

Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener)

R D'Addosio, G. Páez, M. Marín, Z. Mármol, J. Ferrer

Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, Apartado 526.
Maracaibo 4001-A, Venezuela

Resumen

Se analizó la influencia del estado de coloración (verde-blanco, verde-amarillo y amarillo) y del agente de extracción (HCl, H_3PO_4 , $H_3PO_4-(NaPO_3)_6$) sobre la pectina de la corteza seca de parchita. El contenido de pectina se determinó por el método de hidrólisis ácida, a las condiciones de extracción pH: 3.0, temperatura: 90-95°C y tiempo de calentamiento: 90 minutos. La calidad de la pectina se evaluó mediante análisis de humedad, cenizas, peso equivalente, metoxilo, ácido anhidrouónico, grado de esterificación, tiempo de gelificación, viscosidad relativa, espectros de infrarrojo y los minerales calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na). El rendimiento máximo de pectina obtenido fue 18,45% al usarse como extractante $H_3PO_4-(NaPO_3)_6$; mientras que la pectina de mejor calidad fue extraída con HCl, con un contenido de ácido anhidrouónico y de metoxilo de 78% y 9,9%, respectivamente. La corteza de la parchita en el estado de madurez amarillo presentó el mayor contenido de pectina, mientras que la extraída en el estado de madurez verde-blanco exhibió las mejores propiedades gelificantes. La espectrometría de IR confirmó que la pectina tiene alto contenido de metoxilo. El análisis de los minerales arrojó los siguientes resultados: calcio 0,10 a 0,15%, magnesio 0,05 a 0,08% y sodio 0,02 a 0,04%. La pectina de la corteza de parchita no presenta características inusuales que indiquen alguna desventaja potencial comercial.

Palabras clave: parchita, pectina, agente de extracción, estado de coloración.

Introducción

La pectina es un coloide por excelencia que tiene la propiedad de absorber una gran cantidad de agua. Pertenece al grupo de los polisacáridos y se encuentra en la mayoría de los vegetales, especialmente en frutas como naranja, toronja, limón y limonzón. La pectina se deposita principalmente en la pared primaria y en la lámina media, siendo los tejidos mesenquimáticos y parenquimáticos particularmente ricos en dicha sustancia, teniendo la función de cemento intercelular (17, 23).

La pectina juega un papel fundamental en el procesamiento de los alimentos como aditivo y como fuente de fibra dietética. Los geles de pectina son importantes para crear o modificar la textura de compotas, jaleas, confites y productos lácteos bajos en grasa. Es también utilizada como ingrediente en preparaciones farmacéuticas como antidiarreicos, desintoxicantes, entre otros. Además, ésta reduce la intolerancia a la glucosa en diabéticos e incluso bajan el nivel del colesterol sanguíneo y de la fracción lipoproteica de baja densidad (8).

Para fines industriales, la fuente de obtención se restringe principalmente a las cáscaras de frutos cítricos conteniendo cerca del 25% de sustancias pécticas y del bagazo de manzana rindiendo alrededor del 15 – 18% de pectina. Otras fuentes de pectina incluyen conchas de mango, residuos de girasol, guayaba, entre otros (9).

Desde el punto de vista nutricional y toxicológico, la pectina en general y especialmente la del fru-

to de parchita como aditivo alimenticio basado en las determinaciones de contenido de sacarosa, azúcares totales, azúcares reductores, grados brix, sodio, fósforo, calcio, magnesio, entre otros; además de otras características químicas importantes, tiene un uso legítimo y no limitado en los sistemas de procesado, por cuanto su administración es completamente segura (1).

Por otra parte, las propiedades físicas (tiempo de gelificación) y químicas (contenido de metoxilo, contenido de ácido galacturónico, grado de esterificación y viscosidad) en la molécula de pectina son función de la naturaleza de la planta, del estado de maduración y de la metodología de extracción (16), estableciéndose variaciones en cuanto al contenido y calidad de pectina.

La corteza de parchita maracuyá amarilla es un subproducto de las industrias procesadoras de jugos obteniéndose de un 70 a 75% de material de desecho (11). Las estadísticas de producción de parchita maracuyá amarilla en el Zulia señalan una cifra de 24.500 Ton/año, con un rendimiento promedio en el ámbito nacional de 35.000 kg/ha/año (15). En la actualidad existe un crecimiento acelerado en el cultivo de la parchita, el cual tiende a continuar en aumento dada la demanda de fruta fresca para el consumo interno y la existente por las industrias de jugos. El aumento en la producción de parchita maracuyá amarilla en el país y principalmente en la región zuliana, indica un aumento en el procesamien-

to de la fruta para la producción de grandes volúmenes de jugo y, como consecuencia, la acumulación de mayor cantidad de material de desecho, el cual se destina normalmente como alimento para ganado.

Con estos antecedentes, y considerando además que toda la pectina que se consume actualmente en nues-

tro país es importada, se plantea como objetivo evaluar la cantidad y calidad de pectina en la corteza de parchita según el estado de coloración (verde-blanco, verde-amarillo y amarillo) con los agentes de extracción HCl, H_3PO_4 y $H_3PO_4-(NaPO_3)_6$, y cuantificar el contenido de los minerales: calcio, magnesio y sodio.

Materiales y métodos

Materia prima. La materia prima utilizada fueron frutos de parchita maracuyá *Passiflora edulis* var. flavicarpa Degener (amarilla), provenientes de plantas uniformes en el manejo agronómico de la hacienda San Luís, situada en el km 22 vía Santa Bárbara del Zulia a El Vigía, en el Sur del Lago de Maracaibo del estado Zulia. Se tomaron muestras de 12 kg de frutas por cada estado de coloración: verde-blanco (V.B.), verde-amarillo (V.A.) y amarillo (A.)

Preparación de la corteza seca de la parchita maracuyá. La pulpa y semillas de las parchitas, previamente pesadas, se retiraron manualmente. La corteza de los frutos se pesó y lavó, luego se trituroó mediante una licuadora con pequeñas cantidades de agua, recuperándose inmediatamente la cáscara desmenuzada a través de una tela de liencillo, extrayendo la mayor cantidad de agua posible. La corteza triturada se colocó en un recipiente con 4 L de agua destilada a una temperatura entre 95-98°C durante 15 min.; con el propósito de inactivar las enzimas pectinesterasas que hidrolizan los grupos éster metílicos, formando

metanol y por ende, pectinas de menor metoxilo; inactivando también la poligalacturonasa, que rompe los enlaces glucosídicos entre moléculas galacturónicas, despolimerizando la cadena a fracciones más cortas y, finalmente, llegando al monómero del ácido galacturónico (3).

A la fase sólida se le efectuaron varios lavados con agua destilada hasta no detectar sólidos solubles mediante la determinación de los grados Brix. Se prensó manualmente y se sometió a un proceso de secado a 60°C hasta alcanzar peso constante; se pesó, pulverizó y envasó herméticamente (3).

Extracción de pectina a partir de la corteza seca de parchita. Se utilizaron tres agentes de extracción, el ácido clorhídrico, ácido fosfórico y una mezcla ácido fosfórico y hexametafosfato de sodio (HCl, H_3PO_4 , $H_3PO_4-(NaPO_3)_6$). Para la obtención industrial de la pectina, se extrae con ácidos en caliente, para disociar la protopectina a pectina soluble (18, 5).

El agua acidulada de cada procedimiento de extracción se preparó con ácido clorhídrico (HCl) (3), ácido fosfórico (H_3PO_4) y ácido fosfórico con

0,75% de hexametáfosfato de sodio ($H_3PO_4-(NaPO_3)_6$) (2) hasta ajustar a cada uno a pH 3.0 (por triplicado), una vez añadida la materia seca en una relación corteza seca-agua acidulada, 1:16. Se calentó el agua acidulada junto con la corteza con agitación constante hasta alcanzar una temperatura entre 90-95°C durante 90 min.; luego se filtró, exprimió en forma manual y enfrió rápidamente para minimizar la degradación de la pectina por el calor. Posteriormente, el filtrado se centrifugó por 10 min. a 3000 r.p.m.. A la solución péctica se le agregó 1,5 volúmenes de etanol al 95% para precipitarla, después se filtró sobre tela de liencillo, se lavó y, subsiguientemente, se sometió a un proceso de secado a 60°C hasta obtener peso constante (12).

Caracterización de la pectina cruda. La calidad de la pectina se determinó por el contenido de humedad

(10), cenizas (10), peso equivalente (14), metoxilo (14), ácido anhidrorrónico (14), grado de esterificación (14), tiempo de gelificación (7), viscosidad relativa (7), espectrometría de infrarrojo y análisis de los minerales calcio, magnesio y sodio (17). Paralelamente, se analizó la pectina comercial para efectuar comparaciones con la pectina de estudio.

Análisis estadístico. Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (20) usando un diseño completamente al azar consistiendo en un arreglo 3X3 factorial para las variables estado de coloración y agente de extracción, respectivamente; implicando tres repeticiones por combinación de tratamientos. Se aplicó el análisis de varianza a los resultados y las pruebas de comparación de medias por Tukey a las fuentes de variación que resultaron significativas.

Resultados y discusión

Rendimiento de pectina. En el cuadro 1 se muestran los valores de pectina extraídas de la corteza de parchita. Puede notarse que el rendimiento en la extracción de pectina incrementó al avanzar el estado de madurez de la fruta al emplear el extractante salino $H_3PO_4-(NaPO_3)_6$. Este valor de pectina es superior al reportado por Corona *et al.* (4) con un 13,60% y ligeramente inferior al mencionado por Matsumoto *et al.* (13) con un 20%. Estos resultados obtenidos permiten deducir que el proceso de madurez dió lugar a un aumento de pectina soluble en las disoluciones del

agente secuestrante de los iones calcio, hexametáfosfato de sodio, debido a la variación en el grado de metoxilación, es decir, la pectina degradada de forma natural por efecto de la madurez presenta una proporción pequeña de grupos carboxilo esterificados formando sales insolubles con los iones calcio existentes, de modo que, en presencia de secuestradores de calcio son solubles (22).

El contenido de humedad y cenizas se reportan en el cuadro 2. Se observa que la pectina extraída del estado de coloración V.B. tiene el más alto contenido de agua que el resto de

Cuadro 1. Rendimiento en la obtención de pectina en diferentes estados de coloración por diferentes agentes de extracción.

Estado de coloración	Pectina (%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₃ PO ₄ -(NaPO ₃) ₆
Verde-blanco	14,06 ^{bcd} ± 1,90	15,92 ^{ab} ± 1,12	13,35 ^{bcd} ± 1,01
Verde-amarillo	12,44 ^{cd} ± 0,42	13,41 ^{bcd} ± 0,92	17,96 ^{abc} ± 1,53
Amarillo	11,11 ^d ± 1,03	12,57 ^{cd} ± 0,90	18,45 ^a ± 2,19

X±D.E. a = 0,05. Medias con superíndices diferentes difieren significativamente

los estados de coloración estudiados. Sin embargo, todos los valores obtenidos para dicho parámetro son comparables con los reportados por Corona *et al.* (4) y Tandon *et al.* (24), 11,82%, 10,85%, respectivamente; y con el de la pectina comercial, 10,81%. Estos resultados revelan que a medida que avanza el estado de desarrollo del fruto de parchita se incrementa la cantidad de agua. Sin embargo, en el período de maduración, el contenido

de humedad va disminuyendo particularmente en la corteza (21). En cuanto a las cenizas, se aprecia que los valores más altos se encontraron con hexametáfosfato de sodio, siendo el más elevado el obtenido en el estado de madurez amarillo. Este valor está cercano al 6,76% indicado por Matsumoto *et al.* (13), pero lejano al 2,04% reportado por Corona *et al.* (4). Estas altas cantidades de cenizas obtenidas por el uso de hexametáfosfato

Cuadro 2. Análisis de humedad y cenizas de las pectinas extraídas de la corteza de parchita en diferentes estados de coloración utilizando diversos extractantes.

Estado de coloración	Humedad (%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₃ PO ₄ -(NaPO ₃) ₆
Verde-blanco	10,54 ^{bc} ± 0,96	10,63 ^b ± 0,84	10,97 ^a ± 1,02
Verde-amarillo	10,32 ^d ± 1,20	10,33 ^d ± 0,88	10,69 ^b ± 1,22
Amarillo	10,09 ^e ± 0,99	10,23 ^{cd} ± 0,79	10,43 ^{cd} ± 1,34
	Cenizas (%)		
Verde-blanco	3,02 ^g ± 0,09	3,10 ^g ± 2,01	6,28 ^c ± 1,11
Verde-amarillo	3,52 ^f ± 1,01	3,48 ^f ± 0,97	6,66 ^b ± 0,77
Amarillo	3,75 ^e ± 0,89	3,97 ^d ± 0,98	6,90 ^a ± 0,99

X±D.E. a = 0,05. Medias con superíndices iguales no difieren significativamente

de sodio, se deben probablemente al sodio aportado por la misma sal y a la acción quelante del compuesto salino sobre el calcio que está unido a los grupos carboxilos del ácido urónico de la pectina acentuándose en el estado de coloración amarillo.

En el cuadro 3 se muestran los parámetros determinantes de calidad de las preparaciones de pectina. Se observa que la porción de pectina en el estado de coloración V.B. presentó el contenido de metoxilo más elevado al ensayarse con el HCl, decreciendo hasta el último estado de madurez estudiado. Estos resultados son superiores a los reportados por Matsumoto *et al.* (13) y Corona *et al.* (4) de 8,0 y

7,3%, respectivamente. Estos valores permiten señalar que el porcentaje de metoxilo disminuye tanto con la maduración de la fruta como por el efecto del extractante, debido a la ruptura de los ésteres metílicos. En relación al grado de esterificación, se aprecia que al disolverse las fracciones de pectina con HCl durante el transcurso de la madurez, se obtuvieron los valores más altos. Respecto a esto Corona *et al.* (4), así como Matsumoto *et al.* (13), reportan para la corteza seca de parchita, valores de 71,65 y 73,21%, respectivamente, mientras que en la pectina comercial se encontró un 66,50%. Todas estas pectinas extraídas con el agente químico HCl

Cuadro 3. Evaluación de calidad de las pectinas extraídas de la corteza de parchita en los estados de coloración: verde-blanco, verde-amarillo y amarillo por diferentes extractantes

Estado de coloración	Contenido de metoxilo (%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₃ PO ₄ -(NaPO ₃) ₆
Verde-blanco	9,90 ^a ± 0,78	8,90 ^b ± 0,95	8,02 ^e ± 1,64
Verde-amarillo	9,20 ^b ± 0,99	8,42 ^c ± 1,50	7,80 ^d ± 2,10
Amarillo	8,62 ^c ± 1,02	7,00 ^e ± 0,87	6,40 ^f ± 1,88
	Grado de esterificación (%)		
Verde-blanco	72,05 ^a ± 0,06	71,06 ^{ab} ± 0,10	66,50 ^{cd} ± 1,02
Verde-amarillo	70,58 ^{abc} ± 0,09	70,05 ^{ab} ± 1,00	65,12 ^{de} ± 1,52
Amarillo	69,75 ^{bcd} ± 1,01	61,02 ^{ef} ± 2,35	60,55 ^f ± 0,09
	Contenido de ácido anhidrouónico (%)		
Verde-blanco	78,00 ^a ± 0,99	71,11 ^c ± 0,98	70,26 ^c ± 0,89
Verde-amarillo	74,02 ^b ± 1,24	68,63 ^d ± 1,54	68,24 ^d ± 1,40
Amarillo	70,43 ^d ± 1,98	65,15 ^e ± 1,987	60,15 ^f ± 2,54

X±D.E. a = 0,05. Medias con superíndices iguales no difieren significativamente

presentaron un grado de esterificación muy parecido entre ellas, lo cual indica que no hay un deterioro importante en la pectina, ya que es leve la pérdida de los metoxilos que tenía esterificados anteriormente. En cuanto al contenido de ácido anhidro-urónico, el mayor porcentaje se observó en el estado de coloración V.B. con el agente de extracción HCl. Los resultados obtenidos en general, concuerdan con lo expuesto por Matsumoto *et al.* (13) y Corona *et al.* (4), de 78,5% y 67,2%, respectivamente; así como el 68,90% encontrado para la pectina comercial. En base a estos resultados, se puede inferir que el agente extractor HCl ejerce un efecto favorable sobre la pectina, por cuanto la acción despolimerizante de este ácido mineral en la pectina es menos drástica. En el cuadro 4 se observan los resultados de las determinaciones de peso equivalente, tiempo de gelificación y viscosidad relativa comparándolo con los valores reportados para parchita y mango por otros autores. El poder formador de jalea de la pectina en estudio y su viscosidad permite señalar que la pectina extraída de la corteza de parchita, es un subproducto con características ideales para ser destinada a la industria

alimenticia, ya que presentó una gelación rápida y una fuerza de gel deseable.

Análisis de calcio, magnesio y sodio. En el cuadro 5 se presentan las concentraciones de los iones calcio, magnesio y sodio contenidos en las fracciones de pectina extraídas con ácido. Los valores promedios de calcio en los diferentes estados de coloración estudiados muestran las concentraciones más elevadas comparadas con los demás iones, además se advierte la tendencia de incremento en la cantidad de estos iones a medida que avanza la maduración. Estos valores se encuentran en el intervalo de las concentraciones de calcio reportadas por Albersheim (1) de 0,11% en pulpa de parchita y Ferreira (6) de 0,12 a 0,25% en concha de mango. Estos altos porcentajes de calcio comparados con los otros minerales, se deben probablemente al rol netamente estructural que tiene este ion metálico, por cuanto mantiene la integridad de las membranas de la lámina media y paredes celulares ligándose a los grupos carboxilo libres del ácido urónico de la pectina bajo la forma de peptatos (21).

Espectrometría de infrarrojo. En la figura 1 se presentan los es-

Cuadro 4. Comparación de los pesos equivalentes, tiempos de gelificación y viscosidades relativa de pectinas.

Peso equivalente (g/eq)	Tiempo de gelificación (min.)	Viscosidad relativa (cp)	Fuente
1802,2	3:08	0,023	Este estudio
1543,2	4:20	-	Corona <i>et al.</i> (4)
1063,5	4:38	0,016	Tandon <i>et al.</i> (24)

Cuadro 5. Contenido de calcio, magnesio y sodio.

Variables	Estados de coloración		
	Verde-blanco	Verde-amarillo	Amarillo
Calcio (%)	0,10	0,14	0,15
Magnesio (%)	0,05	0,06	0,08
Sodio (%)	0,02	0,04	0,04

pectros de infrarrojo (IR) obtenidos para muestras de pectina comercial de cítricos (patrón de alto metoxilo) y al producto vegetal (pectina) obtenido del proceso de hidrólisis ácida de la corteza seca de parchita.

Las bandas alrededor de 1650 y 1750 cm^{-1} son indicadoras de grupos carboxilos libres y esterificados, res-

pectivamente; los cuales son útiles para la identificación de pectinas de alto y bajo metoxilo (19). Estos espectros exhibieron características similares, ya que presentaron un alargamiento pronunciado en los grupos carboxilos esterificados (banda 1750 cm^{-1}), lo cual indica la presencia de pectina de alto metoxilo.

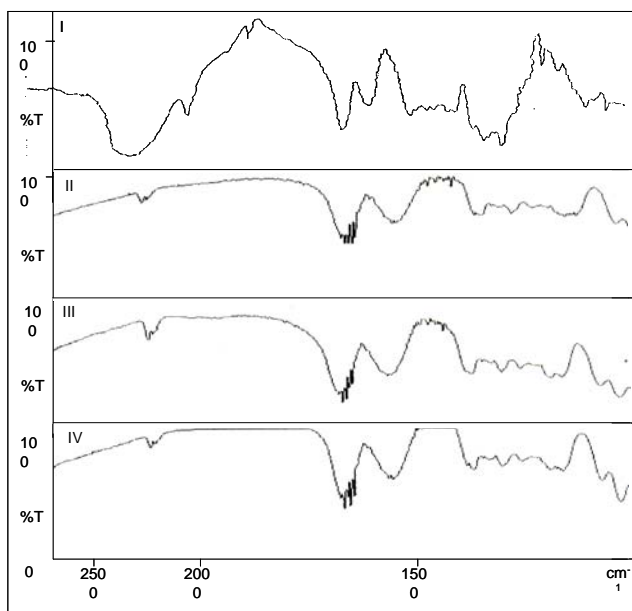


Figura 1. Espectros de infrarrojo de pectina extraída de la corteza de parchita con HCl. (I) Pectina comercial de cítricos. (II) Pectina de corteza V.B. (III) Pectina de corteza V.A. (IV) Pectina de corteza A.

Conclusiones

El contenido y calidad de pectina en la corteza de parchita, difieren según el estado de coloración o madurez de la fruta y del agente de extracción.

La corteza de la parchita en el estado de coloración amarillo (A.) presentó el mayor contenido de pectina (18,45%), pero el estado más temprano de madurez estudiado, verde blanco (V.B.), mostró la pectina de mejor calidad, indicándolo el contenido de metoxilo (9,90%) y el grado de esterificación (72,05%), este estado de coloración demostró ser el óptimo para el procesamiento industrial, dada la rápida gelación y la fuerza del gel producido.

Entre los agentes químicos usados en la extracción, el hexame-

tafosfato de sodio favoreció el mayor rendimiento de pectina, mientras que el ácido clorhídrico resultó más conveniente para la calidad de la misma.

Las comparaciones realizadas entre la pectina comercial (Merk) y la pectina extraída de la corteza de parchita maracuyá, especialmente la de coloración verde-blanco, señalan que esta última se encuentra en un rango de calidad aceptable en función del contenido de metoxilo y de ácido anhidroutrónico.

La pectina extraída de la corteza de parchita es un subproducto con características ideales para ser destinada a la industria alimenticia, ya que presentó una gelación rápida y una fuerza de gel deseable.

Agradecimiento

Agradecemos al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES) por el financiamiento otorgado; y a

todas aquellas personas que de una u otra manera han colaborado en la realización de este trabajo.

Literatura citada

1. Albersheim, P. 1996. Effects of calcium, magnesium and girding on quality of passion fruit in relation to fruit maturity. *J. Food Sci. India* 20 (1):4-6.
2. Birch, G. 1999. Preparation of soy hull pectin. *Food Chem.* 65(2): 461-467.
3. Carbonell, E., E. Costell y L. Durán. 1990. Determinación del Contenido de Pectinas en Productos Vegetales. *Rev. Agroquím. Tecnol. Alim.* 30(1):1-9.
4. Corona, M., A. Díaz, G. Páez, J. Ferrer, Z. Mármol y E. Ramones. 1996. Extracción y caracterización de pectina de la corteza de parchita. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 13(6): 785-791.
5. Fennema, O. 1996. *Food Chemistry*. Marcel Dekker. New York. 171-173 p.
6. Ferreira S. 1998. Obtención y caracterización de pectina de concha de mango. *Food Technol.* 11(2):323-325.

7. Foda, Y., A. Abd y A. Ahmed. 1983. Rheological characteristics of pectin and sodium carboxymethyl cellulose. *Food engineering*. 35(4): 133-139.
8. Guzmán, P. 1990. Cultivo de la parchita. Editores Espasan. Caracas. p. 27-32.
9. Haddad, O. y M. Millán. 1975. La Parchita Maracuyá (*passiflora edulis* F. *Flavicarpa* Degener). Publicación del fondo de desarrollo frutícola. Boletín Técnico N° 2. Caracas, Venezuela. 63 p.
10. Hart, F. y H. Fisher. 1984. Análisis moderno de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 34 p.
11. Hoyos, J. 1989. Frutales en Venezuela (nativos y exóticos). Sociedad de Ciencias Naturales. La sale monografía No. 36. Caracas. Venezuela. 35 p.
12. Lodge, N. y T. Nguyen. 1987. Characterization of a crude kiwifruit pectic extract. *J. Food Sci.* 52(4):1095-1096.
13. Matsumoto, L y M. Otagaki. 1990. Pectin content in dried peel of passion fruit. *J. Food Sci.* 18(1): 132-137.
14. McCready, R. y H. Owens. 1952. Methods used at Western Regional Research Laboratory for extractions and analysis of pectin materials. *Anal. chem.* 24:54-59.
15. Ministerio de Agricultura y Cría. 1998. Anuario Estadístico Agropecuario. Dirección General de Planificación Agrícola. Caracas. Venezuela. 733 p.
16. Miyamoto, A. 1992. Extration and Physicochemical Characterization of Pectin from sunflower Head Residues. *J. Food Sci.* 57(3): 19-23.
17. Nwanekezi, E. O. Alawuba y C. Mkpolulu. 1994. Characterization of pectic substances from select tropical fruits. *J. Sci. Technol.* 31(2): 159-161.
18. Prima, E. 2001. Características gelificantes de la pectina de girasol. *Rev. Agroquím. Tecnol. Alim.* 19(2): 363-366.
19. Royo, J. 1980. Preparación de corteza seca de mandarina para la obtención de pectina a partir de variedades cultivadas en España. *Rev. Agroquím. Tecnol. Alim.* 20(3):399-402.
20. SAS Institute, Inc. 1985. SAS user's guide : Statistics. 5th edition. Cary, NC.
21. Simmonds, N. 1980. Bioquímica de la fruta. Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume. Los Plátanos. Barcelona. 240 p.
22. Sinkler, T. y J. Radler. 2001. Effect of oxidative browning of apple pulp on the enzymatic extraction. *Food Sci. Technol.* 11(3):113-116.
23. Srinrangarajan, A. y A. Shrikhande. 1979. Technical note: Comparative aspects of pectin extracted from the peels of different varieties of mango. *J. Food Technol.* 14: 567-569.
24. Tandon, D., S. Kaira y G. Neelima. 1996. Characterization of pectin from mango fruit waste. *Beverage and Food world* . 16(1):21-22.