

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Extracción de pectina a partir de cáscara de cambur para la producción de una mermelada

Extraction of pectin from banana peel for the production of a jam

Mitchell José Toyo-Díaz

mitjose@gmail.com

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Santa Ana de Coro, Falcón
Venezuela

<https://orcid.org/0000-0001-7203-3723>

Betsay María Toyo-Fernández

btoyofernandez@gmail.com

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Santa Ana de Coro, Falcón
Venezuela

<https://orcid.org/0000-0001-9679-747X>

María Eugenia Moreno-Quintero

mariomoreno@gmail.com

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Punto Fijo, Falcón
Venezuela

<https://orcid.org/0000-0003-2254-7739>

Recibido: 01 de marzo 2023

Revisado: 10 de abril 2023

Aprobado: 15 de junio 2023

Publicado: 01 de julio 2023

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue extraer pectina a partir de cáscara de cambur (*Musa paradisiaca*) y aplicarlo en la producción de una mermelada. La investigación fue de diseño experimental y consistió en la extracción de pectina por hidrólisis ácida de la cáscara de cambur (*Musa paradisiaca*), con ácido clorhídrico concentrado experimentando: pH (2,2; 5 y 3), tiempo (45; 60 y 75 min). El análisis de superficie de respuesta precisa ($P < 0,05$), condiciones de extracción a una temperatura 85°C, pH 2 y tiempo 75 min para un rendimiento de pectina del 13,87% con un contenido metoxilo de 12%. Como Resultado se elaboró una mermelada de piña con la pectina y se evaluó mediante un análisis sensorial y estadístico (ANOVA), reportando niveles altos de aceptabilidad y diferencias significativas en los atributos respecto al control. Se concluye que la pectina obtenida de la cáscara de cambur puede ser aplicada en mermeladas.

Descriptor: Pectinas; cascaras; cambur; hidrólisis; producción alimentaria. (Tesoro AGROVOC).

ABSTRAC

The objective of the research was to extract pectin from banana peel (*Musa paradisiaca*) and apply it in the production of a jam. The investigation was of experimental design and consisted in the extraction of pectin by acid hydrolysis of banana peel (*Musa paradisiaca*), with concentrated hydrochloric acid experimenting: pH (2.2; 5 and 3), time (45; 60 and 75 min). The precise response surface analysis ($P < 0.05$), extraction conditions at a temperature of 85°C, pH 2 and time 75 min for a pectin yield of 13.87% with a methoxyl content of 12%. As a result, a pineapple jam was made with pectin and it was evaluated by means of a sensory and statistical analysis (ANOVA), reporting high levels of acceptability and significant differences in the attributes with respect to the control. It is concluded that the pectin obtained from the banana peel can be applied in jams.

Descriptors: Pectins; shells; banana; hydrolysis; food production. (AGROVOC Thesaurus).

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

INTRODUCCIÓN

La pectina, son sustancias que se obtienen de las plantas, fundamentalmente de sus frutos. Está formada por una mezcla compleja de polisacáridos estructurales, donde su componente medular es el ácido galacturónico, el cual es uno de los principales constituyentes de la pared celular de tejidos vegetales parenquimatosos (Ramos *et al.*, 2016). Entre las fuentes de producción ésta sustancia están las cáscaras de manzana y los cítricos, la principal fuente comercial (10-15% y 20-30% peso en base seca, respectivamente) (Chaparro *et al.*, 2015), sin embargo, se han explorado nuevos soportes alternos como residuos industriales como los provenientes del procesamiento de papaya, mango, melocotón, girasol, café, cacao y plátano (Zegada *et al.*, 2015; Ramos *et al.*, 2016).

La pectina, es un aditivo de gran aplicación en industria de alimentos, por sus propiedades gelificantes en la producción de gelatinas, mermeladas, jaleas, productos lácteos bajos en grasa, etc., espesantes, estabilizante de emulsiones y suspensiones, en helados y postres fríos, en soluciones para recubrir salchichas y carnes enlatadas, etc.; como agente espesante en bebidas, finalmente bocadillos, dulces, galletas, gomitas, entre otros (Ramos *et al.*, 2016; Moreno *et al.*, 2018). El requerimiento de pectinas en el mundo está en constante incremento, sobrepasando las 20,000 toneladas por año (Moreno *et al.*, 2017). La exigencia de tal insumo en la industria alimentaria, hace que la búsqueda de materia primas alternativas y rentables, sea una tarea incesante para la ciencia, particularmente en aquellos países con elevado consumo y altos niveles de importación de éste producto, de allí la imperiosa necesidad de evaluar recursos vegetales residuales no tradicionales generados del consumo comercial.

En la actualidad, se evidencia el interés en el estudio de residuos vegetales con miras a su aprovechamiento para la generación de productos de interés económico y social. Esto se debe a su composición química variada, ya que son una fuente importante de sustancias que pueden ser utilizadas debido a sus propiedades favorables, tecnológica o nutricionalmente, para su conversión o extracción de un producto útil de mayor valor

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

agregado que además de solucionar un problema, genere ingresos económicos adicionales (Vargas y Pérez, 2018). En este sentido, variadas son investigaciones que evidencian, la viabilidad en la extracción de pectina aplicando hidrólisis ácida a cortezas residuales, obteniéndose rendimientos y calidad aceptable (Ávila, 2019; Castillo *et al.*, 2018; Fustamante y Valdera, 2019).

El cambur, es un fruto básico en la alimentación humana, debido a rico sabor, disponibilidad y bajo costo, su consumo normalmente se centra en la pulpa del fruto fresco cuando ha alcanzado un nivel de maduración o mediante su procesamiento para obtener productos alimenticios, en ambos casos, queda la cáscara como un residuo (Arellanes *et al.*, 2011). Sin embargo, es posible la utilización de la cáscara de este fruto como soporte para la extracción de pectina, considerándolo como una vía alternativa a las ya existentes, a la vez que favorece el aprovechamiento de este residuo con la minimización de contaminación.

En evidencia de la potencialidad de las cáscaras de frutos, se planteó una investigación con el objetivo de extraer pectina a partir de cáscara de cambur (*Musa paradisiaca*) y aplicarlo en la producción de una mermelada

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se emplearon frutos de cambur, provenientes de población San Luis, municipio Bolívar, estado Falcón, Venezuela. La cáscara, se tomó a partir de 30 kilogramos de cambur frescos agrupados en racimos, en su estado de madurez de consumo, de color amarillo uniforme, buen estado físico y sin daños biológicos (sin hongos ni descomposición).

Preparación del material

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Los frutos se lavaron con agua y se desinfectaron con agua clorada, se separó la cáscara de la pulpa interior cortándose la cáscara a trozos de tamaño de 2 a 5 cm. Para prevenir el pardeamiento enzimático, se realizó un tratamiento de escaldado de la corteza con solución de ácido cítrico (5% m/v) a temperatura ambiente por 30 minutos. Posteriormente, se escurrieron, molieron y secaron a temperatura de 60°C por un tiempo de 24 horas hasta humedad del 10%. Luego se pulverizó y se almacenó en bolsas herméticas (Arellanes, 2011; Arrazola *et al.*, 2016 y Zegada, 2015;).

Caracterización de la materia prima

Las cáscaras de cambur en su estado inicial se analizaron en base a metodologías normalizadas determinando sus parámetros fisicoquímicos por triplicado (Tabla 1).

Tabla 1.
Métodos normalizados para el análisis fisicoquímico.

Parámetros	Normas de referencia
Humedad	COVENIN 1156-79
Sólidos totales	COVENIN 1945-82
pH	COVENIN 1315-79
Proteína cruda	AOAC, 2057
Extracto etéreo	COVENIN 1785--81
Azúcares totales	COVENIN 1301-83
Azúcares Solubles	COVENIN 924-83
Cenizas totales	COVENIN 1155 – 79

Fuente: Normas COVENIN 1156-79,1979;1945-82, 1979; 1315-79, 1979; 1785—81, 1981; 1301-83,1983; 924-83, 1983 1155 – 79, 1979.

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Extracción de pectina por hidrólisis ácida y diseño de experimentos

En un beaker de 500mL, se colocaron 30g de la cáscara de cambur pre-tratada y seca, se le adicionó 200mL de agua destilada y se agitó. La extracción, se experimentó con referencia a los siguientes factores y niveles: temperatura (45; 60; 75 °C), tiempos (80, 85, 90 min) y pH (2; 2,5 y 3) para lo cual se utilizó ácido clorhídrico concentrado. La mezcla experimental se agitó constantemente durante la hidrólisis y al terminar el tiempo, se filtró el residuo con un liencillo y el líquido obtenido se enfrió a temperatura ambiente. Al líquido, se le adicionó etanol absoluto en proporción 1:1,5 y agitó constantemente, dejando en reposo por 12 horas para precipitar la pectina como un sólido gelatinoso, se filtró nuevamente. El producto se secó en una estufa a una temperatura de 60°C. Finalmente, se realizó la molienda de la pectina hasta un fino polvo (Moreno *et al.*, 2017; Curbelo *et al.*, 2017; Zegada, 2015)

Con los factores condicionantes del hidrolisis, se realizó un diseño experimental aleatorio, cada uno con tres niveles, lo cual permitió un arreglo factorial 3^3 que determinaron 54 ensayos al realizarse en dos bloques. Como variable respuesta se estableció el rendimiento de pectina extraída.

Caracterización de la pectina

La calidad de la pectina extraída, se determinó a partir indicadores de pureza y propiedades gelificantes (Tabla 2), lo cual define el buen desempeño del extracto en la elaboración de productos (Zegada, 2015).

Tabla 2.

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Métodos normalizados para la caracterización fisicoquímica de la pectina.

Parámetros	Método	Referencia
Contenido metóxilo	Volumétrico	Mendoza <i>et al.</i> , (2017)
Ácido galacturónico	Titulación con NaOH	
Grado de esterificación		

Elaboración: Los autores.

Elaboración de mermelada con la pectina extraída

En este producto, se concentra la fruta mezclada con azúcar hasta un 65% de azúcar que corresponde a un contenido de sólidos solubles de 68°Brix (Rodríguez y Cepeda, 2016). Se empleó la piña como fruto saborizante, la cual se escogió, lavo con agua, se le removió la corteza y se procesó la pulpa en trozos pequeños, se obtuvo 600g. Se aplicó cocción y a la temperatura de 40°C se agregó 300g de azúcar, 2,45g de la pectina extraída y 3,54g de ácido cítrico. Al transcurrir 18 minutos y al alcanzar 100°C se adiciona nuevamente 300g de azúcar de modo controlado que los niveles de sólidos solubles no excedan los 65 Brix. Finalizado el proceso, el producto terminado se envasó en un recipiente esterilizado de 250g y se conservó bajo refrigeración (Cedeño, 2019; Charley, 2012).

Análisis sensorial de la mermelada

El análisis sensorial, se realizó en base a los atributos color, olor, textura y sabor, aplicando la metodología de comparación referida por Sancho *et al.* (2002). Se fundamenta en la determinación de diferencia entre un producto comercial (control) y el elaborado con la pectina extraída de la corteza de cambur. La evaluación se realizó por 20 jueces no entrenados, mediante un instrumento con una escala verbal - hedónica de cinco puntos, se valoró la opinión del juez degustador con referencia a la siguiente

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

descripción: me gusta mucho (5), me gusta (4), me gusta poco (3), me es indiferente (2) y me desagrada (1). Esto con la finalidad de determinar el grado de aceptación o rechazo de las muestras de mermeladas y seleccionar la de mayor agrado.

Análisis estadístico

Los resultados de la extracción de la pectina, se procesaron estadísticamente (ANOVA), para determinar la significancia de los factores experimentales y sus niveles. Por otra parte, las calificaciones de los jueces en el análisis sensorial de la mermelada control y la elaborada con la pectina extraída, se evaluaron utilizando el análisis de varianza de una vía para determinar si existían diferencias significativas entre los promedios de las calificaciones asignados a cada muestra. Se empleó el paquete estadístico Statgraphic Centurión XV, versión 15.2.06.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización fisicoquímica de la cáscara de cambur

En la tabla 3, se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica y se comparan con otros soportes utilizados con el mismo propósito.

Tabla 3.

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Características fisicoquímicas de la materia prima y comparación.

Parámetros	Referencia comparativa				
	Cáscara de Cambur	Cáscara de Mango ¹	Cáscara de Naranja ²	Cáscara de Cacao ³	Bagazo de sábila ⁴
Humedad (%)	89,8±0,4	80,00±2,0	85,9 ± 1,6	8,17±0,52	5,926 ± 0,868
pH	4,8±0,3	-	3,93 ± 0,03	-	6,438 ± 0,0104
Proteína cruda (%)	4,3±0,5	0,50±0,1	6,16 ± 0,23	4,59±0,52	0,701 ± 0,0150
Extracto etéreo (%)	5,5±0,3	0,14±0,1	1,55 ± 0,17	0,60±0,64	-
Azúcares totales (%)	12,7±0,2	9,33±1,53	3,8 ± 0,3	45,52	-
Azúcares Solubles (°Brix)	5,5±0,08	-	7,1 ± 1,2	-	-
Cenizas totales (%)	13,46±0,07	9,17±0,76	3,29 ± 0,19	8,59±0,07	4,918 ± 1,565

Fuente: Fustamante y Valdera, 2019; Cerón *et al.*, 2011; Castillo *et al.*, 2018; Moreno *et al.*, 2017.

El contenido de humedad en la cáscara de cambur es alto, respecto a los demás materiales referenciados, a causa de la humedad natural de la muestra. Una humedad inferior al 10% previene el deterioro del material por actividad enzimática y microbiológica (Prescott *et al.*, 1999). El pH es ácido y el resultado es mayor al reportado en la cáscara de naranja, pero menor al del bagazo de sábila. El mismo es atribuible a los ácidos galaturónicos, unidad básica de todas las sustancias pécticas (Rodríguez y Zepeda, 2016).

La proteína cruda, se obtiene en el intervalo de los materiales referenciados, indicando su valor nutritivo como fuente de alimentación (Sáenz, *et al.*, 2006). El extracto etéreo, es alto respecto a los citados. Referencias sobre la obtención de pectina, no señalan ningún efecto de la fracción lipídica en su extracción. El contenido de azúcares totales, es superior al reportado en las referencias a excepción de la cáscara de cacao. Este parámetro es un indicativo de los hidratos de carbono que se pueden relacionar indirectamente con la pectina y otros polisacáridos complejos (Saavedra, 2015).

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

El contenido de sólidos solubles, es menor al existente en la cáscara de naranja, los demás soportes no reportan resultados. Éste parámetro, expresa la calidad del material para la extracción de pectina según el nivel de maduración. Este parámetro aumenta con la madurez del fruto y la pectina muestra degradación, disminuyendo el rendimiento, por lo tanto, los valores más bajos corresponden a frutos verdes incrementando la extracción de pectina (Chaparro, 2015).

La ceniza representa el contenido de minerales contenido en el soporte, el cual es absorbido por el mismo como nutriente del terreno donde se haya cultivado esta planta (Moreno *et al.*, 2020). El resultado, obtenido es superior a los determinados en materiales utilizados para los mismos fines extractivos. Las cenizas, pueden afectar la capacidad de esta sustancia para gelificarse.

Los resultados del análisis fisicoquímico de la cáscara de cambur, dejan en evidencia que es un soporte con condiciones adecuadas para ser utilizado para obtener pectina.

Obtención de pectinas mediante hidrolisis ácida

El análisis estadístico de los resultados ANOVA (tabla 4) determinó con un nivel de confianza del 95%, que la temperatura, el pH, el tiempo y las interacciones de pH y pH-tiempo tienen valor $p < 0,05$, por lo tanto, son significativos.

Tabla 4.

Análisis de varianza (ANOVA) para la extracción de pectina de la cáscara de cambur.

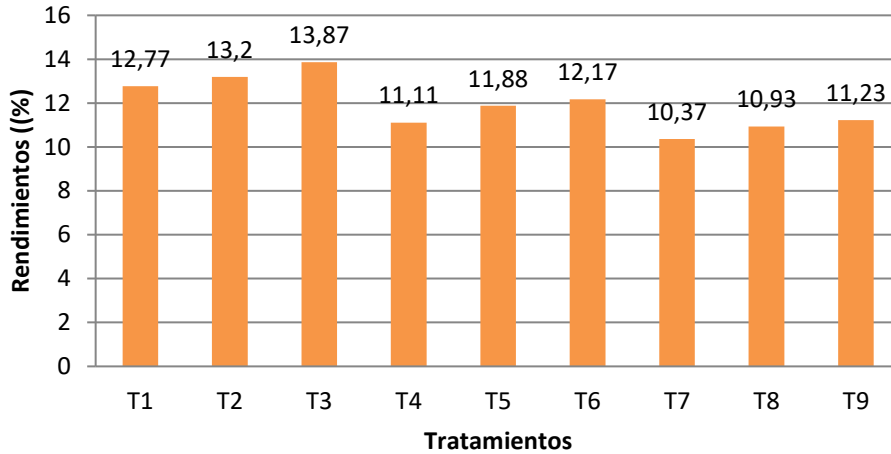
Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:pH	107,744	1	107,744	225,39	0,0000
B:Tiempo	8,132	1	8,132	17,01	0,0002
C:Temperatura	213,793	1	213,793	447,23	0,0000
AA	2,19593	1	2,19593	4,59	0,0373
AB	4,36054	1	4,36054	9,12	0,0041
Bloques	0,0000907407	1	0,0000907407	0,00	0,9891
Error total	22,4677	47	0,478036		
Total (corr.)	358,694	53			
R-cuadrada (%)		93,7363			
Estadístico Durbin-Watson		2,48329 (P=0,9301)			

Fuente: Aplicación del paquete estadístico Statgraphic Centurión XV, versión 15.2.06.

En la figura 1, se observa con referencia a la temperatura de 85°C ($p < 0,05$), un rendimiento mínimo de 10,37% a pH 3 y $t = 45$ min y máximo de 13,87% a pH 2 y $t = 75$ min. Con base a estos resultados, se determina mayor rendimiento al aplicar pH más bajos y mayores tiempos en la hidrólisis. Éste comportamiento concuerda con el reportado por Fustamante y Valdera (2019).

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero



pH	2			2,5			3		
Tiempo (min)	45	60	75	45	60	75	45	60	75

Figura 1. Rendimientos de pectina a diferentes pH, tiempos y temperatura de 80°C.

En el gráfico de efectos de los factores (Figura 2) se muestra, que la temperatura y pH tienen mayor incidencia en la variable respuesta, en tanto, el tiempo, es ligeramente significativo. Asimismo, se aprecia un máximo rendimiento promedio a estas condiciones en un 13,87%.

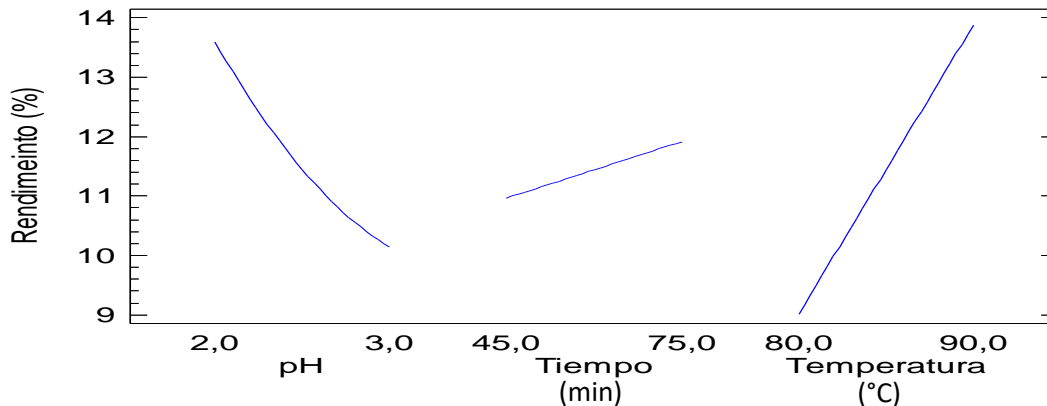


Figura 2. Efectos de los factores en el hidrolisis de la cascara de cambur

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

El gráfico de la superficie de respuesta (Figura 3), indica las condiciones que maximizan el rendimiento de pectina. El vértice de la malla muestra su mayor inclinación en el eje de rendimiento para un 13,87% a una temperatura de 85°C, pH 2 y 75 minutos, representando las mejores condiciones de extracción. El vértice inferior, está cercano a un tiempo de 45 min y pH=3 refiriendo un rendimiento de 10,37%. Se observa un ligero efecto del tiempo a pH= 3, en tanto, el rendimiento en función del pH, muestra una pendiente inclinada, lo que indica su influencia en la extracción.

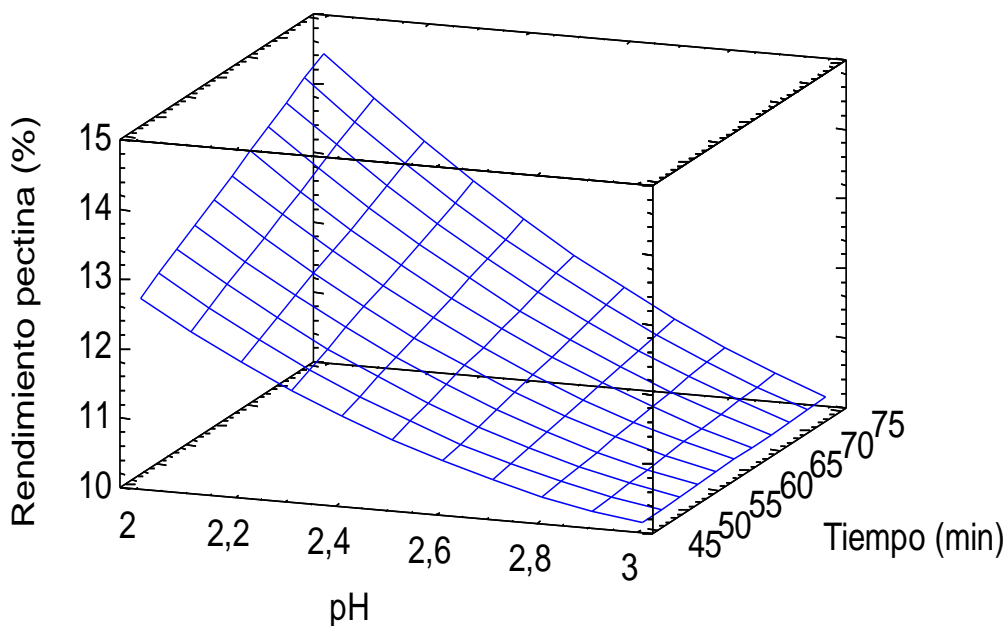


Figura 3. Superficie de respuesta del rendimiento de pectina en el hidrolisis (T=85°C).

Evaluación del rendimiento y calidad de la pectina obtenida

La Tabla 7, reporta los rendimientos y las características fisicoquímicas de la pectina, comparándose con resultados de investigaciones similares.

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Tabla 7.

Rendimientos de la pectina extraída, parámetros de calidad y comparación con reportadas en investigaciones

Parámetros	Resultados	Referencia comparativa				
	1	2	3	4	5	6
Rendimiento (%)	13,87±0,11	11	49,7	23,04	11,45	-
Contenido metóxilo (%)	12±3	5.75	1,80	2,89	14,88	<6,70
Ácido galacturónico (%)	79±3	-	37,11	78,19	68,64	< 65
Grado de esterificación (%)	89,02±0,01	63.00	72,43	63,45	61,43	81,5

Fuentes: Fustamante y Valdera, 2019; Cerón *et al.*, 2011; Moreno *et al.*, 2017; Food Chemicals Codex (FCC).

El rendimiento de pectina de la cáscara de cambur, es inferior al obtenido en cáscara de naranja y cáscara de cacao, pero es mayor al reportado en la cáscara de mango y del bagazo de sábila. Las diferencias, obedecen a la naturaleza de cada soporte vegetal, nivel de maduración, grado de subdivisión de la materia, pretratamientos del material, condiciones operacionales de extracción.

Las propiedades fisicoquímicas de las pectinas, se relacionan con la función como agente espesante en alimentos (Chasquibol *et al.*, 2008). El contenido de metóxilo, el logrado en la pectina obtenida de la corteza de cambur supera el presentado en los materiales referenciados a excepción del bagazo de sábila, en tal sentido, se clasifican como pectina de alto metóxilo. Según Moreno *et al.* (2018), las pectinas con un contenido de metóxilo en un intervalo de 7 a 12%, es soluble en iones calcio y puede gelificar en presencia de azúcares y ácidos en condiciones que pueden requerir de 60-65% de sólidos solubles (azúcar) y 2,7-3,2 de pH.

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

El contenido de ácido galacturónico en la pectina extraída de la cáscara de cambur es alto comparado al de la cáscara de naranja y referencia estándar, pero similar al de la cáscara de cacao. De acuerdo a estos resultados, la pectina presenta mayor pureza y gelificación rápida. Según Pagán (1995), a mayor contenido de ácido galacturónico en la pectina, mayor pureza presenta.

El grado de esterificación de la pectina, es mayor en comparación a las referenciadas. Por lo que, a mayor grado de esterificación, la pectina será soluble en agua y mostrará una gelificación rápida (Curbelo *et al.*, 2017). Este parámetro, es un indicador de predicción de la fuerza y el tipo de gel, además que a mayor grado de esterificación mayor serán las interacciones hidrofóbicas y el gel será más fuerte.

Caracterización sensorial de la mermelada elaborada

Para determinar la calidad de la pectina desde una óptica sensorial, se elaboró una mermelada saborizada con piña y se comparó con un producto comercial similar (control), evaluando con panel no entrenado de personas la aceptabilidad o rechazo, según los atributos sensoriales, color, olor, sabor y textura. A continuación, se presentan los resultados (Figura 4).

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

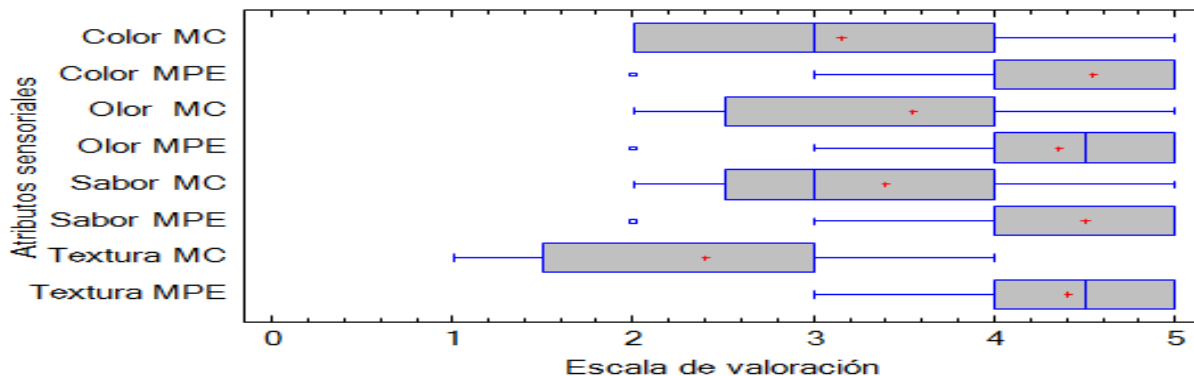


Figura 4. Diagrama de caja y bigote de los resultados comparativos en la evaluación sensorial.

Nota: MC= Mermelada control y MPE= Mermelada de pectina extraída, Escala de valoración: 5=me gusta mucho, 4=me gusta, 4=me gusta poco, 2=me es indiferente, 1=no me gusta.

En la figura 4 se observa que la mermelada elaborada con la pectina extraída, se destaca con las mayores puntuaciones 4, 5 y extendiéndose hasta 3 un calificativo intermedio de agrado, lo que indica mayor aceptación de este producto. En tanto, la mermelada comercial, obtiene puntuaciones moderadas (4, 3) y bajas (2, 1), lo que evidencia una aceptación de intermedia a baja y rechazo. De los atributos evaluados la textura de la mermelada control, reportó la valoración más baja, esto puede estar relacionado a su baja compactación a causa de la baja gelificación de la pectina utilizada.

De acuerdo a los valores obtenidos de la prueba sensorial, se realizó un análisis de varianza ANOVA de múltiple factor, siendo los factores los tipos de mermeladas (control y elaborada) y los resultados de la opinión emitida por los jueces, para determinar cuáles de estos factores mostraban diferencias. El análisis de varianza (ANOVA) descompone la varianza de los resultados en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos (Tabla 8). La razón-F, que en este caso es igual a 13,5518, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la opinión resultante de cada panelista

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

entre un nivel del atributo sensorial y otro, con un nivel del 95,0% de confianza para cada producto degustado.

Tabla 8.

Resultados del análisis de varianza (ANOVA) de la evaluación sensorial de la mermelada elaborada con la pectina extraída de la corteza de cambur.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	86,375	7	12,3393	13,55	0,0000
Intra grupos	138,4	152	0,910526		
Total (Corr.)	224,775	159			

Fuente: Aplicación del paquete estadístico Statgraphic Centurión XV, versión 15.2.06.

En síntesis, con base a los resultados emitidos por el panel evaluador, se precisa que la pectina extraída de la corteza de cambur es apropiada para elaborar producto tipo mermelada, ya que cuenta con elevada aceptación de acuerdo a los atributos sensoriales referenciados.

CONCLUSION

Las características fisicoquímicas de la cáscara de cambur muestran resultados comparables con otros soportes para la extracción de pectinas, por tal razón, es apropiado para obtener el gelificante. El rendimiento de la pectina logrado con el hidrolisis ácido fue de 13,87% aplicando una temperatura de 85°C, pH igual a 2 y un tiempo de 75 min y su análisis reporta un contenido metoxilo de 12%, por lo tanto, es de gelificación rápida. La prueba de desempeño de la pectina en la elaboración de una mermelada, evidencia un efecto positivo lo que resultó adecuado para mostrar firmeza en el producto tipo mermelada de piña, cuya evaluación sensorial reportó buena aceptación por el panel de evaluadores.

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda y al Centro de Investigaciones Tecnológicas (CITEC); por apoyar la Investigación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Arellanes, A.; Jaraba, Z.; Mármol, G.; Páez, G.; Aiello, C. y Rincón, M. (2011). Obtención y caracterización de pectina de la cáscara del cambur manzano (*Musa AAB*). [Obtaining and characterizing pectin from banana peel (*Musa ABB*)]. *Revista Facultad de agronomía (LUZ)*, 28(4), 523-539. <https://n9.cl/vfwp1>
- Arrázola, G.; Alvis, A. y Mogollón, C. (2016). Efecto del tratamiento de escaldado sobre la actividad enzimática de la polifenoloxidasas en dos variedades de batata (*Ipomoea batatas* Lam.). [Effect of blanching treatment on the enzymatic activity of polyphenoloxidase in two varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.)] *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 10(1), 80-88. <https://n9.cl/c4dya>
- Ávila, E. (2019). Extracción y caracterización de pectina a partir de residuos de cáscaras de piña (*Ananas comosus*) por el método de hidrólisis ácida. [Extraction and characterization of pectin from pineapple (*Ananas comosus*) peel residues by the acid hydrolysis method], (Tesis de especialidad). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Acacias. <https://n9.cl/3yf6d>
- Castillo, E.; Álvarez, C. y Contreras, Y. (2018). Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao (*Theobroma cacao L.*) cosechados en Caucagua estado Miranda. Venezuela. [Physicochemical characterization of the fruit shell of a cocoa clone (*Theobroma cacao L.*) harvested in Caucagua, Miranda state. Venezuela]. *Revista de Investigación Universidad Pedagógica Experimental Libertador*, 42(95), 154-175. <https://n9.cl/ak2vu>
- Cedeño, L. (2019). Evaluación del uso de la pectina obtenida de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la elaboración de mermelada. [Evaluation of the use of pectin obtained from cocoa shells (*Theobroma cacao L.*) in the production of jam].

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

(Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
<https://n9.cl/ji2a6>

Cerón, I. y Cardona, C. (2011). Evaluación del proceso integral para la obtención de aceite esencial y pectina a partir de la cáscara de naranja. [Evaluation of the integral process to obtain essential oil and pectin from orange peel]. *Revista Ingeniería y Ciencia*, 7(13), 65-86. <https://n9.cl/ezpm5>

Chaparro, S.; Márquez, R.; Sánchez, J.; Vargas, M. y Gil, J., (2015). Extracción de pectina del fruto del higo (*Opuntia ficus indica*) y su aplicación en un dulce de piña. [Extraction of pectin from the fruit of the fig (*Opuntia ficus indica*) and its application in a pineapple sweet]. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 18(2), 435-443. <https://n9.cl/zb2gc>

Charley, H. (2012). Tecnología de Alimentos: Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. [Food Technology: Chemical and physical processes in food preparation]. México: Limusa. <https://n9.cl/i8z3x>

Chasquibol, N.; Arroyo, E.; y Morales, J. (2008). Extracción y caracterización de pectinas obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana. [Extraction and characterization of pectins obtained from the fruits of Peruvian biodiversity]. *Revista Ingeniería Industrial*, (26), 175-199. <https://n9.cl/1zswu>

Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1979). Alimentos. Determinación de humedad, (Norma 1156-79). [Foods. Determination of Humidity, (Standard 1156-79)]. SENCAMER, Venezuela. <https://n9.cl/uh1r0>

Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1979). Leche y sus derivados. Determinación de humedad/sólidos totales (Norma 1945-82). [ilk and its derivatives. Determination of Moisture / total solids (Standard 1945-82)]. SENCAMER, Venezuela. <https://n9.cl/r9pt7>

Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1979). Alimentos. Determinación del pH (Norma 1315-79). [Foods. pH determination (Standard 1315-79)]. SENCAMER, Venezuela. <https://n9.cl/hepsga>

Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1981). Alimentos. Determinación de extracto etéreo (Norma 11785-81). [Foods. Determination of ethereal extract (Standard 11785-1)]. SENCAMER, Venezuela. <https://n9.cl/3bqmw>

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Comisión Venezolana de Normas Industriales (1983). Jugos y néctares, Determinación de azúcares (Norma 1301-83). [Juices and nectars. Determination of sugars (Standard 1301-83)]. SENCAMER, Venezuela. <https://n9.cl/fsqcp7>

Comisión Venezolana de Normas Industriales (1983). Frutos y productos derivados, Determinación de azúcares solubles por refractometría (Norma 924-83). [Fruits and derived products. Determination of soluble sugars by refractometry (Standard 924-83)]. SENCAMER, Venezuela. <https://n9.cl/uxann>

Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1979). Alimentos. Determinación de cenizas (Norma 1155-79). [Foods. Determination of ashes (Standard 1155-79)]. SENCAMER, Venezuela. <https://n9.cl/n1eyl>

Cúrbelo, C.; Moreno, M.; Ramírez, D. y Crespo, L. (2017). Hidrólisis ácida del bagazo de *Aloe vera* (sábila) para la obtención de pectina. [Acid hydrolysis of *Aloe vera* bagasse (sabila) to obtain pectin]. *Revista Centro Azúcar*, 44(2), 18-26. <https://n9.cl/crg4x>

Food Chemicals Codex, FCC. (1931). Specifications for commercial pectins. <https://n9.cl/wym62>

Fustamante, Y. y Valdera, W., (2019). Extracción enzimática y caracterización de la pectina a partir de los residuos del mango (*Mangifera indica*); Lambayeque 2015. [Enzymatic extraction and characterization of pectin from mango residues (*Mangifera indica*); Lambayeque 2015], (Tesis de pregrado). Universidad Señor Sipan, Peru. <https://n9.cl/zzi4r>

Moreno, M.; Gutiérrez, J.; Márquez, D. y Heredia, N. (2017). Evaluación del bagazo de sábila para la extracción de pectina a escala de laboratorio. [Evaluation of laboratory bagazo for the extraction of pectin to laboratory scale]. *Cienciamatria Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 3(5), 117-132. <https://n9.cl/630i8>

Moreno, M.; Crespo, L. y Quintero, M. (2018). Extracción de pectina de las vainas de *Moringa oleifera* y su aplicación en una mermelada. [Extraction of pectin from the pods of *Moringa oleifera* and its application in a jam]. *Revista Monteverdia* 11(2), 1-9. <https://n9.cl/2t2ld>

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

- Moreno, M.; Gutiérrez, J.; Gutiérrez, B. y Sánchez, P. (2020). Formulación de un pegamento a base de dextrina y pectina obtenidas de residuos vegetales. [Formulation of a glue based on dextrin and pectin obtained from vegetable residues]. *Avances en Química*, 15(1), 13-22. <https://n9.cl/z1y9oc>
- Pagan, J. (1995). Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina del bagazo de melocotón. [Enzymatic degradation and physical and chemical characteristics of pectin from peach bagasse] (tesis de postgrado), Universitat de Lleida. <https://n9.cl/5bjmy9>
- Prescott, L.; Harley, J. y Klein, D. (1999). Microbiología. [Microbiology]. (4ª ed.). España: Mc Graw Hill Interamericana.
- Ramos, V.; Aguilera, A. y Ochoa, E. (2016). Residuos de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca L.*) para obtener pectinas útiles en la industria alimentaria. [Banana peel residues (*Musa paradisiaca L.*) to obtain useful pectins in the food industry]. *Revista de Simulación y Laboratorio*. 3(9), 22-29. <https://n9.cl/pufjv>
- Rodríguez, C. y Zepeda, V. (2016). Aprovechamiento de la cáscara de cacao (*Theobroma Cacao L.*): Extracción de pectina para elaboración de mermelada. [Use of cocoa shells (*Theobroma Cacao L.*): Extraction of pectin for jam production], (Tesis de pregrado). Universidad Dr. José Matías Delgado, El Salvador. <https://n9.cl/yrndj>
- Saavedra, L. (2015). Uso integral del maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) en la extracción de pectina y formulación de mermeladas. [Comprehensive use of passion fruit (*Passiflora Edulis flavicarpa*) in pectin extraction and jam formulation] (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. <https://n9.cl/lwcyd>
- Sancho, J.; Bota, E. y De castro, J. (2002). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. [Introduction to sensory analysis of food]. México: Alfa Omega
- Sáenz, C.; Berger, H.; Corrales, G.; Galletti, L.; García, V. e Higuera, I., (2006). Utilización agroindustrial del nopal. [Agroindustrial use of nopal]. *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO*, (162), 35-46. <https://n9.cl/9lexk>
- Vargas Y. y Pérez L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. [Use of agro-industrial residues in the improvement of the quality of the environment]. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 59-72. <https://n9.cl/a33mb>

Mitchell José Toyo-Díaz; Betsay María Toyo-Fernández; María Eugenia Moreno-Quintero

Zegada, V. (2015). Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO). [Extraction of pectin from orange peel residues by microwave-assisted acid hydrolysis (HMO)]. *Revista Investigación & Desarrollo*, 1(15), 65-76. <https://n9.cl/e7icw>

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>).