

Algunas características de tunas (*Opuntia ficus-índica* (L.) Miller) cosechadas en el altiplano andino de la 2^{da} Región de Chile[♦]

Some Characteristics of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) Harvested in the Andean Altiplane of Region 2 of Chile

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

Se cosecharon tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) de coloración verde, provenientes de la Comunidad de Caspana, situada a una altitud de 3 260 metros sobre el nivel del mar, provincia El Loa, perteneciente al altiplano andino del Desierto de Atacama en la II Región de Chile. El objetivo del trabajo estuvo dirigido a la determinación de algunas características físicas y químicas de las tunas, altura, diámetro, peso y rendimiento en pulpa, así como a una evaluación química integral de las fracciones: piel, cáscara, pulpa y semillas y adicionalmente se estudió la posibilidad de aceptación sensorial en cuanto a la incorporación de una parte de cáscara molida en la pulpa de tunas. Los principales resultados fueron: altura, diámetro y peso de: 7,0 ±0,8 cm; 4,9 ±0,3 cm y 97 ±15,9 g, respectivamente; bajo rendimiento en pulpa (<37%) y de vitamina C (≈12,7 mg/100 g) y altos contenidos de sólidos solubles (>14,8 °Brix), de pericarpio total (piel y cáscaras), 58,7% y semillas de 6,3%, así como una concentración relativamente alta de minerales en la cáscara de 1,17%. La evaluación sensorial entre la pulpa (P) y la pulpa con una adición de un 25% de cáscara (PCC) indicó una diferencia significativa favorable a esta última. Este resultado es de importancia industrial por su beneficio económico, pues permite aumentar los rendimientos en la elaboración de productos semiprocesados y/o concentrados de tunas (mermeladas, jaleas), entre otros.

Palabras claves: *Opuntia ficus-indica*, caracterización físico-química, evaluación sensorial de pulpa

ABSTRACT

Cactus pears (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) of green coloration were harvested from the Community of Caspana, located at an altitude of 3260 meters above sea level, "El Loa" province, belonging to the Andean altiplane of Atacama Desert in Region 2 of Chile. The objective of the paper was to determine some physical and chemical characteristics of cactus pear pulp (height, diameter, weight, and yield), as well as an integral bromatological test to the fractions of peel, skin, pulp, and seeds. Additionally, the possibility of sensorial acceptance if a portion of milled skin is incorporated in the cactus-pear pulp was studied. The main results were: height, diameter, and weight of: 7.0 ±0.8 cm; 4.9 ±0.3 cm; and 97 ±15.9 g, respectively; low yield in pulp (<37%) and vitamin C (≈12.7 mg/100 g) and high contents of soluble solids (14.8 °Brix), of total pericarp (peel and skin), 58.7% and seeds of 6.3%, as well as a relatively high mineral concentration in the skin (1.17%). The sensorial evaluation between the pulp (P) and the pulp with the addition of 25% of skin (PCC) indicated a meaningful favourable difference to the latter. This result is of industrial importance by its economic benefit, as it allows increased yields in the elaboration of semiprocessed products and/or cactus pear concentrated (jams, jellies), among others.

Key words: *Opuntia ficus-indica*, physicochemical characterization, sensorial evaluation of pulp.

[♦] Received 14 June 2005

INTRODUCCIÓN

La Opuntia es una planta que se adapta bien a las condiciones restringidas de las diferentes regiones áridas y semiáridas del planeta, tanto en lo referido a recursos hídricos, suelos y aspectos medioambientales. Esta y otras razones relacionadas con el fruto (tuna) y sus cladodios (paletas), han motivado significativamente las investigaciones, observándose en la actualidad una proliferación de artículos científicos y técnicos en los que se hace énfasis a formas novedosas para el incremento del rendimiento agrícola, adaptabilidad y desarrollo de la planta, erradicación de enfermedades, mejoramiento de la cosecha, calidad en las operaciones de postcosecha e industrialización. Todo ello con el propósito de continuar diversificando el mercado de productos frutícolas, tanto en forma fresca como procesados.

Como muchas frutas, la tuna esta compuesta de una parte carnosa denominada pulpa, en la que se encuentran insertas un gran número de semillas, 100 a más de 400 por fruta, con diámetro de 3 a 4 mm, pequeñas y lenticulares (Anón., 1997), protegida por una corteza de mayor dureza (pericarpio o cáscara) (Savio, 1989). En cambio poco se informa de una capa más externa y delgada que cubre a la cáscara a la que se ha denominado piel (Cerezal y Duarte, 2000) en la que se encuentran las espinas y glóquulas.

Algunos de los estudios han estado dirigidos a lograr mejores beneficios de una misma variedad en diferentes lugares de cultivo; en la que el tamaño de las tunas y el peso se observa influenciado por la localización donde se desarrolla la planta. Si bien la longitud de las frutas no difiere apreciablemente, el diámetro resultó significativamente diferente entre las localidades (Karababa y col. 2004).

Otras investigaciones se han dirigido al conocimiento respecto al peso, largo y diámetro de las frutas, al porcentaje que ocupa cada parte, pulpa, semillas y cáscaras, con relación al fruto total (Sáenz y Sepúlveda, 1993; Singh, 2003; Karababa y col. 2004;), así como la composición química que tiene cada una de estas fracciones en sus componentes principales, tales como: proteínas, lípidos, azúcares, humedad, fibra, pectina, vitaminas y minerales, entre otros (Sáenz y Sepúlveda, 1993; Rodríguez y col. 1996; El Kossori y col. 1998; Sepúlveda, 1998; Singh, 2003) Se han encontrado correlaciones positivas entre el contenido de semillas (número y peso) y el peso total de la fruta, indicando que el mayor tamaño de la fruta está relacionado con el mayor número de semillas (Barbera y col. 1994).

Piga (2004) informó en su recopilación bibliográfica que el pericarpio (cáscaras) de las tunas, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., con madurez comercial, participa entre un 33 a 55%, mientras que la pulpa está entre 45 a 67% y el contenido de semillas es de 2 a 10%. La gran variabilidad en los porcentajes depende de: cultivar, prácticas culturales, número de semillas, fecundadas y en formación, cantidad de frutas por plantas, fotoperíodo, clima y estación de cosecha.

Inglese y col. (1995) y Felker y col. (2005) han establecido que los principales atributos para la fruta de tuna son: porcentaje de pulpa > 55%; °Brix > 13%; contenido de semillas < 3,5 g/100 g de pulpa y una variedad de colores entre el amarillo, naranja, rosado y púrpura, entre otras características. También Felker y col. (2005) han planteado que en la medida que la corteza es más gruesa, el rendimiento en pulpa disminuye hasta valores que pueden situarse en un intervalo de 38 a 41%.

Chile está catalogado como un país productor de tunas y esta planta se encuentra distribuida desde la región norte (Tarapacá), hasta la del Maule, concentrándose su producción en las zonas semiáridas centrales, alrededor de la región metropolitana (Sudzuki, 1992). Es frecuente

encontrarla en forma silvestre con cuidados mínimos de cultivos y recolección en oasis y valles precordilleranos andinos de la macrozona norte a más de 3000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), en condiciones de extrema radiación solar, 4828 kcal/(m²/día), en el desierto de altura más árido del planeta (CNE 2005).

Se han realizado estudios de caracterización de las tunas de Chile, principalmente las provenientes de las regiones V, VI y Metropolitana, de las cosechas de verano e invierno (Sáenz y Sepúlveda, 1993), indicándose un 40% de pulpa y un 60% de parte no comestible (cáscaras y semillas). En cambio, no existen informes acerca de la caracterización de tunas de la macrozona norte.

El objetivo del presente trabajo estuvo dirigido a la determinación de algunas características físicas y químicas de tunas cultivadas en el altiplano andino, cosechadas en zonas semiáridas del desierto de Atacama, provincia El Loa de la 2da Región de Chile, a través de un proceso de separación a baja escala en Planta Piloto, estudiándose adicionalmente la incorporación de una fracción de cáscara molida en la pulpa y su aceptación sensorial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) de coloración verde, correspondientes a la cosecha de invierno con grado de madurez firme, recolectadas en forma manual y provenientes de los alrededores del poblado de Caspana, comunidad Atacameña situada en una hondonada altiplánica tipo oasis, en las márgenes del río Salado, a una altitud de 3 260 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), distante 84 km al N.E. de la ciudad de Calama, provincia El Loa, perteneciente a la precordillera andina de la II Región de Chile y próxima a la frontera con Bolivia (Anexo 1).

Las frutas son cosechadas a partir de grupos de plantas silvestres sin ningún tipo de manejo y con poca atención de cultivo, en áreas semidesérticas de sustrato arenoso, sometidas a las incidencias climáticas del denominado “invierno altiplánico” (etapa lluviosa intermitente de poca a mediana intensidad en los meses de Febrero y Marzo) como única forma de riego y las condiciones de desierto de altura.

Proceso de separación: Las tunas se seleccionaron de acuerdo a: madurez comercial (firme al tacto), libres de enfermedades y no golpeadas y se procesaron en las instalaciones de la Planta Piloto y las áreas de laboratorios del Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta en un tiempo \leq a 48 horas de cosechadas.

Los estudios relacionados con las dimensiones de las frutas se efectuaron tomando 20 unidades al azar de cada lote (caja con peso de 20 kg de frutas aproximadamente). Se muestrearon un total de 3 lotes. La altura entre los polos y el diámetro de las tunas se midieron utilizando un “Pie de metro” analógico, de acero inoxidable, con intervalo de 0 a 200 mm, marca Veto.

Los rendimientos de las diferentes partes de la fruta, piel, cáscara, pulpa y semillas (Fig. 1), con respecto al fruto entero o de acuerdo a los residuos (Tabla 1), se obtuvieron según el diagrama de operaciones de la Fig. 2, realizándose para cada uno de los tres lotes de tunas.

Las frutas se lavaron con agua potable, 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 (polos), cuidando no incluir pulpa, y un tercero de “polo a polo” introduciendo una parte del cuchillo que solo corte la cáscara en su grosor sin dañar el bulbo interior de la fruta, procediendo a retirarla completamente.

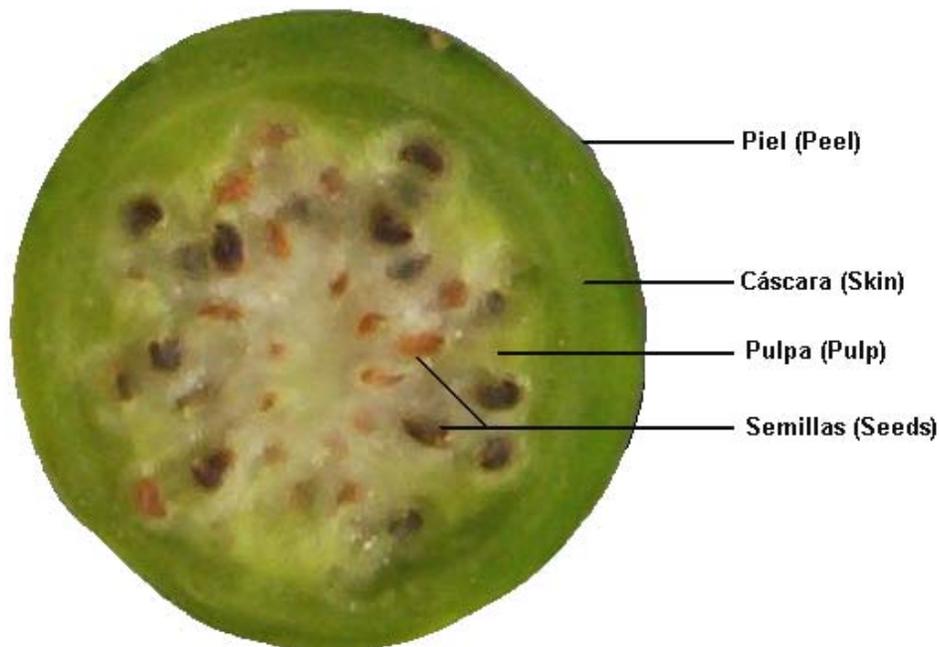


Fig 1. Sección transversal de la tuna
(Fig 1. Cross Section of Cactus Pear)

Inmediatamente después a las tunas, sin piel y cáscara, se le practicaron dos cortes longitudinales y perpendiculares entre sí, obteniendo cuatro segmentos. Seguidamente se procedió a la operación de pulpado, empleando un equipo repasador 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 corrientes, la de pulpa y la correspondiente a las semillas (Fig. 2).

La operación de pesado de todas las corrientes de interés se efectuó en balanza de precisión digital de 15 kg de capacidad total y con exactitud de 0,1g marca Adam Equipment, Inc.

Las muestras extraídas para las determinaciones físicas y químicas ($\approx 0,5$ kg) corresponden a:

Pulpa sin cáscara y con semillas (PS)

Pulpa con cáscara y sin semillas (PC). En las mismas proporciones que se encuentran en el fruto.

Pulpa sin cáscara y sin semillas (P)

Cáscara (C)

La fracción PCC se conformó moliendo la cáscara con la pulpa obtenida (sin semillas y sin piel) y manteniendo una relación de pulpa con respecto a cáscara molida de 3:1. Todas las fracciones se introdujeron separadamente en bolsas de polietileno con cierre de fricción y se colocaron en cámara de refrigeración a $8 \pm 2^\circ\text{C}$. Sin embargo, para la degustación y evaluación sensorial por los catadores, se extrajeron cantidades adicionales de P y PCC (≈ 1 kg), las que se entregaron instantes después de su obtención, de modo de preservar la “frescura” del producto.

La piel se removió y eliminó, pero no formó parte de ninguna de las porciones anteriores. Se debe destacar que esta parte externa del pericarpio es muchas veces concebida como pericarpio en sí y como tal es informada en otras regiones y países. Es costumbre en la población del Norte de Chile eliminar solamente esta capa antes de ser consumida como fruta fresca; de tal manera que el resto de la cáscara se ingiere como pulpa.

Tabla 1. Cálculos de los rendimientos de cada parte del fruto
(Table 1. Yields of Each Part of the Fruit)

| PORCENTAJE DE: | RESPECTO A: | ECUACIÓN |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Piel • Cáscara • Semillas • Pulpa | Fruta entera | $\% \text{ Componente} = \frac{\text{Masa de Componente}}{\text{Masa de Fruta entera}} (100)$ <p><u>Componente</u> : Piel, Cáscara, Semilla o Pulpa</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Piel • Cáscara • Semillas | Residuos Totales (Piel + Cáscara + Semillas) | $\% \text{ Componente} = \frac{\text{Masa de Componente}}{\text{Masa de Residuos Totales}} (100)$ <p><u>Componente</u> : Piel, Cáscara o Semilla</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Semillas • Pulpa | Fruta sin piel y sin cáscara | $\% \text{ Componente} = \frac{\text{Masa de Componente}}{\text{Masa de Fruta sin piel y sin cáscara}} (100)$ <p><u>Componente</u> : Semillas o Pulpa</p> |

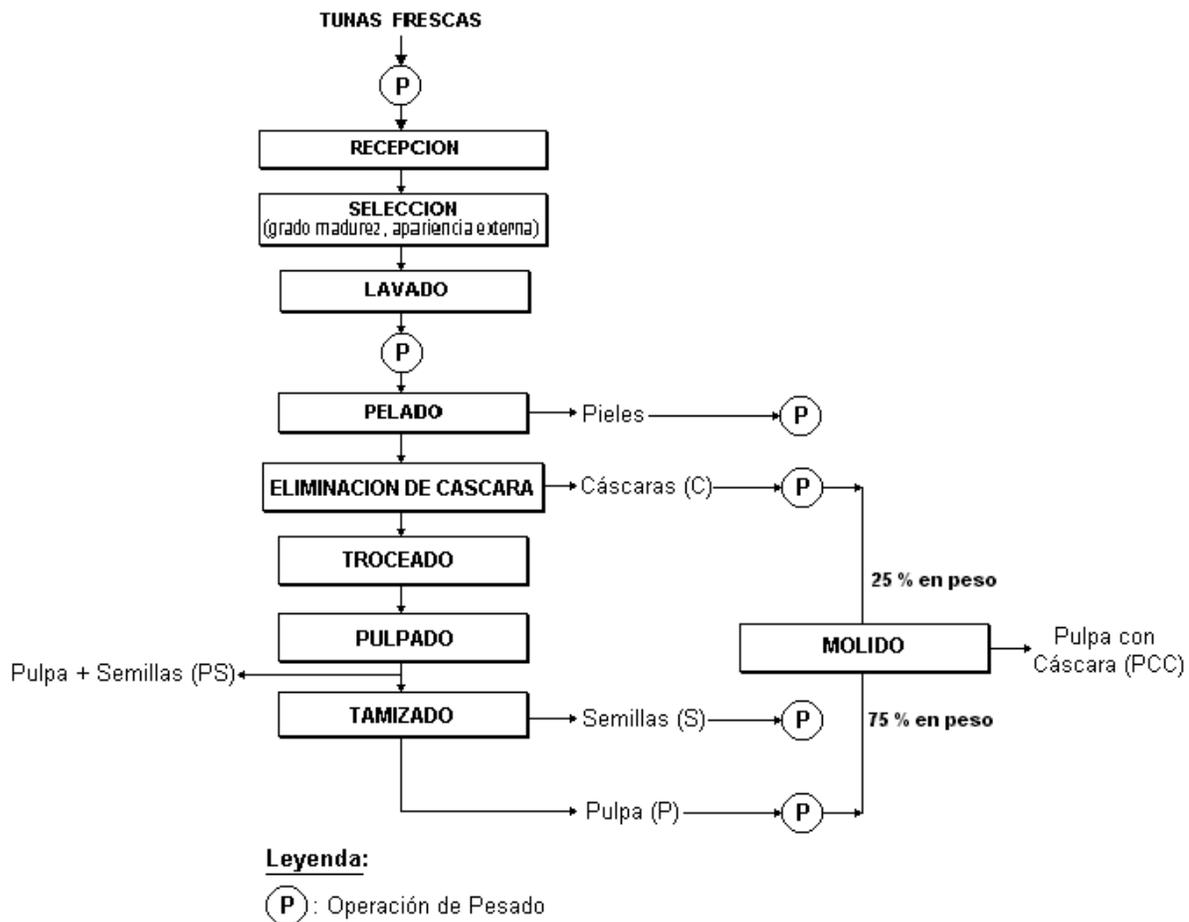


Figura 2. Diagrama de Flujo para la obtención de las diferentes partes de la tuna.

(Figure 2. Flow Sheet for Obtaining Different Parts of the Cactus Pear)

Análisis físicos y químicos: Se realizaron por triplicado, tomando una muestra representativa de cada una de las partes de interés de los frutos de cada lote de acuerdo al diagrama de flujo de la Fig. 2, siendo éstas las correspondientes a PS, PC, P y C. Las determinaciones realizadas fueron:

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

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

Azúcares totales y reductores: Según método de Munsen y Walker previa hidrólisis ácida indicado por el Ministerio de Salud (1998).

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).

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).

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 en estufa; Marca WTB Binder según método de Hart y Fisher (1991).

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

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

*Proteínas (N * 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).

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

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

Evaluación Sensorial: Se estudió el efecto en la calidad sensorial al incluir la cáscara de tuna (exenta de piel) en la pulpa, la denominada fracción PCC. Además, se evaluó a la pulpa sin ninguna adición P. Ambos productos se presentaron a los catadores en forma directa sin ningún tipo de dilución, en sesiones diferentes, pues el propósito estaba dirigido a la calificación total que lograrían y no a la comparación entre ellos.

La evaluación sensorial se realizó con un grupo de 30 catadores sin previo entrenamiento en los productos, pero con conocimiento en las técnicas de “Caracterización mediante escala por atributos”, estando constituida la Planilla de Evaluación por: aspecto, olor, sabor, textura e impresión general. Cada atributo tuvo un valor máximo de 5 puntos en una escala lineal de 12 cm de largo, acotada para 10 cm. A otros se prefirió dividir la escala en dos partes, con el valor máximo en el punto central. En estos casos, los extremos (cotas) fueron los valores cero. Este es un procedimiento similar al indicado por Cerezal y Duarte (2004) para tunas (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) peladas en almíbar conservada por métodos combinados y por García y col (1998) para cubitos y tajadas de mango conservadas por métodos combinados (Anexo 2).

En la primera etapa se realizaron reuniones con los catadores frente al producto, identificándolo siempre como “pulpa de tuna”, sin hacer distinción en que tuviera adición o no de cáscaras, 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 que se muestran en la Tabla 2. Seguidamente se procedió a emitir los juicios de cada una de las características de los dos tipos de pulpas (P) y (PCC) evaluándose en sesiones diferentes diariamente, en tres días consecutivos. Se realizó el cálculo según los

coeficientes de ponderación (Tabla 2). La puntuación total definitiva se determinó sumando los valores convertidos de cada una de las características organolépticas y la calificación cualitativa se asignó de acuerdo a la puntuación total obtenida (Tabla 3) siguiendo técnicas de procedimientos de evaluación sensorial (Torricella y col. 1989).

Tabla 2. Coeficientes de las características y atributos sensoriales.

(Table 2. Coefficients of the Characteristics and Sensory Attributes)

| Características organolépticas | Atributos | Coeficientes | |
|--------------------------------|-----------------------|--------------|------------------------------|
| | | Individuales | General de la Característica |
| Aspecto | Color | 0,4 | 0,6 |
| | Presencia de Burbujas | 0,2 | |
| Olor | Tipicidad | 0,6 | 0,6 |
| Sabor | Dulzor | 0,35 | 1,2 |
| | Acidez | 0,15 | |
| | Astringencia | 0,15 | |
| | Amargor | 0,15 | |
| | Relación ácido dulce | 0,05 | |
| | Tipicidad | 0,15 | |
| Textura | Firmeza | 0,8 | 0,6 |
| Impresión General | | 0,8 | 1,0 |
| Total | | 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 de P y PCC y sus atributos particulares se realizó una comparación por "t de student" y para la misma característica física o química de los productos, PC, PS, P y C un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple, procediendo en caso de diferencias a la ejecución de una prueba de rangos múltiples de Duncan que las identificara. 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 (2003) o con la Planilla Excel del Software Office 2000, ambos para plataforma Windows 98 SE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Fig. 3 y 4 se observan las dimensiones que alcanzaron las tunas del altiplano andino, denominadas “Tunas Chile Norte” (TCN), la distancia entre los polos, el diámetro y su comparación con tunas de otros estudios. Si bien los valores de ambos límites, inferior y superior, para la altura de TCN son muy similares a las informadas para clones de tunas procedentes de USA e introducidos en la India (Singh, 2003) y de una variedad cosechada en cinco localidades diferentes de Turquía (Karababa y col., 2004), resultaron ser inferiores a los indicados en el estudio de Parish y Felker (1997) de clones de tunas obtenidos de Chile y México e introducidos en Texas (USA). En cambio, el valor medio de TCN de 7,0 cm superó a los de India y Turquía y fue inferior a los de Texas (8,1 cm) (Fig. 3).

Con respecto a los diámetros resultó que los límites, inferior y superior, de las tunas TCN son muy parecidos a los de la variedad de Turquía, superior a los de India e inferior a los informados en Texas. Un comportamiento similar se le atribuyó a los valores medios de los diámetros ya que el correspondiente a TCN alcanzó 4,9 cm, superado únicamente por los de Texas (5,65 cm) (Fig. 4).

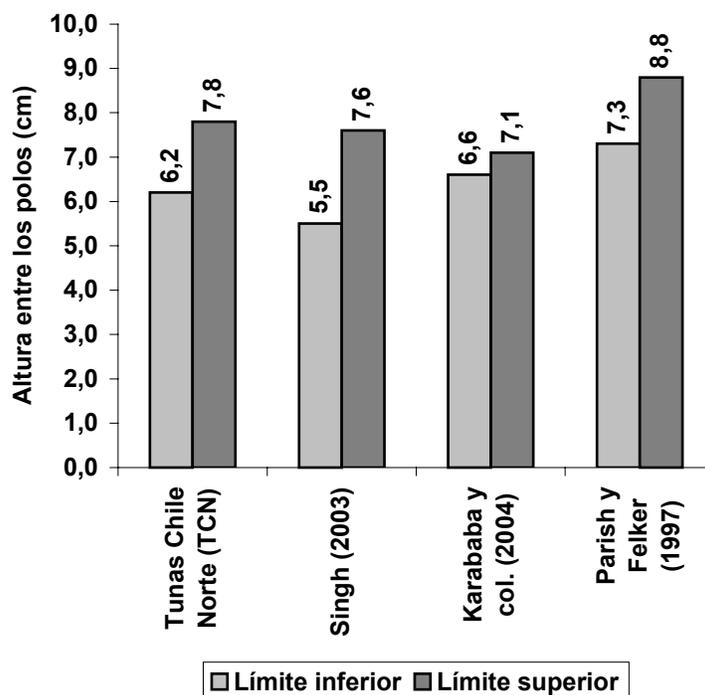


Fig 3. Comparación de alturas de tunas del norte de Chile (TCN) con clones y cultivares de otras partes del mundo.

(Fig 3. A Comparison of Fruit Heights of Cactus Pear in Northern Chile with Clones or Cultivars of Other Places of the World)

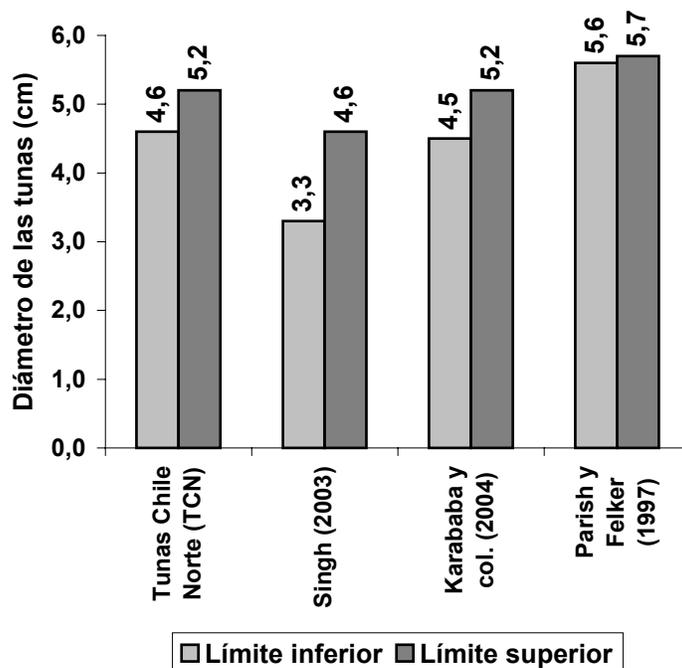


Fig 4. Comparación de diámetros de tunas del norte de Chile (TCN) con clones y cultivares de otras partes del mundo.
(Fig 4. A Comparison of the Fruit Diameters of Cactus Pear in Northern Chile with Clones or Cultivars of Other Places of the World)

En la Fig. 5 se muestran los porcentajes de cada uno de los componentes, piel, cáscara, semillas y pulpa, con relación a la fruta entera y a los desechos no utilizables como producto principal, explicándose cada uno separadamente:

Piel: Los porcentajes obtenidos de este componente en la TCN se muestran en la Fig. 5a y 5b, representando casi la quinta parte con respecto a la fruta total y cerca de un 30% con relación a los desechos.

Cáscara: Este componente en la TCN alcanzó valores de 38,3% con respecto a la fruta total y un 60,3% con relación a los desechos (Fig. 5a y 5b). Si a estas cantidades se les adicionan las correspondientes a la piel para informarlas como pericarpio completo se tendría entonces: 56,7 y 90,0%, respectivamente.

Semillas: Estas son la tercera y sexta parte de la piel y cáscara con relación a la fruta total y a los desechos (Fig. 5a y 5b). No obstante, representan el 18,3% con respecto a la pulpa (Fig 5c). Esto conlleva a una relación de $\frac{\text{semillas}}{\text{pulpas}} = \frac{18,5}{84,5} = 0,22$

Pulpa: Se obtuvieron valores < 37% de la fruta total, lo que fue 5,5 veces superior al contenido de semillas (Fig. 5a y 5c).

Sáenz y Sepúlveda (1993) informaron rendimientos de 40% de pulpa y 60% de parte no comestible (cáscara y semillas) en tunas correspondientes a la V, VI y Región Metropolitana de Chile. Anón (1989) indicó valores para la pulpa, cáscaras y semillas de: 33,85%; 63,0% y 3,15%, respectivamente en tunas de las regiones centrales chilenas. Rodríguez y col. (1996) indicaron intervalos de rendimientos de cáscaras, semillas y jugo de: 31,56 a 40,29%; 6,45 a 6,19% y 59,85 a 49,47%, respectivamente; para tunas cosechadas en Santiago del Estero, Argentina. Además, los estudios recientes de Piga (2004) plantean contenidos de semillas de 2 a 10% y los de Felker y col. (2005) resaltan concentraciones para las semillas $< 3,5 \text{ g}/100 \text{ g}$ de pulpa; así como los trabajos realizados en México por Cowan y Felker (1998) indicando una relación máxima de $\frac{\text{semillas}}{\text{pulpas}} < 0,12$; por lo tanto, TCN duplica a este último valor; por lo que se debe catalogar como un tipo de tuna de alta concentración de semillas, aún cuando sus contenidos son similares a las de Santiago del Estero (Rodríguez y col. 1996) y al intervalo mencionado por Piga (2004).

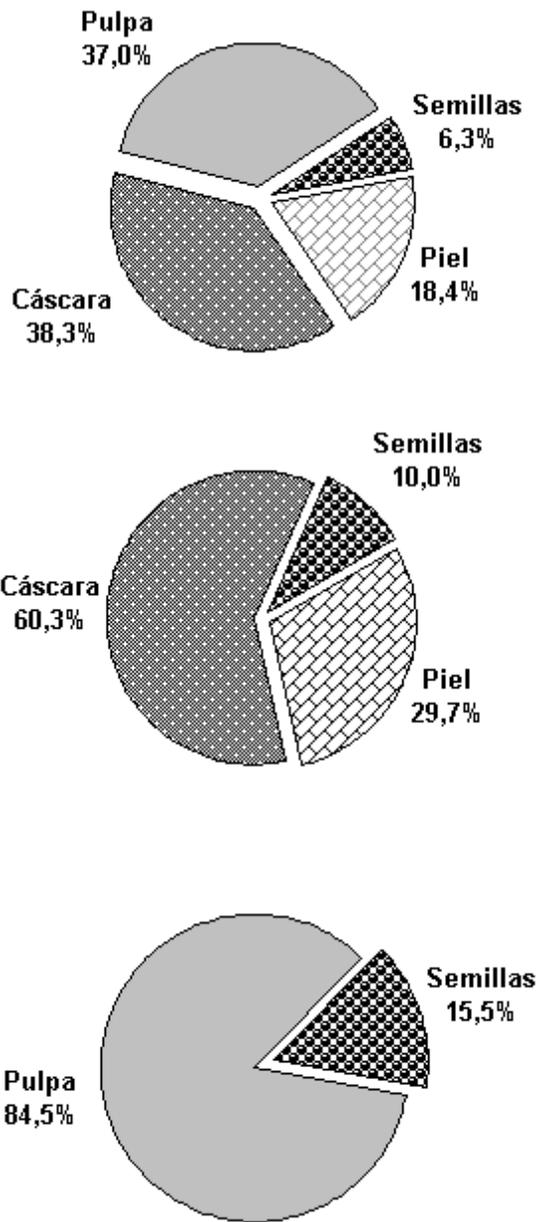


Fig 5. Representación esquemática de los rendimientos de cada parte de la tuna cultivada en el norte de Chile (TCN); a) Tuna entera; b) Residuos totales y c) Tuna sin piel ni cáscara

(Fig 5. Schematic Representation of Yields of Each Part of the Cactus Pear from Northern Chile (TCN)

A) Whole Cactus Pear, B) Set of Residues, C) Cactus Pear Without Peel and Skin)

En las Fig. 6 y 7 se muestran las características de peso de las tunas frescas en gramos y el rendimiento en pulpa expresado en % de las TCN y su comparación con tunas de otros estudios desarrollados en diversos países. En cuanto a la Fig. 6 se observa que el valor medio del peso fresco de las TCN resultó ser superior a las tunas de la India (Singh, 2003), Turquía (Karababa y col. 2004) y los clones resistentes al frío y los estudiados en Chihuahua (Cowan y Felker, 1998). En cambio, fue inferior a las variedades italianas (Stintzing, 2003) y extremadamente más bajo a los diferentes clones puestos a prueba en distintas partes del Continente Americano (Parish y Felker, 1997; Cowan y Felker, 1998; Felker y col., 2002; Felker y col., 2005). Esto pudiera deberse a que las TCN son frutas silvestres sin ningún tipo de manejo de cosecha y muy en particular en lo referido a los aspectos de regadío, a diferencia de lo indicado por Felker y col (2002) que plantean que un incremento de la disponibilidad de agua desde 60 días previos a la cosecha conlleva a la obtención de frutas de mayores pesos.

Por otra parte en la Fig. 7 se observa el valor medio del rendimiento en pulpa < 37% que alcanzó la TCN y su comparación con otros estudios, destacándose que solo supera ligeramente a los clones puestos a prueba en México (Saltillo y Chihuahua) por Cowan y Felker (1998), es ligeramente inferior a los clones resistentes al frío (Cowan y Felker, 1998) y está en desventaja con los estudios efectuados por Parish y Felker (1997); Felker y col. (2002) y Karababa y col. (2004).

Los estudios recientes de Piga (2004) planteando rendimientos en pulpa de 45% a 67% y los de Felker y col. (2005) resaltando porcentajes de pulpa > 55% colocan a la TCN como un tipo de tuna con rendimiento bajo de pulpa.

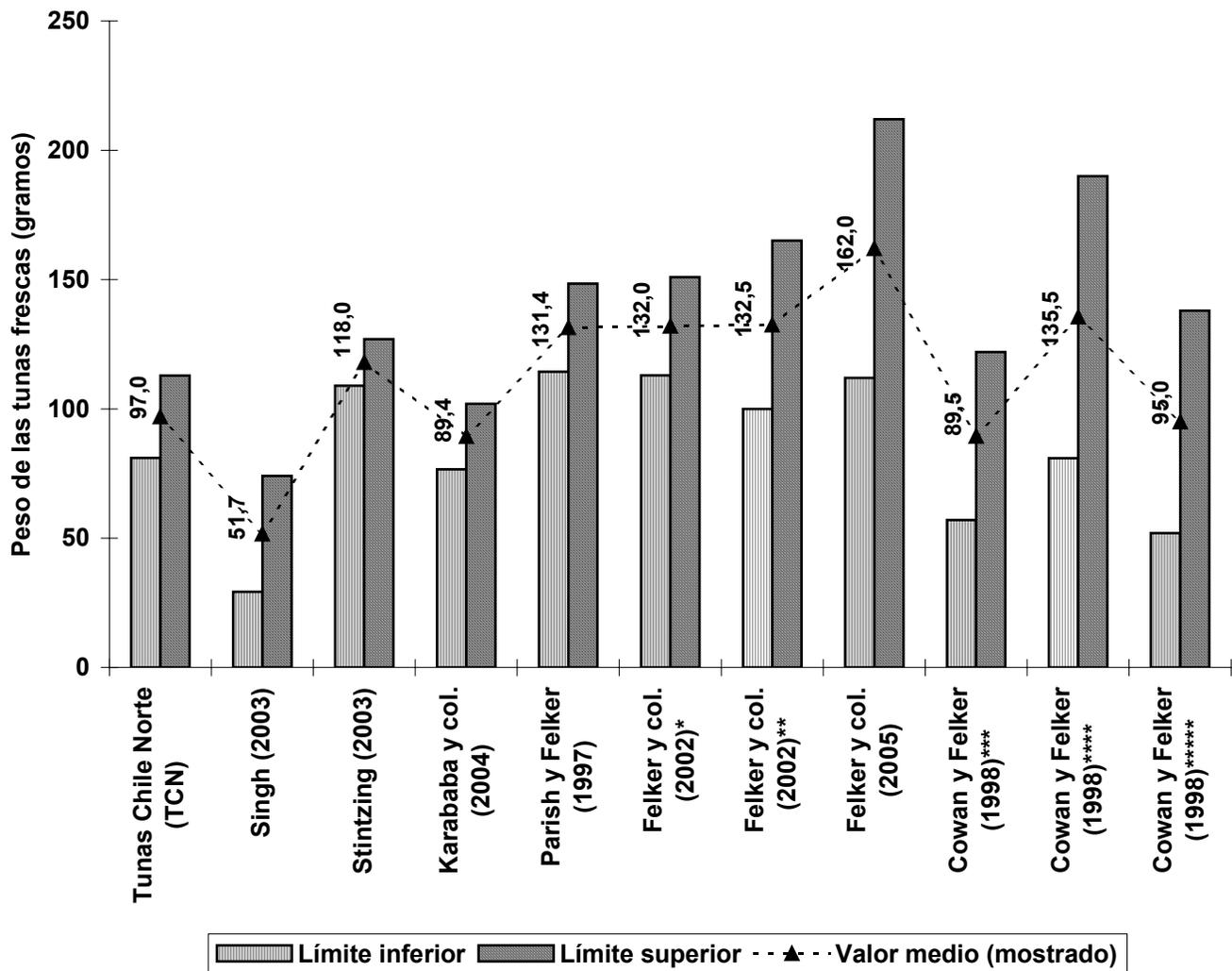


Fig 6. Comparación de peso de tunas del norte de Chile (TCN) con clones y cultivares de otras partes del mundo

(Fig 6. A Comparison of Fruit Weight of Cactus Pear in Northern Chile with Clones or Cultivars of Other Places of the World)

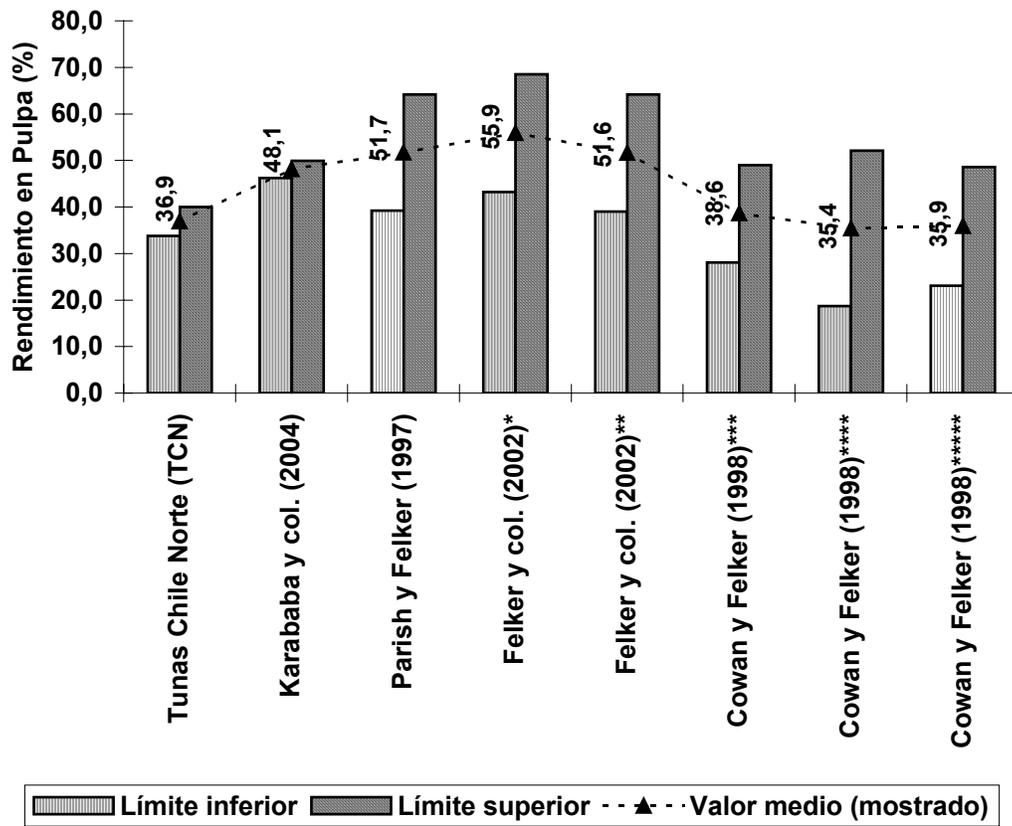


Fig 7. Comparación del rendimiento en pulpa obtenido de las tunas del norte de Chile (TCN) con clones y cultivares de otras partes del mundo

(Fig 7. A Comparison of Yield in Pulp of Cactus Pear in Northern Chile with Clones or Cultivars of Other Places of the World)

Tabla 4. Características físicas y químicas de las distintas porciones del fruto (g/100g de peso fresco)

(Table 4. Physical and Chemical Characteristics of Different Parts of the Fruit in g/100g Fresh Weight)

| DETERMINACIONES | PS | PC | P | C |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | \bar{X} | \bar{X} | \bar{X} | \bar{X} |
| Sólidos solubles (°Brix) | 14,8 ^c | 14,3 ^b | 14,8 ^c | 14,0 ^a |
| Humedad | 78,31 ^a | 84,62 ^c | 84,95 ^d | 83,84 ^b |
| Sólidos totales | 21,69 ^d | 15,38 ^b | 15,05 ^a | 16,16 ^c |
| pH | 6,31 ^c | 5,48 ^b | 6,31 ^c | 4,85 ^a |
| Acidez total titulable (en ácido cítrico) | 0,07 ^a | 0,15 ^b | 0,07 ^a | 0,18 ^c |
| Extracto etéreo | 0,49 ^b | 0,04 ^a | 0,04 ^a | 0,05 ^a |
| Proteínas (N * 6,25) | 0,95 ^d | 0,42 ^b | 0,52 ^c | 0,33 ^a |
| Cenizas | 0,67 ^b | 0,92 ^c | 0,20 ^a | 1,17 ^d |
| Azúcares totales | 10,29 ^c | 9,93 ^b | 10,46 ^d | 8,98 ^a |
| Azúcares reductores | 8,07 ^c | 7,15 ^b | 8,54 ^d | 6,35 ^a |
| Fibra cruda | 3,24 ^c | 0,25 ^b | 0,05 ^a | 0,44 ^d |
| Pectina | 0,26 ^a | 0,66 ^b | 0,18 ^a | 1,16 ^c |
| Acido ascórbico (mg/100g) | 15,99 ^c | --- | 12,70 ^b | 11,99 ^a |

PS: Pulpa + Semillas; PC: Pulpa + Cáscara; P: Pulpa; C: Cáscara

Letras diferentes en cada fila indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$

De acuerdo a los resultados de la Tabla 4 se observó que el contenido de sólidos solubles de P y PS son similares y a la vez superiores a los de PC y C, de los que difirieron significativamente ($p < 0,05$). También hubo diferencias significativas entre PC y C, siendo el valor de C el más bajo de todos. Las cuatro fracciones, PS, PC, P y C son superiores a lo informado de 13,0 °Brix por Singh (2003), ligeramente superiores a lo señalado de 13,9 °Brix por Anón (1989) e inferior a lo indicado de 15,61 a 15,67 °Brix por Rodríguez y col. (1996) y de 16,0 °Brix por Sáenz (2000), y está dentro de los intervalos especificados por Sáenz y Sepúlveda (1993), tanto en tunas de verano, 14,0 a 17,3 °Brix, como de invierno, 13,1 a 16,0 °Brix; y también en el intervalo de 12,1 a 17,3, para la fracción pulpa, mencionado por Sepúlveda (1998). Específicamente para pulpas de tuna de coloración verde se ha señalado un intervalo de 12,0 a 17,0 °Brix (Sáenz y Sepúlveda, 2001). Sin embargo, se ha hecho énfasis en que el intervalo de 10 a 17 °Brix son azúcares reductores principalmente, siendo la glucosa la predominante y la fructosa en segundo lugar, lo que hace que la pulpa de tuna sea “muy dulce” (Russel y Felker, 1987; Sepúlveda y Sáenz, 1990; Stintzing y col., 2003).

La humedad que presentó PS es inferior y diferente significativamente ($p < 0,05$) al resto; P, C y PC y cada una de ellas difirieron entre sí. Todo indicó que la fracción semillas en PS desplazó a una fracción de P de alto contenido de humedad y ocupó su lugar, entregando masa con

mayor contenido de sólidos y menor humedad. Por su parte, PC, P y C están dentro del intervalo de 83,0 a 85,0% señalado por Sudzuki (1992) y de 84,0 a 90,0% mencionado por Piga (2004) y ligeramente superiores al informado de 83,77% obtenido por Sáenz y col. (1997) e inferiores al de 85,77% por Anón (1989).

Los valores de pH y acidez para PS y P son similares estadísticamente ($p < 0,05$) y se encuentran dentro del intervalo discutido por Sáenz y Sepúlveda (1993) para tunas de verano, pH de 6,0 a 6,4 y acidez de 0,06 a 0,09% de ácido cítrico, al igual que lo indicado por Sepúlveda (1998) para pulpa de tuna con valores de pH entre 6,0 a 6,4 y acidez de 0,05 a 0,08 y a lo planteado para pulpa de tuna de coloración verde cuyo intervalo de pH estuvo de 5,3 a 7,1 y acidez de 0,01 a 0,18 (Sáenz y Sepúlveda, 2001) y son ligeramente superiores a los valores obtenidos por Anón (1989), pH = 6,0 y 0,05% de ácido cítrico, y cercanos a los valores de dos variedades de tunas, pH = 6,5 y 0,07% de ácido cítrico (Rodríguez y col., 1996). En cambio, donde quiera que participó la cáscara, el pH y el contenido de ácido fueron significativamente diferentes ($p < 0,05$), acercándose más a la zona de productos ácidos; es así que PC posee cerca de una unidad menos de pH y el doble de acidez que PS y P. No obstante, C es 77% inferior a los valores de pH y 2,6 veces superior a los contenidos de acidez de PS y P, respectivamente.

El contenido de lípidos se incrementó 10 veces en la pulpa que contenía adicionalmente las semillas (PS) siendo significativamente superior ($p < 0,05$) al resto (PC, P y C). En estas tres fracciones no hubo diferencias significativas entre ellas. Este resultado es de importancia ya que permite conocer que la semilla posee contenidos altos de materia grasa, superiores a los obtenidos de 0,24% por Rodríguez y col. (1996); 0,4% por Sáenz (1985), similares a los de 0,5% por Sudzuki (1993) y dentro del intervalo de 0,09 a 0,7% establecido para la pulpa por Sáenz (2000). Por otra parte, la fracción P alcanzó un valor medio de 0,04% que representa el 50% de lo informado de 0,09% (Sáenz y col. 1997).

Algo similar ocurrió con el contenido proteico en las muestras de pulpa donde estuvieron presentes las semillas (PS), siendo significativamente superior ($p < 0,05$) en 2,3; 1,8 y 2,9 veces con respecto a PC, P y C, respectivamente. El valor de proteína de PS en la Tabla 4 se situó en el intervalo de 0,8 a 1,4% informado por Sudzuki (1992) y semejante al obtenido de 0,96 a 0,99% (Rodríguez y col. 1996). Así también P, presentó valores de proteína idénticos a lo referido de 0,52% (Anón, 1989) y dentro del intervalo informado de 0,21 a 1,6% (Sáenz, 2000; Sáenz y Sepúlveda, 2001), y ligeramente inferior a 0,82% (Sáenz y col. 1997). No obstante, el valor de proteínas en las fracciones P y C expresados en base seca son de 3,55 y 2,04%, inferiores y contrapuestos a los informados por El Kossori y col. (1998) quienes indicaron valores de 5,1 y 8,3%, respectivamente. Los menores valores proteicos se encuentran en la zona de la corteza de las tunas, por lo que al parecer, en la medida que se penetra al interior del fruto, la concentración de proteínas iría en aumento, siendo las semillas las partes de mayor concentración.

Por su parte las cenizas, vistas como el contenido de minerales, son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) en PS, PC, P y C. Sin embargo, sólo representan un 17% en las muestras de P comparado con C. Es así que, valores de cenizas tres veces más altos se obtuvieron en PS en relación a P, pero estos fueron el 50% al contrastarlos con C. Se deduce entonces que siempre que participan las cáscaras en alguna fracción hay un aporte importante de minerales, tal como sucede en PC. Rodríguez y col. (1996) dirigieron su estudio exclusivamente a la fracción PS en dos variedades, encontrando resultados de cenizas de 0,36 y 0,51%; ambas inferiores a PS del presente estudio. Sáenz (2000) estableció para la fracción pulpa un intervalo

de 0,4 a 1,0%. Sobre el particular es de destacar que la localidad de donde provienen los frutos es de alto contenido de minerales, incidiendo directamente en los aportes de cenizas.

Tal como era de esperar, los contenidos de azúcares totales y reductores se comportaron significativamente diferentes ($p < 0,05$) en todas las fracciones, PS, PC, P y C, debido principalmente a los bajos coeficientes de variación alcanzados ($CV \leq 0,5\%$). Los valores medios más altos se obtuvieron en P y PS, fracciones que lógicamente son las más altas en los contenidos de sólidos solubles. Los azúcares reductores en todas las fracciones fueron del orden del 70% o superior de los azúcares totales. Rodríguez y col (1996) mostraron resultados similares de azúcares reductores y totales para la única fracción en su estudio (PS), siendo estos de 8,71 y 10,27%, respectivamente. Piga (2004) señaló intervalos de 10,0 a 15,0% para los azúcares reductores en tunas.

Respecto a la fibra cruda se observó que todas las fracciones, PS, PC, P y C, resultaron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) estando el mayor contenido en PS, tal como obtuvieron Rodríguez y col (1996) cuyos resultados estuvieron en 2,55 y 3,16% para dos variedades amarillas de tunas, Sáenz (2000) planteó contenidos de fibra en la fracción pulpa entre 0,02 y 3,15%. En C la fibra total es solamente el 14% de la referida en PS y el nivel en P es prácticamente despreciable, lo que es un resultado importante si se tiene en cuenta el beneficio en la obtención de jugos a partir de pulpas poco fibrosas.

En cuanto a la concentración de pectina no existió diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre PS y P, por lo que se puede afirmar que la pulpa no presentó contenidos relevantes; resultados de este mismo orden, 0,13 y 0,21% son informados para la fracción PS en el estudio de Rodríguez y col (1996), muy similar al de 0,17% (Sáenz y col. 1997); 0,17 a 0,19% (Sepúlveda, 1998; Sáenz y Sepúlveda, 2001) y superior al de 0,03% (Anón 1989), lo que indica que pese a ser contenidos muy bajos, son cercanos a los valores más altos informados. No sucede así con los valores de pectina obtenidos en la fracción C, que son superiores y difieren significativamente del resto, siendo 6,4 veces superior a la fracción P.

Los aportes de ácido ascórbico son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) en PS, P y C, la de mayor contenido es la fracción referente a PS que supera en 1,3 veces a la de P, lo que sugiere que las semillas brindan un aporte mínimo de esta vitamina, debido quizás a la adherencia de una película delgada de pulpa localizada en la parte exterior y no por lo que pueda aportar en sí misma la parte interna. Una concentración inferior a ellas se encuentra en la fracción C. Estos resultados indican un menor aporte de vitamina C de estas tunas precordilleranas si se comparan con los valores de 20,3 y 23,2 mg/100 g de las tunas de las regiones centrales de Chile (Sepúlveda, 1998) y con el intervalo de 17,43 y 22,56 mg/100 g para pulpas con semillas de dos variedades de tunas amarillas de Santiago del Estero (Rodríguez y col., 1996). En general no llegan a alcanzar los valores mínimos del intervalo de 18,0 a 30,0 mg/100g para tunas indicados por Cantwell (1995) y Sáenz (1995), aunque se clasifican dentro del intervalo de 4,6 a 41,0 mg/100 g (Sáenz y Sepúlveda, 2001). Así y todo, su contenido en vitamina C supera a las manzanas, peras y uvas.

Definitivamente las tunas no se caracterizan en general por tener aportes importantes sustanciales de algún componente en específico (El Kossori y col., 1998), lo cual no impide que sea una fruta a la que tiene que seguir prestándosele una gran atención por otros tipos de beneficios para la salud.

Los resultados de la evaluación sensorial de las pulpas, P y PCC (Tabla 5), muestran que no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto a la calidad de los atributos aspecto y

olor. En cambio el sabor solo mostró diferencias de significación ($p < 0,05$) en la relación ácido:dulce, favoreciendo a PCC, debido principalmente a la disminución significativa del pH y aumento de la acidez que incorpora la cáscara en la pulpa (Tabla 4), resultando más agradable a los catadores. De igual modo, la textura, en su atributo consistencia, marcó una diferencia estadística ($p < 0,05$) favorable para PCC, quizás porque a simple vista y al dejar caer desde una cuchara el fluido, se notaba un “flujo más pulposo y de mejor cuerpo” en PCC. La impresión general entre PCC y P, no marcó diferencias importantes. Sin embargo, en la Calificación Total, si bien ambas están dentro de la categoría de “Aceptable” hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre PCC y P, favoreciendo a la primera.

Este resultado es de suma importancia para la decisión industrial en la elaboración de productos semiprocesados y/o concentrados de tunas, ya que la incorporación de la cáscara permite aumentar los rendimientos sin afectar su calidad sensorial.

Tabla 5. Caracterización sensorial de las pulpas de tunas (con y sin cáscara)

(Table 5. Sensorial Characterization of Pulp of Cactus Pear (with and without skin))

| Características | | Pulpas | | Comparación estadística “t student” ($p < 0,05$) |
|--------------------------|------------------------|-------------|-------------|--|
| | | P | PCC | |
| | | \bar{X} | \bar{X} | |
| Aspecto | Color | 3,30 | 4,11 | NS |
| | Presencia de Burbujas | 3,13 | 2,13 | NS |
| Olor | Tipicidad | 3,66 | 4,09 | NS |
| Sabor | Dulzor | 3,09 | 3,1 | NS |
| | Acidez | 1,77 | 2,49 | NS |
| | Astringencia | 4,08 | 3,54 | NS |
| | Amargor | 4,24 | 3,99 | NS |
| | Relación ácido : dulce | 2,43 | 4,10 | DS |
| | Tipicidad | 3,83 | 3,69 | NS |
| Textura | Consistencia | 2,08 | 3,55 | DS |
| Impresión General | | 3,15 | 3,34 | NS |
| Calificación | | 12,1 | 14,2 | |

P: Pulpa; PCC: Mezcla de Pulpa y Cáscara molida en relación de 3:1

D.S.: Diferencia significativa N.S.: No significativa

CONCLUSIONES

Las principales características de las tunas del altiplano andino de la 2da. Región de Chile son: altura entre los polos, diámetro y peso acorde con las tallas de tamaño medio de diferentes regiones del planeta, bajo rendimiento en pulpa y de vitamina C y altos contenidos de sólidos solubles, semillas y de pericarpio total (piel y cáscaras), así como una concentración relativamente alta de cenizas.

Otra conclusión de importancia es que PCC al ser superior a P conlleva a un beneficio económico en el procesamiento industrial, ya que la incorporación de la cáscara permite aumentar los rendimientos sin afectar su calidad sensorial en la elaboración de productos semiprocados y/o concentrados de tunas (mermeladas, jaleas), así como el aumento de la acidez y la disminución del pH, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

Anón., (1989): Industrialización de la tuna. Corporación de Fomento de la Producción, Fondo de Desarrollo Productivo, Gerencia de Desarrollo. INTEC. Santiago. Chile.

Anón., (1997): *Opuntia ficus-indica*. Publicado en el marco conjunto FAO/PNUMA de control de la desertificación en América latina y el caribe. Argentina.

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

Barbera, G.; Inglese, P.; La Mantia, T. (1994): Seed content and fruit characteristic in cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill.). Scientia Horticulturae, 58 (1-2): 161-165.

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.; Duarte, G. (2000): Elaboración de productos de tuna (*Opuntia ficus-índica* L. Mill) utilizando la tecnología de factores combinados. Trabajo presentado en el XI Seminario Latinoamericano y del Caribe y XIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Sección 4: Ingeniería de Procesos y Tecnología de Alimentos. p-172. Santiago de 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.

CNE (2005): Fuentes energéticas. Energías Renovables. Energía Solar. Comisión Nacional de Energía de Chile.

Cowan, R.; Felker, P. (1998): Fruit Quality of New Cold-Hardy *Opuntias* from Northern and High-Elevation Sites in Mexico. Journal of the Professional Association for Cactus Development 3: 75 – 86.

El-Kossori, R.L.; Villaume, C.; El Boustani, E; Sauvaire, Y.; Méjean, L. (1998): Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus indica* sp.). Plant Foods for Human Nutrition 52(3): 263 – 270.

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.

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.

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

Inglese, P.; Barbera, G.; La Mantia, T. (1995). Research strategies and improvement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality and production. *Journal of Arid Environment* 29 (4): 455 – 468.

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.

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

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 for Cactus Development* 6: 9 – 22.

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

Russel, C.H.; Felker, P. (1987): The prickly pears (*Opuntia* spp. *Cactaceae*). A source of human and animal food in semiarid regions. *Economic Botany* 41:433 - 445.

Sáenz, C. (1985): La Tuna (*Opuntia ficus indica*): un cultivo con perspectivas. *Alimentos* 10 (3): 47 – 49.

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. (1993): Alternativas de industrialización de la tuna (*Opuntia ficus-indica*). *Alimentos* 18 (3), 29 – 32.

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

Sáenz, C.; Sepúlveda, E.; de Filippi, B. (1997): Avances en el cultivo de la tuna (II Parte). *El Campesino*. 127 (4): 22 – 25.

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

Savio, Y. (1989): Prickly Pear Cactus. *Publicación de la Universidad de California*. Davis. California. Julio.

Schmidt-Hebbel, H. (1981): Avances en ciencia y tecnología de los alimentos. Ed. Alfabeta 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.

Sepúlveda, E.; Sáenz, C. (1990): Características químicas y físicas de pulpa de tuna (*Opuntia ficus indica*). Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos 30 (4): 551 – 555.

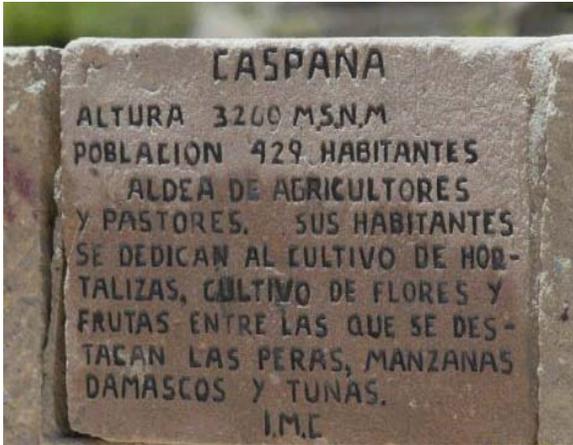
Singh, G. (2003): General Review of *Opuntias* in India. Journal of the Professional Association of Cactus Development 5: 30 – 46.

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

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.

Sudzuki, F. (1992): Frutales Menores: Nuevas alternativas de cultivo. Anexo al Informe Final del Proyecto. Convenio FIA - Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago de Chile.

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.



(a)



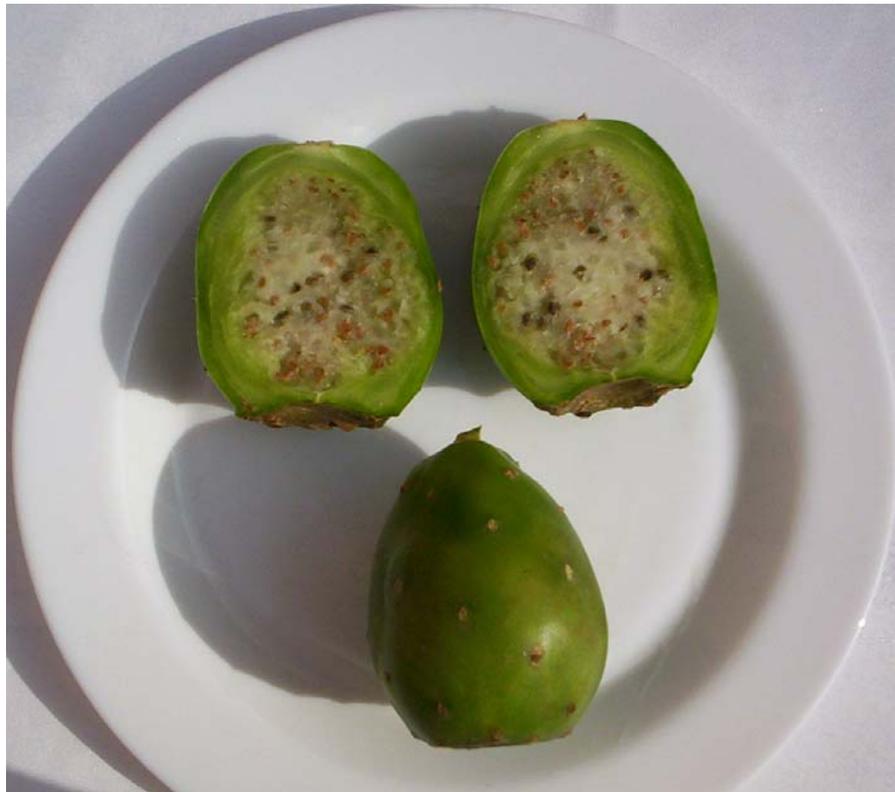
(b)



(c)

Fotografías: a) Inscripción en piedra a la entrada de la Comunidad; b y c) Plantaciones de tunas de la Comunidad de Caspana.

Photos: a) Stone inscription at entrance of the Community; b) and c) Plantations of cactus pear of the Community of Caspana

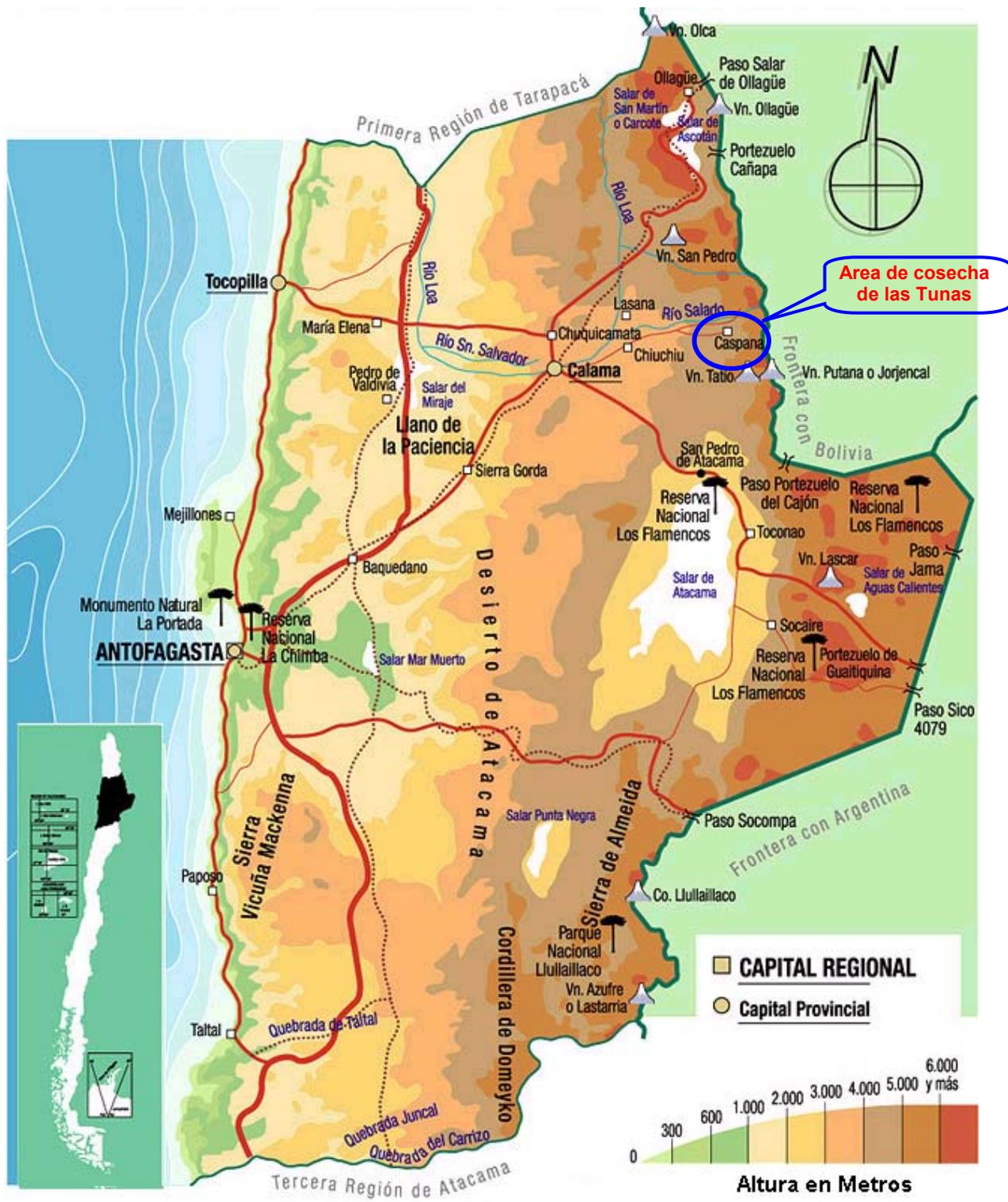


Fotografías: Tuna entera y corte longitudinal.

Photos: Cactus Pear Whole and Longitudinal Section

Anexo 1

Mapa Físico de la 2da. Región de Chile señalando la Comunidad donde se cosecharon las Tunas
 (Physical Map of 2nd. Region of Chile indicating the Community where the Cactus Pear were harvested)



Anexo 2

Planilla de Evaluación Sensorial: Caracterización mediante "escala por atributos" (Sensorial evaluation sheet: Characterization by means of "scale of attributes")

Nombre:

Fecha:

N° 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

1.1.- Color de la Pulpa



1.2.- Presencia de burbujas



2.- Olor

2.1.- Tipicidad



3.- Sabor

3.1.- Dulzor



3.2.- Acidez



3.3.- Astringencia



3.4.- Amargor



3.5.- Relación ácido:dulce



3.6.- Tipicidad



4.- Textura

4.1.- Consistencia



5.- Impresión General



6.- Observaciones