

Pulpa del fruto del cardón dato (*Stenocereus griseus*, Cactaceae) como materia prima para la elaboración de mermelada

Unai Emaldi, Jafet M. Nassar y Carla Semprum

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Central de Venezuela, Caracas-Venezuela.
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Centro de Ecología. Caracas-Venezuela

RESUMEN. Se evaluó la posibilidad de elaborar mermeladas a partir de la pulpa de los frutos de cardón dato (*Stenocereus griseus*) de las variedades Blanca y Roja. Para ello, se propuso desarrollar las formulaciones de dichas mermeladas y estudiar su estabilidad durante tres meses de almacenamiento a temperatura ambiente. Se caracterizaron los frutos de ambas variedades, observándose que a pesar de la diferencia notable de color entre ambos, no hay diferencias estadísticamente significativas en su peso promedio, dimensiones y proporciones de pulpa, piel y semillas. Por otro lado, ambas pulpas presentaron valores altos de pH (5,2 en ambas variedades) y contenidos bajos de azúcares reductores (3,59 g/100g variedad Blanca y 2,23 g/100g variedad Roja), azúcares no reductores (0,75 g/100g variedad Blanca y 2,03 g/100g variedad Roja), pectina (0,14 g/100g variedad Blanca y 0,23 g/100g variedad Roja) y ácidos (7,67 g/100g variedad Blanca y 0,15 g/100g variedad Roja), debido a lo cual fue necesario añadir azúcar, pectina y ácido cítrico a la formulación de la mermelada. La primeras mermeladas elaboradas presentaron consistencia gomosa, lo cual se solucionó añadiendo el ácido desde el principio del proceso de elaboración en lugar de al final. Durante los tres meses de almacenamiento, las mermeladas tuvieron buena aceptación por parte de los panelistas, a pesar de ligeras fluctuaciones observadas durante el almacenamiento en el pH y contenidos de sólidos solubles y acidez total titulable.

Palabras clave: Mermelada, cactus, fruto, estabilidad, almacenamiento, formulación, *Stenocereus griseus*.

INTRODUCCION

En algunas zonas áridas y semiáridas del mundo, y particularmente en el Continente Americano, las cactáceas son usadas como materia prima en la elaboración de una gran variedad de alimentos tales como queso de tuna, caramelos, bebidas fermentadas y jarabes, entre otros (1). Actualmente, en países como México e Italia, se elaboran y comercializan frutos secos, jaleas y mermeladas de pulpa y cáscaras de tunas, así como también nopales en almíbar y encurtidos (1,2). En zonas áridas del norte de Sur América y del Caribe, las cactáceas permanecen subutilizadas como fuentes de alimento, y en la mayoría de los casos, los frutos sólo se comercializan como souvenir a la orilla de las carreteras durante la fenofase de fructificación. No obstante lo anterior, las cactáceas como frutas presentan un interesante potencial aún fuera de las zonas

SUMMARY. Cardon dato (*Stenocereus griseus*, Cactaceae) fruit pulp as raw material for marmalade production. This study aimed to examine the possibility of producing marmalades from the fruit pulp of the red and white varieties of cardón dato (*Stenocereus griseus*). We developed the formulations of the marmalades and evaluated their stability during three months of storage at room temperature. As first step, we characterized the fruits of the two color varieties, observing that despite the considerable difference between both color varieties, there were no significant differences in average weight, dimensions and proportion of pulp, skin and seeds. The pulp of the two color types had high pH (5,2) values and low contents of reductor sugars (3,59 g/100g white variety 2,23 g/100g red variety), non reductor sugars (0,75 g/100g white variety and 2,03 g/100g red variety), pectin (0,14 g/100g white variety and 0,23 g/100g red variety) and acids (7,67 g/100g white variety and 0,15 g/100g red variety). It is needed to include sugar, pectin, and citric acid in the marmalade formula. The first marmalades produced were gummy, a problem that we solved adding the acid from the beginning of the making process. During the three months of storage, the marmalades had good acceptance by the evaluators, this despite slight fluctuations observed in pH, solid contents, and acidity.

Key words: Marmalade, cactus, fruit, stability, storage, formulation, *Stenocereus griseus*.

en que son producidas, ya que pueden formar parte de un grupo muy variado de alimentos, constituyendo además una fuente importante de vitaminas (3). Asimismo, podría considerarse su procesamiento como una manera de extender sus posibilidades de aprovechamiento; pudiéndose considerar el desarrollo de productos alimenticios que le adicionarían valor agregado a los frutos y alternativas comerciales lucrativas para los pobladores de las zonas áridas.

Entre las cactáceas columnares, el cardón dato, *Stenocereus griseus* (Haworth) Buxbaum, es una especie ampliamente distribuida en las regiones áridas y semiáridas del norte de Sur América y las Antillas Neerlandesas, donde por lo general es muy abundante (1,5). En Venezuela, el cardón dato está estrechamente ligado a la vida del hombre de las regiones xerofíticas, principalmente en la costa occidental de la Península de Paraguaná, en donde algunos de sus habitantes

dependen económicamente de esta planta (6). Hasta ahora, no se han realizado estudios formales examinando las posibilidades de conservación o procesamiento de los frutos de esta planta en Venezuela.

De las características de los frutos de cardón dato se sabe que éstos se presentan en al menos tres colores de pulpa, incluyendo blanco, anaranjado y rojo (7). Igualmente, el contenido de sólidos totales de la pulpa es mayor que el de otras cactáceas como las tunas (*Opuntia* spp.), las cuales son utilizadas en la elaboración de jaleas y hojuelas deshidratadas (8,9). Por otro lado, en función de su contenido de fibra, la pulpa de fruta del cardón dato puede ser considerada como una buena fuente de tales componentes (10). Así mismo, la pulpa de estos frutos es muy rica en semillas pequeñas de color negro, lo cual puede realzar el atractivo de los alimentos desarrollados a partir de esta materia prima.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la posibilidad de elaborar mermeladas a partir de la pulpa de los frutos de cardón dato (*Stenocereus griseus*) de las variedades Blanca y Roja. Debido a la poca información disponible sobre las características físicas y químicas de los frutos de cardón dato, fue necesario comenzar por su caracterización con el fin de poder proponer las formulaciones iniciales. Las mermeladas elaboradas con las primeras formulaciones presentaron graves problemas de consistencia, los cuales se resolvieron al cambiar el orden en que generalmente se añaden los ingredientes para la elaboración de mermeladas. Una vez resuelto el problema de consistencia, se procedió a estudiar la estabilidad de las mermeladas almacenadas a temperatura ambiente durante tres meses.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Se utilizaron frutos de cardón dato (*Stenocereus griseus* (Haworth) Buxbaum 1961), de las variedades Blanca y Roja, provenientes de las poblaciones de San José de Acaboa y Mataruca, ubicadas en el extremo norte del Estado Falcón (12°00'56" N, 70°06'36" O), Venezuela. Los frutos maduros fueron cosechados de plantas silvestres en septiembre de 2002, utilizando estacas de maderas construidas artesanalmente por los habitantes de la región para tal fin. Se colectaron 560 frutos de la variedad Blanca y 410 de variedad Roja. De cada variedad, se seleccionaron 80 frutos al azar y se almacenaron a temperatura ambiente para su caracterización. El resto fueron transferidos a bolsas plásticas y almacenadas a temperatura de congelación.

Métodos

Como paso previo al desarrollo de las formulaciones de las mermeladas, fue necesario caracterizar los frutos de las dos variedades de cardón dato y analizar estadísticamente los

resultados con el objetivo de definir sus diferencias. Posteriormente, se desarrollaron las formulaciones de las mermeladas para cada variedad, partiendo del procedimiento y formulación base propuesta por Tressler y Woodroof (11) para elaborar mermelada de fresa (44,34% de pulpa de fresa, 11,11% de agua, 44,34% de azúcar y 0,22% de pectina cítrica). También se estudio la estabilidad de las mermeladas almacenadas a temperatura ambiente durante tres meses, como complemento al desarrollo de las formulaciones.

En los frutos enteros almacenados a temperatura ambiente, se hicieron las siguientes determinaciones (80 réplicas): peso promedio, dimensiones (largo y ancho) y proporciones de pulpa, piel y semillas.

A 10 de los frutos congelados se les determinó el número de semillas por fruto y el peso promedio de las semillas.

Después de realizar las determinaciones físicas, la parte comestible (pulpa con semillas) de los 80 frutos se mezcló con la finalidad de obtener una muestra lo suficientemente representativa, antes de realizar por triplicado las siguientes determinaciones según los métodos estándar de la AOAC (12): humedad (método 920.151), pH (método 945.27), acidez total titulable hasta pH 8,1 (método 942.15), cenizas (método 940.26), azúcares reductores y totales (método 925.35), fibra cruda (método 962.09) y ácido ascórbico (método 967.21). También se determinaron la consistencia (consistómetro Bostwick), el contenido de sólidos solubles (refractómetro Bausch & Lomb, modelo 33.46.10, Lorton, Virginia), los parámetros de color L*, a* y b* (espectrofotómetro marca Macbeth modelo Color-Eye 2445, iluminante D65 y observador 2°, calibrado con un prisma blanco: L* = 94,61; a* = -1,17 y b* = 2,17) y el contenido de pectina (13).

A las mermeladas se les hicieron por triplicado las siguientes determinaciones, según los métodos estándar de la AOAC (12): humedad (método 920.151), cenizas (método 940.26), proteína cruda (método 920.81), fibra cruda (método 962.09) y azúcares reductores y totales (método 925.35).

Para el estudio de estabilidad de las mermeladas se hicieron las siguientes determinaciones por triplicado, según los métodos estándar de la AOAC (12): pH (método 945.27), acidez total titulable hasta pH 8,1 (método 942.15), azúcares reductores y totales (método 925.35), además del contenido de sólidos solubles (refractómetro Bausch & Lomb, modelo 33.46.10, Lorton, Virginia) y la medición de consistencia (consistómetro Bostwick). Igualmente, se hizo el recuento de aerobios mesófilos (siembra en medios de Plate Count Agar, utilizando el método de siembra por profundidad e incubando las placas invertidas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24-48 horas) y de mohos y levaduras (siembra por superficie, incubando las placas en estufa a $25-30 \pm 1^\circ\text{C}$ por 3-5 días).

Durante el período de almacenamiento, las mermeladas fueron evaluadas sensorialmente cada mes mediante el uso

de una escala hedónica de nueve puntos, trabajando con treinta (30) panelistas no entrenados elegidos al azar para determinar su aceptación en cuanto a color, sabor y consistencia. Las muestras fueron codificadas con tres dígitos seleccionados al azar y presentadas a los panelistas en vasos para ser untadas en galletas de soda. Igualmente, con el fin de eliminar cualquier residuo de alimento en la boca, se les suministró a los panelistas agua y una galleta de soda.

Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como media y desviación típica. A los resultados de la caracterización de los frutos y del estudio de estabilidad de las mermeladas, se les aplicó análisis de varianza (ANOVA) de una vía a un nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0,05$) y cuando hubo diferencias significativas se aplicó el test de Duncan a un nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0,05$). Los resultados de la evaluación sensorial fueron analizados mediante la prueba no paramétrica "Kruskal-Wallis".

RESULTADOS

Los resultados de los análisis físicos de los frutos de ambas variedades (Tabla 1) no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en cuanto al peso promedio, dimensiones y proporciones de piel, semilla y pulpa, en tanto que de la parte comestible (pulpa con semilla), sólo los valores de humedad, pH y sólidos solubles no mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) (Tabla 2).

TABLA 1
Características físicas de los frutos de cardón dato de las variedades Blanca y Roja

		Variedad Blanca	Variedad Roja
Peso (g)		68,69 ± 15,92 ^a	63,43 ± 12,14 ^a
Dimensiones (cm)	Largo	5,01 ± 0,37 ^a	5,27 ± 0,46 ^a
	Ancho	4,43 ± 0,22 ^a	4,69 ± 0,29 ^a
Proporciones (%)	Piel	32,39 ± 3,55 ^a	28,34 ± 5,16 ^a
	Semilla	3,82 ± 0,03 ^a	3,32 ± 0,03 ^a
	Pulpa	63,79 ± 13,52 ^a	68,34 ± 5,13 ^a

Valores expresados como media ± desviación típica
Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)
Número de réplicas = 80

TABLA 2
Características físicas y químicas de la parte comestible (pulpa con semillas) de los frutos de cardón dato de las variedades Blanca y Roja

	Variedad Blanca	Variedad Roja	
Humedad (g/100g)	81,64 ± 0,76 ^a	85,87 ± 0,34 ^a	
pH	5,2 ± 0,1 ^a	5,2 ± 0,0 ^a	
Acidez total titulable (g/100g) [†]	0,08 ± 0,01 ^a	0,15 ± 0,01 ^b	
Sólidos solubles (°Brix)	11,33 ± 0,58 ^a	11,17 ± 0,29 ^a	
Azúcares reductores (g/100g)	3,59 ± 0,09 ^a	2,23 ± 0,03 ^b	
Azúcares no reductores (g/100g)	0,75 ± 0,40 ^a	2,03 ± 0,02 ^b	
Pectina (g/100g)	0,14 ± 0,04 ^a	0,23 ± 0,04 ^b	
Fibra cruda (g/100g)	3,51 ± 0,10 ^a	7,10 ± 0,30 ^b	
Acido ascórbico (mg/100g)	12,04 ± 0,67 ^a	0,17 ± 0,07 ^b	
Cenizas (g/100g)	0,81 ± 0,16 ^a	0,64 ± 0,08 ^b	
Consistencia (cm/30")	9,02 ± 0,13 ^a	7,19 ± 0,50 ^b	
Color	L*	27,19 ± 0,03 ^a	11,08 ± 0,04 ^b
	a*	-1,53 ± 0,01 ^a	18,86 ± 0,09 ^b
	b*	2,91 ± 0,01 ^a	5,49 ± 0,02 ^b

Valores expresados como media ± desviación típica

†: como ácido cítrico

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Número de réplicas = 3

En el caso de la mermelada de dato de variedad Roja, con la formulación correspondiente a 40,69% de pulpa (pulpa con semillas), 58,24% de azúcar, 0,80% de pectina y 0,82% de ácido cítrico se obtuvo una mermelada de 68,00 °Brix, y como puede observarse en las Tablas 3 y 4, dicho producto se caracterizó por presentar bajo pH, bajo contenido de humedad y alto contenido de azúcares.

TABLA 3
Análisis proximal de las mermeladas elaboradas a partir de los frutos de cardón dato de las variedades Blanca y Roja (g/100g)

	Mermelada variedad Blanca	Mermelada variedad Roja
Humedad	19,52 ± 0,61	14,71 ± 0,49
Proteína cruda *	0,46 ± 0,02	0,37 ± 0,01
Azúcares reductores	55,62 ± 0,97	59,67 ± 1,59
Azúcares no reductores	5,87 ± 0,93	6,29 ± 1,78
Fibra cruda	1,26 ± 0,33	2,57 ± 0,56
Cenizas	0,20 ± 0,02	0,30 ± 0,02

Valores expresados como media ± desviación típica

*: N x 6,25

Número de réplicas = 3

TABLA 4
Estabilidad física y química de las mermeladas elaboradas a partir de los frutos de cardón dato de las variedades Blanca y Roja

		Tiempo (mes)			
		0	1	2	3
Variedad Blanca	Sólidos solubles (°Brix)	68,00 ± 0,00 ^a	68,00 ± 0,00 ^a	67,80 ± 0,00 ^b	67,80 ± 0,00 ^b
	pH	2,91 ± 0,10 ^a	2,83 ± 0,11 ^b	3,17 ± 0,30 ^c	2,99 ± 0,13 ^d
	Acidez total titulable (g/100g) *	0,92 ± 0,18 ^a	0,85 ± 0,12 ^b	0,90 ± 0,15 ^c	1,00 ± 0,01 ^d
	Azúcares totales (g/100g)	61,80 ± 1,43 ^a	ND	ND	60,88 ± 0,97 ^a
	Azúcares reductores (g/100g)	55,62 ± 1,21 ^a	ND	ND	54,83 ± 0,81 ^a
	Azúcares no reductores (g/100g)	5,87 ± 0,89 ^a	ND	ND	5,74 ± 0,61 ^a
	Consistencia (cm/30")	0,50 ± 0,00 ^a	0,50 ± 0,00 ^a	0,50 ± 0,00 ^a	0,50 ± 0,00 ^a
Variedad Roja	Sólidos solubles (°Brix)	71,00 ± 0,00 ^a	71,00 ± 0,00 ^a	70,20 ± 0,01 ^b	70,20 ± 0,00 ^b
	pH	2,91 ± 0,02 ^a	2,68 ± 0,02 ^b	3,28 ± 0,19 ^c	3,09 ± 0,22 ^d
	Acidez total titulable (g/100g) *	0,92 ± 0,08 ^a	0,83 ± 0,03 ^b	0,89 ± 0,03 ^c	0,93 ± 0,05 ^d
	Azúcares totales (g/100g)	66,30 ± 1,16 ^a	ND	ND	66,79 ± 1,13 ^a
	Azúcares reductores (g/100g)	59,67 ± 1,01 ^a	ND	ND	60,11 ± 1,27 ^a
	Azúcares no reductores (g/100g)	6,29 ± 0,54 ^a	ND	ND	6,34 ± 0,46 ^a
	Consistencia (cm/30")	0,50 ± 0,00 ^a	0,50 ± 0,00 ^a	0,50 ± 0,00 ^a	0,50 ± 0,00 ^a

Valores expresados como media ± desviación típica

* como ácido cítrico

ND = no determinado

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Número de réplicas = 3

Para las formulaciones planteadas para obtener mermelada de cardón dato variedad Blanca, se partió del mismo valor de pectina (0,8%) y de ácido cítrico (0,82 %) utilizado en la elaboración de mermeladas de cardón dato variedad Roja, sólo variando los contenidos de azúcar y pulpa. En este sentido, la formulación que permitió obtener una mermelada de sabor agradable y buena consistencia contenía 58,57% de pulpa (pulpa con semillas), 39,81% de azúcar, 0,80% de pectina y 0,82% de ácido cítrico. Al igual que con la mermelada de cardón dato variedad Roja, esta mermelada presentó bajo contenido de humedad, valor de pH bajo y alto contenido de azúcares (Tablas 3 y 4).

Como puede observarse en la Tabla 4, los valores de sólidos solubles de las mermeladas de cardón dato de las variedades Blanca y Roja disminuyeron al segundo mes de almacenamiento. Por su parte, los valores de pH y contenido de acidez total titulable tuvieron el mismo comportamiento, ya que disminuyeron durante el primer mes para luego aumentar hacia el segundo y tercer mes.

En cuanto a los resultados de los análisis microbiológicos realizados, en las mermeladas de cardón dato de las variedades

Blanca y Roja, el recuento de mohos y levaduras y aerobios mesófilos fue menor a 100 ufc/g, valor que es el límite menor de detección con los métodos utilizados, es decir, el equivalente al crecimiento de una colonia. Este recuento se mantuvo durante todo el período de almacenamiento para ambas mermeladas.

En la Tabla 5 se pueden apreciar los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de la mermelada elaborada con frutos de cardón dato de variedad Roja, la cual fue aceptada altamente durante los tres meses de estudio de estabilidad en cuanto a color, sabor y consistencia, manteniéndose la evaluación en el valor 8 de la escala hedónica ("me gusta mucho"). La mermelada elaborada con frutos de cardón dato de variedad Blanca también fue aceptada altamente por el panel evaluador en cuanto a color, sabor y consistencia (Tabla 5) durante los dos primeros meses de almacenamiento, manteniéndose la evaluación en el valor de la escala hedónica correspondiente a "me gusta mucho", luego de lo cual la evaluación disminuyó a "me gusta moderadamente".

TABLA 5
Evaluación sensorial de las mermeladas elaboradas a partir de los frutos de cardón dato de las variedades Blanca y Roja

		Tiempo (mes)			
		0	1	2	3
Variedad Blanca	Color	7,64 ± 0,50 ^a	7,87 ± 1,00 ^a	7,50 ± 1,50 ^a	7,10 ± 1,30 ^b
		Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente
	Sabor	7,50 ± 0,90 ^a	7,50 ± 1,20 ^a	7,69 ± 1,00 ^a	6,90 ± 1,30 ^b
		Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente
Variedad Roja	Consistencia	8 ± 1,10 ^a	7,61 ± 1,10 ^a	7,84 ± 1,00 ^a	6,81 ± 1,00 ^b
		Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente
	Color	7,50 ± 0,50 ^a	7,82 ± 0,30 ^a	8,00 ± 1,00 ^a	7,50 ± 0,40 ^a
		Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho
Variedad Roja	Sabor	7,93 ± 1,00 ^a	7,52 ± 1,50 ^a	7,60 ± 0,90 ^a	7,60 ± 0,70 ^a
		Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho
	Consistencia	7,57 ± 0,50 ^a	8,00 ± 0,90 ^a	7,62 ± 1,20 ^a	8,00 ± 0,50 ^a
		Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho

Valores expresados como media ± desviación típica

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Número de réplicas = 30

DISCUSION

Características de los frutos de cardón dato de las variedades Blanca y Roja

La diferencia más notable entre los frutos de las variedades de cardón dato es el color de sus pulpas. Así, mientras la pulpa de una es blanca, la otra es de color rojo intenso. Esta diferencia se manifestó en los valores de los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) medidos en las pulpas, especialmente en los valores del parámetro a^* , cuyos valores positivos reflejan el color rojo de la variedad Roja.

Debido a que los frutos de ambas variedades presentaban el mismo grado de maduración, las diferencias encontradas en cuanto a los contenidos de acidez total titulable, azúcares, pectina, fibra cruda, ácido ascórbico y cenizas, son sólo atribuibles a diferencias entre las variedades estudiadas. Tales diferencias también originaron la necesidad de desarrollar formulaciones distintas de mermeladas para ambos frutos.

Ya que el objetivo principal del trabajo fue el desarrollo de mermeladas a partir de los frutos de cardón dato, es importante destacar los valores obtenidos de pH y los contenidos de sólidos solubles, azúcares y pectina, ya que esto tiene gran influencia tanto en el procesamiento de la pulpa como en las características finales de las mermeladas. En este sentido, el pH de las pulpas fue alto, lo cual hace necesario añadir ácido durante su procesamiento, ya que un pH alto y una baja acidez, además de la actividad de agua, son parámetros que van a influir directamente en la calidad microbiológica de los productos que se puedan elaborar a partir de la pulpa de frutos de cactáceas (14-17). Por otra parte, los valores de contenidos de sólidos solubles y azúcares

encontrados indican que es necesario añadir una importante cantidad de azúcar para llevar tales valores a los niveles requeridos en la elaboración de mermelada.

Los contenidos de pectina encontrados para ambas variedades se podrían considerar como bajos cuando se comparan con los contenidos encontrados en frutas como manzana, pera, naranja, fresa, durazno, guayaba y cambur, pero similares a los de la piña y el melón (18,21). Cuando se comparan las dos variedades, se tiene que la pulpa de los frutos de cardón dato de variedad Roja posee más del doble de pectina que los de variedad Blanca lo cual podría influir en la capacidad de formación de geles más firmes a la hora de elaborar productos tales como mermeladas. Además de considerar la cantidad de pectina, debe tomarse en cuenta los tipos que predominen, ya que la formación de geles también depende del largo de las cadenas de pectina así como del porcentaje de esterificación que presenten (22), en este caso, fue necesario añadir pectina comercial para la elaboración de mermelada, al igual que sucedió en trabajos anteriores con la pulpa de los frutos de otra cactácea (*Opuntia* spp) (16,17).

Evaluación de la adaptabilidad a la elaboración de mermeladas de los frutos de cardón dato de las variedades Blanca y Roja

Para el desarrollo de las mermeladas se consideraron los valores de sólidos solubles, acidez y contenido de pectina de las pulpas de las variedades Blanca y Roja y en función de tales valores, se propusieron y probaron diversas formulaciones variando las concentraciones de pulpa, azúcar, ácido cítrico y pectina añadidas.

Los primeros intentos de obtener mermeladas a partir de los frutos de cardón dato fracasaron, debido a que las mermeladas elaboradas presentaban problemas graves de textura, obteniéndose siempre una masa de consistencia gomosa. En este sentido, después de probar distintas formulaciones sin lograrse eliminar el problema de consistencia, se optó por modificar el esquema tecnológico tradicional de elaboración de mermeladas (11), específicamente en lo que respecta al orden de adición de los ingredientes. Como es sabido, durante la elaboración de mermeladas primero se añade la pulpa, luego la pectina, después el azúcar y por último el ácido; el cual es añadido de último para evitar que el calentamiento prolongado de la mezcla en medio ácido hidrolice la pectina, lo cual afecta la textura del producto final. En este caso se probó añadir el ácido cítrico desde el inicio, intentando así hidrolizar los constituyentes naturales de la pulpa que ocasionaban el problema de textura. Así, se mezcló la pulpa con el ácido cítrico y con agitación constante durante todo el proceso, se procedió a calentar hasta 71-80°C, luego de lo cual se añadió la pectina mezclada con 5 veces su peso en azúcar y se continuó el calentamiento hasta ebullición. Una vez disuelta la pectina, se adicionó el azúcar en tres partes hasta su disolución total, después de lo cual se calentó el producto hasta ebullición (106°C), dejándose así durante 5 minutos para luego proceder al envasado en caliente en frascos de vidrio previamente higienizados. Siguiendo este esquema tecnológico se logró solucionar el problema de textura en la mermelada, después de lo cual se procedió a afinar las formulaciones para cada una de las variedades.

Desarrollo de formulaciones para la elaboración de mermelada partir de la pulpa de cardón dato de variedades Roja y Blanca

En la elaboración de las mermeladas se empleó la pulpa con las semillas, esto en función de que éstas le dan una apariencia muy agradable tanto a la pulpa como a la mermelada por ser muy abundantes (1817 semillas en promedio en cada fruto de variedad Blanca y 1560 en el de variedad Roja), de tamaño muy pequeño (2,63 mg de peso para las semillas de los frutos de variedad Blanca y 2,11 mg para los de variedad Roja) y de color negro. De igual forma, el separar las semillas de la pulpa originaría un paso extra sumamente engorroso y, por otro lado, el incorporarlas incrementa el rendimiento de la porción aprovechable de 63,79 a 67,60% en el caso de los frutos de variedad Blanca y de 68,34 a 71,65% en los de variedad Roja.

Al igual que lo reportado (17) para la mermelada de tuna (*Opuntia ficus-indica*), para lograr la formulación final de mermelada se probaron distintas formulaciones, encontrándose siempre gran dificultad para lograr la consistencia adecuada. En el caso de la mermelada elaborada con frutos de variedad

Roja, en las primeras formulaciones la relación sólidos-pectina no permitió obtener el grado de gelificación deseado, además de observarse la formación de una gran cantidad de burbujas en el producto. Finalmente, con las formulaciones indicadas anteriormente se obtuvieron mermeladas de frutos de dato de cada variedad de sabor, color y olor agradables, característicos de las pulpas empleadas; asimismo se logró la gelificación y consistencia propia de una mermelada.

Estabilidad de las mermeladas elaboradas durante el almacenamiento a temperatura ambiente

En virtud de los resultados del análisis microbiológico de ambas mermeladas, se concluye que la disminución en el contenido de sólidos solubles no está asociada con el crecimiento de microorganismos y tampoco se reflejan en el contenido de azúcares, ya que su contenido no varió durante el almacenamiento. Por su parte, los cambios presentados en el pH de las mermeladas parecen estar asociados con variaciones en la concentración de los ácidos presentes, quizá relacionadas con cambios en el equilibrio ácido-base durante el almacenamiento. No obstante los cambios antes mencionados, la consistencia del producto no se vio afectada durante los tres meses de almacenamiento en ninguna de las dos mermeladas.

Los resultados obtenidos durante los tres meses que duró el estudio de estabilidad, sugieren que el esquema tecnológico seguido, así como la composición de las mermeladas elaboradas, permiten obtener un producto estable desde el punto de vista microbiológico. Igualmente, los ligeros cambios observados en los valores de pH y contenidos de sólidos solubles y acidez total titulable, no afectaron las características sensoriales de las mermeladas, especialmente la de cardón dato de variedad Roja, la cual fue muy bien aceptada durante los tres meses de estudio.

CONCLUSIONES

Es posible elaborar mermeladas a partir la parte comestible (pulpa con semillas) de los frutos de cardón dato de las variedades Blanca y Roja, originándose un producto atractivo en virtud de su color y presencia de semillas. De igual forma, durante los tres meses de almacenamiento se observaron ligeras fluctuaciones en el pH y contenidos de sólidos solubles y acidez total titulable de las mermeladas; no obstante, especialmente en el caso del producto elaborado con frutos de la variedad Roja, tales cambios no afectaron significativamente sus atributos de color, sabor y consistencia.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Instituto

Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC, Fondo para Proyectos de Investigación Aplicada) y al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT, G-2000001508).

REFERENCIAS

1. Anderson EF. The cactus family. Portland, Oregon: Timber Press; 2001. p. 776
2. Bravo H, Scheinvar L. El interesante mundo de las cactáceas. México, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura Económica; 1995. p. 59-214.
3. Meyer M. Manuales para Educación Agropecuaria. Elaboración de Frutas y Hortalizas. Área: Industrias Rurales. México, México: Editorial Trillas; 1997. p. 84-90.
4. Casas A y Barbera G. Mesoamerican domestication and diffusion. En: Nobel PS editor. Cacti, biology and uses. California: University of California Press; 2002. p. 143-62.
5. Nassar JM, Ramírez R, Linares O. Comparative pollination biology of Venezuelan columnar cacti and the role of nectar-feeding bats in their sexual reproduction. *Am. J. Bot.* 1997;84: 918-927.
6. Hoyos J. Frutales de Venezuela. Caracas, Venezuela: Sociedad de Ciencias Naturales, La Salle; 1994. p. 76-8.
7. Ramoni-Perazzi P, Bianchi-Ballesteros G. The cactus *Stenocereus griseus* (Haworth), 1812: An interesting case from the point of view of seed dispersion syndromes. *Caribb. J. Sci.* 2004; 40:17-22.
8. Ewaidah E, Hassan B. Prickly pear sheets: a new fruit product. *Int. J. Food Sci. Technol.* 1992; 27:353-8.
9. Sepúlveda E, Sáenz C, Alvarez M. Physical, Chemical and sensory Characteristics of dried fruit sheets of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.) (Mil) and Quince (*Cydonia oblonga* Mill). *Ital. J. Food Sci.* 2000; 12:47-54.
10. Emaldi U, Nassar JM, Semprún C. Physicochemical character and food value of two Venezuelan cactus fruits. *Trop. Sci.* 2004; 44: 105-7.
11. Tressler D, Woodroof J. Food products formulary. Fruit, vegetable and nut products. Vol. III. Westport, Connecticut: AVI Publishing; 1976. p. 76-98.
12. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington (VA): S Williams AOAC; 1990.
13. McCready R, McComb E. Extraction and determination of total pectic materials in fluid. *Anal. Chem.* 1952; 24:1986-8.
14. Sawaya W, Khan P. Chemical Characterization of Prickly Pear Seed Oil, *Opuntia ficus-indica*. *J. Food Sci.* 1982; 47:2060-1.
15. Sepúlveda E, Sáenz C. Características Químicas y Físicas de pulpa de tuna (*Opuntia ficus-indica*). *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 1990; 30:551-5.
16. Sáenz C. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. *J Arid Environ.* 2000; 46:209-25.
17. Sawaya WN, Khatchadourian HA, Safi WM, Al-Muhammad HM. Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. *J Food Technol.* 1983; 18:183-93.
18. Hulme AC, editor. The biochemistry of fruits and their products. Vol. I. New York: Academic Press; 1970.
19. McCready RM. Pectin. En: Joslyn MA editor. *Methods in food analysis*. 2nd ed. New York: Academic Press; 1970. p 565-99.
20. Nagy S, Shaw PE, editors. *Tropical and subtropical fruits: Composition, properties, and uses*. Westport, Connecticut: AVI Publishing; 1980.
21. Salunkhe DK, Kadam SS, editors. *Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage, and processing*. New York: Marcel Dekker; 1995.
22. Walter RH. *The chemistry and technology of pectin*. New York: Academic Press; 1991.

Recibido:23-01-2006

Aceptado: 04-04-2006