

## CARACTERIZACION DE LA PECTINA DEL TEJOCOTE

Higareda Ruiz, A.<sup>1</sup>; J.A. Salazar Montoya<sup>2</sup>; G.E. Ramos Ramírez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Jiquilpan, Michoacán. Depto. de Ing. Química y Bioquímica. Carretera Nal. s/n. km. 202. C.P. 59510. Jiquilpan, Michoacán.

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. Depto. de Biotecnología y Bioingeniería. Ave. IPN, 2508. C.P. 07300. México, D. F.

**RESUMEN.** Se caracterizó la calidad y rendimiento de la pectina de tejocote, en relación a la comercialización. Se encontró que tiene un contenido de ácidos pectínicos superior al 89 %, mientras que los ácidos pectícos están en un 7.4 % y la protopectina en un 3.6 %, lo que permite un mejor poder gelificante.

Por otra parte, el rendimiento de pectina de tejocote supera a la que se extrae de la cáscara de cítricos en calidad y cantidad.

**PALABRAS CLAVE:** Ácido pectínico, gel, *Crataegus pubescens*.

### CHARACTERIZATION OF PECTIN IN HAWTHORN

**SUMMARY.** The quality and yield of pectin in hawthorn was characterized and compared with commercial pectin. It was found that hawthorn has 89% more pectinic acid. The 7.4% pectic acid and 3.6% protopectin are characteristics which permit better gelling. Furthermore, the yield and quality of hawthorn pectin are higher than pectin extracted from the peel of citric fruits.

**KEY WORDS.** Pectinic acids, gel, *Crataegus pubescens*.

### INTRODUCCION

El tejocote es una planta endémica de México cuya utilización se remonta a la época prehispánica (10). La palabra tejocote proviene del dialecto náhuatl de la etimología texocotl que significa fruta ácida y dura (11).

Las zonas principales donde prospera el tejocote son: la Meseta Central y en los lugares semihúmedos en el Valle de México, Michoacán, Chiapas, Jalisco y Tlaxcala, principalmente (10, 11). La producción total de tejocote es la que se comercializa y especialmente el fruto de mayor tamaño, registrándose una mayor demanda de tejocote en el mes de diciembre durante la época de "las posadas", ya que se utiliza como relleno de las "piñatas" y en la elaboración de bebidas tradicionales como "El ponche". También con este fruto se elaboran compotas a nivel casero, así como ate de tejocote y de otros frutos, utilizando la pulpa de tejocote como agente gelificante en lugar de pectina cítrica comercial, tradición artesanal que se practica desde el siglo pasado en la ciudad de Morelia, Michoacán. Sin

embargo, más del 60% del fruto se desperdicia anualmente por no existir un adecuado manejo postcosecha y por carecer de alternativas de transformación de este recurso (4, 11, 16).

Los geles o hidrocoloides que se elaboran con pectina cítrica requieren de condiciones óptimas para su fabricación, como son un pH = 3.3, una concentración de sólidos solubles de 67° Bx y de una concentración mínima de 1% de pectina cítrica con 150° SAG (grados sacarométricos), según se puede observar en la Figura 1 (15).

La pectina fue descubierta por Vauquelin en 1790 pero caracterizada hasta 1825 por Braconnot, quien descubrió a esta sustancia como el principal agente gelificante en las frutas y la llamó "pectina" (12).

Todas las sustancias pécticas son polímeros del ácido galacturónico y pueden ser diferenciadas por el grado de sustitución con los grupos metilos que se encuentran esterificando los carboxilos de las pectinas (7).

Si todos los carboxilos de los ácidos pectínicos estuvieran esterificados, la proporción de metoxilos sería del 16.32 % y ya no sería un ácido, sino un éster pero no ha sido obtenido en la práctica, por tanto, las pectinas ordinarias poseen valores superiores al 7% de metoxilo (8). Las pectinas cuyo contenido de metoxilo oscila entre 7 y 14% son de grado elevado de esterificación y gelifican con una alta concentración de azúcar aumentando su poder gelificante conforme el contenido de metoxilos es mayor (1, 13). Las pectinas cuyo grado de esterificación es menor al 7% se conocen como pectinas de bajo contenido de metoxilos y para gelificar únicamente requieren de iones de calcio (13), según se puede observar en la Figura 2, existen dos tipos de pectinas, de alto y bajo grado de metoxilo

que se utilizan respectivamente para elaborar productos de alto y bajo contenido calórico (3, 13).

Las pectinas se usan principalmente en la elaboración de ates, jaleas y mermeladas, estimándose que a este fin se destinan entre un 85-95% del total. La industria farmacéutica, de cosméticos, textil y hasta la siderúrgica han reportado diferentes usos para la pectina (13).

## OBJETIVOS

1. Caracterizar fisicoquímicamente a la pectina de la pulpa de tejocote a través de parámetros tales como: porcentaje de metoxilo, peso equivalente, porcentaje de

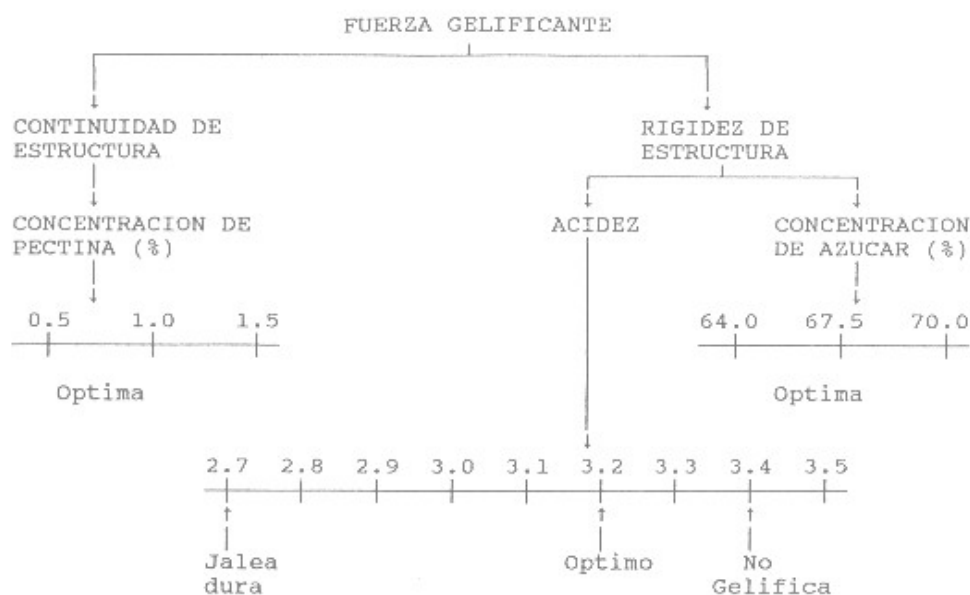


Fig. 1. Relación de pectina, ácido y azúcar en la formación de jaleas.

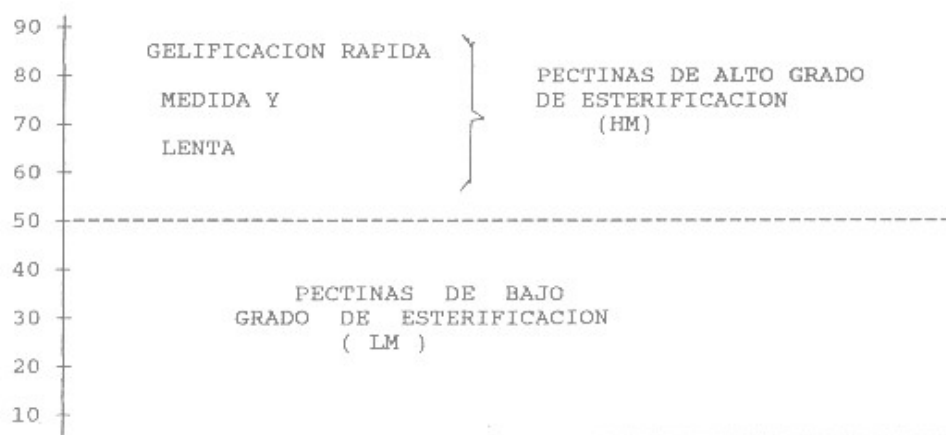


Fig. 2. Grado de esterificación de las pectinas.

esterificación, porcentaje de pureza, y grado sacarométrico, entre las propiedades más importantes.

2. Comparar las características de calidad y rendimiento de la pectina de tejocote, así como las propiedades del producto extraído, con la pectina cítrica comercial.

## MATERIALES Y METODOS

**Materia prima.** Se utilizó tejocote (*Crataegus mexicana*). Los frutos fueron cortados y etiquetados hasta llegar a la madurez fisiológica, posteriormente se mantuvieron en congelación ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), previamente a la extracción de pulpa.

**Materiales.** Se utilizó material de vidrio y metálico, así como reactivos de uso común en laboratorio.

**Equipo.** Balanza analítica, potenciómetro, congelador, refrigerador, penetrómetro, viscosímetro, centrifuga, computadora personal, mufla, estufa al vacío, liofilizadora y parrillas con agitación y calentamiento, entre el equipo más importante.

## METODOS

La extracción de pectina se realizó en medio ácido y a reflujo (11), la determinación de fracciones pécticas por la técnica de extracción con solventes (14), la determinación del tipo de gel formado por el uso de un penetrómetro (11), la humedad y contenido de cenizas por diferencia de peso (2), el contenido de metoxilo, peso equivalente, pureza y porcentaje de

esterificación por titulación (13), la viscosidad por medio de un viscosímetro tipo rotacional (13), tamaño de partícula por tamizado (11), entre las metodologías más importantes, el tratamiento estadístico de los resultados se realizó con ayuda de paquetería en una computadora personal (5).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La calidad de la pectina se basa principalmente en el contenido de ácidos pectínicos que debe ser superior al 80% para ser utilizada en la industria alimentaria (14). En la Figura 3 se esquematizan gráficamente las fracciones pécticas y se observa que la mayor proporción corresponde a los ácidos pectínicos, seguido por la protopectina y en menor proporción los ácidos pécticos. La pectina de tejocote se espera que sea de buena capacidad gelificante tomando en cuenta que su contenido de pectínicos supera el 85%. Las fracciones pécticas pueden ser separadas con la extracción de diferentes disolventes, o bien, utilizando cromatografía en gel de dietilamino etil-celulosa diluyendo con gradiente de fosfato de sodio (14). En ambos casos se logra la separación de las fracciones pécticas, lo que constituye una información útil para evaluar la calidad de la misma, debido a que las pectinas comerciales que se extraen de las cáscaras de los cítricos contienen un alto grado de ácidos pectínicos (85-95%), correspondiendo a la protopectina y ácidos pécticos la menor proporción (5-10%).

Las pectinas de gelificación rápida son las más ampliamente utilizadas en los productos alimenticios,

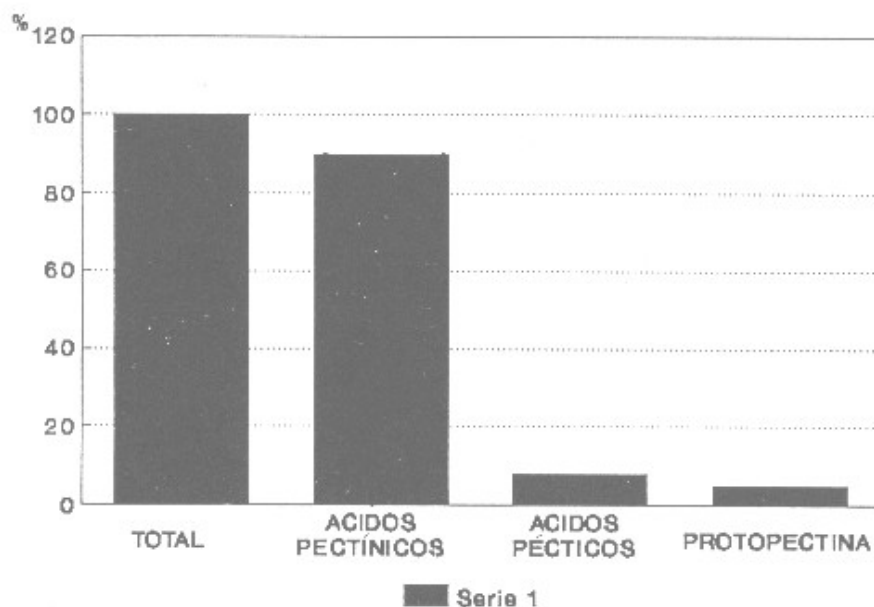


Fig. 3. Fraccionamiento e identificación de las sustancias pecticas del tejocote

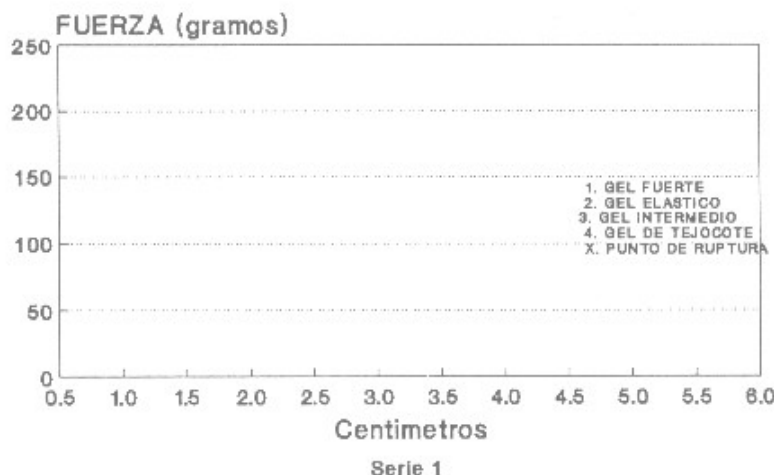


Fig. 4. Determinación del tipo de gel formado con la pectinade tejocote.

tales como mermeladas, ates, jaleas, etc., así como en cosméticos y formulaciones farmacéuticas debido a que en menos de un minuto se logra la gelificación, lo cual facilita la operación de empaque al tener una rápida solidificación del producto en el que se utilizan (13).

En la Figura 4 se esquematizan los datos obtenidos para la determinación del tipo de gel formado con la pectina de tejocote.

En esta figura se grafican los gramos de fuerza (gf) contra la distancia de penetración en centímetros, ambos valores determinados con el penetrómetro (11, 12).

Con base en el punto de ruptura de los geles pueden ser clasificados en geles: fuertes, elásticos e intermedios. Entre mayor consistencia presentan los geles mayor fuerza (gf) y, por tanto, oponen mayor resistencia a la penetración del émbolo, por lo que la distancia de penetración será menor.

De acuerdo al punto de ruptura del gel elaborado con pectina de tejocote se le clasifica como un gel

fuerte debido a que la pendiente de su gráfica, punto de ruptura, fuerza y penetración en centímetros concuerdan con la denominación de gel fuerte (7).

La estructura de estos productos resulta de la asociación de moléculas de sacarosa unidas a cadenas largas y de alto peso molecular del ácido poligalacturónico, debido a que la fuerza del gel está definida por la estructura química de las moléculas que lo componen, por lo que haciendo una analogía con relación al gel elaborado con pectina de limón, se puede decir que la pectina de tejocote presenta un comportamiento geológico semejante (13).

En el Cuadro 1 se comparan las propiedades fisicoquímicas de la pectina de tejocote, análisis proximal y rendimiento con respecto a la pectina sacada de otras materias primas de donde se ha obtenido comercialmente (1, 7), resaltando que la pectina de la pulpa de tejocote fue la que presentó el mayor rendimiento, por lo que es uno de los recursos que como materia prima pudiera dar el mayor contenido de pectina.

Cuadro 1. Propiedades comparativas de la pectina de tejocote con cáscara de cítricos.

Características	Lima	Naranja	Naranja dulce	Cáscara de uva	Tejocote "Chapeado"
Rendimiento B.S.	17.2	15.3	17.8	14.5	35.17
Humedad (%)	10.1	9.9	8.6	10.6	10.28
Cenizas (%)	2.82	2.97	2.85	3.2	1.59
Grados sacarométricos	225	205	180	200	220
(°SAG					
Tiempo de gelificación (minutos)	1.0	5.0	5.0	4.0	1.0
Grado de esterificación (%)	63.2	61.0	57.0	57.1	68.7
Peso equivalente	1452	969	859	940	1308.2
Metoxilo (%)	8.62	7.6	7.73	7.4	8.0
Acido anhidrouonico (5)	77.4	73.9	76.9	73.6	74.84
Viscosidad en solución al 0.05% (cp)	19.2	10.7	7.2	9.4	12.2

Con respecto al porcentaje de humedad, se observa que la pectina de diversas fuentes, varían en su contenido entre un 8.6% (naranja dulce) hasta 10.28% (tejocote). Se ha reportado que a valores mayores al 12% de humedad, las sustancias pécticas son fácilmente atacadas por microorganismos provocando su hidrólisis (13).

El valor de las cenizas de la pectina de tejocote es inferior al de la pectina de los cítricos, los minerales que predominan principalmente son: sodio, potasio, calcio, magnesio y cloro, aunque la presencia en mayor o menor proporción de estos elementos depende del tipo de suelo y labores culturales que en él se realicen (7).

En lo que respecta al poder gelificante, la pectina de tejocote tiene 220°SAG comparables a la de la cáscara de limón de donde se extrae la pectina comercial.

El peso equivalente de la pectina de tejocote fue de 1 308, valor similar al de la pectina de limón real, correspondiendo este valor a pectinas de rápida gelificación (6). El peso equivalente nos indica el número de cargas negativas libres de los ácidos carboxílicos de la molécula de pectina (1, 13).

La pureza de las pectinas se expresa como porcentaje de ácido anhidrouónico, la pectina de tejocote presenta un valor similar al de las otras fuentes, ya que el valor es superior al 70%, pudiéndose utilizar en cosméticos, productos alimenticios y con excipiente de fármacos administrados por vía oral. La pectina generalmente se obtiene con otros azúcares tales como galactosa, glucosa, maltosa y ribosa, por lo que la pureza nos indica el porcentaje de ácido poligalacturónico o de sustancias pécticas como tal (14).

La pectina de tejocote es de buena calidad y de alto contenido de metoxilo, ya que contiene un porcentaje superior a 7.0% (32) y puede ser utilizada en la elaboración de productos alimenticios debido a que tendrá un buen poder gelificante, aunque cabe mencionar que en algunas pectinas la presencia de grupos acetilos disminuye su poder gelificante (7, 13), aunque su contenido de metoxilo sea alto.

Los valores de viscosidad obtenidos para una solución de pectina al 0.05% en agua fluctúan entre 7.2 y 19.2 cps, correspondiendo a la pectina de tejocote el valor de 12.2 cps, lo cual adicionado a las demás características fisicoquímicas evaluadas, nos hace afirmar que se encuentra dentro de los valores reportados para la pectina de otras fuentes comerciales (1).

En el Cuadro 2 se observan los datos de la comparación de las especificaciones de calidad de las pectinas de uso alimenticio en la pectina de tejocote. Se aprecia que la pectina de tejocote tiene un color café rojizo, el cual es fácilmente eliminado al filtrar la solución extractora en carbón activado, y debido a que la pectina es utilizada en pequeñas cantidades (0.5 - 1.0%) en diferentes productos, puede emplearse sin eliminar el color, ya que no afecta la totalidad de los productos en los que se utilice debido a la proporción en que se usa.

Con respecto a su granulometría, la pectina de uso alimentario debe pasar la maya 60. Debe ser soluble en agua e insoluble en alcohol etílico de 96% de pureza, insoluble en acetona al 100% y en alcohol isoamílico al 100% y su reacción al papel tornasol debe ser ácida. Todas estas características son cumplidas por la pectina de tejocote, además de tener un porcentaje de metoxino superior a 7.0% y una pureza mayor al 80%.

Con base en tales características, la pectina de tejocote cumple con las normas oficiales de calidad vigentes para ser usada en productos alimenticios (11).

**CUADRO 2. Comparación de las especificaciones de calidad de las pectinas de uso alimenticio con las pectinas de tejocote.**

Caracterización	Pectina de uso alimenticio	Pectina de tejocote
Color	Blanco amarillento	Café rojizo
Sabor	Característico	Ligeramente ácido
Olor	Inoloro	Inoloro
Aspecto al tacto	Mucilaginoso	Mucilaginoso
Tamaño de partícula	Entre malla 60-80	Entre malla 60-80
Solubilidad en agua	Soluble	Soluble
Solubilidad en alcohol de 96°	Insoluble	Insoluble
Solubilidad en acetona al 100%	Insoluble	Insoluble
Solubilidad en Alcohol Isoamílico al 100%	Insoluble	Insoluble
Reacción al papel tornasol	Ácida	Ácida
Contenido de metoxilo	Superior al 7%	Superior al 7%
Pureza	Superior al 78%	Superior al 80%

## CONCLUSIONES

La pectina de tejocote está compuesta en mayor proporción de ácidos pectínicos (89.0%), estando en menor proporción los ácidos pécticos (7.4%) y la protopectina (3.6%). Al encontrarse en mayor cantidad los ácidos pectínicos, otorgan mejor poder gelificante a la pectina.

El gel formado con pectina de tejocote se clasifica como un gel fuerte, debido a que al ser analizado en un penetrómetro, da una distancia de penetración del émbolo 1.5 cm y un valor en gramos fuerza 230, adecuados para ser considerados dentro de este grupo.

En rendimiento la pectina de tejocote supera a las fuentes comerciales, y en calidad es semejante a la pectina comercial que se extrae de la cáscara de los cítricos.

Al comparar las especificaciones de calidad de las pectinas de uso alimenticio con la pectina de tejocote, se observa que ésta cumple con tales características, exceptuando el color, el cual podría ser eliminado si se agregara carbón activado a la solución extractora. La pectina de tejocote puede ser utilizada para la elaboración de todo tipo de productos alimenticios que lleven pectina y debido a que tienen la pureza adecuada puede emplearse en fármacos y cosméticos.

#### LITERATURA CITADA

1. ALEXANDER, M.M.; A.G. SULEBELE. 1980. Characterization of pectins from indians citrus peels. *J. Food Sci. and Technol.* 17(3) 180-182.
2. A.O.A.C. 1980. Association of Official Analytical Chemists. 13 th. Edition Washington, D.C.
3. BRAVERMAN, J.B. 1980. Bioquímica de los alimentos. Editorial El Manual Moderno, México, D. F.
4. CHAVEZ, F.L. 1970. Cultivo e industrialización integral del tejocote. Tesis de Licenciatura. -Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
5. DANIEL, W.W. 1984. Bioestadística. 5a. Reimpresión. Editorial Limusa. México, D. F.
6. DOESBURG, J.J.; G. GREVERS. 1960. Setting time and setting temperature of pectin jellies. *Food Research*, 25. p. 634-645.
7. FISHMAN, L.; J. JEN (Editors) 1986. Chemistry and function of pectins. American Chemical Society. 1a./ed., Washington, D. C.
8. GLICKSMAN. 1969. Gum technology in the food industry. chapter 6, Pectins. Acad. Press, New York.
9. HERNANDEZ, M.A. 1978. Determinación del período óptimo de producción de pectina del tejocote. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México.
10. HIGAREDA, R.A. 1984. Tecnología para la industrialización del tejocote. Tesis de Licenciatura. Ing. Bioquímico ENCB, IPN, Nov. México, D. F.
11. - - - . 1988. Extracción y caracterización fisicoquímica de la pectina de la pulpa de tejocote. Tesis de Maestría. Depto. de Graduados e Investigación en Alimentos, ENCB, IPN, México, D. F.
12. HINTON, C. L. 1940. Fruit pectins. First edition. Ed. Chemical Publishing Co. New York, N.Y.
13. KERTESZ, Z.I. 1951. The pectic substances. Interscience Publisher, New York.
14. MILDRED, G.; R.M. McCREADY. 1960. Determination of pectic substances by paper chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 8(6):510- 513.
15. SMITH, C. J.; E.F. BRYANT. 1968. Ester content and jell pH influences on grade of pectins. *J. Food Sci.* 33:262-264.
16. YAHIA, M.E.; C.I. HIGUERA. 1992. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. Ed. Limusa, 1a. Ed. Simposio Nacional. realizado en Hermosillo, Sonora del 8 al 10 de Diciembre de 1988.