

Rev. FCA UNCUYO. 2013. 45(1): 79-89. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 1853-8665.

Extracción y análisis de pectinas a partir de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. O'Neill

Pectin extraction and analysis from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. O'Neill

Nelson Loyola López
Patricia Núñez Mella
Carlos Acuña Carrasco

Originales: Recepción: 07/12/2011 - Aceptación: 13/09/2012

RESUMEN

El arándano (*Vaccinium corymbosum*) es un fruto muy apreciado debido a sus propiedades nutricionales, bajo valor energético y alto contenido de antioxidantes. Su remanente no exportable es destinado a la industria local para la elaboración de zumos, siendo una fuente potencial de pectinas. El presente estudio tuvo como objetivos: medir la influencia del pH 2,0; 2,75 y 3,36 natural y el tiempo de calentamiento entre 60 y 90 minutos a 90°C, sobre la extracción de pectina de arándano por medio de una hidrólisis ácida; evaluar la calidad de la pectina mediante el grado de esterificación; elaborar y evaluar desde el aspecto sensorial las gelatinas provenientes de pectinas extraídas a 35°, 50° y 65°Brix. El mayor rendimiento de pectina, 0,93% (p/p), se obtuvo a pH 2,0 y en 90 minutos. El grado de esterificación no superó el 50% en la mayoría de los tratamientos, clasificando las pectinas como de "bajo metoxilo". Los geles elaborados a 50°Brix tuvieron un mayor nivel de aceptabilidad por los panelistas, clasificándolos como "me gusta levemente". En relación con el atributo sensorial color de los geles elaborados, fue evaluado por los panelistas como "pálido", dado el leve color de las pectinas utilizadas.

ABSTRACT

The blueberries (*Vaccinium corymbosum*) are a demand fruit because of their nutritional properties, low energetic value and high antioxidant content. Fruit non export characteristics are sent to the local industry for make juice, jelly and also were potential raw materials to obtain pectin. The present research had the following objectives: To measure the influence of the pH 2.0; 2.75 as well as the natural pH of the fruit (3.36) and the time and the temperature between 60 and 90 minutes at 90°C, and their influence over the extraction of blueberries pectin by acid hydrolisis; To measure the quality of the pectin, since sensory point of view, according to the sterification; To make and measure the gels from the pectin obtained at 35°, 50° and 65°Brix. The higher amount of pectin was obtained at pH 2.0 with 90 minutes and 3.22 g that included 0.93% (p/p). The degree of sterification was not over the 50% in all the treatments, so the pectin were classificate as "bajo metoxilo". The gel obtained at 50°Brix had a high level of acceptance for the panellists and they were classificate as "me gusta levemente" In relation to with the sensory attribute color, It was evaluated by the panellists such as "pálido" because of the light color of the pectin wich were used.

Palabras clave

arándano • pectina • hidrólisis ácida

Keywords

blueberries • pectin • acid hydrolisis

INTRODUCCIÓN

Chile se ha posicionado como el principal productor de arándano del Hemisferio Sur. Durante el periodo 2008/2009 la producción superó las 40.000 t siendo el 90% destinado a la exportación mayoritariamente en estado fresco (14). Los frutos destinados a exportación deben cumplir con los siguientes parámetros de calidad: tonalidad de color azul claro a negro azulado, tamaño entre 0,7 cm y 1,5 cm, firmeza de pulpa adecuada, epidermis cubierta de secreción cerosa y presentar una pequeña y seca cicatriz peduncular (17). Es necesario el desarrollo de alternativas agroindustriales que permitan darle un mayor valor agregado al excedente de frutos que son comercializados en el mercado interno como zumo concentrado.

El fruto del arándano ha sido descrito como una fuente potencial de pectina, coloide natural, soluble en agua, que puede precipitar, secarse y volver a disolver sin afectar sus propiedades físico-químicas, aportando textura y mejorando las propiedades organolépticas de los alimentos (10).

Hipótesis

Es posible obtener pectina de calidad adecuada, a partir de frutos de arándano cv. O'Neill, para la elaboración de geles mediante metodología estandarizada de hidrólisis ácida.

Objetivo general

- Evaluar metodologías de extracción de pectina a partir de frutos de arándanos cv. O'Neill (ensayo 1, pág. 81), determinar la óptima concentración de azúcar en la elaboración de geles y su aceptación sensorial por los panelistas (ensayo 2, pág. 81).

Objetivos específicos

- Medir la influencia del tiempo de calentamiento y pH en la extracción de pectina.
- Determinar el rendimiento de pectina extraída y su grado de esterificación.
- Evaluar atributos sensoriales y aceptabilidad de los geles elaborados a partir de la pectina extraída.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fruta cosechada entre diciembre y enero, de la variedad O'Neill, que no cumplía con los parámetros de calidad establecidos para exportación en fresco -color azul claro a negro azulado, tamaño entre 0,7 a 1,5 cm, aun cuando se presentaban firmes al tacto, siendo aptos para su venta y consumo- provino del fundo "Los Maitenes"

ubicado en la localidad de Quinta, comuna de Chimbarongo, zona centro sur de Chile. Las bayas cosechadas se depositaron en bandejas de 1,5 kg de capacidad y se trasladaron inmediatamente al laboratorio de ciencias de la universidad, para someterlas a condiciones de frío, se las almacenó a 0°C, evitando su deterioro durante todo el tiempo que duró este estudio.

Se realizaron dos ensayos. En el primero se utilizó la metodología de hidrólisis ácida para extraer pectina, a partir de los frutos. Se evaluó el efecto del tiempo de calentamiento de 60 y 90 minutos y del pH entre 2,0 a 2,75 y natural (3,36), a una temperatura de 90°C, sobre la cantidad de pectina extraída. El pH natural fue obtenido del análisis físico-químico preliminar del fruto. La calidad de gelificación de la pectina se determinó mediante el grado de esterificación (%) (11).

En el segundo ensayo se utilizó el total de la pectina extraída en el ensayo 1 y se elaboraron geles con distinta concentración de azúcar; 35, 50 y 65°Brix; se determinó su calidad sensorial, usando el método de la escala hedónica. Se midió su aceptabilidad a través de los atributos: color, sabor, aroma y textura. La materia prima utilizada fue previamente caracterizada mediante análisis físico-químicos: sólidos solubles, pH y acidez total.

Diseño experimental y análisis

Ensayo 1

Se llevó a cabo un diseño factorial de 2 x 3, con seis tratamientos y tres repeticiones. Los factores fueron pH y tiempo de calentamiento, bajo condiciones de temperatura constantes. Las respuestas correspondieron al rendimiento de pectina deshidratada (g) y el grado de esterificación (%). La unidad experimental correspondió a 300 mL de pasta de arándano (tabla 1).

Tabla 1. Valores de pH y tiempo de calentamiento correspondiente a los tratamientos.

Table 1. pH values and heating time according to the treatments.

Tiempo (minuto)	Valores de pH		
	Natural	2,75	2,0
60	T ₀	T ₁	T ₂
90	T ₃	T ₄	T ₅

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza y un test de comparaciones múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$) mediante el software estadístico XLSTAT 2009.

The data values were analyzed by ANOVA and Tukey ($p \leq 0.05$) multiple comparison according to statistics software XLSTAT 2009.

Ensayo 2

Se realizó un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos y catorce repeticiones. Los tratamientos correspondieron a diferentes niveles de azúcar en la preparación de geles (35, 50 y 65°Brix), siendo la unidad experimental 15 g de geles y las repeticiones fueron evaluadas por los catorce panelistas que conformaron el panel de evaluación sensorial.

Para evaluar los atributos sensoriales y el grado de aceptabilidad de los geles se realizó un análisis sensorial, mediante el uso de cartillas, de tipo no estructurad0. Se contó con la participación de catorce panelistas, que midieron luego de su primera impresión, en una línea de 15 cm, el grado de intensidad de los atributos percibidos tales como sabor, color y textura, convirtiendo el trazo respondido en un valor en unidad métrica de cm.

En la evaluación de apariencia y aceptabilidad se utilizó una cartilla estructurada con escala numérica, en la cual cada panelista luego de su primera impresión, debió responder cuánto le agradaron o desagradaron los geles elaborados a partir de las pectinas obtenidas y tipificadas bajo los diferentes tratamientos. Para ello, se contó con una escala numérica que varió de 1 a 9 (figura 1; figura 2, pág. 81).

EVALUACIÓN DE CALIDAD

NOMBRE:

FECHA:

Instrucciones

A continuación se presenta una lista de términos para describir las características de calidad de los geles. Por favor, indique haciendo una línea vertical la intensidad de su sensación, para cada una de ellas.

Color	----- ----- -----	
Pálido	Normal	Muy intenso
Aroma	----- ----- -----	
Sin aroma	Normal	Extremadamente aromático
Firmeza	----- ----- -----	
Poco firme	Normal	Muy firme
Dulzor	----- ----- -----	
Sin dulzor	Normal	Extremadamente dulce
Acidez	----- ----- -----	
Sin acidez	Normal	Extremadamente ácido

Observaciones:.....

Fuente: Adaptado de Bergara & Da Silva (3).

Source: Adapted from Bergara & Da Silva (3).

Figura 1. Planilla de evaluación sensorial para medir atributos de calidad en geles a partir de las pectinas de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. O'Neill.

Figure 1. Sensory evaluation sheet to measure quality attributes in gels from blueberries pectins (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. O'Neill.

PLANILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE:

FECHA:

Instrucciones

Sírvase evaluar las siguientes muestras de geles. Marque con una **X** aquel lugar que con mayor exactitud interpreta la magnitud de agrado o desagrado que le producen las muestras.

PUNTAJE	CATEGORÍA	MUESTRAS		
		A	B	C
9	Me gusta extremadamente			
8	Me gusta mucho			
7	Me gusta moderadamente			
6	Me gusta levemente			
5	No me gusta ni me disgusta			
4	Me disgusta levemente			
3	Me disgusta moderadamente			
2	Me disgusta mucho			
1	Me disgusta extremadamente			

Observaciones:.....

Fuente: Adaptado de Bergara & Da Silva (3).

Source: Adapted from Bergara & Da Silva (3).

Figura 2. Cartilla de evaluación sensorial para medir aceptabilidad general de geles a partir de pectinas de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. O'Neill.

Figure 2. Sensory evaluation sheet to measure general acceptability of gels from blueberries pectins (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. O'Neill.

Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza y un "test" de comparaciones múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$) mediante el software estadístico XLSTAT 2009.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico-químico

El contenido de sólidos solubles del fruto se encontró dentro de los rangos citados por Belitz & Grosch (2), Sapers *et al.* (15), que oscilan entre 10 y 15°Brix. El pH obtenido fue de 3,36 y concuerda con los valores entregados por Belitz & Grosch (2), Angland (1) y Flores (8), que señalan un rango entre 2,85 y 3,49.

La acidez titulable presentó un valor de 0,46, superior al descrito para el fruto por D'Addosio (7); sin embargo, coincide con los resultados de acidez obtenidos por Angland (1) y Vilches (18), quienes establecen un rango de acidez entre 0,40 y 1,31% de ácido cítrico al igual que Caruso & Ramsdell (5), encontrándose dentro del rango normal para estos frutos.

Los coágulos de pectina presentaron diferencias en cuanto a su coloración y cantidad, dependiendo del pH al que fue sometida la muestra en el proceso. Aquellas pectinas extraídas a pH 2,0 presentaron una coloración rojiza intensa, en cambio a pH 2,75 un rojo más oscuro. La mayor diferencia quedó demostrada en la muestra a pH 3,36 (natural), obteniéndose una coloración café y una menor cantidad de coágulo péctico, en comparación con los otros tratamientos.

Pectina deshidratada

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas en el pH (tabla 2), no así, en el tiempo de calentamiento en relación con la cantidad de pectina extraída (tabla 3). Las mejores condiciones para la extracción de pectina se obtuvieron con un tiempo de calentamiento de 90 minutos y un pH 2,0 correspondiente a los tratamientos T₄, T₂ y T₅ para cítricos de Camejo *et al.* (4) y Cruz y Velasco (6), quienes afirman haber obtenido una mayor extracción con valores de pH entre 2,0 y 2,5 a 90°C.

Tabla 2. Cantidad de pectina obtenida a diferentes niveles de pH.

Table 2. Amount of pectin from different levels of pH.

pH	Pectina (g)		
3,36	1,81		B
2,75	2,65	a	
2,0	3,08	a	

- * Los promedios dentro de una columna sin una letra en común presentan diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$).
- * The average values in the column without the same letter show significant differences according to the Tukey test ($p \leq 0.05$).

Tabla 3. Cantidad de pectina obtenida a diferentes tiempos de calentamiento.

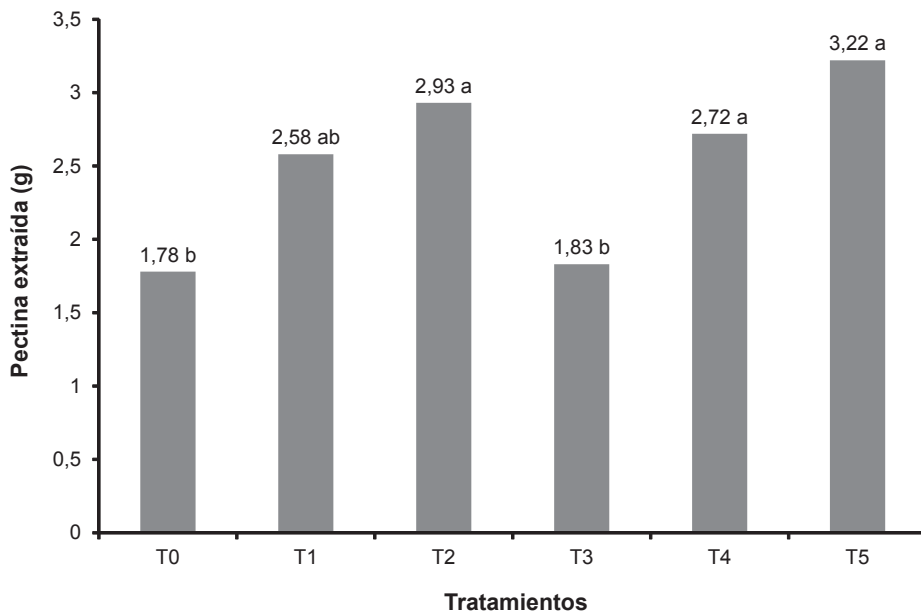
Table 3. Amount of pectin from different time of heating.

Tiempo calentamiento (min)	Pectina (g)
60	2,43 a
90	2,59 a

- * Los promedios dentro de una columna sin una letra en común presentan diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$).
- * The average values in the column without the same letter show significant differences according to the Tukey test ($p \leq 0.05$).

Los tratamientos T₂, T₄ y T₅ resultaron ser los más efectivos en la extracción de pectina en relación con los demás tratamientos, siendo T₅ (pH 2,0 y 90 minutos) el tratamiento que obtuvo la mayor cantidad de pectina extraída, correspondiente a 3,22 g (figura 3, pág. 85), a partir de 300 mL de pasta de arándano.

Esta última correspondió al mejor rendimiento con un 0,93% (p/p), tal como lo expresaron Sapers *et al.* (15) y Georgi (9), quienes afirman que el porcentaje de pectina presente en el arándano oscila entre 0,4 y 1,13% (p/p).



* 1 Correspondiente al tratamiento T₀, 2 al tratamiento T₁, 3 al tratamiento T₂, 4 al T₃, 5 al tratamiento T₄ y 6 al tratamiento T₅, respectivamente.

* T₀ is the number 1, T₁ number 2, T₂ number 3, T₃ number 4, T₄ number 5 and T₅ number 6, respectively.

Figura 3. Cantidad de pectina promedio extraída en los diferentes tratamientos.
Figure 3. Average amount of pectin from different treatments.

Rendimiento de pectina deshidratada

El mayor rendimiento de pectina deshidratada fue de 0,93% p/p y se consiguió a pH 2,0 y un tiempo de calentamiento de 90 minutos, correspondiente al tratamiento T₅.

Grado de esterificación (GE)

El GE no superó el 50% en la mayoría de los tratamientos, siendo las pectinas de los frutos de arándano de bajo metoxilo (LM), tal como lo señalan Stückerath *et al.* (16), quienes afirman que el fruto del arándano contiene entre 52 a 54% de pectinas de bajo metoxilo, expresado en % de esterificación (GE).

El tiempo de calentamiento no tuvo efecto sobre el grado de esterificación de las pectinas extraídas (tabla 4, pág. 86) como lo expresa Pagan (13) y Muñoz (12) en *Vitis labrusca*.

El pH tuvo un efecto decreciente sobre el GE, siendo menor a medida que disminuyó el pH de extracción (tabla 5, pág. 86). Este efecto fue similar al observado por Muñoz (12) en la extracción de pectinas a partir de *Vitis labrusca*. A pH 3,36 correspondiente a la muestra a pH natural se obtuvo el mayor GE (47,3%).

Tabla 4. Efecto del tiempo de calentamiento sobre el GE (%).

Table 4. Effect time of heating over the EG (%).

Tiempo de calentamiento (minutos)	GE
60	43,4 a
90	41,1 a

* Los promedios dentro de una columna sin una letra en común presentan diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

* The average values in the column without the same letter show significant differences according to the Tukey test ($p \leq 0.05$).

Tabla 5. Efecto del pH sobre el GE (%).

Table 5. Effect of the pH over the EG (%).

Nivel de pH	GE			
3,36	47,3	A		
2,75	41,2		b	
2,0	38,5			C

* Los promedios dentro de una columna sin una letra en común presentan diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

* The average values in the column without the same letter show significant differences according to the Tukey test ($p \leq 0.05$).

En cuanto a la interacción entre los factores pH y tiempo de calentamiento, los mayores valores para GE se obtuvieron en los tratamientos T_0 y T_3 , que no presentaron diferencias estadísticamente significativas, correspondientes a valores de pH 3, 36 y un tiempo de calentamiento entre 60 y 90 minutos (figura 4, pág. 87).

Color

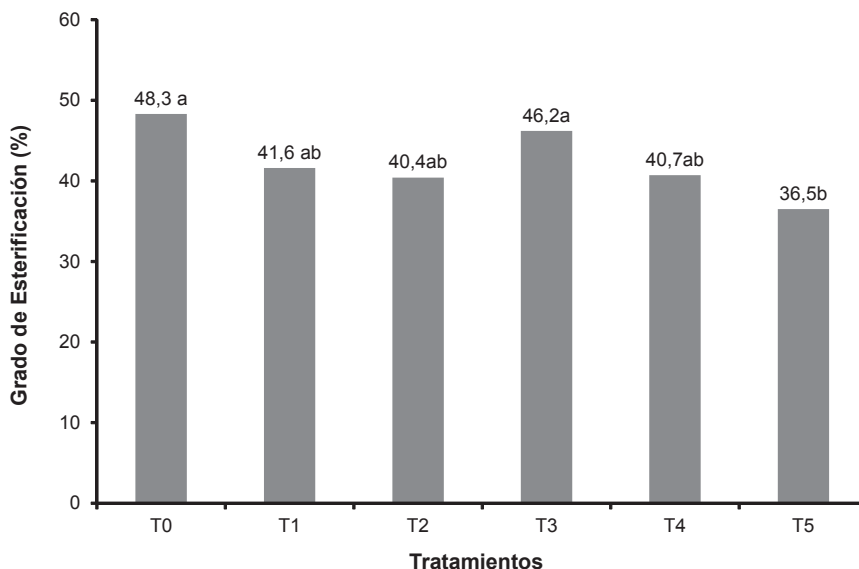
Las muestras fueron calificadas por los panelistas con valores cercanos a 5, lo que equivale a una coloración "pálido", ello debido al leve color de las pectinas usadas.

Firmeza

Los valores promedio de los geles elaborados a partir de la pectina obtenida, no presentaron diferencia significativa entre las muestras con 50 y 65°Brix, siendo calificada con una firmeza "normal", mientras que para la muestra a 35°Brix fue evaluada por los panelistas como "poco firme", ambas valoraciones según la escala no estructurada de atributos sensoriales.

Dulzor

Los valores obtenidos en las muestras a 35 y 50°Brix, no presentaron diferencias significativas entre sí, siendo evaluadas con un dulzor "normal", mientras que la muestra a 65°Brix fue evaluada como no dulce.



* 1 Correspondiente al tratamiento T₀, 2 al tratamiento T₁, 3 al tratamiento T₂, 4 al T₃, 5 al tratamiento T₄ y 6 al tratamiento T₅, respectivamente.

* T₀ is the number 1, T₁ number 2, T₂ number 3, T₃ number 4, T₄ number 5 and T₅ number 6, respectively.

Figura 4. Grado de esterificación obtenido en cada tratamiento.

Figure 4. Grade of esterification from each treatment.

Acidez

Las muestras preparadas a 35 y 50°Brix no presentaron diferencia significativa en la evaluación sensorial, lo que podría explicar la percepción posterior de los panelistas del atributo dulzor medido y que expresaron con una valoración de no dulce. Por su parte, la muestra a 65°Brix presentó diferencia significativa con los demás tratamientos, logrando la menor valoración de los panelistas, correspondiente a una acidez "normal", debido a la mayor cantidad de azúcar con 65°Brix, siendo menor la sensación de acidez.

Aroma

Este atributo no se vio afectado por el nivel de azúcar en ninguna de las muestras (tabla 6). Los panelistas dieron una valoración de "normal hacia extremadamente aromático".

Tabla 6. Resumen de atributos organolépticos.

Table 6. Summary of the organoleptics attributes.

Nivel Azúcar (°Brix)	Atributos organolépticos									
	Color		Firmeza		Dulzor		Acidez		Aroma	
35	5,7 a		3,8		b	7,0	a	9,6	a	2,4 a
50	5,6 a		8,2	a		7,5	a	8,7	a	2,5 a
65	5,8 a		9,9	a		8,8		b	4,5	b

* Los promedios dentro de una columna sin una letra en común presentan diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

* The average values in the column without the same letter show significant differences according to the Tukey test ($p \leq 0.05$).

Aceptación general

La muestra preparada a 35°Brix alcanzó la menor aceptación de los panelistas al ser evaluada como "me disgusta levemente"; además, presentó diferencias significativas en relación con las otras dos muestras de 50 y 65°Brix, las que fueron evaluadas contrariamente como "me gusta levemente".

CONCLUSIONES

Las mejores condiciones para la extracción de pectinas fueron: un pH ácido con dos valores: 2,0 y 2,75 con un tiempo de calentamiento de 90 minutos. El mayor rendimiento de pectina (0,93% p/p) se obtuvo con el tratamiento T₅ correspondiente a pH 2,0 y 90 minutos de calentamiento. Los valores para el grado de esterificación variaron desde un 36,5 a un 48,3% y en la totalidad de las muestras no superó el 50%, clasificándolas como pectinas de "bajo metoxilo" (LM). Los tratamientos correspondientes a pH 3,36 (T₁ y T₄) obtuvieron el mayor promedio del grado de esterificación: 47,3%.

Es posible la elaboración de geles con pectinas de arándano. Los geles preparados a 50 y 65°Brix obtuvieron un mejor nivel de aceptación por los panelistas, clasificándolas como "me gusta levemente". En relación con el atributo sensorial color de los geles elaborados, fue evaluado por los panelistas como "pálido", debido al leve color de las pectinas utilizadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angland, E. 1994. Cultivo del arándano. El Campesino (Chile). 125(11): 28-36.
2. Belitz, H.; Grosch, W. 1997. Química de los Alimentos. 2^{da} edición. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S. A. 1087 p.
3. Bergara, S.; Da Silva, M. 2002. Hedonic scale with reference: performance in obtaining predictive models. Food Qual. Pref; 13: 57-64.
4. Camejo, C.; Ferrer, A.; Ferrer, B.; Peña, J.; Cedeño, M. 1996. Extracción y caracterización de pectina en limones injertados de la región de Zuliana. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Venezuela. Vol.13: 641-645 p.
5. Caruso, F.; Ramsdell, D. 1995. Compendium of blueberry and cranberry diseases. Ed. St. Paul, Minn. American Phytopathology Society. 87 p.
6. Cruz, J.; Velasco, B. 1987. Obtención de pectina a partir de la cáscara de naranja. [En línea]. Disponible en: <http://hosting.udlap.mx/profesores/miguela.mendez/alephzero/archivo/historico/az32/art1.htm>. [Consultada: 28 de octubre de 2006].
7. D'Addosio, R.; Páez, G.; Marín, M.; Mármol, Z.; Ferrer, J. 2005. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulisf. flavicarpa* Degener). Revista Facultad de Agronomía (LUZ) 22: 240-249. [En línea]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=1311829>. [Consultada: 28 de octubre de 2006].
8. Flores, R. 1990. Parámetros físico-químicos de mermeladas y jaleas elaboradas a partir de berries en estado fresco. Tesis Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 80 p.
9. Georgi, M. 1992. Comportamiento de arándano, mora cultivada y mora silvestre en almacenamiento refrigerado y su impacto en la calidad. Tesis. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 104 p.
10. Linden, G.; Lorient, D. 1996. Bioquímica Agroindustrial. Zaragoza, España. Editorial Acribia, 428 p.
11. Lozada, M. 2007. Extracción y caracterización reológica de polisacáridos de pectina de la cáscara de tuna (*Opuntia* spp). [En línea]. Disponible en: <http://www.premionacionalenciaytecnologiadelosalimentos.htm>. [Consultada: 8 de agosto de 2008].

12. Muñoz, J. 2002. Tesis: Extracción de pectinas a partir de *Vitis labrusca* L. cv. Concord. Tesis Curico, Chile Universidad Católica del Maule. 81 p.
13. Pagan, J. 1990. Degradación enzimática y características físicas y químicas de la pectina del bagazo del melocotón. [En línea]. Disponible en: <http://www.tdx.cesca.es/Tesis_uDL/available/TDX-0424101101108/jpagan.pdf> [Consultada: 28 de octubre de 2006].
14. Rosas, F. 2008. Análisis de precios temporada 2007/2008. Berries una realidad exportadora creciente. VI Seminario Internacional Berries. 7 de agosto de 2008. Centro de eventos FIMAULE, Talca. Libro resumen.
15. Sapers, G.; Burgher, A.; Phillips, J.; Jones, S.; Stone, E. 1984. Color and composition of highbush blueberry cultivars. *Journal of American Society Horticultural Science* 109(1): 105-111.
16. Stückerath, R.; Trujillo, L.; Navarro, M.; Sepúlveda, A. 1995. Extracción fraccionada y cuantificación colorimétrica de sustancias pecticas en frambuesas y arándanos. *Información tecnológica* 6(4) [En línea]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=300586>. [Consultada: 20 de diciembre de 2007].
17. Stückerath, R.; Petzold, G. 2007. Formulación de una pasta gelificada a partir del descarte de arándanos (*Vaccinium corymbosum*). *Información Tecnológica*. 18(2): 53-60. [En línea]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=300586>. [Consultada: 20 de diciembre de 2007].
18. Vilches, F. A. 2005. Formulación y elaboración de un snack de arándano con incorporación de fibra dietética. Tesis. [En línea]. Disponible en: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/37096099.html. [Consultada: 12 de marzo de 2008].