

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE PULSOS ELÉCTRICOS DE ALTO VOLTAJE EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE PULPA DE DIFERENTES GENOTIPOS DE TUNAS

González Aguayo E.^a*, Campos Montiel R. G.^a, Pinedo Espinoza J. M.^b, Contreras Esquibel J. C.^c, Hernández Fuentes A. D.^a.

a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad km 1 Rancho Universitario, C. P. 43000, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

b Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Agronomía, km 15.5 Carretera Zacatecas-Guadalajara, C.P. 98170, Zacatecas, Zacatecas, México.

c Universidad Autónoma de Coahuila, facultad de Ciencias Químicas, Ing. J. Cárdenas Valdez, República Oriente, C. P. 25000, Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.

* elba_agrozac@hotmail.com

RESUMEN

En esta investigación se determinó el efecto de la aplicación de pulsos eléctricos en las características fisicoquímicas de diferentes genotipos de tuna. Se trabajó con nueve genotipos de Tunas de Hidalgo y Zacatecas. A las tunas se les aplicó un campo eléctrico de 8 Kv/cm, 20 pulsos, Tasa de repetición de 5 Hz, duración 10 minutos. Se les determinó % de pérdida de peso, % de liberación de jugos y % de sólidos solubles totales (SST). Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes genotipos en % de pérdida de peso, % de jugo y % SST. Encontrando la mayor liberación de jugo con el mayor contenido de SST en Genotipos Cacalote, Rojo pelón, Sandía y Sangre de Toro. Los resultados mostraron que el efecto de la aplicación de pulsos eléctricos es diferente dependiendo del genotipo.

ABSTRACT

In this research was observed the effect of the application of electric pulses on the physicochemical characteristics of different genotypes of prickly pears. They worked with nine genotypes of prickly pears of Hidalgo and Zacatecas. They were applied an electric field of 8 kV / cm, 20 pulses, repetition rate of 5 Hz, duration 10 minutes to prickly pears. They were determined weight loss %, release of juices % and total soluble solids (TSS) %. The results showed significant differences ($p < 0.05$) between the different genotypes in weight loss %, release juice % and TSS %. The genotypes with major release of juice and the highest content of SST were Sandia, Cacalote, Rojo Pelon, Sandia and Sangre de toro. The results showed the effect of applying electrical pulses is different depending of genotype.

Palabras clave: Pérdida peso, Jugo liberado y sólidos solubles totales.

Área: Frutas y Hortalizas.

INTRODUCCIÓN

La tendencia en la actualidad de las técnicas de conservación y procesamiento de alimentos que se utilizan en la industria, evolucionan rápidamente con el objetivo de responder y satisfacer las demandas de los consumidores (López et al., 2008). Los

procesos de transferencia de masa es una de las operaciones de mayor relevancia en la industria alimentaria para acelerar el proceso, tradicionalmente se utiliza la desnaturalización térmica (Sacchi et al., 2005). Sin embargo presenta serios inconvenientes como un elevado costo, la contaminación del líquido de extracción con sustancias indeseables (Bouzrara and Vorobiev, 2000; Eshtiaghi and Knorr, 2002) o la termosensibilidad de algunas sustancias (Cacace and Mazza, 2003).

Debido a esta problemática, en las últimas décadas han surgido tecnologías emergentes (Lin et al., 1992; Bourara and Vorobier, 2001; Raso and Heinz, 2006; Kazazi et al., 2007; Yu et al., 2007; Vilku et al., 2007). Entre la que destaca los pulsos eléctricos de alto voltaje, que consiste en la aplicación de forma intermitente de campos eléctricos de alta intensidad (1-70 kV/cm), durante periodos de tiempo de microsegundos a una muestra colocada entre dos electrodos sin apenas incrementar su temperatura (Raso and Heinz, 2006). Este tratamiento provoca la formación de poros en las membranas celulares. A este fenómeno se le conoce como electroporación y provoca la permeabilidad de las células tanto eucariotas como procariontas (Álvarez, 2003).

El genero *Opuntia* es una cactácea originaria de Centroamérica y en México se encuentra la mayor diversidad genética, este fruto ha sido disfrutado durante milenios como fruta fresca. La tuna se caracteriza por sus atractivos colores que van desde el verde lima, anaranjado, rosa, rojo, púrpura y tinto. Esta gama tan amplia de colores se debe a diferentes compuestos y la proporción en que se encuentren en el fruto. En los últimos años han proliferado los estudios sobre las propiedades benéficas que tiene estos compuestos atribuyéndoles alta actividad antioxidante (Srekantha et al., 2007; Osorio et al., 2011). Lo que hace necesario buscar tecnologías adecuadas de extracción para su potencial uso en la industria alimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó en el Valle del Mezquital, Hidalgo y Saín Alto, Zacatecas. Esto para incluir la mayor variabilidad filogenética posible. Ambos ecosistemas proporcionaron nueve genotipos de tuna teniendo como característica indispensable que presenten tonalidades rojas, púrpuras o tintas y con ausencia de daños por plagas o enfermedades. La colecta fue en el mes de septiembre del 2013. A los frutos de tuna se les cortó la zona peduncular y cicatriz apical los cuales se desecharon, se separó el epicarpio y mesocarpio (cascara) del endocarpio (pulpa) y se partió en cubos de tamaño homogéneo de aproximadamente 1 cm³. Posteriormente se colocó 35g en la placa para materiales sólidos del equipo de pulsos eléctricos de alto voltaje marca (Steri Beam) modelo semiautomático y se procedió a someter la muestra al tratamiento con los siguientes parámetros intensidad del campo eléctrico de 8 Kv/cm, 20 pulsos, tasa de repetición de 5 Hz, duración 10 minutos, concluido el tratamiento se colectó la muestra, de acuerdo con la metodología de Jemai y Vorobiev en el 2002 con algunas modificaciones. Después se colocó en un matraz, tanto la parte sólida como la líquida, añadiéndole

20 ml de agua destilada y se sometió a vacío durante 4 min para coleccionar y cuantificar la cantidad de jugo liberada a el cual se le evaluó sólidos solubles totales (° Brix). La parte solida restante se peso nuevamente.

El análisis de resultados se realizó utilizando el procedimiento ANOVA de SAS (Statistics Analysis System), con diseño factorial y la prueba de comparaciones múltiples de medidas de Tukey, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Para determinar cada variable de estudio se tuvieron tres repeticiones por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de pérdida de peso

Los genotipos que mostraron un porcentaje mayor de perdida de peso con respecto a las muestras las cuales no se les aplico el tratamiento de pulsos eléctricos de alto voltaje fueron cacalote, rojo pelón, sandia y sangre de toro de 50.76, 46.57, 46 y 34.48 % respectivamente (Figura 1). Esto refleja el efecto positivo que tiene la aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje en la mejora del proceso de transferencia de masa lo cual concuerda con lo reportado por (Mustafa et al., 2003).

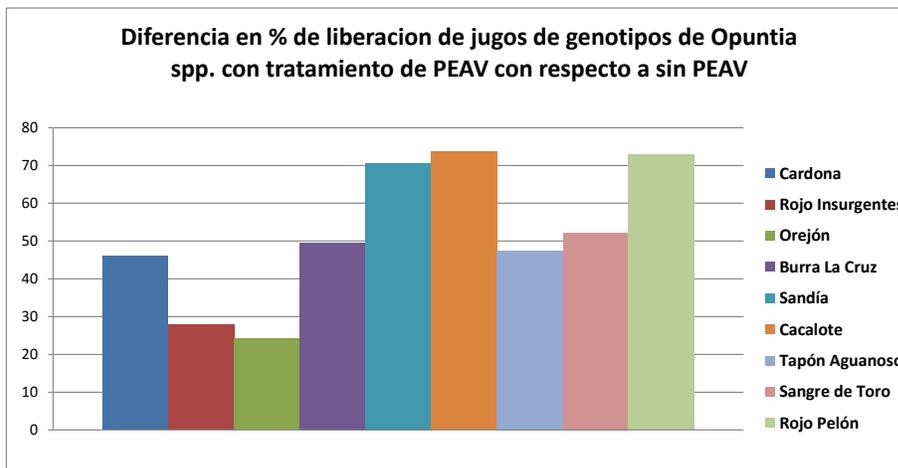


Figura 1. Efectos de la aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje en el porcentaje de perdida de peso en pulpa de tuna genotipos cardona, rojo insurgentes, orejón, burra la cruz, sandia, cacalote, tapón aguanoso, sangre de toro y rojo pelón.

Porcentaje de jugos liberados

Los genotipos que mostraron una liberación de jugos mayor fueron cacalote, rojo pelón, sandia, sangre de toro de 73.67, 72.83, 70.67 y 52.17 % respectivamente (Figura 2). Angersbach, 2000; Heinz and Knorr, 2000; reportan aumento significativo de la permeabilidad de las células de las plantas a escala submilimétrica después de la aplicación de tratamientos de pulsos eléctricos de alto voltaje, lo que concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación.

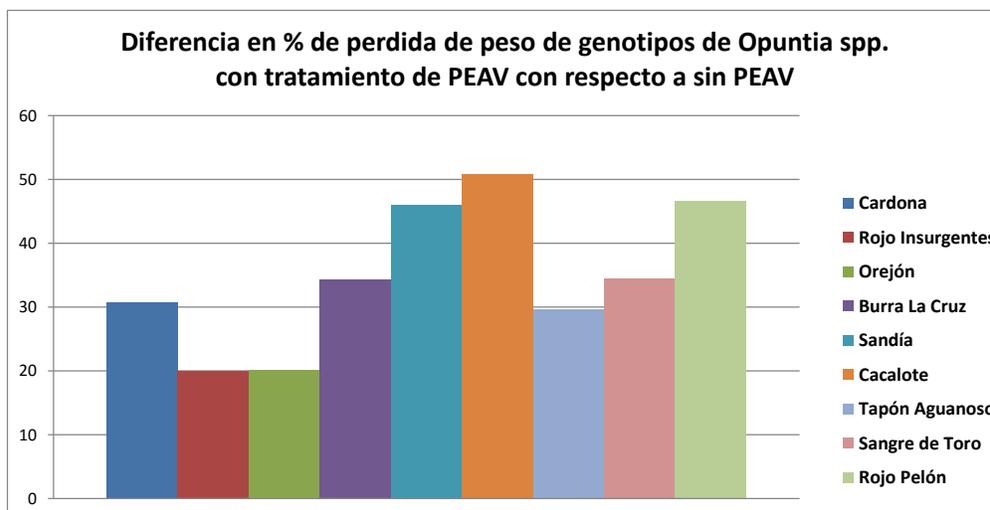


Figura 2. Efecto de la aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje en el porcentaje de jugos liberados en pulpa de tuna genotipos cardona, rojo insurgentes, orejón, burra la cruz, sandia, cacalote, tapón aguanoso, sangre de toro y rojo pelón.

Jemai y Vorobiev en el 2002 realizaron un estudio sobre el efecto de los pulsos eléctricos de alto voltaje en el coeficiente de difusión de sustancias solubles en agua y se encontró que tratamientos previos de pulsos eléctricos combinado con tratamientos térmicos bajos, incremento significativamente el coeficiente de difusión.

Sólidos solubles totales liberados

Los resultados indican que las muestras con tratamientos de pulsos eléctricos de alto voltaje son estadísticamente iguales los genotipos sandia, rojo insurgentes, cacalote, cardona, sangre de toro y rojo pelón con valores de 7.266, 6.900, 6.800, 6.533, 6.500 y 6.466 % respectivamente, pero son estadísticamente diferentes a rojo pelón y cacalote con valores de 3.433 y 4.166 respectivamente a los cuales no se sometieron a tratamientos con pulsos eléctricos de alto voltaje.

Tabla I. Efectos de la aplicación pulsos eléctricos de alto voltaje en pulpa de tuna genotipos cardona, rojo insurgentes, orejón, burra la cruz, sandia, cacalote, tapón aguanoso, sangre de toro, rojo pelón en ° Brix.

Con aplicación de PEAV	
Tuna Cardona	6.533 cd
Tuna rojo insurgentes	6.900 cd
Tuna orejón	5.700 abcd
Tuna burra de cruz	6.000 bcd
Tuna sandia	7.266 d
Tuna cacalote	6.800 cd
Tuna tapón aguanoso	6.266 bcd
Tuna sangre de toro	6.500 cd
Tuna rojo pelón	6.466 cd

Sin aplicación de PEAV	
Tuna Cardona	5.466 abcd
Tuna rojo insurgentes	5.500 abcd
Tuna orejón	5.133 abcd
Tuna burra de cruz	4.933 abc
Tuna sandía	4.700 abc
Tuna cacalote	4.166 ab
Tuna tapón aguanoso	5.166 abcd
Tuna sangre de toro	5.666 abcd
Tuna rojo pelón	3.433 a

Cerezal and Duarte, 2004; reportaron valores de 14.8 para pulpa de tuna, Moreno et al., 2008; reporta valores de sólidos solubles totales de 11; los cuales son mayores a los obtenidos en la presente investigación esto debido a la dilución en agua que se realizo.

Agradecimientos

Agradecemos los recursos otorgados por el CONACyT de la Maestría en Ciencias de los Alimentos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo a través del PIFI 2013.

BIBLIOGRAFÍA

- López N, Puertalás E, Condón S, Álvarez I, Raso J. 2008. Application of pulsed electric field for improving the maceration process during vinification of red wine: influence of grape variety. *European Food Science and Emerging Technologies*. Doi: 10.1007/s002.008-0825-y.
- Sacchi K, Bisson I, Adams D. 2005. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 56 (3), 197-206.
- Eshtiagi M, Knorr D. 2002. High electric field pulse pretreatment: potential for sugar beet processing. *Journal of Food Engineering*. 52, 565-272.
- Cacace J, Mazza G. 2003. Mass transfer process during extraction of phenolic compounds from milled berries. *Journal of Food Engineering*. 59 (4), 379-389.
- Lin H, Yang Z, Chen L. 1992. Inactivation of *Saccharomyces cerevisiae* by supercritical and subcritical carbon dioxide. *Biotechnology Progress*. 8, 458-461.
- Bouzzar H, Vorobiev E. 2001. Non-thermal pressing and washing of fresh sugar beet cossettes combined with a pulsed electrical field. *Zuckerindustrie*. 12 (6), 463-466.
- Raso J, Heinz V. 2006. Pulsed electric field for the food industry. *Fundamental and application*. (pp. 245), New York.
- Kazazi H, Rezaei K, Ghotg S, Eman D, Yamini Y. 2007. Supercritical fluid extraction of flavors and fragrances from *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Iran. *Food Chemistry*. 105, 805-811.

Yu J, Dandekar D, Toledo R, Singh R, Patil B. 2007 Supercritical fluid extraction of limonoin and naringin from grapefruit (*Citrus paradise* Macf) seeds. *Food Chemistri*. 105, 1026-1031.

Vilkhu K, Mawson r, Simons LI, Bates D. 2007. Applications and apportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry a review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Doi 10-1016/ j.ifsed 2007.04.014.

Álvarez I. 2003. Inactivacion microbiana por pulsos electricos de alto voltaje. Universidad de Zaragoza; España. Tesis doctoral.

Sreekantha D, Arunasree R, Roy C, Reddy V, Reddy P. 2007. Betanin and betacyanin pigment purified from fruits of *Opuntia ficus-indica* indices apoptosos un human chonic myebid leukemia cell line-K565. *Phytomedicine*. (14) 739-746.

Osorio E, Ortiz M, Alvarez L, Dorantes A. 2001. Phenolics, betacianins and antioxidant activity in *Opuntia Joconostle* fruits. *Food Res. Int.* (44) 2160-2168.

Angersbach A, Heinz V, Knorr D. 2000. Effect of pulsed electric fields on cell menbranes in real food systems. *Innovative food Science and Emerging technologies*. (1) 135-149.

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.