

ESTUDIO QUÍMICO Y FITOQUÍMICO DE LA *Opuntia ficus-indica* “tuna”, Y ELABORACIÓN DE UN ALIMENTO FUNCIONAL

G. Tomás Ch.¹, J. Huamán M.², R. Aguirre M.³, M. Bravo A.⁴, J. León Q.⁵
M. Guerrero A.⁶, C. Orihuela R.⁷, R. Avilés O.⁸ y E. Yanqui D.⁹

RESUMEN

Se trabajó con el cladodio, gel y pulpa de los frutos: rojo, morado y blanca de *Opuntia ficus-indica* “tuna” de la región Wari del Departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga con la finalidad de determinar la presencia de los minerales, metabolitos secundarios, capacidad antioxidante y considerarlo un alimento funcional. El screening fitoquímico según el método de Cain – Bohmann determinó la presencia de taninos catéquicos, saponinas esteroidales, flavonoides, cumarinas, y alcaloides. El contenido de fibra total se encontró en el rango de 0,42 – 0,68%, grasa de 0,01 – 0,02% y proteína de 0,39 – 0,57%. Para el análisis de nutrientes según los métodos AOAC se encontró magnesio, calcio, fósforo y zinc, trazas de hierro y potasio. Debido a la presencia de todos estos nutrientes a la tuna se le puede considerar como un alimento funcional. Las mermeladas obtenidas con la pulpa de las tunas estudiadas fueron evaluadas según la norma NTS N° 071 MINSA/DIGESA V.01, dando como calificación aceptable. El poder edulcorante de las mermeladas se obtuvo en el rango de 65 a 70%. Se encontró una mayor capacidad antioxidante en las tunas roja y morada, determinada por el método Brand-Williams modificado por Sandoval.

Palabras claves: Tuna, flavonoides, taninos, alcaloides, nutrientes

CHEMICAL AND PHYTOCHEMICAL STUDY OF *OPUNTIA FICUS-INDICA* “TUNA”, AND FUNCIONAL FOOD ELABORATION

ABSTRACT

We worked with the cladode, gel and pulp of the fruit: red, purple and white of *Opuntia ficus-indica* “tuna” in the region of Ayacucho Wari Department, Huamanga province in order to determine the presence of minerals, metabolites secondary antioxidant capacity and consider a functional food. The phytochemical screening according to the method of Cain - Bohmann determined catechic the presence of tannins, steroidal saponins, flavonoids, coumarins, and alkaloids. The total fiber content was found in the range of 0,42 to 0,68%, fat 0,01 to 0,02% protein and 0,39 to 0,57%. For analysis of nutrients as found AOAC magnesium, calcium, zinc and phosphorus, potassium and iron traces. Due to the presence of these nutrients to the tuna it can be considered as a functional food. Jams pulp obtained tunas studied were evaluated according to standard NTS MINSA No. 071 / DIGESA V.01, giving as a passing grade. The sweetness of the jam was obtained in the range of 65-70%. We found increased antioxidant capacity in red and purple prickly pears, determined by the method of Brand-Williams modified by Sandoval.

Keywords: Tuna, flavonoids, tannins, alkaloids, nutrients

- 1 Departamento de Química Orgánica, FQIQI, UNMSM, gtomasc@unmsm.edu.pe
- 2 Departamento de Química Orgánica, FQIQI, UNMSM, jhuaman@unmsm.edu.pe
- 3 Departamento de Química Analítica, FQIQI, UNMSM, raguirrem@unmsm.edu.pe
- 4 Departamento de Química Analítica, FQIQI, UNMSM, mbravo@unmsm.edu.pe
- 5 Departamento de Microbiología y Parasitología UNMSM jleong@unmsm.edu.pe
- 6 Departamento de Química Orgánica, FQIQI, UNMSM, joc515@hotmail.com
- 7 Departamento de Química Orgánica, FQIQI, UNMSM, corihuelar@unmsm.edu.pe
- 8 Facultad de Química e Ing. Química, UNMSM natalieaviles@hotmail.com
- 9 Facultad de Ciencias Biológicas-UNMSM emyanqui@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La *Opuntia ficus Indica* "Tuna" es una especie de uso tradicional. Sus frutos, tallos y cladodios se usan en nuestro país en medicamentos populares para tratar diabetes hipertensión, asma, quemaduras, edemas e indigestión. Este tipo de cactáceas son nativas de varios ambientes, desde zonas áridas al nivel del mar hasta territorios de gran altura como los Andes del Perú^[1], desde regiones tropicales donde las temperaturas están siempre por sobre los 10°C hasta áreas que en el invierno llegan incluso a -10°C .

Se trabajó con muestras de tunas blanca, roja y morada recolectadas de la región Wari en la provincia de Huamanga - Ayacucho, a 2746 msnm.

La tuna tiene cáscara gruesa y espinosa con una pulpa abundante en semillas. Es un alimento de gran valor nutritivo, pues aporta vitaminas, proteínas y minerales; es muy jugosa, saludable y con excelentes propiedades para la digestión pues contiene fibra en sus semillas, de sabor exquisito con índice glucémico bajo y contenido nutricional excepcional por su cantidad de calcio, fósforo, potasio y magnesio.

La fibra dietética es uno de los componentes más estudiados desde el punto de vista de la nutrición y la relación que existe entre fibra y salud, es buena para el control del colesterol y prevención de algunas enfermedades como diabetes y obesidad^[2].

La presencia de elementos minerales se determinó en las cenizas de los tres tipos de tunas en estudio, estos son los nutrientes que equilibran las funciones del organismo. Entre ellos encontramos, el magnesio, calcio, fósforo y cinc.

El magnesio es un tranquilizante natural que mantiene el equilibrio energético en las neuronas y actúa sobre la transmisión nerviosa, manteniendo al sistema nervioso en perfecta salud, participa activamente en el metabolismo energético y está ampliamente recomendado para los tratamientos antiespasmódicos y antidepresivos. Ayuda a la absorción del calcio.

El calcio desempeña múltiples funciones, la más importantes es la construcción de los huesos, junto con el fósforo y el magnesio ayuda al crecimiento de los huesos, la falta de cualquiera de estos minerales puede afectar la absorción del otro. Participa en la coagulación, en la correcta permeabilidad de las membranas, y en la transmisión del impulso nervioso.

El fósforo que interviene en la formación y mantenimiento de los huesos, participa en casi todos los procesos metabólicos, como en el energético, ayuda a mantener el pH de la sangre ligeramente alcalino, es un componente importante del ADN, forma parte de todas las membranas celulares, sobre todo en los tejidos cerebrales, por ello nutre nuestro cerebro mejorando nuestra memoria.

El cinc juega un papel vital en numerosas funciones corporales, forma parte del crecimiento celular en docenas de reacciones enzimáticas y en la expulsión del dióxido de carbono. Ayuda a controlar el crecimiento, el desarrollo sexual, la cicatrización de heridas, el mantenimiento de la piel, cabello, uñas y de las membranas mucosas.

II. PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó el screening fitoquímico, análisis proximal en los frutos: sólidos totales, grasas, cenizas y proteínas; análisis de nutrientes, actividad antioxidante de muestras de tunas blanca, roja y morada. Como alimento funcional se preparó mermeladas con las tres variedades de tunas, y se realizó el control de calidad de las mermeladas preparadas.

En el screening fitoquímico de los frutos y cladodios de las muestras de tunas se utilizó el método de Cain – Bohmann^[3], donde se usó solventes de diferentes polaridades para la obtención de extractos identificándose los metabolitos secundarios por reacciones características^[4].

El análisis cuantitativo de taninos en los frutos y cladodios se realizó según el método volumétrico utilizando el indicador índigo carmín AOAC 30.018^[5].

La determinación de sólidos totales en los frutos se realizó por el método 920.151. Se pesó 20.0g de muestra homogenizada se llevó a estufa a temperatura de 70°C por 2 horas luego hasta peso constante.

La determinación de grasa en los frutos se realizó por el método Röse-Gottlieb 905.02. Se pesó entre 2-3 g de muestra homogenizada, se realizó hidrólisis básica, luego se procedió a la extracción con solventes y por evaporación se obtiene la grasa.

El análisis de cenizas se realizó por el método 940.26A. Se pesó 5,0 g de muestra se realizó la calcinación en la mufla a 500°C-550°C hasta peso constante.

La determinación de proteínas se realizó por el método Kjeldahl 920.152. Se pesó 10,0 g de muestra se procedió a la digestión en medio ácido, seguida del proceso de destilación y luego la titulación.

La determinación de fibra total se realizó por el método NTP 205.003. Se pesó 1,0 g de muestra se realizó el proceso de digestión ácida, luego se procedió a la digestión alcalina, seguida de calcinación en la mufla a 600°C. Los análisis se realizaron de acuerdo a los métodos AOAC^[5].

El análisis de los elementos minerales se realizó en las cenizas de las muestras homogenizadas, según el método Oficial de la AOAC 923.03^[5]. Se pesó entre 3-5 g de muestra en una cápsula, se incineró a 550°C. Se enfrió en el desecador, luego se disolvió en ácido clorhídrico y se llevó a 100 mL en fiole. De esta solución se midieron alícuotas para análisis de los elementos.

La capacidad antioxidante de la pulpa de la tuna se realizó por el método Brand-Williams modificado por Sandoval. Se preparó una solución patrón del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (Aldrich), DPPH 1 mM en ETOH y se almacenó a 4 oC protegiéndolo de la luz. A partir de esta solución se preparó 20 mL de 100 µM DPPH en ETOH. Para la lectura se mezcló 50 µL de muestra y 950 µL del radical DPPH.

La inhibición de los radicales libres DPPH, es determinado por la decoloración de la

solución de violeta a amarillo, el cual fue medido en el espectrofotómetro marca Thermo Scientific, modelo Helios gamma, a 515 nm ^[6].

Ensayos en las mermeladas. En la mermelada preparada se realizó la lectura de grados Brix a 20° C, a un pH de 3,5 con el refractómetro Schmidt – Haensch ^[7].

Las pruebas de la calidad de las mermeladas se realizaron mediante pruebas de degustación

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El screening fitoquímico de las tres variedades de fruta determinó la presencia de flavonoides, cumarinas, taninos catéquicos, saponinas esteroidales y alcaloides ^[8] (Tabla N.º 1).

Las muestras analizadas de tunas blanca y morada presentaron la mayor cantidad de metabolitos secundarios. La tuna blanca presentó cantidad apreciable de flavonoides en la pulpa y cáscara, saponinas en la pulpa y cumarinas en la cáscara.

En la pulpa de la tuna morada se encontró una mayor presencia de flavonoides y en la pulpa de la tuna roja abundante cantidad de cumarinas (Tabla N.º1).

La determinación cuantitativa de taninos se encuentra en el rango de 0,56 a 0,66% (Tabla N.º 2).

En la tabla N.º 3 se presentan los resultados del análisis proximal. El contenido de fibra total fue del rango de 0,42% a 0,68%, grasa de 0,01% a 0,02% y proteína 0,39% a 0,57%.

La presencia de nutrientes como magnesio, calcio, fósforo y cinc se encontró en mayor cantidad que hierro y potasio, que se encontraron en trazas (Tabla N.º 4).

Los resultados presentados en las tablas N.º 5 y N.º 6 muestran que el % de inhibición del radical DPPH del extracto hidroalcohólico a una concentración de 2000 µg /mL de la tuna morada es de 85.8 % a diferencia de la tuna roja que es de 68,2 %

El ensayo de las tres mermeladas según la norma NTS N° 071 MINS/DIGESA V.01, dio como calificación aceptable, realizado

mediante pruebas de degustación. La lectura de los grados Brix° determinó un dulzor natural, obteniéndose una lectura de 68%.

Tabla N.º 1. Screening fitoquímico

	Cladodio (pulpa)	Cladodio (gel)	Cladodio (cáscara)	Tuna blanca (cáscara)	Tuna blanca (pulpa)	Tuna roja (cáscara)	Tuna roja (pulpa)	Tuna morada (cáscara)	Tuna morada (pulpa)
Saponinas	+	+	+	+	+++	+	+	+	+
Taninos	+	++	++	+	+	+	+	+	+
Flavonoides	++	+	++	+++	+++	++	++	++	+++
Cumarinas	++	-	++	+++	+	+	+++	++	++
Alcaloides	++	-	+	-	++	+	+	++	++

Donde: +++ cantidad apreciable
 ++ poca cantidad
 + pequeñas cantidades
 - no contiene

Tabla N.º 2. Contenido de taninos

Muestra	% de taninos
Tuna blanca (pulpa)	0.56
Tuna morada (pulpa)	0.66
Tuna roja (pulpa)	0.62

Tabla N.º 3. Análisis proximal

Tuna (pulpa)	Sólidos totales (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)	Fibra total (%)	Grados Brix° (%)
Blanca	11.23	0.02	0.30	0.45	0.42	9.5
Roja	13.08	0.01	0.38	0.39	0.61	12.7
Morada	11.66	0.01	0.35	0.57	0.68	9.7

Tabla N.º 4. Análisis de nutrientes en cenizas

Muestra / Elemento	Tuna morada (Pulpa)	Tuna blanca (Pulpa)	Tuna roja (Pulpa)
Magnesio	++	++	++
Calcio	+	++	+
Fósforo	++	+	+
Hierro	-	Tz	Tz
Zinc	+	+	++
Potasio	Tz	Tz	Tz

Donde: +++ cantidad apreciable
 ++ poca cantidad
 + pequeñas cantidades
 Tz traza
 - no contiene

Tabla N.º 5: % de inhibición del radical DPPH en una muestra de tuna roja

Solvente	Concentración (µg/ mL)					
	100	250	500	750	2000	2500
Hidroalcohólico	13.4	15.4	22.7	35.7	68.2	80.3

Tabla N.º 6: % de inhibición del radical DPPH en una muestra de tuna morada

Solvente	Concentración (µg/ mL)					
	50	100	250	500	1000	2000
Hidroalcohólico	8.7	16.7	29.9	46.7	64.7	85.8

IV. CONCLUSIONES

Los minerales encontrados le dan un valor nutritivo de alta calidad a la tuna, lo que nos indica que deberíamos aprovechar las propiedades que nos brindan los minerales presentes.

Si se difundiera el consumo de las tunas con las variedades existentes en el Perú, sería posible mejorar la calidad de vida de las poblaciones con carencia nutricional, debido a los metabolitos y nutrientes que contienen.

La capacidad antioxidante que presentan las tunas estudiadas es muy buena, por lo que el uso de extractos antioxidantes de tuna podría ser una alternativa en la industria alimenticia.

V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación otorgada por el Consejo Superior de Investigaciones (CSI) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brako L., Zarucchi J., Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of

Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45. (L Peru). 1993.

[2] FAO. 1999. Agroecología, cultivo y usos del Nopal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

[3] Bohmann F., Zdero C., Jakupovic J., Gerke, T.; Wallmeyer M., King R. M., Robinson H., Liebigs Ann. Chem. 1984, 162.

[4] .Serie The Chemistry of Natural Products Bentley K. W. London Interscience 1965-1986 Volúmenes del I al VI.

[5] AOAC. Official Methods of Analysis. 18th Edition. 2004.

[6] Sandoval M, Okuhama N, Ángeles U, Melchor L, Condezo JL, Millar M. Antioxidant activity of the Cruciferous vegetable maca (*Lepidium meyenii*), Food Chemistry 2002, 79:2017-213.

[7] Determinación de Grados Brix. Melaza de Caña. NTP 207.038.2009.

[8] Lock de Ugaz Olga. "Investigación Fitoquímica" Segunda Edición 1994. Editorial Fondo PUCP.