

## **Uso de tratamiento por microondas e impregnación al vacío en la conservación de la mora de castilla (*Rubus glaucus*)**

### ***Using of the microwave treatment and the vacuum impregnation on the conservation of castilla blackberry (*Rubus glaucus*)***

**Lopez I, Maldonado E, Castro G, Parada R.**

*Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Programa Ingeniería de Alimentos, Universidad de Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia*

Recibido 3 de Enero 2011; aceptado 27 de Marzo de 2011

#### **RESUMEN**

---

*El objeto de esta investigación fue establecer el tratamiento más efectivo en la conservación de la calidad de la mora empacada al vacío y almacenada en refrigeración. Para ello se emplearon dos tratamientos, impregnación al vacío con solución sacarosa (5.5%) y ácido cítrico (pH 2,8) y la radiación por microondas (420 Watios). Una vez aplicados, las muestras fueron empacadas al vacío y almacenadas a 5°C por un tiempo de 8 días. La eficiencia de los tratamientos fue evaluada a partir del color, pH, acidez, sólidos solubles totales, pectinesterasa, %humedad, firmeza.*

*Se concluye que la mora de castilla es una fruta cuyas características fisicoquímicas, enzimáticas pueden ser conservadas por ocho días al emplear como tratamiento la impregnación al vacío de la sacarosa y del ácido cítrico por un tiempo de 15 min. empacada al vacío en bolsas de polietileno de alta densidad.*

**Palabras clave:** *conservantes, ingeniería de matrices, mora, vida útil.*

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia.  
E-mail: galcave@hotmail.com

## ABSTRACT

*The purpose of this research was to establish the most effective treatment in the conservation of the quality of the vacuum packed blackberry and stored under refrigeration. For this two treatments were used, vacuum impregnation with sucrose solution (5.5%) and citric acid (pH 2.8) and microwave radiation (420 Watts). Once applied, the samples were vacuum packed and stored at 5°C for a period of 8 days. The efficiency of the treatments was evaluated from the color, the pH, the acidity, the total soluble solids, the pectinesterase, moisture %, and firmness*

*It was concluded that the castilla blackberry is a fruit which physicochemical and enzymatic characteristics were conserved for eight days using a vacuum impregnation treatment of sucrose and citric acid for a time of 15 min. They were vacuum packed in of high density polyethylene bags.*

**Keywords:** preservatives, matrix engineering, blackberry, useful life.

## INTRODUCCIÓN

La mora es una fruta perteneciente al grupo de las bayas; es muy perecedera, rica en vitamina C y con un alto contenido de agua. Es originaria de las zonas altas tropicales de América principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y Salvador (Franco *et al.*, 1981). El género *Rubus* es uno de los de mayor número de especies en el reino vegetal. Se encuentran diseminadas en casi todo el mundo excepto en las zonas desérticas. Se conocen numerosas especies de moras o zarzamoras en las zonas altas de la América tropical, principalmente en Ecuador, Colombia, Panamá, los países de Centro América y México. Se considera que en el mundo hay unas 300 especies de importancia relativa según la aceptación comercial que tienen en los diferentes territorios (Chancusig, 1997).

De acuerdo a Osorio *et al.*, (2003), el fruto de la mora de Castilla está formado por

muchas drupas, y dentro de cada una hay una semilla; los frutos pueden ser disímiles en tamaño, y al no ser homogénea la floración, madura de manera dispareja. Es una planta perenne, de porte arbustivo. Los tallos son de longitud variable y producen constantemente brotes en la base, las hojas son alternas y las ramas florecen en racimos terminales, las raíces tienen disposición horizontal. El pH indicado para este cultivo es de 6.0 a 6.5, y aunque se adapta a suelos ácidos, es un cultivo muy exigente en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; su humedad relativa debe oscilar entre el 70 y 80%, con temperaturas entre 11 y 18°C.

Según Walker *et al.*, (1996), en la comercialización de la mora se debe tener en cuenta los siguientes factores de calidad: frutos con apariencias de frescura, sanas, limpias, sin olores extraños, maduración uniforme (color

---

rojo, vinotinto), secos y firmes. Longitud mínima 2.2 cm, diámetro mínimo 1.5 cm.

Conforme a la Norma Técnica Colombiana 4106, todas las categorías de mora de Castilla deben estar sujetas a los requisitos y tolerancias permitidas. Además, deben tener las siguientes características físicas:

- Los frutos deben estar enteros.
- Deben tener la forma característica de la mora de Castilla.
- Deben estar sanas (libres de ataques de insectos y/o enfermedades que demeriten la calidad interna del fruto).
- Deben estar libres de humedad externa anormal producida por mal manejo en las etapas poscosecha.
- Deben estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraño.
- Deben presentar aspecto fresco y consistencia firme.
- Deben estar exentas de materiales extraños visibles (tierra, polvo, agroquímicos y cuerpos extraños).
- Deben tener las drupillas bien formadas, llenas y bien adheridas.
- Para el mercado fresco, los frutos deben tener cáliz.
- La coloración de los frutos debe ser homogénea dependiendo del estado de madurez.

Dentro de su caracterización el tamaño es diferente al a hora de calificar y hay que tomarlo en cuenta, ya que para cada variedad hay un tamaño óptimo de desarrollo. No siempre el fruto más grande, es el de mejor calidad. (Pantastico, 1979). La acidez en frutas y vegetales presenta generalmente una

reacción ácida con variaciones amplias, ya que durante los procesos metabólicos normales se forman muchos ácidos orgánicos en los tejidos de las plantas comestibles. El grado de acidez de una fruta se mide por titulación química y se expresa en porcentaje de ácido cítrico (Pearson, 1976). Los grados °Brix son un cambio bioquímico importante que sufren los hidratos de carbono; la degradación de los polisacáridos de las membranas celulares, ejercen una contribución importante sobre el aumento en contenido de azúcares, la cantidad de estos sólidos se expresan en grados °Brix, y estas lecturas se hacen con ayuda del refractómetro que da los grados °Brix que son los sólidos solubles totales del jugo correspondiente (Ramírez, 1989).

Al madurar los frutos la lámina media, el material que une las células se disuelve, esto, unido a cambios en el contenido celular, conduce al inicio del ablandamiento del fruto. Este ablandamiento puede ser medido por un dinamómetro denominado “penetrómetro” que marca la resistencia de la pulpa, sin piel, del fruto a la penetración de un émbolo de diámetro conocido.

La pectinesterasa es la enzima responsable de la pérdida de la calidad en los productos hortofrutícolas, es el parámetro indicador en la obtención de tiempos y temperaturas de proceso debido a su alta termoresistencia (Camperiet *al.*, 1996). Según Montes *et al.*, (2002), la demetoxilación de la pectina por la pectinesterasa libera *metanol* (o alcohol metílico), que queda en el jugo; se trata de un caso típico de generación de una sustancia tóxica como parte del procesamiento de un alimento.

La utilización de las microondas, consiste en la aplicación de radiaciones no ionizantes

a frutas, verduras, carnes, pescados y alimentos precocinados con el fin de esterilizarlos (extermina los microorganismos) y prolongar su conservación sin necesidad de frío. En un entorno social en continua evolución como la actual, el microondas para la industria alimentaria, es un modo eficaz y seguro de garantizar la conservación de los alimentos y de evitar la transmisión de enfermedades por vía alimentaria, eludiendo así los problemas sanitarios que alimentos en mal estado podrían causar en quienes lo ingieren. Por lo tanto, una nueva opción es la utilización de microondas por medio de la irradiación que es un tratamiento físico, en el que se aplica sobre el alimento una elevada cantidad de energía en forma de radiación no ionizante. Esto significa que se aplica solo energía y no partículas, es por ello, es muy difícil que los alimentos resulten radioactivos (Garódalo N., *et al.* 2005).

De otra parte, los hábitos alimentarios se han modificado en los últimos años, con el ánimo de satisfacer las necesidades del consumidor. En este sentido la fruta fresca como postre se ha cambiado por yogur, flan, gelatina, torta, helado. Sin embargo, el consumidor busca productos que le ofrezcan un incremento en la nutrición, como vitaminas, energía, fibra de origen natural, por lo que hoy la industria alimentaria diseña nuevos productos que resulten atractivos y a la vez cómodos para el consumo (Girado *et al.*, 2004).

Las frutas mínimamente procesadas (MP) son una alternativa a la oferta de la

industria, ya que sólo se les realizan operaciones de pelado, cortado y envasado; pero para alcanzar unos buenos resultados hay que tener presente la respiración, como una variable condicionante de la vida media de las frutas enteras y de las MP, ya que ella es la responsable de la degradación oxidativa de los productos presentes en la célula, como almidón, azúcares y ácidos orgánicos. El proceso respiratorio puede acelerarse o ralentizarse al variar la temperatura y la concentración de gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) en la cámara donde se almacenan las frutas (Baratet *al.*, 2001, Wilset *al.*, 1984).

La impregnación a vacío (IV) es uno de los tratamientos que se les puede aplicar a las frutas MP para disminuir los niveles de  $O_2$ , así como un medio para incorporar en la estructura antioxidantes, conservantes, azúcares y ácidos, que pueden mejorar las cualidades organolépticas (Giraldo, 2004, Barbosa *et al.*, 2000). Esta operación causa una alteración estructural y fisiológica, ocasionada por el intercambio del gas presente en los poros por el líquido externo, lo que afecta los niveles requeridos en la respiración de frutas mínimamente procesadas y, por tanto, influye en la vida útil de los productos (Giraldo, 2004). Este intercambio ocurre al sumergir el producto en la fase líquida para someterlo a baja presión y así expandir el gas para que salga, y luego, al restituir la presión atmosférica, el producto se comprime favoreciendo la penetración del líquido exterior en los poros (Fito, 2006, Fito *et al.*, 1996, Giraldo *et al.*, 2005).

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

---

### *Características fisicoquímicas de la mora de castilla*

#### *Forma y tamaño*

Se describió la forma de la mora de Castilla (*Rubus Glaucus*) de Pamplona Norte de Santander de acuerdo a cartas estándares (ICONTEC 4106). El tamaño de la fruta se obtuvo con un pie de rey, tomando las medidas a lo largo y ancho de la mora de Castilla.

#### *Volumen real*

Se determinó por el método de Arquímedes, que consiste en medir el volumen por el desplazamiento de agua en una probeta graduada.

#### *Área superficial real*

Debido a que la mora es una fruta compuesta por muchas drupas, el área superficial se halló por planimetría.

#### *Peso*

El peso de la fruta se halló con la ayuda de una balanza digital marca *Scout-pro OHAUS*, se pesó la mora completa, su pedúnculo, el corazón y la pulpa de manera individual.

Los porcentajes de peso se determinaron a partir de las ecuaciones 1-3.

$$\% \text{ pedúnculo} = \frac{\text{peso del pedúnculo}}{\text{peso de la fruta}} * 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$\% \text{ corazón} = \frac{\text{peso del corazón}}{\text{peso de la fruta}} * 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$\% \text{ pulpa} = \frac{\text{peso del pulpa}}{\text{peso de la fruta}} * 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

#### *Sólidos solubles totales (SST)*

Se evaluó por refractometría, expresándose la cantidad de sólidos solubles totales en °Brix.

#### *Acidez total*

Se determinó por titulación con NaOH, hasta obtener un pH de 8.2, empleándose como indicador la fenoltaleína. El porcentaje de ácido málico se halló mediante la ecuación

$$\% AC = \frac{N * V1 * 0,064}{V2} * 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

#### *Humedad*

Para la determinación de humedad fue necesaria la puesta a punto de la técnica, con el fin de establecer el tiempo requerido de exposición de la muestra a 110°C en una balanza de humedad marca MB35 HALOGEN OHAUS. Para ello, se tomaron muestras debidamente cortadas longitudinalmente en rodajas, las cuales se llevaron por un tiempo de una hora, registrándose, cada dos minutos, de la pérdida de peso y humedad, posteriormente se realizó la grafica en Excel, tomando humedad vs tiempo.

#### *pH*

Se obtuvo la pulpa de la fruta, y sobre ésta se midió directamente con ayuda de un electrodo del pH-metro marca SCHOTT.

#### *Evaluación de la intensidad respiratoria*

Se utilizó un sistema cerrado que consistió en trampas que contenían hidróxido de bario; una de las trampas contenía hidróxido de potasio, y otra la muestra con la ayuda de un motor para la producción de aire. La medida se realizó tomando 1 kg de muestra,

manteniéndose en el sistema cerrado por un tiempo de 1 hora. La valoración se realizó con ácido oxálico y como indicador la fenoltaleína.

La fórmula para determinar la tasa de respiración es:

$$mg.CO_2 / Kg./h = \frac{(V_0 - V_1) ml. \times 22gr.CO_2 \times Nacidooxalico}{Tiempo de barrido \times peso de la muestra}$$

### *Apariencia*

Se realizó empleándose una escala de intervalos de cinco puntos, evaluándose los atributos de color, tamaño y forma.

### *Firmeza*

Para esta evaluación se utilizó un texturómetro TXA-plus, software NEXYGEN para adquisición de datos, punzón de diámetro de 1mm. Las variables de trabajo fueron velocidad de ensayo de 5 mm/seg y la fuerza trigger de 0.001 kgf, y dos depresiones límites de 5mm y 10mm y porcentajes de ruptura 5 y 10% con el fin de establecer, bajo ensayo-error, las condiciones de trabajo para la medida de firmeza en mora.

### *Actividad de la enzima pectinesterasa (PE)*

Se determinó por el método de pH estático, en 3 estados de madurez de la mora (verde, pintón, madura).

### *Extracto enzimático*

Se preparó una relación 1:1 de muestra y una solución de NaCl (10 ml de muestra y 10 ml de solución de NaCl 0.1M); se ajustó el pH a 6.5 con una solución de NaOH y se mantuvo una agitación constante por una hora en baño de hielo a temperatura de 4°C.

### *Determinación de la actividad de la pectinesterasa*

Se tomó una alícuota de 10 ml del extracto enzimático y se mezcló con 10 ml de una solución de pectina cítrica al 1% en NaCl 0.01 m, se ajustó el pH a 6.5 y se mantuvo en agitación constante por agitador magnético por 10 minutos a una temperatura de 30°C. Posteriormente se midió el pH y se tituló la muestra con una solución de NaOH al 0.01 N hasta llegar nuevamente a un pH 6.5.

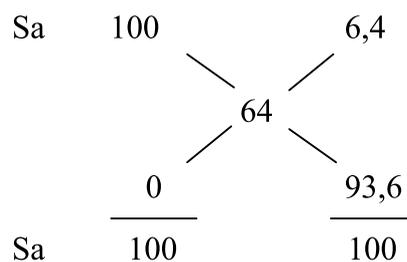
### *Métodos de conservación de la mora de Castilla*

#### *Tratamiento por microondas*

La mora de Castilla fue expuesta a radiación por microondas por 3 seg; tras el cual, se empacó a un 90% de vacío y se llevó a refrigeración por un tiempo de ocho días.

#### *Impregnación al vacío con solución sacarosa y ácido*

De acuerdo a los sólidos solubles totales (SST) ó °Brix y el % de acidez obtenidos de mora de Castilla inicialmente, se preparó una solución 1:2 con respecto a la cantidad de mora



Posteriormente se introdujo la mora en la solución sacarosa y de ácido cítrico, realizando la impregnación al vacío por un tiempo

de 15 minutos; transcurrido este tiempo, se escurrió y se empacó a un 90% de vacío y se almacenó en refrigeración por ocho días.

Además, fue preparada una muestra testigo (sin tratamiento), con el fin de evaluar la efectividad de los tratamientos de conservación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mora de castilla es una fruta de forma cónica, presenta un tamaño de 1,6 cm de largo y 2 cm de ancho, un volumen real de 1cm<sup>3</sup>, cuya área superficial es de 22 mm<sup>2</sup>, cuyo peso promedio en 5,31 g, representado en 73,93% de pulpa, 2,63% de pedúnculo y 17,1% coirazón (tabla 1).

Tabla 1  
Características fisicoquímicas de la mora de Castilla producida en Pamplona

Análisis	Promedio ± D.T
°Brix	6.8 ± 0,2
% acidez	1.37 ± 0,5
pH	2,8 ± 0,6

n=4

El estado de madurez de la mora de Castilla producida en Pamplona, según la escala de colores descrita por la NTC 4106, es de 4, la cual presenta unos °Bx mínimos de 6,7 y máximos de 7,3 °Bx; encontrándose de acuerdo a los resultados en el rango admitido según esta norma.

Con relación a los resultados obtenidos en las muestras tratadas con ultrasonido y por microondas, la variable acidez presentó diferencia estadísticamente significativa entre la muestra testigo y la muestra tratada por microondas (*p*-valor= 0,009), y entre la testigo y la tratada con impregnación al vacío (*p*-valor= 0,011), en donde la testigo mostró un mayor índice de madurez.

Para la determinación de la humedad con balanza OHAUS (figura 1), se requiere

exponer 3 g de la fruta por un tiempo de 60 minutos. La mora de Castilla producida en Pamplona presenta una humedad del 84.89%. De los resultados de respiración, se presenta que esta fruta en estado fresco presenta una tasa de respiración de 94,62 mg de CO<sub>2</sub>/kg/hora, en cual la mora tenía un promedio de 35 horas después de su cosecha; por ser la mora un fruto no climatérico, su intensidad respiratoria disminuye a través del tiempo, registrando casi al tercer día una baja tasa de respiración, según Ramírez, de 61,68 mg de CO<sub>2</sub>/kg/hora, indicando síntomas de descomposición (mohos y fermentación).

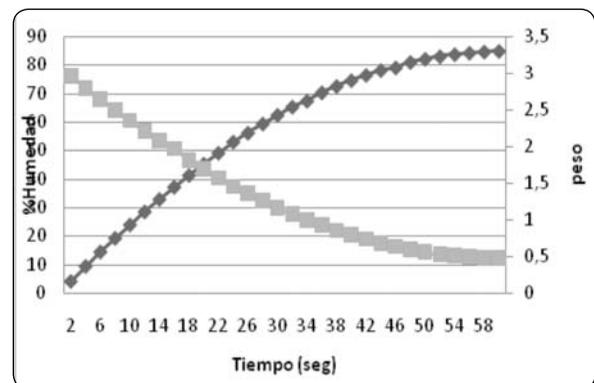


Figura 1. Humedad de la mora de Castilla en Pamplona

Con respecto al % de humedad, el método de conservación por microondas preserva esta característica (82,86 %) durante el tiempo de almacenamiento.

De acuerdo al resultado sensorial (tabla 2), la apariencia de la mora de Castilla presenta color rojo maduro, encontrándose en el color 4 según la escala de color de la NTC 4106.

Tabla 2  
Apariencia de la mora de Castilla

Parámetro	Calificación
Color	4 ± 0,5
Tamaño	3 ± 0,5
Forma	3 ± 0,5

n= 10

De la puesta a punto de la técnica de evaluación de firmeza, se establece que las mejores condiciones de trabajo para la valoración en mora son: depresión límite y porcentaje de ruptura del 5%.

Como puede observarse en la figura, la actividad enzimática de la pectinesterasa en la mora en un estado verde es mayor a las actividades análogas en los otros dos estados. La actividad de esta enzima se logra controlar con los dos procesos de conservación empleados, durante los 8 días de almacenamiento refrigerado.

La unidad de pectinesterasa (UPE) es definida como el número de mili-equivalentes de éster hidrolizados por minuto y mililitro de muestra.

A medida que las frutas maduran hay una disminución de los ésteres, por lo tanto la cantidad de ésteres que se puede hidrolizar en una fruta verde es mayor que en una fruta madura, lo cual, analizando los resultados es evidente.

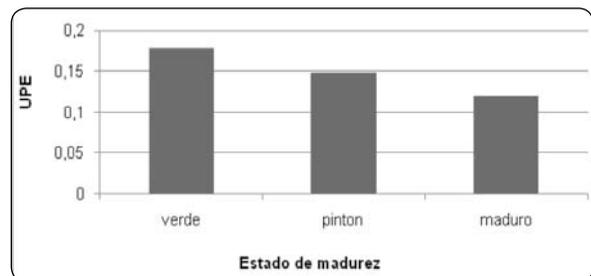


Figura 2. Actividad enzimática de la pectinesterasa en la mora de Castilla

## CONCLUSIONES

El método de impregnación al vacío, empleándose sacarosa y ácido cítrico es uno de los métodos más eficaces que permite mantener la calidad fisicoquímica, sensorial

y enzimática de la mora de castilla por un tiempo de 8 días en estado fresco, y con un menor grado de pérdidas de peso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ancos, B., M. Muñoz, R. Gómez, C. Sánchez y M. Cano. Nuevos sistemas emergentes de higienización en el procesado mínimo de alimentos vegetales. pp.1-14. I Simposio Ibero-Americano de Vegetales Frescos Cortados. San Pedro, SP Brazil. 2006.

Artés, F. y F. Artés. Innovaciones industriales en el procesado mínimo de frutas y hortalizas. CTC. (2000). *Revista Agroalimentación e Industrias Afines*. 7: 29-33.

Barat JM, Fito P, Chiralt A. Effect of osmotic solution concentration temperature and vacuum impregnation pre-treatment on osmotic dehydration kinetics of apple slices. (2001). *Food science and technology international*. 5(7):451-6.

Barbosa G, Usha P, Palau E, Swanson B. Conservación no térmica de alimentos. Zaragoza: Acribia 2000.

- Camperi, S., Hours, R., Auday, R., Miranda, M., Cascone, O., & Navarro del Cañizo, A. (1996). Jugos de Fruta sin Metanol. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy*, VI (33).
- Chancusig E. (1997). Cultivo de la mora de Castilla *Rubus glaucus*. Servicio Nacional de Aprendizaje. Bogotá Colombia. En línea: [http://www.minag.gob.pe/agricola/pro\\_andi\\_mora.shtml](http://www.minag.gob.pe/agricola/pro_andi_mora.shtml)
- FAO (2000). Comité de problemas de productos básicos subgrupo sobre frutas tropicales. Primera reunión Pattaya, Tailandia, 25 - 28 de mayo de 1998. Home Page, <http://www.fao.org>
- Fito P, Andrés A, Chiralt A, Pardo P. Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation-relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food-liquid systems. (1996). *Journal of Food Engineering*. 27:229-240.
- Franco G., Bernal J., Gallego J., Guevara N., Londoño M (1981). Agronomía del cultivo de la mora. Seminario Frutales de Clima Frio. Pág. 1-13.
- Galviz A. (1995). Mora de Castilla. Rev. Agronomía. En línea: <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/mora.htm>
- García, M. La agroindustria de la mora. (2001). *Alternativas viables para los fruticultores. Tecnología para el Agro* 1(2): 15-17.
- Giraldo G; Talens P, Chiralt A. Equilibrio osmótico del mango (*Mangifera indica*) en la deshidratación. (2004). *Vitae*.11(2):18-8
- Giraldo GA. Conservación de frutas por un método combinado. (2004). *Revista de Investigaciones*. 1(14):121-8
- Giraldo G, Duque A, Mejía C. La deshidratación osmótica como pretratamiento en la conservación de mora (*Rubus glaucus*) y uchuva (*Physalis peruviana* L.). (2005). *Vitae*. 12(1):15-7.
- ICONTEC: Ministerio de Agricultura; Federación Nacional de Cafeteros de Colombia; CENICAFÉ. Norma Técnica Colombiana. NTC 4106. Santafé de Bogotá, abril 16, 1997.
- Kader, A. Postharvest technology of horticultural crops. pp. 135-144. Third edition. Publication 3311. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, CA. Flores, A. 2000. Manejo postcosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Experiencias y Recomendaciones. Editorial UNELLEZ. San Carlos, Cojedes. 320 p. 2002.
- Montes, Horcasitas, M. d., & Magaña Plaza, I. (2002). *Enzimas con aplicación industrial*. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional CINVESTAV, Guadalajara.
- Osorio D., Roldan J., Durán F. (2003). Volvamos al campo. Producción de mora. Grupo Latino Ltda. Pág. 6-22.
- Pastastico, E.B. Compañía editorial continental. (1979) fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. México. Pág. 663-
- Pearson, David. Acibia. (1976). Tecnología de laboratorio para el análisis de alimento. Pág. 50.
- Ramirez, C.A. (1989). Caracterización y estudio de deterioración poscosecha de mora castilla a dos condiciones ambientales. Pág. 96.
- Walker M., Rodríguez A., Aristizábal J. (1996). Primer seminario de frutales de clima frío moderado. Conservación por frío de mora de castilla (*Rubus glaucus*) producida en el eje cafetero. Pág. 28-38.
- Wills RH, Lee TH, McGlasson WB, Hall EG, Graham D. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas. Posrecolección Zaragoza: Acibia 1984.