

# **OBTENCION Y CARACTERIZACION DE PECTINA A PARTIR DE DESECHOS INDUSTRIALES DEL MANGO (*cascara*)**

SALOMÓN FERREIRA,  
ADRIANA PATRICIA PERALTA N.  
GIULIANA PAOLA RODRÍGUEZ A

## **RESUMEN**

Aprovechando los desechos industriales del procedimiento del mango común (*Mangifera indica*) se extrajo la pectina a nivel de planta piloto a diferentes valores de pH(3,2;3,4;3,6,) y tiempos de hidrólisis (45;60;75 min). Luego se determinó su calidad por determinaciones de cenizas, acidez libre, peso equivalente, grado de esterificación, viscosidad y comportamiento reológico, contenido de AUA, calcio, magnesio, hierro y grado de gelificación. Las mejores condiciones de acuerdo a la calidad fueron pH de 3,2 y 75 minutos de hidrólisis. Este trabajo fue patrocinado económicamente por la OEA y Colciencias

## **SUMMARY**

Pectin extraction from the peel coming from the industrial processing of mango fruit were made at three pH values (3.2;3.4;3.6) and three hydrolysis times(45;60;75 minutes). Then the pectins quality were fully tested. The best conditions and quality were pH 3.2 and 75 minutes hydrolysis time. This research work was supported by the OEA and Colciencias.

## **INTRODUCCIÓN**

En Colombia se produce mango en abundancia y es utilizado en gran proporción por la industria procesadora de alimentos. La cantidad de residuos industriales generados en el procedimiento y que se consideran desperdicios, pueden ser racionalmente empleados para la extracción de materias primas que como la pectina pueda ser empleada para producir más alimentos o productos farmacéuticos. La pectina se importa de Francia, Dinamarca, México, Suiza, Brasil, Estados Unidos y Alemania. Las importaciones durante 1992 fueron de 51.088,92 Kg y en los primeros 10 meses de 1993 se importaron 47.228,6 Kg por US\$ 237.933,90. El objetivo principal de este trabajo es establecer las mejores condiciones de extracción de la pectina a partir de la cáscara del mango empleado en procesos industriales y evaluar su calidad.

Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias,  
Departamento de Farmacia A. A. 14490 Santafé de Bogotá,  
Colombia.

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Extracción.**

Las cáscaras de mango común suministradas por una empresa procesadora que se abastece de zonas aledañas a Bogotá especialmente de los departamentos de Cundinamarca y Tolima(1) fueron tratadas tal como aparece en la Figura 1. (2,3,4)

*Preparación de la materia prima:* Separación de las semillas, selección por sanidad, lavado 3: 1p/p agua: cáscara hasta 0° Brix en el agua de lavado.

*Inactivación de enzimas:* Escaldado a 80°C x 20 min. y 15 lb.

*Hidrólisis de la pectina:* HCl hasta pH 3;2;3,4;3,6 y tiempos de 45, 60 y 75 min.

*Filtración y separación de sólidos gruesos:* Canastillas metálicas y filtro prensa con lienzo.

*Prensado de los sólidos:* Filtro prensa de tornillo

*Concentración del extracto:* Evaporador al vacío hasta 1/3 del volumen 35±5 Kg/cm<sup>2</sup>, 5°C, 50 - 55 cm Hg.

*Precipitación de la pectina:* Etanol 96° GL hasta 70% v/v, reposo 3 hr.

*Separación de la Pectina:* Filtración por canastillas y filtros de lienzo

*Lavado de la pectina:* Etanol 70% dos veces, filtración, dispersión en agua, filtración.

*Reprecipitación:* Alcohol de 96° GL para cubrirla. Filtración prensado.

*Secado de la pectina:* Estufa a 40°C x 8 hr.

*Pulverización:* molino de granos hasta malla N° 60.

*Envasado y rotulado:* Recipientes de vidrio y tapa de rosca.

*Caracterización:* Humedad, cenizas;Ca, Fe,Mg en cenizas, alcalinidad cenizas,acidez libre, peso equivalente, grado

de esterificación, porcentaje de metoxilo, viscosidad, contenido de AUA, grado de gelificación.

**FIGURA 1** Diagrama de obtención de las pectinas de las cáscaras de mango.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Material Vegetal.

El material vegetal correspondiente a los desechos del procesamiento industrial del mango y representado en las cáscaras y las semillas del mango es necesario seleccionarlo manualmente (5.6.7.8) para separar las semillas y seleccionar y estabilizar(9) las cáscaras para lograr una mejor calidad de las pectinas. Esta es una operación muy importante, es sencilla y pudo hacerse con un rendimiento de 20 Kg de cáscara por hora. Se considera que puede ser mejorada y probablemente mecanizada en el caso de una operación de gran escala. Las cáscaras empleadas estaban en buen estado de sanidad, libres de hongos visibles y de fermentación. La relación de peso de las cáscaras y de semillas así como el contenido de fibra en las cáscaras antes y después de la extracción, en base húmeda, pueden verse en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Rendimiento de los residuos industriales aprovechables para la extracción de pectina.

Lote N°	Material de partida(Kg)	Cáscara lavada y Escaldada(Kg)	Rendimiento % p/p	Fibra %p/pB.S	Cruda %p/p B.H.
1;2	256,3	123,8	48,3	---	---
3;4	248,8	127,4	51,2	---	---
5;6	177,5	85,6	47,9	---	---
7;8	173,0	87,2	50,4	---	---
9	83,5	39,0	46,7	---	---
10	159,0	79,2	48,9	28,1	47,27
11	---	---	---	22,7	34,17
Cáscara Fresca	---	---	---	39,6	64,10

El rendimiento alto es un indicativo del gran porcentaje de peso de los residuos que es aprovechable y los valores de fibra cruda después de la extracción de la pectina parecen indicar que la cáscara podría ser empleada en la producción de otros productos para la alimentación tales como concentrados para animales, teniendo cuidado de hacer el ajuste del pH a un valor más de acuerdo a las necesidades. Esto aumentaría considerablemente la rentabilidad de la utilización de los desechos del mango porque los subproductos de por lo menos dos procesos industriales todavía pueden ser utilizados.

### Extracción de la Pectina.

los datos de extracción de pectina(10,11,12,13) en material fresco empleado la precipitación por alcohol(método A) y precipitándola como pectato de calcio(métodoB) pueden verse en la Tabla2.

**TABLA 2.** Cuantificación de la Pectina en material fresco.

Cáscara fresca (g)	Pectina seca (g)	Rendimiento %p/pB.H.	Método
4,8	0,2374	4,94	A
4,8	0,1453	3,03	B

El método de extracción y purificación de la pectina a nivel de planta piloto incluye variaciones en las condiciones del ensayo, se introdujeron dos variables con tres niveles cada una, lo cual permite observar la influencia que sobre la calidad tiene cada variable y si es posible aplicarlo en un proceso industrial. Además se incluyó el lote 11 empleando hexametáfosfato de sodio para evaluar su efecto en el proceso de extracción y la calidad de la pectina. Los datos obtenidos en los procesos de extracción y las condiciones empleadas pueden observarse en la Tabla 3.

**TABLA 3.** Condiciones de extracción y pectina obtenida.

Lote N°	Peso neto Cáscara(g)	Tiempo Hidrólisis(min)	pH a 20°C	Pectina Seca(g)
1	60,0	45	3,4	751,28
2	60,0	60	3,4	757,42
3	60,0	75	3,4	769,72
4	60,0	45	3,6	640,79
5	40,0	60	3,6	133,85
6	40,0	75	3,6	244,99
7	40,0	75	3,2	235,21
8	40,0	60	3,2	296,90
9	38,3	45	3,2	531,38
10	40,2	75	3,2	368,49
11	39,0	75	3,2	472,05

El tiempo necesario para la obtención de un lote de pectina seca y molida fué corto, si se tiene en cuenta que se logró obtener dos lotes por semana, contando desde la recolección del material, su traslado a la planta de procedimiento hasta la obtención del producto terminado, con la intervención de dos personas.

El proceso de obtención incluye la recuperación del alcohol empleado( 14, 15 ); el sistema utilizado permite obtener 70

litros de alcohol de 80% v/v a partir de 100 litros de alcohol con un rendimiento de 80%. La recuperación del alcohol es muy importante puesto que para la extracción de la pectina de 40 Kg de cáscaras se requieren entre 80 y 110 litros de etanol de 96% de pureza

Además es necesario lavar muy bien las cáscaras para eliminar al máximo los azúcares que también y luego dificultan el proceso de recuperación tanto de la pectina como del alcohol. Se observó que la pectina seca, obtenida sin emplear hexametafosfato de sodio, es más oscura, menos dura y más fácil de secar y de pulverizar, se presenta en forma de aglomerados o de polvo grueso (gránulos) y cuando se empleo hexametafosfato es menos coloreada y se presenta en forma de pasta o aglomerados más grandes, es dura y quebradiza.

El mayor rendimiento se obtuvo a pH 3, 4; aunque no se halló una relación clara entre el rendimiento y las condiciones de extracción. En el rendimiento puede influir el grado de maduración de los mangos de los cuales proviene la cáscara empleada para cada lote de pectina y aunque se espera que en un proceso con adecuado control de calidad éste tienda a ser homogéneo no pudimos garantizar su estricto control.

Así mismo se recomienda llevar el polvo, después de determinar el rendimiento bruto, hasta malla N° 50, con apertura de malla de 300 micrones (equivalente a 0,0117 pulg), para permitir su fácil solubilización.

En la tabla 4 se encuentran los datos de rendimiento bruto de pectina( con humedad y cenizas) expresado como porcentaje en peso con relación al material fresco empleado.

**TABLA 4.** Rendimiento bruto de pectina.

Lote N°	Rendimiento de Pectina sin moler %p/p B.H.	Rendimiento de Pectina molida % p/p B.H.
1	1,25	1,24
2	1,26	1,22
3	1,28	1,24
4	1,07	1,04
5	0,33	0,32
6	0,61	0,59
7	0,84	0,80
8	0,74	0,71
9	1,40	1,33
10	1,03	0,92
11	1,32	1,20

De los datos anteriores podemos concluir que los rendimientos oscilan entre 0,32% y 1,33% con relación al peso de la muestra y este rendimiento se aumenta con el empleo de hexametafosfato de sodio. Aunque el rendimiento en el lote 11

aumenta, se cree que no se alcanza a extraer toda la pectina como lo indica el hecho de que los porcentajes de pectina obtenido en la cuantificación son bastante superiores al rendimiento, pero esto puede explicarse si tenemos en cuenta que el número de extracciones recomendado como óptimo en varias referencias bibliográficas(16) es de dos, mientras que sólo se hizo una y además las pérdidas debidas al sistema de extracción en planta piloto muy probablemente son mayores que a las hechas a nivel de laboratorio. Por otra parte se considera no rentable repetir las extracciones si se tiene en cuenta el gasto de energía y de solventes y reactivos, especialmente de alcohol sin olvidar el mayor riesgo de daños térmicos y químicos para la pectina.

## CARACTERIZACIÓN

Los datos obtenidos para contenido de humedad, cenizas alcalinidad de las cenizas y cenizas insolubles en ácido pueden observarse en la tabla 5.

**TABLA 5.** Contenido de humedad, cenizas, alcalinidad de las cenizas y cenizas insolubles en ácido clorhídrico.

Lote N°	Humedad g/100g	Cenizas Totals g/100g B.H.	Carbonato g/100g B.H.	Cenizas Insolubles en HCl g/100 g B.H.
1	4,79	3,50	2,04	1,46
2	4,39	3,39	2,48	0,91
3	3,51	3,08	2,59	0,49
4	4,71	4,25	2,89	1,39
5	5,32	3,38	2,59	0,79
6	2,91	3,69	3,18	0,51
7	1,90	2,05	1,89	0,16
8	1,10	3,19	2,57	0,63
9	3,69	2,24	2,19	0,05
10	1,88	2,76	1,78	0,98
11	2,86	6,13	0,55	5,58
Patrón	5,63	1,84	1,62	0,21
Cáscara	34,76	0,25	0,21	0,04

De estos valores se puede concluir que la humedad fluctuó entre 1,1 y 5,32% con una tendencia a disminuir en los últimos lotes lo cual parece indicar que se puede obtener pectina con una humedad al rededor de 1% y que debido a las condiciones de trituración y al tamaño de partícula la pectina puede ganar humedad hasta cierto nivel. las cenizas fluctuaron entre el 2,0 y el 4,25%, y la alcalinidad estuvo entre 0,55% y 3,18% ; las cenizas totales aumentaron cuando se empleó hexametafosfato de sodio probablemente debido a la difícil eliminación del hexametafosfato y de un pH de precipitación (3,2) y de lavado (4,5) superiores a 1,7 pH al cual es más probable obtener

ácidos pécticos en lugar de sus sales pero al cual la ruptura de las cadenas del polímero de ácido poligalacturónico es muy alto.

Los valores obtenidos para peso equivalente y acidez libre (17) pueden verse en la tabla 6.

**TABLA 6.** Determinación de peso equivalente a acidez libre.

Lote N°	Peso Equivalente mg/meq	Acidez Libre meq Carboxilos libres /g
1	5.905,98	0,1693
2	4.911,28	0,2037
3	4.795,53	0,2085
4	4.591,31	0,2178
5	5.881,47	0,1705
6	7.724,74	0,1294
7	5.921,33	0,1689
8	5.905,98	0,1693
9	3.731,22	0,2680
10	5.552,50	0,1441
11	3.814,60	0,3734
P.Patrón	1.955,42	0,5114
C.Fresca		0,0760

Los valores obtenidos para peso equivalente son altos si se comparan con el de la pectina patrón y los de la acidez libre inferiores al de la pectina patrón.

Los valores de porcentaje de metoxilo, calculados con relación al peso de sustancia libre de humedad y de cenizas, son el promedio de dos determinaciones hechas potenciométricamente para obviar la dificultad de observar el punto final de la titulación (pH 7,5) y pueden observarse en la tabla 7.

**TABLA 7.** Determinación del contenido de metoxilo

Lote N°	Porcentaje de metoxilo
1	4,82
2	3,38
3	4,47
4	3,83
5	4,93
6	4,60
7	5,48
8	3,77
9	4,80
10	5,88
11	6,31
P.Patrón	5,21

Los resultados obtenidos permiten concluir que todas tienen menos del 7% y en consecuencia pueden considerarse

como de bajo metoxilo, incluyendo la pectina patrón, se observa una clara relación entre las condiciones de extracción y el contenido de metoxilo y que para cada pH de extracción existe un tiempo óptimo al cual se obtiene pectina con el mayor contenido de metoxilo y que existe un pH óptimo para que la pectina presente el mayor contenido de metoxilo. Los resultados obtenidos del grado de esterificación, expresado como porcentaje y con relación al peso de pectinas libre de humedad y de cenizas pueden observarse en la tabla 8.

**TABLA 8.** Determinación del grado de esterificación.

Lote N°	Grado de Esterificación
1	90,2
2	84,2
3	87,3
4	85,8
5	90,3
6	92,0
7	91,3
8	87,7
9	85,2
10	89,0
11	93,5
Pectina patrón	76,7

Los resultados anteriores permiten concluir que todos los lote poseen un alto grado de esterificación superior al 50% y en todos los casos superior al de la pectina patrón y que el empleo de hexametáfosfato de sodio (lote 11) produce un ligero aumento en el grado de esterificación.

Comparando el alto grado de esterificación con el bajo contenido de metoxilo se podría concluir que hay otros grupos químicos que intervienen en la esterificación con los grupos carboxilo del ácido poligalacturónico.

También se puede concluir que existe un tiempo «óptimo» dentro del cual se obtiene pectina con el mayor grado de esterificación a un pH dado y que existe a su vez un pH «óptimo» para la extracción de la pectina con mayor grado de esterificación.

Los datos obtenidos en la determinación del porcentaje de caída de la jalea estándar, hecha con pectina cítrica de alto contenido de metoxilo y 130 grados S.A.G. pueden verse en la tabla 9.

**TABLA 9.** Porcentaje de caída de la jalea estandar

Muestra N°	Porcentaje de Caída	Grado Brix	pH de la Jalea a 20°C
1	23,47	64,7	2,65
2	23,48	64,7	2,65
3	23,40	64,8	2,60
4	23,33	64,6	2,70
5	23,52	64,8	2,70
6	23,46	64,7	2,70
7	23,42	64,6	2,70
8	23,49	64,7	2,70

El porcentaje de caída promedio fue de 23,45. Los resultados de la determinación del poder gelificante de las pectinas extraídas de la cáscara del mango pueden verse en la tabla 11.

**TABLA 11.** Determinación del Grado de Gelificación.

Lote N°	Tiempo de Asentamiento en minutos	Grados de Gelificación % de Caída	Grados Brix 20°C	pH 20°C	Grados SAG
1	0,1233	23,39	64,85	2,80	90
2	0,3157	23,39	64,85	2,90	80
3	0,4847	23,32	64,90	2,67	11
4	0,2791	23,34	65,20	2,67	110
5	0,3806	23,33	64,80	2,65	110
6	0,2911	23,44	64,80	2,75	90
7	0,1622	23,81	65,20	2,70	130
8	0,2934	23,39	64,80	2,60	90
9	0,3176	23,36	65,35	2,80	90
10	0,3617	22,84	65,80	2,77	130
11	0,4105	23,02	65,35	2,75	130
Pat.	0,3842	23,45	64,67	2,67	130

Los datos anteriores permiten concluir que las muestras estudiadas tienen un alto poder de gelificación en todos los casos superior al 23% lo cual se ve reflejado en los grados SAG que fluctúan entre 25 y 130. Todas las muestras son de asentamiento rápido, el tiempo promedio empleado para la gelificación fue de 36 segundos y la temperatura a la cual fueron vertidos los vasos fue de 95°C (18).

Las pectinas mostraron un comportamiento reológico de fluido no newtoniano, en condiciones pre-establecidas e iguales para todas las muestras y además se vio que existe un pH de extracción óptimo para una mayor viscosidad y un tiempo de calentamiento para hidrólisis óptimo para una mayor viscosidad a un PH dado. Las determinaciones del contenido de calcio magnesio y hierro (19) mostraron que son mayores los contenidos de calcio y en orden descendente de magnesio y hierro

y que en la cáscara fresca no se encontró magnesio, por lo que se cree que éste puede provenir de los reactivos empleados.

Los datos de la determinación del contenido de ácido anhidrouónico (AUA) (20) puede verse en la tabla 12.

**TABLA 12.** Contenido de Acido Anhidrouónico

Lote N°	Absorbancia 532nm	Concentración mcg/ 2 ml	AUA g/ 100 g
1	0,172	43,2	48,86
2	0,159	40,0	44,97
3	0,184	46,4	51,50
4	0,177	44,6	50,82
5	0,204	51,4	58,36
6	0,178	44,8	49,73
7	0,249	62,8	68,15
8	0,167	42,0	45,52
9	0,171	43,0	47,43
10	0,213	53,8	58,55
11	0,222	56,0	63,82
P.Patrón	0,264	66,8	74,87

Estos datos permiten concluir que el hexametáfosfato de sodio (lote 11) favorece la obtención de pectina con alto AUA y que a pH 3,2 y con 75 minutos de hidrólisis se obtienen los mayores valores de AUA. Se notó además que existe una relación inversa entre la absorbancia leída a 532 nm y el tiempo de desarrollo del color, el mejor tiempo fue de 26 minutos. En resumen se puede obtener pectina de buena calidad a partir de las cáscaras de mango proveniente de su procesamiento industrial (50% son residuos) lo que a su vez deja residuos que podrían ser empleados para producir más alimentos para uso animal. La mejor pectina fue la obtenida a pH 3,2 con tiempo de hidrólisis de 75 minutos que el empleo de hexametáfosfato de sodio mejora la calidad y el rendimiento en un 23 a 24%, aunque duplica la cantidad necesaria de ácido clorhídrico necesario en la hidrólisis y esto podría hacer el proceso no tan rentable como parece a primera vista.

## MENCION

Agradecemos a la empresa Cuemco Ltda por suministrar el material vegetal, a la planta de Vegetales del ICTA por el uso de sus instalaciones y a la OEA y COLCIENCIA por su patrocinio económico.

## BIBLIOGRAFIA

1. M.V.Vesga; M.M. Tibavisco, Tecnología para la deshidratación del jugo de frutas por el método de secado de espumas(Foam mat ). Tesis, Universidad Nacional de Colombia. (1.984)
2. O.Cobos. M. Vargas, Estudio preliminar de obtención i caracterización de pectina a partir de desechos de' limón. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. (1992)
3. C. Bohorquez. L. A. Díaz, obtención de pectina a partir de maracuyá.Tesis, Universidad Nacional de Colombia. (1992)
4. J.S.Pruthy. K.S. Mookery, Factors affecting the recovery of pectin from guava. The Indian Food Packer, Vol. 17 -18:( 1963)
5. I. Braverman. Los agrios y sus derivados, Interscience Publishers Inc.. New York, London( 1949)
6. B.Cardona, Extracción de pectina de guayaba,Tesis, Universidad Nacional de Colombia.( 1976)
7. G.F. Ocampo. Estudio de la calidad de las pectinas obtenidas a partir de residuos de industrialización de la naranja, separación con alcohol. Tesis, Universidad Nacional de Colombia .(1981)
8. J.E. Posada,pectina de origen cítrico, Tesis, Universidad Nacional de Colombia. ( 1967)
9. G.Reed. Enzymes in Food Processing, Food Science and Technology Series. Academic Press, London. (1975)
10. P.Grandal, I. W.Teiterson, Glycoside and pectin from citrus, Proc.Fla State Tibit Soc. ; 90. 134.(1977).
11. P.G. Grandall; J.R. Braddock, Determining the yield quality from fresh peel and pectinc pomase. Proc.Fla.State Hort. Soc. , 91,109, (1987)
12. A.M. Sabir, W.F. Sosulsiti, Polymetaphosphate and oxalate extraction of sunflower pectins, J. A Agric. Food Chem. , 24,2 . 348, (1976).
13. I Suárez, Determinación de las pectinas en el mango, Tesis, Universidad Nacional de Colombia ,(1975)
14. G. Medina, Caracterización de las pectinas de papaya y mora de Castilla, Tesis, Universidad Nacional de Colombia,(1968)
15. L.N. Palma, I.C. Gómez, Evaluación de la calidad de las pectinas extraídas de residuos industriales de naranja por separación con sales de aluminio, Tesis, Universidad nacional de Colombia,91982)
16. C.P. Beranl, Caracterización de la pectina de Passiflora cuadrangulans, Tesis, Universidad Nacional de Colombia,(1985)
17. H.S. Owens. R.M. McCready et al.; Methods used at the Western Regional Research Laboratory for extraction and analysis of pectin materials, AIC 340, Ag. and Ind Chem., (1952)
18. R.Guzmán, E Segura, Tecnología de frutas y hortalizas, 1, Ministerio de Educación Nacional, Universidad Estatal Abierta y a Distancia Unisur, Bogotá, 1989.
19. S. Ferreira, Comunicación Personal, Universidad nacional de Colombia 91994)
20. E.A, McComb, R.M. McCready, Colorimetric determination of pectic substances, An. Chem., 24, 1630,(1952)