

TRATAMIENTOS POSCOSECHA ASISTIDOS CON MICROONDAS PARA EVITAR EL DECAIMIENTO EN FRAMBUESAS (*Rubus idaeus* L.)

T. Flores-López, A. Cerón-García, R. Salcedo-Hernández y M.E. Sosa-Morales

Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, Carretera Irapuato-Silao Km-9, Irapuato, Gto., México, C.P. 36500
*tere_milflores@hotmail.com , **msosa@ugto.mx

RESUMEN:

Se desarrollaron tratamientos hidrotérmicos asistidos con microondas en frambuesa (*Rubus idaeus* L.) de la variedad roja, con el fin de evitar el decaimiento por podredumbre gris causado por el hongo *Botrytis cinerea*. Se tomaron cuatro lotes de 100 g de frambuesa. Un lote fue dejado sin tratamiento para emplearse como testigo, en los otros tres se agregó agua (100 g de frambuesas en 200 g de agua), las cuales fueron tratadas en un horno de microondas a potencias de 269 W, 379 W y 473 W (potencia baja, media y alta, respectivamente). Las frambuesas inmersas en agua fueron calentadas hasta alcanzar una temperatura en el centro de 48°C y mantenidas por 4 min. Después del calentamiento, se retiró el agua caliente y las frambuesas fueron enfriadas en agua a 4°C y almacenadas en refrigeración a 7°C en bandejas con tapa y ranuras. Durante el almacenamiento, se analizaron pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, firmeza, color, así como los contenidos de antocianinas, compuestos fenólicos y flavonoides. Después de 14 días de almacenamiento, las frambuesas tratadas con microondas no presentaron presencia de mohos. El tratamiento que se recomienda es a 269 W, que no presentó cambios en sus propiedades fisicoquímicas y biocomponentes.

ABSTRACT:

Hydrothermal microwave-assisted treatments were developed for raspberry (*Rubus idaeus* L.), red variety, in order to prevent the growth of *Botrytis cinerea*. Four fruit groups (each 100 g) were used. The first set was left as a control, without treatment. In the others three batches, tap water was added (100 g of raspberries with 200 g of water), and then, were treated in a microwave oven at different powers: 269W, 379 W and 473 W (as low, medium and high power, respectively). Immersed raspberries were treated till reach the target temperature of 48°C, which was held 4 min. After heating, warm water was discarded and raspberries were cooled by immersion in water at 4°C and stored in ventilated trays in refrigerator at 7°C. During storage, pH, titratable acidity, total soluble solids, firmness, color, and anthocyanin, phenolic compounds and flavonoids contents were determined. After 14 days of storage, raspberries treated with microwaves did not have mold presence. The recommended treatment is at 269W, which did not show changes in their physico-chemical properties, neither in biocompounds contents.

Palabras clave: tratamientos poscosecha, frambuesas, microondas

Keywords: potharvest treatments, raspberries, microwaves.

Área: Frutas y Hortalizas.

INTRODUCCIÓN

Rubus idaeus L., de nombre común frambueso, es una especie del género *Rubus*, nativa de Europa y norte de Asia. A nivel internacional, la baya ("berry" en Inglés) de mayor producción y comercio es la frambuesa, siendo la participación de México prácticamente marginal. México posee condiciones climáticas y edáficas para

situarse como líder mundial en la producción de frutillas, tales como la frambuesa, que además de alcanzar elevados rendimientos, poco más del 50 % de su producción se obtiene en el periodo de octubre – enero, que es cuando se tienen precios muy atractivos (Muñoz y Juárez, 1995), ya que en el mercado estadounidense el kilogramo de esta fruta alcanza entre 10 y 15 dólares (Guzmán et al., 2004). La principal enfermedad que ataca a las “berries” es la pudrición gris causada por el moho *Botrytis cinerea*, la cual se desarrolla en ambientes con humedad muy elevada e incluso a temperaturas de refrigeración. Los síntomas comienzan con un micelio de color gris, posteriormente, en este tejido se forma una estructura llamada conidióforo que contiene esporas, la cual comienza a desarrollarse en todo el fruto hasta su completo decaimiento.

El calentamiento por microondas es una tecnología emergente en el procesamiento de alimentos. El calentamiento es debido al efecto de polarización de la radiación electromagnética dentro de un material. Presenta ventajas importantes sobre los métodos convencionales como la reducción de tiempos de proceso, alta eficiencia y mejora de la calidad del alimento (Morales et al., 2011). Se ha reportado que el decaimiento en fresas puede ser controlado mediante calentamiento con microondas (Villa et al., 2011). El objetivo de este estudio fue desarrollar tratamientos hidrotérmicos poscosecha asistidos con microondas para evitar el decaimiento en frambuesas causada por el hongo *Botrytis cinerea*, evaluando la calidad fisicoquímica de las frutas después del tratamiento durante su almacenamiento refrigerado.

MATERIALES Y MÉTODOS

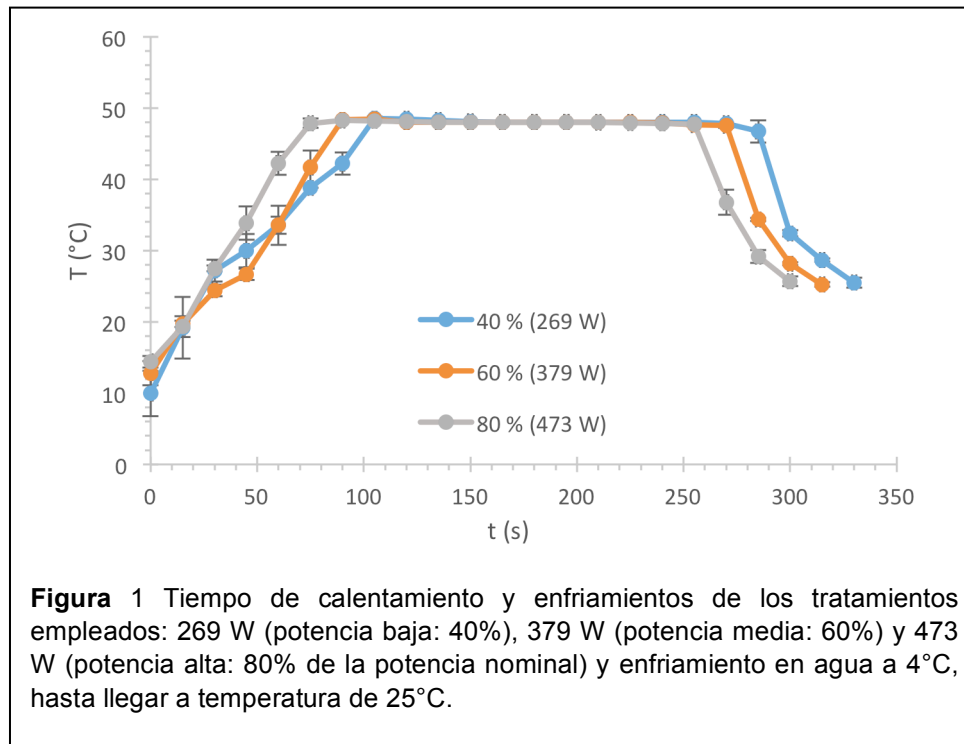
Se emplearon frambuesas (*Rubus idaeus* L.) variedad roja, cosechadas en Ex-Hacienda Buenavista, San Carlos, Salamanca, Gto, México. Éstas fueron adquiridas directamente del campo en el mes de marzo 2016 y transportadas al laboratorio. Las frutas fueron seleccionadas: tamaño uniforme, inmaduras, libres de daños mecánicos y defectos. Para conocer la potencia a aplicar, se realizó la calibración del horno de microondas (modelo Ms-0745vs, LG, México, D.F.) empleando el método IEC 90750 (Martin, 2008). Se eligió como temperatura objetivo 48°C, ya que fue reportada como letal cuando se mantiene por 4 min para el moho *Botrytis cinerea* en medios de fresa (Villa-Rojas et al., 2012). Las fresas y las frambuesas pertenecen a la familia de las “berries”. Para conocer el tiempo en el que las frambuesas alcanzaban la temperatura de 48°C, se colocaron 100 g de frambuesas en un recipiente de plástico con 200 g de agua. Se inició el calentamiento hasta alcanzar una temperatura interna de 48°C y se mantuvo por 4 min, la cual fue medida al terminar el tratamiento con microondas, introduciendo un termopar en el centro de una frambuesa.

Se emplearon cuatro lotes de frambuesas: a tres de ellos se les aplicó el tratamiento correspondiente de 40%, 60% y 80% de potencia, y un lote de frambuesas fue dejado sin tratamiento como testigo. Terminado el calentamiento, se retiró el agua caliente y ahora las frutas fueron sumergidas en otro molde con agua fría a 4°C. La temperatura de enfriamiento se monitoreó insertando un termopar en el centro de una de las frutas. Después del enfriamiento, las frambuesas se retiraron del agua, se

dejaron secar al ambiente y se introdujeron en bandejas de plástico con tapa ranurada (para evitar condensación de la transpiración) y fueron almacenadas a 7°C.

Se determinaron algunas propiedades fisicoquímicas en las frambuesas después de 1, 7 y 14 días de aplicado el tratamiento: pH medido con potenciómetro (Conductronic, Mod. pH 120, México, D.F.), sólidos solubles totales, expresados en °Bx, con refractómetro digital (Hanna Instruments, Mod. HI 96801, Rumania), acidez titulable por titulación con hidróxido de sodio, la textura se determinó con analizador de textura (Texture Analyzer, Mod. TA-XT2, Reino Unido), con guillotina, velocidad de 2 mm/s y distancia de 6 mm después del contacto (Golding *et al.*, 2014), color en un colorímetro (HunterLab Color, Mod. Flex EZ, Estados Unidos) expresado con los parámetros L*, a* y b* de la escala CIELAB. Los compuestos fenólicos totales se determinaron por el método de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999) usando ácido gálico como estándar, el contenido de flavonoides totales con el reactivo de AlCl₃ (Arvouet-Grand *et al.*, 1994) en metanol, usando quercetina como estándar, y el contenido de antocianinas a pH diferencial pH 1 y pH 4.5 (Pasko *et al.*, 2009; Cheng y Breen, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Derivado de la calibración del horno, se decidió trabajar con potencias de 40, 60 y 80% de la potencia nominal, debido a que fueron los niveles en que hubo menor desviación estándar. Para alcanzar la temperatura objetivo, se requirió de un tiempo de 90 s para potencia de 269 W, 75 s para potencia de 379 W y 60 s para potencia de 473 W. Para el enfriamiento, se requirió de 30 s, esto para frambuesas de un diámetro de 1.5-1.8 cm (Figura 1).

Las frambuesas testigo comenzaron a desarrollar crecimiento de moho después de 14 días de almacenamiento en refrigeración, no así las frambuesas tratadas. En cuanto al color las frambuesas se fueron madurando conforme pasaban los días (Tabla I).

Tabla I Colorimetría obtenida en los lotes empleados (C) control, (MW- 269) potencia baja 40%,(MW- 379) potencia media 60% y (MW- 473) potencia alta 80% durante los días 1, 7 y 14 después de aplicado el tratamiento.

Tratamiento	Días después del tratamiento								
	1			7			14		
Color	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
C	21.55	26.05	12.36	22.92	23.99	10.36	21.02	22.73	9.66
MW-269	21.27	26.16	12.48	17.55	18.07	7.7	25.34	27.99	13.71
MW-379	22.04	25.65	10.82	29.1	20.33	13.21	19.45	23.34	11.46
MW-473	26.23	28.65	13.39	26.66	26.97	12.13	15.71	20.50	9.10

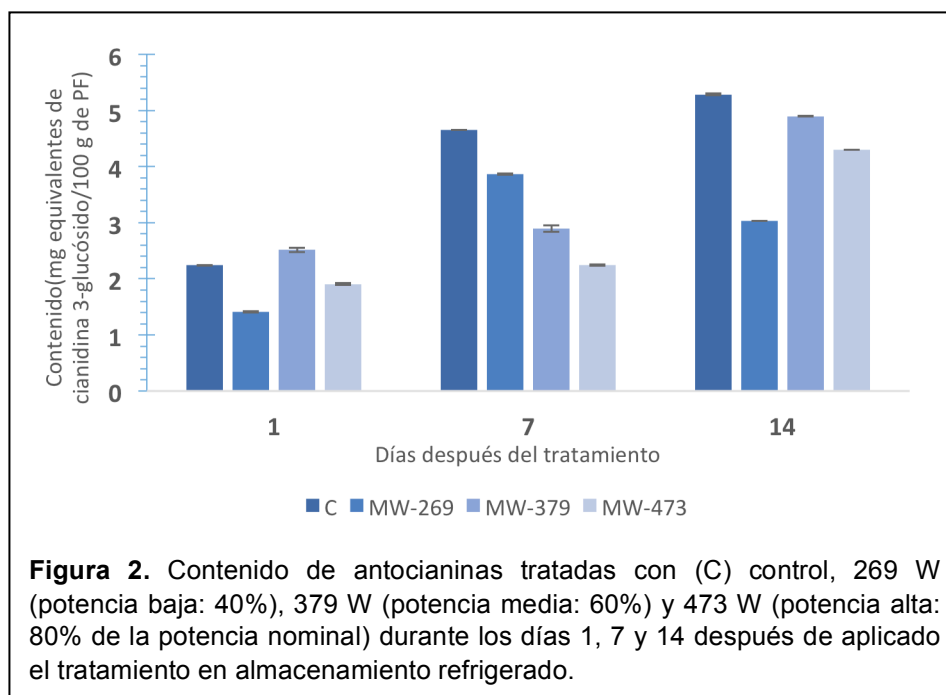
Se obtuvieron las siguientes propiedades fisicoquímicas para los tratamientos aplicados (Tabla II), sin cambio en el peso y tamaño de los frutos.

Tabla II Propiedades fisicoquímicas en los lotes empleados (C) control, (MW- 269) potencia baja 40%,(MW- 379) potencia media 60% y (MW- 473) potencia alta 80% durante los días 1, 7 y 14 después de aplicado el tratamiento.

Tratamiento	Días después del tratamiento		
	1	7	14
pH			
C	3.4 ± 0.28	3.66 ± 0.18	4.34 ± 0.16
MW-269	3.2 ± 0.07	4.3 ± 0.14	4.8 ± 0.07
MW-379	3.6 ± 0.07	4.6 ± 0.35	4.8 ± 0.21
MW-473	3.9 ± 0.27	5.2 ± 0.07	5.4 ± 0.21
°Brix			
C	8.7 ± 0.07	9.5 ± 0.28	14.0 ± 0.07
MW-269	10.2 ± 0.07	8.1 ± 0.07	13.9 ± 0.07
MW-379	10.9 ± 0.28	10.9 ± 1.27	18.8 ± 0.07
MW-473	7.1 ± 0.07	12.5 ± 0.35	14.1 ± 0.28
Acidez titulable (% de ác. Cítrico)			
C	0.18 ± 0.02	0.17 ± 0.01	0.10 ± 0.01
MW-269	0.15 ± 0.01	0.14 ± 0.00	0.10 ± 0.02
MW-379	0.16 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.01
MW-473	0.13 ± 0.12	0.12 ± 0.01	0.10 ± 0.01
Textura (N)			
C	1.146 ± 0.10	0.644 ± 0.07	0.243 ± 0.07
MW-269	1.231 ± 0.09	0.952 ± 0.01	0.265 ± 0.08
MW-379	0.047 ± 0.12	0.372 ± 0.09	0.344 ± 0.00
MW-473	1.4397 ± 0.21	0.573 ± 0.00	0.358 ± 0.04
Peso (g)			
C	4 ± 0.07	4 ± 0.06	4 ± 0.01
MW-269	4 ± 0.08	4 ± 0.07	4 ± 0.03
MW-379	2 ± 0.02	2 ± 0.02	2 ± 0.04
MW-473	2 ± 0.04	2 ± 0.07	2 ± 0.02
Tamaño (Diámetro ecuatorial cm)			
C	1.8 ± 0.14	1.8 ± 0.04	1.8 ± 0.01

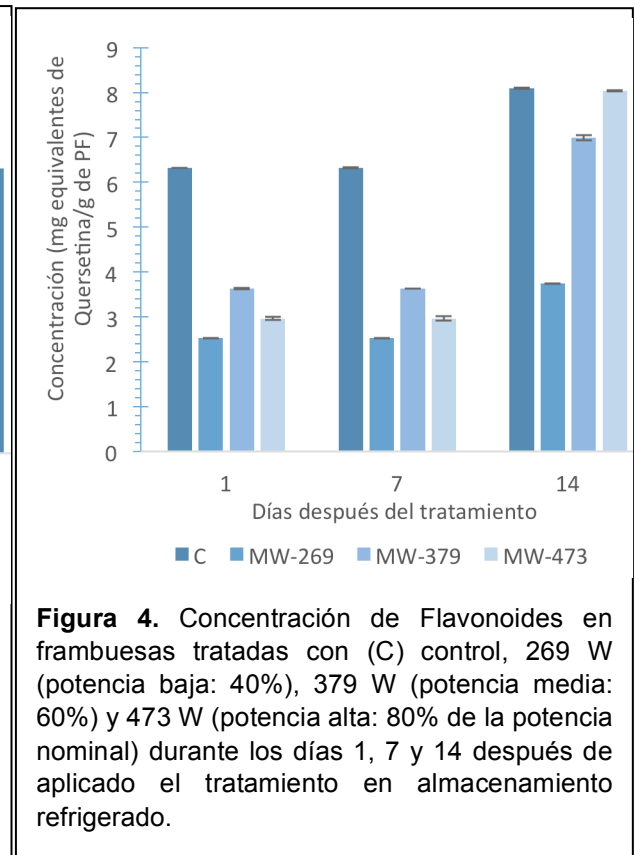
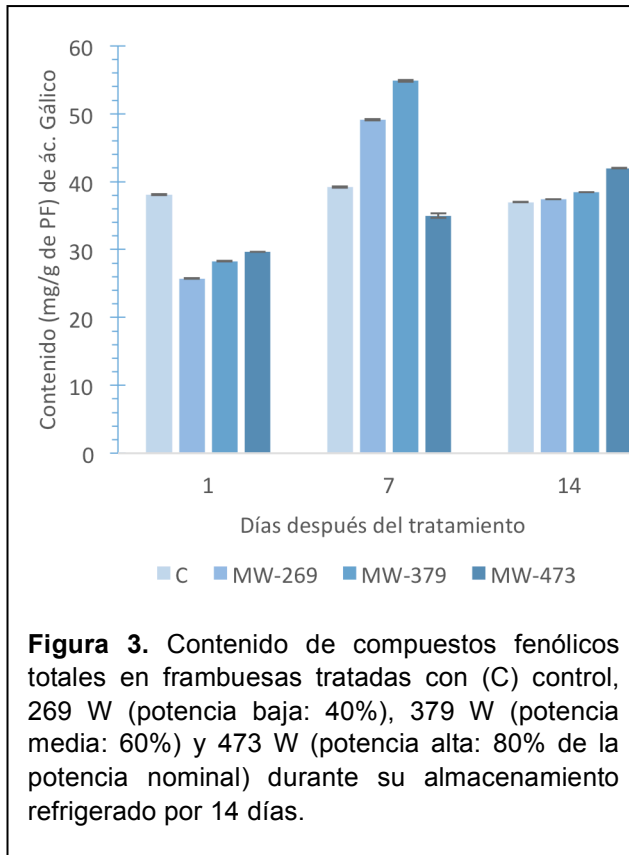
MW-269	1.8 ± 0.00	1.8 ± 0.10	1.8 ± 0.09
MW-379	1.5 ± 0.07	1.7 ± 0.09	1.8 ± 0.02
MW-473	1.5 ± 0.21	1.6 ± 0.11	1.6 ± 0.10

El contenido total de antocianinas varió entre 2.24 a 5.27 en control, de 1.40 a 3.02 potencia de 269 W, 2.51 a 4.89 en potencia de 379 W y de 1.90 a 4.29 en potencia



de 473 W, expresados en mg de cianidina 3-glucósido/100 g de frambuesa fresca (Figura 2).

De acuerdo al contenido de antocianinas después de haberse aplicado los tratamientos, las frambuesas fueron adquiriendo mayor contenido de antocianinas. El contenido de antocianinas testigo es comparable al de frambuesas de diferentes grados de madurez del Estado de México, reportado hasta 10 mg/100 g (Peña *et al.*, 2006). El contenido de compuestos fenólicos totales varió entre 38.09 a 36.98 en el testigo, de 25.74 a 37.40 en frutas tratadas a 269 W de 28.27 a 38.45 en frambuesas tratadas a 379 W y de 29.65 a 41.97 en muestras tratadas a 473 W, expresados en mg equivalentes de ácido gálico/100 g de frambuesa (Figura 3), por lo que los mejores tratamientos son 269 W y 473 W, dado que en ellos hubo un incremento de compuestos fenólicos totales comparado con el grupo testigo, en donde el contenido de fenólicos disminuyó. La concentración de flavonoides fue 6.32–8.09 en control, 2.52–3.73 en potencia de 269 W, 3.62–6.98 en potencia de 379 W y 2.96–8.03 en potencia de 473 W expresados como mg equivalentes de quercetina/g de peso fresco (Figura 4).



CONCLUSIÓN

Se recomienda el tratamiento a 269 W, ya que no hubo pérdida de los biocomponentes analizados durante el almacenamiento. Los tratamientos hidrotérmicos asistidos con microondas tienen potencial para evitar el decaimiento por mohos durante el almacenamiento refrigerado de frambuesas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo para este trabajo a través del proyecto 168990.

BIBLIOGRAFÍA

- Guzmán Soria, E.; García Mata, R.; Muratalla Lúa, A.; García Delgado, G.; Mora Flores, J. S. Análisis de precios de la frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) producida en Valle de Bravo, México. *Agrociencia* Vol. 38 No. 5, 565-571. 2004.
- Martin, G.; Factors that affect power and uniformity of heating in microwave ovens. *Proceedings of 42nd Annual Symposium of IMP, Nueva Orleans LO, 2008.*

- Peña-Varela G.; Salinas-Moreno Y.; Ríos-Sánchez R. Contenido de antocianinas totales y actividad antioxidante en frutos de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) con diferente grado de maduración. *Chapingo Horticultura*, Vol. 12. p. 159-163, 2006.
- Villa-Rojas, R.; López-Malo, A.; y Sosa-Morales, M.E. Hot water bath treatments assisted by microwave energy to delay postharvest ripening and decay in strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 91, 2265-2270, 2011.
- Villa-Rojas, R., Sosa-Morales, M.E., López-Malo A., Tang J. Thermal inactivation of *Botrytis cinerea* conidia in synthetic medium and strawberry puree. *International Journal of Food Microbiology*, Vol.155, 269–272, 2012.