

## Quantificação físicoquímica em gorro turco [*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg - Cactaceae]

NUNES, E.N.<sup>1</sup>; LEMOS, D.M.<sup>1</sup>; SILVA, S.F.<sup>1</sup>; ROCHA, A.P.T.<sup>1</sup>; LUCENA, C.M.<sup>2</sup>; MEIADO, M.V.<sup>3</sup>; LUCENA, R.F.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande, CEP: 58429-900, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Paraíba – UFCG, Brasil. <sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco, João Pessoa - PB, 58051-900, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Campos João Pessoa, Paraíba, Brasil. <sup>3</sup>Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho, Bloco D, Av. Vereador Olímpio Grande, S/N, Centro, CEP: 49.500-000 - Itabaiana, Sergipe, Brasil. \*Autor para correspondência: ernanenn@gmail.com

**RESUMO: Quantificação Fitoquímica da coroa-de-frade [*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg - Cactaceae].** No Nordeste do Brasil é bastante comum e variado o uso da coroa-de-frade (*Melocactus* spp.). Assim, o objetivo deste estudo foi realizar diversas análises em cladódios de coroa-de-frade [*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg], para que possamos compreender as razões destes usos. Os cladódios foram coletados na cidade de Campina Grande e levados ao Laboratório de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, onde foram feitas as seguintes análises: peso, altura, diâmetro, cor, umidade, acidez, pH, ácido ascórbico, carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos, tanto na epiderme quanto no parênquima aquífero. Os resultados mostraram que a epiderme tem uma acidez elevada e mais ácido ascórbico, e um pH mais baixo em comparação com o parênquima aquífero. O conteúdo de carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos, foram diferentes nas partes estudadas. A epiderme apresentou sempre maiores quantidades de carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos em relação ao parênquima aquífero, nas três plantas estudadas, indicando que a maior parte da defesa da planta acontece neste tecido. Mais estudos são necessários com técnicas mais precisas, para identificar os componentes bioativos desta espécie.

**Palavras chave:** Cactaceae; Parênquima aquífero; Compostos fenólicos

**ABSTRACT: Quantification Physicochemical in Melon Cactus [*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg - Cactaceae].** In Northeast Brazil, the use of melon cactus (*Melocactus* spp.) is quite common and varied. Thus, the present study aimed to perform various analyzes in cladodes of melon cactus [*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg], to understand the reasons for the use of this species. The cladodes were collected in the city of Campina Grande and taken to the Food Engineering Laboratory of the Federal University of Campina Grande, where we performed the following analyses: mass, height, diameter, color, moisture, acidity, pH, ascorbic acid, carotenoids, flavonoids and phenolic compounds, both in the epidermis and in the aquifer parenchyma. The results showed that the epidermis has a higher acidity, ascorbic acid content and lower pH compared to the aquifer parenchyma. The contents of carotenoids, flavonoids and phenolic compounds, were different from the both parts analyzed. The epidermis always had greater quantities of carotenoids, flavonoids and phenolic compounds than the aquifer parenchyma for the three plants, showing that most of the plant defense takes place in this tissue. Further studies, with more accurate techniques, are needed to identify the bioactive components of this species.

**Keywords:** Cactaceae; Parenchyma aquifer; Phenolic compounds

## INTRODUCCIÓN

Las especies de cactus tuvieron su origen en América del Norte, Centro y Sudamérica y se encuentran ampliamente distribuidas desde zonas costeras, a través de las montañas y las selvas tropicales y es completamente adaptables a nuevos entornos (Taylor & Zappi, 2004; Luders & McMahon, 2006; Ortega-Baes et al 2015).

En regiones semiáridas son encontradas especies como el gorro turco (*Melocactus* spp.) también conocido por “corona-de-frade”, que se identifican fácilmente con características únicas, siendo estos nombres vernáculos atribuidos a varias especies (Fabricante et al., 2010; Nano, 2011). Estos cactus son cladodios en forma globosa, costillas bien acentuadas, numerosas espinas marrones que se cruzan, y una estructura de color roja en la parte superior del cladodio, conocido por cefalio, que es responsable por su crecimiento y para contener su yema apical (Nano, 2011; Gorelick, 2014). El gorro turco utilizado en este estudio [*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg] se encuentra estrictamente en el Noreste de Brasil y es la especie que presenta la mayor distribución geográfica del género, se encuentran en zonas de *Caatinga* y *Cerrado* (Taylor & Zappi, 2004; Garden, 2014).

Últimamente, los estudios etnobotánicos han registrado los conocimientos tradicionales de las comunidades locales del interior del Noreste de Brasil, con respecto a diferentes usos del gorro turco, en su mayoría de las especies del género *Melocactus*, son utilizadas en la alimentación humana (fruto *in natura*) (Lucena et al, 2012a), en la alimentación animal (el individuo es quemado para eliminar las espinas) (Lucena et al, 2012b), en el uso veterinario (tratamiento de la gripe de los pollos) (Lucena et al, 2012a), en el uso mágico religioso (plantado en jardines para quitar el mal de ojo), en el uso ornamental (plantado en jardines) (Lucena et al, 2013), como bioindicadora de los fenómenos naturales (la floración es señal de lluvia) (Lucena et al, 2012a) y en el tratamiento de varias enfermedades como bronquitis, tos, debilidad física (Alves & Nascimento, 2010) ameba, catarro (Lucena et al, 2014), gripe, problemas de riñón (Lucena et al, 2012b), dolor de garganta y problema pulmonar (Lucena et al, 2012a). Otros estudios, con enfoque farmacológico, se llevaron a cabo, con el objetivo de la identificación y cuantificación de compuestos bioactivos, que están en la epidermis, en el parénquima acuifero de los cladodios y en las frutas, de las más diversas especies de cactáceas (Livrea & Tesoriere, 2006; Morales et al., 2009; Kim et al. 2014).

Estos compuestos se denominan así, porque pueden desempeñar varias funciones bioactivas en beneficio de la salud humana, siendo

vitaminas y metabolitos especiales, como pigmento y compuestos fenólicos (Carratu & Sanzini, 2005; Ruiz, 2006; Pereira, 2011).

Basado en este contexto, el presente estudio tiene como objetivo llevar a cabo pruebas físicas, fisicoquímicas y de algunos compuestos bioactivos en gorro turco (*M. zehntneri*), en su epidermis y parénquima acuifero, para cuantificar sus sustancias con el fin de encontrar posibles respuestas para su uso popular en el tratamiento de enfermedades y proponer más estudios que puedan ser utilizados en otras áreas de la ciencia, en un futuro próximo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

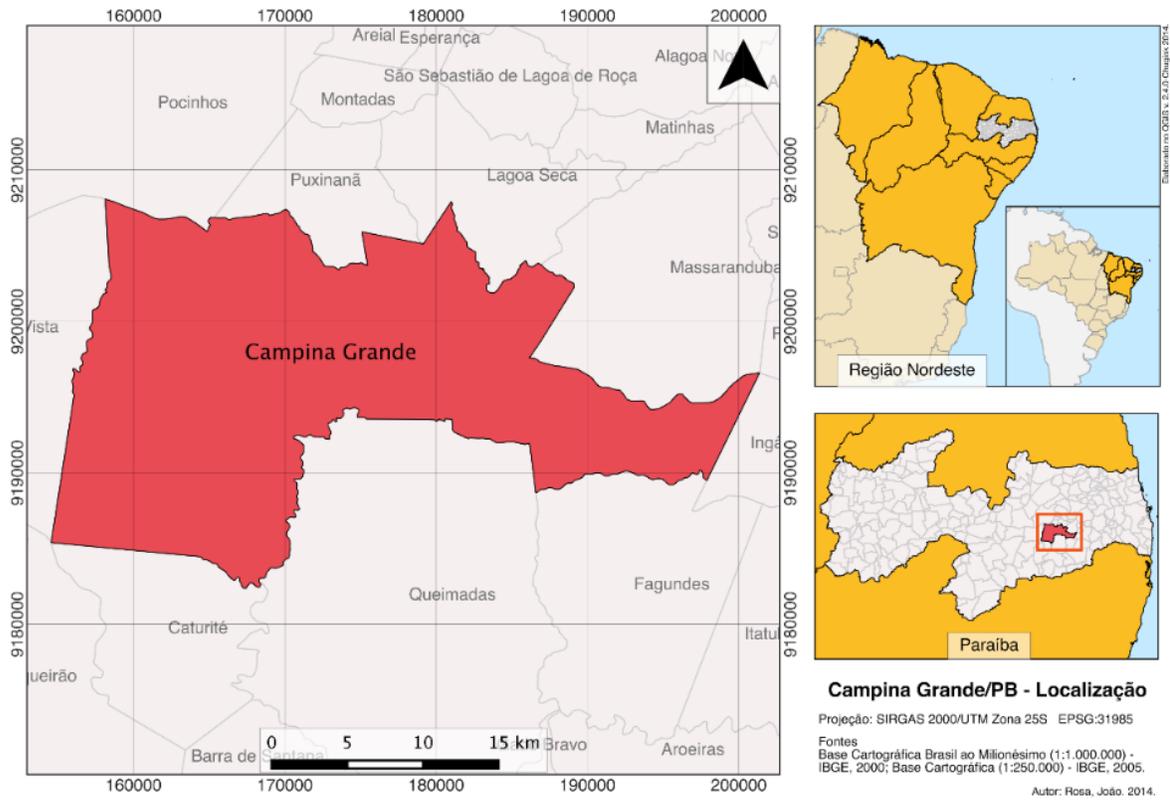
### Caracterización del área de la recolección

La ciudad de Campina Grande se encuentra en la meso región del agreste de Paraíba, Noreste de Brasil, en la parte oriental de la meseta de la Borborema (Figura 1), 555 metros de altitud, con una superficie de 594,18 km<sup>2</sup>, con una población de 402.912 personas, cerca de 133 km de la capital del Estado, João Pessoa (IBGE, 2014). Por pertenecer al agreste paraibano presenta una variada vegetación de especies de árboles, palmeras, cactus y bromelias, además especies como el juazeiro [*Ziziphus joazeiro* (Mart.) – Rhamnaceae] (Duque, 2004).

Según la clasificación de Köppen, Campina Grande presenta el tipo de clima 'Bsh', clima de las estepas calientes de baja latitud y altitud (Peel et al., 2007), con lluvias concentradas entre los meses de marzo a julio y con promedio anual en los últimos cinco años de aproximadamente 775 mm (AESAs, 2014).

### Recolección, preparación de muestras y análisis

Los cladodios de *M. zehntneri* fueron recogidos en la Universidad Federal de Campina Grande, en la ciudad de Campina Grande, en las coordenadas geográficas: 7°12'47,67”S y 35°54'21,77”O en el mes de enero de 2015. Tres individuos fueron recogidos en una caja de poliestireno y transportados al Laboratorio de Química de Alimentos, en el Departamento de Ingeniería de Alimentos de la UFCG, donde fueron debidamente lavados en agua corriente para eliminar la suciedad gruesa (principalmente tierra montada en las raíces). Posteriormente, se retiraron las espinas usándose alicates, con el máximo cuidado para evitar dañar la epidermis (Figura 2). Después del retiro de las espinas, los cladodios otra vez fueron lavados con una esponja para eliminar toda la suciedad que se quedó.



**FIGURA 1.** Localização geográfica da cidade de Campina Grande, Paraíba, Nordeste de Brasil, donde se recolectaron las plantas de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg.



**FIGURA 2.** Cladodios de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg, antes y después del retiro de las espinas.

Entonces, los análisis que se llevaron a cabo fueron con las características físicas, químicas y fisicoquímicas: masa (g), con la ayuda de una balanza semianalítica, altura y diámetro (cm), usando una cinta métrica. Más tarde los cladodios fueron cortados por la mitad, usándose cuchillos, separados y desechado el cefalio. Después se realizaron los análisis de la coloración de la epidermis y parénquima acuífero con un colorímetro digital de los parámetros \*L, \*a e \*b.

Al final de los pasos anteriores, la epidermis fue separada del parénquima acuífero, y ambos fueron procesados separadamente, utilizando un multiprocesador. En este paso se realizaron análisis con pH en el medidor digital, acidez titulable total con NaOH 0,1N (% ácido málico), ácido ascórbico ( $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (AOAC modificado por Benassi & Antunes, 1988) y el contenido de agua por el método del invernadero con circulación de aire forzado a 105°C para adquirir un peso constante. Entonces se condujo la preparación de las soluciones extractoras de acuerdo con la metodología abajo, siempre protegidos de la luz.

Se realizaron análisis espectrofotométricas de carotenoides de acuerdo con Higby (1962), en la presencia de alcohol isopropílico y hexano (3:1), con lectura en  $\lambda=374$  nm expresos en  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , flavonoides ( $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) en la presencia de una solución de etanol-HCl (85:15), con lectura en  $\lambda=374$  nm (Francis 1982) y fenoles totales ( $\text{mgGAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), en solución de metanol 50% y acetona 70%, con lectura en  $\lambda=700$  nm, utilizando ácido gálico como estándar (Larrauri et al, 1997), tanto de la epidermis, como del parénquima acuífero, las muestras fueran identificadas y almacenadas en frascos de color ámbar para evitar la degradación.

### Análisis de datos

Las variables de estudio fueron analizadas estadísticamente en el Software ASISTAT® (Silva & Azevedo, 2009), la comparación entre el contenido promedio de acuífero y parénquima de la epidermis de cada planta, mediante el análisis de varianza con la comparación entre las medias por el Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Todos los análisis se realizaron por triplicado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Varios estudios han abordado la germinación, fenología, morfología, dispersión y las más diversas características del cactus del género *Melocactus* (Lone et al, 2007; Guerrero, 2009; Casado & Soriano, 2010), sin embargo, las investigaciones sobre sus componentes fisicoquímicos y químicos, son todavía muy restringidas y se están llevando a cabo en otros géneros de cactus (Kim et al, 2014), principalmente

en especies domesticadas, que presentan un mayor interés económico, donde tenemos como ejemplo la pitaya (*Hylocereus* spp.) (Nunes et al, 2014) y en cladodios del género *Opuntia* (Ginestra et al, 2009; Sánchez et al, 2014), especie que las personas tienen el costumbre de comer el cladodio. Esta falta de interés económico en especies del género *Melocactus*, pueden cambiar con el desarrollo de los estudios etnobotánicos, reportando los más diversos usos en la medicina de los pueblos tradicionales (Alves & Nascimento, 2010; Lucena et al, 2013; Lucena et al, 2014) en colaboración con los estudios farmacológicos y la estandarización de las técnicas y metodologías utilizadas en estos análisis.

En los gorros turcos (*M. zehntneri*) evaluados en este estudio fueron encontrados para los parámetros físicos, los valores de 2.298,4 g, con altura de 18,2 cm y el diámetro de 57 cm (Tabla 1). Estos resultados demuestran la homogeneidad de los cladodios de las especies estudiadas y, según Romão et al. (2007), los individuos pueden ser considerados plantas adultas, porque presentan cefalio desarrollado, sin embargo están fuera de los límites de diámetro en comparación con otras investigaciones, que caracterizaran otras especies de *Melocactus*, con valores de altura, que van desde 10 a 20 cm y que van desde 15 a 25 cm de diámetro (Guerrero, 2009; Casado & Soriano, 2010), muy inferiores a los encontrados en este parámetro, en este estudio.

En relación con el contenido de humedad, la epidermis tiene un valor promedio de 85,44% y el parénquima acuífero 94,84%. Silva et al. (2005), evaluando las propiedades físicas en gorro turco (*M. zehntneri*), recogidos en el municipio de Boqueirão, también en Paraíba, Noreste de Brasil, reportaron valores de parénquima acuífero de 94,97% y 91,67% a la epidermis. Branco (2011), menciona valor de 93,3% para cladodios de *Cereus hildmaniannus* K. Schum, recogidos en Santa Catarina, Sur de Brasil. Gusmão (2011), evaluando la viabilidad de la producción de harina de cladodios de *Opuntia ficus-indica* L. (Mill.), informó valor de 95,40%, para cactus recogidos en la ciudad de Princesa Isabel, Paraíba, también en el Noreste de Brasil. Debido a este alto contenido de agua, las cactáceas son comúnmente utilizadas en la alimentación de los animales de las regiones semiáridas del Nordeste de Brasil (Lucena et al. 2012b; Lucena et al. 2013).

Para la variable coloración, nos damos cuenta que en los parámetros L, a y b, el color verde de la epidermis presenta matiz más oscuro que el parénquima acuífero de color blanco amarillento (Tabla 1). En una escala de color uniforme, las diferencias entre los puntos en espacio de color corresponden a diferencias visuales entre colores. El espacio de color está organizado en forma de cubo,

**TABLA 1.** Análisis fisicoquímicos y físicos en cladodios de gorro turco [*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg – Cactaceae] recogidos en el municipio de Campina Grande, Paraíba, Noreste del Brasil.

Amuestras	Massa	Altura	Diámetro	Humedad	Color L	Color a	Color b	pH	ATT
<b>Planta I</b>									
Epidermis	1.540	12,8	55	86,22 <sup>b</sup>	36,79 <sup>b</sup>	-4,09 <sup>a</sup>	13,60 <sup>a</sup>	4,35 <sup>b</sup>	0,32 <sup>a</sup>
Par. Acuífero				95,70 <sup>a</sup>	53,15 <sup>a</sup>	-2,80 <sup>b</sup>	9,73 <sup>b</sup>	4,60 <sup>a</sup>	0,19 <sup>b</sup>
<b>Planta II</b>									
Epidermis	2.357,6	23,0	60	83,73 <sup>b</sup>	36,46 <sup>b</sup>	-5,07 <sup>a</sup>	17,54 <sup>a</sup>	4,53 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>
Par. Acuífero				94,60 <sup>a</sup>	62,84 <sup>a</sup>	-4,85 <sup>a</sup>	12,37 <sup>b</sup>	4,86 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>
<b>Planta III</b>									
Epidermis	2.997,6	19,0	56	86,36 <sup>b</sup>	40,76 <sup>b</sup>	-5,29 <sup>a</sup>	17,68 <sup>a</sup>	4,48 <sup>b</sup>	0,26 <sup>a</sup>
Par. Acuífero				94,21 <sup>a</sup>	58,90 <sup>a</sup>	-3,24 <sup>b</sup>	10,66 <sup>b</sup>	4,81 <sup>a</sup>	0,12 <sup>b</sup>

Massa (gramas); Altura (centímetros); Diámetro (centímetros); Humedad (% agua); ATT: acidez titulable total (% ácido málico). Teste de Tukey (P<0,05), medias seguidas de misma letra, no se diferirán estadísticamente entre sí.

donde el eje L tiene un valor que oscila entre 0 y 100, el cual representa un difusor perfectamente reflejado, puesto que a y b son ejes que no tienen límites numéricos específicos, siendo (+) correspondiente al color rojo y (-) el verde. Para un b (+) tenemos el color amarillo y b (-) azul (Nunes, 2014). Un hecho que llamó la atención durante este estudio, fue la no percepción del oscurecimiento enzimático a exponer la parte interna del parénquima acuífero a acción del oxígeno, siendo necesarios estudios enzimáticos para entender tal comportamiento en esta especie.

Para el pH, se encontraron valores promedio 4,75 en el parénquima acuífero y 4,45 en la epidermis. Resultados similares para la misma especie, fueron mencionados por Silva et al. (2005), con pH 4,79 en el parénquima acuífero y 4,49 a la epidermis, donde en ambos estudios podemos observar que la epidermis presenta una ligera tendencia de pH más ácido, con respecto a este hecho, parénquima acuífero que se relaciona directamente con la acidez titulable, donde en este estudio se encontró que los valores promedio 0,15 (% ácido málico) al parénquima acuífero y 0,26 (% ácido málico) en la epidermis. Estos resultados, que una vez más, se parecen a los de Silva et al. (2005), informan los valores de aproximadamente 0,18 (% ácido cítrico) al parénquima acuífero y 0,34 (% ácido cítrico) en la epidermis.

Las tendencias observadas para pH y por consiguiente a la acidez en ambas obras fueron las mismas, menor pH y mayor acidez en la epidermis en lo que respecta al parénquima acuífero. Esta situación puede ser contestada, porque el gorro turco por ser una planta CAM, es decir, realiza el metabolismo ácido de las crasuláceas, donde estas plantas almacenan CO<sub>2</sub> en sus cloroplastos durante la noche, para fotosíntesis durante el día, siendo el almacenamiento en la forma de ácido málico (por lo tanto que la acidez fue expresada en % ácido málico) y debido a la recolección hacerse por la mañana,

cuando los cloroplastos de las plantas tienen niveles más altos de ácido málico, el pH de la epidermis se presenta bajo y en consecuencia, aumenta su grado de acidez (Marengo & Lopes, 2011).

En la tabla 2, podemos verificar los niveles de ácido ascórbico, carotenoides, flavonoides y fenoles totales en la epidermis y parénquima acuífero del gorro turco. Perez-Jimenez et al. (2008), tratando de estandarizar los análisis de estos componentes en varios vehículos, refuerzan la dificultad de comparar los resultados obtenidos, porque hay muchos factores que actúan en su cuantificación, siendo el género, especie, etapas de maduración, planta de edad y los métodos utilizados en la extracción y cuantificación.

Valores promedio de ácido ascórbico 0,30 mg.100g<sup>-1</sup>, en el parénquima acuífero y 0,88 mg.100g<sup>-1</sup>, en la epidermis, fueron encontrados en este estudio. Silva et al. (2005), reportaron valores de 0,16 mg.100g<sup>-1</sup>, al parénquima acuífero y 0,65 mg.100g<sup>-1</sup>, en la epidermis, resultados diferentes, pero con la misma tendencia, la epidermis produce mayores niveles de ácido ascórbico. Medina-Torres et al. (2011), encontraron valores de 0,20 mg.100g<sup>-1</sup>, para cladodios de *Opuntia ficus-indica*. Esta diferencia podría haber ocurrido en virtud de las muestras han sido recogidas en las zonas con diferentes características de suelo y clima y por lo tanto material genético también mostrando diferencias.

De acuerdo con los resultados de este estudio y los que se usan para la comparación, Vaillant et al. (2005), afirman que la mayoría de las cactáceas son pobres en ácido ascórbico, con valores que no excedan 1,1 mg.100g<sup>-1</sup>. Ácido ascórbico es una vitamina soluble en agua, cuya ingesta diaria por los seres humanos es necesaria, puesto que el cuerpo humano es incapaz de sintetizarlo, encontrándose abundante en frutas y verduras en fresco y en menor medida, en productos

**TABLA 2.** Compuestos bioactivos en cladodios de gorro turco [*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg – Cactaceae] recogidos en el municipio de Campina Grande, Paraíba.

Amuestras	Ácido ascórbico	Carotenoides	Flavonoides	Fenólicos totales
Planta I				
Epidermis	0,82 <sup>a</sup>	50,53 <sup>a</sup>	17,17 <sup>a</sup>	1,42 <sup>b</sup>
Par. Acuífero	0,35 <sup>b</sup>	20,84 <sup>b</sup>	4,47 <sup>b</sup>	2,77 <sup>a</sup>
Planta II				
Epidermis	0,94 <sup>a</sup>	45,64 <sup>a</sup>	16,03 <sup>a</sup>	3,57 <sup>a</sup>
Par. Acuífero	0,28 <sup>b</sup>	29,84 <sup>b</sup>	2,85 <sup>b</sup>	0,92 <sup>b</sup>
Planta III				
Epidermis	0,90 <sup>a</sup>	50,54 <sup>a</sup>	14,77 <sup>a</sup>	2,44 <sup>a</sup>
Par. Acuífero	0,29 <sup>b</sup>	26,25 <sup>b</sup>	3,48 <sup>b</sup>	1,44 <sup>b</sup>

Ácido ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>); Carotenoides (mg.100g<sup>-1</sup>); Flavonoides (mg.100g<sup>-1</sup>); Fenólicos totales (GAE mg.100g<sup>-1</sup>). Teste de Tukey (p<0,05), medias seguidas de misma letra, no se diferirán estadísticamente entre sí.

de carne y leche de vaca (Franke et al, 2004).

Ya carotenoides y flavonoides, en este estudio fueron detectados valores de 48,90 mg.100g<sup>-1</sup> para carotenoides, 15,99 mg.100g<sup>-1</sup> para flavonoides y 2,47 GAE mg.100g<sup>-1</sup> para fenólicos totales en la epidermis, y 25,64 mg.100g<sup>-1</sup>, para carotenoides, 3,60 mg.100g<sup>-1</sup> para flavonoides y 1,71 mgGAE.100g<sup>-1</sup> para fenólicos totales en el parénquima acuífero. Estos valores indican que los niveles de carotenoides, flavonoides y consecuentemente de fenoles totales en la epidermis, siempre son superiores en lo que respecta al parénquima acuífero, un hecho que puede ser respondido por la mayor necesidad de la epidermis defenderse principalmente de ataques de plagas, enfermedades y rayos de sol (Marengo & Lopes, 2011), por estar más expuesta a estos ataques do que el parénquima acuífero. A pesar de los valores sean bajos, los compuestos bioactivos ajen en pequeñas cantidades en los sistemas biológicos.

Medina-Torres et al. (2011), estudiaron compuestos bioactivos en cladodios de *Opuntia ficus-indica*, y presentaron valores de 116 mg.100g<sup>-1</sup> para carotenoides (principalmente alfa y betacarotenos), 2340 mg.100g<sup>-1</sup> para flavonoides (siendo principalmente quercetinas, kampferol y isorhamnetina) y 0,60 mgGAE.100g<sup>-1</sup> para fenólicos totales, siendo este resultado bastante inferior a los encontrados en este estudio. Entretanto Cuchillo et al. (2013), evaluando también flavonoides en cladodios de las plantas del género *Opuntia*, usando tres diferentes reactivos, informaron los valores de 5,83 mg.100g<sup>-1</sup> para galocatequina, 0,01 mg.100g<sup>-1</sup>, utilizando catequina y 0,66 mg.100g<sup>-1</sup> para epicatequina. Todos estos resultados demuestran la necesidad de estudios que puedan detallar cuáles son los compuestos predominantes en *M. zehntneri* y en otras cactáceas y las metodologías de confianza, bien como la diferencia de estas cantidades entre las especies y en el momento de la recolecta de

estos materiales.

Estudios sobre los compuestos bioactivos en varios vehículos (Corral-Aguayo et al, 2008), se están realizando, sobre todo en especies pertenecientes a las regiones áridas, la lucha diaria contra las condiciones más adversas, tales como la falta de agua, la luz del sol excesiva, ataques de plagas y enfermedades (Cuchillo et al, 2013), tratando de encontrar elementos que naturalmente están presentes y pueden actuar directamente en los alimentos, que manifiesten las propiedades medicinales y dietéticas (Ginestra et al, 2009; Dehbi et al, 2013; Sánchez et al, 2014).

Los compuestos fenólicos se encuentran entre las clases más comunes de metabolitos secundarios, destacándose por su gran importancia en el sistema de defensa de la planta, donde la mayoría de los estudios relacionan estos compuestos con tensiones metabólicas tales como daño en la pared celular y exudados de raíces y semillas (Manach et al, 2004), pigmentos de flores y frutos, actuando sobre constitutiva protección contra plagas y enfermedades, funcionan como señales de que las moléculas actúan también como compuestos alelopáticos (Siqueira et al, 1991). Segundo Naczk & Shahidi (2004), los compuestos fenólicos de las plantas se dividen en categorías diferentes, tales como fenoles simples, ácidos fenólicos (derivados del ácido cinámicos y benzoicos), cumarinas, flavonoides, taninos y ligninas, que casi siempre están conectados al sistema de defensa de la planta.

La cuantificación de flavonoides, carotenoides y fenoles totales son difíciles de comparar entre la literatura especializada, porque están muy influenciados por factores tales como condiciones de genética, suelo y clima, además de las técnicas (principalmente en la preparación de extractos) y equipos (Perez-Jimenez et al, 2008). Pero dentro de estas variables, el más importante, es la necesidad de la planta en defensa de las más diversas adversidades (Melo et al, 2008; Taiz & Zeiger, 2009). Ginestra

et al. (2009) proporciona las bases para estudios farmacológicos de la especie *Opuntia ficus-indica*, caracterizando bioquímicamente los compuestos fenólicos, lo que debe ser realizado con cladodios de otras cactáceas, como por ejemplo el gorro turco, este interés, se puede despertar en los investigadores, con este trabajo.

## CONCLUSIÓN

La epidermis contiene mayor acidez, mayor contenido de ácido ascórbico y pH más bajo que el parénquima acuífero, indicando que la presencia de ácido ascórbico y ácido málico, presente en los cloroplastos, contribuye para esta diferencia entre las dichas partes. La epidermis tiene una menor cantidad de agua en relación el parénquima acuífero.

Los niveles de carotenoides, flavonoides y compuestos fenólicos, siempre fueran mayores en la epidermis y de cierta forma fueran bajos.

Se necesitan más estudios, dirigidos a la identificación de los componentes bioactivos en gorro turco (*M. zehntneri*), utilizando técnicas más precisas como la cromatografía, principalmente por el potencial farmacológico empírico de esta especie, que se utiliza en el Noreste de Brasil.

## REFERENCIAS

- AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Campina Grande**. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarAnosChuvvasAnuais>>. Acesso em: 04 de setembro de 2014.
- ALVES, J.J.A.; NASCIMENTO, S.S. do. Levantamento fitogeográfico das plantas medicinais nativas do Cariri Paraibano. **Revista Geografia Acadêmica**, v.4, n.2, p.73-85, 2010.
- BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.31, n.4, p.507-513, 1988.
- BRANCO, N.B.C. **Mucilagem do cladódio de *Cereus hildmaniannus* K. Schum: caracterização física, química e reológica**. 2011. 95f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente ative presenti negli alimenti di origine vegetable. **Ann Ist Super Sanità**, v.41 n.1, p.7-16, 2005.
- CASADO, B.R.; SORIANO, P.J. Fructificación, frugivoría y dispersión en el cactus globular *Melocactus schatzlii* en el enclave semiárido de Lagunillas, Mérida, Venezuela. **Ecotrópicos**, v. 1, n. 23, p.18-36, 2010.
- CORRAL-AGUAYO, R.D.; et al., Correlation between some nutritional components and the total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 10498–10504, 2008.
- CUCHILLO, H.M.; et al., Chemical composition, antioxidant activity and bioactive compounds of vegetation species ingested by goats on semiarid rangelands, **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 22, n. 2, p. 106-115, 2013.
- DEHBI, F.; et al., Bioactive constituents, antioxidant activity and in vitro cancer cell cytotoxicity of moroccan prickly pear (*Opuntia ficus indica* L.) juices, **Journal of Natural Sciences Research**, v. 3, n.14, p.12-20, 2013.
- DUQUE, J.G.O. **Nordeste e as lavouras xerófilas**. 4 Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004, 330p.
- FABRICANTE, J.R.; et al., Caracterização populacional de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg (Cactaceae) ocorrente em um inselbergue da Caatinga paraibana. **Biotemas**, v.1, n.23, p.61-67, 2010.
- FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed). **Anthocyanins as food colors**. p.181- 207, 1982.
- FRANKE, A.A.; et al., Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, n.1, p.1-35, 2004.
- GARDEN, MISSOURI BOTANICAL. ***Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb**. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/5106521>>. Acesso em: 03 de setembro de 2014.
- GINESTRA, G.; et al., Anatomical, chemical, and biochemical characterization of cladodes from prickly pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.1, n.57, p.10323-10330, 2009.
- GORELICK, R. Morphology and development of sunken terminal cephalium in *Discocactus* (Cactaceae). **Madroño**, v.61, n.2, p.194-200, 2014.
- GUERRERO, C.A.A. **Organogénesis directa de *Melocactus curvispinus* subsp. *dawsonii* (Bravo) N. P. Taylor, 1991 a partir de explantes de tallo, y germinación in vitro de *Mammillaria haageana* subsp. *elegans* D.R. Hunt**, 2009. 48f. Tese (Doutorado) - Curso de Cultivo in Vitro de espécies vegetales de importancia ornamental, medicinal y em peligro de extinción y su vinculación a procesos productivos, Universidad Veracruzana, Xalapa.
- GUSMÃO, R.P. de. **Avaliação dos aspectos bromatológicos envolvidos na obtenção de farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.)**. 2011. 66f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- HIGBY, W.K. A Simplified Method for Determination of Some Aspects of the Carotenoid Distribution in Natural and Carotene-Fortified Orange Juice. **Journal of Food Science**, v.27, n.1, p.42-49, 1962.
- IBGE CIDADES. **Campina Grande**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250400&search=paraiba|campina-grande>>. Acessado em: 04 de setembro de 2014.
- KIM, J.H.; et al., Enzyme-assisted extraction of cactus bioactive molecules under high hydrostatic pressure. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.5, n.94, p.850-856, 2014.
- LARRAURI, J.A.; et al., Effect of drying temperature on

- the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 209-215, 1997.
- LIVREA, M.A.; TESORIERE, L. Health benefits and bioactive components of the fruits from *Opuntia ficus-indica* [L.] Mill. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v.8, n.1, p.73-90, 2006.
- LONE, A.B.; et al., Germinação de *Melocactus bahiensis* (Cactaceae) em diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 4, p.365-369, 2007.
- LUCENA, C.M.de.; et al, Potencial medicinal de cactáceas en la región semiárida del Nordeste de Brasil. **Gaia Scientia**, v. Especial, p.36-50, 2014.
- LUCENA, C.M.de.; et al., Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede (Paraíba, Nordeste do Brasil). **Revista de Biologia e Farmácia**, v. Especial, p.121-134, 2012a.
- LUCENA CM de; et al., Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste, Brasil). **Revista Biotemas**, v.3, n.25, p.281-291, 2012b.
- LUCENA CM de; et al., Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine** v.9, n.62, p.1-11, 2013.
- LUDERS, L.; McMAHON, G. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*)**. Australia: Department of Primary Industry, Fisheries and Mines, 2006. 4p.
- MANACH, C., et al., Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.5, p.727-47, 2004.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal**. 3Ed. Viçosa: UFV, 2011, 486 p.
- MEDINA-TORRES, L.; et al., Study of the antioxidant properties of extracts obtained from nopal cactus (*Opuntia ficus indica*) cladodes after convective drying. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 6, p. 1001-1005, 2011.
- MELO, E.A.; et al., Capacidade antioxidante de frutas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, n.2, p.193-201, 2008.
- MORALES, M.; et al., Bioactive compounds in toppings from colored cactus pear cultivated in Chile. **Acta Horticulturae** (ISHS) n.811, p.127-130, 2009.
- NANO, C.A.O. **101 Cactus del Perú**. Lima: Ministerio del Ambiente, 2011, 256 p.
- NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography**, v. 1054, p. 95-111, 2004.
- NUNES, E.N. **Qualidade e compostos bioativos em frutos de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) produzidos na Chapada do Apodí, Ceará**. 2014. 53f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- NUNES, E.N.N.; et al., Pitaya (*Hylocereus* spp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p.90-98, 2014.
- ORTEGA-BAES, P.; et al., La familia Cactaceae en Argentina: patrones de diversidad y prioridades políticas para su conservación. **Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica**, v.50, n.1, p.71-78, 2015.
- PEEL, M.C.; et al., Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p.1633-1644, 2007.
- PEREIRA, M.C. **Avaliação de compostos bioativos em frutos nativos do Rio Grande do Sul**. 2011. 131f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, PPGCTA, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PEREZ-JIMENEZ, J.; et al., Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, v.41, p.274-285, 2008.
- ROMÃO, R.L.; et al., Autoecologia de Cabeça-de-frade (*Melocactus ernestii* Vaupel) em duas áreas de afloramentos na Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.1, p.738-740, 2007.
- RUIZ, R.R.M. **Estúdio preliminar de los pigmentos presentes em cáscara de pitaya (*Stenocereus stellatus*) de la región Mixteca**. 2006. 66p. Tesis (Doutor em Ingeniero en Alimentos)-Universidad Tecnológica de la Mixteca, Mixteca.
- SÁNCHEZ, E.; et al., Antibacterial and antioxidant activities in extracts of fully-grown cladodes of eight cultivars of cactus pear. **Food Microbiology and Food Safety**, v.79, n.4, p.659-664, 2014.
- SILVA, A.S.; et al., Avaliação da composição físico-química da coroa-de-frade. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n.2, p.1-9, 2005.
- SILVA, F.de.A.S.; AZEVEDO, C.A.V.de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **World Congress on Computers in Agriculture**, 7, 2009, Reno, Software, USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- SIQUEIRA, J.O.; et al., Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.10, n.1, p. 63-121, 1991.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820p.
- TAYLOR, N.E.; ZAPPI, D. **Cacti of Eastern Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew, UK, 2004. 499p.
- VAILLANT, F.; et al., Colorant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus* sp.). **Fruits**. v.60, n.1, p.3-12, 2005.