

Obtención de pectina y su uso en la producción de mermelada a partir del cacao (*Theobroma cacao L.*).

Obtaining pectin and its use in the production of jam from cocoa (*Theobroma cacao L.*)

Obtenção de pectina e sua utilização na produção de geléia de cacau (*Theobroma cacao L.*)

Jhosselyn Katherine Bone-Quintero

jhosselyn.bone@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2200-4523>

Carrera de Ingeniería Química, Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador

Verónica Gabriela Lara-Cevallos

veronica.lara@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8319-5154>

Carrera de Ingeniería Química, Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador

María Elizabeth Canchingre-Bone

elizabeth.canchingre@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5575-9327>

Carrera de Ingeniería Química, Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador

Guillermo Alfredo Mosquera-Quintero

guillermo.mosquera@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6779-6416>

Carrera de Ingeniería Química, Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador

RESUMEN

Los residuos no utilizados de la explotación del cacao son causados por una variedad de factores, como la falta de recursos económicos y técnicos, incluidos los bajos estándares académicos y las pequeñas innovaciones, por tal razón, el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo obtener pectina para la producción de mermelada a partir del cacao (*Theobroma Cacao L.*). La extracción de pectina se la llevo a cabo en medio ácido utilizando el ácido cítrico con agente de extracción y el alcohol etílico a 96° con agente de precipitación. Para la extracción se utilizaron tres pH diferentes 3, 4 y 5 a una temperatura entre 85°C a 90°C, estableciendo como variable fija un tiempo de 60 minutos. Se dispuso de 3 repeticiones por cada pH. El mejor resultado para la obtención de la pectina fue pH 3 reportando un rendimiento de 6,57%, cenizas 8%, metoxilo 10,75%, AAG 72,75% y grado de esterificación 41,30% permitiendo evaluar sus potenciales para ser empleada en la industria de alimentos y agregando valor a la cadena productiva del cacao. Con la pectina extraída se elaboró una mermelada a partir del mucílago y placenta, en donde se obtuvo que la muestra 2 con su formulación de 160 g de mucílago, 40 g de placenta, 1 g de pectina, 0,05 g de conservante, 70 g de sacarosa y 0,3 g de ácido cítrico fue la muestra aceptable obteniendo como resultado un pH de 3,41, sólidos solubles de 65 °Brix, densidad de 1215 kg/m³ y en cuanto a los análisis microbiológicos la muestra cuenta con un recuento de mohos y levaduras dentro de los rangos establecidos en la norma, dando un producto libre de especies bacterianas y apto para un consumo humano.

Palabras clave: Pectina, mermelada, análisis sensorial, sólidos solubles, análisis físicos y químicos.

ABSTRACT

The unused residues of cocoa exploitation are caused by a variety of factors, such as the lack of economic and technical resources, including low academic standards and small innovations, for this reason, the present research project aimed to obtain pectin for the production of jam from cocoa (*Theobroma Cacao L.*). Pectin extraction was carried out in an acid medium using citric acid with extraction agent and ethyl alcohol at 96° with precipitation agent. For the extraction, three different pH 3, 4 and 5 were used at a temperature between 85°C and 90°C, establishing a time of 60 minutes as a fixed variable. There were 3 repetitions for each pH. The best result for obtaining pectin was pH 3, reporting a yield of 6.57%, ash 8%, methoxyl 10.75%, AAG 72.75% and degree of esterification 41.30%, allowing the evaluation of its potential to be used in the food industry and adding value to the cocoa production chain. With the extracted pectin, a jam was made from the mucilage and placenta, where it was obtained that sample 2 with its formulation of 160 g of mucilage, 40 g of placenta, 1 g of pectin, 0.05 g of preservative, 70 g of sucrose and 0.3 g of citric acid was the acceptable sample, obtaining as a result a pH of 3.41, soluble solids of 65 °Brix, density of 1215 kg/m³ and in terms of microbiological analysis, the sample has a count of molds and yeasts within of the ranges established in the standard, giving a product free of bacterial species and suitable for human consumption.

Keywords: Pectin, jam, sensory analysis, soluble solids, physical and chemical analysis.

RESUMO

Os resíduos não aproveitados da exploração do cacau são causados por diversos fatores, como a falta de recursos econômicos e técnicos, incluindo baixo padrão acadêmico e pequenas inovações, por este motivo, o presente projeto de pesquisa teve como objetivo a obtenção de pectina de cacau (*Theobroma Cacao L.*). A extração da pectina foi realizada em meio ácido utilizando ácido cítrico com agente extrator e álcool etílico a 96° com agente precipitante. Para a extração foram utilizados três diferentes pHs 3, 4 e 5 em temperatura entre 85°C a 90°C, estabelecendo-se como variável fixa um tempo de 60 minutos. Houve 3 réplicas para cada pH. O melhor resultado para obtenção de pectina foi pH 3, relatando um rendimento de 6,57%, cinzas 8%, metoxil 10,75%, AAG 72,75% e grau de esterificação 41,30% permitindo avaliar seu potencial para ser utilizado na indústria alimentícia e agregar valor à cadeia produtiva do cacau. Com a pectina extraída foi feito um doce a partir da mucilagem e placenta, onde se obteve essa amostra 2 com sua formulação de 160 g de mucilagem, 40 g de placenta, 1 g de pectina, 0,05 g de conservante, 70 g de sacarose e 0,3 g de ácido cítrico foi a amostra aceitável, obtendo como resultado um pH de 3,41, sólidos solúveis de 65 °Brix, densidade de 1215 kg/m³ e em relação às análises microbiológicas a amostra possui contagem de bolores e leveduras em seu interior dentro das faixas estabelecidas na norma, dando origem a um produto livre de espécies bacterianas e próprio para consumo humano.

Palavras-chave: Pectina, geléia, análise sensorial, sólidos solúveis, análise físico-química.

INTRODUCCIÓN

Theobroma Cacao L., es el nombre científico que recibe el árbol de cacao, este es un árbol nativo de más de 1500 años de las regiones tropicales de América. Estas plantas tienen una historia relevante en la economía del Ecuador, por tratarse de un producto de exportación que abarca gran cantidad del mercado de los alimentos debido a sus múltiples formas de consumo, sabor y propiedades nutricionales (Vera *et al.*, 2020).

Durante muchos años se ha usado únicamente el 20% del fruto del cacao, es decir, solo se hace uso de las semillas para fabricar chocolate y sus derivados el 80% restante del fruto se considera desechos. Los residuos no utilizados de la explotación del cacao son causados por una variedad de factores, como la falta de recursos económicos y técnicos, incluidos los bajos estándares académicos y las pequeñas innovaciones (Luzuriaga, 2012). Según (Vargas *et al.*, 2019), el aprovechamiento de los subproductos de la poscosecha del cacao se perfila como una alternativa para diversificar las actividades cacaoteras, dada la gran gama de posibilidades de uso de la materia prima de bajo costo con propiedades benéficas.

METODOLOGÍA

El presente proyecto de investigación se desarrolló en la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas, en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Química. Se recolectaron 80 mazorca de cacao de la variedad CCN-51, para la selección de los frutos se realizó un análisis sensorial mediante inspección visual, tomando en cuenta parámetros como: madurez (color amarillo-rojizo) y apariencia física (libre de enfermedad, cortes inadecuados y sin golpes).

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE PECTINA.

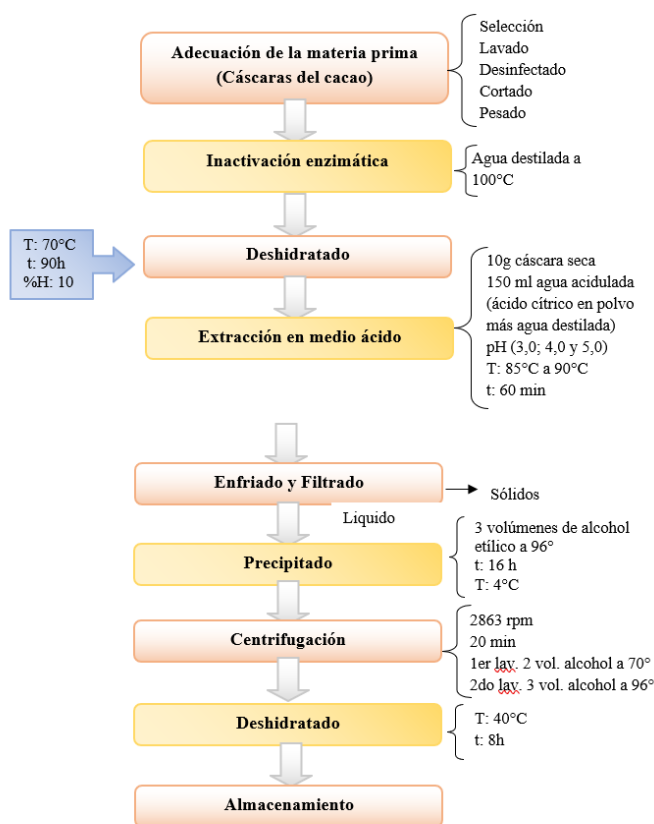


Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de pectina

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA EXTRACCIÓN DE PECTINA.

Tabla 1. Diseño experimental para la extracción de pectina

MUESTRAS	PARÁMETROS					ANÁLISIS DEL PRODUCTO FINAL
	pH	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Agente de extracción	Agente de precipitación	
M1	3	60	85 -90	Ácido cítrico	Alcohol etílico a 96°	
M2						
M3						
M4	4	60	85 -90	Ácido cítrico	Alcohol etílico a 96°	
M5						
M6						
M7	5	60	85 -90	Ácido cítrico	Alcohol etílico a 96°	
M8						
M9						

Para garantizar la eficacia de productos obtenidos en este proyecto de investigación, se realizaron los siguientes análisis.

Tabla 2. Variables a analizar de la pectina extraída

VARIABLES DE LA PECTINA EXTRAÍDA			
Variable	Tipo de análisis	Metodología	Unidad
Porcentaje de rendimiento	Físico	Fórmula	%
Cenizas	Bromatológico	Calcinación a 600°C durante 24 horas	%
Índice de acidez	Químico	Titulación con NaOH al 0.1N	Meq/g
Peso equivalente	Químico	Titulación con NaOH al 0.1N	g/meq
Porcentaje de metoxilo	Químico	Titulación con NaOH al 0.1N	%
Porcentaje de Ácido Anhidro Galacturónico	Físico	Fórmula	%
Grado de Esterificación	Físico	Fórmula	%

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MERMELADA.

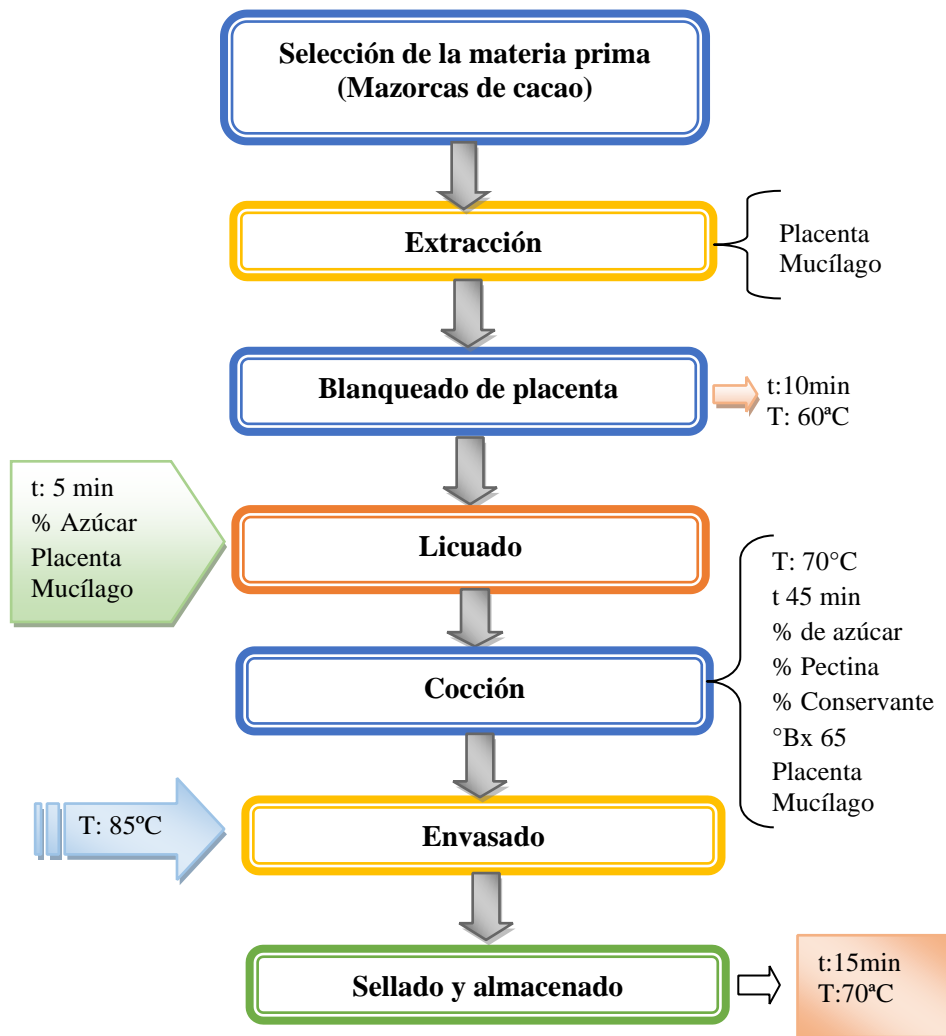


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de mermelada de mucilago y maguey

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA A PARTIR DEL MUCÍLAGO Y PLACENTA DEL CACAO.

Tabla 3. Formulación para la elaboración de la mermelada

MUESTRAS	PARÁMETROS					
	Mucílago (g)	Placenta (g)	Pectina (g)	Benzoato de sodio (g)	Azúcar (g)	Ácido Cítrico (g)
M1	100	100	1.0	0.05	70	0.3
M2	160	40	1.0	0.05	70	0.3
M3	60	140	1.0	0.05	70	0.3

ANÁLISIS DEL PRODUCTO FINAL

Para conocer la calidad de producto obtenido se llevaron a cabo los siguientes análisis.

Tabla 4. Variables de la mermelada para analizar

VARIABLES DE LA MERMELADA	
<i>Variable</i>	Tipo de análisis
<i>pH</i> <i>Densidad</i> <i>Solidos Solubles</i>	Fisicoquímicos
<i>Mohos y Levaduras</i> <i>Coliformes totales</i>	Microbiológicos
<i>Color</i> <i>Olor</i> <i>Sabor</i> <i>Apariencia</i>	Organolépticos

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resultados de los análisis de la pectina

La pectina se extrajo a temperaturas entre 85°C a 90° C y diferentes pH. Todos los experimentos se realizaron a tiempo constante (60 min). En total se realizaron 9 experimentos.

Tabla 5. Resultados del porcentaje de rendimiento y de cenizas

Parámetro	Rendimiento (%)	Cenizas (%)
pH 3	6,57	8
pH 4	6,53	12
pH 5	6,30	14

El rendimiento promedio de los tres pH reporto valores mayores a otros estudios realizados en el país empleando la misma materia prima, según lo expresado por (Cotilla *et al.*, 2020), afirman que el rendimiento obtenido en su experimento fue de 5.11%, mientras que lo demostrado por (Rengifo *et al.*, 2021), indicaron que el rendimiento porcentual de pectina fue de 6.31%.

Dentro del porcentaje de cenizas se puntualiza que el pH 3 cuenta con el valor optimo según de lo reportado por (Suárez y Marín, 2019), que el límite máximo de contenido de cenizas es del 10%, mientras que el pH 4 y pH 5 se encuentran fuera de rango estableciendo un incremento de compuestos inorgánicos en la pectina.

Tabla 6. Resultados del Índice de acidez, peso equivalente y metoxilo.

Parámetro	Índice de acidez (meq/g)	Peso equivalente (g/meq)	Metoxilo (%)
pH 3	0,48	2000	10,75
pH 4	0,35	3125	11,78
pH 5	0,21	5000	13,02

Dentro del índice de acidez se reportaron valores similares a otros estudios realizados utilizando la misma materia prima, según (Suarez y Marín, 2019), su valor fue de 0,35 (meq/g), mientras el de (Mendoza *et al.*, 2017), fue de 0,20 (meq/g). Es importante recalcar que la pectina estándar cuenta con un valor mayor a lo obtenido en este estudio según lo reportado por (Barreto *et al.*, 2017), la pectina comercial presenta 0,78 (meq/g) de acidez libre, esto se debe a que las pectinas comerciales por lo general son extraídas de las cáscaras de frutos cítricos a diferencia de nuestra cáscara de estudio que no es cítrica.

En cuanto a la variable del peso equivalente estudios como el de (Mendoza *et al.*, 2017), reportan que la pectina estándar de gelificación lenta tiene un valor de $2702,9 \pm 54,4$ (g/meq) y que la de gelificación rápida es de $3602,1 \pm 37,1$ (g/meq), lo que puntualiza que los valores del pH 3 y pH 4 del presente estudio se encuentran dentro del rango expresado por dicho autor, mientras que el pH 5 se encuentra fuera del rango establecido lo que podría indicar que el aumento del PE tiene una influencia sobre las propiedades físicas de las pectinas, como la viscosidad, que se encuentra relacionada con la formación de geles.

Para la categorizar el porcentaje de metoxilo se tomó como referencia el estudio realizado por (Barreto *et al.*, 2017), donde reporta que el contenido de metoxilo de la pectina estándar es del $7\% \pm 3,22\%$, a partir de esto se puntualiza que los porcentajes obtenidos en la presente investigación se encontraron por encima de este valor considerándose una pectina de alto porcentaje de metoxilo. Otros estudios como lo reportado por (Suarez y Marín, 2019) y (Cotilla *et al.*, 2020), mencionan que las pectinas extraídas a base de la mazorca de cacao mediante extracción en medio ácido son de alto porcentaje de metoxilo lo que concuerda con lo obtenido.

Tabla 7. Resultados del porcentaje de ácido anhídrido galacturónico y grado de esterificación

Parámetro	Ácido Anhídrido Galacturónico (%)	Grado de Esterificación (%)
pH 3	72,75	41,30
pH 4	64,53	49,65
pH 5	55,73	65,41

El ácido anhídrido galacturónico AAG es la unidad fundamental para obtener la pureza de la pectina según lo descrito por (Cotilla *et al.*, 2020), el valor del contenido mínimo del AAG para que la pectina sea relevante para la industria alimentaria es del 65%, al contener un valor por debajo de lo estipulado es permisible que la pectina obtenida tenga impurezas como galactanos, xilanos, hemicelulosas u otros componentes que son susceptibles a la precipitación alcohólica según lo reporta (Barreto *et al.*, 2017), en donde se puntualiza que la pectina del pH 3 es la pectina con una alta concentración de AAG.

Para puntualizar el grado de esterificación se toma como referencia el estudio realizado por Almeida *et al.*, (2019), donde reporta que el grado de esterificación constituye una propiedad química muy importante relacionada con la velocidad de gelificación y solidificación de las moléculas de pectina cuyo valor debe encontrarse por encima del 50%, lo que se puntualiza que la pectina del pH 3 y pH 4 del presente proyecto están por debajo de este valor considerándose una pectina de bajo grado de esterificación, mientras que la del pH 5 se encuentra por encima de este valor considerándola una pectina de alto porcentaje de grado de esterificación. Cabe informar que el grado de esterificación disminuye debido al efecto de la hidrólisis sobre los enlaces éster de la cadena de polimérica de ácidos galacturónicos según lo expresado por (Ramírez *et al.*, 2020).

Para determinar el grado de gelificación se tomó en cuenta el grado de esterificación según lo reportado por (Almeida *et al.*, 2019), los valores menores a 65% se considera una lenta gelificación, mientras que para valores mayores a 65% se puntualiza una rápida gelificación, como resultado en este proyecto el pH 5 es óptimo para una rápida gelificación, mientras que el pH 3 y pH 4 se ubican en la lenta gelificación ratificando lo expresado por (Almeida *et al.*, 2019). La pectina utilizada en la producción de mermelada es la del pH 3, ya que esta tiene una mejor disolución, mientras que los pH 4 y pH 5 presentaron grumos en la cocción.

Tabla 8. Resultados de las características organolépticas.

<i>Propiedades</i>	<i>Textura</i>	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Sabor</i>
<i>Pectina de la mazorca de cacao CCN-51</i>	Polvo de libre fluidez	Marrón oscuro	A cacao	Ninguno

La pectina obtenida a partir de la cáscara de cacao, presenta una textura de libre fluidez, un color marrón oscuro, olor característico a la fruta a cacao y sin ningún sabor, el color adoptado por la pectina del presente proyecto es diferente al color de la pectina comercial teniendo esta una color crema, esto se da por los polifenoles presentes en la cáscara de cacao, los cuales son componentes naturales del producto, que se oxidan ante la presencia de oxígeno y temperaturas altas según lo descrito por (Rengifo *et al.*, 2021).

Resultados de los análisis de la mermelada

Tabla 9. Resultados de los análisis Físicoquímicos.

Muestras	pH	Sólidos Solubles (°Brix)	Densidad (kg/m³)
M1	3,59	66	1260
M2	3,41	65	1215
M3	4,44	60	1395

En cuanto al pH según la NTE INEN 2825 (2013), específica que los valores aptos son entre 3,25 a 3,5, por lo evidenciado en los resultados la M2 obtuvo un pH de 3,41 siendo la muestra óptima, mientras que los resultados de M1 y M3 están por encima de los rangos establecidos con 3,59 y 4,44 respectivamente.

Para la variable de sólidos solubles (°Brix) según la norma NTE INEN 2825 (2013), plantea que los sólidos solubles para las mermeladas deben tener como mínimo 65 °Brix y un máximo 68 °Brix, según los resultados detallados en la tabla 15 se observa que la M1 y M2 cumplen con el valor establecido bajo la norma en mención, mientras que la M3 se encuentra fuera de rango.

Dentro de los resultados de la densidad impartidos por el Laboratorio “IMPECABLE” la se estableció que la M2 tiene a una textura menos densa y más jugosa, mientras M1 y M3 cuentan con una apariencia más densa y seca.

Tabla 10. Resultados de los análisis Microbiológicos.

<i>Muestras</i>	<i>PARÁMETROS</i>	
	<i>Mohos y levaduras (UFC/g)</i>	<i>Coliformes Totales</i>
M1	6	Negativo para el test
M2	3	Negativo para el test
M3	5	Negativo para el test

Según NTE INEN 2825 (2013), reporta que el conteo microbiológico es un indicador del grado de alteración de los alimentos, si el valor supera los 10 UFC/g es considerado un alimento no consumible; en la presente investigación los valores obtenidos se encuentran dentro de lo estipulado.

En cuanto a coliformes totales todas las muestras dieron negativo para el test según los resultados enviados por el laboratorio “IMPECABLE”, es decir que las distintas muestras de mermeladas llevadas a cabo en este proyecto investigativo no presentan grupos de especies bacterianas.

Tabla 11. Resultados de las características organolépticas

<i>Muestras</i>	<i>PARÁMETROS</i>			
	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Sabor</i>	<i>Apariencia</i>
M1	Chocolate, característico	3,8	3,2	Poco agradable
M2	Chocolate, característico	3,5	3,9	Agradable
M3	Chocolate, característico	3,1	3,3	Poco agradable

Según los resultados del Laboratorio “IMPECABLE” se pudo puntualizar que el color de las tres muestras fue chocolate característico, es decir que las muestras no necesitan adición de colorantes artificiales. Dentro de las variables de olor y sabor para las muestras 1, 2 y 3 resultaron aceptables, por su olor característico a la fruta del cacao y su sabor agridulce producido por el mucílago.

La apariencia de las muestras 1 y 3 resultaron poco agradable debido al estado seco que presentan estas muestras, resultando la muestra 2 con una apariencia agradable.

Como resultado final tenemos que la muestra 2 con su formulación de 160 gramos de mucílago, 40 gramos de placenta, 1 gramo de pectina, 0.05 gramos de conservante, 70 gramos de sacarosa y 0.3 gramos de ácido cítrico fue la muestra aceptable, cumpliendo con las especificaciones estipuladas bajo de la Norma para las confituras, jaleas y mermeladas NTE INEN 2825 (2013). Siendo un producto de buena calidad listo para consumir.

CONCLUSIONES

Es posible utilizar los subproductos generados en la poscosecha del cacao (*Theobroma Cacao L.*), aprovechando la cáscara de cacao y su contenido de pectina en la preparación de mermeladas de tipo comercial a partir del mucílago y placenta brindando un valor agregado a la cadena productora de cacao.

La pectina fue caracterizada con el fin de detallar la pureza de la misma, obteniendo valores de rendimiento 6,30% a 6,57%, ceniza de 8% a 14%, acidez libre de 0.21 (meq/g) a 0.48 (meq/g), peso equivalente de 2000 (g/meq) a 5000 (g/meq), porcentaje de metoxilo de 10,75% a 13,02%, porcentaje de ácido anhídrido galacturónico de 55,73% a 72,75% y grado de esterificación de 41,30% a 65,41%; permitiendo evaluar sus potenciales para ser empleada industrialmente.

Se elaboraron mermeladas con diferentes formulaciones de mucílago y placenta del cacao utilizando la pectina del pH 3 obtenida en este proyecto de investigación la cual cumplió con la caracterización permisible de una pectina estándar. En la caracterización fisicoquímica la mermelada elaborada a partir de mucílago y placenta se obtuvo la muestra 2 como la muestra óptima obteniendo un pH de 3.41, sólidos solubles de 65 °Brix, densidad de 1215 kg/m³ y en cuanto a los análisis microbiológicos la muestra cuenta con un recuento de mohos, levaduras y coliformes totales dentro de los rangos establecidos en la norma, dando un producto libre de especies bacterianas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, C.; Criollo, C.; Chamorro, S.; Palacios, T. Diseño de un proceso piloto de extracción de pectina como gelificante a partir de residuos de la naranja (*Citrus Sinensis*). Revista Investigación y Desarrollo. [Online] 2019, 1, 23-29
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/1274>
- Barreto, G.; Púa, A.; De Alba, D.; Pion, M. Extraction and characterization of pectin from sugar mango (*Mangifera indica L.*). Revista Temas Agrarios. [Online] 2017, 22, pp. 77-84. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/346>
- Cotilla, L.; Gallardo, M.; Berroa, G. Prospección de nuevas fuentes naturales de pectinas con potencialidades Para la industria alimentaria. Revista Medio Ambiente y Desarrollo. [Online] 2020, 20, pp. 1-4.
<https://cmad.ama.cu/index.php/cmاد/article/view/3/261>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma para las confituras, jaleas y mermeladas (CODEX STAN 296-2009, MOD). NTE INEN 2825 2013-11, Quito, 2013. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2825.pdf>
- Luzuriaga, D. Extracción y aprovechamiento del mucílago de cacao (*Theobroma cacao*) como materia prima en la elaboración de vino. Tesis de Ingeniería [Online], Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, abril de 2012.
http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4930/1/47745_1.pdf
- Mendoza, L.; Jiménez, J.; Ramírez, M. Evaluación de la pectina extraída enzimáticamente a partir de las cáscaras del fruto de cacao (*Theobroma cacao L.*). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. [Online] 2017, 20, pp. 131-138.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n1/v20n1a15.pdf>
- Ramírez, T.; González, N.; Guerrero, E. Orange residue pectin applying the 3R principle. Revista Científica [Online] 2020, Vol. 8, pp. 84-91. <https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/1627>
- Rengifo, Y.; Macias, J.; Mendoza, S.; Pincay, D. Evaluación de dos métodos de extracción de pectina de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao*). Revista Sinapsis. [Online] 2021, 2, pp. 1-12.
<https://revistas.itsup.edu.ec/index.php/sinapsis/article/view/550/1108>
- Suarez, M.; Marín, R. Evaluación de dos métodos de extracción de pectina de la cáscara de cacao (*Theobroma Cacao*). Revista Cien. Tecn. Agrollanía. [Online] 2019, 18, artículo
<http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollanía/VOL18/ARTICULO4.pdf>
- Vargas, M.; Figueroa, H.; Tamayo, J.; Toledo, V.; Moo, V. Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos bioactivos. Ciencias Naturales y Agropecuarias. [Online] 2019, 26, artículo 2.
<https://www.redalyc.org/journal/104/10458194006/html/>
- Vera, E.; Cedeño, B.; Mera, A. Elaboración de vinagre de vino a partir del mucílago y exudado de cacao criollo (*Theobroma Cacao L.*). Revista Científica “INGENIAR”. [Online] 2020, 3, pp. 2-13. <https://doi.org/10.46296/ig.v3i6.0014>