

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA PECTINA OBTENIDA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE LIMÓN TAHITÍ (*CITRUS X LATIFOLIA*) EN DOS ESTADOS DE MADURACIÓN

EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF THE PECTINS OBTAINED FROM TAHITÍ LEMON PEEL (*CITRUS X LATIFOLIA*) IN TWO STATES OF MATURATION

*Púa R. Amparo., Barreto R. Genisberto, Vallejo F.Diego., Ariza S Carlos.

Universidad del Atlántico Km 7 Vía a Puerto Colombia
Barranquilla-Colombia
E-mail: ampyluz@gmail.com

Recibido 21 de Julio 2015; aceptado 30 de octubre de 2015

RESUMEN

La pectina es un agente espesante utilizado en la industria alimentaria y farmacéutica debido a su propiedad gelificante. El objetivo del presente artículo es mostrar los resultados de una investigación, cuyo propósito fue extraer y caracterizar la pectina obtenida de la cáscara de limón Tahiti en dos estados de maduración. La extracción de la cáscara de limón Tahití verde y maduro se realizó mediante hidrólisis ácida con HCl a pH, temperaturas y tiempos diferentes. En el caso de la cáscara de limón Tahití verde, las condiciones ideales de extracción con relación al porcentaje de rendimiento fueron de 1.26%, pH 2.5, 45 minutos y 100°C. Para la cáscara de limón Tahití maduro, estas condiciones fueron de 0.90%, pH 2.0, 75 minutos y 90°C. A la pectina resultante se le evaluó el contenido de humedad, las cenizas, el metoxilo, la acidez libre, el peso equivalente y el grado de

esterificación, aplicando un análisis por espectroscopia de infrarrojo. Los resultados de la caracterización de limón verde y maduro fueron: 5.4 % y 3.2 % de cenizas respectivamente; 14.0 % y 8.2 % de humedad; 84.2 % y 91.6 % de ácido anhidrogálico; 94.5 % y 90.7 % de porcentaje de esterificación; 14.0 % y 14.6 % de índice de metoxilo. Se concluye que la pectina tiene un elevado porcentaje de esterificación, en comparación con la pectina comercial (76 %) por lo que se reconoce como de alto metoxilo, y se considera apta para ser utilizada en la industria, debido a su facilidad de gelificación.

Palabras: *Acido anhidrogálico, extracción, índice de metoxilo, Limón tahití, pectina.*

ABSTRACT

Pectin is a thickening agent used in the food and pharmaceutical industry, due to its jelly property. This paper aims at showing the results of an investigation in which pectine was characterized and extracted from Tahiti lemon peel in both states of maturity. The extraction of both green and ripe Tahiti lemon peel was carried out through acid hydrolysis with HCl at different pH, temperatures and time. In the case of the green Tahiti lemon peel, the ideal extracting conditions regarding the yield percentage were 1.26 %, pH 2.5, 45 minutes and 100 °C. For the ripe Tahiti lemon peel, these conditions were 0.90 %, pH 2.0, 75 minutes and 90 °C. The moisture content, the ashes, the methoxyl, the free acidity, the equivalent weight and the etherification degree were evaluated at the resulting pectin by means of an infrared spectroscopy analysis. The results of the green and ripe Tahiti lemon peel characterization were: 5.4 % and 3.2 % of ashes respectively; 14.0 % and 8.2 % of moisture; 84.2 % and 91.6 % of anhydrous galacturonic acid; 94.5 % and 90.7

% of etherification percentage; 14.0 % and 14.6 % of methoxyl index. It is concluded that pectin has a high etherification percentage compared to commercial pectin (76 %), so it is recognized as high methoxyl and it is considered suitable for being used in the food and pharmaceutical industry because of its jelly easiness.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia: Correo electrónico: ampyluz@gmail.com

Keywords: *Anhydrous galacturonic acid, extraction, methoxyl index tahiti lemon, pectin.*

INTRODUCCIÓN

La pectina se encuentra reconocida por la FAO como un aditivo seguro sin restricciones de uso (Rivadeneira *et al*, 2011), tiene la propiedad de formar geles en medio ácidos y en presencia de azúcares; por este motivo, es utilizada en la industria alimentaria en combinación con los azúcares como un agente espesante, en la

fabricación de mermeladas y confituras. La mayor parte de las frutas contienen pectina, pero no en la cantidad suficiente para formar un gel cuando la mermelada es fabricada, por lo que una cierta cantidad de pectina se añade para mejorar la calidad de la misma, brindándole la consistencia deseada. Cuando la pectina es calentada junto con el azúcar se forma una red, que se endurecerá durante el enfriado (ScientificPsychic, 2015). En general la pectina se emplea para proporcionar textura, limitar la acumulación de agua en la

superficie de los alimentos y distribuir la fruta dentro de los productos (García *et al*, 2011).

Se ha demostrado que la pectina funciona como fibra dietaria en el intestino grueso y colon, y tiene una actividad anticancerígena e hipocolesterolemizante (Cunningham *et al*, 2005).

La pectina es un gelificante de gran aceptación por encontrarse de manera natural en las frutas (Maldonado *et al*, 2008). Existen alrededor de 150 frutas originarias de Colombia (Contreras *et al*, 2011); la industria colombiana procesa pectina anualmente; mas sin embargo se continúa abasteciendo de este producto mediante la importación. El objetivo del presente artículo es mostrar los resultados de una investigación, cuyo propósito fue extraer y caracterizar la pectina obtenida de

la cáscara de limón Tahiti en dos estados de maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo correspondió a un estudio descriptivo-correlacional.

DETERMINACIÓN INDICE DE MADURACIÓN

Selección de Materia Prima: Se realizó en función a los criterios de tamaño, apariencia, sanidad y color de los limones.

El índice de madurez se realizó mediante la determinación de la acidez del jugo de limón y los sólidos solubles totales, relacionados entre sí (Ortiz, 2003) de la siguiente manera:

$$\text{Índice de Madurez} = \frac{\text{Sólidos Solubles}}{\text{Acidez titulable}}$$

PROCESO DE EXTRACCION

Lavado de Materia Prima: Los limones se pelaron para obtener las cáscaras, las cuales se lavaron inicialmente con agua del grifo para hacer remoción de residuos sólidos y luego con agua destilada.

Trituración: Las cáscaras se cortaron en pequeños pedazos para aumentar la superficie de contacto de la muestra.

Inactivación enzimática: El material triturado se agregó al agua hirviendo por 15

minutos para inactivar las enzimas Pectinesterasa y Poligalacturonesterasa que degradan la pectina (Domínguez *et al*, 2011).

Extracción en medio ácido: Se pesaron 100 gramos de cáscara de limón Tahiti y se agregaron en recipientes con 500 mL de agua destilada, se estableció el pH agregando Ácido Clorhídrico [5 N] y controlando el pH utilizando un pH-metro digital Mettler Toledo FiveEasy™ hasta llegar al valor de interés (1.5, 2.0 y 2.5) se colocó en baño maría a temperaturas preestablecidas (80, 90 y 100 °C) controladas con un termómetro, durante el tiempo previamente establecido (45,60 y 75 minutos).

Filtrado y concentrado: Después del proceso de extracción, se dejó enfriar el recipiente, se filtró separando las cáscaras del líquido y se sometió a evaporación de solvente para concentrar la solución hasta aproximadamente 1/5 del volumen Inicial (Ferreira, 2007).

Precipitación: Se añadió alcohol etílico al 96% a la solución concentrada, formando un gel precipitado, se filtró el gel

mecánicamente y se purificó la pectina repitiendo el proceso mencionado 4 veces.

Secado: La pectina obtenida y purificada se sometió a secado a 45° C en estufa de desecación hasta obtener un peso constante, posteriormente se sometió a trituración para guardarlo en una zona libre de humedad.

Almacenamiento: La pectina se almacenó en recipientes herméticamente cerrados en las instalaciones del laboratorio de Bromatología de la Universidad del Atlántico hasta el momento de realizar los análisis de caracterización.

PROCESO DE CARACTERIZACIÓN

Contenido de Humedad: Se hizo mediante pérdida por secado utilizando una estufa de desecación se agregaron 0.5 g de pectina en una cápsula de porcelana seca previamente tarada, se introdujo la cápsula con muestra a la estufa y se dejó durante 60 minutos a una temperatura de 105°C.

Luego se dejó enfriar y se pesó la cápsula con pectina desecada, se repitió este último proceso hasta obtener un peso constante.

Contenido de Cenizas: Se determinó mediante el cálculo de pérdida por ignición utilizando la Mufla Terrígeno, ésta se programó a 550 °C y se sometieron las

muestras a esta temperatura durante 1 hora.

Determinación del peso equivalente y acidez libre: Se valoró una mezcla de pectina con alcohol Etílico y agua destilada, se añadieron unas gotas de rojo fenol y se tituló con Hidróxido de Sodio hasta alcanzar el punto final, persistiendo 30 segundos (Ferreira, 2007).

Índice de Metoxilo: Con la solución utilizada en la determinación del peso equivalente se desesterificó el metoxilo con Hidróxido de Sodio (NaOH) 0.25 N, se dejó tapado y después de 30 minutos se neutralizó la soda con HCl 0.25 N, posteriormente se tituló con una solución con NaOH hasta obtener un pH superior a 7 evidenciado por un cambio de color (Ferreira, 2007).

Grado de Esterificación: Se calculó teniendo en cuenta los miliequivalentes (meq) de NaOH gastados en la determinación de la acidez libre y los meq de NaOH gastados en la determinación del contenido de metoxilo (Unidades de ácido carboxílico metilesterificadas) y se expresó en porcentaje (Ferreira, 2007).

Determinación de Ácido Anhidrogacturónico: Se realizó mediante la relación entre el contenido de

acidez libre, la Alcalinidad de las Cenizas y el Contenido de Metoxilo.

Análisis de Espectro Infrarrojo: Se realizó un análisis de espectro infrarrojo de las muestras de pectina obtenidas a partir de la cáscara de Limón Tahití en 2 estados de

maduración y de una muestra de pectina comercial. Los espectros obtenidos fueron superpuestos entre las muestras y con el patrón para verificar la identificación de la pectina y establecer diferencias y similitudes entre las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADURACIÓN.

Los resultados de la determinación del Índice de madurez (IM) de los limones se pueden observar en la tabla 1, se relacionan los Sólidos Totales Solubles (STS) del jugo y la acidez de este, los resultados fueron de 1.0087 para el estado de maduración 1 o

“Limón Verde” y 2.4665 para el Estado 2 o “Limón Maduro”.

Tabla 1. Determinación Índice de Maduración del Limón Tahití

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ						
Muestra	Jugo de Limón (mL)	Grados Brix	Vol. NaOH (mL)	% Ácido cítrico	STS*	IM*
1	10	8.2	63.7	10.0647	10.1526	1.0087

2	10	9.6	42.7	4.2244	10.4195	2.4665
---	----	-----	------	--------	---------	--------

EXTRACCIÓN

Se cuantificó la pectina obtenida en todos los ensayos para la determinación de condiciones óptimas de extracción, los resultados se observan en la tabla 2 y en la tabla 3 para los estados de madurez 1 y estado de madurez 2, obteniéndose unas condiciones de pH 2.5, 45 minutos y 100 °C para el estado de maduración 1 y valores de pH 2.0, 75 minutos a 90 °C para la extracción en el estado de maduración 2.

Tabla 2. Determinación de las condiciones óptimas de extracción de pectina en limón Tahití en estado de maduración 1.

PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DE PECTINA LIMON TAHITI ESTADO MADURACIÓN 1				
Item	pH	Tiempo (Min)	Temperatura (°C)	Rendimiento (%)
pH	1.5	45	80	0.29
	2.0	45	80	0.36
	2.5	45	80	0.39
t	2.5	45	80	0.39
	2.5	60	80	0.14
	2.5	75	80	0.09
°C	2.5	45	80	0.39
	2.5	45	90	0.80
	2.5	45	100	1.26

Tabla 3. Determinación de las condiciones óptimas de extracción de pectina en limón Tahití en estado de maduración 2.

PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DE PECTINA LIMON TAHITI ESTADO MADURACIÓN 2				
Item	pH	Tiempo (Min)	Temperatura (°C)	Rendimiento (%)
pH	1.5	45	80	0.18
	2.0	45	80	0.24
	2.5	45	80	0.20
t	2.0	45	80	0.24
	2.0	60	80	0.24
	2.0	75	80	0.44
°C	2.0	75	80	0.24
	2.0	75	90	0.90
	2.0	75	100	0.76

El factor que más influye en el proceso de extracción es la temperatura, Sus variaciones alteran considerablemente el rendimiento, ya que las altas temperaturas incrementan la hidrólisis de los enlaces de la protopectina (insoluble) y pasando así a

pectina soluble en agua (Domínguez *et al*, 2011) lo que coincide con lo observado en la obtención de pectina de maracuyá, donde se observó que los factores que influyen en la hidrólisis fueron la temperatura como principal factor seguido del tiempo (Guidi A *et al*, 2010).

Las condiciones óptimas se resumen en la tabla 4, evidenciándose que, el mayor porcentaje de rendimiento se obtuvo en el estado de maduración 1 y fue de 1.26 %, y para el estado de madurez 2, el porcentaje de recuperación de pectina fue de 0.90 %

Tabla 4. Condiciones óptimas para la extracción de pectina en 2 estados de maduración.

CONDICIONES OPTIMAS DE EXTRACCIÓN		
CONDICIÓN	PECTINA EXTRAIDA ETADO DE MADURACIÓN 1	PECTINA EXTRAIDA ESTADO DE MADURACIÓN 2
	pH	2.5
Tiempo (min)	45	75
Temperatura (°C)	100	90
Rendimiento (%)	1,26	0,9

Esto posiblemente se deba a que la pectina se encuentra en mayor proporción en frutos que no han alcanzado su madurez, estos valores contrastan con los altos rendimientos obtenidos en otras especies de cítricos, valores que oscilan en 25% y 30

% en base seca (Rojas *et. al*, 2009) con la diferencia de que este proceso se hizo en base húmeda.

CARACTERIZACIÓN

Metoxilo y porcentaje de Ácido Anhidrogalacturónico de la pectina.

HUMEDAD: El porcentaje de humedad para ambos estados de maduración (verde y maduro) se presentan en Las características de la pectina obtenida en ambos estados de maduración, fueron determinadas mediante los resultados del contenido de humedad, cenizas, acidez libre, la tabla 5, obteniendo valores de 14.07 % y 8.20 % respectivamente.

Tabla 5. Comparación del porcentaje de humedad de la pectina obtenida del Limón Tahití en dos estados de maduración.

% HUMEDAD			
	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia (patrón)
MUESTRA 1	13.8244	8.3988	8.8133
MUESTRA 2	14.3229	8.0016	8.8133
PROMEDIO	14.0737	8.2002	8.8133

La pectina obtenida en cáscaras de limón maduro tiene mayor similitud a la pectina Patrón, y el valor obtenido en el estado de

madurez 1 es comparable con el reportado por D'Addosio *et al*, (2005) con 11,09 % en pectina obtenida en corteza de parchita (*Passiflora edulis*).

CENIZAS: El contenido de cenizas expresado en porcentaje se aprecia en la Tabla 6, se evidencia una similitud entre el estado de maduración 1 y la pectina comercial.

Tabla 6. Comparación del porcentaje de cenizas de la pectina obtenida del Limón Tahití en 2 estados de maduración.

% CENIZAS			
	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia (patrón)
MUESTRA 1	5.4827	3.1323	3.0900
MUESTRA 2	5.3289	3.3989	3.0900
PROMEDIO	5.4058	3.2656	3.0900

Tomando como referencia que el contenido de cenizas afecta la capacidad de gelificación de la pectina (Arley *et al*, 2009), se observó que la pectina extraída posee buena capacidad de gelificación, pues el contenido de cenizas para la pectina de la cáscara de limón Tahití maduro (3.2) está cercanos al 3.0% valor de la pectina comercial, y 5.4% para la pectina obtenida en cáscaras de limón Tahití maduro (Tabla 6). Estos resultados presentan diferencia

significativa con los obtenidos en cáscaras de plátano clon Hartón (0.57% y 0.54%) para pectina obtenida a pH 2.0 y 3.0 respectivamente (Vásquez *et al.*, 2008).

Tabla 7. Comparación de la acidez libre de la pectina obtenida del limón Tahití en 2 estados de maduración

ACIDEZ LIBRE			
	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia (patrón)
MUESTRA 1	0.2414	0.4827	0.5114
MUESTRA 2	0.2816	0.4827	0.5114
PROMEDIO	0.2615	0.4827	0.5114

Tabla 8. Comparación del peso equivalente de la pectina obtenida del limón Tahití en 2 estados de maduración

PESO EQUIVALENTE			
	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia (patrón)
MUESTRA 1	4,143.0595	2071.5298	1955.42
MUESTRA 2	3551.1939	2071.5298	1955.42
PROMEDIO	3847.1267	2071.5298	1,955.4200

CONTENIDO DE METOXILO: Para la pectina del limón Tahití verde es de 14.03 % y para la pectina del limón maduro es de 14.65%, (Tabla 9) observándose entonces que las pectinas extraídas son de alto metoxilo, ya que están por encima del 50 % de metoxilo (Acevedo *et al.*, 2011).

Tabla 9. Comparación del Índice de Metoxilo de la pectina obtenida del limón Tahití en 2 estados de maduración

CONTENIDO DE METOXILO			
	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia (patrón)
MUESTRA 1	13.5930	14.7154	6.3433333
MUESTRA 2	14.4660	14.5907	6.3433333
PROMEDIO	14.0295	14.6530	6.3433

Estos resultados son similares a las pectinas obtenidas en Albedos/Flavedos de Limón (Liu Y. *et al.*, 2001).

GRADO DE ESTERIFICACIÓN: Los resultados de la determinación del grado de esterificación se aprecian en la tabla 10, observándose que estos se encuentran por encima de los valores de la pectina comercial.

Tabla 10. Comparación del grado de esterificación de la pectina obtenida del limón Tahití en 2 estados de maduración.

ESTERIFICACION			
	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia (patrón)
MUESTRA 1	94.7826	90.7692	76.0666667
MUESTRA 2	94.3089	90.6977	76.0666667
PROMEDIO	94.5458	90.7335	76.0667

Las pectinas obtenidas en ambos estados de Maduración fueron de Alto Grado de

Esterificación que la clasifica como “Pectinas ultrarrápidas” al igual que la obtenida por Chasquibol et al., (2008) con grados de esterificación de 86.24% y 88.79% para pulpa de Níspero y mesocarpio de Granadilla, respectivamente.

ACIDO ANHIDROGALACTURONICO: La determinación del porcentaje de ácido anhidrogalacturónico se aprecia en la tabla 11, se realizó la relación entre los resultados de Alcalinidad de las Cenizas, Acidez Libre (Ver Tabla 13) y el Contenido de Metoxilo (Ver Tabla 10 y Tabla 13)

Tabla 11. Comparación de ácido anhidrogalacturónico de la pectina obtenida del limón Tahití en 2 estados de maduración.

ACIDO ANHIDROGALACTURONICO			
	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia (patrón)
MUESTRA 1	81.4213	92.0415	70.9675
MUESTRA 2	87.0854	91.3335	70.9675
PROMEDIO	84.2534	91.6875	70.9675

Se observan porcentajes de ácido galacturónico (% AAG) de 84 % para la pectina en limón Tahití verde y de 91.68% para la pectina en Limón Tahití maduro, ambos por encima de los valores de pectina comercial (Tabla 12) También se ubica por encima de los valores obtenidos en Pectina obtenida a partir cáscaras de Plátano clon

Hartón con un 12.72% de AAG (Vasquez R, et, al. 2008).

Tabla 12. Resumen de características de la pectina obtenida a partir del limón Tahití en 2 estados de maduración.

COMPARACIÓN DE LOS PARAMETROS DE LA CARACTERIZACIÓN DE PECTINA			
Parametro	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia
Porcentaje de humedad (%)	14.0737	8.2002	8.8133
Porcentaje de cenizas (%)	5.4058	3.2656	3.0900
Alcalinidad de las cenizas (% de Carbonatos)	2.6165	5.4745	1.0600
Ácido libre (mEq g caboxilo libre/g)	0.2615	0.4827	0.5114
Peso equivalente (mg/mEq)	3847.1267	2071.5298	1955.4200
Contenido de metoxilo (%)	14.0295	14.6530	6.3433
Porcentaje de esterificación (%)	94.5458	90.7335	76.0667
ácido anhidrogalacturónico (%)	84.2534	91.6875	70.9675

Tabla 13. Resumen de características de la pectina obtenida a partir del limón Tahití en 2 estados de maduración.

COMPARACIÓN DE LOS PARAMETROS DE LA CARACTERIZACIÓN DE PECTINA			
Parametro	Pectina de Limón Verde	Pectina de Limón Maduro	Pectina de referencia
Porcentaje de humedad (%)	14.0737	8.2002	8.8133
Porcentaje de cenizas (%)	5.4058	3.2656	3.0900
Alcalinidad de las cenizas (% de Carbonatos)	2.6165	5.4745	1.0600
Ácido libre (mEq g caboxilo libre/g)	0.2615	0.4827	0.5114
Peso equivalente (mg/mEq)	3847.1267	2071.5298	1955.4200
Contenido de metoxilo (%)	14.0295	14.6530	6.3433
Porcentaje de esterificación (%)	94.5458	90.7335	76.0667
ácido anhidrogalacturónico (%)	84.2534	91.6875	70.9675

ANÁLISIS INFRARROJO

Se realizó un análisis infrarrojo a la pectina obtenida a partir de la cáscara de limón Tahití en ambos estados de maduración en comparación a una pectina comercial (línea

intermitente en ambos espectros) se observan las longitudes de onda correspondientes a los diferentes grupos funcionales de una pectina, entre los 3300 – 3500 cm^{-1} se encuentra la banda correspondiente a los grupos –OH, entre los 2900 – 3000 cm^{-1} el grupo CH, entre los 1700 – 1800 cm^{-1} el grupo C=O de los ésteres, entre los 1500-1700 cm^{-1} el grupo C=O de los ácidos, entre los 1000 – 1200 cm^{-1} el grupo C-O y entre los 700 y 900 cm^{-1} los anillos benzoicos.

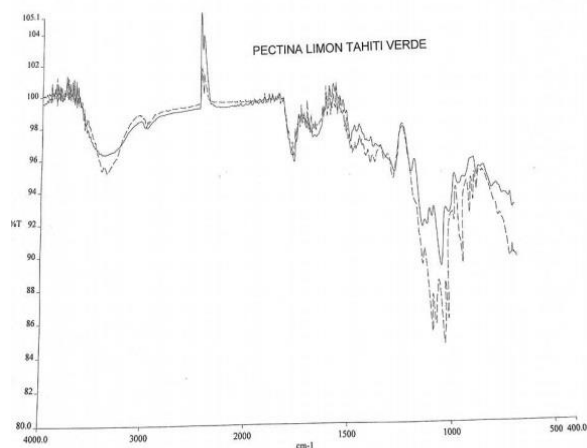


Figura 2. Espectro Infrarrojo Superpuesta de pectina obtenida a partir de limón Tahití “Verde” y Pectina Comercial.

Al comparar los espectros se observa diferencia entre ambas pectinas en la banda correspondiente a los grupos C-O a entre 1000 y 1200 cm^{-1} , la pectina comercial presentó mayor presencia de estos grupos en su estructura en comparación a la

pectina obtenida de cáscaras de Limón Tahití verde (Figura 1).

El espectro de la pectina obtenida en el estado de maduración 2, evidencia al igual que en el caso anterior, una diferencia menos marcada entre los picos superpuestos a la longitud de onda comprendida entre 1000 y 1200 (Figura 2) y que son característicos de los grupos C-O, la diferencia es menor a la observada en el estado de madurez 1.

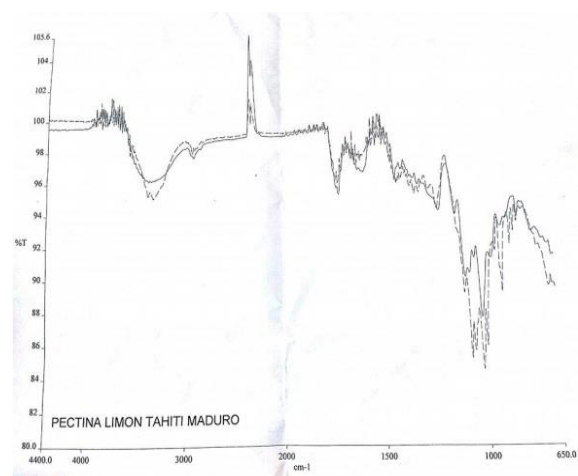


Figura 2. Espectro Infrarrojo superpuesto de pectina obtenida a partir de limón Tahití “Maduro” y pectina comercial.

En la caracterización de la pectina obtenida en la cáscara de manzana y comparada con una pectina comercial (Vásquez *et al*, 2008) se evidencia una diferencia en la región característica de los ácidos carboxílicos libres y esterificados (1650 – 1750 cm^{-1}), una ausencia del alargamiento del pico en

esa región, indica y confirma su resultado de pectina con bajo Índice de Metoxilo (Monsoor *et al*, 2001).

CONCLUSIONES

Es posible extraer pectina a partir de la cáscara de limón Tahití, por lo tanto es necesario conocer las condiciones que puedan aumentar el rendimiento del proceso y tener efecto directo sobre la calidad de la pectina.

No existen coincidencias en las condiciones de extracción para los dos estados, así que se deben manejar tratamientos diferentes en lo respectivo a condiciones de tiempo y temperatura; para el factor pH se debe considerar el manejo de valores en un rango bajo (1.5 - 3.5), ya que a estos rangos se obtiene pectina de alto metoxilo y por encima de estos valores no hay gelificación.

Se lograron establecer las características de la pectina para ambos estados de maduración y se demostró que existe diferencia entre la pectina obtenida a partir de la cáscara de limón verde y la pectina patrón en todas las características de calidad.

Existe menos diferencia entre la pectina obtenida a partir de cáscara de limón Tahití maduro en comparación a la pectina Patrón.

El alto porcentaje de ácido galacturónico y el bajo porcentaje de cenizas en la pectina, son dos de los criterios que evalúan la pureza de las pectinas, porque se evidencia que las pectinas extraídas, son de alta pureza y aptas para ser usadas en la Industria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott SL, Cheung KW, Janda M. (2003). The genus *Aeromonas*: Biochemical characteristics, atypical reactions, and

phenotypic identification schemes. *J Clin Microbiol*; 37(11):2348-2357.

- Balaji V, Jesudason V, Sridharan G. (2004). Cytotoxin testing of environmental *Aeromonas* spp. In Vero cell culture. *Indian J Med Res*; 119:186-189.
- Cabrera LE, Bravo L, Ramírez MM, Llop A, Fernández A, Morier L, Borrego G. (2007). Factores de virulencia en cepas de *Aeromonas* spp. aisladas de pacientes con bacteriemia. *Rev Panam Infectol* 2007; 9(4):19-23.
- Cascón A, Yugueros J, Temprano A, Sánchez M, Herranz C, Luengo JM. (2000). A major secreted enastase is essential for pathogenicity of *Aeromonas hydrophila*. *Infect Immun*; 68:3233-3241.
- Castilho, M.C.; Castro, T.L.; Araújo, V.S.; Trajano, R.S.; Santos, P.A.; Pimenta, P.M.; Lucheze, K.; Melo, J.T.; Gonçalves, A.M.; Nogueira, R.T.; de Luna, M.G.; Freitas-Almeida, A.C. (2009). High frequency of hemolytic and cytotoxic activity in *Aeromonas* spp. isolated from clinical, food and environmental in Rio de Janeiro, Brazil. *Antonie Van Leeuwenhoek*; 96:53–61.
- Castro-Escarpulli G, Aguilera-Arreola M, Giono S, Hernández-Rodríguez C, Rodríguez M, Soler L, Aparicio, G.; Figueras, M. (2002). El género *Aeromonas*. ¿Un patógeno importante en México? *Enf Infec Micro*; 22(4):206-216.
- Castro-Escarpulli G, Peña del Barrio D, Castañeda N, García A, Morier L, Aguilera-Arreola MG, Bravo L. (2002). Virulence factors of *A. caviae* strains isolated from acute diarrheic disease in Cuba. *Rev Latinoam Microbiol*; 44(1):11-13.
- Chacón MR, Figueras MJ, Castro-Escarpulli G, Soler L, Guarro J. (2003). Distribution of virulence genes in clinical and environmental isolates of *Aeromonas* spp. *Antonie Van Leeuwenhoek*; 84:269–278.
- Farmer JJ, Arduino MJ, Hickman-Brenner FW. (2006). The genera *Aeromonas* and *Plesiomonas*. *Prokaryotes*; 6:564–596.
- González-Serrano CJ, Santos JA, García López ML y Otero A. (2002) Virulence markers in *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas veronii* biovar sobria isolates from freshwater fish and from a diarrhoea case. *J Appl Microbiol*; 93:414–419.
- Guerra MF, Fadanelli R, Figueiró M, Schreiner F, Delamare AP, Wollheim C, Costa SP, Echeverrigaray S. (2007). *Aeromonas* associated diarrhoeal

disease in south Brazil: prevalence, virulence factors and antimicrobial resistance. *Braz J Microbiol*; 38(4):638-643.

INVIMA. (2008) Ministerio de la Protección social. Informe de la vigilancia de las enfermedades transmitidas por alimentos. [en línea]. [Consultado Mayo 16 de 2011] URL Disponible En: http://web.invima.gov.co/portal/documents/portal/documents/root/INFORMEETA_%20IITRIMESTRE%20200801.pdf.

Ivanova EP, Zhukova NV, Gorshkova NM, Chaikina EL. (2001) Characterization of *Aeromonas* and *Vibrio* species isolated from a drinking water reservoir. *J Appl Microbiol*; 90:919-927.

Janda JM, Abbott SL. (2010) The genus *Aeromonas*: Taxonomy, pathogenicity, and infection. *Clin Microbiol Rev*; 23:35-73.

Krzyminska S, Mokracka J, Laganowska M, Wlodarczak K, Guszczynska E, Liszkowska J, Popkowska E, Lima I, Lemanska I, Wendt M. (2001) Enhancement of the virulence of *Aeromonas caviae* diarrhoeal strains by serial passages in mice. *J Med Microbiol*; 50:303-312.

Longa A, Vizcaya L, Nieves B, Bravo L, Morier L, Pérez-Schael I, Cabrera LE. (2005) Factores de virulencia asociados a la enteropatogenicidad en cepas de *Aeromonas* spp. aisladas de niños con diarrea en Mérida, Venezuela. *Rev Cubana Med Trop*; 57(2):85-91

Martin-Carnahan A. Joseph SW. (2005) *Aeromonadaceae*. En: Brenner DJ, Krieg NR, Staley JT, Garrity GM. Eds. *The Proteobacteria, Part B, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. 2nd Ed. New York, NY: Springer-Verlag.

Merino S, Aguilar A, Nogueras MM, Regue M, Swift S, Tomas JM. (1999). Cloning, sequencing, and role in virulence of two phospholipases (A1 and C) from mesophilic *Aeromonas* sp. serogroup O:34. *Infect Immun*; 67(8):4008-4013.

Rahman M, Colque-Navarro P, Kunh I, Huys G, Swings J, Möllby R. (2002). Identification and characterization of pathogenic *Aeromonas veronii* Biovar sobria associated with epizootic ulcerative syndrome in fish in Bangladesh. *Appl Environ Microbiol*; 68(2):650-655. Resistance. *Emerg Infect Dis*; 9(5):552-555.

Santos A, González J, Otero A, García-López ML. (1999). Hemolytic activity and siderophore production in different

Aeromonas species isolated from fish.
Appl Environ Microbiol; 65(12):5612-5614.

Sechi LA, Deriu A, Falchi MP, Fadda G y Zanetti S. (2002). Distribution of virulence genes in *Aeromonas* spp. isolated from Sardinian waters and from patients with diarrhea. *J App Microbiol*; 92:221-227.

Soler L, Figueras MJ, Chacón MR, Vila J, Marco F, Martinez-Murcia AJ, Guarro J. (2002). Potential virulence and antimicrobial susceptibility of *Aeromonas popoffii* recovered from freshwater and seawater. *FEMS Immunol Med Microbiol*; 32:243-247.

Vila J, Ruiz J, Gallardo F, Vargas M, Soler L, Figueras MJ, Gascón J. (2003) *Aeromonas* spp. and traveler's diarrhea: Clinical Features and Antimicrobial

Von Graevenitz A. (2007). The role of *Aeromonas* in diarrhea: a review. *Infection*; 35(2):59-64.

Yucel N, Erdogan S (2010). Virulence properties and characterization of aeromonads isolated from foods of animal origin and environmental sources. *J Food Prot*; 73(5):855-60.