



Revista Iberoamericana de Tecnología  
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebasa@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de  
Tecnología Postcosecha, S.C.  
México

Moreno - Guerrero, Carlota; Andrade - Cuvi, María José; Terán - Guerrero, Andrea;  
Túqueres - Ushca, Andrea; Concellón, Analía  
EFECTO DEL USO COMBINADO DE RADIACIÓN UV - C Y ATMÓSFERA  
MODIFICADA SOBRE EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE MORA DE CASTILLA (*Rubus  
glaucus*) SIN ESPINAS.  
Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 17, núm. 1, 2016, pp. 71-78  
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.  
Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81346341010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## EFFECTO DEL USO COMBINADO DE RADIACIÓN UV-C Y ATMÓSFERA MODIFICADA SOBRE EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*) SIN ESPINAS.

Moreno-Guerrero, Carlota<sup>1</sup>, Andrade-Cuvi, María José<sup>1</sup>, Terán-Guerrero, Andrea<sup>1</sup>, Túqueres-Ushca, Andrea<sup>1</sup>, Concellón, Analía<sup>2,3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Equinoccial, Centro de Investigación Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Laboratorio de Química y Microbiología de Alimentos. Av. Occidental y Mariana de Jesús, Quito-Ecuador. [cmoreno@ute.edu.ec](mailto:cmoreno@ute.edu.ec); <sup>2</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). CCT La Plata, CONICET-UNLP. Calle 47 esq. 116. CP 1900. La Plata, Argentina; <sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC-PBA).

Palabras clave: Mora de castilla sin espinas, radiación UV-C, atmósfera modificada, vida útil.

### RESUMEN

La mora es un fruto no climatérico que requiere de cuidado durante su cosecha, debido a la maduración no uniforme, la fermentación y a la gran sensibilidad a los daños mecánicos. La fruta fue cosechada manualmente seleccionada y dividida en tres grupos: control (frutos sin radiación UV-C y sin atmósfera modificada -AM-) y tratados empacados con AM (5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> y 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>) y frutos irradiados y empacados con AM (2 kJ/m<sup>2</sup> 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>; 2 kJ/m<sup>2</sup> 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>). Los frutos se almacenaron en bandejas de plástico y en bolsas de polietileno de baja densidad y de permeabilidad selectiva durante 20 días a 4°C. A los 5, 10, 15 y 20 días se analizó el índice respiratorio, pérdida de peso, índice de daño, color superficial, firmeza, análisis químicos (sólidos solubles, acidez, pH) y análisis microbiológicos. Durante los 20 días de almacenamiento el índice respiratorio se redujo. La pérdida de peso y el índice de daño en los frutos tratados con 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> fue menor respecto a los demás tratamientos. Se produjo disminución en la Luminosidad y aumento de Hue\* durante los días de almacenamiento. La firmeza y los parámetros químicos (pH, sólidos solubles y acidez) se vieron afectados por los tratamientos de radiación UV-C y AM. Se encontró un incremento de UFC/g de aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras con todos los tratamientos excepto con el uso de AM (5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>). Los frutos tratados con 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> presentaron menor pérdida de peso, índice de daño extendiendo por 5 días la vida útil, comprobando el efecto de la AM como un tratamiento para la conservación de mora de Castilla sin espinas, no así la combinación de la radiación UV-C y AM.

### EFFECT OF USE COMBINED OF UV-C RADIATION AND MODIFIED ATMOSPHERE ON SHELF LIFE OF MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*) WITHOUT SPIKES

Key words: Mora de Castilla spineless, UV-C radiation, modified atmosphere, shelf life.

### ABSTRACT

The blackberry is a non-climacteric fruit that requires care at harvest due to uneven ripening, fermentation and high sensitivity to mechanical damage. The fruit was to hand harvested, selected and divided into three groups: control (fruits without UV-C radiation and without modified atmosphere -AM-) packaged and treated with AM (5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> and 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>) and irradiated and packaged with AM (2 kJ/m<sup>2</sup> 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>; 2 kJ/m<sup>2</sup> 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>). The fruits were stored in plastic trays and bags and LDPE permselective for 20 days at 4 °C. At 5, 10, 15 and 20 days was analyzed the respiratory rate, weight loss, damage index, surface color, firmness, chemical analysis (soluble solids, acidity, pH) and microbiological analysis. During the 20 days of storage respiratory rate was decreased. Weight loss and damage index in fruits treated with 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> was lower compared to the other treatments. Occurred The Decrease in Brightness and Hue \* increase during the days of storage. The firmness and chemical parameters (pH, soluble solids and acidity) were affected by the treatments of UV-C radiation and AM. An increase of CFU / g of total aerobic mesophilic bacteria, molds and yeasts with all treatments except with the use of AM (5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>) was found. The fruits treated with 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> had less weight loss, damage index for 5 days extending the useful life checking the effect of AM as a treatment for conservation of Castilla thornless blackberry, not the combination of UV-C radiation and AM.

## INTRODUCCIÓN

### Mora de Castilla (*Rubus glaucus*)

La mora de Castilla (*Rubus glaucus*), es una planta de origen silvestre, nativa de las zonas altas tropicales de América principalmente de Colombia, Panamá, Ecuador, Guatemala, Honduras, México y Salvador (Alvarado, 2002). El género *Rubus* posee alrededor de 700 especies en mayor porcentaje en las zonas templadas del hemisferio norte, siendo más de 20 especies las reportadas en Ecuador entre las más importantes Brazo, Cherokee, Comanche y de Castilla (híbridos con y sin espinas) (Cárdenas, 2013; Martínez, Beltrán, Velastegui, Ayala, Jácome, Yáñez & Luciano, 2007). En el Ecuador, el cultivo de la mora se distribuye en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura, Carchi y Bolívar (Caivinagua, 2011).

La mora de Castilla (*R. glaucus*) sin espinas (figura 1), es un fruto climatérico que tiene las mismas características que la mora con espinas y se obtuvo en Ecuador después de 3 años de investigación realizados en el Instituto Autónomo de Investigación Agropecuaria INIAP (Guerrero, 2010).

La fisiología de la mora de Castilla es influenciada por factores climáticos, textura del suelo y humedad relativa importantes para complete sus características fisiológicas (Alzate, Mayor & Montoya, 2010; Farinango, 2010).



Figura 1. Mora de Castilla sin espinas

La fisiología de la mora de Castilla es influenciada por factores climáticos, textura

del suelo y humedad relativa importantes (Alzate, Mayor & Montoya, 2010; Farinango, 2010). El proceso de maduración no uniforme de los frutos provoca fermentación bajo condiciones de humedades altas e influye también la gran sensibilidad del tejido a los daños mecánicos (Reina, 1998).

La vida útil de la mora de Castilla es corta, por lo que la cosecha y el manejo postcosecha deben ser cuidadosos y eficientes. Las pérdidas poscosecha que se producen están alrededor del 60-70% cuando el manejo no es el apropiado (Sora, Fischer & Flórez, 2006). La vida útil de los frutos se puede incrementar con el uso de tecnologías postcosecha; la refrigeración permitiereducir la intensidad respiratoria, pérdida de peso y generación de etileno de los productos hortícolas (Casp & Abril, 2003).

La aplicación de radiación UV-C en frutas y hortalizas es otra alternativa, ya que reduce la carga microbiana superficial inicia si dejar residuos (Domínguez & Parzanese, 2011; Guerrero & Barbosa, 2004).

El principio del uso de atmósferas modificadas (AM) y atmósferas controladas (AC) como tratamiento poscosecha es que el producto se mantenga en una atmósfera que difiera del aire, con respecto a la concentración de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> (Hardengurg et al., 1988).

En la práctica, la AC y AM involucran generalmente la disminución intencional del O<sub>2</sub> al 5% para controlar la tasa de respiración y producción de etileno a niveles inferiores y el incremento del CO<sub>2</sub> a niveles superiores al 3% ya que disminuye el proceso de maduración, dependiendo de las características del producto (Barreiro, 2006; Sora et al., 2006). El objetivo del presente estudio fue estudiar el efecto del uso combinado de radiación UV-C y atmósfera modificada sobre la actividad respiratoria y la calidad postcosecha de mora de Castilla sin espinas (*Rubus glaucus*) durante el almacenamiento en refrigeración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Material Vegetal:** Frutos de mora fueron cosechados manualmente en la Provincia de Tungurahua (Ecuador) y trasladados inmediatamente al laboratorio, una vez seleccionados por su grado de madurez (figura 2), tamaño, apariencia y ausencia de daños mecánicos se dividieron en tres grupos: (1) no tratados, denominados control, (2) frutos tratados con AM (5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> y 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>); y (3) tratados con radiación y UV-C y dos dosis de O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, UV-C/AM (2 kJ/m<sup>2</sup> 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>; 2 kJ/m<sup>2</sup> 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>). Los frutos se almacenaron en bandejas de plástico PVC (en AM se utilizó bolsas de polietileno de baja densidad y de permeabilidad selectiva (PEAK fresh) durante 20 días a 4°C. Cada 5 días se tomaron 4 bandejas de cada tratamiento para evaluar el efecto de la radiación UV-C y AM sobre los parámetros de calidad físicos, químicos y microbiológicos de la mora.



Figura 2. Grados de madurez de mora de Castilla sin espinas

**Índice respiratorio (IR):** las frutas se introdujeron durante 2 h en una cámara hermética de 1L; al tiempo 0 y luego de dos horas se determinó la concentración de gas de CO<sub>2</sub> de la cámara mediante un analizador de gases Checkpoint O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, PBI Dansensor. Los resultados se expresaron como mgCO<sub>2</sub>/kgh.

**Pérdida de peso:** Cada bandeja se pesó al inicio y al final de cada periodo de almacenamiento. Se determinó la pérdida de peso como porcentaje del peso inicial.

**Índice de daño (ID):** Empleando una escala subjetiva se evaluó de 1 a 4, donde: 4=daño

severo, 3=daño moderado, 2=daño ligero y 1=sin daño, en base a la pérdida de jugo, presencia de moho y la deshidratación.

**Color superficial:** se tomó el color superficial de los frutos para día de control usando la escala CIEL\*a\*b\*, utilizando un colorímetro Konica Minolta (Chroma Meter CR400)

**Firmeza:** se midió utilizando un penetrómetro manual (TR di TURONI), con una punta de 3 mm de diámetro.

**pH:** se midió con un potenciómetro (Thermo Scientific Orion), por inmersión del electrodo en el jugo extraído del fruto.

**Sólidos Solubles Totales (SST):** se midió en el jugo extraído del fruto, utilizando un refractómetro manual (B&C), 0-32°Brix.

**Acidez Titulable Total (ATT):** se determinó por potenciometría titulando con una solución de NaOH 0.2 N la mezcla de 5 ml de jugo con 50 ml de agua destilada, hasta pH 8,2.

**Análisis microbiológico:** se realizó el recuento de aerobios mesófilos totales por método de vertido en Trypticase Soja Agar, las muestras se incubaron a 37°C/24h. Para el recuento de mohos y levaduras, se utilizó Agar Saboraud, las muestras se incubaron a 25°C por 3 a 5 días.

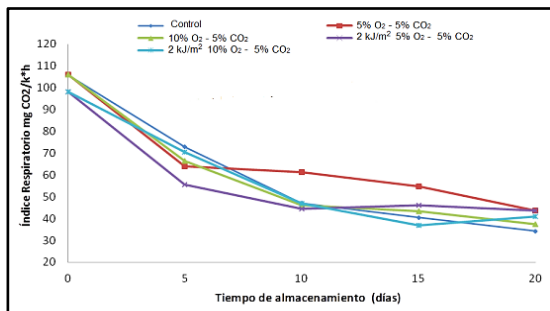
**Análisis estadístico:** Se empleó un diseño axb. Los resultados fueron procesados mediante un ANOVA y las medidas comparadas por el test de Tukey con un  $\alpha=0,05$ , usando el programa estadístico Statgraphics Centurion XV.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Índice respiratorio

Durante el almacenamiento, los frutos de mora presentaron una disminución gradual (aproximadamente del 50%) del IR en todos los tratamientos hasta el día 10, a partir de

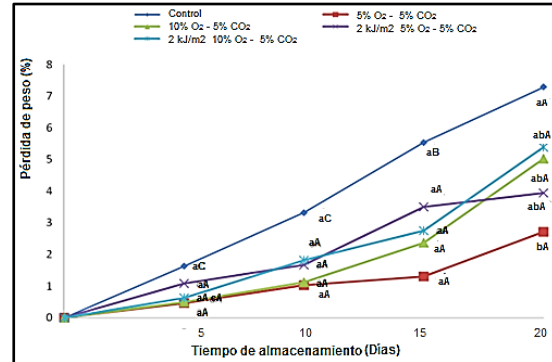
cual se observó una menor reducción de la actividad respiratoria (10-20%), como se puede observar en la figura 3. No se encontró diferencia significativa entre las muestras durante el período de almacenamiento. El comportamiento del IR de la mora sin espinas con los diferentes tratamientos confirma las características no climatéricas del fruto ya que presenta cambios leves en la producción de CO<sub>2</sub>. Lemus (2008) determinó que bajas concentraciones de oxígeno pueden reducir la actividad respiratoria en mora.



**Figura 3. Índice Respiratorio de mora de Castilla sin espinas durante el almacenamiento. Diferencia de Tukey = 22.62**

### Pérdida de peso

Durante el almacenamiento los frutos tratados mostraron menor % de pérdida de peso en relación a los frutos control, esto podría deberse al uso del empaque que permite reducir la eliminación de agua generada por procesos de transpiración y respiración (Thompson & Mitchell, 2007). La pérdida de peso aumentó significativamente en los frutos control, pasando de 1,63% en el día 5 a 7,29% en el día 20; por su parte, en el día 20, el tratamiento de AM (5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>) presentó menor pérdida de peso (2.7%), con respecto a los demás tratamientos de 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>, 2 kJ/m<sup>2</sup> 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> y 2 kJ/m<sup>2</sup> 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>, que presentaron una pérdida de peso promedio de 4.7%, como se observa en la figura 4.



**Figura 4. Pérdida de peso (%) de mora de Castilla sin espinas durante el almacenamiento. Diferencia de Tukey = 1.48.**

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) para un mismo día de análisis.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para un mismo tratamiento durante el tiempo de almacenamiento.

### Índice de daño

Los frutos tratados que presentaron mejores características de calidad respecto al control (figura 5). El día 15, la mora tratada con AM 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> presentó mejores características de calidad con respecto a los frutos control y al resto de los tratamientos. En el día 10 de almacenamiento los frutos control presentaron un (ID) de 1.95 (daño leve) y los frutos tratados alcanzaron un ID = 1.6 aproximadamente. En el día 15, los frutos que presentaron una mayor disminución en la calidad fueron los tratados con 2 kJ/m<sup>2</sup> 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> y 2 kJ/m<sup>2</sup> 10%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>, con índices de daño de 3.44 y 3.30, respectivamente, siendo el tratamiento de 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> el que presentó menor daño (ID = 2.88, daño leve a moderado). Similares resultados fueron reportados en mortiño por De la Cruz (2011).

La figura 6 muestra los síntomas de daño externo e interno que presentaron los tratamientos durante tiempo de almacenamiento, evidenciando que los frutos control perdieron su aceptabilidad mientras que el tratamiento con 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> es el que mejor conservó sus características organolépticas hasta el día 15.



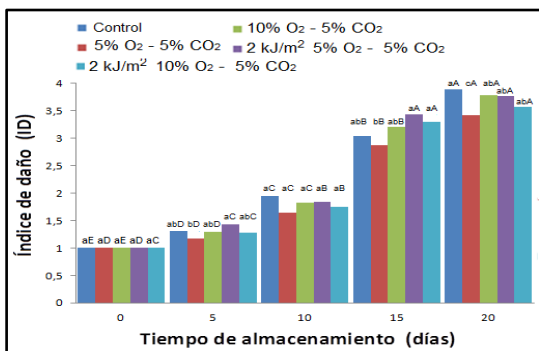


Figura 5. Evaluación de Índice de Daño en mora de Castilla sin espinas. Tukey = 0.12

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) para un mismo día de análisis.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para un mismo tratamiento durante el tiempo de almacenamiento.

estadísticamente significativas en la firmeza entre los tratamientos.

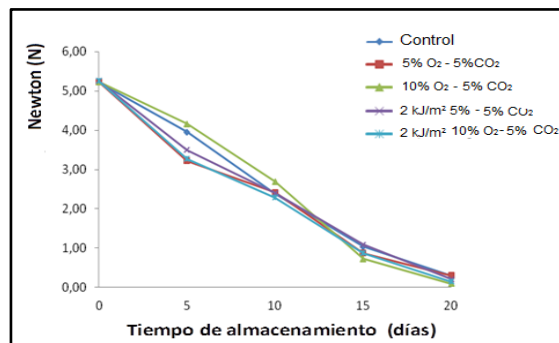


Figura 7. Variación de la firmeza de mora de Castilla sin espinas durante el almacenamiento. Tukey = 0.25

Tiempo (Días)	Tratamiento				
	Control	5% O <sub>2</sub> - 5% CO <sub>2</sub>	10% O <sub>2</sub> - 5% CO <sub>2</sub>	2 kJ/m <sup>2</sup> 5% O <sub>2</sub> - 5% CO <sub>2</sub>	2 kJ/m <sup>2</sup> 10% O <sub>2</sub> - 5% CO <sub>2</sub>
0					
10					
15					

Figura 6. Avance del daño externo e interno del tejido de mora control y tratado durante el almacenamiento.

### Color

En la tabla 1 se observan los valores de L\* a largo del almacenamiento encontrando diferencia significativa entre los frutos control y tratados. Se evidenció una reducción de L\* en todos los tratamientos. Resultados similares fueron reportados en arándano por Zheng et al. (2003).

### Análisis químicos

En todos los tratamientos se produjo un aumento progresivo en el pH y los SST con relación al tiempo de almacenamiento mientras que la ATT se redujo. En la tabla 13 se observa que todos los tratamientos registraron valores menores de SST en relación con los frutos control, el incremento de los sólidos solubles totales en los frutos blandos se podría dar por la transformación de los ácidos orgánicos en azúcares (Bartrina et al. 2006) durante la maduración. Se encontró diferencia significativa entre los valores de pH, SST y ATT tanto entre los días de almacenamiento como entre tratamientos (tabla 2).

### Análisis microbiológico

Se presentó desarrollo de microorganismos (tabla 3 y 4) en todos los tratamientos, a lo largo de los días de análisis. Los resultados

### Firmeza

Los frutos control y tratados presentaron reducción de su firmeza durante el tiempo de almacenamiento. Todos los tratamientos iniciaron con una firmeza promedio de 5 N y finalizaron en el día 20 con un promedio de 0.2 N (figura 7). La disminución de la firmeza en los frutos se debe a la relación directa que existe con la integridad de las paredes celulares (Laguado, Pérez, Alvarado, Marín, 1999). No se presentaron diferencias

muestran un incremento en las unidades propagadoras de colonias de mohos y levaduras hasta el día 15, posterior a este día se presentó una disminución en las UFC, a excepción del tratamiento de 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>.

**Tabla 1. Variación de Luminosidad (L\*), Hue\* y Cromo durante el almacenamiento.**

Tiempo de Almacen. (Días)	Tratamiento	L*	Hue*	Cr*
0	Control	20,74	343,17	12,09
	5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	20,74	343,17	12,09
	10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	20,74	343,17	12,09
	2KJ/m <sup>2</sup> 5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	23,48	341,75	18,1
	2KJ/m <sup>2</sup> 10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	23,48	341,75	18,1
5	Control	19,9	343	14,53
	5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	17,03	345,88	11,71
	10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	19,07	344,57	14,39
	2KJ/m <sup>2</sup> 5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,93	346,29	12,39
	2KJ/m <sup>2</sup> 10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	18,32	344,35	16,23
10	Control	16,68	342,26	10,06
	5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	17,43	342,82	12,1
	10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,86	342,08	14,22
	2KJ/m <sup>2</sup> 5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	17,31	344,62	12,51
	2KJ/m <sup>2</sup> 10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	17,52	343,49	14,47
15	Control	17,16	344,6	12,53
	5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,89	344,49	11,6
	10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,86	345,35	10,91
	2KJ/m <sup>2</sup> 5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,68	344,8	12,55
	2KJ/m <sup>2</sup> 10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	17,54	344,05	13,49
20	Control	16,48	345,28	11,08
	5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,66	344,97	12,16
	10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,62	346,07	12,4
	2KJ/m <sup>2</sup> 5%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,92	345,71	12,54
	2KJ/m <sup>2</sup> 10%O <sub>2</sub> - 5%CO <sub>2</sub>	16,76	345,47	14,41
Significancia	Tukey	0,48	0,95	1,16
	Tratamiento (T)	Sig	ns	sig
	Tiempo (t)	Sig	sig	sig
	Interacción txt	Sig	sig	sig

Valor promedio n = 45

Sig= Existen diferencias estadísticamente significativas

Ns= No existen diferencias estadísticamente significativas.

Los frutos tratados con dosis de 5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub> en el día 10 presentaron 3.13 Log<sub>10</sub> UFC/g manteniéndose constante hasta el final del almacenamiento. Los demás tratamientos presentaron en el día 10 un valor promedio de 2.49 Log<sub>10</sub> UFC/g, existiendo un incremento a 3.34 Log<sub>10</sub> UFC/g en el día 15. En el día 20 se presentó una disminución de la población de mohos y levaduras (2.64 Log<sub>10</sub> UFC/g), como se observa en la tabla 4. Estos resultados pueden relacionarse con la alta densidad de la población microbiana y la competencia que puede presentarse entre los microorganismos (Manacorda & Cuadros, 2005).

**Tabla 2. Variación de parámetros químicos: pH, Sólidos Solubles y Acidez Titulable Total durante el almacenamiento**

	Tiempo (Días)	Control	0KJ/m <sup>2</sup>		2 KJ/m <sup>2</sup>	
			5%CO <sub>2</sub> -5%O <sub>2</sub>	5%CO <sub>2</sub> -10%O <sub>2</sub>	5%CO <sub>2</sub> -5%O <sub>2</sub>	5%CO <sub>2</sub> -10%O <sub>2</sub>
pH	0	3,15 aB	3,15 aB	3,15 aC	3,12 aB	3,12 aCD
	5	3,06 cB	3,22 aB	3,10 cC	3,12 cB	3,15 abBC
	10	3,22 aAB	3,04 aC	3,09 aC	3,09 aB	3,07 aD
	15	3,16 cB	3,16 cB	3,28 bC	3,28 aA	3,20 bcB
	20	3,37 aA	3,37 aA	3,41aA	3,36 aA	3,42 aA
Diferencia Tukey = 0,04						
SST	0	8,23 aC	8,23 aA	8,23 aC	8,37aA	8,37 aA
	5	9,03 aB	8,37 bA	8,30 bBC	8,50abA	8,60 abA
	10	9,17 aAB	8,63 aA	8,77 aABC	8,87aA	9,00 aA
	15	9,43 aAB	8,70 aA	8,83 aAB	8,93aA	8,87 aA
	20	9,63aA	8,93 bA	8,93 bA	8,97bA	9,03 bA
Diferencia Tukey = 0,27						
ATT	0	318,00 bB	318,00 bA	318,00 bB	316,33 aA	316,33 aA
	5	370,67 aA	284,67 cA	373,33 aA	318,00 bcB	327,33 bB
	10	262,33 bC	305,33 aA	292,00 aB	296,00 aB	281,33 abC
	15	275,33 aBC	234,33 bcB	232,67 bcB	219,33 cC	247,33 bD
	20	251,33 aC	228,33 abB	234,00 abC	248,00 abC	226,00 bD
Diferencia Tukey = 12,73						

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) para un mismo día de análisis.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para un mismo tratamiento durante el tiempo de almacenamiento.

**Tabla 3. Desarrollo de microorganismos aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras en mora de Castilla sin espinas**

	Tiempo (Días)	Control	0KJ/m <sup>2</sup>		2 KJ/m <sup>2</sup>		
			5%CO <sub>2</sub> -5%O <sub>2</sub>	5%CO <sub>2</sub> -10%O <sub>2</sub>	5%CO <sub>2</sub> -5%O <sub>2</sub>	5%CO <sub>2</sub> -10%O <sub>2</sub>	
RECuento TOTAL	Log <sub>10</sub> UFC/g						
	0	2,68 aA	2,68 aA	2,68 aA	2,99 aAB	2,99 aAB	
	5	2,60 aA	3,00 aA	3,12 aA	2,89 aB	1,93 aBC	
	10	2,58 aA	2,49 aA	2,64 aA	2,82 aB	2,43 aBC	
	15	2,99 aA	2,69 aA	2,76 aA	2,88 aB	3,94 aC	
	20	2,70 bA	3,26 abA	2,75 bA	3,94 aA	3,47 abA	
Tukey = 0,36							
MOHOS Y LEVADURAS	Log <sub>10</sub> UPC						
	0	2,61 aA	1,98 aA	1,98 aAB	2,10 aAB	2,10 aAB	
	5	2,83 aA	2,77 aA	2,56 aAB	3,07 aAB	2,74 aAB	
	10	3,05 aA	3,13 aA	2,76 aAB	2,23 aB	1,93 aB	
	15	3,25 aA	3,12 aA	3,28 aA	3,25 aA	3,57 aA	
	20	2,38 aA	3,18 aA	2,38 aB	2,40 aB	2,41 aB	
Tukey = 0,45							

Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) para un mismo día de análisis.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para un mismo tratamiento durante el tiempo de almacenamiento.

**CONCLUSIONES**

Durante el almacenamiento, tanto en los frutos control como en los tratados, presentaron un aumento en el pH, SST y una disminución en la ATT. Se encontró un aumento en la población de aerobios mesófilos, mohos y levaduras se presentaron en todos los tratamientos. El uso combinado de radiación UV-C y atmósfera modificada en mora de Castilla sin espinas no produjo resultados favorables sobre el tiempo de vida útil y comercial. Con el tratamiento de atmósfera modificada (5%O<sub>2</sub>-5%CO<sub>2</sub>) se logró extender en 5 días el tiempo de vida útil del producto ya que produjo menor pérdida de peso y retrasó el avance del daño del tejido presentándose como el tratamiento más efectivo en el presente estudio de investigación.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alvarado, A. (2002). Mora (*Rubus*). Servicio de Información de Mercados, 19.
- Alzate, A., Mayor, N., & Montoya, S. (2010). Influencia del Manejo Agronómico, Condiciones Edáficas y Climáticas sobre las Propiedades Físico Químicas y Fisiológicas de la Mora (*Rubus glaucus Benth*) en dos Zonas de la Región Centro Sur del Departamento de Caldas Influencia del manejo agronómico, 18.
- Barreiro, J., & Sandoval, A. (2006). Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas (Vol. Uno). Venezuela: Equinoccio.
- Bartrina, J. A., Majem, L. S., Rodrigo, C. P., & Anta, R. M. O. (2006). Frutas, verduras y salud: Masson.
- Casp, A., & Abril, J. (2003). Procesos de Conservación de Alimentos (Vol. 2). Madrid, España.
- Caivinagua, X. (2011). Cuatro tipos de mora tiene el país, El Comercio
- Cárdenas, Y. (2013). Evaluación Agronómica y Fenología de dos Clones de Mora sin Espinas (*Rubus glaucus Benth*) para Determinar su Pontencial Comercial. Tumbaco, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, Quito-Ecuador.
- De la Cruz, A. (2011). Uso combinado de la radiación UV-C y almacenamiento refrigerado sobre el tiempo de vida útil de mortiño (*Vaccinium floribundum*). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Díaz, H., Martínez, D., Castillo, S., Serrano, M., & Valero, D. (2011). Modified
- Domínguez, L., & Parzanese, M. (2011). Luz ultravioleta en la conservación de alimentos. Argentina.
- Guerrero, J., & Barbosa, G. (2004). Ventajas y Limitaciones del Procesamiento de Alimentos con Luz Ultravioleta Mundo Alimentario.
- Hardenburg, R. E., Watada, A. E., & Wang, C. Y. (1988). Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Kader, A. (2007). Biología y Tecnología Postcosecha: un panorama. In A. Kader (Ed.), Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas (Vol. 61 3). California: Universidad de California: Centro de Información e Investigación en Tecnología Poscosecha.
- Laguado, N., Pérez, E., Alvarado, C., & Marín, M. (1999). Características físicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criolla Roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales. Fac. Agron., 16.
- Lemus, E. (2008). Modelado dinámico del intercambio de gases en el envase de frutas y vegetales bajo atmósfera modificada.
- Martínez, A., Beltrán, O., Velastegui, G., Ayala, G., Jácome, R., Yáñez, W., & Luciano, E. (2007). Manual de Cultivo de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus B*) (Primera ed.,



- Vol. Uno). Ambato, Ecuador: INIAP, Universidad Técnica de Ambato.
- Manacorda, A., & Cuadros, D. (2005). Interacción Microbiana. Microbiología Ambiental.
- Guerrero, M. (2010). INIAP de Ecuador promueve nueva variedad de mora sin espinas, El Nuevo Empresario.
- Farinango, M. (2010). Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) y de la mora variedad Brazos (*Rubus* sp.). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Reina, C. (1998). Manejo poscosecha y evaluación de la calidad para la mora de Castilla (*Rubus glaucus*) que se comercializa en la ciudad de Neiva., Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.
- Sora, D., Fischer, G., & Flórez, R. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en empaques con atmósfera modificada\* Refrigerated storage of mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) fruits in modified atmosphere packaging. *Agronomía Colombiana*, 24, 306-316.
- Thompson, J., & Mitchell, G. (2007). Empaques para productos hortofrutícolas. In A. Kader (Ed.), *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas* (Vol. 3). California: Universidad de California: Centro de Información e Investigación en Tecnología Poscosecha.
- Zheng, Y., Wang, C., Wang, S., & Zheng, W. (2003). Effect of High-Oxygen Atmospheres on Blueberry Phenolics, Anthocyanins, and Antioxidant Capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7162-7169.
-