

Utilización de cáscaras en la elaboración de productos concentrados de tuna (*Opuntia ficus-índica* (L.) Miller)[♦]

Use of Skin in the Elaboration of Concentrated Products of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller)

Cerezal, P.* and Duarte, G.

* Departamento de Alimentos. Facultad de Recursos del Mar. Universidad de Antofagasta
Avda. Universidad de Antofagasta # 02800. Campus Coloso. Casilla 170, Antofagasta, Chile
Fono: 56 (55) 637490; Fax: 56 (55) 637265

RESUMEN

El aprovechamiento de residuos de frutas ha ido aumentando su incorporación en productos principales para la alimentación humana. El objetivo del presente trabajo fue evaluar sensorialmente dos productos concentrados y conservados por métodos combinados, empleando las cáscaras de tunas molidas, siendo estos: a) pulpa de tuna con incorporación parcial de cáscaras y adición de sacarosa hasta conformar una pulpa endulzada concentrada y b) mermelada de tuna empleando las cáscaras molidas, adición de sacarosa y sin pectina. Además, se añadieron preservantes y acidulantes en bajas concentraciones. Para el primer producto se planteó un diseño factorial 3 x 2 x 2 cuyos factores fueron: (BS) bisulfito de sodio (0, 50 y 100 ppm), (Aw) actividad de agua (0,94 y 0,96) y ácidos [(AF) ácido fosfórico (50% v/v) y en mezcla con ácido cítrico (AF + AC) (50% v/v)], manteniéndose constantes las concentraciones de (SK) sorbato de potasio (1000 ppm) y (AC) ácido ascórbico (500 ppm). En el segundo producto se desarrolló una sola formulación con 63°Brix, pH = 4,0; y SK = 250 ppm. Los productos se degustaron organolépticamente con catadores entrenados, escogiéndose la elaboración de un néctar para evaluar el primer producto. La formulación seleccionada como "Buena" fue la de Aw = 0,94; adición de AF y BS = 100 ppm. La mermelada obtuvo una evaluación más discreta pero "Aceptable".

Palabras claves: *Opuntia ficus-indica*, elaboración de pulpa y mermelada, cáscaras de tunas.

ABSTRACT

The use of processed fruit by-products for human consumption has increased significantly in recent years. The objective of the present paper was the sensorial evaluation of two products that used the skins of cactus pears that normally are not eaten. These new products were concentrated and preserved by combinations of methods. The first product combined cactus-pear skins, which normally are not eaten; pulp of the fruits that are normally eaten; and sucrose to develop a concentrated sweet product. The second product, termed marmalade, used ground skins and sucrose, but without additional pectin. Preservatives and acids in low concentrations also were added. For the first product a factorial design 3 X 2 X 2 was used whose factors were: (BS) sodium bisulphite (0, 50 and 100 ppm), (Aw) water activity (0.94 and 0.96), and acids [(AF) phosphoric acid (50% v/v) and in mixture with citric acid (AF + AC) (50% v/v)]. In this product the (SK) potassium sorbate (1000 ppm) and (AC) ascorbic acid (500 ppm) were kept constant. In the second experiment, a single formulation with 63°Brix was developed with pH = 4.0; and SK = 250 ppm. Various dilutions of the first product containing both the pulp and the ground skins were diluted to obtain a final Brix of 15 (referred to as a nectar in this paper) before organoleptic evaluation by trained panel. The marmalade was not diluted prior to organoleptic evaluation. The optimum formulation for the pulp plus skin product had an Aw = 0.94; addition of AF, BS = 100 ppm and a "Good" rating. The second product, marmalade, had a slightly lower acceptance with an overall "acceptable" rating.

Key words: *Opuntia ficus-indica*, elaboration of pulp and marmalade, use of skin.

[♦] Received 14 June 2005

INTRODUCCION

El aprovechamiento integral de las frutas es un requerimiento y a la vez una demanda que deben cumplir los países que desean implementar las denominadas “tecnología limpias” o “tecnologías sin residuos” en la agroindustria. De tal modo que todas aquellas fracciones del fruto, tales como: pieles, cáscaras, semillas, corazones y los extremos o coronas, no resulten agravantes para el beneficio económico de la Empresa y mucho menos para el medio ambiente y se puedan derivar a productos principales o secundarios para la alimentación humana.

FAO (1993) ha informado que solamente por las pérdidas de cosechas y tratamientos postcosecha se pierden en frutas y hortalizas alrededor de un 50% de la producción total. A esto se suma que cualquiera de los grupos integrantes del reino vegetal posee porciones que no son bien aprovechadas actualmente para los consumos humano o animal y que pueden representar desde bajos porcentajes, por ejemplo las hortalizas y algunas frutas con rendimientos entre el 25 y el 30% de parte no comestible (Cerezal y col., 1995; Larrauri y col., 1995), hasta contenidos importantes como es principalmente el caso de frutas, conformadas por pieles y/o cáscaras y semillas de diferentes espesores o dimensiones, cuyos contenidos en total pueden ser hasta de un 60% (Larrauri y Cerezal, 1993; Larrauri, 1994; Cerezal y col., 1995; Larrauri y col., 1995).

Algunas de las frutas llegan a alcanzar rendimientos de tan solo el 50% o menos en pulpas o jugos; estos son los casos de las paltas (Batista y col. 1993); mangos (Larrauri y Cerezal, 1993) y cítricos y piña (Larrauri, 1994; Saura y Larrauri, 1995). En cambio, algunas frutas de regiones áridas o semiáridas, tales como las tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller), el rendimiento en pulpa puede ser relativamente oscilante, dependiendo de la variedad, condiciones climáticas y suelos, informándose cifras que van desde el 35% hasta el 55% (Rodríguez y col., 1996; Parish y Felker, 1997; Sáenz y Sepúlveda, 2001; Felker y col., 2002; Singh, 2003; Stintzing y col., 2003; Karababa y col., 2004; Piga, 2004; Felker y col., 2005; Cerezal y Duarte; 2005).

Las dos porciones no comestibles de frutas en estado fresco son las semillas y las pieles o cáscaras y han sido bastante estudiadas con el propósito de extraer de ellas sustancias valiosas o en los casos más simples, emplearlas como integrante adicional del producto principal que es la pulpa. En esta última función tiene más aplicabilidad la fracción cáscara por poseer elementos más interesantes en cuanto a textura y sabor, que las semillas. De esta forma, se han elaborado mermeladas concentradas a partir de cáscaras de mango (Larrauri y col., 1996), de residuos de fresas (Núñez y col., 1993), y de modo más sofisticado se ha preferido en los últimos años adicionar las cáscaras o residuos en general en forma deshidratada molida a productos principales; ejemplo de estos estudios son los de obtención de fibra dietética a partir de residuos de frutas y algunas leguminosas (Larrauri, 1994; 1999; Figuerola y col., 2005).

Las tunas no escapan a las investigaciones de aprovechamiento de las diferentes partes del fruto tratando de aumentar el rendimiento, diversificar su utilización y lograr una gama amplia de productos secundarios y principales que motiven mayores esfuerzos para su utilización. Es así que se ha estudiado la extracción y caracterización de aceites a partir de sus semillas (Ramadan y Mörssel, 2003 a) y sus pieles (Ramadan y Mörssel, 2003 b) y en relación a las cáscaras se han llevado a cabo trabajos para la extracción y caracterización de mucílagos y pectinas (Sáenz, 2000; Majdoub y col., 2001), obtención de pieles deshidratadas a partir del secado solar (Lahsasni y col., 2002; Lahsasni y col., 2004) y extracción de pigmentos (Sáenz, 2000), entre algunas de las aplicaciones. Por otra parte, el empleo de cáscaras en forma molida y su adición a la propia pulpa de tunas en relación de 1:3 (p/p) y su aceptación sensorial

se estudió por Cerezal y Duarte (2005). En cambio, no ha sido sugerida hasta el momento la elaboración de productos concentrados a partir de adiciones parciales de cáscaras o conformados exclusivamente de la propia cáscara, sin otras porciones del fruto, con destino a la alimentación humana.

La mayor preocupación en la elaboración de productos de tuna es la pérdida parcial del color motivada por diferentes factores del procesamiento y por la cinética de degradación en el almacenamiento, más si se utilizan las variedades de coloración verdosas, pues la clorofila es en extremo sensible a cambios estructurales de su molécula frente a la temperatura y el pH (Sáenz y col., 1993; Sáenz, 2000). Por esta razón es indicado aplicar tecnologías de elaboración y conservación que reduzcan significativamente los daños al producto, principalmente el que induce el tratamiento calórico, siendo las más adecuadas las técnicas de aplicación de barreras o también conocidas como métodos combinados de conservación, las que intentan preservar el alimento, tratando de perjudicar en forma mínima las características iniciales de las materias primas utilizadas y al alcance de cualquier productor por sus bajos costos de implementación (Alzamora, 1994; 1997; Cerezal y col., 2000).

El objetivo del presente trabajo está basado en la evaluación sensorial de dos productos concentrados y conservados por métodos combinados, empleando las cáscaras de tunas frescas molidas (sin piel), siendo estos: a) pulpa de tuna con incorporación parcial de cáscaras y adición de sacarosa hasta conformar una pulpa endulzada concentrada y b) mermelada de tuna empleando las cáscaras molidas de tuna, adición de azúcar y sin pectina. En ambos productos se añadieron preservantes y acidulantes permitidos en bajas concentraciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La elaboración de los productos se efectuó en las instalaciones de la Planta Piloto del Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta utilizando tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) de coloración verde, correspondientes a la cosecha de invierno con madurez firme, recolectadas en forma manual y provenientes de la periferia de la Comunidad de Caspana ubicada en los 22°19'60" de latitud sur y los 68°13'60" de longitud oeste (Anón., 2004), situada a una altitud de 3 260 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y distante 84 km al Noreste de la ciudad de Calama, provincia El Loa, perteneciente a la precordillera andina de la II Región de Chile y cercana a la frontera con Bolivia.

En la Fig 1. se muestra el diagrama de flujo para la obtención de los productos a partir de tunas: a) "pulpa endulzada" con incorporación parcial de cáscaras molidas y b) "mermelada"; a partir de cáscaras molidas solamente, aplicándose en ambos, la tecnología de factores combinados como método de conservación.

Las tunas se emplearon luego de 48 horas de cosechadas y el criterio de selección se basó en: madurez firme, libres de enfermedades y no golpeadas; se lavaron con agua potable, se escurrieron y pesaron. Posteriormente se pelaron para la eliminación solamente de la piel, realizándose en forma manual con ayuda de cuchillos de acero inoxidable de buen filo. Para la separación de la cáscara se efectuaron tres cortes, dos de ellos para la eliminación de los extremos, cuidando no incluir pulpa, y un tercero en forma longitudinal de extremo a extremo, por el contorno externo e introduciendo solamente la punta del cuchillo, evitando al máximo el daño interior del fruto, procediendo a retirar la cáscara completamente.

Inmediatamente después a las tunas, sin piel y cáscara, se le practicó un corte en cuartos, obteniendo cuatro segmentos. Seguidamente se procedió a la operación de pulpado, empleando un equipo de paletas de acero inoxidable protegido con bandas de goma sanitaria, evitando el rompimiento de las semillas. La pulpa con semillas se pasó a través de una malla metálica de acero inoxidable con diámetro de abertura de 0,6 mm, obteniendo dos corriente, pulpa y semillas.

Las cáscaras obtenidas, separadas del fruto, se pasaron a través de una licuadora provista de cuchillas de acero inoxidable Marca Superchacon mod. C-10. A partir de este momento se estuvo en condiciones para la elaboración de las últimas etapas de ambos productos.

a) Pulpa endulzada: Se mezcló la pulpa obtenida con las cáscaras molidas en relación 3:1 (p/p) respectivamente y se tamizó por malla de acero inoxidable con diámetro de abertura de 0,6 mm, separando posibles grumos o porciones no bien trituradas. Para la conservación del producto se utilizó: sacarosa, como depresor de la actividad de agua; ácidos: fosfórico, cítrico y ascórbico como acidulantes y este último también por sus características como antioxidante, sorbato de potasio como preservante y bisulfito de sodio como inhibidor de pardeamiento.

El estudio se concibió sobre la base de un diseño factorial 3 x 2 x 2; siendo el Factor I, contenido de bisulfito de sodio, en sus tres concentraciones; el Factor II, el tipo de ácido empleado, ácido fosfórico y mezcla de fosfórico y cítrico, ambos en solución 50% v/v, añadiéndose hasta que el pH del producto estuviera entre 3,2 a 3,4; y el Factor III, la A_w en sus dos niveles, 0,94 y 0,96, para un total de 12 formulaciones (Tabla 1). Se mantuvo constante la concentración de sorbato de potasio (1000 ppm) y ácido ascórbico (500 ppm). Los productos de las 6 formulaciones correspondientes a una A_w determinada se elaboraron en el mismo proceso, ocupando 30 kg de la fruta fresca, variando las formulaciones para lograr la correcta proporción de los diferentes aditivos.

La solución de ácido fosfórico, así como la mezcla con ácido cítrico, ambas en agua, se prepararon en volúmenes de 50% (v/v). El cálculo de la concentración de sacarosa para obtener las A_w deseadas en el equilibrio, 0,94 y 0,96; se realizó de la forma siguiente:

La actividad de agua de la mezcla se determinó por la ecuación de Norrish de acuerdo a:

$$A_{w_{mezcla}} = X_1 \text{Exp} \left[- \left(K_2 X_2^2 + K_3 X_3^2 \right) \right]$$

Donde: X_1 es la fracción molar del agua, X_2 y X_3 son las fracciones molares de la sacarosa y el ácido cítrico, respectivamente. K_2 y K_3 son constantes para la sacarosa y el ácido cítrico y cuyos valores son: $K_2 = 6.47$ y $K_3 = 6.20$. La A_w en el equilibrio entre la pulpa de tuna con cáscaras y el sirope, se obtuvo por la aplicación de la ecuación de Ross:

$$A_{W \text{ equilibrio}} = \left(A_{W \text{ fruta}}^{\circ} \right) \left(A_{W \text{ mezcla}}^{\circ} \right)$$

Donde $A_{W \text{ fruta}}^{\circ}$ y $A_{W \text{ mezcla}}^{\circ}$ son las actividades de agua inicial de la fruta y la del sirope. Se asumió una $A_w \approx 0,985$ para la pulpa de tuna con la incorporación de cáscaras y los valores $A_{W \text{ jarabe}}^{\circ}$ se calcularon para 0,95 y 0,975 con el propósito de que en el equilibrio quedaran los

sistemas en A_w de 0,94 y 0,96, respectivamente. Ambas ecuaciones son fundamentadas en los trabajos de Alzamora (1997), Welti y Vergara (1997) y Barbosa y col. (2003).

A continuación se procedió a un pasteurizado con vapor en una marmita de doble fondo a $T = 90$ a 95°C por un tiempo = 3 minutos, inmediatamente se pasó a un recipiente de acero inoxidable que se sumergió en otro que poseía agua con hielo, agitando constantemente el producto y evitando la sobrecocción. Una vez reducida la temperatura hasta 60°C se envasó en bolsas de polietileno de capacidad 350 mL, se cerraron con selladora eléctrica manual, se dejaron enfriar sobre mesones y se almacenaron a temperatura ambiente ($20 \pm 5^\circ\text{C}$) y aproximadamente 50 a 70% de humedad relativa, por dos semanas.

b) Mermelada: Las cáscaras molidas se tamizaron por malla de acero inoxidable con diámetro de abertura de 0,6 mm, separando posibles grumos o porciones no bien trituradas. Para la conservación del producto se utilizó una única formulación cuyos aditivos fueron: sacarosa hasta obtener 63°Brix , de acuerdo a que las legislaciones de casi todos los países establecen para las mermeladas un contenido mínimo de sólidos solubles de 60% (CODEX, 2004), ácido cítrico hasta lograr un índice de $\text{pH} = 4,0$ y sorbato de potasio, 250 ppm, disuelto en una porción pequeña de agua. Las restantes etapas se realizaron similarmente a las efectuadas en la pulpa endulzada con la única diferencia que se llenaron frascos de vidrio de 440 mL de acabado twist-off, se taparon manualmente y se invirtieron por espacio de 30 minutos; concluido este tiempo se colocaron en posición normal y se dejaron enfriar sobre mesones almacenándose a temperatura ambiente ($20 \pm 5^\circ\text{C}$) y aproximadamente 50 a 70% de humedad relativa, por dos semanas.

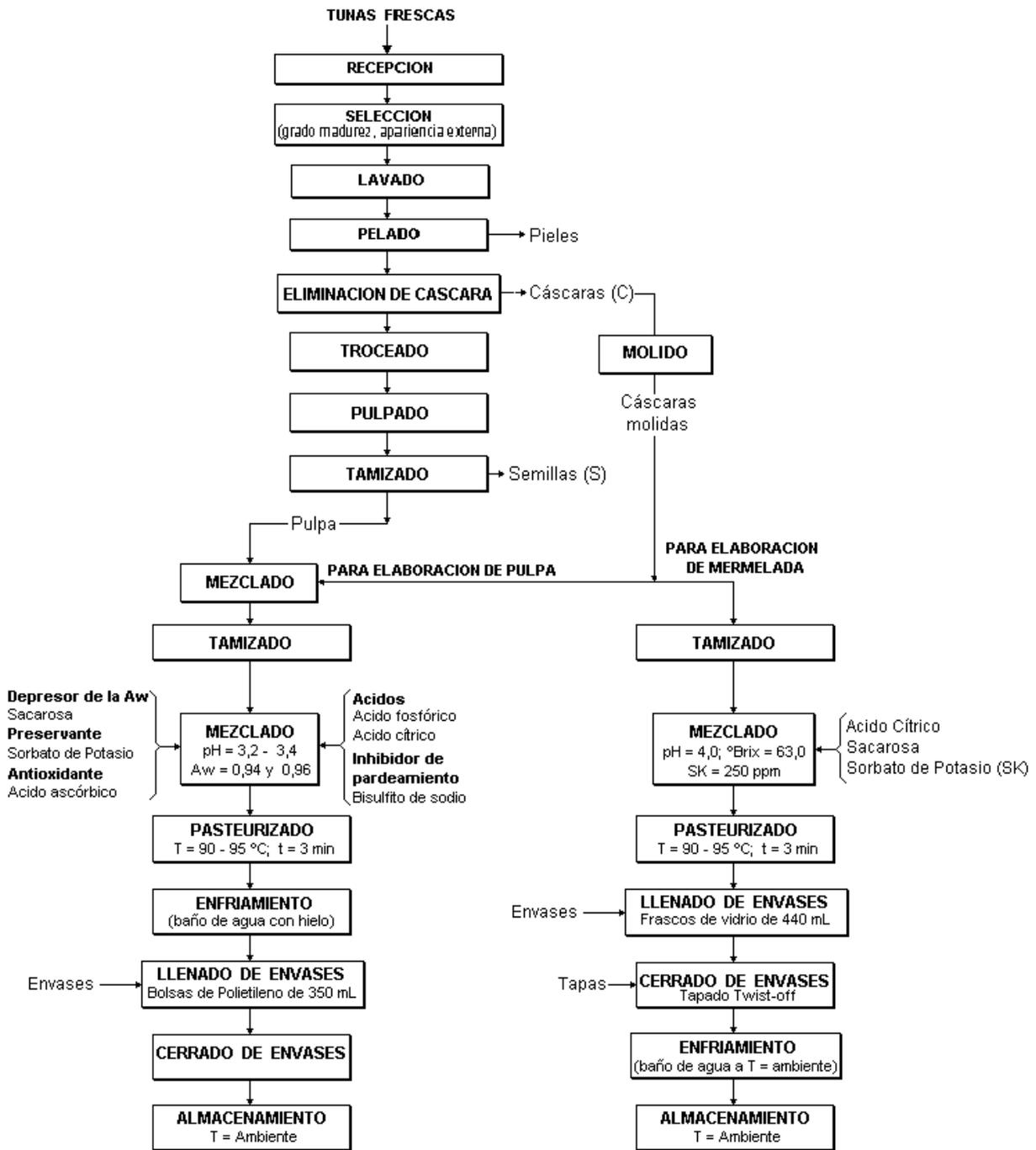


Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa endulzada concentrada y mermelada, ambas con la incorporación de cáscaras de tunas.

(Figure 1. Flow Sheet for Obtaining Concentrated Sweetened Pulp and Marmalade, Both with Incorporation of Skins of Cactus Pear)

Tabla 1. Formulaciones y concentraciones de acidulantes e inhibidor de pardeamiento para pulpa.
(Table 1. Formulations and Concentrations of Acidulants and Browning Inhibitor for Pulp)

Aw	Formulaciones	Acidulantes (Solución 50% v/v)	Bisulfito de sodio (ppm)
0.94	F-1	Acido fosfórico	0
	F-2		50
	F-3		100
	F-4	Mezcla ácido fosfórico y cítrico	0
	F-5		50
	F-6		100
0.96	F-7	Acido fosfórico	0
	F-8		50
	F-9		100
	F-10	Mezcla ácido fosfórico y cítrico	0
	F-11		50
	F-12		100

Evaluación sensorial

Después de dos semanas de almacenamiento de los productos, se realizaron las evaluaciones sensoriales, las que fueron realizadas por un máximo de 10 catadores entrenados cifra similar a la sugerida por Díaz de Tablante y col. (1993) y Cerezal y Duarte (2004) para productos de mango y papaya, y tunas peladas en almíbar, ambos conservados por métodos combinados, respectivamente; y superior a las indicadas de 6 y 8 catadores entrenados para la evaluación de otros productos conservados (Guerrero, 2002). En la primera etapa se realizaron reuniones con los jueces frente al producto para llegar a consenso acerca de la ponderación que debía tener cada una de las características de la Planilla de Evaluación y en particular los pertenecientes a cada atributo específico.

Como no es usual degustar un producto intermedio como la pulpa de tuna endulzada, se decidió elaborar un néctar de cada formulación para realizar la evaluación sensorial. Se procedió según lo estipulado en la Norma General del Codex Alimentarius para Néctares de Frutas Conservados por Medios físicos; o sea; contenido de ingrediente de fruta entre 25 a 50% m/m (masa/masa) y cantidad máxima de sólidos solubles $\leq 20\%$ m/m (CODEX, 2001).

Las 12 formulaciones del néctar se prepararon mediante un balance de materiales teniendo en cuenta las Aw de 0,94 ó 0,96 de la pulpa endulzada, de manera que el contenido de sólidos solubles en el néctar final fuera de 15°Brix. Por cada fórmula se elaboraron 2 kg de néctar, solamente se realizó la adición de agua y la etapa de mezclado y finalmente se llenaron 3 botellas de vidrio transparentes de capacidad 300 mL con tapa twist-off sin efectuar un proceso de conservación. Una vez evaluado el aspecto del Néctar en la botella, se vertió en vasos de 15 mL a una temperatura de $10 \pm 2^\circ\text{C}$.

Para la mermelada, la evaluación se realizó primeramente en el frasco y seguidamente se vertió en platos de postres de coloración blanca a una temperatura de $20 \pm 5^\circ\text{C}$; además, se colocaron galletas de soda sin sal como vehículo para la evaluación de las características del sabor.

Se empleó la técnica de Caracterización mediante escala por atributos (no estructurada). Los parámetros sensoriales evaluados incluyeron: aspecto, olor, sabor, textura e impresión general (Anexo 1 y 2). A cada uno de los atributos se le asignó un valor máximo de 5 puntos en una escala lineal de 12 cm de largo, acotada para 10 cm. Algunos de los atributos tuvieron la escala dividida en dos partes, siendo el punto central el valor máximo. En estos casos, los extremos (cotas) fueron los valores cero (García y col., 1998). Cada atributo evaluado entre 0 y 5 puntos, posee un coeficiente de ponderación según su importancia (Tabla 2). Las evaluaciones finales dadas por los catadores se ponderaron de acuerdo a una escala de 20 puntos, cuyos intervalos de calificación son los presentados en la Tabla 3 (Torricella y col., 1989). En el caso del néctar, donde se realizó el diseño factorial, la calificación total de cada formulación fue la variable respuesta de cada punto experimental del diseño.

Análisis físicos, químicos y microbiológicos: se realizaron por triplicado sólo a la formulación seleccionada de la pulpa endulzada y a la mermelada y estos fueron:

Acido ascórbico: Por el método de Tillmans mediante reducción del 2,6 diclorofenol-indofenol referido por Schmidt-Hebbel (1981).

Actividad de agua (A_w): Se determinó en el almíbar después de 14 días de la fecha de elaboración a temperatura de 30°C con un equipo Marca Novasina, mod. TH-2.

Cenizas: Por incineración de la muestra a 550°C en horno de mufla; Marca NEY Equipment Division Yucaipa CA, mod. A-550 de acuerdo a Ministerio de Salud (1998 a).

Acidez: Por titulación con NaOH (0,1 N) y se expresó como porcentaje de ácido cítrico siguiendo lo indicado por Hart y Fisher (1991).

Extracto etéreo: Se determinó mediante extracción con éter de petróleo P.E. 40 – 60°C en un equipo Soxhlet, Marca J.P. Selecta S.A. mod. CE95 según lo establecido por Ministerio de Salud (1998 a).

Fibra cruda: Por el método de la oxidación e hidrólisis ácida sugerido por Schmidt-Hebbel (1981).

Hidratos de carbono: Se determinaron por diferencia según método de la A. O. A. C. (1993).

Humedad: Se determinó mediante evaporación de agua a presión atmosférica en estufa; Marca WTB Binder según método de Hart y Fisher (1991).

pH: Potenciométricamente con un pH-metro; Marca Hanna Instruments, mod. HI 8418 A/D de acuerdo a A.O.A.C. (1993).

Pectina: Siguiendo el método descrito por Josin y De Luca en 1957 establecido en el trabajo de Sáenz y col. (1990).

Proteínas ($N \times 6,25$): Mediante el método de Kjeldahl con un equipo Marca Quimis Aparelhos Científicos Ltda. Mod. Q.327.26 siguiendo el procedimiento del Ministerio de Salud (1998 a).

Sólidos solubles: Con un refractómetro tipo Abbé; Marca Carl-Zeiss y se expresó como °Brix (AOAC, 1993).

Sólidos insolubles: Por diferencia de sólidos totales – sólidos solubles.

Microorganismos aerobios mesófilos: Se empleó agar nutritivo y se procedió a la incubación a 35°C durante 48 horas y se evaluaron según procedimiento del Ministerio de Salud (1998 b).

Mohos y Levaduras: Se utilizó el agar Sabouraud y se procedió a incubación a 22°C por 4 días, según establecido por Ministerio de Salud (1998 b).

Tabla 2. Coeficientes de las características y atributos sensoriales de pulpa y mermelada
(Table 2. Coefficients of Characteristics and Sensory Attributes of Pulp and Marmalade)

Características organolépticas		Atributos	Coeficientes			
			Individuales		General de la Característica	
			Néctar	Mermelada	Néctar	Mermelada
Aspecto	Botella	Color del producto	0,20	0,20	0,6	0,6
		Opacidad del producto	0,10	0,10		
	Vaso o Plato	Color del producto	0,20	0,20		
		Opacidad del producto	0,10	0,10		
Olor		Tipicidad	0,6		0,6	0,6
Sabor		Dulzor	0,35		1,2	1,2
		Acidez	0,15			
		Astringencia	0,15			
		Amargor	0,15			
		Relación ácido dulce	0,25			
		Tipicidad	0,15			
Textura		Consistencia	0,6	0,5	0,6	0,8
		Elasticidad	-	0,3	-	
Impresión General			1,0	0,8	1,0	0,8
Total			4,0	4,0	4,0	4,0

Tabla 3. Evaluación cualitativa de acuerdo a intervalos de puntuación total.
(Table 3. Qualitative Evaluation According to Intervals of Total Scoring)

Calificación	Intervalo de puntuación
Excelente	17,5 a 20,0
Bueno	15,4 a 17,4
Aceptable	11,2 a 15,3
Insuficiente	7,2 a 11,1
Malo	< 7,2

Análisis estadístico: Se efectuó utilizando estadígrafos comunes. Todos los resultados de las determinaciones se presentaron en forma de valores medios (\bar{X}) y su correspondiente desviación estándar (S). Para cada característica organoléptica y sus atributos particulares se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple entre las 12 formulaciones, procediendo a la ejecución de una prueba de rangos múltiples de Duncan que identificara las diferencias. El Diseño Experimental se realizó siguiendo un Plan Factorial 3 x 2 x 2 (Gutiérrez y de la Vara, 2003) sin la realización de réplicas debido a que las 6 fórmulas correspondientes a la misma Aw se prepararon en un solo proceso de elaboración, solamente la adición de un tipo de ácido y la concentración de bisulfito de sodio era la única variación entre ellas. De esta forma se puede prescindir de réplicas. En todos los análisis la probabilidad se estableció para un 95% de confianza. Los cálculos estadísticos se realizaron con apoyo del software Statgraphics 5.1 para Windows (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación sensorial del néctar a partir de pulpa endulzada de tuna

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación sensorial realizada al néctar de tuna por el grupo de catadores entrenados después de 14 días de elaboración de la pulpa. En relación con el aspecto en la botella, se observó que las puntuaciones más altas en el color recayeron en las formulaciones F3 y F9, algo similar ocurrió con la opacidad, solo que en este atributo se sumó a F3 y F9 la formulación F6, lo cual da una idea que las concentraciones BS = 100 ppm son las mejores evaluadas para cualquiera de los ácidos en las dos concentraciones de Aw, excepto para la F12 (AF + AC y BS = 100 ppm) con las menores puntuaciones. Sin embargo, las medidas de color en las formulaciones F4, F7 y F10 obtuvieron los valores más bajos. Diferencias estadísticas de poca significación, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p < 0,05$), presentaron el resto de las formulaciones.

Con respecto al aspecto y al atributo color, se observaron tres formulaciones que destacaron por sobre el resto, F3, F6 y F9, todas con BS = 100 ppm, siendo F10 la peor evaluada. Por otra parte, el atributo opacidad obtuvo su mayor puntaje en la F9, aunque no es diferente significativamente ($p < 0,05$) del resto, pero sí de F11. La característica olor obtuvo sus mejores puntajes en F5 y F12, aunque no tuvo diferencias de significación con las restantes, exceptuando a F2, por lo que al parecer la combinación de ácidos (AF + AC) resalta un mejor olor que cuando se ocupa solamente a AF.

Dentro de la característica sabor, el atributo dulzor tuvo puntajes altos en las formulaciones F2, F3, F5, F10 y F12, no teniendo diferencias significativas ($p < 0,05$) con F6, F7 y F9, pero difieren de F1, F4, F8 y F11, indicando que no hay incidencias por el tipo de ácido ni las variaciones de concentración del BS. La acidez tuvo sus mejores evaluaciones en F11 y F12 pero no difirió significativamente ($p < 0,05$) de F1, F3, F5, F6 y F10, pero difieren de F2, F4, F7, F8 y F9, indicando que no se destaca un ácido por encima del otro en el néctar y que no dejan un sabor residual, situación señalada con anterioridad por Sofos (2000) y Sofos y Busta (1981, 1993), siendo capaces de disminuir el pH hasta los niveles requeridos.

La astringencia alcanzó sus mayores puntuaciones en la F1, F2, F3, F5, F9 y F12, no tuvo diferencias con F7 y si marcó diferencias significativas ($p < 0,05$) con F4, F6, F8, F10 y F11. No obstante, el amargor fue un atributo destacado como positivo por los catadores, lo que se vio reflejado por los altos puntajes en la mayoría de las formulaciones (F1, F2, F3, F5, F6, F7, F8,

F9, F11 y F12), solo tuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$) de este gran grupo, la F4 y F10 que a su vez no difirieron entre ellas. Algo similar ocurrió con el atributo relación ácido : dulce en que un grupo amplio de formulaciones, F1, F2, F3, F5, F6, F7, F9 y F11, difirió significativamente ($p < 0,05$) del resto, aunque la F8 fue la que tuvo menor puntuación. El atributo tipicidad no alcanzó los puntajes esperados, solo se pueden destacar las formulaciones F2, F3, F5 y F9 sin diferencias de F8, el resto de las formulaciones forma un grupo que no difiere significativamente ($p < 0,05$) entre sí, pero sí lo hace con respecto al grupo mencionado anteriormente. Este resultado es de relevancia, ya que si bien la tuna no se destaca como una fruta muy aromática, comparada con la guayaba, papaya, piña y mango, su aroma siempre resulta muy peculiar, característico y definitorio.

En cuanto a la característica textura, la que se representó por el atributo consistencia, se puede observar que los catadores evaluaron un gran número de formulaciones con altos puntajes, excepto la F4, F8 y F10, que si bien difirieron significativamente ($p < 0,05$) no por eso tuvieron puntajes bajos. Este resultado indica que de alguna forma los hidrocoloides de la cáscara participaron como elementos aglutinadores del flujo en la conformación del néctar; faceta necesaria en este tipo de producto.

La impresión general es una característica que pretende evaluar al producto en su conjunto total como una expresión de arte y no es más que la visión aditiva en el contexto general de lo que refleja para el catador, el néctar de tuna. Como se aprecia en la Tabla 4 solo cuatro formulaciones F3, F4, F10 y F12 tuvieron los mayores puntajes, pero no difirieron significativamente ($p < 0,05$) de F1, F2, F6, F7 y F9. Sin embargo, las de puntajes más bajos y diferentes al resto, fueron: F4, F8 y F11.

La Tabla 5 representa la información sintetizada de la matriz de diseño del plan factorial $3 \times 2 \times 2$ para los factores y niveles tenidos en cuenta en el estudio del néctar, así como la variable respuesta referente a la calificación total obtenida para cada formulación de la Tabla 4. De acuerdo al procesamiento estadístico realizado con el Statgraphics 5.1 se obtuvo el polinomio ajustado siguiente:

$$\bar{Y} = 13,20 + 0,92X_1 - 0,22X_2 - 0,36X_3 + 0,43X_1^2 + 0,42X_1X_2 - 0,20X_1X_3 + 0,32X_2X_3$$

con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,626$. Se obtiene un valor máximo de la variable respuesta si se trabaja con el factor X_1 en su nivel alto (+1) y los factores X_2 y X_3 en los niveles más bajos (-1). Dicho de otra forma, la mejor respuesta es con la concentración de BS = 100 ppm, utilización solamente de AF y $Aw = 0,94$. Un diagrama representativo de la superficie respuesta estimada se muestra en la Fig 2; observándose que las calificaciones totales son superiores cuando se emplea el nivel alto de BS y los niveles bajos de Aw y Acidulantes; o sea, solo el ácido fosfórico. Esto coincide con la mayor calificación obtenida para la formulación F3 (15,53) de la Tabla 5, situándola en una Calificación correspondiente a la categoría de "Bueno" de acuerdo a lo indicado por Torricella y col. (1989) de 15,4 a 17,4 y representado en la Tabla 3.

Evaluación sensorial de la mermelada preparada a partir de las cáscaras molidas de tuna

En la Tabla 6 se presentan los valores promedios de los resultados de cada característica y sus atributos para la única formulación desarrollada del producto mermelada. Los mejores puntajes fueron para la opacidad del producto en el plato, dulzor, astringencia, amargor y consistencia, el resto tuvo puntuaciones en niveles medios o muy bajas. Los catadores destacaron como las peores al color del producto en el frasco y en el plato, así como a la tipicidad del sabor. Respecto a la textura, el atributo elasticidad tuvo puntuación deficiente debido a que los

catadores encontraron como un defecto la “elasticidad mucilaginosa” al llevarse el producto en la cuchara, desde el plato hasta la boca, lo que no resultó típico para un producto del tipo mermelada, a diferencia de lo que se conoce como elasticidad mostrada por la pectina en las mermeladas. La calificación total alcanzó un valor de 11,44 que la ubicó en la categoría de “Aceptable” de acuerdo a los intervalos presentados de la Tabla 3.

Este producto, elaborado sólo con las cáscaras, es una alternativa apropiada para la industria procesadora hortofrutícola, pues está a tono con el aumento de rendimientos, el aprovechamiento de subproductos y el cuidado del medio ambiente.

**Tabla 4. Evaluación de néctares a partir de pulpa de tuna endulzada
(Table 4. Evaluation of Nectars from Sweetened Cactus Pear Pulp)**

Características organolépticas		$A_w = 0,94$						$A_w = 0,96$					
		Acido fosfórico (50% v/v)			Acido fosfórico – ácido cítrico (50% v/v)			Acido fosfórico (50% v/v)			Acido fosfórico – ácido cítrico (50% v/v)		
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Aspecto en la botella	Color del producto	2,85 ^{abc}	2,38 ^{cd}	3,34 ^{ab}	1,69 ^e	2,54 ^{bcd}	2,79 ^{bc}	1,81 ^{de}	2,02 ^{cd}	3,59 ^a	1,06 ^e	2,61 ^{bc}	1,80 ^{de}
	Opacidad del producto	2,74 ^{ab}	2,67 ^{ab}	3,18 ^a	2,44 ^{ab}	2,73 ^{ab}	2,94 ^{ab}	2,56 ^{ab}	2,23 ^b	2,90 ^{ab}	2,28 ^{ab}	2,23 ^b	2,23 ^b
Aspecto en el vaso	Color del producto	3,23 ^{ab}	2,99 ^{ab}	3,93 ^a	2,14 ^{bc}	3,01 ^{ab}	3,59 ^a	2,36 ^b	2,61 ^b	3,76 ^a	1,57 ^c	3,24 ^{ab}	2,69 ^b
	Opacidad del producto	3,18 ^{ab}	2,89 ^{ab}	3,38 ^{ab}	2,83 ^{ab}	3,41 ^{ab}	3,42 ^{ab}	3,00 ^{ab}	2,71 ^{ab}	3,50 ^a	2,68 ^{ab}	2,56 ^b	2,83 ^{ab}
OLOR	Tipicidad	3,43 ^{ab}	3,24 ^b	3,59 ^{ab}	3,54 ^{ab}	4,11 ^a	3,59 ^{ab}	3,74 ^{ab}	3,61 ^{ab}	3,15 ^b	3,62 ^{ab}	3,37 ^{ab}	4,27 ^a
SABOR	Dulzor	3,53 ^b	4,63 ^a	4,54 ^a	3,03 ^b	4,69 ^a	4,03 ^{ab}	4,03 ^{ab}	3,45 ^b	3,87 ^{ab}	4,37 ^a	3,41 ^b	4,38 ^a
	Acidez	3,62 ^{ab}	2,93 ^b	3,50 ^{ab}	3,29 ^b	3,48 ^{ab}	3,82 ^{ab}	3,03 ^b	2,87 ^b	2,87 ^b	3,44 ^{ab}	4,07 ^a	4,35 ^a
	Astringencia	3,64 ^a	3,48 ^a	4,24 ^a	2,57 ^b	4,22 ^a	2,73 ^b	3,37 ^{ab}	3,18 ^b	4,01 ^a	2,31 ^b	2,45 ^b	4,03 ^a
	Amargor	4,26 ^a	4,63 ^a	4,49 ^a	2,46 ^b	4,85 ^a	4,19 ^a	4,50 ^a	4,27 ^a	4,26 ^a	2,26 ^b	4,51 ^a	4,80 ^a
	Relación ácido dulce	4,39 ^a	4,23 ^a	4,72 ^a	3,38 ^b	4,05 ^a	4,04 ^a	4,37 ^a	1,95 ^c	3,96 ^a	2,59 ^{bc}	3,90 ^a	3,59 ^b
	Tipicidad	2,56 ^b	3,30 ^a	3,89 ^a	2,30 ^b	3,20 ^a	2,82 ^b	2,24 ^b	3,02 ^{ab}	3,92 ^a	2,89 ^b	2,49 ^b	2,18 ^b
TEXTUR A	Consistencia	4,63 ^a	4,52 ^a	4,56 ^a	3,16 ^b	4,54 ^a	4,44 ^a	4,73 ^a	3,55 ^b	4,26 ^a	3,36 ^b	4,41 ^a	4,78 ^a
IMPRESIÓN GENERAL		2,66 ^{ab}	2,46 ^{ab}	3,34 ^a	2,12 ^b	2,94 ^a	2,70 ^{ab}	2,75 ^{ab}	2,08 ^b	2,78 ^{ab}	2,98 ^a	2,38 ^b	3,27 ^a
Bisulfito de sodio [(F₁, F₄, F₇ y F₁₀ = 0 ppm); (F₂, F₅, F₈ y F₁₁ = 50 ppm) y (F₃, F₆, F₉ y F₁₂ = 100 ppm)]													

* Valores medios de 10 repeticiones (juicios de jueces). Letras diferentes en cada fila indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$

Tabla 5. Matriz de Diseño del Plan Factorial 3 x 2 x 2 con su variable respuesta

(Table 5. Matrix of Design for the Factorial Design 3 X 2 X 2 with Its Response Variable)

	Factores / Niveles			Variable Respuesta
	BS	Acidos	Aw	Calificación (Puntaje)
	(X ₁)	(X ₂)	(X ₃)	(\bar{Y})
D =	-1 (0 ppm)	-1 (AF)	-1 (0,94)	13,75
	0 (50 ppm)	-1	-1	13,58
	1 (100 ppm)	-1	-1	15,53
	-1	1 (AF + AC)	-1	11,13
	0	1	-1	14,87
	1	1	-1	13,88
	-1	-1	1 (0,96)	13,70
	0	-1	1	11,49
	1	-1	1	13,94
	-1	1	1	12,00
	0	1	1	12,89
	1	1	1	14,84

BS: Bisulfito de sodio; Aw: Actividad de agua; AF: Acido fosfórico (solución 50% v/v);
 AF + AC: Acido fosfórico + ácido cítrico (solución 50% v/v)

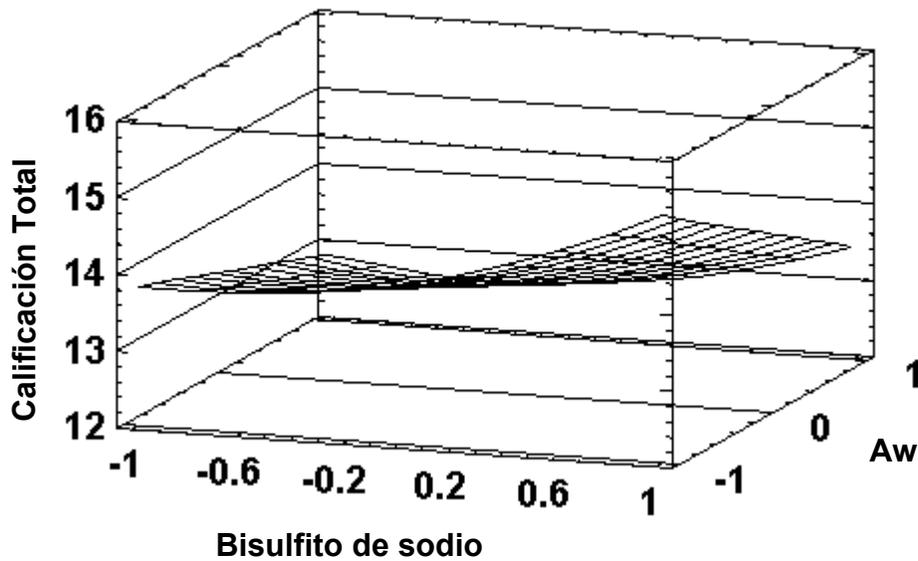


Figura 2. Superficie respuesta estimada para Acidulantes = -1 (Acido fosfórico)

Figure 2. Response Surface Estimated for Acidulants = -1 (Phosphoric acid)

Tabla 6. Evaluación sensorial de la mermelada a partir de cáscaras de tuna

(Table 6. Sensory Evaluation of Marmalade from Cactus Pear Skin)

Características organolépticas		Valor Promedio de los Juicios de los Catadores
ASPECTO EN EL FRASCO	Color del producto	0,70
	Opacidad del producto	2,10
ASPECTO EN EL PLATO	Color del producto	1,70
	Opacidad del producto	4,00
OLOR	Tipicidad	2,70
SABOR	Dulzor	4,70
	Acidez	2,10
	Astringencia	4,60
	Amargor	4,40
	Relación ácido dulce	2,40
	Tipicidad	1,60
TEXTURA	Consistencia	4,00
	Elasticidad	1,40
Impresión General		2,70
CALIFICACION		11,44

Análisis físicos y-químicos de la pulpa endulzada y la mermelada

En la Tabla 7 se presentan los resultados de las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas realizadas a la formulación seleccionada de la pulpa endulzada (F3) y a la mermelada. Se observa que los sólidos solubles, totales, humedad, índice de pH, acidez titulable y actividad de agua alcanzaron los valores esperados de acuerdo a los cálculos concebidos para ambos productos. Las cenizas tuvieron valores de significación en F3, situación ya informada en trabajos anteriores por Cerezal y Duarte (2005), ya que en estos productos la incorporación de cáscaras motiva altos contenidos de minerales debido a la localidad de procedencia de las tunas. Los productos no representan un gran aporte nutricional en cuanto a la cantidad de lípidos y proteínas (<0,01%). Los contenidos de ácido ascórbico en la F3 son valores bajos al compararlos con otras frutas, entre los que se destacan kiwi, 104,47 mg/100 g de pulpa (Schawrtz y col., 1999), y 65.5 mg/100 g peso fresco (Nishiyama y col., 2004), rosa mosqueta 500 a 2200 mg/100 g de fruta fresca y jugo de naranja 45 a 55 mg/100mL de jugo (Pirone y col. 2002) y la acerola que posee 1076 mg/100 de fruta fresca (Cerezal y García, 2000); superan a valores de pulpa simple de tuna de 20,3 y 23,2 mg/100 g de las regiones centrales de Chile (Sepúlveda, 1998), el intervalo de 18,0 a 30,0 mg/100g para tunas indicados por Cantwell (1995) y Sáenz (1995); y de 17,43 y 22,56 mg/100 g para pulpas con semillas de variedades de tunas amarillas (Rodríguez y col., 1996), clasificándose dentro del intervalo de ácido ascórbico de 4,6 a 41,0 mg/100 g en frutas de tunas (Sáenz y Sepúlveda, 2001). Hay que tener presente que la pulpa endulzada F3 es un semielaborado con la finalidad

de preparar otros productos finales diluidos, néctares, bebidas refrescantes, etc, entonces los contenidos nutricionales, proteínas, lípidos y ácido ascórbico se verán aún más disminuidos, pues solo representarán aproximadamente una tercera parte.

La fibra cruda y la pectina alcanzaron valores ligeramente inferiores a los que mostraron pulpas similares sin endulzar de 0,25 y 0,66%, respectivamente (Cerezal y Duarte, 2005).

Los resultados microbiológicos, representados por el recuento total de anaerobios mesófilos, hongos y levaduras, indican que no existieron crecimientos, lo que deja ver una clara estabilidad de los productos y una esterilidad comercial a las dos semanas de elaborados en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

Tabla 7. Características físicas y químicas de la pulpa y mermelada.

(Table 7. Physical and Chemical Characteristics of the Pulp and Marmalade)

Determinaciones		Peso fresco			
		Pulpa Endulzada		Mermelada	
		\bar{X}	S	\bar{X}	S
Sólidos solubles	(°Brix)	40,0	0,05	63,5	0,08
Humedad	(%)	50,41	0,04	37,03	0,10
Sólidos totales	(%)	49,59	0,04	62,97	0,10
Actividad de agua		0,935	0,001	0,843	0,001
pH		3,34	0,01	3,94	0,00
Acidez total titulable	(% ácido cítrico)	0,33	0,00	0,25	0,00
Extracto etéreo	(%)	<0,01	0,00	<0,01	0,00
Proteínas (N * 6,25)	(%)	<0,01	0,00	<0,01	0,02
Cenizas	(%)	3,90	0,12	---	---
Fibra cruda	(%)	0,19	0,06	---	---
Pectinas	(%)	0,28	0,02	---	---
Acido ascórbico	(mg/100g)	32,44	0,08	---	---
Análisis microbiológico					
(A los 14 días)					
Recuento de Aerobios Mesófilos	(UFC / g)	<1*10 ¹		<1*10 ¹	
Hongos	(UFC / g)	<1*10 ¹		<1*10 ¹	
Levaduras	(UFC / g)	<1*10 ¹		<1*10 ¹	

CONCLUSIONES

Es factible elaborar pulpa endulzada de tuna con incorporación de cáscaras molidas (en relación de pulpa a cáscaras de 3:1) empleando la tecnología de métodos combinados siendo la mejor formulación Aw = 0,94; pH = 3,2 a 3,4; obtenido por la adición de solución de ácido fosfórico 50% (v/v), bisulfito de sodio = 100 ppm; sorbato de potasio = 1 000 ppm y ácido ascórbico = 500 ppm y a partir de este semielaborado obtener un néctar de categoría “Bueno” como producto final.

La evaluación sensorial de la mermelada de cáscara de tuna obtuvo una calificación “Aceptable” para este producto, con lo que se estaría dando una respuesta a la utilización de este residuo para alimentación humana. No obstante este resultado, se puede recomendar la realización de estudios empleando adiciones de pulpa de tuna a la mermelada con el objetivo de aumentar más la calificación total.

BIBLIOGRAFIA

Alzamora, S. (1994): Fundamentos del método de conservación por factores combinados; p: 1 - 26. En: Aplicación de factores combinados en la conservación de alimentos. (Ed.) P. Fito; A. Andrés y A. Chiralt. Programa CYTED-D. Servicio de Publicaciones SPUPV-95.2051. Valencia.

Alzamora, S. (1997): Preservación I: Alimentos conservados por factores combinados; p 45 - 88. En: Temas en Tecnología de Alimentos. Volumen 1. Edit. por: Aguilera J.M.; Programa CYTED (ISBN 970-18-0934-3).

Anón., (2004): Caspana, Chile Pages. Maps, Weather, and Airports for Caspana, Chile. Falling Rain Genomics, Inc. 1996 – 2004.

A.O.A.C. (1993): Methods of Analysis. Section 954.10. 13th ed.; Washington.

Barbosa-Cánovas, G.; Fernández-Molina, J.; Alzamora, S.; Tapia, M.S.; López-Malo, A.; Welti, J. (2003): Handling and Preservation of Fruits and Vegetables by Combined Methods for Rural Areas. Technical Manual FAO Agricultural Services Bulletin N° 149. Rome.

Batista, A. R.; Cerezal, P.; Fung Lay, V. (1993): El aguacate (*Persea americana, M.*). 1. Valor nutricional y composición. Alimentaria 30 (247): 63 – 69.

Cantwell, M. (1995). Postharvest management of fruits and vegetable stems. In Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, In: G. Barbera, P. Inglese and P. Pimienta-Barrios (eds.), FAO Plant Production and Protection Paper 132; pp 120 – 136.

Cerezal, P.; Bugueño, W.; Gómez, M. (2000): Aplicación de la técnica de obstáculos en la elaboración de conservas artesanales de frutas. Trabajo presentado en el XI Seminario Latinoamericano y del Caribe y XIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Santiago, Chile.

Cerezal, P.; Duarte, G. (2004): Sensory influence of chemical additives in peeled Cactus Pears (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) in syrup conserved by combined methods. Journal of the Professional Association for Cactus Development 6: 102 – 119.

Cerezal, P.; Duarte, G. (2005): Some characteristics of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) harvested in the Andean altiplane of the 2nd Region of Chile. Journal of the Professional Association for Cactus Development (Paper in Review).

Cerezal, P.; García, Y. (2000): La acerola: fruta marginada de América con alto contenido de ácido ascórbico. *Alimentaria*: 37 (309): 113 – 125.

Cerezal, P.; Larrauri, J.A.; Piñera, R.M. (1995): Influencia de factores en el aprovechamiento de subproductos de la industria de frutas y vegetales en Cuba. *Alimentaria* 33 (268): 101 – 106.

CODEX (2001): Norma del Codex para néctares de frutas conservados por medios físicos exclusivamente, no regulados por normas individuales. CODEX STAN 161-1989; Roma.

CODEX (2004): Anteproyecto de Norma del Codex para las Compotas, Jaleas y Mermeladas. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comité del CODEX sobre Frutas y Hortalizas Elaboradas. Tema 4(d) del programa CX/PFV 04/22/7. Vigésima segunda Reunión, Washington, DC Estados Unidos de América, del 27 de septiembre al 1ro. de octubre.

Díaz de Tablante, R.V.; Tapia de Daza, M.S.; Montenegro, G. y González, I. (1993): Desarrollo de productos de mango y papaya de alta humedad estabilizados por métodos combinados. Programa CYTED-D Subprograma XI. Boletín Internacional de Divulgación N° 1: 5 – 21. Universidad de Las Américas – Puebla. México.

FAO (1993): Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. Código FAO: 17 AGRIS: J11. Colección FAO: Capacitación, N° 17/2. ISBN 92-5 302766-5. Roma.

Felker, P; Soulier, C.; Leguizamon, G.; Ochoa, J. (2002): A comparison of the fruit parameters of 12 *Opuntia* clones grown in Argentina and the United States. *Journal of Arid Environments* 52 (3): 361 – 370.

Felker, P.; Rodriguez, S.C.; Casoliba, R.M.; Filippini, R.; Medina, D.; Zapata, R. (2005): Comparison of *Opuntia ficus indica* varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and quality in Argentina. *Journal of Arid Environments* 60 (3): 405 – 422.

Figuerola, F.; Hurtado, M. L.; Estévez, A. M.; Chiffelle, I.; Asenjo, F. (2005): Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91 (3): 395 – 401.

García, Y.; Cerezal, P.; Piñera, R.; Castro, D. (1998): Cubitos y tajadas de mango preservados por métodos combinados. *Selección de Alternativas. Alimentaria* 35 (289): 75 – 81.

Guerrero, L. (2002): Problemática de los perfiles descriptivos en productos poco homogéneos: La carne y algunos derivados cárnicos. IRTA Centro de Tecnología de la Carne, Monells – Girona. En: *Avances metodológicos en el análisis sensorial de los alimentos. I Encuentro Internacional de Ciencias Sensoriales y de la Percepción. Ponencias de Análisis Sensorial (Otros Alimentos)* 2 – 5. Barcelona.

Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2003): Análisis y Diseño de Experimentos. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México D.F.

Hart, F.; Fisher, H. (1991): Análisis moderno de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza.

Karababa, E.; Coşkuner, Y.; Aksay, S. (2004): Some Physical Fruit Properties of Cactus Pear (*Opuntia* spp.) that Grow Wild in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. Journal of the Professional Association for Cactus Development 6: 1 – 8.

Lahsasni, S.; Kouhila, M.; Mahrouz, M.; Idlimam, A.; Jamali, A. (2004): Thin layer convective solar drying and mathematical modeling of prickly pear peel (*Opuntia ficus indica*). Energy 29 (2): 211 – 224.

Lahsasni, S.; Kouhila, M.; Mahrouz, M.; Kechaou, N. (2002): Experimental study and modelling of adsorption and desorption isotherms of prickly pear peel (*Opuntia ficus indica*). Journal of Food Engineering 55 (3): 201 – 207.

Larrauri, J.A. (1994): Utilización de los hollejos cítricos y las cáscaras de piñas como fuente de fibra dietética en Cuba. Alimentaria 31 (252): 57 – 60.

Larrauri, J.A. (1999): New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. Trends in Food Science & Technology, 10 (1): 3 – 8.

Larrauri, J.A.; Cerezal, P. (1993): Caracterización de los residuos de diferentes variedades de Mango. Alimentaria 30 (242): 89 – 92.

Larrauri, J.A.; Cerezal, P.; Batista, A.R.; López, B.A. (1994): Caracterización de residuos de tomate, pimienta y guayaba. Alimentaria 31 (251): 81 – 86.

Larrauri, J.A.; Borroto, B.; de Hombre, R.; De la Cruz, H. (1996): Elaboración de mermelada concentrada a partir de cáscaras de mango. Alimentaria 34 (277): 53 – 56.

Majdoub, H.; Roudesli, S.; Picton, L.; Le Cerf, D.; Muller, G.; Grisel, M. (2001): Prickly pear nopals pectin from *Opuntia ficus-indica* physico-chemical study in dilute and semi-dilute solutions. Carbohydrate Polymers 46 (1): 69 – 79.

Ministerio de Salud (1998 a): Manual de métodos de análisis físico-químicos de alimentos, aguas y suelos. Ed. Instituto de Salud Pública. República de Chile.

Ministerio de Salud (1998 b): Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y aguas. Ed. Instituto de Salud Pública. República de Chile.

Nishiyama, I.; Yamashita, Y.; Yamanaka, M.; Shimohashi, A.; Fukuda, T.; Oota, T. (2004): Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other actinidia species. Journal Agricultural of Food Chemistry 52 (17): 5472 – 5475.

Núñez, M.; Sevillano, E.; Borroto, B.; Larrauri, J.A.; Falco, S. (1993): Empleo de métodos combinados para la conservación de una mermelada concentrada obtenida a partir de residuos de fresas. Alimentaria 30 (242): 69 – 72.

Parish, J.; Felker, P. (1997): Fruit quality and production of cactus pear (*Opuntia* spp.) fruit clones selected for increased frost hardiness. Journal of Arid Environments 37 (1): 123 – 143.

Piga, A. (2004): Cactus Pear: A Fruit of Nutraceutical and Functional Importance. Journal of the Professional Association of Cactus Development 6: 9 – 22.

Pirone, B.N.; Ochoa, M.R.; Kessler, A.G.; De Michelis, A. (2002): Evolución de la concentración de ácido ascórbico durante el proceso de deshidratación de frutos de la rosa mosqueta (*Rosa eglanteria* L.). Revista de Investigaciones Agropecuarias 31 (1): 85 – 98.

Ramadan, M. S.; Mörseel, J. T. (2003 a): Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). Food Chemistry 82 (3): 339 – 345.

Ramadan, M. S.; Mörseel, J. T. (2003 b): Recovered lipids from prickly pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill] peel: a good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. Food Chemistry 83 (3): 447 – 456.

Rodríguez, S.; Orphee, C.; Macias, S.; Generoso, S.; Gomes, L. (1996): Tuna: Propiedades físico-químicas de dos variedades. La Alimentación Latinoamericana 210: 34 – 37.

Sáenz, C. (1995): Food manufacture and by-products. In: Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. In: G. Barbera G., P. Inglese and E. Pimienta-Barrios. (eds), Fao Plant Production and Protection Paper No. 132; pp. 137 – 143.

Sáenz, C. (2000): Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia Spp.*) fruits and cladodes. Journal of Arid Environments 46 (3): 209 – 225.

Sáenz, C.; Sepúlveda, E.; Araya, E.; Calvo, C. (1993): Colours changes in concentrated juices of Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica*) during storage at dts temperatures. LWT Food Science and Technology 26 (5): 417 – 421.

Sáenz, C.; Sepúlveda, E. (2001): Cactus pear juices. Journal of the Professional Association of Cactus Development 4: 3 – 10.

Sáenz, S.; Villaroel, P.; Parraguire, V.; Pennacchiotti, I. (1990): Propiedades y características de pectinas a partir de desechos de cítricos. Alimentos 15 (4): 5 – 8.

Saura, F.; Larrauri, J.A. (1995): Fibras de frutos tropicales: Aplicaciones dietéticas. Alimentación, equipos y tecnología 14 (5): 107 – 111.

Schawrtz, M.; Núñez, H.; Muñoz, A.M. (1999): Efecto de la temperatura de concentración de pulpa de kiwi sobre el color, clorofila y ácido ascórbico. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 49 (1): 44 – 48.

Schmidt-Hebbel, H. (1981): Avances en ciencia y tecnología de los alimentos. Ed. Alfabetá Impresores con la colaboración de Merck Química Chilena. República de Chile.

Sepúlveda, E. (1998): Cactus pear fruit potential for industrialization. International Symposium Proceedings: Cactus pear and nopalitos processing and uses. Development of Sustainable Agriculture in Arid Regions of Chile. September 24 – 26. Santiago de Chile.

Singh, G. (2003): General Review of *Opuntias* in India. Journal of the Professional Association of Cactus Development 5: 30 – 46.

Sofos, J.N. (2000): Sorbic acid, Chapter 23. In: Natural Food Antimicrobial Systems Edited by: A.S. Naidu. CRC Press LLC. Boca Ratón, Florida.

Sofos, J.N. and Busta, F.F. (1981): Antimicrobial activity of sorbate. Journal Food Protection 44: 614 - 622.

Sofos, J.N. and Busta, F.F. (1993): Sorbic acid and sorbates. In Antimicrobials in Food, ed. P.M. Davidson and A.L. Branen, pp. 49 - 94. New York: Marcel Dekker, Inc.

Statgraphics (2003): Statgraphics Plus. Versión 5.1. Copyright 1994 – 2002 por Statistical Graphics Corp. Manugistic Inc. California, U.S.A.

Stintzing, F.C.; Schieber, A.; Carle, R.C. (2003): Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. European Food Research Technology 216: 303 - 311.

Torricella, R.; Zamora, E.; Pulido, H. (1989): Evaluación sensorial en la industria alimentaria. Edit. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (I.I.I.A.); Ciudad de la Habana.

Welti, J. y Vergara, F. (1997): Actividad de agua. Concepto y aplicación en alimentos con alto contenido de humedad. Capítulo 1; En: Temas en Tecnología de Alimentos. Volumen 1. (Ed.) J.M. Aguilera. Programa CYTED-D. Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México.

Anexo 1

**Planilla de evaluación sensorial para Néctar de Tunas: Caracterización mediante “escala por atributos”
(Sensorial Evaluation Sheet for Cactus Pear Nectar: Characterization by “Scale of Attributes”)**

Nombre:

Fecha:

Nº Muestra:

Caracterice la muestra que se presenta (en cuanto a calidad del producto), trazando una línea perpendicular al eje correspondiente a cada atributo que se presenta a continuación:

1. Aspecto del Producto en la Botella

1.1. Color del producto



1.2. Opacidad del producto



2. Aspecto del Producto en el vaso

2.1. Color del producto



2.2. Opacidad del producto



3. Olor

3.1. Tipicidad



4. Sabor

4.1. Dulzor



4.2. Acidez



4.3. Astringencia



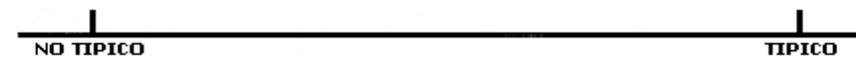
4.4. Amargor



4.5. Relación ácido : dulce



4.6. Tipicidad



5. Textura

5.1. Consistencia



6. Impresión General



7. Observaciones

Nombre:

Fecha:

Nº Muestra:

Caracterice la muestra que se presenta (en cuanto a calidad del producto), trazando una línea perpendicular al eje correspondiente a cada atributo que se presenta a continuación:

1. Aspecto del Producto en el Frasco

1.1. Color del producto

CAFE OSCURO	VERDE MOSTAZA	VERDE CARACTERISTICO

1.2. Opacidad del producto

MUY OPACO	NO OPACO

2. Aspecto del Producto en el Plato

2.1. Color del sólido

CAFE OSCURO	VERDE MOSTAZA	VERDE CARACTERISTICO

2.2. Opacidad del sólido

MUY OPACO	NO OPACO

3. Olor

3.1. Tipicidad

NO TIPICO	TIPICO

4. Sabor

4.1. Dulzor

POCO	AGRADABLE	MUCHO

4.2. Acidez

BAJA	MEDIA	ALTA

4.3. Astringencia

MUCHA	POCA	NADA

4.4. Amargor

MUCHO	POCO	NADA

4.5. Relación ácido : dulce

BAJA	MEDIA	ALTA

4.6. Tipicidad

NO TIPICO	TIPICO

5. Textura

5.1. Consistencia

POCA	AGRADABLE	MUCHA

5.2. Elasticidad

NO TIPICA	TIPICA

6. Impresión General

MALO	ACEPTABLE	EXCELENTE

7. Observaciones