

---

*Scientia Agroalimentaria*

ISSN: 2339-4684

Vol. 1 (2013) 39-44

---

## VARIABLES DETERMINANTES DE LA MADUREZ COMERCIAL EN LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* BENTH)

VARIABLES DETERMINING THE COMMERCIAL MATURITY OF CASTILLA BLACKBERRY (*Rubus glaucus* BENTH)

Ayala Sánchez, Leidy C.<sup>1</sup>; Valenzuela Real, Claudia P.<sup>2</sup>; Bohórquez Pérez, Yanneth.<sup>2</sup>

### Resumen

El estado de madurez es considerado uno de los factores determinantes en la comercialización de los productos hortofrutícolas, principalmente, por su relación directa con la calidad y el tiempo de conservación en poscosecha. La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), considerada un fruto no climatérico altamente perecedero, evidencia en su recolección heterogeneidad en forma, tamaño, color, peso y composición, que genera altas pérdidas durante las etapas de cosecha, poscosecha y comercialización, lo que, en consecuencia, afecta volúmenes en el mercado y produce pérdidas económicas. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue establecer el grado de madurez de cosecha adecuado para la comercialización de la mora proveniente del cañón del Combeima, para lo cual se recurrió a la evaluación de parámetros físicos, químicos y fisiológicos en producto con grado de madurez 4, 5 y 6 según la NTC 4106. Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas en el estado de madurez 4 respecto del peso fresco que se reduce en promedio 12 %, el mínimo contenido de sólidos solubles ( $6.93 \pm 0.12$  °Bx) que indican en el índice de madurez y la superior intensidad respiratoria durante su almacenamiento refrigerado, aspectos que reducen la calidad y vida útil de este fruto. Se concluyó que el estado de madurez recomendable para la cosecha y comercialización del producto evaluado es el 5, teniendo en cuenta que en este se alcanza la adecuada acumulación de ácidos, sólidos solubles, tamaño y forma característica del fruto, sin diferencias significativas en peso al compararse con la madurez comercial actual (GM 6).

Palabras clave: estado de madurez, comercialización, competitividad regional, pérdidas, vida útil.

### Abstract

The maturity stage is considered a factor decisive in the marketing of horticultural products, mainly because its direct related with the quality and postharvest shelf life. Castilla blackberry (*Rubus glaucus* Benth) is considered a non-climateric highly perishable fruit, presented in its harvest heterogeneity, in shape, size, color, weight and composition, generating high losses during the harvest, post-harvest and marketing that in consequence affect the market stock and economic losses. Therefore, the aim of this study was establish the proper harvest maturity for marketing of blackberry from Canyon Combeima, which was assement of physical, chemical and physiological with maturity level 4, 5 and 6 according to standard Icontec 4106. The results showed significant differences in maturity stage 4 respect to fresh weight was reduced 12 %, minimum soluble solids content ( $6.93 \pm 0.12$  °Bx) influencing maturity index and higher respiratory rate during refrigerated storage, both of which reduce the quality and shelf life of this fruit. It was concluded that the state of maturity harvest and marketing

---

<sup>1</sup> Grupo de Investigación del Centro de Desarrollo Agropindustrial del Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica, Joven Investigador e Innovador de Colciencias-Universidad del Tolima. Correo: [lcayalas@ut.edu.co](mailto:lcayalas@ut.edu.co)

<sup>2</sup> Grupo de Investigación del Centro de Desarrollo Agropindustrial del Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima.

recommended of the product evaluated is five, considering that in that state it reached adequate accumulation of acids, soluble solids, size and characteristic form of the fruit, without significant differences in weight when compared with the actual commercial maturity (GM 6).

Keywords: degree of maturity, commercialization, regional competitiveness, losses, shelf-life.

## Introducción

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es definida como un fruto jugoso constituido por numerosas drupas unidas a un receptáculo [1], que, dependiendo de las condiciones agroclimáticas en las que se desarrolle, podrá presentar diversidad en forma, tamaño, coloración y características organolépticas. En Colombia, es cultivada en zonas de clima frío moderado. Las estadísticas para 2011, reportadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, registraron una producción nacional de 94 303 t, procedentes de 11 673 hectáreas, cifras que, según proyecciones del Plan Frutícola Nacional para el 2026, presentarán un incremento equivalente a 20 631 ha, con lo cual se induce a mayores oportunidades [2] por su capacidad de producir mayores ingresos, ser fuente de empleo y constituirse en una alternativa agrícola rentable frente a otros cultivos del mismo piso térmico [3]. El departamento del Tolima, aportante del 4.32 % de la producción nacional [4], verá favorecida su productividad al consolidar dichas proyecciones, las que podrían suplir la demanda en fresco y ampliar su mercado al sector industrial.

Por sus características fisicoquímicas, morfológicas y fisiológicas, la mora se constituye en uno de los frutos más lábiles en la cadena hortofrutícola colombiana, si se tiene en cuenta su susceptibilidad a diversas fisiopatías y enfermedades, como la deshidratación por pérdida de agua, los desórdenes fisiológicos relacionados con almacenamiento en atmósferas controladas o modificadas, daños por frío y pudriciones generadas, principalmente, por el hongo *Botrytis cinerea*, sumado a su alta perecibilidad, reducida vida en anaquel (3-5 días) bajo condiciones especiales de almacenamiento (90-95 % HR y 0-1 °C), fermentación y daños mecánicos, que, en general, redundan en pérdidas que en el ámbito nacional pueden ascender al 70 % en etapas de cosecha y poscosecha cuando su manejo no es adecuado [5, 6].

Los factores, como su condición de fruta no climatérica, en la que la actividad respiratoria es relativamente baja y declina lentamente tras la maduración, así como el desarrollo y la maduración no homogéneos [5, 7], dificultan las labores de cosecha, selección, empaque, transporte, conservación y comercialización; actividades que, en la actualidad, son realizadas de manera empírica, y que afectan la

calidad del producto por su cosecha en avanzado estado de madurez, heterogeneidad en tamaño, color y baja resistencia, que conlleva pérdidas económicas, problemas en los volúmenes ofertados y la aceptación en el mercado.

Numerosos cambios físicos, químicos y bioquímicos se producen durante la maduración de las bayas pertenecientes al género *Rubus*, los que han sido evaluados en diferentes variedades [8, 9], con el fin de establecer el momento apropiado de madurez para la cosecha, debido a que este repercutirá en la vida útil y tiempo de comercialización del producto, y afectará, principalmente, el desarrollo, el valor nutricional y la adquisición de sabor y coloración adecuados [5]. Entre las prácticas fundamentales que determinan la calidad y el comportamiento de los frutos después de la cosecha, se encuentra la adopción de índices de madurez, empleados para determinar el grado de desarrollo de las frutas o el estado de madurez para la recolección, que debe ser igual o muy cercana a la de consumo, ya que esta fruta, una vez separada de la planta, no sigue madurando, aun cuando se sigan presentando cambios en su composición influenciados por las condiciones de almacenamiento [7]. Entre los índices de cosecha para la mora se tienen indicadores organolépticos, físicos, fisiológicos, químicos y temporales que se recomienda sean combinados en la estimación del momento óptimo de la cosecha [5, 7].

En particular, para este estudio, se evaluó mora de Castilla proveniente del cañón del Combeima (municipio de Ibagué), donde más de 200 agricultores garantizan en promedio 14 t por semana al mercado local y en su mayoría dependen de esta actividad económica. Se espera que la difusión de los resultados correspondientes a la valoración de los estados de madurez 4, 5 y 6, así como la estimación del estado de madurez óptimo para la cosecha y comercialización de este fruto, redunden a corto y mediano plazo en el mejoramiento de la operación de recolección, mayor vida en anaquel y mejor calidad del producto adquirido por el consumidor local.

## Materiales y Métodos

*Material vegetal.* Los frutos de mora cultivados entre 1800-2300 msnm en la vereda El Retiro del cañón del Combeima a temperatura promedio de 18 °C,

humedad relativa media del 87 %, precipitación promedio anual de 1950 mm [10] y tiempo seco, fueron recolectados en tres estados de madurez, según clasificación por color establecida en la NTC 4106 [11], con algunas modificaciones propuestas para esta investigación (Tabla 1). Posteriormente, se dispusieron en contenedores de tereftalato de polietileno y poliestireno expandido para su transporte bajo cadena de frío a los laboratorios de poscosecha de la Universidad del Tolima y Salud Pública de la Secretaría de Salud Departamental donde se realizó su correspondiente evaluación física, química y fisiológica.

*Parámetros físicos.* Se realizó la medición de longitud, diámetro mayor y menor empleando 75 frutos por estado de madurez. La longitud se determinó midiendo la parte axial del fruto y los diámetros en sentido ecuatorial en el extremo superior (ubicación del cáliz) e inferior del fruto, haciendo uso de un calibrador Hopex, y se registró el peso unitario en fresco por medio de una balanza de precisión electrónica HR-200 A&D con capacidad de 210 g  $\pm$  0.0001 g.

**Tabla 1.** Clasificación de frutos de mora por grado de madurez.\*

<i>Grado de madurez</i>	<i>Características</i>
Grado 4	Fruto de color rojo con $\frac{1}{4}$ de área rojo intenso o morado
Grado 5	Fruto con mitad de área roja y mitad morada
Grado 6	Fruto morado oscuro

\*Adaptado de la NTC 4106 [11].

*Parámetros químicos.* Se cuantificó el contenido de sólidos solubles totales (SST) con el empleo de un refractómetro ATAGO; la acidez titulable (AT) se determinó con titulación potenciométrica, que reportó sus resultados en porcentaje de ácido málico, y el pH se evaluó haciendo uso de un potenciómetro CG 820 Schott a temperatura de referencia de 20 °C. Las metodologías de referencia corresponden a las normas Icontec para productos de frutas y hortalizas. A partir de la relación entre el valor mínimo de SST y el valor máximo de AT [12], se determinó el índice de madurez.

*Parámetros fisiológicos.* El índice de transpiración e intensidad respiratoria fue evaluado en la fruta (250 g aprox.), dispuesta en empaques rígidos con tapa plana tipo tarrina de tereftalato de polietileno 473 cm<sup>3</sup>, con el 10 % del área perforada y almacenada durante 6 días en refrigeración bajo condiciones de temperatura y humedad relativa de  $2 \pm 1$  °C y 65-85 %, respectivamente. La transpiración de los frutos se

determinó mediante la cuantificación de la pérdida diaria de peso, que fue expresada en porcentaje (% PP); entre tanto, la tasa de respiración se cuantificó diariamente utilizando un determinador de gases (Checkmate 3, PBI Dansensor, Ringstead, Dinamarca) confinando la muestra en un contenedor con volumen de 500 cm<sup>3</sup> y expresando su resultado en miligramos de dióxido de carbono por kilogramo por hora (mg CO<sub>2</sub>/(kg h)).

*Tratamiento estadístico.* Los resultados obtenidos por triplicado fueron tabulados y evaluados a través de análisis de varianza simple y multifactorial (ANOVA-MANOVA), con empleo de diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher como método de comparación múltiple, con un nivel de confianza del 95 %. Dichos análisis se realizaron con el paquete estadístico Statgraphics Centurion XV.II (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA, E.U.).

## Resultados

Como variable de crecimiento de los frutos se tiene definido el tamaño (largo y ancho); sin embargo, este estudio incluyó el peso y diámetro mayor y menor en la estimación de desarrollo de estos. Los frutos de mora presentaron una longitud y diámetro mayor y menor de 18.15 a 38.1 mm; 14.0 a 28.55 mm y 8.3 a 19.95 mm, respectivamente. Como se observa en la Tabla 2, la fruta en grado de madurez cinco (GM 5) presentó un promedio de longitud levemente superior a los frutos en GM 6, fenómeno atribuible a factores de recolección, clasificación de muestras por grado de madurez, irregularidad de crecimiento y maduración del producto en la planta, posiblemente por deficiencias en la nutrición, la irrigación y la polinización.

No obstante, el análisis de varianza por diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher estableció que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la longitud para los tres grados de madurez analizados (Tabla 2). Al relacionar este parámetro con las medidas de diámetro mayor y menor, se observó que los frutos adquieren una forma cónica con el avance de la madurez. Las medias de diámetro mayor y menor presentaron diferencias estadísticas entre estados, particularmente, el diámetro menor permite inferir que a partir del GM 4 se define la conicidad característica de la fruta. Cabe resaltar que dichas medidas en promedio clasifican a la mora producida en el cañón del Combeima en calibres B, C y D, de acuerdo con la norma Icontec 4106 [11]; aspecto importante para considerar en el diseño de nuevas alternativas de empaque que propendan a mantener la calidad inicial de este producto.

El peso presentó un comportamiento ascendente, con incremento del 10 % del GM 4 al GM 5 y del 2 % del GM 5 al GM 6; en este caso particular, el fruto en el GM 6 probablemente no experimentó cambios estructurales en la protopectina que genera ablandamiento de los tejidos y liberación de agua y otros compuestos al medio, lo que en condiciones normales de recolección, transvase, empaque, acopio y transporte en la zona generan una reducción en el peso del fruto cercana al 17 % por lixiviados. El ANOVA evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas en los valores promedio de peso entre GM 5 y GM 6.

Respecto del contenido de SST, se observó un aumento promedio del 6 % °Brix entre grados de madurez. Dichos valores se ubican dentro de los límites establecidos en la normativa [11]. Además, indican que cumple con los requerimientos mínimos de SST exigidos para el mercado en fresco y la agroindustrialización en cualquiera de los estados de madurez evaluados. La valoración estadística de este atributo indica que no existen diferencias significativas entre el GM 5 y el GM 6, condición que permite evidenciar la posibilidad de recolección en GM 5. La correlación positiva entre el estado de madurez y el aumento de los SST se atribuye a la conversión de ácidos orgánicos en azúcares o la traslocación de carbohidratos de reserva a sacáridos simples atendiendo a la baja capacidad fotosintética del fruto [12].

**Tabla 2.** Parámetros fisicoquímicos de la mora de Castilla producida en el cañón del Combeima, Ibagué.

Parámetro	Grado de madurez		
	GM 4	GM 5	GM 6
Peso* (g)	6.85 ± 1.16 <sup>a</sup>	7.58 ± 1.48 <sup>b</sup>	7.77 ± 1.98 <sup>b</sup>
Longitud* (mm)	27.29 ± 2.87 <sup>a</sup>	28.09 ± 3.49 <sup>a</sup>	27.05 ± 3.68 <sup>a</sup>
Diámetro mayor* (mm)	18.81 ± 1.63 <sup>a</sup>	19.32 ± 1.68 <sup>a</sup>	20.22 ± 2.31 <sup>b</sup>
Diámetro menor* (mm)	12.71 ± 1.76 <sup>a</sup>	12.09 ± 1.24 <sup>b</sup>	12.10 ± 1.69 <sup>b</sup>
Acidez T.** (% ácido málico)	3.23 ± 0.05 <sup>a</sup>	2.83 ± 0.03 <sup>b</sup>	2.25 ± 0.15 <sup>c</sup>
SST** (°Bx)	6.93 ± 0.12 <sup>a</sup>	7.93 ± 0.12 <sup>b</sup>	8.00 ± 0.00 <sup>b</sup>
pH**	2.71 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.65 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.88 ± 0.01 <sup>c</sup>
Índice de madurez** (°Bx/%AT)	2.15 ± 0.03 <sup>a</sup>	2.80 ± 0.07 <sup>b</sup>	3.57 ± 0.25 <sup>c</sup>

\* Valores promedio n = 75 ± DE. Las letras en el superíndice de cada columna indican diferencias significativas (p < 0.05).

\*\* Valores promedio n = 3 ± DE. Las letras en el superíndice de cada columna indican diferencias significativas (p < 0.05).

Asimismo, se evidenció una tendencia descendente en la acidez titulable con el avance de la madurez, comportamiento que diversos autores [3, 7, 8, 12, 13] relacionan con la actividad de las deshidrogenasas y el

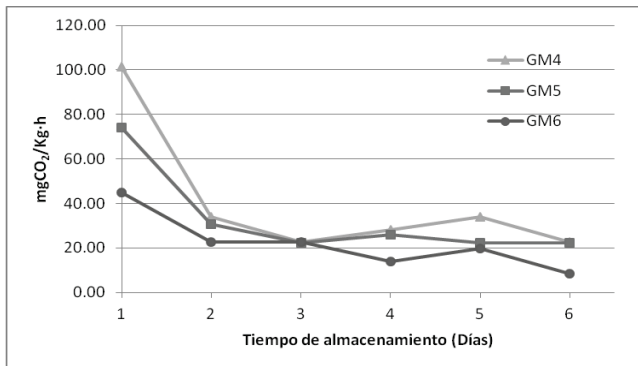
empleo de ácidos orgánicos como sustratos de la respiración para síntesis de nuevos componentes. La relación °Bx/acidez titulable o índice de madurez (IM), indicativo del estado de desarrollo de los frutos y de la aproximación a la calidad organoléptica de estos, manifestó una tendencia ascendente, con un máximo incremento del 22 % entre el GM 5 y el GM 6, lo que coincide con los reportes de Galvis y Herrera [5] y Sora, Fischer y Flórez [3] para la mora producida en otras regiones del país, lo que pone de manifiesto la competitividad del producto local para el mercado nacional. Teniendo en cuenta los requerimientos de la industria procesadora de frutas, el índice de madurez que deben presentar los frutos es de 2.2 °Bx/% ácido málico, es decir que a partir del GM 4 la mora cuenta con la calidad interna exigida por dicho mercado [12]. El ANOVA indica que los valores promedio son estadísticamente diferentes (p < 0.05) entre grados de madurez, tanto para el porcentaje de acidez titulable como para el índice de madurez.

Entre tanto, en la valoración del pH se indican diferencias estadísticas entre los valores promedio por grado de madurez (95 % confianza); su comportamiento general se encuentra relacionado inversamente al contenido de ácido málico de los frutos; la variabilidad obtenida sugiere heterogeneidad en el nivel de madurez de los frutos individuales, y el pH en este experimento puede verse afectado, además, por la subjetividad del sistema de clasificación de la fruta.

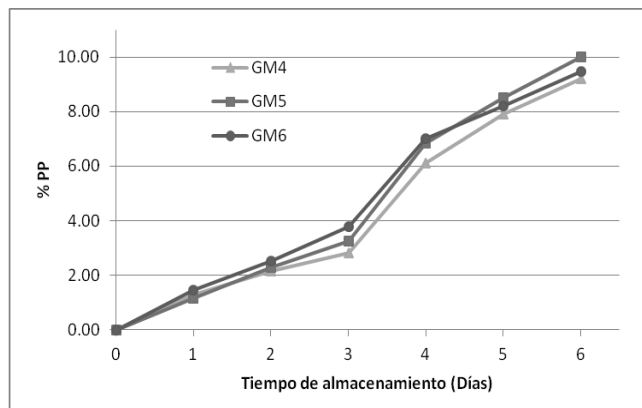
Los frutos en los tres estados de madurez presentaron un descenso en la actividad respiratoria, con registro de valores entre 101.4 y 8.4 mg CO<sub>2</sub>/(kg h) (Figura 1), teniendo influencia directa la edad del tejido. El menor grado de madurez presentó la más alta tasa respiratoria, indicando que la recolección en el GM 4 generará mayores cambios bioquímicos de senescencia; en consecuencia, baja calidad y mayor deterioro durante el almacenamiento o comercialización. Este comportamiento análogo al reportado por Sora et al. [3] en la mora proveniente de Sylvania (Cundinamarca), refrigerada y empacada en atmósferas modificadas activas (170 y 5 mg CO<sub>2</sub>/(kg h)), indica la competitividad de la fruta del cañón del Combeima en relación con su actividad metabólica ligeramente inferior a la presentada por la fruta sometida a tratamientos más costosos.

En general, el comportamiento respiratorio ratifica a la mora como un fruto no climatérico, que ve afectado la síntesis de azúcares y otros compuestos si es recolectado de forma prematura, aun cuando puede presentar cambios de coloración por síntesis de

pigmentos, lo que sugiere la necesidad de adaptar operaciones estandarizadas para su recolección, en las que se evite la selección subjetiva por coloración. El análisis multifactorial indicó que tanto el grado de madurez como el tiempo de almacenamiento tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la respiración de los frutos con un nivel de confianza del 95 %, además, la prueba múltiple de rangos discriminó los promedios entre grados de madurez.



**Figura 1.** Intensidad respiratoria de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) en tres estados de madurez durante almacenamiento refrigerado ( $2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).



**Figura 2.** Pérdida de peso en frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) almacenados en refrigeración ( $2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

El índice de transpiración al igual que la respiración se ven afectados por condiciones de almacenamiento, principalmente por temperatura, humedad relativa, edad del fruto y variedad [5, 7, 14]. Diversos autores [3, 5, 6, 15, 16] resaltan el efecto de las bajas temperaturas sobre la ralentización de los procesos metabólicos que inciden en el envejecimiento de los tejidos. Particularmente, en las muestras evaluadas de la mora se indicó un aumento progresivo de pérdida de peso por transpiración, que ascendió al 9.6 % promedio al sexto día de almacenamiento refrigerado, que no evidenció diferencias estadísticamente

significativas entre grados de madurez, demostradas por la prueba múltiple de rangos (LSD Fisher) con el 95 % de confianza (Figura 2).

## Conclusiones

La caracterización de frutos de mora en sus tres estados finales de desarrollo y madurez permitió establecer contrastes en la calidad del producto, que registró las mayores diferencias en parámetros morfométricos y químicos. Los valores obtenidos indicaron que la cosecha y comercialización de este producto, bajo las condiciones de este estudio, debe realizarse en GM 5, teniendo en cuenta que en dicho estado de madurez se obtiene el mejor equilibrio entre ácidos y azúcares, se presenta la adecuada acumulación de sólidos solubles y el mejor desarrollo y forma característica del fruto, sin diferencias significativas en el peso respecto de la madurez comercial actual (GM 6). La cosecha en GM 4 no es recomendable, atendiendo, especialmente, a las diferencias en peso y alta tasa respiratoria, lo que conlleva la reducción en precios de venta y la aceleración de procesos degradativos del producto.

La recolección en GM 6 es descartable para el mercado del producto en fresco, pese a las buenas características fisicoquímicas y fisiológicas obtenidas, puesto que en dicho estado de madurez en el campo y en la comercialización se ha observado magullado y liberación de lixiviados atribuibles a una baja resistencia del fruto, que dificulta las operaciones de cosecha y poscosecha.

Finalmente, la cuantificación de atributos específicos de calidad de un fruto representativo del departamento, como lo es la mora, permite ratificar su competitividad, así como suministrar a la comunidad en general valiosos resultados para futuras negociaciones que se proyecten realizar en el ámbito local, nacional e internacional.

## Referencias

- [1] Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (1983). Programa de desarrollo y diversificación de zonas cafeteras. El cultivo de la mora de Castilla.
- [2] Grijalba, C. M., Calderón, L. A., Pérez, M. M. (2010). Rendimiento y calidad de la fruta en mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia). Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Militar Nueva Granada, 6(1), 24-41.
- [3] Sora, A. D.; Fischer, G.; Flórez, R. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) en empaques con atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 306-316.

- [4] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2012). Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2007-2011 y sus calendarios de siembras y cosechas. Resultados evaluaciones agropecuarias municipales 2011 (MADR, Colombia).
- [5] Galvis, J. A.; Herrera, A. (1995). La mora: manejo poscosecha (Universidad Nacional de Colombia-SENA, Colombia).
- [6] Mitcham, E.J.; Crisosto, C.H.; Kader, A.A. (2007). Bushberries: blackberry, blueberry, cranberry, raspberry. Recommendations for maintaining postharvest quality. Davis, Calif.: Dept. of Pomology, Univ. of California. <http://postharvest.ucdavis.edu>. [Consulta: Feb 2011].
- [7] Alzate, A.C.; Mayor, N.; Montoya, S. (2010). Influencia del manejo agronómico, condiciones edáficas y climáticas sobre las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la mora (*Rubus glaucus* Benth.) en dos zonas de la región centro sur del departamento de Caldas. *Agron.*, 18(2), 37-46.
- [8] Tosun, I.; Ustun, N.S; Tekguler, B. (2008). Physical and chemical changes during ripening of blackberry fruits. *Scientia Agricola*, 65(1), 87-90.
- [9] Perkins-Veazie, P.; Collins, J.K. (1996). Cultivar and maturity affect postharvest quality of fruit from erect blackberries. *HortScience*, 31(2), 258-261.
- [10] Bohórquez, Y. (2006). Evaluación y proyección de desarrollo tecnológico en el manejo poscosecha de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en la cuenca del cañón del Combeima Ayala Sánchez L. C. et al., *Scientia Agroalimentaria*. Vol. 1 (2013) 39-44 en Ibagué. (Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Ingeniería, Colombia).
- [11] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997). Frutas frescas. Mora de Castilla. Especificaciones-NTC 4106 (Icontec, Colombia).
- [12] Gómez, C. R. (2004). Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). En: Caracterización de los productos hortofrutícolas colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad (Cenicafé-Federación Nacional de Cafeteros de Colombia-SENA, Colombia).
- [13] Álvarez, J.G.; Galvis, J.A.; Balaguera, H.E. (2009). Determinación de cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). *Agronomía Colombiana*, 27, 2, 253-259.
- [14] Villamizar, F. (2001). Manejo tecnológico postcosecha de frutas y hortalizas: Aspectos teóricos, 1 ed., (Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Ingeniería, Colombia).
- [15] Oliveira, D.M.; Kwiatkowski, A.; Rosa, C.I.L.F.; Clemente, E. (2012). Refrigeration and edible coatings in blackberry (*Rubus* spp.) conservation. *Journal of Food Science and Technology*, 1-7.
- [16] Connor, A.M.; Luby, J.J.; Hancock, J.F.; Berkheimer, S.; Hanson, E.J. (2002). Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 893-898.