

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Extracción de pectina de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) mediante hidrólisis ácida para elaborar mermelada de durazno (*Prunus pérsica*) con endulzantes naturales”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
Título de Ingenieras en Alimentos

AUTORAS: Falcón Cherres Mersi Lizeth
García Barre Gina Geomara

TUTORA: MSc. Ana Lucía Rodríguez

Tulcán, 2022.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante(s) Falcón Cherres Mersi Lizeth con el número de cédula 1754604849 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Extracción de pectina de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) mediante hidrólisis ácida para elaborar mermelada de durazno (*Prunus pérsica*) con endulzantes naturales"

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. Rodríguez Machado Ana Lucía

TUTOR

Tulcán, febrero de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

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

Yo, Garcia Barre Gina Geomara y Falcón Cherres Mersi Lizeth con cédula de identidad número 1205882713 y 1754604849 declaramos que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que hemos llegado son de nuestra absoluta responsabilidad.

Gina Garcia

Garcia Barre Gina Geomara

AUTORA

Mersi Falcón

Falcón Cherres Mersi Lizeth

AUTORA

Tulcán, febrero de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Nosotras Garcia Barre Gina Geomara y Falcón Cherres Mersi Lizeth declaramos ser autoras de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Extracción de pectina de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) mediante hidrólisis ácida para elaborar mermelada de durazno (*Prunus pérsica*) con endulzantes naturales" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

Gina Garcia

Garcia Barre Gina Geomara

AUTORA

Mersi Lizeth

Falcón Cherres Mersi Lizeth

AUTORA

Tulcán, febrero de 2023

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi familia por ser mi apoyo incondicional en cada etapa de mi vida universitaria, su fuerza y motivación me impulsó a creer en mí, dedicarme y llegar a culminar mi carrera, enseñándome valores y principios que llevaré en alto en mi vida profesional.

Agradezco mucho la ayuda de mis docentes por los conocimientos que me han otorgado y de igual forma un agradecimiento inmenso a mi tutora que con su paciencia y dedicación nos ayudó a terminar este trabajo y como no agradecer a mi universidad la que me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia y docentes.

Falcón Cherres Mersi Lizeth

Le agradezco a Dios por permitirme haber llegado a culminar esta etapa de mis estudios a mis padres Petra Barre y Jimen Garcia por motivarme en cada momento a mis hermanos Ronald y Jennifer Garcia por ayudarme siempre en lo económico y emocionalmente cada que lo necesité y a mi hermanita Patricia Chalacán que siempre fue un apoyo emocional.

Agradezco a mi esposo Pablo Chalacán por siempre apoyarme cuando me sentía caerme y a mis hijos Jhon Jairo Garcia, Jesica y Sebastián Chalacán por ser siempre mi motivo para no rendirme.

Agradezco a todos los docentes que fueron parte de mi enseñanza en cada una de las áreas y brindarnos los conocimientos. Así mismo a mi tutora MSc. Ana Lucía Rodríguez y al Qco. Vinicio Revelo por brindarnos su apoyo.

Garcia Barre Gina Geomara

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental tanto económico y moral, han estado a mi lado en cada triunfo y en cada caída, su apoyo me ha ayudado a superarme y salir victoriosa. Dedico a mis abuelitos que, aunque no estén físicamente los tengo presente en mi corazón y sé que desde el cielo están orgullosos de mí y sé que me guiarán con su bendición en cada paso de mi vida profesional.

Por ellos y para ellos todo mi esfuerzo y dedicación.

Falcón Cherres Mersi Lizeth

Dedico el presente trabajo a mis padres, a mi esposo y a mis hijos porque fueron quienes me impulsaron a seguir en cada paso de esta etapa y fueron quienes me brindaron su apoyo económico y emocional para culminar mi carrera universitaria.

García Barre Gina Geomara

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
I. EL PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3. JUSTIFICACIÓN	19
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos Específicos	21
1.4.3. Preguntas de Investigación	21
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.2. MARCO TEÓRICO.....	23
2.2.1 Papa.....	23
2.2.2 Origen e historia	23
2.2.3 Características de la papa Súper Chola	24
2.2.4 Cáscara de papa	25
2.2.5 Pectina.....	26
2.2.5.1 Origen.....	26
2.2.5.1 Tipos de pectina.....	27
2.2.5.1.1 Pectinas de Alto Metoxilo (PAM)	27
2.2.5.1.2 Pectinas de Bajo Metoxilo (PBM).....	28

2.2.6 Propiedades de la pectina	28
2.2.6.1 Solubilidad	28
2.2.6.2 Estabilidad.....	29
2.2.6.3 Viscosidad	29
2.2.6.4 Gelificación	29
2.2.6.6 Reología.....	29
2.2.6.7 Poder gelificante.....	29
2.2.6.7.1 Determinación del Rendimiento de la pectina.....	30
2.2.7. Análisis fisicoquímicos de la pectina.....	30
2.2.7.1 Contenido de humedad.....	30
2.2.7.2 Contenido de ceniza.....	30
2.2.7.3 Peso equivalente	31
2.2.7.4 Acidez libre.....	32
2.2.7.5 Contenido de Metoxilo (Me).....	32
2.2.7.6 Contenido de ácido anhidro Galacturónico (AAG).....	33
2.2.7.7 Grado de Esterificación (Ge).....	33
2.2.8 Tipos de ácidos a emplearse para la extracción de pectina por hidrólisis ácida	34
2.2.8.1 Hidrólisis ácida.....	34
2.2.9 Tipos de ácidos.....	35
2.2.9.1. Ácido cítrico.....	35
2.2.9.1.1 Aplicaciones.....	35
2.2.9.2 Ácido acético.....	35
2.2.9.2.1 Propiedades físicas del ácido acético.....	36
2.2.9.2.2 Aplicaciones en la industria.....	36

2.2.9.3	Ácido Clorhídrico.....	36
2.2.9.3.1	Propiedades físicas.....	37
2.2.10	Mermeladas.....	37
2.2.10.1	Mermeladas de agrios.....	37
2.2.10.2	Mermelada sin frutos cítricos.....	38
2.2.10.3	Mermelada tipo jalea.....	38
2.2.10.4	Otros ingredientes autorizados.....	38
2.2.10.4.1	Requisitos generales.....	38
2.2.11	Miel.....	38
2.2.12	Stevia.....	39
III.	METODOLOGÍA.....	40
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	40
3.1.1.	Enfoque.....	40
3.1.2.	Tipo de Investigación.....	40
3.2.	IDEA A DEFENDER.....	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.....	44
3.4.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	44
3.4.2	Análisis fisicoquímicos.....	45
3.4.3	Análisis microbiológico.....	46
3.4.4	Análisis sensorial.....	46
3.5	RECURSOS.....	46
3.5.1	Materia prima.....	46

3.5.2	Reactivos	46
3.5.3	Materiales	46
3.6	Diagrama de flujo de hidrólisis ácida	48
3.6.1	Proceso de obtención de pectina mediante hidrólisis ácida	49
3.7	Diagrama de flujo de elaboración de mermelada.....	50
3.7.1	Proceso de elaboración de mermelada	51
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1.	RESULTADOS	53
4.1.1	Extracción de pectina	53
4.1.1.1	Rendimiento	53
4.1.2	Análisis fisicoquímico de la pectina.....	54
4.1.2.1	Humedad	54
4.1.2.2	Cenizas	54
4.1.2.3	Peso equivalente	55
4.1.2.4	Acidez libre.....	56
4.1.2.5	Grado de metoxilo	56
4.1.2.6	Grado de esterificación.....	57
4.1.2.7	Porcentaje de ácido anh. Galacturónico	58
4.1.3	Análisis fisicoquímicos de la mermelada de durazno	58
4.1.3.1	Grados (°Brix).....	58
4.1.3.2	pH	59
4.1.3.3	Cenizas	59
4.1.4	Análisis sensorial.....	60
4.1.5	Análisis microbiológico de la mermelada	65
4.2.	DISCUSIÓN	66

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5.1. CONCLUSIONES	71
5.2. RECOMENDACIONES	71
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
VII. ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la papa super chola.....	25
Tabla 2. Diseño y operacionalización de variables, primera etapa (extracción de pectina)	42
Tabla 3. Definición y operacionalización de variable, segunda etapa (aplicación de pectina a la mermelada de durazno).....	43
Tabla 4. Tratamientos para la extracción de pectina con os diferentes tipos de ácidos.....	44
Tabla 5. Tratamientos para la elaboración de la mermelada de durazno.....	45
Tabla 6. Formulación para los tratamientos de la mermelada elaborada con el 1% de pectina	45
Tabla 7. Formulación para los tratamientos de la mermelada elaborada con el 2% de pectina	45
Tabla 8. Escala hedónica de 5 puntos	46
Tabla 9. Rendimiento de la pectina	53
Tabla 10. Valores de humedad	54
Tabla 11. Resultados de cenizas.....	54
Tabla 12. Resultados de °Brix.....	58
Tabla 13. Resultados de pH.....	59
Tabla 14. Resultados de cenizas de la mermelada.....	59
Tabla 15. Escala hedónica de 5 puntos en la evaluación sensorial.....	60
Tabla 16. Resultados el atributo del color.....	60
Tabla 17. Resultados del atributo de olor.....	61

Tabla 18. Resultados del atributo de sabor	62
Tabla 19. Resultados del atributo de textura	63
Tabla 20. Correlación entre análisis fisicoquímicos de la mermelada y evaluación sensorial.....	64
Tabla 21. Resultados del análisis microbiológico	65
Tabla 22: Escala de aceptabilidad.	90
Tabla 23: Análisis sensorial de la mermelada de durazno con pectina extraída de la cáscara de papa.	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de nutrientes de la papa	24
Figura 2. Cáscara de la papa súper chola.....	25
Figura 3. Estructura de la pectina.....	27
Figura 4. Pectinas con Alto Metoxilo (PAM)	28
Figura 5. Pectinas con Bajo Metoxilo	28
Figura 6. Hidrólisis de la pectina.....	34
Figura 7. Selección y limpieza de la cáscara de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	91
Figura 8. Pesado de la cáscara de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	91
Figura 9. Cortado de la cáscara de papa en tamaños pequeños.....	91
Figura 10. Inactivación Enzimática.....	91
Figura 11. Filtración de la cáscara después de la inactivación enzimática	91
Figura 12. Hidrólisis ácida (ácido cítrico y ácido clorhídrico por calor).....	91
Figura 13. Filtración de la pectina	92
Figura 14. Pectina humedad.....	35
Figura 15. Pelado químico de los duraznos.....	35
Figura 16. Selección y limpieza de los duraznos.....	36
Figura 17. Mermelada de durazno aplicando la pectina extraída.....	36
Figura 18. Catación de la mermelada de durazno en los laboratorios de la UPEC.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	76
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	80
Anexo 3. Norma NTE INEN 1529-10:2013	82
Anexo 4. Norma NTE INEN 2825: 2013-11	87
Anexo 5. Hoja de catación.....	90
Anexo 6. Fotografías del proceso de extracción de pectina y elaboración de mermelada y evaluación sensorial	91

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación consistió en extraer pectina de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) mediante hidrólisis ácida para la elaboración de mermelada de durazno (*Prunus pérsica*) con endulzantes naturales. La hidrólisis ácida se realizó con 3 diferentes ácidos (ácido clorhídrico, ácido cítrico y ácido acético) a pH: 1,5, 2 y 3 por 5 horas y temperatura de 90 °C constante. Con estas condiciones se obtuvo un rendimiento, en el caso del ácido cítrico a pH 1,5 de 2,83 %, a pH 2 de 1,28 % y a pH 3 de 0,62 %, con el ácido clorhídrico a pH 1,5 de 2,65 % a pH 2 de 0,96 % y a pH 3 de 0,56 % mientras que con el ácido acético el rendimiento fue mínimo a pH 1,5 de 0,38 %, a pH 2 de 0,27 % y a pH 3 de 0,1 %. Se realizó un análisis fisicoquímico a las pectinas extraídas donde se determinó humedad, cenizas, peso equivalente, acidez libre, grado de metoxilo, grado esterificación y porcentaje de anh. Galacturónico. El mejor tratamiento fue con el ácido cítrico donde se obtuvo valores de Humedad (7,26 %), Cenizas (1,47 %), Peso equivalente 833,33 mg, Acidez libre 0,0012 meq carboxilos libres/g libre/g, Grado de metoxilo 10,48 %, Grado de esterificación 72,29 % y Porcentaje de anh. Galacturónico 38,33 %. Se elaboró mermelada con las pectinas extraídas y se realizó un análisis microbiológico el cual nos indicó que esta dentro de los rangos establecidos en la norma NTE INEN 419, mediante un análisis sensorial se determinó el mejor tratamiento, los atributos que se evaluaron fueron color, olor, sabor y textura, al mismo se le realizó un análisis fisicoquímico y se midió pH (3), °Brix (65°Brix) y cenizas (0,58) obteniendo valores que están dentro de las normas establecidas NTE INEN 419 y NTE INEN 2825. Se puede concluir que es posible extraer pectina de la cáscara de papa siempre y cuando la extracción se realice a pH bajos de 1,5 y también dependerá del tipo de ácido a emplearse, de acuerdo a los análisis que se realizó con el ácido cítrico se obtuvo una pectina de alto metoxilo y con el ácido clorhídrico se obtuvo una pectina de bajo metoxilo, pero las dos tuvieron la capacidad de formar geles firmes.

Palabras claves: hidrólisis ácida, ácidos, mermelada, pectina, cáscara de papa

ABSTRACT

The objective of this research work was to extract pectin from potato peel (*Solanum tuberosum*) by acid hydrolysis for the production of peach jam (*Prunus pérsica*) with natural sweeteners. Acid hydrolysis was performed with 3 different acids (hydrochloric acid, citric acid, and acetic acid) at pH: 1.5, 2, and 3 for 5 hours and a temperature of 90 °C. Under these conditions, a yield was obtained for citric acid at pH 1,5 at 2,83 %, pH 2 at 1,28 % and pH 3 at 0,62 %, for hydrochloric acid at pH 1,5 at pH 2 at 0,96 % and pH 3 at 0,56 % while for acetic acid the yield was minimal at pH 1,5 of 0,38 %, at pH 2 of 0,27 % and, pH 3 of 0,1 %. A physicochemical analysis was carried out on the extracted pectins where moisture, ash, equivalent weight, free acidity, methoxyl grade, esterification and anhydro percentage were determined. Galacturonic. The best treatment was with citric acid where values of Humidity (7.26 %), Ash (1.47 %), Weight equivalent 833.33 mg, Free acidity 0.0012 meq free carboxyls/g free/g, Methoxyl grade 10.48 %, Degree of esterification 72.29 % and Percentage of anhydro were obtained. Galacturonic 38.33 %. The jam was made with the pectins extracted and a microbiological analysis was carried out which indicated that it is within the ranges set in the NTE INEN 419 standard, by sensory analysis the best treatment was determined. The attributes that were evaluated were: color, smell, taste and texture. At the same time a physicochemical analysis was conducted, and pH (3) was measured, °Brix (65°Brix) and ashes (0.58). Thus, obtaining values that are within the established NTE INEN 419 and NTE INEN 2825 norms.

It can be concluded that, it is possible to extract pectin from the potato peel as long as the extraction is carried out at a low pH of 1,5 and it will also depend on the type of acid to be used. According to the analyses carried out with citric acid, a pectin of high methoxyl was obtained and with hydrochloric acid a pectin of low methoxyl was obtained, but both had the ability to form firm gels.

Keywords: acid hydrolysis, acids, jam, pectin, potato peel

INTRODUCCIÓN

La pectina es un polisacárido que contiene un alto poder gelificante y es muy utilizado en las industrias de alimentos, la cual se la obtiene de frutas y vegetales, hasta el momento en el Ecuador no existe una industria que extraiga este aditivo alimentario, por lo cual las diferentes empresas que necesitan de este aditivo realizan importaciones de distintos países fabricantes de la pectina como es Dinamarca, Estados Unidos, México, Alemania, Holanda, Suiza y Canadá. (Toapanta, 2018).

Según los estudios realizados por Mordor Intelligence (2016), el mercado global de la pectina es por frutas cítricas, remolacha con un tipo de pectina de alta gelificación. De la misma manera este segmento lo realizaron en América del Norte, Europa, Asia, América del Sur África y el Medio Oriente. Con la intención de reducir la contaminación y crear productos nuevos como en cosmetología, farmacéutico y variedades en la industria alimentaria que se pueda emplear este aditivo.

De acuerdo con el estudio de Toapanta (2018), menciona que la cáscara de papa tiene un alto poder de gelificación, es por ello que se han realizado varias investigaciones que proponen la extracción adecuada de este producto dándole así un valor agregado al residuo. De igual manera aprovechar los residuos orgánicos generados por las diversas actividades, ya sea doméstica, comedores o restaurantes, y aún más aprovechar el consumo masivo que tiene la ciudad de Tulcán como productora de este tubérculo y de esta manera se minimiza el impacto ambiental de los residuos generados.

La hidrólisis ácida consiste en un calentamiento de una disolución con ácido y material vegetal, con agitación constante. Lo que ocurre en la hidrólisis es un proceso donde un ácido prótico cataliza la separación de un enlace químico a través de una sustitución nucleofílica, con la adición de agua. Existen dos métodos aplicables: un método abierto y otro cerrado, en nuestra investigación se realizó por el método cerrado el cual requiere de un condensador para calentar la solución, de igual manera es importante controlar, tiempos y temperaturas de calentamiento, ya que se convierten en puntos muy críticos que se deben controlar constantemente. (Toapanta, 2018).

La mermelada es una mezcla entre fruta y azúcar y otros ingredientes como la pectina la cual funciona como espesante, que la unirse con los azúcares y ácidos de

la fruta forman geles, que le otorgan al producto una naturaleza especial. Estos geles llegan a formarse cuando la mezcla alcanza los 65 °Brix. (Navarrete, 2019).

La presente investigación busca realizar la extracción de pectina de la cáscara de papa, para emplearla en una mermelada de durazno, aprovechando así los residuos orgánicos generados dándole un valor agregado a este.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años en la ciudad de Tulcán – Carchi el cultivo de papa ha tenido un crecimiento acelerado creando competencia y generando, residuos orgánicos por el desaprovechamiento del tubérculo, debido a la comercialización en su forma natural. Datos proporcionados por El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2019), afirman que Tulcán se caracteriza por ser un territorio agrícola y se destaca por actividades agropecuarias cuyos productos principales son la papa y la leche.

Resultados tomados de Ecuador: Balance en papa (2019), determinan que el Carchi es una de las provincias con mayor producción del tubérculo con un aporte del 49,5% de la producción nacional. La principal variedad de papa en la provincia es la súper chola con un 90 %, a nivel nacional esta variedad es consumida en un 80 %.

Por ello, considerando que el Carchi es una provincia productora de papa se puede destacar que el cantón Tulcán posee una extensión de 138,8 km² y una temperatura promedio de 14 °C, apta para la siembra del tubérculo. Actualmente, la superficie de cosechas sólo en el cantón Tulcán sobrepasa las 6,330 hectáreas, es decir, sólo este cantón tiene un rendimiento de 26,45 t/ha superado al promedio estimado en la producción nacional. (Romo, 2016).

Cabe recalcar que el precio de la papa es muy inestable, por lo tanto, afecta al papicultor por los bajos ingresos ocasionados por la sobreproducción, ya que la producción del tubérculo es destinada a mercados mayoristas de Quito y Guayaquil a precios bajos. Por ende, al existir sobreproducción y precios bajos, muchos papicultores optan por vender su producto (papa) a intermediarios, para no perder el capital invertido. (Toapanta, 2018).

Al existir sobreproducción del tubérculo, ocasiona elevados subproductos (cáscaras) de los cuales, una parte es destinado para el consumo animal (ganado vacuno y porcino) y el porcentaje restante son desechados, generando un impacto negativo en el ambiente. Del mismo modo, existen empresas procesadoras de chips que generan un alto porcentaje de desperdicios, se desconoce que con la cáscara de papa se puede realizar aditivos alimentarios gracias a su alto contenido de compuestos fenólicos y nutraceuticos. En la ciudad de Tulcán, existe gran cantidad de residuos orgánicos que provienen de: hogares, restaurantes y mercados. Los mismos que generan gran contaminación. Debido a que la cáscara de papa contiene sustancias que pueden tener un alto poder gelificante, como es la pectina,

que una vez extraída puede ser utilizada para realizar mermeladas, jaleas y en productos de belleza y farmacéuticos. (López, Rodríguez, & Amaya, 2019).

Industrialmente, Ecuador no produce pectina a partir de subproductos de frutas o tubérculos por lo que depende de países productores de este aditivo, el cual representa una gran demanda en la industria alimentaria cuyo volumen de importación es de 44,88 toneladas aproximadamente. (López, Rodríguez, & Amaya, 2019).

Tradicionalmente este gelificante se obtiene a partir de frutos cítricos, sin embargo, las cáscaras de papas poseen un elevado potencial como fuente de extracción. Es por ello, que la presente investigación pretende aprovechar los subproductos de la variedad de papa súper chola, para obtener pectina cuyas capacidades fisicoquímicas se asemejan a las conocidas industrialmente para elaborar mermeladas y productos que requieran de este espesante. (Vallejo & Garcia, 2019). El método a utilizarse es por hidrólisis ácida a reflujo la cual consiste en someter el material vegetal preparado a una temperatura de 90 °C, empleando tres tipos de ácidos (ácido cítrico, ácido clorhídrico y ácido acético) y con diferentes pH (1,5, 2 y 3) con tiempo y temperatura constante. (Fonseca, Oviedo, & Vargas, 2006)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se puede obtener pectina de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*), al aplicar el método de hidrólisis ácida?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Anualmente en la provincia del Carchi cosechan 112 toneladas de papas, debido a la sobreproducción de este tubérculo se genera residuos (cáscara) que son desechados y no se le ha dado un valor agregado. (INIAP, 2015).

La cáscara del tubérculo es considerada un desecho, sin un aprovechamiento posterior, sin embargo, dentro de este subproducto se encuentran compuestos fundamentales necesarios para elaborar productos alimenticios. Un ejemplo de ello es la cantidad de pectina que posee la cáscara, cuyas propiedades gelificantes son idóneas para elaborar mermeladas, jaleas, néctares, etc. Según Ocrospoma (2018), el aprovechamiento de residuos de procesos agroindustriales está teniendo una importancia radical en la formulación de aditivos químicos de los cuales están surgiendo microempresas destinadas al procesamiento de desechos alimenticios reduciendo la contaminación ambiental.

Industrialmente, la fuente de extracción de pectina se realiza a partir de cáscaras de cítricos especialmente de limón y naranjas, etc. Por lo tanto, se hace uso de la cáscara de papa como una alternativa de extracción cuyo rendimiento se ve influenciado por el método de extracción, sin embargo, Carrillo (2017), considera que la extracción de pectina a partir de cáscara de papa es un tema de amplia importancia, debido a las propiedades fisicoquímicas y el poder gelificante que contiene.

Existen métodos eficaces para la extracción de pectina con alto rendimiento, poder gelificante y de calidad cuyos parámetros sean análogos a las marcas existentes en el mercado, dichos métodos varían desde procesos enzimáticos hasta hidrólisis ácida. (Carrillo, 2017).

La importancia de esta investigación es que se considere una fuente alternativa para la extracción de pectina aprovechando al máximo los subproductos generados por los hogares, restaurantes y mercados, otorgando un valor agregado y de esta manera potenciar la producción de aditivos en la industria alimentaria del Ecuador. Con ello, se brinda una solución parcial al grado de contaminación ambiental generada por los residuos. (Franco, 2022).

Una mermelada de calidad debe ser elaborada a partir de materias primas e insumos de calidad para garantizar un producto libre de complicaciones. Existen frutas cuya cantidad de pectina es media o casi insuficiente como son los duraznos, fresas, piñas, peras, tomate de árbol y cerezas. Es por ello, que se eligió el durazno como materia prima para elaborar la mermelada debido a que el producto final requiere de un moderado contenido de pectina para otorgar ese grado de gelificación característico. (Carrillo, 2017).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Extraer pectina de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) mediante hidrólisis ácida para la elaboración de mermelada de durazno (*Prunus pérsica*) con endulzantes naturales.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el método de hidrólisis ácida adecuado para la extracción de pectina.
- Calcular el rendimiento de pectina obtenida de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) con los diferentes tipos de ácidos.
- Caracterizar la pectina extraída para la determinación del tipo obtenido.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la mermelada de durazno (*Prunus pérsica*) elaborada a partir de la pectina extraída de la cáscara de papa.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cuáles son los métodos eficaces para la extracción de pectina?

¿Qué rendimiento de pectina se obtendrá con los diferentes tipos de ácidos?

¿Qué tipo de pectina se obtiene de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) y cuál es su poder gelificante?

¿Qué propiedades fisicoquímicas y cambios sensoriales presentará la mermelada elaborada a partir de pectina extraída de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*)?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Toapanta Cajamarca (2018), realizó un diseño de un proceso para la obtención de pectina en medio ácido a partir de la cáscara de la papa. La materia prima utilizada fue de la variedad de papa súper chola, utilizó ácido clorhídrico en el proceso de hidrólisis ácida por 60 minutos para la extracción de pectina y obtuvo un rendimiento del 14,34 % con valores óptimos de pH 1,5 a 90 °C, y obtuvo como resultado 129,06 kg de pectina /900 kg de cáscara de papa.

Ramírez Quispe (2019), obtuvo pectina a partir de las cáscaras de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y zanahoria amarilla (*Daucus carota*), utilizando ácido cítrico en el proceso de hidrólisis ácida con un tiempo de 70 – 80 minutos y temperatura entre 80 – 85 °C respectivamente con pH de 3 – 3,2 y obtuvo un rendimiento de 10,45% (zanahoria blanca) y 10,11% (zanahoria amarilla).

Franco Carvache (2022), logró obtener pectina a partir de cáscara de pepino (*Cucumis sativus*) mediante hidrólisis ácida, utilizando ácido clorhídrico. Para ello calculó el rendimiento de 4 tratamientos con sus respectivas repeticiones con pH entre 1,6 y 2,5 a temperatura de 60 °C – 80 °C con un tiempo constante de 80 minutos de extracción. Y el tratamiento 2 presentó un porcentaje de 0,29 % en rendimiento a pH de 1,6 y temperatura de 80 °C siendo el mejor tratamiento y el tratamiento 3 se registró un porcentaje de 0,08 % en rendimiento con un pH de 2,5 a temperatura de 60 °C.

En el estudio realizado por Vega Guamán (2017), logró extraer pectina de plátano de dos variedades hartón y dominico y en dos estados de madurez verde y pintón, realizó 4 tratamientos más el testigo, T2 (pectina de la cáscara de plátano hartón en estado verde), T3 (pectina de la cáscara de plátano hartón en estado pintón), T4 (pectina de la cáscara de plátano dominico verde) y el T5 (pectina de cáscara de plátano dominico en estado pintón). La pectina extraída la empleó en una mermelada de piña para realizar el análisis sensorial.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Papa

La papa es un tubérculo originario de América del Sur, pero que actualmente se cultiva en varias regiones de la tierra. *Solanum tuberosum* (el nombre científico de la papa) es uno de los alimentos más importantes para los humanos. (Julián & Gardey, 2015).

Los tubérculos de papa que crecen bajo tierra proporcionan nutrientes para las plantas. Aunque las características varían según la especie de que se trate, las patatas se suelen cultivar en suelos arenosos con alto contenido de humus. (Julián & Gardey, 2015).

Las patatas contienen vitamina C, fósforo, calcio, magnesio, potasio y pectina entre otros ingredientes esenciales en la dieta humana. Por lo que su consumo es muy popular en muchos países. (Julián & Gardey, 2015).

2.2.2 Origen e historia

Los Andes son el centro de origen y diversidad de numerosos cultivos incluyendo la papa que, se estima, fue domesticada entre 7 000 y 10 000 años, alrededor del lago Titicaca. La papa formaba parte de la alimentación de varias civilizaciones como el Tiahuanaco, Mochica e Inca, que habían perfeccionado métodos de conservación, secándola en frío por congelación, o papa cocinada y secada al sol, convirtiéndola en lo que denominaban "chuñu", que es una forma de papa deshidratada. (Cuesta & Monteros, 2020).

En 1554, la papa fue llevada desde Perú a España; a Inglaterra llegó en 1586; y, alrededor del año 1610, se la dio a conocer en los Países Bajos, donde se usó como planta ornamental. Al inicio, en Europa, la papa fue discriminada por su condición de fruto sacado de la tierra; incluso le adjudicaron ser causante de la lepra, mientras que, en Rusia, la llamaron "planta del diablo" y los religiosos escoceses decretaron "pecado" consumirla, pues no se la mencionaba en la Biblia. (Cuesta & Monteros, 2020).

A finales del siglo XVIII, el francés Antoine Parmentier y el irlandés Henry Doyle promovieron las bondades agronómicas y nutricionales de la papa, y así adquirió importancia como cultivo. En la actualidad, se cultiva en casi todos los países y se considera un alimento básico de consumo mundial. (Cuesta & Monteros, 2020).

En el Ecuador, de acuerdo con datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el año 2019 la superficie cultivada fue de 21 107 hectáreas (ha) con una producción de 517 655 toneladas (t) y un rendimiento de 23.42 t/ha. (INIAP, 2015).

La papa es uno de los alimentos más importantes de la canasta básica familiar, su cultivo es de gran interés después del trigo, arroz y el maíz, en el país existe una gran variedad de papas, estas se cultivan en climas templados, subtropicales y tropicales. La papa es considerada en Ecuador por su valor económico de producción, su aporte nutricional y sobre todo por ser una fuente de ingresos a pequeños agricultores. El cultivo de este distribuye en las regiones interandinas siendo las principales Carchi, Chimborazo, Tungurahua, Pichincha, Cotopaxi y Cañar. (INIAP, 2015).

En la figura 1 se muestran los porcentajes de nutrientes que contiene la papa.

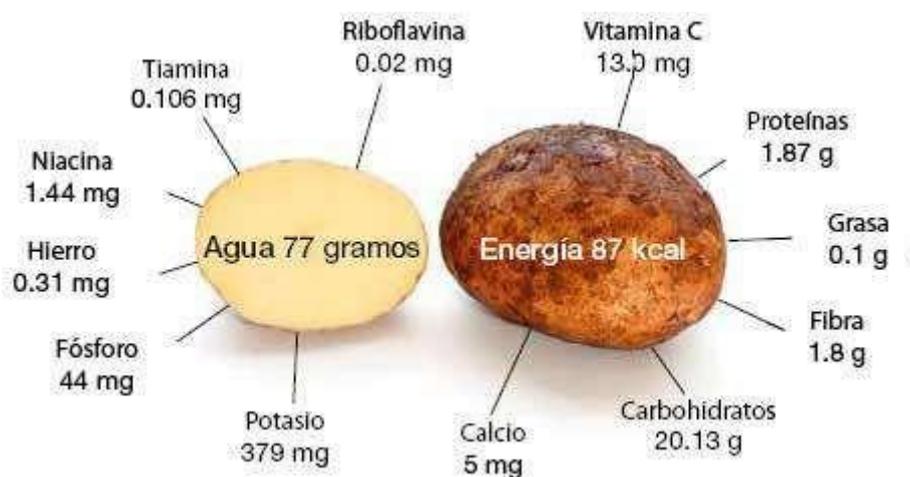


Figura 1. Porcentaje de nutrientes de la papa

Fuente: Toapanta, 2018

2.2.3 Características de la papa Súper Chola

La variedad súper chola es una papa para consumo fresco (sopas y puré) y para procesamiento (papa frita en forma de hojuelas y de tipo francesa). Los tubérculos son medianos, elípticos a ovalados. De piel rosada y lisa, con ojos superficiales y pulpa amarilla pálida. (Velasquéz, 2017).

En la tabla 1 se muestra las características de la papa súper chola.

Tabla 1. Características de la papa super chola

CARACTERÍSTICAS DE LA PAPA SÚPER CHOLA	
Variedad	<i>Suripamba negra, Solanum demissum</i>
Características agronómicas	Maduración: Semitardía Contenido de materia seca: 24%
Usos	Consumo en frescos: sopas y puré Consumo para procesamientos: papas fritas y hojuelas
Zona de cultivo	Carchi y Pichincha Altitud de cultivo: 2800 a 3600 m
Características del tubérculo	Medianos, piel rosada y lisa, pulpa amarilla sin pigmentación
Demanda del consumidor	Ocupa el primer lugar con el 30,4% de papa comercializada

Fuente: INIAP, 2015

2.2.4 Cáscara de papa

La cáscara de la papa es un alimento muy nutritivo que desempeña funciones energéticas debido a su alto contenido en almidón, así como funciones reguladoras del organismo por su elevado contenido en vitaminas hidrosolubles, minerales y fibra. Además, tiene un contenido no despreciable de proteínas, presentando éstas un valor biológico, que son muy buenas para la salud. (INIAP, 2015)

En la figura 2 se muestra la cáscara de la papa súper chola.



Figura 2. Cáscara de la papa súper chola

Fuente: Pruneda, 2020

Las cáscaras de papa también brindan niacina (vitamina B3), la cual ayuda a las células a convertir los nutrientes en energía utilizable. (Southgate, 2006).

La cáscara de papa es una alta fuente de calcio, manganeso, potasio, hierro y zinc, también están compuestas por polisacáridos en un 50 %. La cáscara de papa de forma casera es utilizada para tratar quemaduras el estreñimiento también tiene cualidades microbianas, ayuda a cuidar el corazón y a prevenir el cáncer en el intestino. (INIAP, 2015).

2.2.5 Pectina

2.2.5.1 Origen

Según Pagan (1999), la pectina se originó en 1790 y fue descubierta por Vauquelin. Primero encontró sustancias solubles en jugos de frutas y las definió como ácidos pécticos solubles en agua con niveles de metilación alterados. Y fue caracterizada por el químico francés Henri Braconnot en el año 1825. En 1916 Enlich y Suárez dieron a conocer el aislamiento del ácido D- galacturónico, el componente principal de la pectina.

Según Cedeño (2019), la pectina está presente de forma natural en la mayoría de las frutas, y la industria alimentaria la utiliza como espesante en mermeladas y jaleas, lo que la convierte en el principal componente gelificado de las conservas. En los últimos años ha sido muy útil a nivel industrial porque puede conservar productos y porque tiene una fuerte capacidad gelificante en presencia de ácido y azúcar. Sin embargo, la pectina es difícil de obtener industrialmente. Por lo tanto, la industria necesita importar de otros países.

En el Ecuador no existe una industria que genere este tipo de aditivos alimentario, por lo cual se realizan importaciones de diferentes países fabricantes de pectina, los principales productores son Dinamarca, Holanda, Estados Unidos, Canadá, México, Suiza y Alemania, para ser utilizado en las pequeñas industrias alimenticias del Ecuador. (Vallejo & Garcia, 2019).

Se la puede encontrar en dos formas diferentes, en forma simple cuando se concentra en pequeñas cantidades, y en forma de gel cuando está en grandes dosis. La pectina simple no realiza ninguna función en nuestro organismo, mientras que en forma de gel es muy beneficiosa ya que desempeña una función depurativa. (Carrillo, 2017).

Además, están formadas por un rango de heteropolisacáridos constituidos por ácidos D-galacturónico (azúcares de 6 átomos de carbono), principal componente de las

pectinas unidos por enlaces glucosídicos. (Ferreira, Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial, 2007).

Para entender la estructura de una pectina, en la figura 3 se puede visualizar con claridad cómo están compuestas.

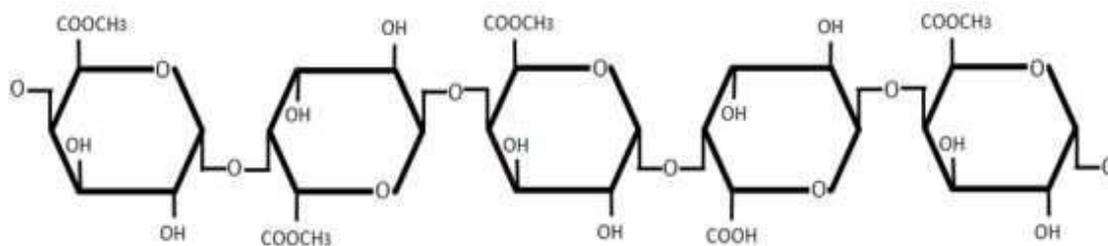


Figura 3. Estructura de la pectina

Fuente: (Montenegro, 2015 citado en Dergel, 2006)

2.2.5.1 Tipos de pectina

De acuerdo con el grado de metoxilación o contenido de metoxilo, el cual hace referencia a la esterificación de los grupos carboxilos por radicales metilos, se distinguen dos tipos de pectina. (Ferreira, Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial, 2007).

2.2.5.1.1 Pectinas de Alto Metoxilo (PAM)

Según Ferreira (2007), afirmó que estas pectinas tienen la capacidad de formar geles cuando se les agrega ácido y azúcar, porque su grado de metoxilo (el grupo carboxilo del ácido galacturónico) es del 70 %. La formación de un gel con alto contenido de metoxilo requiere un valor de pH de 1,5 a 3,5 altas temperaturas y un contenido mínimo promedio de 65 % de sólidos solubles entre 60 % y 70 %, por lo que, si estas condiciones no existen, no se formará gel.

A su vez, se dividen en dos categorías: pectinas de gel rápido y pectina de gel lento. Su diferencia radica en su grado de esterificación con metanol. El porcentaje de gel rápido es 68 % y 75 %, y los valores lentos son 60 % – 68 %. (Ferreira, Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial, 2007).

En la figura 4 se muestra la estructura de las pectinas con Alto Metoxilo.

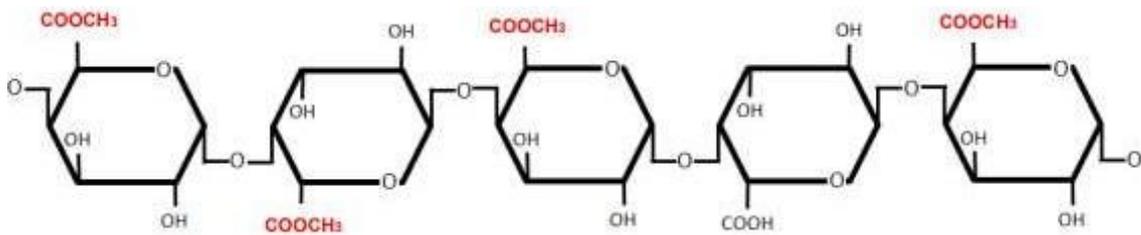


Figura 4. Pectinas con Alto Metoxilo (PAM)

Fuente: (Montenegro, 2015 citado en Dergel, 2006)

2.2.5.1.2 Pectinas de Bajo Metoxilo (PBM)

Son los que tienen un grado de grupo metoxilo inferior al 50 % y no pueden formar gel en presencia de azúcar o ácido, pero sí en presencia de iones calcio. Es decir, si no hay calcio no ocurrirá gelificación. La cantidad de calcio dependerá de la cantidad de sólidos solubles. Por ejemplo, si tienes 30 % de sólidos solubles, necesitas 40-100 mg de calcio y si se tiene 45 % se necesita una cantidad de 20 - 40 mg. Para este caso se pueden obtener geles a valores de pH entre 1,0 a 3,0. (Ferreira, Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial, 2007).

En la figura 5 se muestra la estructura de las pectinas con Bajo Metoxilo.

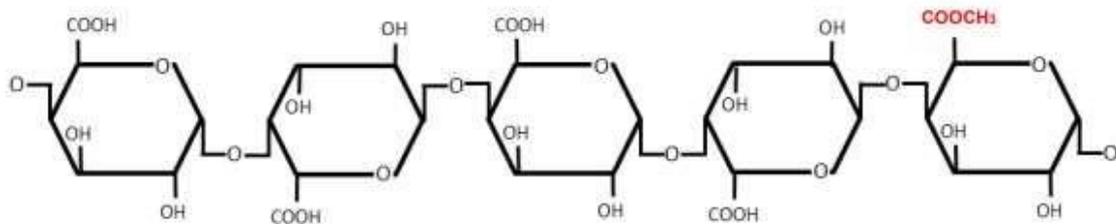


Figura 5. Pectinas con Bajo Metoxilo

Fuente: (Montenegro, 2015 citado en Dergel, 2006)

2.2.6 Propiedades de la pectina

2.2.6.1 Solubilidad

El agua es el mejor solvente para las pectinas, estas deben estar completamente disueltas para su uso y no forme geles irregulares, de igual manera, se debe disolver evitando la formación de grumos. Para preparar 10 % de pectina, se necesita un contenido de sólidos inferior al 20 % en agua empleando agua caliente de 80 °C.

(Ferreira, Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial, 2007).

2.2.6.2 Estabilidad

La pectina se debe conservar a temperatura ambiente, debido a que si estas se encuentran a temperaturas mayores se produce la degradación de está dando una reducción de su peso molecular. Además, sus pH óptimos tienen que estar comprendido entre 2,8 y 4,7. (Krall & McFeeters, 2014).

2.2.6.3 Viscosidad

La viscosidad de las soluciones de pectina va a depender de la concentración de electrolitos, pH, temperatura, grado de esterificación y longitud de la molécula. (Krall & McFeeters, 2014).

2.2.6.4 Gelificación

El agua como solvente, la naturaleza y magnitud de las fuerzas intermoleculares que integran el gel permiten que el producto tenga una gran capacidad de retención de agua. (Ferreira, Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial, 2007).

Las sustancias pécticas por lo general son neutras en estado natural y tienen carácter ácido en presencia de una solución, las cuales dependen del medio y del grado de esterificación. El pH de las soluciones de pectina varía de 2,8 a 3,4. (Ferreira, Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial, 2007).

2.2.6.6 Reología

La pectina muestra propiedades tanto de líquidos viscosos como de sólidos elásticos, por ello las propiedades reológicas se expresan en términos elásticos o fuerzas newtonianas. (Krall & McFeeters, 2014).

2.2.6.7 Poder gelificante

El poder gelificante, el cual se define como la capacidad que tiene una pectina para formar geles. Depende de la molécula péptica y de su grado de metilación. La precipitación, pudiéndose nombrar agentes precipitantes para las pectinas de acuerdo donde se encuentren. Aquellas pectinas que están en agua precipitan con alcoholes o acetonas. Sin embargo, también pueden precipitarse mediante sales como sulfato de aluminio e hidróxido amoniaco que forman hidróxido de aluminio,

cuyas partículas tienen carga positiva; y debido a las cargas negativas de las pectinas, éstas precipitan. (Mérida, 2017)

Cuando se habla de caracterización de una pectina, es importante señalar los siguientes análisis:

2.2.6.7.1 Determinación del Rendimiento de la pectina

Para determinar el rendimiento de la pectina se utiliza la siguiente expresión:

Ecuación 1: Rendimiento de pectina

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso de la pectina obtenida (g)}}{\text{Peso de la materia prima (g)}} * 100\%$$

Fuente: (Sommano et al., 2018)

2.2.7. Análisis fisicoquímicos de la pectina

2.2.7.1 Contenido de humedad

Para determinar el contenido de humedad se debe colocar los crisoles en la estufa a una temperatura de 105 °C por un tiempo de 1 hora, a continuación, se procede a pesar 3 g de la pectina en los crisoles previamente pesados y enfriados en el desecador, luego se coloca la muestra en la estufa a 105 °C por 4 horas, para finalizar se saca la muestra de la estufa y se procede a enfriar en el desecador por 30 minutos. El proceso degrada la pectina y no debe usarse para mediciones posteriores.

Ecuación 2: Contenido de humedad

$$\text{Contenido de humedad en la muestra (\%)} = \frac{s - (w_1 - w_0)}{s} * 100$$

Donde:

W₀ = Peso inicial del crisol en gramos

W₁ = Peso del crisol con la muestra (pectina) después del secado en gramos

S = Peso de la muestra (pectina en gramos)

Este proceso se realizó de acuerdo con el método AOAC 925.45 B establecido en el (CODEX, 2015).

2.2.7.2 Contenido de ceniza

Para realizar el contenido de cenizas primero se coloca los crisoles limpios en la estufa a 550 °C por un tiempo de 3 horas, después se deja enfriar durante 1 hora, a

continuación, se pesa el crisol y se coloca 3 g de la muestra a la misma temperatura por un tiempo de 3 horas hasta que se formen cenizas de color blanquecino, para terminar; se enfría los crisoles en el desecador por 1 hora y se pesa en la balanza analítica.

Ecuación 3: Contenido de cenizas

$$\text{Contenido de cenizas (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{S} * 100$$

Donde:

W_1 = Peso inicial del crisol en gramos

W_2 = Peso del crisol con la muestra (pectina) después del secado en gramos

S = Peso de la muestra (pectina en gramos)

Este proceso se realizó de acuerdo con el método AOAC 923.03 establecido en (CODEX,2015).

2.2.7.3 Peso equivalente

Es la masa de un equivalente o de una sustancia específica, la cual reemplaza o genera una reacción con un mol de iones hidrógeno en alguna reacción de un ácido con una base o electrones en una reacción redox. Tiene dimensiones y unidades de masa. (Cargua & Castro, 2021).

Para determinar el peso equivalente se procede a colocar 0,5 g de muestra en un erlenmeyer de 250 ml, después se coloca en la muestra 0,5 ml de etanol al 95%, luego se agrega 100 ml de agua destilada, a continuación, se agrega 6 gotas de rojo fenol y se procede a agitar y titular con hidróxido de sodio 0,1 N hasta cambiar el color inicial de amarillo a rojizo.

Ecuación 4: Peso equivalente

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

Donde:

mg componente ácido = Tamaño de la muestra en miligramos

meq. NaOH = Miliequivalentes de hidróxido de sodio gastado en la titulación

2.2.7.4 Acidez libre

Es el total de ácidos fuertes presentes en el agua, se expresa en miliequivalentes de una base fuerte que se necesitan con el fin de neutralizar un litro de agua cuando se aplica un indicador, tales como el rojo del metilo. (Cargua & Castro, 2021).

Para determinar la acidez libre se aplica el valor de los miliequivalentes gastados en la titulación del peso equivalente y se aplica la siguiente fórmula.

Ecuación 5: Acidez libre

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

Donde:

meq. NaOH = Miliequivalentes de hidróxido de sodio gastado en la titulación

g componente ácido = Tamaño de la muestra en gramos

2.2.7.5 Contenido de Metoxilo (Me)

El contenido de metoxilo o el grado de esterificación es un factor importante para controlar el tiempo de fraguado de las pectinas, la sensibilidad a los cationes polivalentes y su utilidad en geles, películas y fibras terminales con bajo contenido de sólidos. (Cargua & Castro, 2021).

Se determina con la solución empleada para la determinación del peso equivalente y acidez, en la cual, se agrega 25 ml de hidróxido de sodio a 0,1 N para desesterificar la pectina y se deja reposar por 30 minutos, la solución se neutraliza añadiendo 25 ml de ácido clorhídrico a 0,25 N y se titula con hidróxido de sodio al 0,1 N hasta obtener una coloración permanente por un tiempo de 20 segundos.

Ecuación 6: Contenido de Metoxilo

$$\% \text{ Metoxilo} = \frac{\text{meq. de NaOH} * \text{PM del Metoxilo}}{\text{Peso de la muestra en mg}} * 100$$

Donde:

meq. NaOH = Miliequivalentes de hidróxido de sodio utilizados en la titulación

PM = 31 Peso molecular del Metoxilo (CH₃) expresado en mg/meq

Peso de la muestra = (mg) de la muestra

2.2.7.6 Contenido de ácido anhidro Galacturónico (AAG)

Permite conocer el grado de pureza de la sustancia péptica, debido a que la pectina es un polisacárido constituido no solo por ácido D-galacturónico, sino también, en su estructura, el 10% o más de la cadena puede representar otros azúcares. (Cargua & Castro, 2021).

Ecuación 7: Contenido de ácido anhidro galacturónico

$$\%AAG = \frac{176 * 100 - (meq A - meq B)}{mg \text{ componente ácido}}$$

meq. A = $Vol_{NaOH} * Normalidad_{NaOH}$ (Titulación peso equivalente)

meq. B = $Vol_{NaOH} * Normalidad_{NaOH}$ (Titulación contenido metoxilos)

Donde:

176 = Peso molecular del ácido anhidro galacturónico expresado en mg/meq

Componente ácido: peso de la muestra (mg)

meq. A = Miliequivalentes utilizados en la primera titulación NaOH 0,1 N

meq. B = Miliequivalentes de NaOH 0,1 N para determinar el contenido de metoxilo

2.2.7.7 Grado de Esterificación (Ge)

Es un proceso donde se sintetiza un éster, el cual es una sustancia que se deriva cuando reacciona un ácido carboxílico con un alcohol. El grado de esterificación se encuentra unido al grupo carboxilo de las cadenas de pectina de los desechos de ácido urónico con etanol etílico. (Cargua & Castro, 2021).

El grado de esterificación, se calcula relacionando los meq B gastados en la titulación de determinación del porcentaje de metoxilación y la suma del total de los meq A gastados en la titulación de determinación del peso equivalente y meq B. (Owens, et al 1952).

Ecuación 8: Grado de esterificación

$$\% \text{ Grado de esterificación} = \frac{meq B}{meq A + meq B} * 100$$

Donde:

meq. A = Miliequivalentes de hidróxido de sodio 0,1 N utilizados en la primera titulación

meq. B = Miliequivalentes de hidróxido de sodio utilizados en la segunda titulación para el contenido de metoxilo.

2.2.8 Tipos de ácidos a emplearse para la extracción de pectina por hidrólisis ácida

2.2.8.1 Hidrólisis ácida

La hidrólisis ácida consiste en un calentamiento de una disolución con ácido y material vegetal, con agitación constante. Lo que ocurre en la hidrólisis es un proceso donde un ácido prótico cataliza la separación de un enlace químico a través de una sustitución nucleofílica, con la adición de agua. (Toapanta, 2018).

Esta técnica de extracción de pectinas es la más utilizada en el campo industrial de los alimentos. Muñoz (2016), detalla que existen dos métodos aplicables: un método abierto y otro cerrado, que por lo general el abierto consiste en calentar la solución del material utilizando algún tipo de ácido, agua en constante agitación todo en un recipiente abierto a la atmósfera. El método cerrado requiere de un condensador para calentar la solución. De igual manera es importante controlar, tiempos y temperaturas de calentamiento, ya que se convierten en puntos muy críticos que se deben controlar constantemente.

La hidrólisis ácida también tiene ventajas de rentabilidad y consumo de energía extremadamente bajo, sin embargo, si el proceso se aplica en grandes cantidades y el ácido utilizado se expone a altas temperaturas, conducirá a la formación de compuestos tóxicos en el proceso. La pectina se extrae con ácido caliente diluido a pH (1,5-3). El tiempo y la temperatura de extracción varían en función de las materias primas utilizadas, pero a nivel industrial, el rango de temperatura utilizado es de 60 – 100 °C. Se filtra el extracto y se precipita la pectina con etanol al 96%. La pectina se puede separar de los compuestos restantes de la cáscara, luego se seca y se muele hasta obtener un polvo fino que se puede utilizar para la comercialización. (Toapanta, 2018).

En la figura 6 se muestra el cuerpo principal de la pectina. Debido a que su estructura real es muy compleja, es un gran desafío contener toda la información sobre la molécula en el modelo estructural.

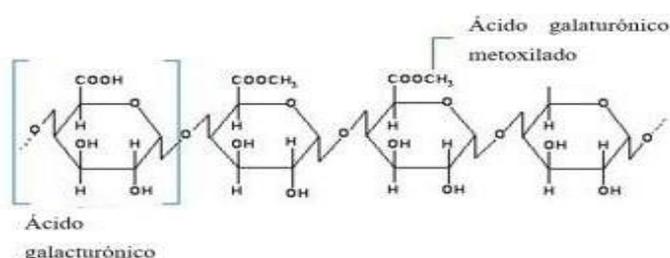


Figura 6. Hidrólisis de la pectina

Fuente: (Carrillo, 2017)

2.2.9 Tipos de ácidos

2.2.9.1. Ácido cítrico

El ácido cítrico (o Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico) es un compuesto que está presente de forma natural tanto en frutas cítricas y verduras, Además, el ácido cítrico se produce industrialmente por fermentación, porque es un compuesto muy versátil con buenas propiedades conservantes que se utiliza ampliamente como aditivo en la industria alimentaria y farmacéutica. (Nutritienda, 2009)

2.2.9.1.1 Aplicaciones.

El ácido cítrico es utilizado principalmente por sus propiedades como aditivo:

- **Conservante:** Se utiliza como acidulante (disminuye el pH del producto) aumentando el tiempo de conservación de los alimentos y reduciendo las variedades de microorganismos que podrían crecer sobre él. También se emplea junto con otros antioxidantes, evitando, por ejemplo, que se reproduzca el pardeamiento en los vegetales al ser troceados. (Nutritienda, 2009).
- **Saborizante:** También se utiliza como saborizante, aporta sabor ácido y potencia otros sabores, se añade a diversos alimentos como helados, zumos, mermeladas, refrescos. En ocasiones se añade como starters para iniciar reacciones que producirán metabolitos implicados en el sabor. (Nutritienda, 2009).

En el proceso de hidrólisis ácida, el ácido cítrico tiene un efecto negativo en el rendimiento si se extrae pectina en condiciones fuertemente ácidas ($\text{pH} < 1$) ya que el polipéptido hidroliza rápidamente a los polisacáridos, mientras que si se trabaja en condiciones más leves de acidez ($\text{pH} > 1$) se obtienen tasas de hidrólisis más bajas, por lo tanto, las regiones que contienen altas proporciones de azúcares neutros se hidrolizan formando una solución soluble, fracción de la pectina, obteniendo un mayor porcentaje de ácido galacturónico a 90 °C. (Maldonado , Salazar, Millones, Torres , & Vàsquez, 2011).

2.2.9.2 Ácido acético

El ácido acético, también llamado ácido metilcarboxílico o ácido etanoico, es una sustancia orgánica presente en la composición del vinagre, responsable de su típico olor y sabor agrio. (DLEP, 2018) .

2.2.9.2.1 Propiedades físicas del ácido acético

El ácido acético es de aspecto cristalino y posee un punto de fusión de 16,6 °C y un punto de ebullición de 117,9 °C y la separación y la separación de este ácido es mediante destilación, además que es un material inflamable y delicado de manejar. (DLEP, 2018).

2.2.9.2.2 Aplicaciones en la industria

- Control de las polillas de la cera (galleriosis) en la apicultura.
- Componente importante (en sales o ésteres) para la fabricación de nailon, rayón, celofán y otros filmes.
- Componente de sustancias fijadoras en la preservación de tejidos orgánicos en laboratorio
- Tinte médico para revelar las lesiones del Virus del Papiloma Humano (VPH).
- Componente de limpiadores y desmanchadores de uso general. (DLEP, 2018).

En el proceso de hidrólisis ácida, el ácido acético afecta cuantitativamente al producto final (10 % - 7 % p/p de materia seca), sin embargo, causa menos daño al ácido galacturónico (5 % p/p de materia seca). (DLEP, 2018).

El ácido acético ayuda a solubilizar la pectina y otros componentes pépticos retenidos en la pared celular (protopectina), aumentando así el rendimiento de pectina, no obstante, una temperatura baja puede ser insuficiente para permitir la hidrólisis de la protopectina (la forma insoluble de pectina) por el ácido, obteniendo así un menor rendimiento del gelificante. (DLEP, 2018).

2.2.9.3 Ácido Clorhídrico

El ácido clorhídrico es una disolución acuosa de cloruro de hidrógeno. El nombre de ácido muriático, con el que también se le conoce, le fue dado por Lavoisier, basado en el hecho de que "muriato" indicaban la presencia de cloro en los compuestos inorgánicos. Es un líquido de color amarillo (por presencia de trazas de fierro, cloro o materia orgánica) o incoloro con un olor penetrante. Está presente en el sistema digestivo de muchos mamíferos y una deficiencia de éste, provoca problemas en la digestión, especialmente, de carbohidratos y proteínas; un exceso provoca úlceras gástricas. (UNAM, 2016).

La disolución acuosa grado reactivo contiene aproximadamente 385 de HCl. Es utilizado en la refinación de minerales, en la extracción de estaño y tántalo, para limpiar metales, como reactivo químico, en la hidrólisis de almidón y proteínas para

obtener otros productos alimenticios y como catalizador y disolvente en síntesis orgánica. (UNAM, 2016).

El rendimiento de pectina mediante hidrólisis ácida utilizando el ácido clorhídrico es bajo, debido a la alta liberación inicial de grupos reductores ya que las regiones que contienen elevadas proporciones de azúcares neutros se hidrolizan en un tiempo de 20 a 30 min, cuyas condiciones iniciales de acidez y temperatura son suficientes para romper los enlaces glucosídicos más susceptibles a la hidrólisis. (UNAM, 2016).

2.2.9.3.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas del ácido clorhídrico, tales como puntos de fusión y ebullición, densidad y pH dependen de la concentración (habitualmente la forma de expresar la concentración de una disolución es la molaridad, aunque hay otras) de HCl en la disolución ácida. (UNAM, 2016).

2.2.10 Mermeladas

La mermelada es una conserva de fruta cocida con azúcar. La proporción de fruta y azúcar varía según el tipo de mermelada, de la madurez de la fruta y otros factores, siendo el punto de partida habitual una proporción de 1 a 1 en peso. Cuando la mezcla alcanza los 73 °C, el ácido y la pectina de la fruta reaccionan con el azúcar, convirtiendo la mezcla en un sólido cuando se enfría. (Carrillo, 2017).

La pectina juega un papel importante en la producción de mermelada, este polisacárido que se encuentra en las paredes celulares de las frutas actúa como espesante y es responsable de reaccionar con el azúcar durante el proceso de cocción para que la mezcla solidifique después del enfriamiento. Cuando la fruta no contiene pectina, esta sustancia se puede agregar en el proceso de elaboración de mermelada. Otra posibilidad es agregar una cierta proporción de otra fruta, que sí contiene polisacáridos. (Salazar & Gamboa, 2013).

En el Codex Alimentarius (2019), menciona que una mermelada es considerada como "Confitura", sus jugos, pulpas, con azúcares (azúcar, dextrosa, azúcar invertido, jarabe de glucosa o sus mezclas) en ocasiones se agregan otros edulcorantes, aditivos o ingredientes.

La Norma INEN 419 menciona tres tipos de mermeladas:

2.2.10.1 Mermeladas de agrios

Es el producto preparado con frutas cítricas y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuado. Puede ser preparado con uno o más de los siguientes

ingredientes: fruta entera o en trozos, que puedes tener toda o parte de la cáscara eliminada, pulpa, puré, zumo, jugo, extractos acuosos y cáscara que están mezclados con productos alimentarios que confieren un sabor dulce con o sin la adición de agua. (NTE INEN 2825, 2013).

2.2.10.2 Mermelada sin frutos cítricos

De acuerdo con la norma INEN 2825 (2013), el producto preparado por conocimiento de las frutas enteras, en trozos o machacadas, mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce, hasta obtener un producto semilíquido o espeso/viscoso.

2.2.10.3 Mermelada tipo jalea

Es el producto descrito en la definición de mermelada de agrios de la que se le han eliminado todos los sólidos insolubles pero que puede o no contener una pequeña proporción de cáscara finamente cortada. (NTE INEN 2825, 2013).

2.2.10.4 Otros ingredientes autorizados

En otros ingredientes autorizados para la elaboración de mermeladas puede ser de origen vegetal como son: nueces (cacahuates), frutas, hierbas, bebidas alcohólicas, especias, grasas, aceites esenciales y aceites comestibles de origen vegetal (utilizados como agentes antiespumantes) en tanto que no se utilizan para ocultar la mala calidad del producto y engañar al consumidor. Por ejemplo, el zumo (jugo) de frutas rojas (rojizas) y de remolacha (betarraga) puede agregarse únicamente a las confituras hechas de uva espigas, ciruelas, frambuesas, grosellas rojas, ruibarbo, escaramujos, hibiscos o fresas (frutillas). (NTE INEN 2825, 2013).

2.2.10.4.1 Requisitos generales

El producto final deberá tener una consistencia gelatinosa adecuada, con el color y el sabor apropiado para el tipo o clase de fruta utilizada como ingrediente en la preparación de la mezcla, tomando en cuenta cualquier sabor impartido por ingredientes facultativos o por cualquier colorante permitido utilizado el producto deberá estar exento de materiales defectuosos normalmente asociados con las frutas. (NTE INEN 2825, 2013).

2.2.11 Miel

La miel es una sustancia dulce natural producida por la abeja *Apis mellifera* o por diferentes subespecies a partir del néctar y otras secreciones exoflorales recolectadas, transportadas, transformadas, combinadas con otras sustancias,

deshidratadas, concentradas y almacenadas en panales por las abejas o diferentes subespecies de abejas. (Rome, 2020).

Es uno de los alimentos más primitivos que utiliza el ser humano para nutrirse, su composición es compleja, con la mayor proporción de carbohidratos, entre los que destacan la fructosa y la glucosa, pero contiene una variedad de sustancias traza, que incluyen enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas y minerales. (Rome, 2020).

Los carbohidratos: son el principal componente de la miel y los principales azúcares son monosacáridos: fructosa y glucosa. Estos azúcares simples representan el 85 % de sus sólidos. (Rome, 2020).

2.2.12 Stevia

La Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) es una planta herbácea perenne que pertenece a la familia *Asteraceae*. Crece como arbusto salvaje en el suroeste de Brasil y Paraguay, donde es conocida con el nombre de ka'a he'ê (en guaraní, hierba dulce). (Salvador, Sotelo, & Paucar , 2014).

La Stevia reduce los niveles de glucosa en la sangre hasta en un 35 %. Los compuestos responsables del dulzor de la stevia rebaudiana son los glucósidos de esteviol aislados e identificados como esteviósido, esteviolbiósido, rebaudiósido A, B, C, D, E y F y dulcósido. Los extractos purificados obtenidos de hojas de Stevia contienen más del 95 % de esteviósido y/o rebaudiósido A. (Salvador, Sotelo, & Paucar , 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Esta investigación se realizó con un enfoque mixto: cuantitativo porque se determinó las concentraciones que se utilizó para la extracción, también los cálculos que se realizó para la caracterización de la pectina extraída de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*), y cualitativo porque se aplicó en una mermelada para realizar la evaluación sensorial el producto final.

3.1.2. Tipo de Investigación

Se aplicó una investigación experimental y se realizaron una serie de pruebas (ensayos) en el proceso de extracción de la pectina de la cáscara de papa en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Utilizando las variables independientes como el manejo de los tipos de ácidos (ácido cítrico, clorhídrico y acético) y la concentración de la solución ácida, medida con el pH en cada tratamiento de la pectina obtenida. Y con ello identificar y establecer las formulaciones en cada uno de los análisis fisicoquímicos realizados (humedad, cenizas, contenido de metoxilo, contenido de ácido galacturónico y grado de esterificación). Además, en la elaboración de la mermelada con la pectina extraída se utilizó variables dependientes como es el análisis sensorial, análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Finalmente se llevó a cabo una investigación bibliográfica referente a los distintos procedimientos desarrollados en la obtención de pectina y la caracterización de la misma.

3.2. IDEA A DEFENDER

H₁: El método de extracción influye en el rendimiento de la pectina.

H₀: El método de extracción no influye en el rendimiento de la pectina.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

Primera etapa (Extracción de pectina a partir de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola mediante hidrólisis ácida).

Variable independiente

- Tipos de ácidos
- Concentración de la solución ácida, medida con el pH

Variable dependiente

- Rendimiento de pectina
- Características fisicoquímicas

Segunda etapa (Elaboración de mermelada aplicando la pectina extraída)

Variable independiente

- Cantidad de pectina
- Tipos de endulzantes

Variable dependiente

- Calidad de la mermelada: Análisis sensorial, análisis fisicoquímicos y análisis microbiológico.

3.2.2. Operacionalización de las variables

En la tabla 2 y 3 se muestran las variables con sus respectivas dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos.

Tabla 2. Diseño y operacionalización de variables, primera etapa (extracción de pectina)

Variables		Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independientes	Tipos de ácidos	Ácido clorhídrico			Norma NTE INEN 445
		Ácido cítrico	pH 1,5; 2 y 3	Potenciometría	Norma NTE INEN 337
		Ácido acético			Norma NTE INEN 296
	Concentración	Normalidad	0,036 N, 0,013 N y 0,02 N ácido clorhídrico 0,1 N, 0,082 N y 0,054 N ácido cítrico 0,043 N, 0,022 N y 0,01 N ácido acético	Potenciometría	Norma NTE INEN 389
Dependiente	Rendimiento de pectina	Rendimiento	Porcentaje	Ecuación	Hoja de registro
		Contenido de humedad		Gravimetría	Norma NTE INEN 2825
		Contenido de cenizas		Gravimetría	Norma NTE INEN 401 AOAC 923.03
	Características fisicoquímicas	Contenido de Metoxilo	Porcentaje		
		Contenido de ácido galacturónico			Hoja de registro
		Grado de esterificación			

Tabla 3. Definición y operacionalización de variable, segunda etapa (aplicación de pectina a la mermelada de durazno)

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento	
Independientes	Cantidad de pectina	Formulación de mermelada	1% de pectina + 50% de endulzante + 49% de pulpa	Gravimetría	Norma NTE INEN 419
			2% de pectina + 50% de endulzante + 48% de pulpa		
	Tipos de Endulzantes	Miel	50%		
		Stevia	50%		
Dependientes	Análisis sensorial	Atributos	Olor		
			Sabor	Prueba hedónica	Hoja de catación
			Color		
	Análisis fisicoquímicos	Cenizas	Textura		
			Porcentaje	Gravimetría	Norma NTE INEN 401
			pH	Potenciometría	INEN 389
	°Brix	Porcentaje	Refractometría		
Análisis microbiológico	Mohos y levaduras	UFC/g	Placas Petrifilm	Norma NTE INEN 1529-10	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

La técnica utilizada para la aceptación o rechazo de la mermelada elaborada con la pectina extraída de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) está basada en la observación regulada o controlada que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías.

3.4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la extracción de pectina y la elaboración de mermeladas se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial A x B, (Factor A: Tipos de ácidos y Factor B: Niveles de pH), tres niveles para el factor A (A: Ácido cítrico, B: Ácido clorhídrico, C: Ácido acético) y tres niveles para el factor B (X: 1,5, Y: 2, Z: 3). Se establecieron nueve tratamientos a los cuales se les realizó tres replicas. Se partió de 50 g de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) para realizar la extracción de la pectina en cada tratamiento. Mientras que para la elaboración de la mermelada se utilizó en DCA con arreglo bifactorial C x D, (Factor C: tipos de endulzantes y factor D: cantidad de pectina) dos niveles para el factor C (A: miel y B: Stevia) y dos niveles para el factor D (D: 1 %, F: 2 %). Se establecieron 4 tratamientos. Como unidad experimental 1 kg de fruta y 1 kg de endulzante).

Para establecer las estadísticas entre medias se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA), seguido por la prueba de Tukey con el fin de determinar la diferencia entre las mismas, de igual manera se utilizó el 95 % de confianza. Los datos fueron analizados a través del programa MINITAB.

En la tabla 4 se muestran los tratamientos para la extracción de pectina con los diferentes tipos de ácidos.

Tabla 4. Tratamientos para la extracción de pectina con os diferentes tipos de ácidos

Ácido cítrico A			Ácido clorhídrico B			Ácido acético C		
pH: 1,5 (X)	pH: 2 (Y)	pH: 3 (Z)	pH: 1,5 (X)	pH: 2 (Y)	pH: 3 (Z)	pH: 1,5 (X)	pH: 2 (Y)	pH: 3 (Z)
Muestra AX1	Muestra AY1	Muestra AZ1	Muestra BX1	Muestra BY1	Muestra BY1	Muestra CX1	Muestra CY1	Muestra CZ1
Muestra AX2	Muestra AY2	Muestra AZ2	Muestra BX2	Muestra BY2	Muestra BZ2	Muestra CX2	Muestra CY2	Muestra CZ2
Muestra AX3	Muestra AY3	Muestra AZ3	Muestra BX3	Muestra BY3	Muestra BZ3	Muestra CX3	Muestra CY3	Muestra CZ3

En la tabla 5 se muestran los tratamientos para la elaboración de la mermelada de durazno

Tabla 5. *Tratamientos para la elaboración de la mermelada de durazno*

Miel A		Stevia B	
1%	2%	1%	2%
(D)	(F)	(D)	(F)
Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
AD1	AF1	BD1	BF1
Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
AD2	AF2	BD2	BF2
Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
AD3	AF3	BD3	BF3

En la tabla 6 y 7 se muestran las diferentes formulaciones en los diferentes tratamientos para la elaboración de la mermelada con la aplicación de la pectina.

Tabla 6. *Formulación para los tratamientos de la mermelada elaborada con el 1% de pectina*

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)	CANTIDAD (Kg)
Pulpa	49 %	0,99
Endulzante	50 %	0,99
Pectina	1 %	0,02
TOTAL	100 %	2 kg

Tabla 7. *Formulación para los tratamientos de la mermelada elaborada con el 2% de pectina*

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)	CANTIDAD (Kg)
Pulpa	48 %	0,98
Endulzante	50 %	0,98
Pectina	2 %	0,04
TOTAL	100 %	2 kg

3.4.2 Análisis fisicoquímicos

En las características fisicoquímicas de la pectina se utilizó las siguientes normas: Contenido de humedad NTE INEN 2825, contenido de cenizas NTE INEN 401, contenido de metoxilo, contenido de ácido galacturónico y grado de esterificación para la cual se utilizó una hoja de registro debido a las diferentes fórmulas. De la igual manera para el análisis de la mermelada se utilizó las siguientes normas: para cenizas la NTE INEN 401, pH la INEN 389 y los °Brix se determinó mediante refractometría.

3.4.3 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se lo realizó con el fin de determinar la presencia de microorganismos patógenos causantes de alteraciones en la mermelada, en la presente investigación se utilizó la norma para mohos y levaduras NTE INEN 1529-10.

3.4.4 Análisis sensorial

Para este análisis se aplicó una prueba hedónica de 5 puntos, para ello se utilizó una hoja de evaluación sensorial a un número de personas (70), donde se evaluó los siguientes atributos: olor, sabor, color y textura.

Tabla 8. Escala hedónica de 5 puntos

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

3.5 RECURSOS

3.5.1 Materia prima

- Cáscara de papa (súper chola)
- Durazno
- Miel
- Stevia

3.5.2 Reactivos

- Ácido clorhídrico
- Ácido cítrico
- Ácido acético
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N
- Rojo fenol
- Anaranjado de metilo
- Carbonato de sodio
- Etanol 96%
- Etanol 70%
- Agua destilada

3.5.3 Materiales

- Vaso de precipitación de 2000 mL
- Vaso de precipitación de 1000 mL
- Vaso de precipitación de 100 mL
- Hornilla eléctrica
- Termómetro
- Varilla de agitación

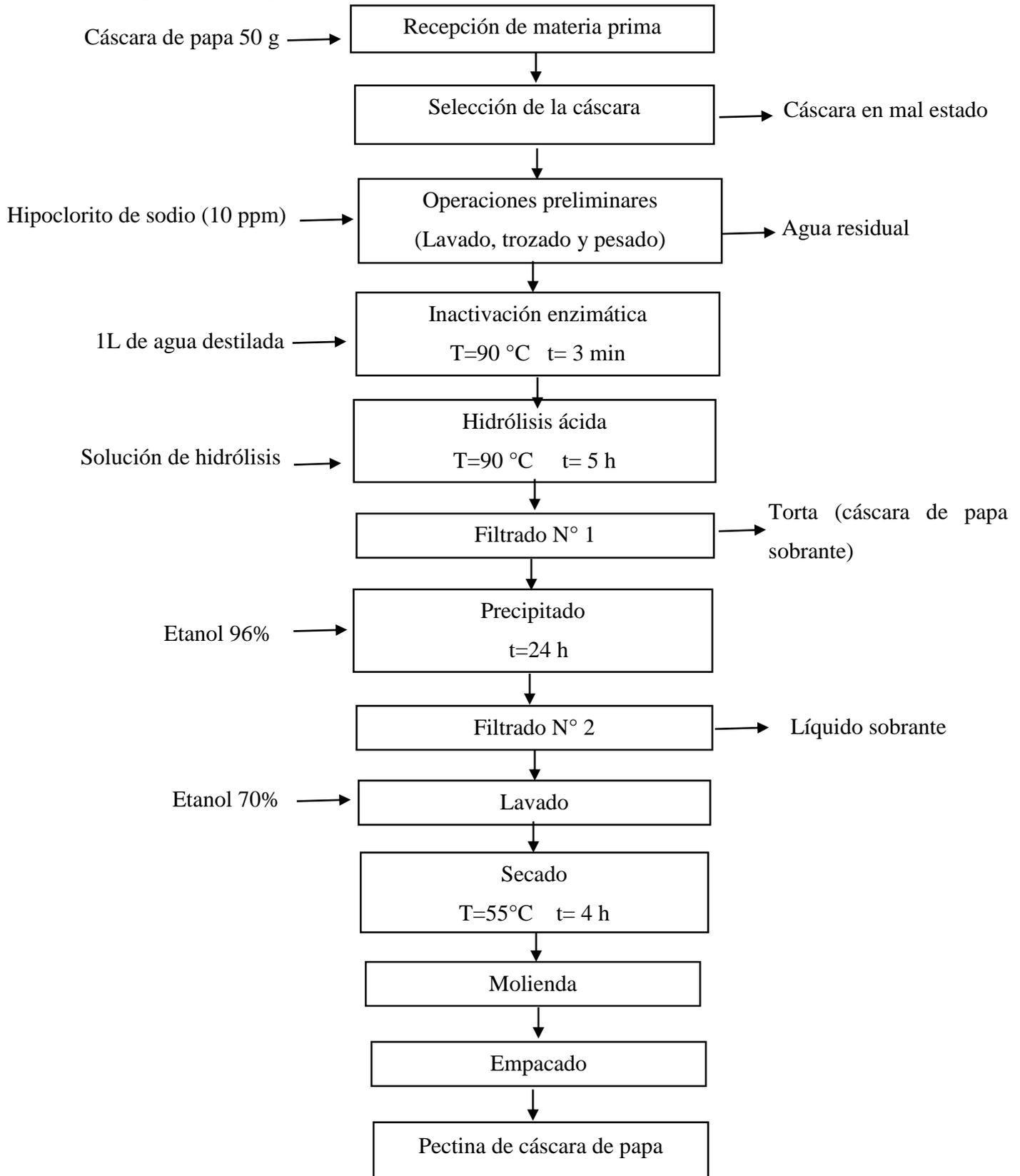
- Espátula
- Papel filtro
- Mortero y pistilo
- Embudo
- Crisol
- Probeta de 250 ml
- Probeta de 100 ml
- Pipeta de 10 mL
- Bureta
- Soportes universales

- Balón aforado
- Erlenmeyer
- Pinza
- Cajas Petri
- Refrigerante
- Piceta
- Cuchillos
- Colador
- Tina

Equipos

- Estufa
- Horno de secado
- Potenciómetro
- Mufla
- Balanza analítica
- Desecador
- Microscopio

3.6 Diagrama de flujo de hidrólisis ácida

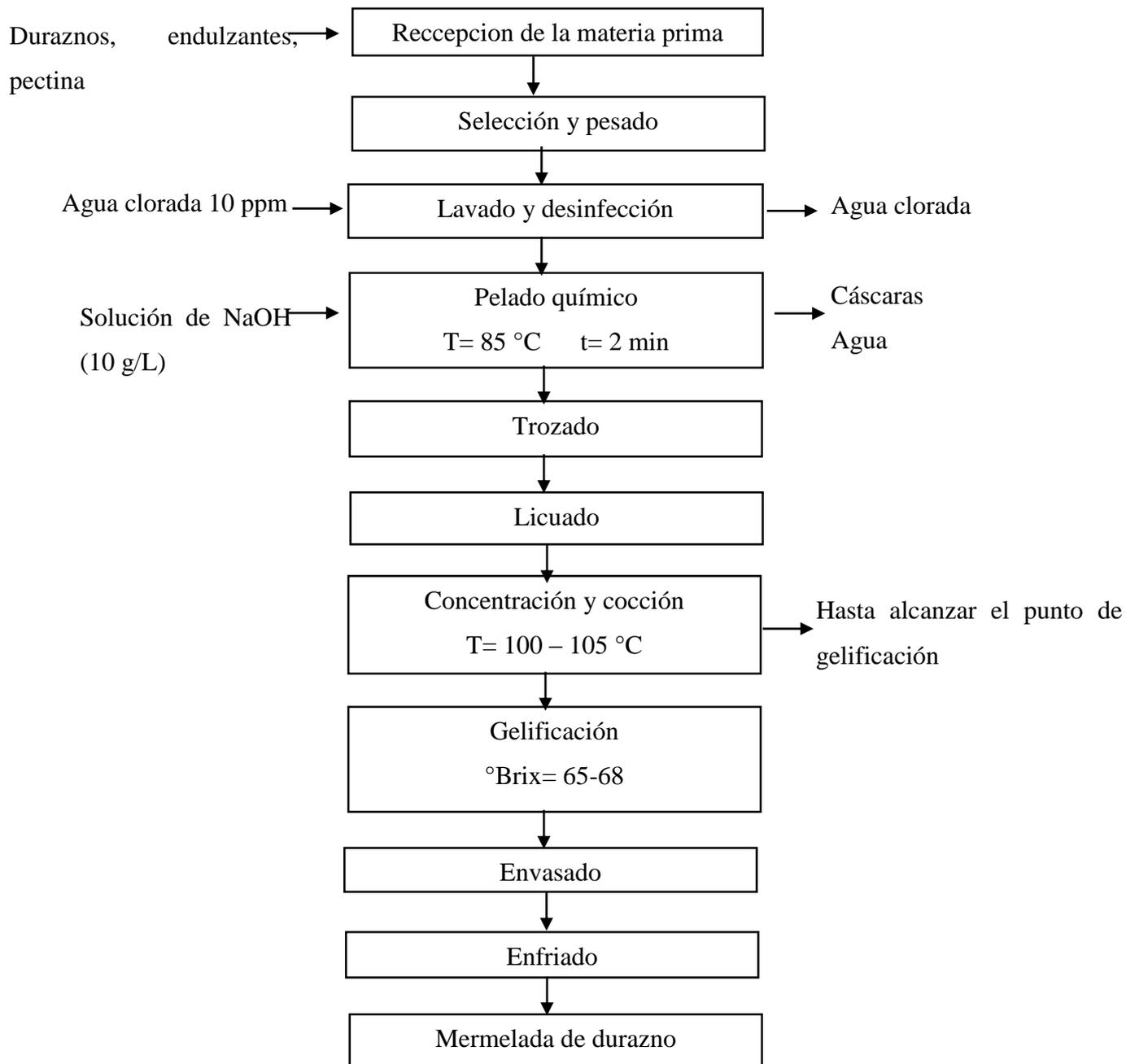


3.6.1 Proceso de obtención de pectina mediante hidrólisis ácida

- **Recepción de la materia prima:** Las muestras de papa (variedad súper chola) fueron adquiridas en el mercado sur de la Ciudad de Tulcán, y para el proceso se utilizó 50 g de cáscara para la obtención de pectina.
- **Lavado:** Las cáscaras se lavaron con agua fría con el fin de remover los residuos de tierra. Así también para la desinfección se utilizó hipoclorito de sodio (10 ppm), por cada litro de agua 2 mL.
- **Pesado:** Para este proceso se pesó 50 g de cáscara de papa después del lavado para obtener los valores del rendimiento finalizado del proceso de hidrólisis.
- **Trozado:** Se realizó esta operación con el fin de alcanzar la uniformidad en la penetración del calor de hidrólisis, de vital importancia en los procesos de inactivación y precipitado de la solución péptica.
- **Inactivación enzimática:** Se realizó para inhibir la acción de las enzimas pépticas presentes, especialmente la pectinasa (enzima degradante de la pectina). Esta se calentará hasta alcanzar la temperatura de 90 °C con un tiempo de 3 minutos quedando el material listo para la hidrólisis ácida cuya relación es la siguiente por cada 100 g de materia prima se debe agregar 200 mL de agua destilada.
- **Hidrólisis ácida:** El proceso se realizó en balones bajo reflujo con condensación a temperatura de ebullición por un tiempo de 5 horas.
- **Filtrado 1:** Este proceso se realizó con el objetivo de separar la materia sólida del líquido en donde se encuentra la pectina, por lo que se utilizó una tela de lienzo para este proceso.
- **Precipitado:** En este proceso se realizó para separar la solución ácida, agregando etanol al 96 %, la misma cantidad del líquido hidrolizado por un tiempo de 24 horas.
- **Filtrado 2:** Con la ayuda de un embudo y papel filtro se colocó la materia precipitada ya que permitió la separación por acción de la gravedad y la concentración del etanol (96 %) y la pectina (quedando está en la parte superior del papel filtro).
- **Lavado:** Este proceso se realizó con el fin de aclarar la pectina utilizando etanol al 70 %.

- **Molienda:** Se realizó con el fin de obtener un polvo más fino para facilitar su disolución en la mermelada, por lo que su poder gelificante y capacidad de solubilidad no serán limitados por el tamaño de las partículas.
- **Empacado:** Para finalizar la pectina fue empacada en fundas ziploc, con el fin de evitar la contaminación.

3.7 Diagrama de flujo de elaboración de mermelada



3.7.1 Proceso de elaboración de mermelada

- **Recepción de materia prima:** Para la elaboración de la mermelada se utilizó duraznos, cuya pulpa debe tener un pH entre 2,8 a 3,8 con el objetivo de limpiar el desarrollo de microorganismos patógenos.
- **Selección:** Una vez que la materia prima este limpia, se procedió a la selección, es decir, separar toda fruta que no presente uniformidad con el lote, en cuanto a madurez, color, forma, tamaño o presencia de daños microbiológico.
- **Lavado:** Este proceso se realizó con el objetivo de eliminar la suciedad que el material trae consigo, evitando la contaminación al alimento.
- **Pelado químico:** Consiste en retirar la cáscara del durazno con una solución de NaOH a una concentración de 10 g/L, y a una temperatura de 85 °C por un tiempo de 2 minutos, para luego proceder a lavar con abundante agua fría.
- **Pesado:** Se pesó 1 kg de fruta cuya relación pertenece al 100 % para realizar la respectiva formulación del proceso de elaboración de mermelada.
- **Trozado:** Se realizó este proceso con el objetivo de alcanzar un licuado adecuado.
- **Licuado:** Se realizó con el fin de obtener la pulpa del durazno en partículas más pequeñas que facilitó en la penetración del calor en los procesos términos disminuyendo el tiempo de cocción.
- **Cocción:**
 - Se llevó a ebullición la pulpa de durazno a fuego lento.
 - Se removió constantemente la pulpa para que no se queme.
 - Cuando empezó a hervir se añadió la mitad de la miel de abeja o de la stevia y la pectina que se obtuvo en la hidrólisis ácida (ácido cítrico, ácido clorhídrico).
 - Medir los grados °Brix frecuentemente.
 - Cuando la mezcla tenga 40 °Brix agregar la otra mitad de la miel de abeja o de la stevia dejando unos 100 g para mezclar la pectina.
 - Medir los °Brix constantemente hasta que llegue a los 65 °Brix mínimo.
 - Retirar del fuego.
- **Envasado:** En este proceso se colocó la mermelada en frascos herméticos para evitar la contaminación y que el producto este inocuo hasta su consumo.

- **Enfriado:** Consiste en disminuir la temperatura del producto hasta una temperatura ambiente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la extracción de pectina a partir de la cáscara de papa mediante hidrólisis ácida.

4.1.1 Extracción de pectina

4.1.1.1 Rendimiento

En la tabla 9 se muestran los resultados del rendimiento de la pectina obtenida.

Tabla 9. Rendimiento de la pectina

Rendimiento de pectina (%) en 50g de cáscara de papa					
Tipos de ácidos	pH	Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Ácido cítrico	1,5	T1	2,9	2,76	2,84
	2	T1	1,34	1,1	1,4
	3	T1	0,6	0,76	0,52
Ácido clorhídrico	1,5	T2	2,8	2,64	2,52
	2	T2	1,2	0,98	0,72
	3	T2	0,68	0,58	0,5
Ácido acético	1,5	T3	0,41	0,4	0,35
	2	T3	0,28	0,24	0,3
	3	T3	0,1	0,10	0,1

En la tabla 9 se muestra los resultados obtenidos en el rendimiento de la pectina, se realizaron 3 tratamientos: T1 (ácido cítrico) a pH 1,5 con un rendimiento de 2,9 %; 2,76 % y 2,84 % en distintas repeticiones, de la misma manera en el tratamiento T2 (ácido clorhídrico) a pH de 1,5 se obtuvo un rendimiento de 2,8 %; 2,64 % y 2,52 % en las distintas repeticiones y en tratamiento T3 (ácido acético) a pH de 1,5 se obtuvo un rendimiento de 0,41 %, 0,4 % y 0,35 % respectivamente en las repeticiones realizadas. Se puede evidenciar que se obtuvo mejores rendimientos a pH de 1,5 con el ácido cítrico y el ácido acético.

4.1.2 Análisis fisicoquímico de la pectina

4.1.2.1 Humedad

En la tabla 10 se muestran los valores de humedad obtenidos en cada tratamiento.

Tabla 10. Valores de humedad

Tipos de ácidos empleados en la extracción	Tratamiento	Humedad (%)
Ácido cítrico	T1R1	7,73
	T1R2	7,01
	T1R3	7,04
Ácido clorhídrico	T2R1	7,26
	T2R2	7,73
	T2R3	7,64

Los valores de humedad de la pectina extraída se encuentran dentro del rango permitido de acuerdo con la norma NTE 2825.

4.1.2.2 Cenizas

En la tabla 11 se muestran los resultados de cenizas obtenidos en cada tratamiento.

Tabla 11. Resultados de cenizas

Tipos de ácidos empleados en la extracción	Tratamiento	Cenizas (%)
Ácido cítrico	T1R1	1,34
	T1R2	1,05
	T1R3	1,43
Ácido clorhídrico	T2R1	1,41
	T2R2	1,51
	T2R3	1,52

Los resultados oscilan entre el 1,05 % y 1,52 % esto se debe a los diferentes ácidos que se utilizaron para la extracción por hidrólisis ácida. El contenido de cenizas más alto fue el del tratamiento T2R3 (ácido clorhídrico), con un valor de 1,52 % y el de menor contenido de cenizas fue el tratamiento T1R2 (ácido cítrico), con un valor de 1,05 %. De acuerdo con la norma INS: 40 expuesta por la FAO para pectinas establece que

las pectinas deben tener máximo un 2 %, nuestros datos están dentro de lo establecido.

4.1.2.3 Peso equivalente

Para el cálculo del peso de equivalente se utilizó la ecuación planteada por Owens *et al.*, (1952). Se tituló con hidróxido de sodio y se gastaron 12 mL en el ácido cítrico y 6 mL en el ácido clorhídrico los cuales fueron transformados a miliequivalentes.

Ácido cítrico

$$12 \text{ ml} * \frac{2g}{1 \text{ ml}} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 g} = 24,000 \text{ mg}$$

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

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

$$\text{meq} = \frac{24,000 \text{ mg}}{40000} * 1$$

$$\text{meq} = 0,6 \text{ miliequivalentes gastados de hidróxido de sodio}$$

$$\text{Peso equivalente} = \frac{\text{mg componente ácido}}{\text{meq NaOH}}$$

$$\text{Peso equivalente} = \frac{500}{0,6}$$

$$\text{Peso equivalente} = 833,33 \text{ mg}$$

- **Ácido clorhídrico**

$$6 \text{ ml} * \frac{2g}{1 \text{ ml}} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 g} = 12,000 \text{ mg}$$

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

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

$$\text{meq} = \frac{12,000 \text{ mg}}{40000} * 1$$

$$\text{meq} = 0,3 \text{ miliequivalentes gastados de hidróxido de sodio}$$

$$\text{Peso equivalente} = \frac{\text{mg componente ácido}}{\text{meq NaOH}}$$

$$\text{Peso equivalente} = \frac{500}{0,3}$$

$$\text{Peso equivalente} = 1666,66 \text{ mg}$$

Se observó que el peso equivalente del tratamiento 1 es de 833,33 mg y del tratamiento 2 es 1666,66 mg.

4.1.2.4 Acidez libre

Para determinar la acidez libre se utilizó la ecuación planteada por Owens *et al.*, (1952).

- **Ácido cítrico**

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

$$\text{Acidez libre} = \frac{0,0006 \text{ meq}}{0,5 \text{ g}}$$

$$\text{Acidez libres} = 0,0012 \text{ meq Carboxilos libres/g libres/g}$$

- **Ácido clorhídrico**

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

$$\text{Acidez libre} = \frac{0,3 \text{ meq}}{0,5 \text{ g}}$$

$$\text{Acidez libre} = 0,6 \text{ meq Carboxilos libres/g libres/g}$$

4.1.2.5 Grado de metoxilo

Para determinar el grado de metoxilo se utilizó la ecuación planteada por Owens *et al.*, (1952) y se gastaron 17,6 ml de hidróxido de sodio (NaOH).

- **Ácido cítrico**

$$33,8 \text{ ml} \frac{2\text{g}}{1\text{ml}} * \frac{1000\text{g}}{1\text{g}} = 67600 \text{ mg}$$

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

$$\text{meq} = \frac{67600 \text{ mg}}{40000} * 1$$

$$\text{meq} = 1,69$$

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

$$\% \text{ Metoxilo} = \frac{1,69 * 31}{500 \text{ mg}} * 100$$

$$\% \text{ Metoxilo} = 10,48 \%$$

- **Ácido clorhídrico**

$$12 \text{ ml} \frac{2g}{1\text{ml}} * \frac{1000g}{1g} = 24000 \text{ mg}$$

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

$$meq = \frac{24000 \text{ mg}}{40000} * 1$$

$$meq = 0,6$$

$$\% \text{ Metoxilo} = \frac{meq. NaOH * PM \text{ del metoxilo } (CH_3O)}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Metoxilo} = \frac{0,6 * 31}{500 \text{ mg}} * 100$$

$$\% \text{ Metoxilo} = 3,72 \%$$

En los resultados obtenidos del porcentaje de metoxilo del tratamiento 1 de la pectina es de 10,48 % con un alto contenido de metoxilo y del tratamiento 2 es de 3,72 % es de bajo contenido de metoxilo. Según Owens *et al.*, (1952) menciona que si la pectina tiene menor del 7 % es una pectina de bajo metoxilo, es el caso del segundo tratamiento.

4.1.2.6 Grado de esterificación

- **Ácido cítrico**

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

$$\% \text{ Grado de esterificación} = \frac{(1,565)}{(0,6 + 1,565)} * 100$$

$$\% \text{ Grado de esterificación} = 72,29 \%$$

- **Ácido clorhídrico**

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

$$\% \text{ Grado de esterificación} = \frac{(0,6)}{(0,3 + 0,3)} * 100$$

$$\% \text{ Grado de esterificación} = 66,67 \%$$

Los resultados obtenidos en el grado de esterificación y utilizando la ecuación plantada por Owens *et al.*, (1952), se determinó que el tratamiento 1 se obtuvo un alto grado de esterificación de 72,29 % y en el tratamiento 2 un porcentaje de 66,67%.

4.1.2.7 Porcentaje de ácido anh. Galacturónico

Ácido cítrico

$$\% AAG = \frac{176 * 100 - (meq A - meq B)}{mg \text{ componente ácido}}$$

$$\% AAG = \frac{176 * 100 - (0,6 - 1565)}{500}$$

$$\% AAG = 38,33\%$$

Ácido clorhídrico

$$\% AAG = \frac{176 * 100 - (meq A - meq B)}{mg \text{ componente ácido}}$$

$$\% AAG = \frac{176 * 100 - (0,3 - 0,6)}{500 \text{ mg}}$$

$$\% AAG = 35,20\%$$

La ecuación plantada por Owens *et al.*, (1952) determinó la pureza de la pectina y por consiguiente en la investigación realizada se verificó que la pectina extraída con la cáscara de papa y utilizando la solución del ácido cítrico para la extracción y se obtuvo una pureza de 38,33 % y con el ácido clorhídrico 35,20 %.

4.1.3 Análisis fisicoquímicos de la mermelada de durazno

Los resultados que se obtuvieron en la elaboración de la mermelada de durazno se muestran a continuación.

4.1.3.1 Grados (°Brix)

Tabla 12. Resultados de °Brix

	Tratamientos	°Brix
1 % de pectina ác. cítrico+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	726	64
2 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	385	64
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	943	66
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	785	65
1 % de pectina ác. cítrico+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	403	65
2 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	642	67
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	832	64
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	278	65

En la tabla se muestran los valores obtenidos de °Brix en cada tratamiento, lo que nos indica que se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 419 y NTE INEN 2825.

4.1.3. 2 pH

Tabla 13. Resultados de pH

	Tratamientos	pH
1 % de pectina ác. cítrico+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	726	2,9
2 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	385	3
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	943	2,9
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	785	3,4
1 % de pectina ác. cítrico+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	403	3,2
2 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	642	3,2
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	832	3,5
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	278	3

En la tabla se muestran los valores obtenidos en el pH en cada uno de los tratamientos, valores que se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la NTE INEN 419 ya que el mínimo es 2,8 y el máximo 3,5 en mermeladas.

4.1.3.3 Cenizas

Tabla 14. Resultados de cenizas de la mermelada

	Tratamiento	Cenizas (%)
1 % de pectina ác. cítrico+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	726	0,12
2 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	385	0,17
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	943	0,27
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	785	0,27
1 % de pectina ác. cítrico+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % stevia	.403	0,48
2 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % stevia	642	0,58
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	832	0,41
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	278	0,43

En la tabla 14 se puede identificar que si existe diferencia entre las muestras esto se debe a que cada tratamiento fue elaborado con diferentes proporciones de materia prima.

4.1.4 Análisis sensorial

Para la determinación del mejor tratamiento se aplicó una prueba hedónica de 5 puntos como se indica en la tabla, en donde se utilizó una hoja de evaluación sensorial a un número de personas (70), en la cual se evaluó los atributos de color, olor, sabor y textura.

Tabla 15. Escala hedónica de 5 puntos en la evaluación sensorial

Puntaje	Nivel de agrado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

Color

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %.

Tabla 16. Resultados el atributo del color

	Muestra	N	Media	Agrupación
1 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	943	70	4,114	A
1 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	726	70	4,114	A
2 % de pectina HCL + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	785	70	3,957	A
2 % de pectina ác. cítrico+ 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	385	70	3,914	A
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	832	70	3,286	B
2 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	642	70	3,086	B
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	278	70	3,086	B
1 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	403	70	3,043	B

Nota: las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Si se presentan diferencias significativas entre las muestras esto se debe a que se utilizó dos tipos de endulzantes (miel y Stevia) en la elaboración de la mermelada.

De acuerdo con los catadores los mejores tratamientos fueron el 943 (1 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel) y el tratamiento 726 (1 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel) con una media de 4,114 y el de menor aceptación fue el tratamiento 403 (1 % pectina + 50 % pulpa + 49 % de stevia) con una media de 3,043. Esto nos quiere decir que los dos tratamientos con mayor aceptación fueron los que se utilizó miel como endulzante en la elaboración de la mermelada.

Olor

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %.

Tabla 17. Resultados del atributo de olor

	Muestra	N	Media	Agrupación
1 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	943	70	3,586	A
1 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	726	70	3,271	A B
2 % de pectina HCL + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	785	70	3,257	A B
2 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	385	70	3,257	A B
2 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	642	70	2,986	B C
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	832	70	2,929	B C
1 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	403	70	2,886	B C
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	278	70	2,671	C

Nota: las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Si se presentan diferencias significativas entre la muestra 943 y 278 debido que se utilizó diferentes porcentajes de materia prima para la elaboración de la mermelada.

De acuerdo con los catadores el mejor tratamiento fue el 943 (1 % pectina HCL + 50 % pulpa + 49 % de miel) con una media de 3,586 y el de menor aceptación fue el tratamiento 278 (2 % pectina HCL + 50 % pulpa + 48 % de stevia) con una media de 2,671. El olor de la mermelada es influenciado por varios factores como el tipo de endulzante utilizado y también el % de pectina que se utilizó para su elaboración. En

este caso el de mejor aceptación fue el tratamiento endulzado con miel ya que se puede apreciar el aroma.

Sabor

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95 %

Tabla 18. Resultados del atributo de sabor

	Muestra	N	Media	Agrupación
1 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	726	70	3,971	A
1 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	943	70	3,757	A
2 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	385	70	3,657	A
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	785	70	3,557	A
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	832	70	2,986	B
2 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	642	70	2,814	B
1 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % stevia	403	70	2,686	B
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	278	70	2,586	B

Nota: las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Si se presentaron diferencias significativas en todas las muestras debido a los diferentes porcentajes que se utilizó para la elaboración de la mermelada.

De acuerdo con los catadores el mejor tratamiento fue el 726 (1 % pectina + 50 % pulpa + 49 % de miel) con una media de 3,971 y el de menor aceptación fue el tratamiento 278 (2 % pectina HCL + 50 % pulpa + 48 % de stevia) con una media de 2,671. El tratamiento de mejor aceptación fue el que se realizó con miel y 1 % de pectina esto nos quiere decir que si afecta al sabor de la mermelada los ingredientes y porcentajes utilizados en la elaboración de esta.

Textura

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 19. Resultados del atributo de textura

	Muestra	N	Media	Agrupación
1 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	943	70	4,000	A
2 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	785	70	3,900	A
2 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % miel	385	70	3,814	A
1 % de pectina ác. cítrico+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel	726	70	3,743	A
2 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % Stevia	278	70	2,886	B
1 % de pectina HCl+ 50 % de pulpa de Durazno + 49 % Stevia	832	70	2,857	B
2 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 48 % stevia	642	70	2,743	B
1 % de pectina ác. cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % stevia	403	70	2,700	B

Nota: las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Si se presentaron diferencias significativas en todas las muestras debido a los diferentes porcentajes que se utilizó para la elaboración de la mermelada.

De acuerdo con los catadores el mejor tratamiento fue el 943 (1 % pectina HCL + 50 % pulpa + 49 % de miel) con una media de 4,000 y el de menor aceptación fue el tratamiento 403 (1 % pectina ácido cítrico + 50 % pulpa + 49 % de stevia) con una media de 2,700. El porcentaje del 1 % de pectina añadido a la mermelada fue evaluada como buena. Debido a que tuvo la textura característica de la mermelada con una consistencia blanda y a la vez firme.

Correlación de los análisis fisicoquímicos de la mermelada entre la evaluación sensorial

Tabla 20. Correlación entre análisis fisicoquímicos de la mermelada y evaluación sensorial

Variable (1)	Variable (2)	N	Pearson	p-valor
°Brix	pH	24	0,06	0,7645
°Brix	Olor	24	-0,11	0,5968
°Brix	Sabor	24	-0,43	0,0356
pH	Color	24	-0,60	0,0020
pH	Olor	24	-0,51	0,0118
pH	Sabor	24	-0,66	0,0005
pH	Textura	24	-0,59	0,0022
Color	°Brix	24	-0,36	0,0869
Color	Olor	24	0,90	<0,0001
Color	Sabor	24	0,88	<0,0001
Color	Textura	24	0,98	<0,0001
Olor	Sabor	24	0,83	<0,0001
Olor	Textura	24	0,88	<0,0001
Sabor	Textura	24	0,79	<0,0001
Textura	°Brix	24	-0,31	0,1435

En la tabla 20 se muestran los coeficientes de correlación entre los análisis fisicoquímicos y la evaluación sensorial en la elaboración de la mermelada de durazno.

Para tener en cuenta la correlación de los °Brix con el sabor hay que tener presente cierta relación entre el dulzor y el contenido de sustancias pépticas para obtener el grado deseable de gelificación.

La correlación entre pH y color se debe que las antocianinas son solubles en agua, esta queda en la disolución, lista para su trabajo. Al añadirle distintas sustancias el color del alimento se observa llamativo. Por otro lado, la correlación entre pH, olor y

sabor debe de encontrarse dentro de los rangos recomendados, debido a que si no se encuentre la mermelada no se vuelve viscosa y afecta la calidad de esta. De la misma manera la correlación del pH y la textura debe de encontrarse favorable en textura y no perder la gestión del pH.

La correlación que tiene entre el color, olor y sabor es debido a los carotenos de la fruta, ya que son pigmentos que tiene el durazno por su color característico y el aroma y sabor que contiene esta fruta. Así mismo La correlación entre el color y la textura es muy alta debido a que con ello se puede apreciar la textura del durazno para saber que se encuentra en buen estado para el uso de la mermelada.

En la correlación entre el olor y sabor es alta positiva debido a que el olfato y el gusto están relacionados. Ambas sensaciones se comunican al cerebro, el cual integra la información para que los sabores de la mermelada puedan ser reconocidos y apreciados. Y entre el olor y la textura es alta positiva debido, a que se activan las células sensoriales para detectar la textura de la mermelada.

En la correlación entre el sabor y textura se puede apreciar que los alimentos más consistentes suelen tener un sabor menos pronunciado, sin embargo, la textura es un factor fundamental para la aceptación de un producto alimenticio.

4.1.5 Análisis microbiológico de la mermelada

En la tabla se muestran los resultados del análisis microbiológico de los tratamientos.

Tabla 21. Resultados del análisis microbiológico

Parámetro	Muestra	Unidad	Valor máximo	Resultados
Recuento de mohos y levaduras	943	UFC/g	30 UFC/g	<3 UFC/g
	758	UFC/g	30 UFC/g	<10 UFC/g
	385	UFC/g	30 UFC/g	<12 UFC/g
	726	UFC/g	30 UFC/g	<10 UFC/g
	278	UFC/g	30 UFC/g	<10 UFC/g
	832	UFC/g	30 UFC/g	<8 UFC/g
	642	UFC/g	30 UFC/g	<6 UFC/g
	403	UFC/g	30 UFC/g	<9 UFC/g

El recuento microbiológico de los tratamientos de la mermelada, indica que cumple con los requisitos establecido en la norma NTE INEN 419, es por ello las mermeladas si están aptas para el consumo humano.

4.2. DISCUSIÓN

Extracción de pectina de la cáscara de papa

Rendimiento

Franco (2022), en su investigación sobre la obtención de pectina a partir de la cáscara de pepino mediante hidrólisis ácida como aprovechamiento de residuos hortícolas, realizó 4 tratamiento con 4 repeticiones cada uno considerando intervalos de pH y temperatura con tiempos constantes de 80 minutos, como resultados en el rendimiento de pectina obtuvieron una variación desde el 0,08 % en el tratamiento 3 (pH de 2,5 a temperatura de 60 °C por 80 minutos) hasta 0,43 % en el tratamiento 2 (pH de 1,6, temperatura de 80 °C por 80 minutos) se puede ver que obtuvieron mejor rendimiento a pH de 1,6. Así mismo Ávila (2019), en su estudio de extracción y caracterización de pectina a partir de residuos de la cáscara de piña obtuvo un rendimiento de 1,5 %, para la extracción utilizo el ácido clorhídrico a una temperatura de 90 y 50 °C por un tiempo de 120 y 40 minutos respectivamente.

En la tabla 9 se evidencia los resultados que difieren de lo expuesto anteriormente, ya que se obtuvo un rendimiento bajo, de los tratamientos que se realizó el tratamiento T1 (ácido cítrico) con pH 1,5 y un rendimiento de 2,9; 2,76 y 2,84 en distintas repeticiones con una media de 2,85 %, de la misma manera en el T2 (ácido clorhídrico) con pH de 1,5 se obtuvo un rendimiento de 2,8; 2,64 y 2,52 respectivamente en las repeticiones realizadas con una media de 2,65 % en relación a 50 gramos de materia prima y el rendimiento más bajo fue el tratamiento 2 a pH 3 con un rendimiento de 0,62 %.

Por otra parte si se compara con el estudio realizado por Toapanta (2018), en su investigación sobre el diseño de un proceso para la obtención de pectina en medio ácido a partir de la cáscara de papa, el rendimiento es alto ya que obtuvieron un valor del 14,34 %, una posible causa de la diferencia de los resultados puede ser el tiempo, temperatura y también la materia prima que ingreso para la extracción en el caso de nuestro estudio ingreso 50 g de materia prima para cada tratamiento mientras que el estudio realizado por Toapanta (2018) ingreso de materia prima 900 kg.

Humedad

Según la ficha técnica pectina CEAMPECTIN SS-4510 – CEAMSA, manifiesta que la humedad máxima que debe tener una pectina es del 12 % ya que de eso dependerá su conservación y también para que pueda ser aplicada en la industria alimentaria. Además, Franco (2022) en su investigación sobre la obtención de pectina a partir de la cáscara de pepino mediante hidrólisis ácida como aprovechamiento de residuos hortícolas, obtuvo un porcentaje de humedad de 11,44 % siendo así apto para su conservación.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10, presentando valores que están dentro de los rangos establecidos en los autores antes mencionados, el valor máximo fue del tratamiento T1R1 con un porcentaje del 7,73, indicando que la pectina extraída de la cáscara de papa es apta para su conservación y evitando el crecimiento de microorganismos que afecten al producto.

Cenizas

La norma INS: 40 Pectinas expuestas por la FAO (2009), menciona que las pectinas no deben superar el 2 %. De igual forma Toapanta (2018) en su investigación sobre el diseño de un proceso para la obtención de pectina en medio ácido a partir de la cáscara de papa, obtuvo un valor máximo en cenizas del 1,49 % en cuanto a su trabajo los valores están dentro de los rangos establecidos.

En la tabla 11 se puede evidenciar los valores obtenidos de ceniza en los diferentes tratamientos, el valor más alto fue el del tratamiento T2R3 con un valor del 1,52 %, el cual nos indica que está por encima de los rangos establecidos en la norma.

Peso equivalente

Higuera (2017), en su investigación realizada sobre la extracción de pectina de la cáscara de gulupa menciona que una pectina debe tener mínimo como peso equivalente de 1578,70 mg/meq. De igual manera Toapanta (2019), en su investigación obtuvo un valor de 1634 mg/meq en el peso equivalente, la cual afirma que la pectina que extrajo tiene un peso equivalente alto y al ser utilizada en la industria facilitará la formación de geles.

Los valores obtenidos en la presente investigación del peso equivalente se calculó a dos pectinas extraídas con diferentes ácidos, en el caso de la pectina extraída con ácido cítrico se obtuvo 833,33 mg/meq y en la pectina extraída con ácido clorhídrico se obtuvo 1666,66 mg/meq, de acuerdo a los estudios anteriores la pectina extraída

con ácido clorhídrico tiene un peso equivalente alto esto nos quiere decir que al momento de aplicarla en la industria alimentaria facilitara la formación de geles.

Acidez libre

Toapanta (2018), en su investigación obtuvo un valor de acidez libre de 0,612 meq/g utilizando ácido clorhídrico para su extracción. De igual forma Juárez (2018), en su investigación sobre la extracción de pectina de la cáscara de mango de variedad EDWARD y su aplicación en la elaboración de mermelada, obtuvo un valor de acidez libre de 0,86 meq/g utilizando para la extracción ácido cítrico.

Los resultados obtenidos de acidez libre, en el caso de la pectina extraída con ácido cítrico fue de 1,2 meq/g mientras que en la pectina extraída con ácido clorhídrico fue de 0,6 meq/g, los valores obtenidos de acidez libre en nuestra investigación están similares a los valores de los autores antes mencionados. Este parámetro se mide con el fin de determinar la concentración de H⁺ que se encuentran disociados en un producto. La acidez libre tiene relación con el grado de esterificación cumpliendo la función de determinar si la pectina es de bajo o alto metoxilo.

Grado de metoxilo

Según Owens *et al.*, (1952), menciona que si la pectina tiene menor del 7 % es una pectina de bajo metoxilo. Así mismo Apolo (2019) en el estudio del rendimiento de la obtención de pectina a partir de los residuos de especies del género *Passiflora* mediante hidrólisis con diferentes ácidos, obtuvo valores en el grado de metoxilo del 14,49 % en el caso del maracuyá amarillo, mientras que en la granadilla obtuvo un valor del 11,35 % y 17,02 en el taxo afirmando así que sus pectinas son de alto metoxilo. En los resultados del grado de metoxilo se obtuvo valores con diferencias significativas entre las dos pectinas extraídas de la cáscara de papa con diferentes ácidos, en el caso de la pectina extraída con ácido cítrico tuvo un valor de 10,48 % mientras que para la pectina extraída con ácido clorhídrico un valor del 3,72 %, de acuerdo a las fuentes antes mencionadas en nuestra investigación tenemos una pectina de alto metoxilo que es la que se extrajo con ácido cítrico y una de bajo metoxilo que es el caso de la pectina que se extrajo con ácido clorhídrico.

Grado de esterificación

Franco (2022), en su investigación obtuvo un valor de grado de esterificación del 86,91 % afirmando que la pectina extraída es de alto metoxilo, es decir que puede gelificar bajo condiciones ácidas y en presencia de sólidos solubles. De igual forma López (2013), en su investigación sobre la extracción de pectina de cocona por

acidulantes y su caracterización fisicoquímica, obtuvo valores en el grado de esterificación para la pectina extraída con ácido clorhídrico y ácido cítrico fue de 62,29 % y 53,52 % comparada con una pectina comercial de 60,14 %, menciona que la pectina extraída con ácido cítrico tuvo menor valor esto se debe a la baja pureza de extracción de pectina del tejido celular de cocona.

En cuanto a los resultados obtenidos en el grado de esterificación no se observó una diferencia mayor entre las dos pectinas extraídas, el grado de esterificación en la pectina extraída con ácido cítrico fue de 73,80 % mientras que la pectina extraída con ácido clorhídrico fue de 66,67 % lo cual nos indica que las dos pectinas extraídas de cáscara de papa son ricas en grupos metoxilos.

Porcentaje de ácido galacturónico

Barreto, Púa, Alba y Pión (2017), en su investigación sobre extracción y caracterización de pectina de mango de azúcar, menciona que el porcentaje mínimo de ácido galacturónico es de 65 % para que una pectina sea excelente en la industria alimentaria. De igual manera Barrera, Corona, Meza, Trápala y Montiel (2017), en su investigación sobre la evaluación y caracterización de la pectina obtenida de la cáscara de jaca, obtuvieron valores a diferentes tiempos de extracción, para el tiempo de 30 minutos se obtuvo un valor de 62,92 % y empleando 40 minutos de extracción se obtuvo 71,51 %. El contenido de AAG es esencial para determinar la pureza de las sustancias pépticas.

Los valores obtenidos en el porcentaje de ácido galacturónico son muy bajos a diferencia de los autores Barreto, Púa, Alba y Pión (2017), mencionan un 65 % de ácido galacturónico como también Corona, Meza, Trápala y Montiel (2017) obtuvieron 71,51 % de AAG. En nuestra investigación la pectina extraída con ácido cítrico obtuvo un valor de 38,33 % de pureza mientras que en la pectina extraída con ácido clorhídrico obtuvo un valor de 35,20 % de pureza esto nos quiere decir que no están dentro de los rangos establecidos. Una de las causas que provocó obtener ese valor es la materia prima.

Discusión de la mermelada de durazno

De acuerdo con la norma INEN 2825 (2013), establece que el contenido de los sólidos solubles en una mermelada debe estar igual o mayor a 65 °Brix. Los resultados obtenidos en este proceso se identificaron los grados Brix en el cual se pudo observar que este se encontró dentro de la norma establecida.

De la misma manera la norma INEN 419 (1988), establece el pH en mermeladas en cuanto a un mínimo de 2,8 y un máximo de 3,5. Los resultados obtenidos en los tratamientos se encuentran dentro del rango requerido de la norma, como se observa en la tabla 13.

En este proceso se identificó los diferentes tratamientos y el que tuvo mayor aceptación 943 (1 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel) tanto en color, olor y textura y en atributo del sabor fue el tratamiento 726 (1 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel) evidenciado así que los mejores tratamientos fueron realizados con 1 % de pectina y endulzados con miel la única diferencia fue los tipos de pectina que la del tratamiento 943 fue extraída con ácido clorhídrico y la del tratamiento 726 fue extraída con ácido cítrico. En la norma INEN 2825 y la norma INEN 419, menciona que la fruta utilizada para mermeladas debe estar con las características organolépticas de cada fruta teniendo presente la investigación realizada, los tratamientos con aceptación se encuentran dentro de los rangos establecidos con las normas anteriormente mencionadas.

La pectina que se extrajo en la investigación si cumple con los parámetros establecidos en la ficha técnica: CEAMPECTIN SS-4410 – CEAMSA en tanto el color y olor, de la misma manera cumple con la formación de gel y una rápida gelificación. En las características fisicoquímicas en el grado de esterificación si se cumplió y en la humedad.

Análisis microbiológico

La Norma INEN 419, menciona que una mermelada debe tener como máximo 30 UFC/g en el conteo de mohos y levaduras. Así mismo Cargua & Castro (2021), en su trabajo de investigación sobre obtención de pectina de arazá para la aplicación en una mermelada de tuna, se observó en el conteo de mohos y levaduras un valor de 10 UFC/g encontrando que se encuentra dentro de los parámetros de la norma, demostrando así que la mermelada fue elaborada con buenas prácticas de manufactura.

El análisis microbiológico se lo realizó a los mejores tratamientos y se detectó que no hubo crecimiento microbiano para mohos y levaduras, demostrando así que las mermeladas se realizaron bajo las condiciones de higiene en cada operación y se puede decir que esta apta para el consumo humano. (Cargua & Castro, 2021).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se concluye que para un mejor rendimiento de la pectina se debe trabajar a pH bajos y los tipos de ácidos a emplearse. Obteniendo mejores resultados con el ácido cítrico a pH 1,5 con un rendimiento del 2,83 %, con el ácido clorhídrico se obtuvo un rendimiento del 2,65 % a pH 1,5 y con el ácido acético se obtuvo un rendimiento de 0,4 %, comprobando que los factores de pH y los ácidos utilizados en la extracción si influyen en el rendimiento de la pectina.
- Se logró obtener pectina de alto metoxilo en la extracción de pectina de la cáscara de papa con el tratamiento 1 de 10,48 % obteniendo así un alto poder gelificante en este tratamiento, utilizando ácido cítrico como solución para la extracción de este. De la misma manera en el mismo tratamiento se obtuvo 38,33 % de pureza. Sin embargo, en el tratamiento 2 se utilizó ácido clorhídrico y se obtuvo 3,72 % de metoxilo y obteniendo un bajo poder gelificante y una baja pureza de 35,20 %.
- Se puede concluir que el producto realizado tuvo aceptación con el tratamiento 943 (1 % de pectina HCl + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel) tanto en color, olor y textura y en atributo del sabor fue el tratamiento 726 (1 % de pectina ác. Cítrico + 50 % de pulpa de Durazno + 49 % miel) evidenciado así que los mejores tratamientos fueron realizados con 1 % de pectina y endulzados con miel la única diferencia fue los tipos de pectina que la del tratamiento 943 fue extraída con ácido clorhídrico y la del tratamiento 726 fue extraída con ácido cítrico. Para obtener valores que indiquen la calidad de la pectina, se realizaron cálculos de acidez libre, contenido de metoxilo, grado de esterificación Este resultado se encuentra dentro de los rangos de la norma establecida para mermelada INEN 2825 y 419.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar una selección, lavado y desinfectado a la cáscara de papa antes de utilizarle en la extracción, para evitar hidrolizar compuestos no deseados que pueden afectar la calidad de la pectina obtener extraída.
- Se recomienda realizar un lavado de la pectina luego del filtrado con etanol al 70 %, con el fin de eliminar residuos de ácido y también mejorar el aspecto en la coloración de la pectina

- Para obtener un mejor rendimiento de la pectina se recomienda trabajar con pH bajos.
- Es importante utilizar la cantidad necesaria de etanol al 96 % para la precipitación de la pectina y poder obtener un rendimiento óptimo.
- Se recomienda obtener una buena mezcla entre la pectina y la pulpa para que este proceso sea óptimo en el momento de elaborar la mermelada.
- Es recomendable realizar los diferentes parámetros fisicoquímicos (contenido de metoxilo, ácido galacturónico, grado de esterificación, °Brix, pH y cenizas) tanto en la extracción de la pectina como en la elaboración de mermelada.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cargua, V., & Castro, K. (2021). *Obtención de pectina de arazá para la aplicación como espesante en una mermelada de tuna*. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1318/1/050-%20CARGUA%20VICTORIA-%20CASTRO%20KARLA.pdf>
- Carrillo, E. (25 de julio de 2017). *Extracción de pectina por hidrólisis ácida de la cascara de naranja*. <https://uisekblog.blogspot.com/2017/07/extraccion-de-pectina-por-hidrolisis.html>
- Cuesta, X., & Monteros, C. (2020). *Manual del cultivo de papa*. Quito-Ecuador: Imprenta IdeaZ.
- DLEP. (2018). *Ácido acético*. INSST.
- Ferreira, S. (2007). *Pectinas: : Aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de residuos de su procesamiento industrial*. Bogotá: Proceditor Ltda.
- Ferreira, S. (2007). *Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.
- Fonseca, E., Oviedo, A., & Vargas, I. (2006). *Hidrólisis ácida de sustratos residuales agroindustriales colombianos*. *UMBral*, 4.
- Franco, I. (2022). *Obtención de pectina a partir de la cáscara de pepino (cucumis sativus) mediante hidrólisis ácida como aprovechamiento de residuos hortícolas*. Guayaquil - Ecuador. <https://cia.uagraría.edu.ec/Archivos/Franco%20Carvache%20Ivonne%20Maoly.pdf>
- INIAP. (2015). *Manual de papa*. Quito-Ecuador: IdeaZ.
- Julián, P., & Gardey, A. (2015). *Definición de patata*. <https://definicion.de/patata/>
- Krall, S., & McFeeters, R. (2014). Pectin Hydrolysis: Effect of Temperature, Degree of Methylation, pH, and Calcium on Hydrolysis Rates. *Agricultural and Food Chemistry*, 1311-1315.
- López, C., Rodríguez, J., & Amaya, C. (2019). *Aprovechamiento de cáscara de papa generada en la cafetería de Ciencias Biológicas de la UANL para la elaboración de harina rica en antioxidantes*. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/9/125.pdf>

- Maldonado, Y., Salazar, S., Millones, C., Torres, E., & Vázquez, E. (2011). Extracción de pectina mediante el método de hidrólisis ácida en frutos de maushan (*Vasconcella weberbaueri* (Harms) V.M. Badillo) provenientes del distrito de San Miguel de Soloco, región Amazonas. *Rev. Aporte Santiaguino*.
- Mérida, E. (2017). *Extracción de pectina de alto metoxilo a partir de cáscaras de parchita para la producción de mermelada*. <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/marquezronald/wp-content/uploads/ProyectoPectiprods.pdf>
- Mordo Intelligence. (2016). *Mercado de pectina: Crecimiento, Tendencias, Impacto de Covid-19 y Estadísticos (2023-2028)*. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/pectin-market>
- Navarrete, O. (2019). *Mermeladas de frutas y cítricos*. <https://oneproseso.webcindario.com/Mermeladas.pdf>
- NTE INEN 2825. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2825.pdf>
- Nutritienda. (2009). *Pará que sirve el Ácido Cítrico? Beneficios y propiedades*. <https://blog.nutritienda.com/acido-citrico/>
- Rome, I. (2020). MIEL. FAO.
- Romo, Y. (2016). "Evaluación de la técnica de Selección Positiva en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* sp.) para la obtención de semilla en la Finca Experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi.". <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/509/1/306%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20t%C3%A9cnica%20de%20selecci%C3%B3n%20positiva%20en%20el%20cultivo.pdf>
- Salazar, A., & Gamboa, A. (2013). Importancia de las pectinas en la dinámica de la pared celular durante el desarrollo vegetal. *ISSN*.
- Salvador, R., Sotelo, M., & Paucar, L. (2014). Estudio del Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria*.
- Southgate, H. G. (2006). *Datos de composición de alimentos*. Roma: Publicación Electrónica de la Dirección de Información de la FAO.
- Toapanta, E. (2018). *Diseño de un proceso para la obtención de pectina en medio ácido a partir de la Cáscara de Papa (*Solanum tuberosum*)* (Bachelor's thesis,

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10498/1/96T00498.PDF>

UNAM. (2016). Àcido clorhídrico.

Vallejo, S., & Garcia, M. (2019). Diseño de un proceso para la obtención de pectina en medio ácido a partir de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*).

Velasqu ez, V. (2017). Papa en Ecuador. *Citopato*.

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 PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	GARCIA BARRE GINA GEOMARA	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1205882713
PERIODO ACADÉMICO:	2022B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. MARCO RUBÉN BURBANO PULLES	DOCENTE TUTOR:	MSC. ANA LUCÍA RODRÍGUEZ MACHADO
DOCENTE:	PhD. FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ		
TEMA DEL TIC:	"Extracción de pectina de la cáscara de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) mediante hidrólisis ácida para elaborar mermelada de durazno (<i>Prunus pérsica</i>) con endulzantes naturales"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	Ampliar la explicación sobre el método de hidrólisis ácida con reflujo utilizada Revisar el objetivo que se refiere al tipo de pectina y la caracterización
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	Revisar los fundamentos técnicos de los parámetros utilizados
3	METODOLOGÍA	6,33	Colocar la concentración del NaOH utilizada en el pelado químico Especificar los parámetros de operación de los procesos Realizar una correlación de todos los parámetros analizados en la mermelada y el consolidado de la evaluación sensorial
4	RESULTADOS	7,33	Explicar el criterio de selección de la pectina que se refiere a las propiedades de esta Especificar los datos presentados para que se entienda con claridad Colocar valores requeridos de acidez libre y grado de esterificación
5	DISCUSIÓN	6,33	Argumentar mejor las respuestas, profundizar técnicamente
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	Conclusiones más concisas, aspectos más concretos
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Argumentar técnicamente las respuestas Optimizar el tiempo de presentación
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	Revisar redacción, ortografía, formato, normas APA

Obteniendo una nota de: **7,00** 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 viernes, 24 de febrero de 2023



MSC. MARCO RUBÉN BURBANO PULLES
PRESIDENTE TRIBUNAL



MSC. ANA LUCÍA RODRÍGUEZ
MACHADO
DOCENTE TUTOR



PHD. FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ
DOCENTE



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	FALCÓN CHERRES MERSI LIZETH	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1754604849
PERIODO ACADÉMICO:	2022B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. MARCO RUBÉN BURBANO PULLES	DOCENTE TUTOR:	MSC. ANA LUCÍA RODRÍGUEZ MACHADO
DOCENTE:	PhD. FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ		
TEMA DEL TIC:	"Extracción de pectina de la cáscara de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) mediante hidrólisis ácida para elaborar mermelada de durazno (<i>Prunus pérsica</i>) con endulzantes naturales"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	Ampliar la explicación sobre el método de hidrólisis ácida con reflujo utilizada Revisar el objetivo que se refiere al tipo de pectina y la caracterización
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	Revisar los fundamentos técnicos de los parámetros utilizados
3	METODOLOGÍA	6,33	Colocar la concentración del NaOH utilizada en el pelado químico Especificar los parámetros de operación de los procesos Realizar una correlación de todos los parámetros analizados en la mermelada y el consolidado de la evaluación sensorial
4	RESULTADOS	7,33	Explicar el criterio de selección de la pectina que se refiere a las propiedades de esta Especificar los datos presentados para que se entienda con claridad Colocar valores requeridos de acidez libre y grado de esterificación
5	DISCUSIÓN	6,33	Argumentar mejor las respuestas, profundizar técnicamente
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	Conclusiones más concisas, aspectos más concretos
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	Argumentar técnicamente las respuestas Optimizar el tiempo de presentación
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	Revisar redacción, ortografía, formato, normas APA

Obteniendo una nota de:

7,00 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 viernes, 24 de febrero de 2023



MSC. MARCO RUBÉN BURBANO PULLES
PRESIDENTE TRIBUNAL



MSC. ANA LUCÍA RODRÍGUEZ
MACHADO
DOCENTE TUTOR



PhD. FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Garcia Barre Gina Geomara y Falcón Cherres Mersi Lizeth				
DATE: 16 de febrero de 2023				
TOPIC: "Extracción de pectina de la cáscara de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) mediante hidrólisis ácida para elaborar mermelada de durazno (<i>Prunus pérsica</i>) con endulzantes naturales"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Jilma Edwin Andris,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,3: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: García Barre Gina Geomara y Falcón Cherres Mersi Lizeth

Fecha de recepción del abstract: 16 de febrero de 2023

Fecha de entrega del informe: 16 de febrero de 2023

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
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Norma NTE INEN 1529-10:2013



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1529-10:2013

Primera revisión

CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. MOHOS Y LEVADURAS VIABLES. RECuentOS EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD

Primera edición

MICROBIOLOGICAL CONTROL FOODS. MOLDS AND YEASTS VIABLE. PLATE COUNTS BY SEEDING DEPTH

First edition

DESCRIPTORES: Microbiología de los alimentos, análisis microbiológico, contaje, mohos y levaduras
AL 01.05-308
ODJ: 664.31-579.07-582.28
CIIJ: 9320
ICS: 07.100.30

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS MOHOS Y LEVADURAS VIABLES RECUENTOS EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD	NTE INEN 1529-10:2013 Primera revisión 2013-09
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece las condiciones que se deben aplicar para cuantificar el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras en un gramo ó centímetro cúbico de muestra.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Los procedimientos establecidos en esta norma para la cuantificación del número de unidades propagadoras de mohos y levaduras es adecuado para las muestras que posean una alta carga microbiana.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 Mohos. microorganismos aerobios mesó filis filamentosos que, crecen en la superficie del agar micológico, se desarrollan generalmente en forma plana o esponjosa.</p> <p>3.1.2 Levaduras. microorganismos aerobios mesó filis que se desarrollan a 25°C usando un medio de agar micológico; desarrolla colonias redondas mate o brillante que crecen en la superficie del medio, que usualmente tienen un contorno regular y una superficie más o menos convexa. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovoidea, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada en forma de micelio verdadero falso. Su tamaño supera al de las bacterias; al igual que los hongos, causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada.</p> <p>3.1.3 Recuento de mohos y levaduras viables. Es la determinación del número de colonias típicas de levaduras y mohos que se desarrollan a partir de un gramo o centímetro cúbico de muestra, en un medio adecuado e incubado entre 22°C y 25°C.</p> <p>3.1.4 Colonia: acumulación localizada visible de la masa microbiana desarrollada sobre o en un medio nutriente sólido a partir de un viable partícula</p> <p style="text-align: center;">4. MÉTODO DE ENSAYO</p> <p>4.1 Resumen</p> <p>4.1.1 Este método se basa en el cultivo entre 22°C y 25°C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales.</p> <p>4.2 Material y medios de cultivo</p> <p>4.2.1 Materiales. La vidriería debe resistir esterilizados repetidas y todo el material debe estar perfectamente limpio y estéril.</p> <p>4.2.1.1 Placas Petri</p> <p>4.2.1.2 Pipetas serológicas de boca ancha de 1,5 cm³ y 10 cm³ graduadas en 1/10 de unidad.</p> <p>4.2.1.3 Esparcidoras</p> <p>4.2.2 Medios de cultivo</p> <p>4.2.2.1 Agar sal-levaduras de Davis o similar. Ver NTE INEN 1529-1.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Microbiología de los alimentos, análisis microbiológico, conteo, mohos y levaduras.</p>		

4.2.2.2 Se puede adicionar de manera opcional clorhidrato de clortetraciclina. Cuando existe sobre crecimiento bacteriano puede ser un problema (por ejemplo, las carnes crudas), se recomienda usar cloranfenicol (50 mg / l) y clortetraciclina (50 mg / l), preparar el medio de base, con sólo 50 mg de cloranfenicol, se dispense en cantidades de 100 ml y se esteriliza. Prepara también un 0,1% (en masa concentración) solución de clorhidrato de clortetraciclina en agua (relativamente inestables en solución, que debe ser recién preparada) y esterilizar por filtración. Justo antes de usar, añadir 5 ml de esta solución asépticamente a 100 ml del medio de base, y verter en placas. La gentamicina no es recomendable, ya que se ha informado que puede causar inhibición de algunas especies de levaduras (ver nota 1).

4.2.2.3 Adición opcional de elementos traza. A fin de que los mohos exhiban su morfología completa, en particular los pigmentos que producen normalmente, necesitan rastrear los elementos que no pueden estar presentes en DRBC (Dichloran-rose bengal chloramphenicol agar). Para identificar estos mohos en este medio, agregue la siguiente traza solución de elementos en 1 ml por litro del medio, antes de la esterilización en autoclave: $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 1g; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0,5 g; agua, destilada o des ionizada 100 ml.

4.2.2.3 Adición opcional de Tergitol. Con el fin de evitar el crecimiento excesivo de *Mucoraceae* en placas de agar, la adición de Tergitol (1 ml/l) al medio de cultivo es recomendada.

4.2.2.5 Dichloran-rose bengal chloramphenicol agar (DRBC); usado en productos cuya Aw es mayor de 0,95.

4.2.2.6 Dichloran glicerol 18% (concentración de masa) agar (DG18); utilizado para productos con actividad de agua inferior o igual a 0,95.

4.3 Preparación de la muestra

4.3.1 Preparar la muestra según su naturaleza, utilizando uno de los procedimientos indicados en la NTE INEN 1529-2.

4.4 Procedimiento

4.4.1 Debido a la rápida sedimentación de las esporas en la pipeta, mantener la pipeta en una posición horizontal (no vertical) posicionarse cuando se llena con el volumen apropiado de la suspensión inicial y diluciones. Agitar la suspensión inicial y diluciones con el fin de evitar la sedimentación de microorganismo que contienen partículas.

4.4.2 Inoculación e incubación. Sobre una placa de agar previamente fundido, utilizando una pipeta estéril, transferir 0,1 ml de la muestra si es líquido, o 0,1 ml de la suspensión inicial en el caso de otros productos. Sobre una segunda placa de agar, utilizando una pipeta estéril fresco, transferir 0,1 ml de la dilución decimal primera (10^{-1}) dilución (producto líquido), o 0,1 ml de la dilución 10^{-2} (otros productos). Para facilitar el recuento de bajas poblaciones de levaduras y mohos, los volúmenes pueden llegar hasta 0,3 ml de una dilución 10^{-2} de muestra, o de la muestra de prueba, si es líquido, puede ser extendido en tres placas. Repetir estas operaciones con diluciones posteriores, utilizando una pipeta estéril nueva para cada dilución decimal. Si se sospecha un rápido crecimiento de mohos se sospecha, extender el líquido sobre la superficie de la placa de agar con un esparcidor estéril hasta que el líquido se encuentre completamente absorbido en el medio.

4.2.3 También se inoculan las placas por el método de vertido, pero en este caso la equivalencia de los resultados serán validados en comparación con la inoculación en superficie, además la discriminación y la diferenciación de los mohos y levaduras no son admisibles. El método de difusión en la superficie puede dar mayor enumeración. La técnica de propagación de placa facilita la máxima exposición de las células al oxígeno atmosférico y evita cualquier riesgo de inactivación térmica de los propágulos fúngicos. Los resultados pueden depender del tipo de hongos.

4.2.4 Incubar las placas preparadas aeróbicamente, con las tapas superiores en posición vertical en la incubadora a $25^{\circ} C \pm 1^{\circ} C$ durante 5 días. Si es necesario, deje las placas de agar de pie con luz natural difusa durante 1 día a 2 días. Se recomienda incubar las placas en una bolsa de plástico abierta con el fin de no contaminar la incubadora en el caso de la difusión de los mohos de los platos.

NOTA 1. Evite la exposición del medio a la luz, ya que los productos cito tóxicos pueden degradarse y dar lugar a la subestimación del mico Flora en las muestras.

(Continúa)

4.4.5 Recuento y selección de colonias para la confirmación. Leer las placas entre 2 días y 5 días de incubación. Seleccionar los platos que contienen menos de 150 colonias y contarlas. Si estos mohos son de rápido crecimiento puede ser un problema, al momento del conteo, por ello se recomienda realizar un recuento a los 2 días y otra vez después de 5 días de incubación (Ver nota 2 y 3).

4.4.6 Contar las colonias de levaduras y las colonias de mohos por separado, si es necesario. Para la identificación de levaduras y mohos, seleccionar áreas de crecimiento de hongos y examinar con el microscopio o inocular en el medio adecuado para su aislamiento.

4.5 Cálculos

4.5.1 Cálculo del número (N) de unidades propagadas (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico ó gramo de muestra. Calcular según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{numero total de colonias contada o calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}} \quad (1)$$

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0,1n_2)} \quad (2)$$

En donde:

- $\sum C$ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegida;
- n_1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;
- n_2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;
- d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^2 ;
- V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

Ejemplo:

Volumen sembrado	=	1 cm ³
Dilución 10 ⁻²	=	83 y 97 colonias
Dilución 10 ⁻³	=	30 y 28 colonias
Número	=	$\frac{83+97+30+28}{1(2+0,1 \times 3)}$
	=	$\frac{241}{0,825}$
	=	10 954 expresado como 1,1 x 10 ⁴

4.5.2 Redondeo. El valor obtenido redondear a dos cifras significativas de la siguiente manera (NTE INEN 52)

4.5.2.1 Si el tercer dígito, empezando por la izquierda es menor de cinco, mantener inalterado el segundo dígito y remplazar por ceros los restantes. Por ejemplo, si el valor calculado fuere 533 000, redondeado a 550 000 y expresar como 5,5 x 10⁵. Si el tercer dígito, empezando por la izquierda es superior a cinco, añadir una unidad al segundo dígito; por ejemplo, si el valor obtenido fue 10 954, redondearlo a 11 000 y expresar 1,1 x 10⁴.

4.5.2.2 Si el tercer dígito empezando por la izquierda es cinco y es segundo de, por lo menos. Un dígito, añadir una unidad al segundo dígito y remplazar por ceros a los restantes. Por ejemplo, si el valor obtenido fue 31 554, redondearlo a 32 000 y expresar como 3,2 x 10⁴. Si el tercer dígito es cinco y no es seguido de otro (s) dígito (s) ó lo es únicamente por ceros, añadir una cantidad al segundo dígito, si éste es impar; si es par ó cero conservarlo inalterado, ejemplo: 235 redondear a 240 y expresar como 2,4 x 10², 24 500 redondear a 24 000 y expresar como 2,4 x 10⁴.

NOTA 2. Los métodos de enumeración para levaduras y mohos en especial son imprecisos debido a que consisten de una mezcla de micelio y esporas asexuales y sexuales. El número de unidades formadoras de colonias dependerá del grado de fragmentación de los micelios y la proporción de esporas capaces de crecer en el medio de recubrimiento.

NOTA 3 PRECAUCIÓN - Las esporas de mohos se dispersan en el aire con gran facilidad, manejar las placas Petri con cuidado para evitar el desarrollo de colonias satélites, que darán lugar a una sobrestimación de la población en la muestra. Si es necesario, llevar a cabo un aislamiento con una lupa binocular o con un microscopio con el fin de distinguir entre las células de levaduras o mohos y bacterias de colonias.

(Continúa)

4.5.3 Presentación de resultados

4.5.3.1 Presentar el resultado como número N , de unidades propagadoras UP de mohos y/o levaduras / cm^3 ó g de muestra utilizando solo dos cifras significativas multiplicadas por 10^n (n es la respectiva potencia de 10). Las cifras significativas corresponden al primero y segundo dígitos (empezando por la izquierda) del número de las colonias calculadas (4.5.1).

4.5.3.2 Si no hay desarrollo de colonias en las placas de las suspensión 10^{-1} , presentar como número estimado (N_e), de las siguientes formas:

$$N_e \frac{\text{de UP de mohos o levaduras}}{\text{g o cm}^3} = < 1,0 \times 10 \quad (3)$$

4.5.3.3 si no hay desarrollo de las colonias en las placas sembradas con 1 cm^3 de muestra no diluida (producto original líquido), expresar el resultado de la siguiente manera:

$$N_e \frac{\text{de UP de mohos o levaduras}}{\text{g o cm}^3} = < 1,0 \times 10 \quad (4)$$

4.5.3.4 Si todas las placas sembradas presentan más de 150 colonias, calcular el resultado a partir de las placas sembradas con la dilución más alta y expresar de la siguiente manera

$$N_e \frac{\text{de UP de mohos y/o levaduras}}{\text{cm}^3 \text{ o g}} = > \text{al valor obtenido} \times f \quad (5)$$

$$f = \text{factor de dilución (valor inverso de la dilución de la muestra)} \quad (6)$$

4.5.3.5 Indicar entre paréntesis la dilución utilizada. Este resultado sirve como guía para decidir el número de diluciones que se han de realizar en ensayos posteriores y, la decisión de aceptación o rechazo de una partida de alimentos debe basarse solo en valores N .

4.6 Precisión del método

4.6.1 Repetibilidad del recuento de colonias y error personal.

4.6.1.1 Los resultados obtenidos por la misma persona al contar por la segunda vez las colonias de una misma placa, no deben variar en más del 5% y del 10% cuando es realizado por otra persona.

4.6.1.2 Por razones estadísticas, el intervalo de confianza para este método varía, en el 95% de los casos, desde $\pm 16\%$ a 52% . En la práctica, es posible observar variaciones mayores, especialmente entre resultados obtenidos por diferentes analistas.

5. INFORME DE RESULTADOS

5.1 En el informe del ensayo indicar la norma de referencia, la temperatura de incubación, los resultados obtenidos, todas las condiciones operativas no especificadas en esta norma o aquellas consideradas como opcionales y los incidentes que puedan haber influenciado en el resultado. Además, se debe incluir toda la información necesaria para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2825
2013-11

**NORMA PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS
(CODEX STAN 296-2009, MOD)**

STANDARD FOR JAMS, JELLIES AND MARMALADES (CODEX STAN 296-2009, MOD)

Correspondencia:

Esta norma técnica ecuatoriana es una adopción modificada de la Norma Internacional CODEX STAN 296-2009 (Adoptado en 2009, Esta Norma reemplaza las normas individuales para la mermelada de agricas (CODEX STAN 80-1981) y las compotas (conservas de frutas) y jaleas (CODEX STAN 79-1981)).

DESCRIPTORES: frutas y productos derivados, confituras, jaleas, mermeladas
ICS: 67.090.10

15
Páginas

**NORMA DEL CODEX
PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS
(CODEX STAN 296-2009)**

1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.1 Esta Norma se aplica a las confituras, jaleas y mermeladas, según se definen en la Sección 2 *infra*, que están destinadas al consumo directo, inclusive para fines de hostelería o para reenvasado en caso necesario. Esta Norma no se aplica a:

- (a) los productos cuando se indique que están destinados a una elaboración ulterior, como aquellos destinados a la elaboración de productos de pastelería fina, pastelillos o galletitas; o
- (b) los productos que están claramente destinados o etiquetados para uso en alimentos para regímenes especiales; o
- (c) los productos reducidos en azúcar o con muy bajo contenido de azúcar;
- (d) productos donde los productos alimentarios que confieren un sabor dulce han sido reemplazados total o parcialmente por edulcorantes.

1.2 Los términos en inglés “*preserve*” o “*conserve*” se utilizan algunas veces para señalar a los productos regulados por esta Norma. Por ello y para efectos de esta Norma, de aquí en adelante los términos indicados anteriormente debería cumplir con los requisitos establecidos en esta Norma para la confitura y la confitura “*extra*”.

2 DESCRIPCIÓN

2.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Producto	Definición
Confitura¹	Es el producto preparado con fruta(s) entera(s) o en trozos, pulpa y/o puré de fruta(s) concentrado y/o sin concentrar, mezclado con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2, con o sin la adición de agua y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuada.
Jalea	Es el producto preparado con el zumo (jugo) y/o extractos acuosos de una o más frutas, mezclado con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2, con o sin la adición de agua y elaborado hasta adquirir una consistencia gelatinosa semisólida.
Mermelada de agríos	Es el producto preparado con una o una mezcla de frutas cítricas y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuada. Puede ser preparado con uno o más de los siguientes ingredientes: fruta(s) entera(s) o en trozos, que pueden tener toda o parte de la cáscara eliminada, pulpa(s), puré(s), zumo(s) (jugo(s)), extractos acuosos y cáscara que están mezclados con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2, con o sin la adición de agua.
Mermelada sin frutos cítricos	Es el producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2 hasta obtener un producto semi-líquido o espeso/viscoso.
Mermelada tipo jalea	Es el producto descrito en la definición de mermelada de agríos de la que se le han eliminado todos los sólidos insolubles pero que puede o no contener una pequeña proporción de cáscara finamente cortada.

¹ La confitura de cítricos puede obtenerse a partir de la fruta entera cortada en rebanadas y/o en tiras delgadas.

Esta Norma reemplaza las normas individuales para la mermelada de agríos (CODEX STAN 80-1981) y las compotas (conservas de frutas) y jaleas (CODEX STAN 79-1981).

2.2 OTRAS DEFINICIONES

Para los fines de esta Norma también se aplicarán las definiciones siguientes:

Producto	Definición
Fruta	Se entiende por "fruta" todas las frutas y hortalizas reconocidas como adecuadas que se usan para fabricar confituras, incluyendo, pero sin limitación a aquellas frutas mencionadas en esta Norma ya sean frescas, congeladas, en conserva, concentradas, deshidratadas (desechadas), o elaboradas y/o conservadas de algún modo, que son comestibles, están sanas y limpias, presentan un grado de madurez adecuado pero están exentas de deterioro y contienen todas sus características esenciales excepto que han sido recortadas, clasificadas y tratadas con algún otro método para eliminar cualquier mancha (mancha), magulladura, parte superior, restos, corazón, pepitas (hueso/carozo) y que pueden estar peladas o sin pelar.
Pulpa de fruta	La parte comestible de la fruta entera, según corresponda, sin cáscara, piel, semillas, pepitas y partes similares, cortada en rodajas (rebanadas) o machacadas pero sin reducirla a un puré.
Puré de fruta	La parte comestible de la fruta entera, según corresponda, sin cáscara, piel, semillas, pepitas, y partes similares, reducida a un puré por tamizado (cribado) u otros procesos.
Extractos acuosos	El extracto acuoso de las frutas que, sujeto a las pérdidas que ocurren necesariamente durante un proceso de elaboración apropiado, contiene todos los componentes solubles en agua de la fruta en cuestión.
Zumos (jugos) de frutas y concentrados	Productos según se definen en la Norma General del Codex para Zumos (jugos) y Néctares de Frutas (CODEX STAN 247-2005).
Frutas cítricas	Frutas de la familia Citrus L.
Productos alimentarios que confieren (al alimento) un sabor dulce	<ul style="list-style-type: none"> (a) Todos los azúcares según se definen en la Norma del Codex para los Azúcares (CODEX STAN 212-1999); (b) Azúcares extraídos de frutas (azúcares de fruta); (c) Jarabe de fructosa; (d) Azúcar morena; (e) Miel según se define en la Norma del Codex para la Miel (CODEX STAN 12-1981).

Anexo 5. Hoja de catación



Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales
Carrera de Alimentos

INFORMACIÓN GENERAL

Sexo: Femenino Masculino **Edad:** -----

Tema: “Extracción de pectina de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) mediante hidrólisis ácida para elaborar mermelada de durazno (*Prunus pérsica*) con edulcorantes naturales”

Instrucciones para realizar la Catación:

Los productos deben ser catados según el orden establecido. Después de cada degustación debe enjuagarse la boca con agua para evitar que queden restos de la muestra anterior. Es obligatorio rellenar todos los apartados.

Análisis Hedónico

Según sus preferencias puntúe del 1 al 5 las siguientes características de los productos.

Tabla 22: Escala de aceptabilidad.

Puntaje	Nivel de agrado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta mucho

Tabla 23: Análisis sensorial de la mermelada de durazno con pectina extraída de la cáscara de papa.

Aspectos	726	385	943	785	403	642	832	278
Color								
Olor								
Sabor								
Textura								

Observaciones:

Gracias por su colaboración

Anexo 6. Fotografías del proceso de extracción de pectina y elaboración de mermelada y evaluación sensorial



Figura 7. Selección y limpieza de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*)



Figura 8. Pesado de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*)



Figura 9. Cortado de la cáscara de papa en tamaños pequeños



Figura 10. Inactivación Enzimática



Figura 11. Filtración de la cáscara después de la inactivación enzimática



Figura 12. Hidrólisis ácida (ácido cítrico y ácido clorhídrico por calor)



Figura 13. *Filtración de la pectina*



Figura 14. *Pectina humedad*

Elaboración de la mermelada de durazno aplicando la pectina extraída de la cáscara de papa



Figura 15. *Selección y limpieza de los duraznos*



Figura 16. *Pelado químico de los duraznos*



Figura 17. *Mermelada de durazno aplicando la pectina extraída de la cáscara de papa*

Evaluación sensorial



Figura 18. *Catación de la mermelada de durazno en los laboratorios de la UPEC*