



ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA PULPA DEL FRUTO DE *Opuntia elatior* Miller

Gallardo Jhoany¹, Terán Yanira¹, Mujica Yelitza¹, Rodríguez Elimar¹, Barazarte Humberto¹, Petit Deysi¹ y D'Aubeterre Ramón²

¹Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Agronomía, Programa de Ingeniería Agroindustrial. Barquisimeto, Estado Lara-Venezuela. ²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

jhoanny.gallardo@ucla.edu.ve, yanirateran@ucla.edu.ve, yelitza.mujica@ucla.edu.ve, elymar.rodriguez@ucla.edu.ve, humbertobarazarte@ucla.edu.ve, dpetit@ucla.edu.ve, rdaubeterre@inia.gob.ve

ASA/EX -2015-31.
Recibido: 09-11-2015
Aceptado: 20-03-2016

RESUMEN

La tuna del género *Opuntia*, es una de las cactáceas con mayor presencia en las regiones semiáridas de Venezuela, a pesar de ser un recurso natural con un importante valor alimentario, no existen suficientes investigaciones a nivel nacional que proporcionen información sobre la composición bromatológica de sus componentes. La presente investigación tiene por objeto determinar algunas de las características físico-químicas de la pulpa del fruto de *Opuntia elatior* Miller, a fin de identificar sus posibles usos a nivel tecnológico. Para la caracterización fisicoquímica se determinó la biomasa del fruto total (BTF), biomasa de la parte comestible (BPC), biomasa del exocarpio (BE), biomasa del mesocarpio (BM), biomasa de semillas (BS), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE) y rendimiento del fruto (REN), y se aplicaron los métodos siguientes: humedad COVENIN N°1153-80, acidez titulable (AT) COVENIN N°1151-77, pH COVENIN N°1315-79, sólidos solubles totales (SST) COVENIN N°924-83, cuantificación de pectinas método del Carbazol, proteínas COVENIN N°1195-80, fibra cruda (FC) método de Weende, azúcares reductores (AR) y azúcares reductores totales (ART) método Lane y Eynon. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: BTF 35,12g±7,7, BPC 12,50g±3,1, BE 3,60g±0,9, BM 15,18g±4,3, BS 3,83g±1,1, DP 41,78mm±3,8, DE 37,30mm±3,1, REN 35,04mm±5,4, humedad 90,537%±0,281, AT 0,017g de ácido cítrico/100g±0,001, pH 5,152±0,258, SST 10,183°Brix±0,674, pectinas 0,144%±0,004, proteínas 0,866%±0,005, FC 2,272%±0,016, AR 2,128%±0,035 y ART 6,220%±0,095. Se concluye que la pulpa del fruto puede ser utilizada en la agroindustria como materia prima para la elaboración de productos como jaleas, mermeladas, compotas, jugos y néctares.

Palabras clave: *Opuntia elatior* Miller, azúcares, mesocarpio, pectina.



ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE PULP OF *Opuntia elatior* Miller FRUIT

ABSTRACT

The gender *Opuntia* is one of the cactus plant that is well distributed in the semiarid regions of Venezuela, despite being a natural resource with significant nutritional value, there is insufficient research nationwide to provide information on the composition bromatological of its components. This research aims to determine some of the physicochemical characteristics of the pulp of the fruit of the prickly pear *Opuntia elatior* Miller, to identify their potential uses in technology. For physicochemical characterization were determined total biomass of the fruit (TBF), biomass of the edible part (BEP), exocarp biomass (EB), mesocarp biomass (MB), seed biomass (SB), polar diameter (PD), equatorial diameter (ED) and fruit yield (FY), the following methods were applied: moisture COVENIN N°1153-80, titratable acidity (TA) COVENIN N°1151-77, pH COVENIN N°1315-79, total soluble solids (TSS) COVENIN N°924-83, pectins quantification Carbazole method, proteins COVENIN N°1195-1180, crude fiber (CF) Weende method, reducing sugars (RS) and total reducing sugars (TRS) Lane and Eynon method. The results were as follows: TBF 35,12g±7,7, BEP 12,50g±3,1, EB 3,60g±0,9, MB 15,18g±4,3, SB 3,83g±1,1, PD 41,78mm±3,8, ED 37,30mm±3,1, FY 35,04mm±5,4, moisture 90,537%±0,281, TA 0,017g citric acid/100g±0,001, pH 5,152±0,258, TSS 10,183°Brix±0,674, pectins 0,144%±0,004, protein 0,866%±0,005, CF 2,272%±0,016, RS 2,128%±0,035 and TRS 6,220%±0,095. It is conclude that the fruit pulp can be used in the agroindustry as raw material for the production of products such as jellies, jams, compotes, juices and nectars.

Keywords: *Opuntia elatior* Miller, sugars, mesocarp, pectin.



INTRODUCCION

La Opuntia es una de las especies presentes en las zonas semiáridas de Venezuela, las cuales son utilizadas mayormente para la producción de forrajes, y en algunos casos sus frutos y cladodios son consumidos en forma fresca por productores sin ser comercializados. Se han adaptado muy bien a zonas áridas caracterizadas por condiciones secas, lluvias erráticas y suelos pobres expuestos a la erosión. Algunas especies son inclusive consideradas como plantas naturalizadas en países como Sudáfrica y Australia, donde las condiciones ambientales son particularmente favorables. (Kiesling, 2009). Además, es una planta que no requiere tierras de gran calidad, por lo que puede crecer en terrenos poco fértiles y los cuidados para su producción son mínimos. (Villabona *et al.*, 2013).

Hoy en día, la tuna se produce en 32 países entre los cuales se encuentran México, Túnez, Argentina, Italia, Sudáfrica, Chile, Israel y EE.UU. (Sáenz,

2006). La taxonomía de la tuna es sumamente compleja debido a múltiples razones, entre las que destaca el hecho de que los fenotipos presentan gran variabilidad según las condiciones ambientales. Es frecuente encontrar casos de poliploidía, ya que se reproducen en forma sexual o asexual. Las opuntias constantemente se hibridizan dando como resultado nuevas formas y tipos más o menos distintos, lo que complica más su clasificación. (Lozada, 2007). La tuna pertenece al reino Plantae, división: Magnoliophyta, clase: Magnoliopsida, orden: Caryophyllales, familia: Cactaceae, género: Opuntiae. (García, 2013). Existen innumerables especies las cuales varían según su región nativa. En Venezuela, las especies más comunes son: *O. bisetosa* Pittier, *O. boldinghii* Britton et Rose, *O. caracasana* Salm-Dyck, *O. caribaea* Britton et Rose, *O. curassavica* (L.) Miller, *O. depauperata* Britton et Rose, *O. schumannii* Weber, *O. ficus-indica* y *O. elatior* Miller (Moreno *et al.*, 2008).



El fruto es una falsa baya con ovario ínfero, uniloculado y carnosos, en que la cáscara corresponde a la envoltura del ovario y la pulpa corresponde al lóculo desarrollado. (Lavin y Kuni, 2004). La forma y tamaño de los frutos es en promedio de 7-9 cm de largo, 5-6 cm de diámetro y 8-14 g de peso. Estos presentan características distintas según las variedades cultivadas y se diferencian principalmente por el color de la cáscara y la pulpa del fruto.

La epidermis de los frutos es similar al cladodio, con areolas y abundantes gloquidios y espinas. La cáscara de los frutos varía en grosor, siendo también variable la cantidad de pulpa entre las variedades. La pulpa presenta semillas de 4-4,5 mm de longitud. Los frutos presentan semillas abortivas, lo que aumenta la proporción de pulpa comestible. (Sáenz *et al.*, 2006).

Su importancia radica en sus orígenes prehispánicos, siendo utilizado por los primeros pobladores de Mesoamérica como alimento con propiedades nutricionales y medicinales, por lo cual presenta gran potencialidad para su uso en la industria alimentaria y

farmacológica. (Moreno *et al.*, 2008). Algunos autores como Nazareno *et al.* (2011), Moreno *et al.*, (2008), Sáenz *et al.* (2006), han descrito la potencialidad de las especies del género *Opuntia* a nivel mundial, así como han sugerido su utilización en la elaboración de diversos productos tales como, mermeladas, jaleas, compotas, licores, salsas, mayonesas, confituras, bebidas dietéticas, entre otros usos. (Chasquibol *et al.*, 2008). A pesar de ser un recurso natural, según Anaya *et al.* (2010), fuente importante de alimentación y bebida medicinal; no existen suficientes investigaciones a nivel nacional que proporcionen información sobre la composición bromatológica de cada uno de los componentes del fruto (pulpa, pericarpio y semilla).

La presente investigación tiene por objeto determinar algunas de las características físico-químicas de la pulpa del fruto de la tuna *Opuntia elatior* Miller, a fin de identificar su potencialidad como alimento para consumo fresco, y su utilidad como materia prima para la obtención de nuevos productos de importancia a nivel tecnológico.



MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos en madurez fisiológica, con dimensiones y peso similares, sin daños físicos ni microbiológicos (ver figura 1). La cosecha se realizó de plantas no cultivadas (silvestres) ubicadas en la parroquia Unión y parroquia El Cují del Municipio Iribarren del estado Lara, las cuales fueron trasladados al laboratorio de Química Agroindustrial de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, núcleo Obelisco, donde se llevaron a cabo los análisis. El criterio utilizado para la selección de las plantas fue la presencia de frutos durante varios meses del año. La recolección de las plantas fue completamente al azar, se realizó el lavado de los frutos con agua potable, a fin de retirar impurezas y gloquidios.

Para los análisis físicos se tomaron 120 frutos, a los cuales se les determinó la biomasa del fruto total (BFT); biomasa de la parte comestible o pulpa (BPC);

biomasa del exocarpio del fruto (BE); biomasa del mesocarpio del fruto o cascara (BM) y biomasa de semillas (BS), utilizando una balanza digital OHAUS N° AR2140 Adventurer de 210g de capacidad. Luego se midió el diámetro polar (DP) y diámetro ecuatorial (DE), utilizando un Vernier digital marca Mitutoyo (0-150 mm). Finalmente se procedió a la determinación de las proporciones del fruto (%) y el rendimiento de la pulpa (%), haciendo uso del programa Microsoft EXCEL.



Figura 1. Fruto de la tuna

Preparación de la Muestra

Una vez identificada las características físicas de los frutos, se procede a la separación de sus partes estructurales, piel, cáscara y pulpa; manualmente

utilizando un cuchillo de acero inoxidable. Ver figura 2.

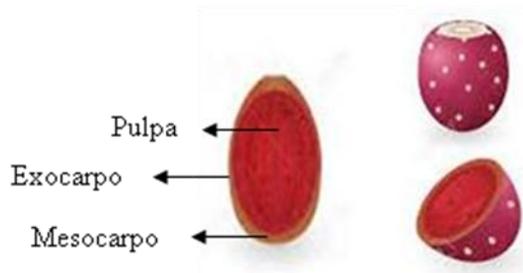


Figura 2. Partes estructurales del fruto de la tuna

Para el análisis de las características físico-química de la pulpa del fruto se tomaron al azar 20 frutos por cada muestra a fin de realizar 6 repeticiones. Para la preparación de las muestras se realizó la molienda con un molino marca Toastmaster modelo 1119, y tamizado con un tamiz de 40 mesh para la reducción de tamaño.

Codificación de las muestras

Se tomaron 2 muestras, a las cuales se le realizaron los análisis por triplicado. Para la muestra 1 las réplicas se codificaron como R.1, R.2, R.3, y para la muestra 2 como R.4, R.5, R.6.

Para la caracterización fisicoquímica de la pulpa del fruto de la especie en estudio *Opuntia elatior* Miller, se realizaron las siguientes determinaciones: humedad, acidez titulable, pH, sólidos solubles totales, azúcares reductores y azúcares totales a partir de la pulpa fresca y cuantificación de pectinas, proteínas y fibra cruda a partir de la pulpa deshidratada.

Humedad

Las muestras utilizadas fueron secadas en estufa de vacío marca LAB-LINE modelo 3608, según las condiciones y el procedimiento descrito en la norma COVENIN N° 1153-80.

Acidez Titulable

Se pesaron 30g de la muestra, homogenizándose con 200mL de agua destilada, luego se filtró y el filtrado se tituló con NaOH al 0,1N empleando fenoftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como gramos de ácido cítrico en 100g de solución, según el procedimiento descrito en la norma COVENIN N° 1151-77.



pH

El pH se determinó con un Microprocessor pH meter modelo pH211, por el método descrito en la norma COVENIN N° 1315-79.

Sólidos Solubles Totales

Los sólidos solubles totales se midieron con un refractómetro digital Reichert® AR200, los resultados se reportaron como grados Brix a una temperatura de 20°C, según el método COVENIN N° 924-83.

Cuantificación de Pectinas

Para determinar el contenido de pectina de las muestras en estudio, se utilizó el método Carbazol (Barazarte *et al.*, 2010).

Preparación de la muestra:

Se pesaron 2g de muestra previamente secada y pulverizada, a la cual se le realizaron dos lavados con etanol al 99% con la finalidad de retirar los azúcares, se filtró con papel de filtro Whatman N°1 realizándole la prueba de Molish. Al residuo obtenido en el papel de filtro se le adicionan 150mL de etilendiaminotetra-

acético (EDTA) al 0,5% y se ajustó el pH de la solución obtenida a 11,5 con NaOH 1N, se dejó la suspensión en reposo durante 30 minutos a temperatura ambiente. Pasado este tiempo se ajustó nuevamente el pH a 5,5 con ácido acético (COOHCH₃) 1N.

Se pesaron 0,05g de la enzima Pectinasa (*Aspergillus Niger*, solución acuosa, producto P2736, marca Sigma), a la cual se le adicionó al residuo de pH 5,5 y se dejó en reposo durante toda la noche a una temperatura de 0°C. La solución obtenida se llevó a aforo en un balón aforado de 500 mL, se filtró y se midió una alícuota de 10mL por cada muestra, para luego aforar nuevamente a 100mL.

Determinación del contenido de pectina en la muestra:

Se adicionaron 12mL de solución de ácido bórico con ácido sulfúrico concentrado y 2mL de muestra en un tubo de ensayo de 25mL de capacidad, dejándose en reposo durante 15 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente las muestras se colocaron en baño de María durante 30 minutos, enfriándose luego



durante 30 segundos en baño de hielo. Finalmente se adicionó 1mL de Carbazol a cada muestra, se dejó en reposo durante 25 minutos a temperatura ambiente para la formación de color. Se determinó la absorbancia de cada una de las muestras con un Spectronic 20 a una longitud de onda de 520 nm.

Curva estándar de calibración para el ácido anhidrogalacturónico (AAG):

Para la curva patrón se pesaron 120,5 mg de ácido anhidrogalacturónico monohidratado previamente secado en estufa de ventilación forzada a 30°C durante 5 horas; el cual se colocó en un balón aforado de 1L. Se adicionaron 0,5 mL de NaOH 1N y 800mL de agua destilada, se agitó con agitador magnético durante 15 minutos y se llevó a aforo. (Barazarte *et al.*, 2007). La solución patrón se dejó en reposo durante 12 horas y se midieron alícuotas de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ml. Cada alícuota se llevó a aforo con agua destilada en un balón aforado de 100 mL y se dejó en reposo hasta la formación de color. Se determinó la absorbancia con un

Spectronic 20 a una longitud de onda de 520 nm.

Determinación de Proteínas

Para la determinación de proteínas se aplicó el método COVENIN N° 1195-1980. Los resultados obtenidos fueron expresados como porcentaje de nitrógeno por cada 100g de muestra, tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\% N = V_{\text{gastado}} \times N \times 1,4 / P \text{ muestra}$$

Donde:

V: es el volumen gastado de HCl 0,1N.

N: es la normalidad del reactivo (0,05g Na₂CO₃ y 10ml HCl).

P: es el peso de la muestra en gramos.

Determinación de Fibra Cruda

Para la determinación de fibra cruda se empleó el método de Weende con el equipo DOSI-FIBER modelo 4000623 6 plazas, y se siguió el siguiente procedimiento:

Se colocaron los crisoles porosos en la estufa por 1 hora. Luego se sacaron de la estufa y se colocaron en un desecador por



15 minutos. Se pesó 1 gramo de muestra en los crisoles porosos y se colocaron en la gradilla porta-crisol, la cual se introdujo en el equipo DOSI-FIBER modelo 4000623 6 plazas. Se debe verificar que la válvula esté en posición "cerrada". Se accionó el interruptor principal "POWER", mientras que el potenciómetro debe estar en OFF. Se levantó la tapa superior del equipo y se adicionó 150mL de ácido sulfúrico 0,128M caliente en cada columna y 4 gotas de antiespumante. Se abrió el grifo de entrada de agua refrigerante y la resistencia calefactora (90°C). Se dejó en ebullición y se disminuyó la temperatura a 30°C. Se encendió la bomba de aire en posición "SOPLAR" por media hora. Se activó el circuito de vacío y los mandos de la válvula en posición "ABSORBER". Se realizaron los lavados con agua destilada 3 veces. Se realizó el procedimiento nuevamente utilizando KOH 0,223M. Se colocaron las muestras en la estufa a 150°C durante una hora y luego en el desecador durante 15 minutos. Luego se procedió al pesaje de las muestras en la balanza analítica. Se incineraron las muestras en la mufla a

una temperatura de 500°C, durante 3 horas y luego se colocaron durante 15 minutos en el desecador. Se pesaron las muestras nuevamente en la balanza analítica y se procedió al cálculo del porcentaje de fibra extraída de la siguiente manera:

$$\% \text{ fibra} = (W_1 - W_2) \times 100 / W_0$$

Donde:

W_0 : es el peso de la muestra en gramos.

W_1 : es el peso en gramos de la muestra desecada.

W_2 : es el peso en gramos de la muestra incinerada.

Determinación de azúcares reductores y azúcares reductores totales

Para la determinación de este parámetro se aplicó el método de Lane y Eynon (Martín, E. y Rodríguez, B., 1980).

Los resultados son expresados como porcentaje de azúcares reductores en unidades físicas (% p/p), tal como se indica en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Azúcar reductor} = \text{Peso glucosa en muestra (g)} \times 100 / \text{Peso muestra (g)}$$



Análisis Estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos en la caracterización físico-química de la pulpa del fruto de la especie *Opuntia elatior* Miller, se empleó

| Variables Físicas | Promedio |
|-------------------|-----------|
| BTF (g) | 35,12±7,7 |
| BPC (g) | 12,50±3,1 |
| BE (g) | 3,60±0,9 |
| BM(g) | 15,18±4,3 |
| BS (g) | 3,83±1,1 |
| DP (mm) | 41,78±3,8 |
| DE (mm) | 37,30±3,1 |
| REN. (mm) | 35,04±5,4 |

estadística descriptiva (promedios y desviación estándar), haciendo uso del programa Microsoft EXCEL.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 3, se muestran gráficamente los valores porcentuales de las proporciones del fruto. El rendimiento total de la pulpa es de 35 %, un valor más bajo al obtenido por Chaparro *et al.* (2013) en su estudio realizado para el

fruto de la tuna morada española, donde reporta 41,6%, y por Moreno *et al.* (2008), cuyo valor obtenido para la especie *Opuntia elatior* es de 41,7 %.

La biomasa fresca total y tamaño del fruto según la norma NMX-FF-030-SCFI (2006), se clasifican como frutos pequeños. Ver cuadro 1.

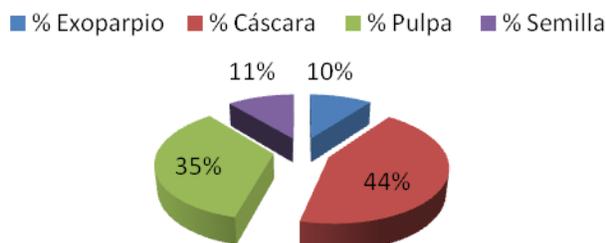
Figura 3. Proporciones de las partes del fruto de *Opuntia elatior*.

Cuadro 1. Características físicas del fruto de *Opuntia elatior*

En cuanto a la caracterización físico-química de la pulpa del fruto de la especie *Opuntia elatior* Miller, los resultados se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características Físico-química de la pulpa de fruto de la especie *Opuntia elatior*.

Opuntia elatior





Sobre la base de los resultados obtenidos se observa una humedad ligeramente mayor a 88,17% señalado por Moreno *et al.* (2008) para la especie *Opuntia elatior*. Sin embargo, según Villabona *et al.* (2013) en relación con el estudio realizado a la especie *Opuntia ficus-indica*, el valor es similar a 90,23%. Esto indica que la pulpa tiene un alto contenido de agua, lo que la hace susceptible al deterioro, por tanto es necesaria su conservación para su utilización como materia prima. En cuanto a la acidez el valor obtenido es inferior a los valores reportados por Moreno *et al.* (2008) y Lozada (2007), los cuales señalan 0,04% y 0,05% para las especies *Opuntia elatior* y *Opuntia amyclaea*, respectivamente.

El pH es ligeramente inferior a los valores obtenidos por Ochoa *et al.* (2013) y Lozada (2007), quienes señalan 5,37 y 5,35 para las especies *Opuntia albicarpa* y *Opuntia amyclaea*, respectivamente. Sin embargo, según Villabona *et al.* (2013) para la especie *Opuntia ficus-indica* el pH es de 4,42. Los valores

| Variables | Promedio |
|---|--------------|
| Humedad (%) | 90,537±0,281 |
| Acidez (g ácido cítrico/100g) | 0,0165±0,001 |
| pH | 5,152±0,258 |
| Sólidos Solubles Totales (°Brix) | 10,183±0,674 |
| Pectina (%) | 0,144±0,004 |
| Proteínas (%) | 0,866±0,005 |
| Fibra Cruda (%) | 2,272±0,016 |
| Azúcares Reductores (%) | 2,128±0,035 |
| Azúcares Totales (%) | 6,220±0,095 |

obtenidos sugieren que la pulpa es de baja acidez, por lo tanto es necesario controlar la actividad enzimática y el desarrollo microbiano, con el fin de conservar la pulpa por largos períodos de tiempo antes de ser procesada.

Para el contenido de pectina el valor es superior al obtenido por Moreno *et al.* (2008), quien reporta 0,12g de ácido anhidrogalacturónico por cada 100g de pulpa fresca. Con base en estos resultados, la pulpa del fruto presenta un bajo contenido de pectinas, sin embargo, su capacidad de gelificación nos indica que puede ser utilizado para la elaboración de jugos, jaleas, compotas y mermeladas.



El valor obtenido para sólidos solubles totales es ligeramente inferior al reportado por Moreno *et al.* (2008) y Ochoa *et al.* (2013), quienes para las especies *Opuntia elatior* y *Opuntia albicarpa*, señalan un valor de 11°Brix y 13,5°Brix respectivamente. El contenido de azúcares reductores está dentro del rango de 2-6% reportado por Lozada (2007), y en cuanto a los azúcares totales se observa un valor inferior al señalado por Terán (2015), quien para la especie *Opuntia ficus-indica*, reporta 9,28% de azúcares reductores. La identificación de azúcares es útil al momento de evaluar la calidad de la pulpa, los resultados obtenidos indican que la pulpa tiene un sabor ligeramente dulce, su poder edulcorante se debe a la presencia de glucosa y fructosa, lo que es útil para la obtención de licores.

En cuanto al contenido de proteínas los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de 0,5 a 1% señalado por Lozada (2007), valores muy similares a los obtenidos por Kiesling (2009) y Moreno *et al.* (2008), quienes reportan 0,5% y 0,83% respectivamente. Por

tratarse de un fruto el contenido proteico de la pulpa es relativamente alto. Para la fibra cruda el resultado obtenido es muy similar al señalado por Moreno *et al.* (2008) quien reporta un valor de 2,83%. Ambos parámetros indican que la pulpa tiene alto valor nutritivo, por lo que se sugiere su utilización para consumo fresco, como parte de una dieta saludable. (Sáenz *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos se determinó que las características físico-químicas de la pulpa del fruto de la especie *Opuntia elatior* Miller, en cuanto a su contenido de agua, proteínas, SST, pectina y azúcares; presentan un comportamiento similar a los frutos que comúnmente son empleados en la agroindustria para la elaboración de productos, tales como jaleas, mermeladas, compotas, licores, jugos y néctares, por lo tanto se recomienda su utilización para la elaboración de dichos productos.

Así mismo, la pulpa destaca por su alto valor nutritivo; según el INN el principal aporte de fibra en la dieta diaria viene



dado por la ingesta de frutas y vegetales, para lo cual se requiere un consumo mínimo de fibra de 20g/día, en este sentido se recomienda su uso para el consumo fresco.

Su rendimiento y disponibilidad durante casi todo el año sugieren además que puede ser empleada como materia prima para la producción de confituras, salsas mayonesas y productos fermentados, por lo tanto se recomienda la realización de nuevos estudios para lograr un mejor aprovechamiento de la tuna como recurso poco explotado en nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación por el financiamiento del proyecto N° 201100614 y al CDCHT-UCLA por la gestión Administrativa.

REFERENCIAS

Anaya, M. (2010). *Historia del uso de Opuntia como forraje en México.*

Universidad Autónoma de Chapingo, México. Aquí un solo autor. Chequea

Barazarte, H., García, T., Garrido, E., Pérez, H. y Terán, Y. (Abril, 2010). *Evaluación de dos métodos colorimétricos para cuantificar sustancias pécticas en parchita (pasiflora edulis).* Bioagro 22(2):163-166.

Barazarte, H., García, T., Durán, L., Chaparro, L. y Gamez, J. (Enero, 2007). *Evaluación de la exactitud y precisión de los métodos M-Hidroxifenilfenol y Carbazol aplicados en la cuantificación de sustancias pécticas.* Revista Agrollania. Vol. 4 (53-62).

Chaparro L., Terán, Y., D'Aubeterre, R., Barazarte, H., y Ulacio, K. (Enero, 2013). *Evaluación de las características físicas del fruto de tuna española del Municipio Morán del Estado Lara Venezuela. Un enfoque Multivariado.* Revista Agrollania. Vol. 10 (25-30).

Chasquibol, N. (2008). *Extracción y caracterización de pectinas*



- obtenidas a partir de frutos de la biodiversidad peruana. Revista Ingeniería Industrial N°26: 175-199.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), 1977. *Determinación de Acidez titulable*. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), 1979. *Determinación del pH. Determinación de Cenizas*. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), 1980. *Determinación de Humedad. Determinación de Proteínas*. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), 1983. *Determinación de Sólidos Solubles*. Fondonorma. Caracas, Venezuela.
- García, B. (2013). *Mucílago de Nopal (Opuntia spp.) sobre las propiedades micromorfológicas y estructurales del suelo en trigo*. [En línea]. Disponible: http://www.biblio.colpos.mx:8080/x/mlui/bitstream/10521/1969/3/Garcia_Favela_B_DC_Edafologia_2013.pdf.
- Instituto Nacional de Nutrición (INN), 2000. Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Caracas, Venezuela.
- Instituto Nacional de Nutrición (INN), 2000. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Caracas, Venezuela.
- Kiesling, R. (2009). *Origen, domesticación y distribución de Opuntia ficus-indica*. Instituto de Botánica Darwinion. San Isidro, Argentina.
- Lavin, A y Kuni, M. (2004). *Frutales: especies con potencial en el Secano Interior*. Boletín INIA N°120 (pp 105-116). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile.
- Lozada, M. (2007). *Extracción y caracterización reológica de polisacáridos tipo pectina de la cáscara de la tuna (Opuntia spp.)*. Universidad Autónoma de Hidalgo, México.



- Martín, E. y Rodríguez, B. (1980). *Análisis de alimentos*. Organización de Bienestar Estudiantil Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp. 139.
- Morales, D. (2010). *Desarrollo y evaluación de una mermelada de fresa (fragaria vesca L.) como ingrediente para el yogurt de fresa de la planta de Lácteos de Zamorano*, Zamorano, Honduras.
- Moreno, M.J., García, D., Belén, D., Medina, C. y Muñoz, N. (2008). *Análisis bromatológico de la tuna Opuntia elatior Miller (Cactaceae)*. Revista Facultad Agronomía (LUZ) 25:68-80.
- Nazareno, M. y Padrón C. (Enero, 2001). *Nuevas tecnologías desarrolladas para el aprovechamiento de las cactáceas en la elaboración de alimentos. Componentes Funcionales y propiedades antioxidantes*. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2(1): 202-238.
- Norma NMX-FF-030-SCFI. (2006). *Productos alimenticios no industrializados para uso humano – Fruta fresca- Tuna (Opuntia spp.)*. pp 8-9. México.
- Ochoa, C. y Guerrero, J. (2013). *Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre las características de calidad de Tuna Blanca Villanueva (Opuntia albicarpa)*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Vol. 14 (2), 149-161.
- Sáenz, C., Berger, H., Corrales, G., Galletti, L., García, V., Higuera, I., et al. (2006). *Utilización agroindustrial del nopal*. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, 162, 35-46.
- Selecta (1999). *Determinación de la fibra bruta por el método de Weende*. Manual de instrucciones código 80055. pp. 12. Barcelona. España.
- Terán, Y., Navas, D., Petit, D., Garrido, E. y D'Aubeterre, R. (2015). *Análisis de las características físico-químicas del fruto de Opuntia ficus-indica (L.) Miller, cosechados en Lara*



Venezuela. Revista
Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha. Vol. 16 (1).

Villabona, A., Paz, I. y Martínez, J.
(Julio, 2013). *Caracterización de la
Opuntia ficus-indica para su uso
como coagulante natural*. Revista
Colomb. Biotecnol. Vol XV. N°1.
(137-144).