jobo (Spondias Mombin L.)*. [Tesis de pregrado]. Vera Cruz: Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. <http://51.143.95.221/handle/TecNM/7255>
- Portal Frutícola. (07 de Junio de 2022). *El mango ecuatoriano busca mantener su jerarquía*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2022/06/07/el-mango-busca-mantener-su-jerarquia/>
- ProEcuador. (27 de Octubre de 2023). *Factores climáticos afectan la producción del mango en Ecuador*. <https://www.proecuador.gob.ec/factores-climaticos-afectan-la-produccion-del-mango-en-ecuador/>
- Rengifo, Y., & Macías, J. (Agosto de 2019). *Evaluación de dos métodos de extracción de pectina de las cpscra de cacao (Theobroma cacao)*. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1056/1/TTMAI6.pdf>

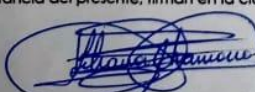
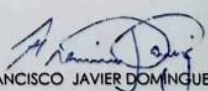

- Riofrío, C. (Marzo de 2010). *Elaboración de gomas masticables de mortiño como fuente de vitamina C, para preescolares, determinando su aporte nutricional y análisis bromatológico*.
<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/59fc383c-b083-4d29-a00f-5d008343c911/content>
- Riofrío, D. (Noviembre de 2015). *Elaboración de gomitas en base a pulpa de remolacha (Beta vulgaris L.)*.
https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/21256/1/64791_1.pdf
- Robles , P., Moreno, A., & Chalini, I. (Junio de 2020). Tecnología de elaboración de gomitas de grenetina adicionadas con vitamina C. http://revistaelectronica-ipn.org/ResourcesFiles/Contenido/23/TECNOLOGIA_23_000878.pdf
- Rodríguez, P. (Diciembre de 2014). *Alimentos Ciencia e Ingeniería . Sustitución parcial de agar- agar por gelatina en la elaboración de gomitas con pulpa de maracuyá (Passifloraedulis), 22, págs. 23-29*.
https://doi.org/https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24548/2/Alimentos_22_2_2014.pdf
- Rubiano, V., Montaña, M., & da Silva Dias, N. (15 de Noviembre de 2022). *Pectinas: extracción, usos e importancia en la agroindustria*.
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/3498/5321>
- Ruiz, B. (27 de Noviembre de 2017). *Propiedades del mango para la piel- muy beneficiosas*.
<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/belleza/articulo/propiedades-del-mango-para-la-piel-muy-beneficiosas-47606.html>
- Ruiz, H., Salazar, M., & Ramos, R. (1995). *Caracterización de la pectina del Tejocote* .
<file:///C:/Users/HP/Downloads/rchsh11997.pdf>
- Rural. (29 de Agosto de 2020). *El rey de las frutas tropicales: Mango*.
<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-rey-de-las-frutas-tropicales-mango#:~:text=Lo%20mayores%20productores%20son%20India,%2C%20Tailandia%2C%20Indonesia%20y%20Pakist%C3%A1n.>
- Salomón , A. (2007). *Pectinas: Aislamiento, Caracterización y Producción*.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79929/Pectinas%209789587018622.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Samaniego, V. (Julio de 2016). *Elaboración de gomitas de mortiño (Vaccinium floribundum)*.
https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16630/1/67081_1.pdf
- Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación*.
<http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf>
- Sánchez, K. (Noviembre de 2015). *Obtención de pectina mediante Hidrólisis Ácida asistida con Ultrasonidos de Alta Intensidad a partir de guayaba (Psidium guajava L. var. Media China)*.
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/a1c149d4-0fad-4a6a-be19-1a70779cd493/content>
- Sáyago, S., & Álvarez, E. (Septiembre de 2018). *Alimentos vegetales autóctonos iberoamericanos subutilizados*. (F. Editores, Editor) <https://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/legal.html>
- Sepúlveda, L. (21 de Marzo de 2023). *Colorantes artificiales dañan la salud*.
<http://www.cusur.udg.mx/es/noticias/colorantes-artificiales-danan-la-salud#:~:text=Problemas%20de%20alergias%2C%20neurotoxicidad%2C%20toxicidad,frecuente%20alimentos%20con%20colorante%20artificial.>
- Serna, L., & Torres, C. (9 de Septiembre de 2014). *Potencial agroindustrial de cáscaras de mango (Mangifera indica) variedades Keitt y Tommy Atkins*.
<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v64n2/v64n2a2.pdf>
- Sosa. (2014). *Pectina*. https://www.sosa.cat/wp/wp-content/uploads/Pectines_CAST.pdf
- Torres, K., Lara, R., & León, M. (2023). *Obtención y caracterización de la pectina extraída de la cáscara de pepino (Cucumis Sativus L-Variiedad Híbrido Dasher II) y validarla como producto gelificante en compotas*. 205.
<https://doi.org/file:///C:/Users/NAYE/Downloads/Obtenci%C3%B3n+y+caracterizaci%C3%B3n+de+la+pectina+extra%C3%ADda+de+la+c%C3%A1scara+de+pepino.pdf>
- Untiveros, G. (2003). *Obtención y caracterización de pectinas de alto y bajo metoxilo de la manzana variedad Pachacamac*.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/rsqp/n3_2003/a06.pdf

- Vela, J. (1997). *Obtención de pectina a partir del exudado de cacao (Theobroma cacao Sp)*.
<https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/339/FIA-94.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velásquez, M., Barazarte, H., & Gonzáles, C. (2020). Evaluación físico-química y sensorial de una golosina tipo gomita a base de pulpa de Parchita (*Passiflora edulis*) edulzada con Estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). 32. <https://doi.org/https://revistas.uclave.org/index.php/asa/article/view/2830/1768>
- Villegas, D. (2023). *Propuesta de instalación de una planta de producción de pectina para el aprovechamiento de la cáscara de mango. [Tesis de pregrado]*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/6016/1/TL_VillegasCasta%C3%B1edaDiego.pdf
- Zegada, V. (20 de Mayo de 2015). *Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO)*. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312015000100007

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI			
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES			
CARRERA DE ALIMENTOS			
ACTA			
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR			
ESTUDIANTE:	CRIOLLO CHALACÁN ODALYS NAYELI	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401844311
PERIODO ACADÉMICO:	2024A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. LILIANA MARGOTH CHAMORRO HERNÁNDEZ	DOCENTE TUTOR:	PHD. FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ
DOCENTE:	MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO		
TEMA DEL TIC:	"EXTRACCIÓN DE PECTINA DE LA CÁSCARA DE MANGO VARIEDAD TOMMY ATKINS (MANGIFERA INDICA L) MEDIANTE HIDRÓLISIS ÁCIDA, PARA ELABORAR GOMITAS NATURALES CON VITAMINA C"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,67	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9,00	Revisar información referente a la cantidad de pectina en distintos tipos de fruta
3	METODOLOGÍA	8,33	
4	RESULTADOS	9,00	
5	DISCUSIÓN	9,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Mostrar mayor dominio en términos técnicos
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	9,33	
Obteniendo una nota de: 8,90 Por lo tanto, APRUEBA ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:			
Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.			
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 9 de julio de 2024			
 MSC. LILIANA MARGOTH CHAMORRO HERNÁNDEZ PRESIDENTE TRIBUNAL		 PHD. FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ DOCENTE TUTOR	
 MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO DOCENTE			

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Criollo Chalacán Odalys Nayeli.

Fecha de recepción del abstract: 12 de julio de 2024

Fecha de entrega del informe: 12 de julio de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Preparación de ácidos y pH



Figura 5. Ácido cítrico



Figura 6. Ácido clorhídrico



Figura 7. pH 1,5 de ácido cítrico



Figura 8. pH 2 de ácido clorhídrico



Figura 9. Soluciones

Anexo 4.Proceso de obtención de pectina de la cáscara de mango



Figura 10. Recepción de la materia prima



Figura 11. Inactivación a 80 °C



Figura 12. Concentrado (95°C)



Figura 13. Extracto péctico



Figura 14. Precipitado



Figura 15. Filtrado



Figura 16. Purificado



Figura 17. Secado



Figura 18. Molido



Figura 19. Almacenado

Anexo 5. Análisis fisicoquímico de la pectina



Figura 20. Humedad



Figura 21. Ceniza



Figura 22. Hidróxido de sodio



Figura 23. 0,5 g de la pectina extraída



Figura 24. Etanol al 95 %



Figura 25. Grado de metoxilo

Anexo 6. Proceso de obtención de la pulpa de mango



Figura 26. Selección de la materia prima



Figura 27. Trozado



Figura 28. Pulpeado



Figura 29. Pulpa

Anexo 7. Determinación de vitamina C en la pulpa de mango



Figura 30. Reactivos



Figura 31. 15 g de HPO_3

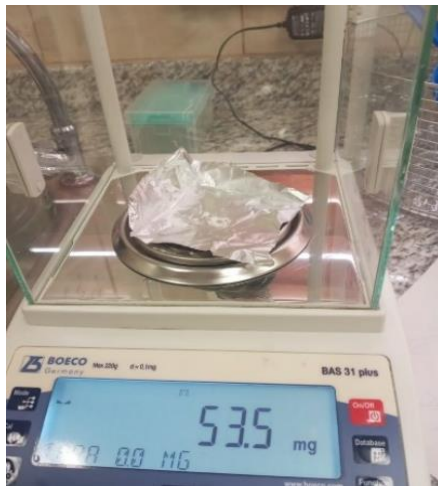


Figura 32. Ácido arcórbico



Figura 33. Solución estándar de indofenol



Figura 34. Pulpa de mango



Figura 35. Filtración de la muestra



Figura 36. Titulación de blancos



Figura 37. Titulación de la muestra

Anexo 8. Proceso de elaboración de gomitas naturales con vitamina C



Figura 38. Pesado de la materia prima



Figura 39. Jarabe



Figura 40. Mezclado



Figura 41. Cocción a 90 °C



Figura 42. Adición de ácido
áscórbico



Figura 43. Moldeado



Figura 44. Desmoldeado



Figura 45. Empacado

Anexo 9. Evaluación sensorial



Figura 46. Presentación de la hoja de cactación



Figura 47. Sala de catación

Anexo 10. Análisis fisicoquímico y microbiológico de la gomita natural



Figura 48. Peso de la muestra (gomita)



Figura 49. Humedad



Figura 50. Sólidos solubles



Figura 51. Análisis de pH



Figura 52. pH de las gomitas



Figura 53. Esterilización de material



Figura 54. Análisis microbiológico

Anexo 11. Ficha técnica CEAMPECTIN de pectina comercial (Ceamsa)

CEAMPECTIN SS-4510 - CEAMSA

Ceampectin tipo RS-4710 es una pectina de alta esterificación, extraída de piel de cítricos seleccionada de alta calidad y estandarizada con dextrosa.

✓ DESCRIPCIÓN

Polvo color beige claro, libre de olor y sabor.

✓ APLICACIÓN

Especialmente seleccionada para mermeladas con alta concentración de sólidos solubles, (> 65% SS) y jaleas (75- 85% SS).

Esta pectina dará una elevada fuerza de gel, excelente liberación del sabor y una rápida gelificación.

✓ DOSIFICACIONES TÍPICAS.

Mermeladas: 0,3 – 0,6 %.

Jaleas: 1,4 – 1,6 %.

El nivel de uso óptimo depende de la aplicación específica, pH, contenido en sólidos solubles y el contenido en calcio del sistema.

✓ ESPECIFICACIONES FÍSICO QUÍMICAS

Grado de esterificación: 69 – 75 %.

Fuerza de gel (US SAG): 150 ± 10.

OTRAS CARÁCTERÍSTICAS

pH : 3,0 – 3,6 (solución 1.0%).

Humedad: máximo 12 %.

Tamaño de partícula: 90 % por debajo de 250 micras (60 US mesh, DIN 24) (MA-72).

Total plate count: Max. 5000 ufc/g.

Hongos y levaduras: Max. 300 ufc/g.

Bacterias patógenas: Negativo por test. (E.Coli, Salmonella spp.)

Este producto de CEAMSA cumple los estándares internacionales de identidad y pureza publicados para uso alimentario emitidos por:

- Unión Europea.
- Food Chemical Codex.
- JECFA.

✓ SOLUBILIDAD

Dispensable en agua fría y totalmente soluble por encima de 70°C. Insoluble en aceites vegetales, minerales y disolventes orgánicos

Se recomienda disolver la pectina en agua antes de la adición al producto final.

✓ INGREDIENTES

Pectina (E-440) y dextrosa para estandarización.

✓ ENVASADO

Sacos de 25 kg. Con bolsa interior de polietileno.

✓ ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN


En lugar fresco y seco, con el envase cerrado, mantiene sus propiedades durante mínimo 24 meses.

✓ OTRAS INFORMACIONES

Por favor, dirijan sus consultas a nuestros representantes en su país, o bien directamente a CEAMSA, a través de la dirección indicada al pie o de nuestra página web.

Referencia:

Anexo 12. Norma INEN 2217: Productos confitería. Caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone. Requisitos

CDU: 664.665 ICS: 67.180.10		GIU: 3119 AL 02.09-401
Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	PRODUCTOS DE CONFITERÍA. CAMELOS, PASTILLAS, GRAGEAS, GOMITAS Y TURRONES. REQUISITOS	NTE INEN 2 217:2000 2000-01
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos y características que deben cumplir los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los caramelos, pastillas, grageas, gomitas y turrone; se incluye a los dietéticos.</p> <p>3. DEFINICIONES</p> <p>Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1 Caramelos. Son productos de consistencia sólida o semisólida que se obtienen del cocimiento de un almidar de azúcares y agua, y que pueden contener o no otras sustancias y aditivos alimenticios permitidos.</p> <p>3.1.1 Caramelos duros. Son productos elaborados a base de azúcares en forma de almidar, que adquieren una consistencia sólida y quebradiza al enfriarse.</p> <p>3.1.1.1 Chupetes. Son caramelos duros, rellenos o no, recubiertos o no que tienen incorporado un soporte no comestible de material autorizado por la autoridad sanitaria competente (madera, plástico, cartón, etc.)</p> <p>3.1.2 Caramelos blandos. Son productos fácilmente masticables elaborados a base de azúcares en forma de almidares, que adquieren una consistencia semisólida, gelatinosa o pastosa, cuando están fríos.</p> <p>3.1.2.1 Toffees. Son caramelos blandos elaborados a base de un almidar de azúcares y leche, que pueden contener mantequilla u otra grasa comestible.</p> <p>3.1.3 Caramelos rellenos. Son caramelos duros o blandos que contienen en su interior ingredientes líquidos, sólidos o semisólidos de grado alimentario.</p> <p>3.1.3 Caramelos recubiertos. Son caramelos duros o blandos con o sin relleno, recubiertos por una capa de azúcar o chocolate.</p> <p>3.2 Grageas. Son confites formados por un núcleo de almendras, avellanas, mani, frutas, chocolate y otros similares o bien, por una pasta de dichos productos molidos como azúcares; dicho núcleo está recubierto por una capa de azúcar o chocolate, abrigantada o no, y pueden contener otras sustancias y aditivos alimenticios permitidos.</p> <p>3.3 Pastillas o comprimidos. Son productos obtenidos por compresión o moldeado de una mezcla de azúcar en polvo adicionada de gomas, dextrinas o estearatos y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos.</p> <p>3.4 Gomitas. Son productos obtenidos por mezcla de gomas naturales, gelatinas, pectina, agar-agar, glucosa, almidón, azúcares y otras sustancias y aditivos alimentarios permitidos.</p>		
(Continúa)		
DESCRIPTORES: Productos de confitería, dulce, confite, caramelos, pastillas, grageas, gomitas, turrone, requisitos.		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, IEN - Casa 117-01-3888 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

TABLA 7

Requisito	Contenido máximo	Método de ensayo
Humedad, %	10,0	NTE INEN 265
Sacarosa, %	50,0	
Dextrina, almidón y/o gomas comestibles, %	5,0	

TABLA 8. Requisitos microbiológicos

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Aeróbicos mesófilos, UFC/g	3	$< 1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-17
NMP Coliformes totales/g	3	< 3	$1,0 \times 10^1$	1	NTE INEN 1529-8
NMP Coliformes fecales/g	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-8
Mohos y levaduras, UP/g	3	$< 1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10
Estafilococos aureus UFC/g	3	$< 1,0 \times 10^1$	-	0	NTE INEN 1529-14

6.1.5 *Requisitos para las gomitas.* Las gomitas deberán cumplir con los requisitos especificados en las tablas 9 y 10

TABLA 9

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
Humedad, %	10,0	25,0	NTE INEN 265
Sacarosa, %	-	50,0	

TABLA 10. Requisitos microbiológicos

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Aeróbicos mesófilos, UFC/g	3	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-17
NMP Coliformes totales/g	3	< 3	$1,0 \times 10^1$	0	NTE INEN 1529-8
Mohos y levaduras, UP/g	3	$3,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10

6.1.6 *Requisitos para los tumores.* Los tumores deberán cumplir con los requisitos especificados en las tablas 11 y 12.

TABLA 11.

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
Humedad, %	10,0	12,0	NTE INEN 265
Azúcares Totales, %	-	55,0	
Recubrimiento, %	-	30,0	
Frutos secos y/o fruta confitada, %	25,0	-	

(Continúa)

Anexo 13. Hoja de evaluación sensorial



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Género: **Edad:** **Fecha:**

Tema: "Extracción de pectina de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica L*) mediante hidrólisis ácida, para elaborar gomitas naturales con vitamina C"

Indicaciones Generales:

- ◆ Frente a usted se presentan cinco muestras de gomitas naturales con vitamina C, a las cuales se les aplicó pectina de cáscara de mango como gelificante.
- ◆ Califique los atributos de las muestras que se presentan en la tabla número 2 con los valores de aceptabilidad de la tabla número 1.
- ◆ Se recomienda enjuagar su boca entre cada muestra.
- ◆ Empezar el análisis de izquierda a derecha.

Tabla 1. Escala de valores de aceptabilidad

Escala Hedónica	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
No me gusta ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

Tabla 2. Análisis sensorial de las gomitas naturales con vitamina C.

Atributos	133	552	216	614	320
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					
Aceptabilidad					

Observaciones:

.....
.....
.....

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!