



Artículo Original

# Extracción de pectina de las vainas de *Moringa oleifera* y su aplicación en una mermelada

## Pectin extraction from the *Moringa oleifera* pods and its application in a jam

Moreno Quintero Maria Eugenia <sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-2254-7739>, Crespo Zafra Lourdes Mariana <sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-4799-3447>, Quintero Ramírez Maribel <sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-3589-1336>

### Historial del artículo

Recibido: 28 abril 2020

Aceptado: 1 julio 2020

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Punto Fijo, Falcón, Venezuela;

<sup>2</sup>Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Camagüey, Cuba.

Email:

mariomoreno@gmail.com

Artículo de acceso abierto bajo licencia Creative Commons Atribución NoComercial CompartirIgual (CC-BY-NC-SA) 4.0.



**Resumen:** Se extrajo pectina de las vainas de la *Moringa oleifera* por el método de hidrólisis ácida obteniéndose un 41% de rendimiento para las vainas verdes a pH 2 y 30% para las secas a pH 3 a 90°C y 90 minutos en ambos casos. La pectina con mayor rendimiento se caracterizó fisicoquímicamente. Se elaboró la mermelada con la pectina obtenida y se aplicó un análisis sensorial, siendo calificada como excelente. Se concluye que la pectina obtenida es de bajo metoxilo, de gelificación lenta y alta pureza; la misma puede ser aprovechada para la elaboración de mermelada, con buena aceptación sensorial.

**Palabras clave:** Pectina, hidrólisis ácida, mermelada, *Moringa oleifera*.

**Abstract:** Pectin was extracted from the *Moringa oleifera* pods by the acid hydrolysis method, obtaining a 41% yield for the green pods at pH 2 and 30% for the dried ones at pH 3 at 90 ° C and 90 minutes in both cases. The pectin with higher yield was characterized physicochemically. The jam was made with the pectin obtained and a sensory analysis was applied, being rated as excellent. It is concluded that the pectin obtained is of low methoxy, slow gelation and high purity; It can be used to make jam, with good sensory acceptance.

**Keywords:** Pectin, acid hydrolysis, jam, *Moringa oleifera*.

**Citación recomendada para este artículo:** Moreno Quintero, M. E., Crespo Zafra, L. M., Quintero Ramirez, M. (2020). Extracción de pectina de las vainas de *Moringa oleifera* y su aplicación en una mermelada. *Monteverdia*, 13 (2), pp. 1-9. Recuperado de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/article/view/3382>

### Introducción

La *Moringa oleifera* (moringa) es un árbol de tamaño pequeño y crecimiento acelerado, que alcanza generalmente entre 10 y 12 metros de alto, con copa esparcida y hojas pinadas en tres, valorado actualmente por sus hojas, raíces, tallos, flores y semillas que contienen aceite comestible. Se le atribuyen cuantiosas propiedades, tanto benéficas a la salud como al medio ambiente; desde un fuerte potenciador de la nutrición humana, hasta un nuevo método natural de tratamiento de aguas fluviales y aguas turbias. Estos beneficios se obtienen a través de diferentes productos, como son las hojas del árbol, los tallos, las raíces, el fruto, la flor y las semillas (Gómez, 2013).

Los principales aportes hechos por la moringa en términos de macro y micronutrientes, se encuentran en las hojas, que al igual que las vainas frescas muestran un valor considerable de vitamina A en forma de  $\beta$ -carotenos, minerales (hierro, potasio y calcio) y vitamina C. Además, las hojas secas y molidas presentan hasta un 30% de proteínas en base seca, razón por la que se conoce que las hojas presentan mayores fuentes de nutrientes que las vainas. Las semillas pueden contener hasta un 30-42% de aceite, pero además la torta sobrante contiene un 60% de proteínas (Olson, 2011).

Las vainas son unas cápsulas de color pardo, de tres lados, lineares y pendientes, con surcos

longitudinales, usualmente de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces hasta de 120 cm de largo, y de 2 a 2,5 cm de ancho que dan apariencia de vaina. Si se corta transversalmente se observa una sección triangular con varias semillas dispuestas a lo largo (García et al. 2013).

Las pectinas se obtienen de diversos recursos vegetales y pueden ser: de alto o bajo grado de esterificación o porcentaje de metoxilo y pectinas amídicas. Debido al grado de capacidad de gelificación que tiene la pectina es uno de los principales productos usados para la producción de mermeladas, compotas, dulces, jaleas, productos de panadería, pastelería, bebidas y otros alimentos ya que les proporciona la elasticidad, estructura y realce natural del sabor inherente de las frutas deseadas por el fabricante y consumidor. (Arellano & Hernández, 2013).

Las pectinas son reconocidas como aditivos naturales que pueden ser modificados con ayuda de algunas reacciones químicas. Estos suelen ser añadidos intencionalmente a algunos alimentos para mejorar sus propiedades físicas, de sabor, de conservación, entre otras. Su objetivo es el de restituir ciertos alimentos que cuentan con una textura degradada por tratamientos de conservación, más no de aumentar su valor nutritivo (Araque y Moscoso, 2013). Tienen la propiedad de formar geles en medio ácido, que conjuntamente con azúcares polihidrolizados son utilizados en la industria alimenticia como agente gelificante y espesante, (Abzueta, 2012).

En la actualidad, Venezuela no cuenta con empresas productoras de aditivos alimenticios especialmente de pectina (Arellano & Hernández, 2013), lo que contribuye con el incremento de costos debido a importaciones, por esta razón surge la idea en esta investigación de extraer la pectina de la vaina de la *Moringa oleifera* para ser empleada en la elaboración de mermelada; este árbol se reproduce en gran forma en el país en especial en el estado Falcón, Venezuela, y al mismo no se le da un aprovechamiento significativo.

Para la extracción de pectina se emplea la hidrólisis ácida, método aplicado a nivel industrial para la obtención de la misma, minimizando así los costos debido al factor importación; además de darle un mayor valor agregado a esta planta de fácil acceso; también se contribuirá con la construcción de una

independencia productora y con la soberanía y seguridad alimentaria que garantice el derecho a la alimentación de la población sobre la base del bienestar social y el desarrollo económico partiendo de modelos de producción a escala de laboratorio.

## Materiales y métodos

Se seleccionaron las vainas de la *Moringa oleifera*, tanto verdes como en estado de maduración, estos frutos se obtuvieron de los árboles ubicados en el municipio Carirubana en la ciudad de Punto Fijo del estado Falcón, Venezuela. Las muestras seleccionadas se ubicaron en las parroquias Norte y Carirubana de la ciudad.

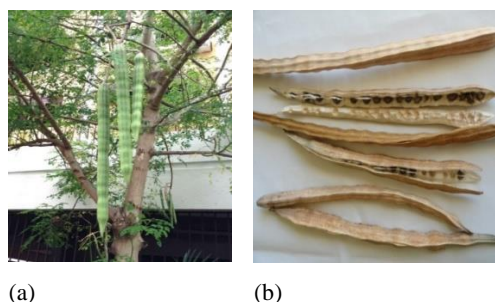


Fig. 1. Frutos de Moringa (a) vainas verdes; (b) vainas maduras.

Fuente: (a) Gómez (2013) y (b) García et al. (2013).

## Caracterización fisicoquímica de las vainas de la *Moringa oleifera*

Para la caracterización fisicoquímica de la vaina de la *Moringa oleifera* fueron sometidas a un proceso de lavado y desinfección, y posteriormente fueron trituradas. Seguidamente se realizaron los análisis para la determinación de los siguientes parámetros: humedad (Horwitz & Latimer, 2005); cenizas (Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1990); proteínas a través del método Kjeldahl que se basa en tres etapas de proceso que son la digestión, la destilación y una valoración; pH (Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1979) y densidad (Comisión Venezolana de Normas Industriales, 1998).

Los análisis fisicoquímicos de las vainas, se ejecutaron por triplicado, en el Laboratorio de Química Analítica y Fisicoquímica de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda en Punto Fijo, estado Falcón, Venezuela. Los reactivos utilizados fueron de grado analítico.

## Extracción de pectina a través del método de hidrólisis ácida

Se empleó el método de hidrólisis ácida, manipulando variables como pH, tiempo de contacto y temperatura. Donde la materia prima fue suspendida en agua caliente con la cantidad necesaria de un ácido fuerte, en este caso se empleó el ácido clorhídrico ya que Álvarez (2007) reporta que éste no carboniza la materia orgánica y en comparación con otros disponibles es el menos oxidante; posteriormente se hizo precipitar la pectina en presencia de un alcohol primario, en este caso se utilizó etanol,

Se realizaron un total de 18 hidrólisis cada una con una muestra de 10 g de vainas verdes trituradas y 200 mL de agua destilada, ajustando el pH entre 1-3. Se varió la temperatura en dos valores: alto (100°C) y bajo (90°C) y el tiempo de contacto se estableció en tres tiempos de 30, 60 y 90 minutos. Transcurrido el tiempo de contacto se separó a la solución acuosa de la muestra y se dejó enfriar aproximadamente dos o tres horas para seguidamente añadir etanol (relación 1:2) precipitando la pectina.

Finalmente, pasadas 24 horas se procedió a filtrar la pectina de la solución acuosa mediante el uso de filtros de tela. La pectina se introdujo en la estufa 24 horas a 70 °C con la finalidad de eliminar la humedad presente y obtener una sustancia completamente sólida.

Tabla 1. Rendimientos hidrolisis acida con vainas verdes.

pH	Tiempo de contacto (min)	T (°C)	Rendimiento (%)
1	30	90	0,05
	60		0,7
	90		0,04
1	30	100	0,0
	60		0,0
	90		0,0
2	30	90	16
	60		37
	90		41
2	30	100	8
	60		10
	90		18
3	30	90	8
	60		23
	90		0,02
3	30	100	0,0
	60		0,0
	90		0,0

Se repitió el mismo procedimiento para las muestras

de vainas secas.

Tabla 2. Rendimientos hidrólisis ácida con vainas secas.

pH	Tiempo de contacto (min)	T (°C)	Rendimiento (%)
1	30	90	0,0
	60		0,0
	90		0,0
1	30	100	0,0
	60		0,0
	90		0,0
2	30	90	0,0
	60		20
	90		25
2	30	100	0,0
	60		10
	90		15
3	30	90	0,0
	60		20
	90		30
3	30	100	0,0
	60		8
	90		10

#### Caracterización fisicoquímica de la pectina obtenida

En esta fase del proyecto de caracterizó fisicoquímicamente la pectina con mayor rendimiento obtenida a través del método de hidrólisis ácida en la fase anterior. Se analizaron las características más importantes que debe presentar la pectina indicativos de su calidad y para que pueda ser utilizada como sustancia gelificante de alimentos

El porcentaje de metoxilo se determinó mediante el método de valoración (Ferreira, 1976), el contenido de cenizas mediante el método general de determinación de cenizas totales. (Hart & Fisher, 1984), para la acidez libre se empleó el método de valoración para alcanzar el punto final (Lees, 1984). El grado de esterificación y el contenido de ácido galacturónico presente en la pectina se establecieron bajo el fundamento del método de valoración de Schultz. Por último, el tiempo y poder gelificante (propiedad cualitativa) son propiedades de la pectina que se estimaron midiendo el intervalo de tiempo en que tardó la pectina en gelificarse y que tan consistente pudo comportarse visualmente ante la gelificación.

#### Elaboración de la mermelada de fresa utilizando la pectina obtenida

En esta etapa se procedió a elaborar la mermelada con

la finalidad de evaluar el desempeño de la pectina obtenida como aditivo espesante. La preparación de la mermelada se llevó a cabo a través del procedimiento dado por Coronado e Hilario (2001), finalmente se procedió a evaluar sus propiedades organolépticas (olor, color, sabor, textura) a través de la ejecución de un análisis sensorial.

Para la elaboración se utilizó los siguientes ingredientes: fresa (300 g), azúcar (300 g), pectina (0,49 g), agua y ácido cítrico. Inicialmente la fresa fue sometida a un proceso de cocción a fuego medio (70°C) con aproximadamente 1 litro de agua durante 20 minutos, tiempo durante el cual esta disminuyó su volumen, a medida que transcurrió el tiempo y el agua se fue evaporando se le fue añadiendo paulatinamente una cantidad prudente de agua para que la pulpa no se quemara o pegara a las paredes del recipiente contenedor. Pasados entre 8 y 10 minutos del tiempo de cocción se procedió a añadir el azúcar, la pectina y el ácido cítrico manteniendo una agitación constante, sin volver a añadir agua y a fuego bajo (65°C), durante aproximadamente 30 minutos alcanzando la consistencia deseada.

Finalmente, se procedió a evaluar sus propiedades organolépticas (olor, color, sabor, textura) a través de un análisis sensorial, donde se evaluó la preferencia, el grado de satisfacción y la aceptación de la mermelada elaborada por parte del consumidor.

Para esto se tomaron 50 muestras de la mermelada elaborada y se colocaron a disposición de los consumidores, las observaciones realizadas fueron manifestadas a través del uso de una lista de cotejo facilitada al principio de la evaluación.

#### *Análisis estadístico*

Todas las determinaciones, se realizaron por triplicado. El análisis estadístico fue llevado a cabo usando Análisis de Varianza Multifactorial, con un valor de significancia de  $P < 0.05$ .

#### **Resultados y discusión**

En la caracterización fisicoquímica se evaluaron tanto las vainas verdes y secas obteniéndose que el porcentaje de humedad resultó más alto en las vainas verdes, valor que casi duplica al obtenido para las vainas secas. Para el contenido de cenizas presentes los valores son considerablemente bajos y están próximos a los reportados por Alfaro (2008). Cabe

destacar que la cantidad de cenizas en los alimentos son residuos inorgánicos remanentes luego de que la materia orgánica de los mismos ha sido destruida en una mufla.

El contenido de proteínas para vainas secas se ubicó en 21,8 % y para las vainas verdes en 5,9 %, estos resultados muestran similitud con los de Alfaro & Martínez (2008). En cuanto a la medición de pH, este parámetro se determinó ya que es uno de los factores principales que afectan el crecimiento bacteriano en los alimentos. El valor obtenido es similar en ambos estados (seca y verde). Por otro lado, se consiguió determinar la densidad lo que arrojó como resultado que las vainas verdes presenta una menor densidad que las secas, estos resultados se resumen en la tabla 3.

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos determinados.

Parámetros	Vainas secas (promedio $\pm$ desviación)	Vainas verdes (promedio $\pm$ desviación)
Humedad (%)	12,12 $\pm$ 1,17	23,18 $\pm$ 3, 26
Cenizas (%)	1,75 $\pm$ 0,39	0,67 $\pm$ 0,16
Proteínas (%)	20, 62 $\pm$ 1,18	5,91 $\pm$ 0,01
pH	6,15 $\pm$ 0,007	6,86 $\pm$ 0,007
Densidad (g/mL)	0,91 $\pm$ 0,00	0,18 $\pm$ 0,00

Los valores del análisis proximal variaron de acuerdo a lo encontrado por otros autores (Alfaro, 2008; Alfaro & Martínez, 2008), lo que depende, posiblemente, de la variabilidad genética, el grado de madurez, las condiciones del suelo, el clima y la disponibilidad de luz y agua, entre otros (Alegría et al. 2005).

#### *Extracción de pectina por hidrólisis ácida*

Al aplicar el método de hidrólisis ácida se logró establecer las condiciones para la extracción de la pectina a partir de las vainas verdes de moringa, las condiciones a las que se alcanzó el máximo rendimiento fueron a pH 2 con tiempo de contacto de 90 minutos y a 90° C para un rendimiento de 41 %.

Para el análisis estadístico se empleó el programa Statgraphics XV, a continuación, se presenta los

resultados.

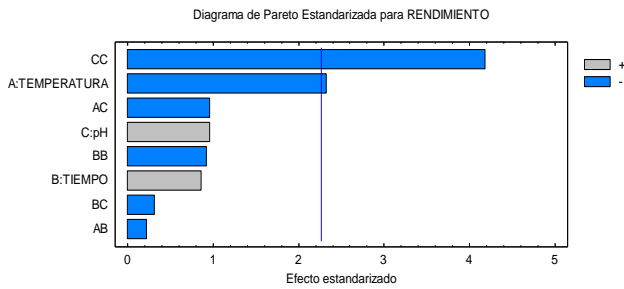


Fig. 2. Diagrama de Pareto para la hidrólisis ácida de las vainas verdes.

El diagrama de Pareto (Fig. 2) muestra la influencia significativa de la variable temperatura sobre el rendimiento de pectina, esta influencia es negativa, lo que indica que un incremento en la misma disminuirá el rendimiento de pectina, el resto de variables no tienen influencia significativa sobre el rendimiento. También se observa que la interacción cuadrática del pH tiene un efecto negativo, esto significa que para mayores valores de pH se obtendrá menor rendimiento de pectina.

El análisis realizado anteriormente se comprueba en la tabla ANOVA (Tabla 4) donde se reporta en la última columna el valor-P para cada variable y sus posibles interacciones y solo las que tienen este valor inferior a 0,05 resultan significativas sobre el rendimiento de pectina para un 95 % de confianza.

Tabla 4. ANOVA para rendimiento de las vainas verdes

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor-P
A:TEMPERATURA	448,102	1	448,102	5,43	0,0448
B:TIEMPO	60,795	1	60,795	0,74	0,4131
C:pH	76,1544	1	76,1544	0,92	0,3619
AB	4,09501	1	4,09501	0,05	0,8287
AC	76,1544	1	76,1544	0,92	0,3619
BB	70,2523	1	70,2523	0,85	0,3803
BC	7,94011	1	7,94011	0,10	0,7635
CC	1446,41	1	1446,41	17,52	0,0024
Error total	743,012	9	82,5568		
Total (corr.)	2932,91	17			

En la figura 3 se muestran los efectos principales de las variables estudiadas sobre el rendimiento de la pectina, para la temperatura se observa el máximo rendimiento a 90 °C y este disminuyó a medida que se incrementó la temperatura; tanto para el tiempo y el

pH se observó un mínimo rendimiento a los 30 minutos y a pH igual a 1 mientras que para un tiempo de 90 minutos y pH igual a 2 se obtiene el máximo rendimiento.

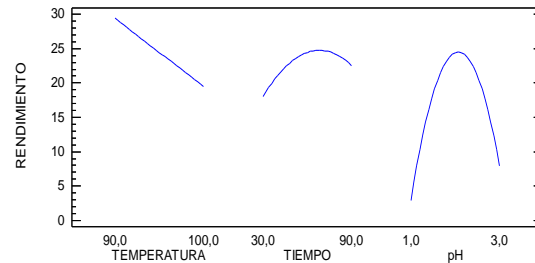


Fig. 3. Rendimiento de pectina de las vainas verdes.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos puede utilizarse el siguiente modelo para predecir el rendimiento de pectina de las vainas verdes de moringa mediante la hidrólisis ácida:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} = & -105,018 + 0,243444 \cdot \text{Temperatura} + 1,07019 \cdot \text{Tiempo} + 128,439 \cdot \text{pH} \\ & - 0,00389444 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{Tiempo} - 0,503833 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{pH} \\ & - 0,00465648 \cdot \text{Tiempo}^2 - 0,0332083 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{pH} - 19,0158 \cdot \text{pH}^2 \end{aligned}$$

Para el caso de las vainas secas los parámetros bajo los cuales se obtuvo mayor cantidad de pectina fueron a pH 3 con 90 minutos de tiempo de contacto a 90° C, obteniéndose un 30 % de rendimiento; esta diferencia de pH para extraer la pectina con respecto a las vainas verdes puede deberse al estado de maduración de los frutos; en las vainas verdes resulta fácil la ruptura de las fibras, mientras que en las vainas maduras se hace más difícil romper las fibras contentivas de la pectina por lo que se requiere un mayor grado de pH para lograrlo.

También, es posible que influyan el contenido de minerales y otras moléculas, que benefician la formación de estos compuestos y la presencia de estructuras que acompañan a las pectinas y que pueden llegar a afectar en el método de extracción usado (Alegria et al. 2005).

El diagrama de Pareto (Figura 4) muestra la influencia significativa de las variables tiempo y pH sobre el rendimiento de pectina, esta influencia es positiva, lo que indica que un incremento en las mismas aumentará el rendimiento de pectina, el resto de variables tienen influencia significativa sobre el rendimiento, pero de manera negativa. También se observa que la interacción cuadrática del pH tiene un efecto negativo, esto significa que para mayores

valores de pH se obtendrá menor rendimiento de pectina.

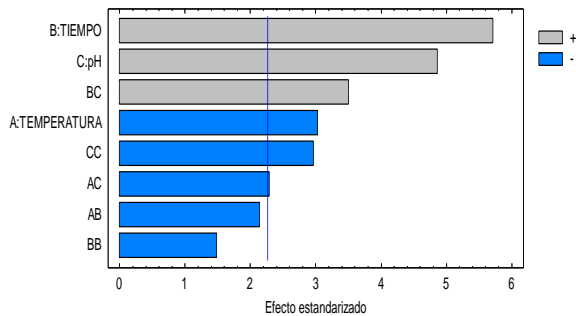


Fig. 4. Diagrama de Pareto para la hidrólisis ácida de las vainas secas.

El análisis realizado anteriormente se comprueba en la tabla ANOVA (Tabla 5) donde se reporta en la última columna el valor-P para cada variable y sus posibles interacciones y solo las que tienen este valor inferior a 0,05 resultan significativas sobre el rendimiento de pectina para un 95 % de confianza.

Tabla 5. ANOVA para rendimiento de las vainas secas

Fuente	Suma de Cuadrados	G l	Cuadrado Medio	Razón n-F	Valor-P
A:TEMPERATURA	150,222	1	150,222	9,21	0,0141
B:TIEMPO	533,333	1	533,333	32,70	0,0003
C:pH	385,333	1	385,333	23,63	0,0009
AB	75,0	1	75,0	4,60	0,0606
AC	85,3333	1	85,3333	5,23	0,0480
BB	36,0	1	36,0	2,21	0,1715
BC	200,0	1	200,0	12,26	0,0067
CC	144,0	1	144,0	8,83	0,0157
Error total	146,778	9	16,3086		
Total (corr.)	1756,0	17			

En la figura 5 se muestran los efectos principales de las variables estudiadas sobre el rendimiento de la pectina, para la temperatura se observa el máximo rendimiento a 90 °C y este disminuyó a medida que se incrementó la temperatura; tanto para el tiempo y el pH se observó un mínimo rendimiento a los 30 minutos y a pH igual a 1 mientras que para un tiempo

de 90 minutos y pH igual a 3 se obtiene el máximo rendimiento.

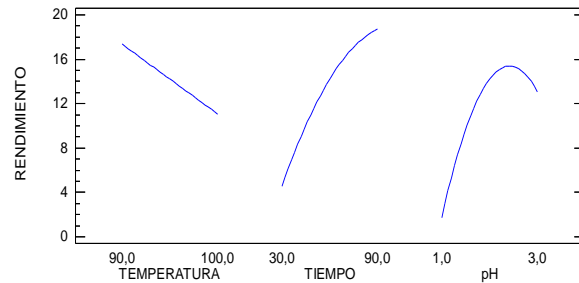


Fig. 5. Rendimiento de pectina de las vainas secas.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos puede utilizarse el siguiente modelo para predecir el rendimiento de pectina de las vainas secas de moringa mediante la hidrólisis ácida:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} = & -168,444 + 1,48889 \cdot \text{Temperatura} + 1,87222 \cdot \text{Tiempo} + 70,3333 \cdot \text{pH} \\ & - 0,0166667 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{Tiempo} - 0,533333 \cdot \text{Temperatura} \cdot \text{pH} \\ & - 0,00333333 \cdot \text{Tiempo}^2 + 0,166667 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{pH} - 6,0 \cdot \text{pH}^2 \end{aligned}$$

*Caracterización fisicoquímica de la pectina obtenida con mayor rendimiento a través de método de hidrólisis ácida*

Por lo que se refiere a la caracterización fisicoquímica de la pectina obtenida con el mayor rendimiento en la etapa anterior, los resultados son mostrados a continuación en la tabla 6.

Tabla 6. Caracterización de la pectina con mayor rendimiento

Propiedad	Valor de propiedad (Promedio ± desviación)
Contenido de metoxilo (%)	3,45 ± 0,009
Cenizas (%)	1,3 ± 0,2
Tiempo de gelificación (min)	4,00
Grado de esterificación (%)	15
Contenido de ácido galacturónico (%)	73,92 ± 3,05

El contenido de metoxilo es bajo por lo que tienen la capacidad de formar geles en presencia de cationes divalentes, comúnmente calcio. (Gamboa, 2009).

Para el caso de las cenizas totales deberá ser menor o igual a 10% de acuerdo a las especificaciones del Food Chemicals Codex (FCC) para pectinas comerciales; mientras que Gamboa (2009), menciona valores de cenizas totales que van de 2,0 a 4,25% a un pH de precipitación de 3,2 y 3,6; para el caso de la

pectina obtenida este valor se ubicó por debajo de lo establecido por la FCC.

La pectina de moringa tiene un grado de esterificación de 15 % comparado con el que tiene las pectinas comerciales el cual es de 81,5 % (Moreno, 2014) por lo que es de gelificación lenta; esto se demuestra también con el tiempo que tardó para alcanzar la formación de gel que resultó igual a 4 minutos puesto que la velocidad de gelificación disminuye mucho con el grado de esterificación (Vian, 2006). Cabe destacar que el grado de esterificación es la propiedad que permite predecir la fuerza y el tipo de gel, además que a mayor grado de esterificación mayor serán las interacciones hidrofóbicas.

El ritmo de gelificación genera influencia sobre la textura del producto y este tiende a disminuir cuando disminuye el grado de esterificación, además las pectinas de gelificación lenta son las que comúnmente se usan para la producción comercial de jaleas y alcanzan la máxima firmeza a un pH de 3,0 a 3,15. (Gamboa, 2009).

El resultado obtenido para el porcentaje de ácido

galacturónico fue de 73,92 %, según Pagán (1995) la riqueza de la pectina en ácido galacturónico (AGA), está relacionado con la pureza de la pectina obtenida, de allí la importancia de cuantificarlo. Sin embargo, el ácido galacturónico por ser un azúcar, una forma oxidada de la D-galactosa, estará acompañado de azúcares neutros como, L- arabinosa, L-ramosa, D-galactosa y de algunas impurezas arrastradas en las extracciones.

#### *Elaboración y análisis organoléptico de la mermelada de fresa*

La mermelada fue elaborada con los ingredientes y de acuerdo al procedimiento de Coronado & Hilario (2001). Como resultado del análisis organoléptico realizado, se obtuvo para el olor que un 43% la calificó como excelente, mientras que para el color el 68% de los consumidores la evaluó como excelente también. Para el sabor el 53% la calificó de excelente mientras que la textura fue evaluada de buena por el 43% de los consumidores. En la figura 6 se muestra gráficamente los resultados del análisis organoléptico.

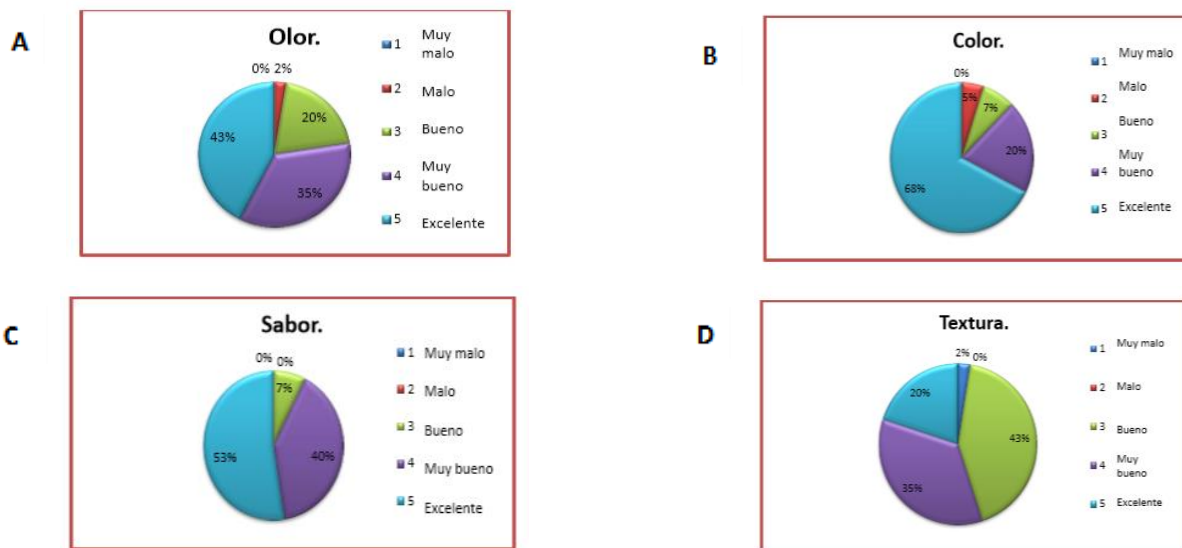


Fig. 6. Resultados de aceptabilidad de la mermelada de fresa elaborada con pectina de la vaina de *Moringa oleifera*: Olor (A), Color (B); Sabor (C) y Textura (D). Escala de puntuación: 1= no me gusta, 2=me gusta poco, 3=me gusta moderadamente, 4=me gusta, 5=me gusta mucho.

### Conclusiones

La pectina obtenida es de bajo metoxilo, también posee bajo contenido de cenizas. Es de gelificación lenta y es de alta pureza.

El poder gelificante y el grado de esterificación confirman que la pectina obtenida puede ser empleada en la manufactura de mermeladas, productos dietéticos, compotas, jaleas, entre otros ya que tienen

un comportamiento positivo ante la formación de geles.

La mermelada elaborada con la pectina obtenida puede ser incluida dentro del mercado alimenticio ya que posee las características principales para la aceptación del consumidor

### Contribución de los autores

Moreno Quintero: planeación de la investigación, conducción de los ensayos para la caracterización físico-química, recopilación y procesamiento de la información, revisión documental, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.

Crespo Zafra: planeación de la investigación, procesamiento de la información, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.

Quintero Ramírez: planeación de la investigación, recopilación y procesamiento de la información, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.

### Conflictos de intereses

No se expresan conflictos de interés.

### Referencias

Abzueta, I. C. (2012). *Extracción de pectina de alto metoxilo a partir de cáscaras de parchita para la producción de mermelada*. (Trabajo de grado). Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.

Alegría, P., Jordan, J., Hoyos, S., Olga, L., Prado, C. y Julian, A. (2005). Evaluación del comportamiento de la pulpa del fruto del zapote (*Matisia cordata*) frente a procesos de transformación agroindustrial. *Rev. Fac. Cien. Agropec*, 3(1), 42-46.

Alfaro, N. (2008). *Rendimiento y uso potencial de Paraíso blanco, Moringa oleifera Lam. en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional en Guatemala*. Recuperado de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.26.pdf>

Alfaro, N., & Martínez, W. (2008). *Uso potencial de la Moringa oleifera para producción de alimentos nutricionalmente mejorados*. Recuperado de

<http://es.slideshare.net/dcrites/cartilla-de-moringa-concyt>

Álvarez Ramírez, E. (2007). *Desarrollo de un proceso a escala de laboratorio para obtención de pectinas y taninos a partir de la algarroba (Hymenaea courbaril-l), para ser utilizados en la industria alimenticia y en la de cuero respectivamente*. Recuperado de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/342/ErikaMaria\\_AlvarezRamirez\\_2007.PDF;jsessionid=DCAE8254731E8ABF0AB99FB08193A676?sequence=1](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/342/ErikaMaria_AlvarezRamirez_2007.PDF;jsessionid=DCAE8254731E8ABF0AB99FB08193A676?sequence=1)

Araque, F., & Moscoso, R. (2013). *Propuesta de diseño del proceso productivo para la obtención de pectina a base de residuos cítricos en Colombia de acuerdo a las necesidades técnicas, comerciales y financieras requeridas*. Recuperado de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/6353/1/AraqueArangoFelipe2013.pdf>

Arellano, G., & Hernández, M. (2013). *Evaluación del uso de la pectina extraída del procesamiento de piña y níspero en la preparación de mermeladas*. Recuperado de [http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1336/1/An%C3%A1lisis\\_Econ%C3%B3mico\\_Naranja\\_Acevedo\\_2011.pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/1336/1/An%C3%A1lisis_Econ%C3%B3mico_Naranja_Acevedo_2011.pdf)

Chasquibol, N., Arroyo, E., & Morales, J. (2008). *Extracción y caracterización de pectinas a partir de frutos de la biodiversidad peruana*. Recuperado de [http://www.search.ask.com/?gct=hp&o=APN11773A&sysid=539&qsrc=2871&l=dis&sver=3&t\\_type=1&dateOfInstall=2015-09-26&d=539-180-0&v=7.6-981-0&apn\\_ptnrs=%5EBRQ](http://www.search.ask.com/?gct=hp&o=APN11773A&sysid=539&qsrc=2871&l=dis&sver=3&t_type=1&dateOfInstall=2015-09-26&d=539-180-0&v=7.6-981-0&apn_ptnrs=%5EBRQ)

Coronado, M. & Hilario, R. (2001). *Procesamiento de alimentos para pequeñas y micro empresas agroindustriales*. Lima, Perú.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1979). *Alimentos. Determinación del pH. (Acidez iónica)*. (COVENIN 1315-79). Caracas, Venezuela: Autor.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1990). *Pulpas. Determinación de cenizas*. (COVENIN 1456-90). Caracas, Venezuela: Autor.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1998).



- Alimentos. Determinación de densidad.* (COVENIN 269-98). Caracas, Venezuela: Autor).
- Ferreira, S. (1976). Aislamiento y caracterización de las pectinas de algunas variedades de frutas cítricas colombianas. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 3 (1), 1-25.
- Gamboa, M. (2009). *Aprovechamiento de los residuos obtenidos del proceso de despulpado del mango (Mangifera indica L.), de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden Y Bocado como materias primas para la obtención de pectinas.* Universidad de Oriente. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14333252/tesis-udo-ribibudoeduve-universidad-de-oriente>
- García, A., Martínez, R. & Rodríguez, I. (2013). *Evaluación de los usos potenciales del Teberinto (Moringa oleifera) como generador de materia prima en la industria química.* Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/3167/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20los%20usos%20potenciales%20del%20Teberinto%20Moringa%20ole%C3%ADfera%20como%20generador%20de%20materia%20prima%20para%20la%20industria%20qu%C3%ADmica.pdf>
- Gómez, K. (2013). *Evaluación del rendimiento de extracción y caracterización fitoquímica de la fracción extraíble de la semilla de Moringa (Moringa oleifera Lam) a nivel de laboratorio.* Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1345\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1345_Q.pdf)
- Hart, F., & Fisher, H. (1984). *Análisis moderno de los alimentos.* Madrid, España: Editorial Acribia.
- Horwitz, W. & Latimer, G. W. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International.* Maryland, United States of America: AOAC International.
- Lees, R. (1984). *Análisis de alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad.* Madrid, España: Editorial Acribia.
- Moreno Quintero, M. E. (2014). *Extracción de pectina del bagazo de Sábila (Aloe vera) a escala de laboratorio.* (Tesis de maestría inédita). Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”. Cuba.
- Olson, M. (2011). *Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas.* Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s1870-34532011000400001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s1870-34532011000400001&script=sci_arttext)
- Pagan, J. (1995). *Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina del bagazo de melocoton.* Universitat de Lleida. Recuperado de <http://www.cervantesvirtual.com/downloadPdf/degradacion-enzimatica-y-caracteristicas-fisicas-y-quimicas-de-la-pectina-del-bagazo-de-melocoton--0/>
- Schultz, T. (1965). Determination of the degree of esterification of pectin, determination of the ester methoxyl content of pectin by saponification and titration. *Meth. Carbohydr. Chem.*, 5 (1), 189-198.
- Vian, Á. (2006). *Introducción a la Química Industrial.* Barcelona, España: REVERTÉ, S.A.