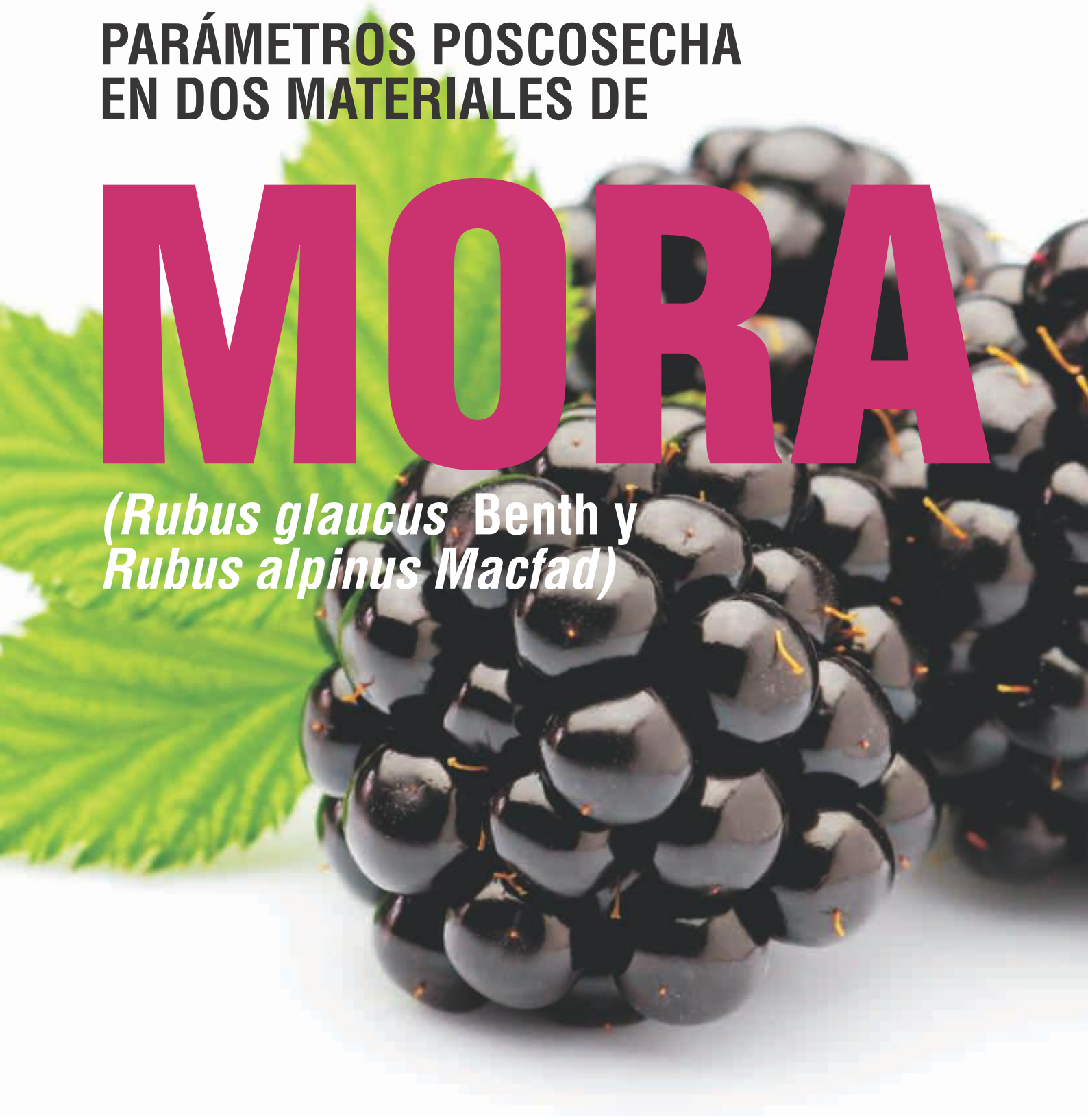


POR: RINCÓN BONILLA, Cristhian Leandro¹ / MORENO MEDINA, Brigitte Liliana² / DEQUIZ OYOLA, Yuli Alexandra³

PARÁMETROS POSCOSECHA EN DOS MATERIALES DE

MORA

*(Rubus glaucus Benth y
Rubus alpinus Macfad)*



PARAMETERS OF POST-HARVEST IN TWO BLACKBERRY MATERIALS (*Rubus glaucus* Benth and *Rubus alpinus* Macfad)

RESUMEN

La mora es considerada un fruto no climatérico, altamente perecedero, con una vida en anaquel de 3 a 5 días. Por tanto, establecer parámetros fisicoquímicos como peso, diámetro, firmeza, color, pérdida de masa, pH, SST, ATT y el índice de madurez, es determinante para la comercialización y transformación de este fruto. A la par, estos valores permiten la identificación de materiales promisorios para cada zona productora. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar los parámetros poscosecha en dos materiales de mora (*R. glaucus* y *R. alpinus*), en los municipios de Arcabuco y Gachantivá. Para esto, se utilizó un diseño experimental en bloques con arreglo factorial 2x2x2, tomando como primer factor las zonas de estudio, en segundo lugar los materiales de mora y finalmente los índices de madurez 5 y 6. La investigación evidenció que los parámetros físicos en mora *R. glaucus*, a excepción de la pérdida de masa, mostraron mejor comportamiento. Para el caso de *R. alpinus*, los frutos provenientes de los municipios de Gachantivá y Arcabuco presentaron valores de 8,1 a 10,36 °Brix con alto potencial agroindustrial.

Palabras clave: no climatérico, índice de madurez, productividad, cultivo promisorio.

ABSTRACT

The blackberry is considered a non-climacteric fruit highly perishable with a shelf life of 3 to 5 days. Therefore, it is decisive to establish the physicochemical parameters, such as weigh, diameter, firmness, color, mass loss, pH, SST, ATT, and ripening index for the fruit's processing and marketing. Simultaneously, these values allow the identification of promising materials for each production area. Therefore, the aim of the study was to determine the post-harvest parameters of two blackberry materials (*R. glaucus* and *R. alpinus*) that are in the Municipalities of Gachantivá, and Arcabuco. First, we used an experimental design per blocks with a factorial arrangement of 2x2x2, using the areas of study as the first factor. Second, we used the blackberry materials as the second factor. Third, we used the ripening indexes number 5 and 6 as the final factor. The research demonstrated that the physical parameters in the *R. glaucus* blackberry, with the exception of the mass loss, displayed a better performance. In the case of *R. alpines* blackberry from the municipalities of Gachantivá and Arcabuco, their values were from 8.1 to 10.36 ° Brix: high agro-industrial potential.

Keywords: non-climacteric, ripening index, productivity, promising crop.

¹Estudiante Ingeniería Agropecuaria, Fundación Universitaria Juan de Castellanos.
Email: leandrorincon@gmail.com.

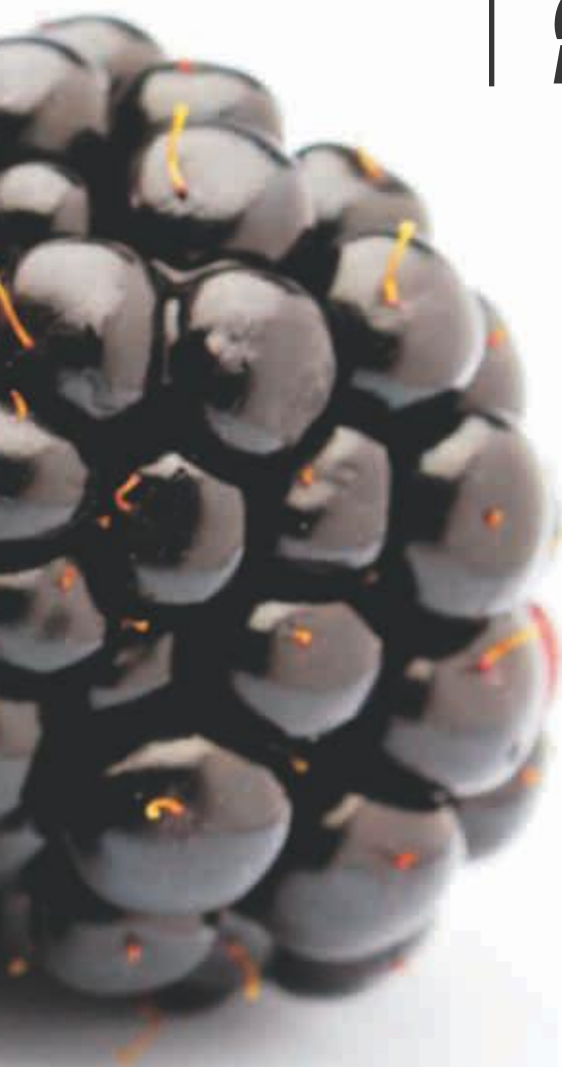
²Ingeniera Agrónoma Msc, c, Ciencias Biológicas.
Facultad de Ciencias Agrarias, Fundación Universitaria Juan de Castellanos.
Email: rimorena@hotmail.com.

³Ingeniera Agrónoma, Facultad de Ciencias Agrarias, Fundación Universitaria Juan de Castellanos.
Email: yulideaquiz@gmail.com

Recibido: 21 de noviembre 2014

Aceptado: 25 septiembre 2015

Tipo: Investigación



INTRODUCCIÓN

En Colombia se cultiva de manera amplia la mora de castilla (*R. glaucus*); sin embargo, se han encontrado cultivos emergentes de las llamadas moras andinas (*R. alpinus*), que carecen de manejo pre y poscosecha. Lo anterior, debido a la escasa información acerca de las numerosas especies que evidencian potencial en diferentes zonas del país (Cancino *et al.*, 2011).



Figura 1: Mora de castilla (*Rubus glaucus*) y andina (*R. alpinus*). Rincón (2013).

La mora (*Rubus sp.*) es silvestre y de origen americano; no obstante, varios autores señalan que proviene de la zona andina de Suramérica (Espinoza *et al.*, 2009). Los frutos están constituidos por un gran número de drupas unidas a un receptáculo, dependiendo del lugar donde se cultive y las condiciones agroclimatológicas en las que se desarrolle. Además, presentan diversidad en forma, tamaño, coloración y características organolépticas (Ayala *et al.*, 2013; Castaño 2008). Una vez separados de la planta no continúan su maduración debido a su condición no climatérica. Por tanto, la madurez de cosecha debe ser igual o muy cercana a la madurez de consumo; de lo contrario, pierde sus características organolépticas de calidad (Alzate *et al.*, 2010).

A nivel nacional, el fruto es de alto interés comercial, ocupa el sexto lugar en la preferencia del consumidor, después del limón (*Citrus aurantifolia*), el banano (*Musa paradisiaca L.*), el mango (*Mangifera indica*), la guayaba (*Psidium guajava*) y el tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*). En Boyacá, se ubica en el segundo puesto, después del mango, representando el 18,5% del consumo de frutas del departamento (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2012), los departamentos con mayores cultivos de mora son: Cundinamarca (22.432 Ha), Santander (10.275 Ha), Antioquia (9429 Ha), Huila (8494 Ha) y Boyacá (5610 Ha). En este último, se destacan los municipios de Arcabuco (996 Ha) y Gachantivá (268 Ha) (Agronet, 2012).

Los cultivares de mora varían morfológica, fisiológica y agrónomicamente entre ellos (Farinango, 2010). Por lo anterior, el análisis comparativo de las propiedades



físicas y químicas de sus frutos, permite establecer criterios para la selección de variedades, en el momento de la siembra y determinar su potencial en la agroindustria.

Para tal efecto, con esta investigación se buscó caracterizar parámetros físico-químicos de dos variedades de mora (*R. glaucus* y *R. alpinus*), en los índices de madurez 5 y 6, (según la norma técnica NTC 4106) presentes en las zonas de Arcabuco y Gachantivá Boyacá.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en El Municipio de Gachantivá, localizado en la cordillera oriental, a 73° 33' 00" de longitud y 5° 44' 50" de latitud, al



Noreste del departamento de Boyacá, en la provincia del Alto Ricaurte, a 2435 msnm, con una temperatura anual de 18° C y a una distancia de 57 km de la capital del Departamento, (Plan de desarrollo de Gachantiva 2008-2011). Y en Arcabuco, ubicado a 5° 42' 20" de Latitud y 73° 26' 25" de longitud, a una altura de 2,739 msnm; dista 29 km de la capital Boyacense, con una temperatura promedio de 13° C, hace parte de la Provincia de Ricaurte, (Plan de desarrollo de Arcabuco 2012-2015). En cada una de las zonas de estudio se seleccionaron dos fincas para mora de castilla (*R. glaucus*) y variedad (*R. alpinus*). Se recolectaron 40 frutos en estado de madurez 5 y 6,

según la tabla de color de la NTC 4106 (ICONTEC, 1997).

Parámetros físicos

Peso: se estableció en cada uno de los frutos seleccionados, con ayuda de una balanza analítica marca OHAUS®, de precisión 0,01 g. Diámetro ecuatorial y polar: se identificó mediante un calibrador marca MAUB®. Color: se analizó con un colorímetro digital marca MINOLTA®. Se midió cada uno de los frutos y las secuencias numéricas se llevaron al software Open RGB para hacer la conversión de unidades a L*,a*,b* y estudiarlas bajo la escala CIELAB. Firmeza: para esto se usó un penetrómetro digital marca FORGE GAUGE®,

referencia PCE-FM200. Pérdida de masa: se halló con relación a la pérdida de peso inicial, a través de una balanza analítica marca OHAUS®, cada 24 horas, durante 4 días.

Parámetros químicos:

PH: Se tomó 1 ml del jugo de cada uno de los frutos y se midió con potenciómetro marca METROHM®. Sólidos solubles totales: se hallaron con base en la cantidad de °Brix presentes en el zumo del fruto, por medio de un refractómetro digital marca HANNA®, referencia HI-96803. Acidez total titulable: Se pesó 1 g del jugo, se adicionaron 50 ml de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína, luego se midió con bureta

digital marca TITRETTE® y los cálculos se realizaron con base en el contenido de ácido málico, prevalente en los frutos de mora. Relación de madurez: Se calculó como la relación entre SST/ATT.

Diseño experimental y análisis estadístico

Para el diseño experimental en bloques con arreglo factorial 2x2x2, se tomaron como factores de bloque las zonas de estudio de Arcabuco y Gachantivá, como tratamientos, los dos materiales de mora (*R. glaucus* y *R. alpinus*) y como factores intervinientes, los grados de madurez 5 y 6 según la tabla de color de la NTC 4106. Cada grado de madurez contó con 20 unidades experimentales dispuestas en 4 repeticiones. A los datos obtenidos se les aplicó prueba de normalidad, homocedasticidad y posteriormente se llevó a cabo un análisis de varianza ANOVA, para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos. A su vez, se realizaron pruebas de comparación de promedios de Tukey ($P < 0,05$) y el estudio estadístico de variables con el programa R, versión 3.1.1, usando el paquete agrícola.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color

Parámetro L

Para este parámetro, el mayor valor se obtuvo en el estado cinco, en el municipio de Gachantivá (Figura 1A). Dicho comportamiento, posiblemente se debió al contenido de agua en el fruto, lo cual genera una mayor luminosidad en la superficie del mismo. Esto coincide con lo reportado por García (2012), donde el valor de L disminuyó de 33 a 25 en frutos de mora de castilla, al acercarse su madurez.

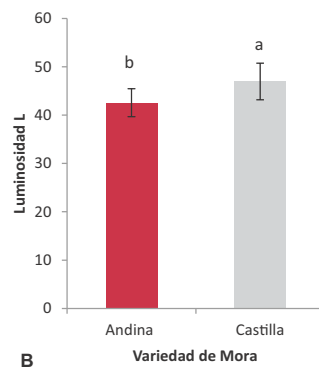
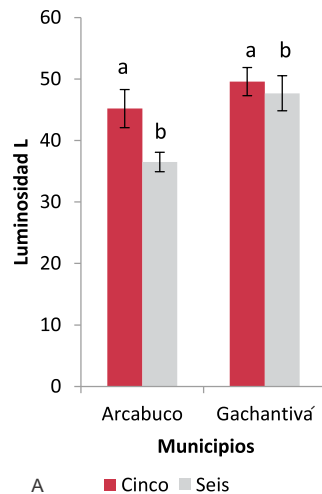
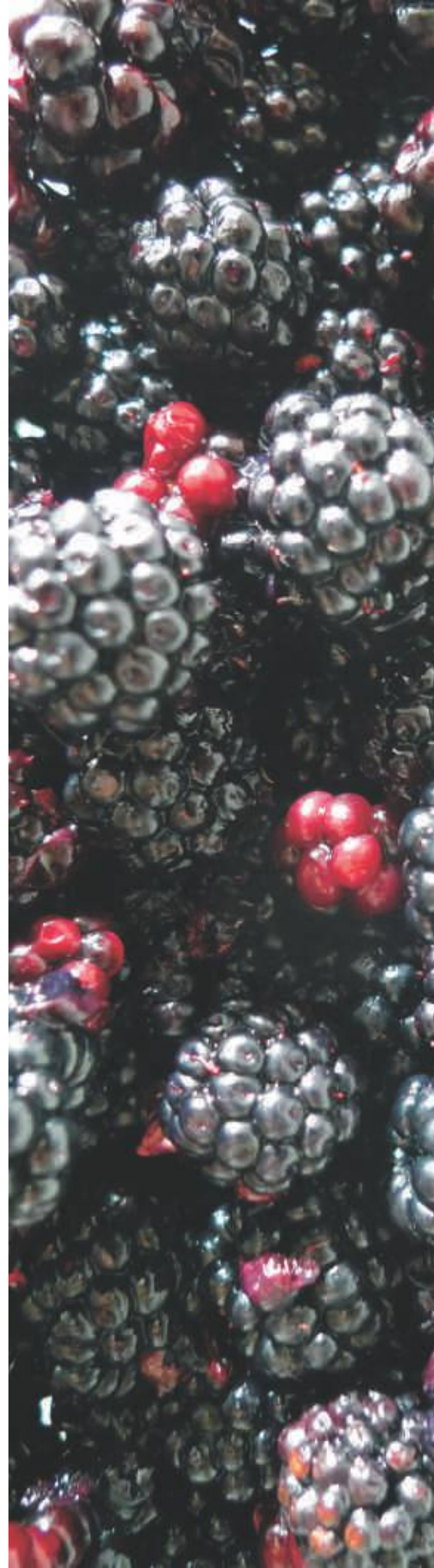


Figura 1: A. Luminosidad (L) de frutos de mora (*R. glaucus* y *R. alpinus*.), teniendo en cuenta los índices de madurez 5 y 6 con relación a los municipios de Arcabuco y Gachantivá. B. Luminosidad (L) de frutos de mora (*R. glaucus* y *R. alpinus*.). Las barras indican la desviación estándar, las letras diferentes presentan variaciones estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

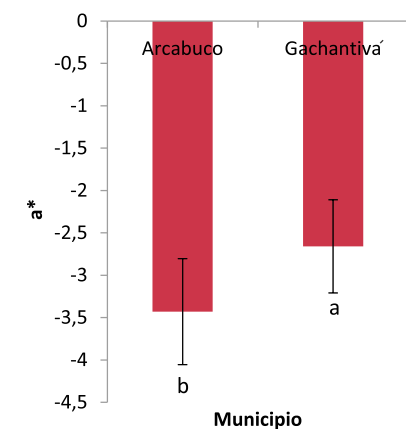
Las diferencias en cuanto a la luminosidad (Figura 1B) muestran que la mora andina (*R. alpinus*) es menos luminosa que la mora de castilla. Esto podría deberse a la relación del tamaño y el contenido de agua. No obstante, el resultado en mora de castilla, para el parámetro L, no coincide con lo reportado por García, (2012) pues los frutos de esta variedad, en punto de cosecha, se acercan a valores de 25, lo cual se puede atribuir a procesos de respiración y oxidación.



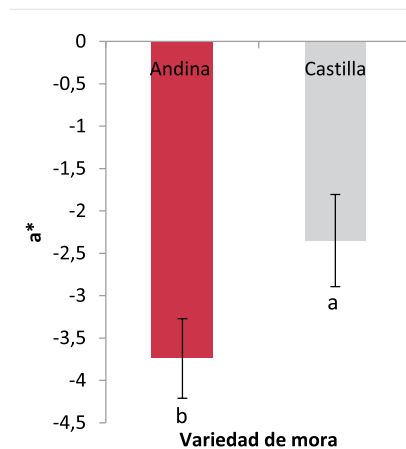


Parámetro a*

En este parámetro, en el factor municipios, se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) con valores de -3.43 para Arcabuco y -2.66 para Gachantivá (figura 2A). En lo referido a variedades, se observaron diferencias estadísticas, definiendo una tonalidad más verde en la variedad *R. alpinus*.



A



B

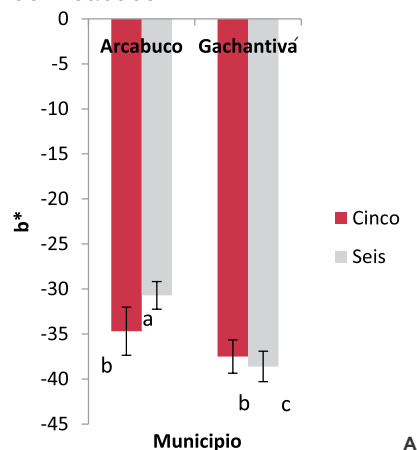
Figura 2: A. Parámetro de color a* en frutos de mora en los municipios de Arcabuco y Gachantivá y B. Parámetro de color a* en las variedades *R. glaucus* y *R. alpinus*. Las barras indican la desviación estándar y las letras distintas muestran diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Los resultados pueden relacionarse con la temperatura, ya que el color requiere de días calurosos y noches frescas para desarrollar tonalidades de rojo intenso a púrpura oscuro (García, 2012). Lo ante-

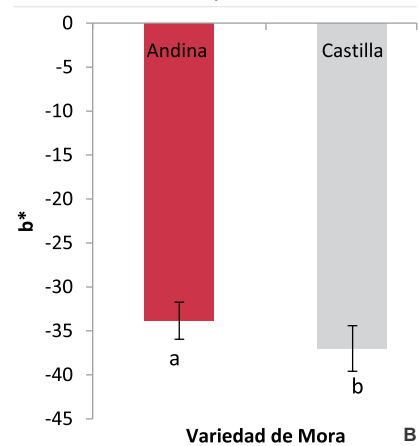
rior, tiene como base que Gachantivá posee una temperatura promedio de 18°C y Arcabuco, 13°C.

Parámetro b*

El comportamiento del parámetro b* en los municipios objeto de este estudio, con relación a los índices de madurez 5 y 6, mostró diferencias estadísticamente significativas (figura 3A), al evidenciar que la mora proveniente de Gachantivá tiende más al espectro azul que la de Arcabuco.



A



B

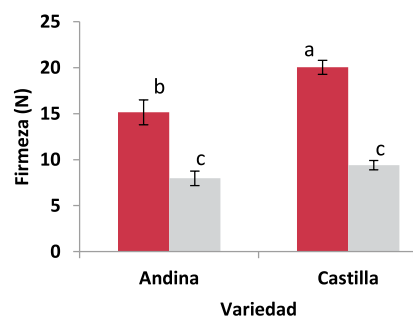
Figura 3 A. Parámetro de color b* en frutos de mora en los municipios de Arcabuco y Gachantivá y B. Parámetro de color b*, en las variedades *R. glaucus* y *R. alpinus*. Las barras indican la desviación estándar y las letras distintas presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Las variedades de mora *R. alpinus*. (-33,84) y *R. glaucus* (-37), presentaron diferencias estadísticas significativas. Lo anterior, se puede atribuir a la tonalidad azul, base del

color morado o púrpura oscuro, característico de los frutos de mora maduros. La variación entre municipios se pudo dar debido a las condiciones prevalentes de temperatura, dado que el color se ve influenciado por ésta, al aumentar o inhibir la acción de la clorofilasa, haciendo que se desenmascaren otros pigmentos como los antocianos o carotenos (Balaguera, 2011; Bernal, 2012).

Firmeza

Esta variable mostró diferencias estadísticas entre los estados de madurez cinco (17,59 N) y Seis (8,68 N) como se observa en la figura 4. Lo anterior, debido, posiblemente, a que con el proceso de maduración, las paredes celulares se debilitan y pierden agua como resultado de la degradación de moléculas como la pectina y la celulosa, por efecto de algunas enzimas como la pectinasa y la poligalacturonasa. Esto coincide con lo reportado por Farinango, (2010) y García (2012), quienes describen un descenso en la firmeza, con avance en el proceso de maduración.



A

■ Cinco ■ Seis

Figura 4. Firmeza de frutos de mora en variedades y en estados de madurez 5 y 6. Las barras indican la desviación estándar, las letras distintas presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

De igual manera, los frutos cosechados en estados maduros, degradan más rápido las paredes celulares por efecto enzimático de las

hidrolasas, contrario a los cosechados en índices de maduración temprana (Balaguera, 2011; Farinango, 2010; Blandon, 2012).

Pérdida de masa

La figura 5 describe el comportamiento de la pérdida de masa de las variedades *R. alpinus* y *R. glaucus*, confirmando diferencias estadísticas relevantes. La primera mostró disminución de peso en 15.4%, 96 horas después de la cosecha y la segunda, 19.65%. Los resultados establecen atributos y el potencial de la mora *R. alpinus* para ser comercializada a zonas lejanas del país.

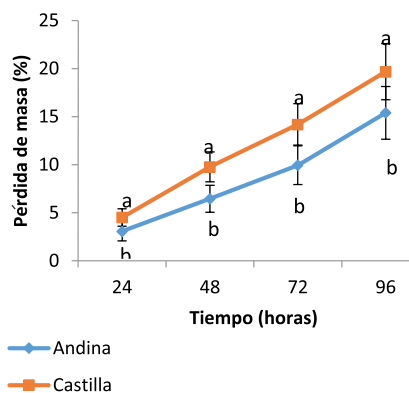


Figura 5. Pérdida de masa en frutos de mora (*R. glaucus* y *R. alpinus*), en las variedades andina y castilla, en Arcabuco y Gachantivá. Las barras indican la desviación estándar, las letras distintas presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Este comportamiento se debió a una mayor pérdida de agua por transpiración y respiración, lo que disminuye la masa y la calidad de los frutos al acelerar la senescencia. Estos resultados no coinciden con lo mencionado por Sora *et al.* (2006), donde la pérdida de peso de la mora es reportada en 28,8% durante su vida en anaquel (Rolz, 2011).

Sólidos Solubles Totales (SST)

La figura 6A y B describe diferencias estadísticas importantes

($P < 0,05$) en el contenido de SST en las variedades *R. alpinus*. Y *R. glaucus* en estados de madurez 5 y 6. Para el caso de los municipios no se aprecian distancias estadísticas de consideración ($P > 0,05$) Lo anterior debido a la degradación de los polisacáridos en azúcares solubles y a la disminución de los ácidos orgánicos en el fruto, como consecuencia de su metabolización (Cerqueira *et al.*, 2009).

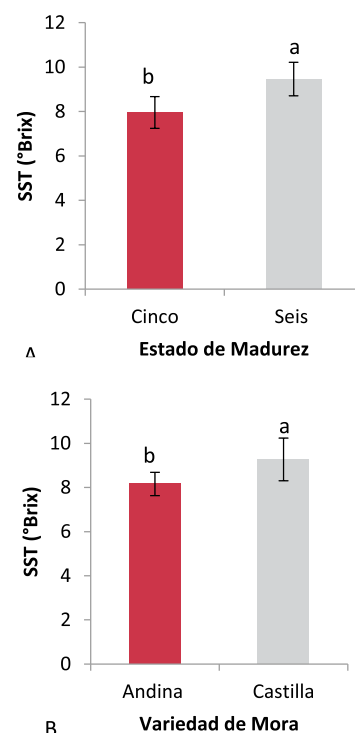


Figura 6.A. Sólidos solubles totales (SST) de frutos de mora, en estados de madurez cinco y seis; B Sólidos solubles totales (SST) en la variedad Andina (*R. alpinus*), y Castilla (*R. glaucus*). Las barras indican la desviación estándar, las letras distintas presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

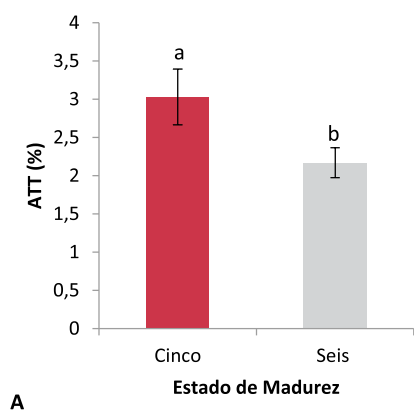
Estos resultados del estudio no coinciden con los reportados en la NTC 4106 ; el máximo contenido de azúcar para el índice 6 es de 8,5 °Brix y para el índice 5, 7,9 °Brix. Estos valores también son mayores a los descritos por Grijalba *et al.* (2010), quienes reportaron 5,69 °Brix para índice 6, lo cual ratifica el potencial de las zonas de Arcabuco y Gachantivá para la producción de la mora.



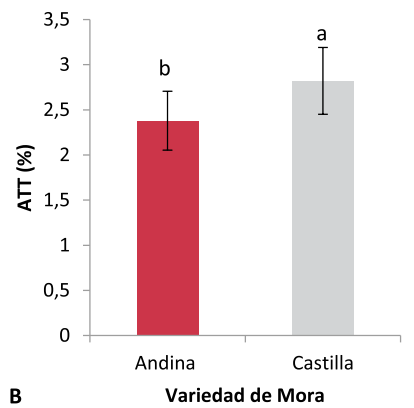
A la par *R. glaucus* muestra mayores SST, lo cual coincide con lo mencionado por Farinango (2010), en la comparación entre las variedades castilla y Brazos; 11,3 y 8.62°Brix, respectivamente. Esto demuestra lo sustentado por Pinzón *et al.* (2007); la acumulación de azúcares también depende de la variedad y la relación fuente-sumidero.

Acidez Total Titulable (ATT)

La figura 7A describe el comportamiento de la ATT expresada en el porcentaje de ácido Málico con relación a los estados de madurez cinco (3,03%) y seis (2,17%)



A



B

Figura 7. A Acidez total titulable (ATT) de frutos de mora, en estados de madurez cinco y seis; B Acidez total titulable (ATT) en la variedad Andina (*R. alpinus*), y Castilla (*R. glaucus*). Las barras indican la desviación estándar, las letras distintas presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Lo anterior puede atribuirse a que con el proceso de maduración los ácidos orgánicos son tomados como sustratos en la respiración para la síntesis de otras moléculas, razón por la cual disminuye de manera progresiva desde el estado 5 hasta el 6. Lo referido concuerda con la NTC 4106, donde se estipula que el porcentaje máximo de ácido en los frutos de mora de estado 6 es de 2,5% y 2,8% en el estado 5, reiterando así el potencial de las zonas estudiadas, con propósitos de competitividad en la producción de mora. También Ayala *et al.* (2013) corroboran lo mencionado reportando ATT de 2,83 y 2,25 para los índices 5 y 6 respectivamente.

A la par, estos resultados concuerdan con lo planteado por Farinango (2010), en la comparación de las variedades castilla y Brazos. La primera indicó un porcentaje de acidez de 4,3% y la segunda 2,46%, ratificando que la mora de castilla

contiene un alto grado de ácidos orgánicos.

Relación de madurez (RM)

La figura 8 describe el comportamiento de la RM para los estados de madurez cinco (7,76) y seis (4,49), determinando diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

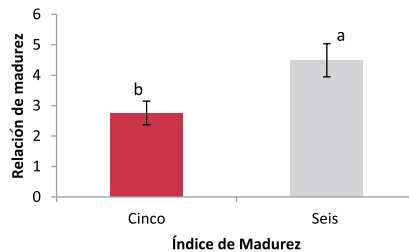


Figura 8. Relación de Madurez (RM) de frutos de mora (*R. glaucus* y *R. alpinus*), en los estados cinco y seis de los municipios de Arcabuco y Gachantivá. Las barras indican la desviación estándar, las letras distintas presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Los resultados se deben a que los sólidos solubles aumentan con el proceso de maduración y la aci-

dez disminuye, generando mayor relación de madurez en el estado seis. Esto coincide con lo hallado por Ayala *et al.* (2013), García (2012) y Farinango (2010), quienes reportan tal comportamiento en la variedad castilla.

CONCLUSIONES

Los parámetros de pérdida de masa, firmeza, color, SST y pH en frutos de mora, variedades *Rubus alpinus* y *Rubus glaucus*, se ven influenciados por la madurez, debido a que en estados iniciales estas características no son determinantes para procesos agroindustriales.

En la comparación entre especies, se estableció menor pérdida de masa en poscosecha para *R. alpinus*. Sin embargo su consistencia es menor a *R. glaucus*, lo cual potencializa su mercado en fresco a zonas más lejanas, sin que pierda atributos químicos frente a la calidad de sus frutos.



BIBLIOGRAFÍA

- AGRONET. 2012. Base de datos Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/popup2unin>. Consultado el: 15/09/2014.
- ALZATE, A., MAYOR, N. & MONTOYA, S. 2010. Influencia del manejo agronómico, condiciones edáficas y climáticas sobre las propiedades fisicoquímicas y fisiológicas de la mora (*Rubusglaucus*Benth.) en dos zonas de la región centro sur del departamento de Caldas. *Rev. de Agronomía* 18 (2): 37-46.
- AYALA, L., VALENZUELA, C. & BOHORQUEZ, Y. 2013. Variables determinantes de la madurez comercial en la mora de castilla (*Rubusglaucus*Benth). *Scientia Agroalimentaria* 1 (1): 39-44.
- BALAGUERA, H. 2011. Estudio del crecimiento y desarrollo del fruto de champa (*Campomanesialineatifolia* R & P) y determinación del punto óptimo de cosecha. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de maestría. Colombia. 152pp.
- BERNAL, L. 2012. Evaluación de las propiedades bioactivas de la mora (*Rubus glaucus*) y agraz (*Vaccinium meridionale*). Universidad Nacional de Colombia. Tesis de maestría. Colombia. 170pp.
- BLANDÓN, S. 2012. Fisiología de poscosecha, ED. UNI, México. 24pp.
- CANCINO, G., SÁNCHEZ, L., QUEVEDO, E. & DIAZ, C. 2011. Caracterización fenotípica de accesiones de la especie de *Rubus* L. de los municipios de Pamplona y Chitaga, región nororiental de Colombia. *Universitas Scientiarum*, 16 (1): 219-233
- CASTAÑO, C. 2008. Evaluación de deficiencias nutricionales en el cultivo de la mora (*Rubusglaucus*) en condiciones controladas para bosque montano bajo. *Agronomía* 16 (1): 75-88.
- CERQUEIRA, T., JACOMINO, A., SASAKI, F Y AMORIM. 2009. Controle do amadurecimento de goiabas "Kumagai" tratadas com 1- metilciclopropeno. *Rev.Bras. Frutic. Jaboticabal- SP*, v.31, n 3, p 687-692.
- ESPINOZA, N., SÁNCHEZ, D., GARCÍA, A., ARIZA, M., ARIZA, C. & BARRETO L. 2009. Identificación taxonómica de las especies del genero *Rubus* presentes en la colección colombiana de mora. En: caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con valor agregado. ED. Corpoica. Colombia. 84 p.
- FARINANGO, M. 2010. Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) y la mora variedad Brazos (*Rubus*sp.). Escuela Politécnica Nacional. Tesis. Ecuador. 167pp.
- GARCÍA, A. 2008. Evaluación de un tratamiento poscosecha de la tecnología IV gama en frutos de moras (*Rubus glaucus* Benth). *Revista iberoamericana de tecnología poscosecha* 9 (1): 44-54.
- GARCÍA, C. 2012. Elaboración de un paquete tecnológico para productores, en manejo cosecha y poscosecha de mora (*Rubusglaucus*Benth) aplicando ingeniería de calidad y determinación de las características nutraceuticas de la fruta en precosecha, en el municipio de Silvanía-Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de maestría. Colombia. 157pp.
- GRIJALBA, C. CALDERÓN, L. & PÉREZ, M. 2010. Rendimiento y calidad de la fruta de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) con y sin espinas, cultivadas en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca Colombia). *Universidad Militar Nueva Granada* 6 (1): 24-41.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997). *Frutas frescas. Mora de Castilla. Especificaciones-NTC 4106* (Icontec, Colombia).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012. Base de datos de la Producción de Frutas y Hortalizas 2007-2012. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/popup2uniNuke_2011.asp?cod=843. Consultado el: 06/09/2014
- Ministerio de Salud y Protección Social. 2013. Perfil Nacional del Consumo de Frutas y Verduras. ED. MiniSalud y FAO. Colombia. 264pp.
- MORENO, B. 2012. Potencial de aceptación de la mora (*Rubus* sp) en Gachantiva Boyacá. *Conexión agropecuaria* 2 (2): 10-115.
- PINZÓN, I., GERHARD, F. & CORREDOR, G. 2007. Determinación de los estados de madurez del fruto de gulupa (*Passifloraedulis*Sims) *Agronomía Colombiana* 25 (1): 83-95.
- ROLZ, C. 2011. Fisiología poscosecha de frutas. Compendio de características de calidad, condiciones de almacenamiento, sensibilidad al frío, maduración y desordenes fisiológicos. *Universidad del valle de Guatemala* 23 (1): 23-34.
- SORA, A., GERHARD, F. & 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.
- ZAMORANO, A. 2007. Caracterización morfológica de mora en los departamentos del valle del Cauca, Cauca y Nariño, de Colombia. *Acta agronómica* 56 (2): 51-60.

