



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)

YIELD AND FRUIT QUALITY OF ANDEAN BLACKBERRY
(*Rubus glaucus* Benth), THORN AND THORNLESS, CULTIVATED IN
OPEN FIELD CONDITIONS IN CAJICÁ (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)

Carlos Mario Grijalba Rativa¹

Luz Andrea Calderón Medellín²

María Mercedes Pérez Trujillo³

Fecha de recepción: 15 de marzo de 2010

Fecha de aceptación: 26 de mayo de 2010

¹ Biólogo, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

² Bióloga, Joven Investigadora, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

³ Docente Investigador, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Dirección de correspondencia: maria.perez@unimilitar.edu.co

RESUMEN

En el presente trabajo se compara el rendimiento del cultivo, la calidad de la fruta cosechada y la duración de las etapas de desarrollo de la flor y el fruto de dos materiales de mora de Castilla, con y sin espinas, cultivados en condiciones de campo abierto en el municipio de Cajicá (Cundinamarca) (2580 msnm, temperatura media 12,69 °C, humedad relativa promedio 85,06%). La investigación se realizó en un área de 1156 m², sobre plantas de 1 año y 5 meses de edad, empleando un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y dos tratamientos (mora con y sin espinas). Durante seis meses se realizaron cosechas semanales sobre las plantas en plena producción y se determinó el rendimiento de ambos materiales mediante el peso fresco de la fruta cosechada por planta. Los frutos cosechados fueron clasificados en las categorías de calidad extra, I, II y pérdidas establecidas en la Norma Técnica Colombiana 4106 del ICONTEC; para cada categoría se midieron los sólidos solubles totales (SST) y el peso por fruto. También se estableció la duración de los estados de desarrollo de la flor y el fruto para ambos cultivares. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento total de ambos materiales durante las 27 semanas de cosecha, siendo de 4946,19 g/planta para la mora con espinas y de 4331,8 g/planta para el material sin espinas. En cuanto a la calidad de los frutos cosechados, se presentaron diferencias altamente significativas entre materiales para la categoría extra, destacándose la mora con espinas por una mayor cantidad de fruta frente a aquella sin espinas. Para las categorías primera y segunda no se presentaron diferencias estadísticas entre los

materiales. El porcentaje de la producción que perteneció a cada categoría de calidad en los materiales con y sin espinas, fue respectivamente del 41,61% y del 33,02% para la calidad extra; 27,31% y 24,66% para primera; 6,92% y 6,88% para segunda; y 24,15% y 35,45% para pérdidas. No se presentaron diferencias en el número de tallos portadores por planta, siendo en promedio de 5 para ambos materiales. La duración desde el botón floral de 0,5 cm de diámetro hasta el fruto maduro en el punto de cosecha, fue de 77,6± 6,99 días para la mora con espinas y 78,9 ± 6,22 días para el material con espinas.

Palabras clave: Desarrollo de la flor y del fruto de mora, productividad, calidad de la fruta cosechada, sólidos solubles totales, Sabana de Bogotá.

ABSTRACT

This paper compares hort yield, harvested fruit quality and duration of flower and fruit stages of two Andean blackberry materials: thorn and thornless, grown in open field conditions in Cajicá (Cundinamarca) (elevation, 2580 m; average temperature, 12,69 °C; relative humidity, 85,06%). The establishment for the trial was adapted a 1156 m² area, with 1 year and 5 months plants, using a randomized complete block design with four replications and two treatments (thorn and thornless Andean blackberry). Within six months, plants in full production were weekly harvested and the performance of both materials by the fresh weight of fruit harvested per plant was determined. The fruits were classified into ICONTEC NTC 4106 quality classes: Extra, I, II and losses; for each category total soluble solids (SST) and weight per fruit were determined. It

was also established the duration of flower and fruit stages for both cultivars. There were not significant differences in the cumulative yield of both blackberry materials during 27 weeks, being 4946,19 g/plant for the thorn blackberry and 4331,8 g/plant for the thornless plants. About quality fruit, the differences were highly significant for "extra" category, where thorny blackberry fruit produced higher amount than thornless blackberry. For "first" and "second" categories, there were no statistical differences between materials. Yield percentage for each quality category for thorn and thornless plants was respectively 41,61% against 33,02% for "extra" class, 27,31% against 24,66% for "first" category, 6,92% against 6,88% for "second" category, and 24,15% against 35,45% for "losses". The duration from the onset of flower bud (0,5 cm) to ripe fruit, took on average $77,6 \pm 6,99$ days and $78,9 \pm 6,22$ days for the thorn and thornless materials, respectively.

Key words: Blackberry flower and fruit development, yield, harvested fruit quality, total soluble solids, Bogota Plateau

INTRODUCCIÓN

En Colombia ha sido creciente el comportamiento de la producción de mora y del área sembrada, según las estadísticas de Agronet (2008) (Fig. 1), siendo considerada como una fruta con oportunidades de cultivo en Colombia, tanto para abastecimiento del mercado interno como para la exportación. En el Plan Frutícola Nacional -PFN (2006-2026)-, se planifica para Colombia un incremento del 94,1% en el área cultivada para el 2026, pasando así de 10743 ha en el 2008, a 20631 ha, lo que generaría aproximadamente 6917 empleos directos. Para el caso

específico de Cundinamarca, departamento con la mayor área cultivada (3226 ha para el año 2008), se pronostica un incremento de 1500 ha para el 2026 (Tafur 2006). Adicionalmente, la mora también es priorizada en la Apuesta Exportadora Agropecuaria 2006-2020 (MADR, 2006).

La mora pertenece al género *Rubus*, que con alrededor de 400 especies distribuidas en América, Europa, África y Asia se constituye en uno de los géneros de mayor diversidad genética del reino vegetal (Alvarado, 2002). En Colombia la principal especie de mora cultivada es *R. glaucus*, conocida como mora de castilla (Correa, 2002), cuyo origen comprende las zonas tropicales altas de América (Franco y Giraldo, 1998). En Colombia existe una gran variabilidad de esta especie en cuanto a tamaño, color y calidad del fruto, que posiblemente se produjo por una selección practicada en antiguas épocas a partir de plantas silvestres (Córdoba y Londoño 1996, citado en Zamorano *et al*, 2007).

Entre los materiales de mora de castilla se encuentra reportada la "mora sin espinas", cultivar de reciente introducción que también ha sido categorizado como *R. glaucus*, ya que todas sus estructuras vegetativas y reproductivas coinciden con la descripción de esta especie, exceptuando la presencia de aguijones, los cuales han sido reemplazados por rudimentos de aguijón. Esta modificación constituye una ventaja para el manejo agronómico, pues facilita la realización de las diferentes labores culturales como poda, cosecha y tutorado (Espinosa *et al*, 2009; Franco y Giraldo, 1998). Adicionalmente, este nuevo material ha sido reportado como notable por su capacidad productiva, pues se pueden obtener rendimientos anuales de hasta $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Esta característica de mayor productividad se ha encontrado

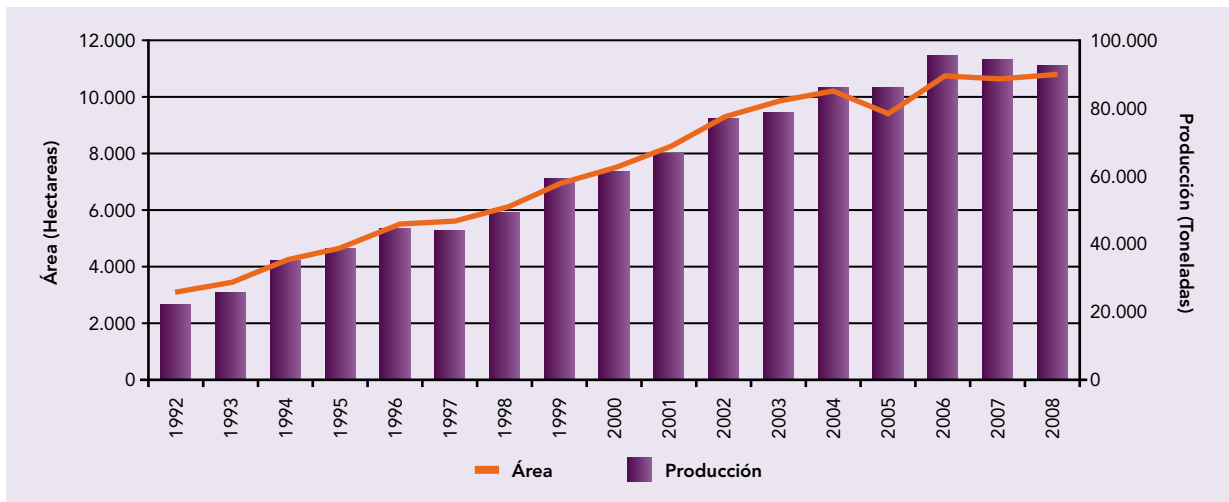


Figura 1. Área cosechada y producción de mora en Colombia, 1992-2008. Elaborado por AGRONET (2008) con base en Evaluaciones Agropecuarias - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

asociada a una mayor producción de tallos o ramas productivas y a un menor número de ramas improductivas en comparación a la mora de castilla con espinas. También presenta un macollamiento mayor frente a la mora sin espinas entre un 15 y 20%. En cuanto a sus frutos, estos son de tamaño similar a los de la mora con espinas, alcanzando longitudes de 3,5 cm y diámetros de 2,3 cm, con un peso promedio entre 7,5 y 8,5 g (Clavijo y Pedraza, 2004 citado en Bernal y Díaz, 2006).

Estas ventajas comparativas frente al material con espinas, sumadas a su facilidad para la propagación vegetativa, han hecho que rápidamente se disperse en las regiones productoras colombianas, especialmente en la zona del Eje Cafetero (López *et al.*, 2009). Sin embargo, los materiales de *R. glaucus* sin espinas corresponden a poblaciones locales y hasta el momento no existen variedades comerciales, lo que, según López *et al.* (2009), ha conducido a que el material de siembra sea producto de los intercambios que se realizan entre agricultores.

Con el rápido crecimiento en la producción de mora en Colombia, se requiere aumentar los esfuerzos para la evaluación de la adaptación de materiales como la mora de castilla sin espinas, que la hagan un producto aun más atractivo, diverso y que pueda suplir la demanda para productos procesados y en fresco. Por lo anterior, el propósito del presente trabajo fue comparar el rendimiento y la calidad de los frutos de mora de castilla (*R. glaucus*) con espinas y sin espinas, así como la duración de las etapas de desarrollo de la flor y del fruto, en plantas cultivadas en campo abierto en las condiciones ambientales de Cajicá (Cundinamarca).

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

La investigación se realizó entre los meses de mayo y noviembre de 2008, en el Campus Nueva Granada de la Facultad de Ciencias de la UMNG, ubicado en Cajicá (Cundinamarca,

Colombia), a 2580 msnm. Las variables meteorológicas fueron monitoreadas por una estación ubicada en el Campus. La temperatura media del aire durante el periodo de estudio fue 12,69 °C, la humedad relativa fue 85,06% y la radiación solar promedio fue 2,62 kW/m² día. Durante el año 2008 en la zona se registró una precipitación acumulada de 873,4 mm y para el periodo del estudio fue de 672 mm.

El material vegetal empleado en este estudio correspondió a plantas de mora de Castilla (*R. glaucus*) con y sin aguijones, provenientes de Fusagasugá (Cundinamarca), proveídas por la empresa Impulsores Internacionales. El área de cultivo comprendió 256 plantas en un terreno de 34m × 34m (1156m²), las cuales estaban distribuidas en 16 hileras, intercalando una hilera de mora con espinas y una hilera de mora sin espinas. Las plantas estaban sembradas en cuadro a una distancia de 2m × 2m. En el momento de iniciar la investigación, las plantas ya estaban en etapa reproductiva y tenían 1 año y 5 meses de edad.

Manejo del cultivo

El cultivo fue cercado con malla aditivada blanca y se instaló un techo de polisombra negra del 70%, con el fin de reducir el impacto del viento y la incidencia del mildew polvoso causado por *Oidium* sp. Se empleó un tutorado en doble "T".

Se llevaron a cabo riegos esporádicos con caño en las épocas secas y en épocas lluviosas se dependió exclusivamente de la precipitación. El control de malezas se realizó manualmente con guadañadora y platio. Se practicó un análisis de suelos cuyos resultados e interpretación se presentan en la Tabla 1. La fertilización se orientó hacia el aporte de calcio y magnesio para mejorar su relación frente al exceso de potasio; se realizaron

abonamientos sólidos y líquidos fraccionados con nitrógeno, fósforo, manganeso y boro. Se emplearon estrategias de manejo químico y cultural para el control de las enfermedades botrytis, mildew veloso y mildew polvoso, causadas por los patógenos *Botrytis* sp., *Peronospora* sp. y *Oidium* sp., respectivamente. Se realizaron podas de formación y mantenimiento de las plantas cada 15 días, procurando dejar entre 8 y 10 tallos portadores por planta según lo recomendado por Franco y Giraldo (1998). Los tallos portadores fueron podados a una altura de 1,2 m de acuerdo con Angulo (2003). Las podas de mantenimiento consistieron en la remoción desde la base de tallos muy delgados o afectados por patógenos y de aquellos donde ya se había efectuado la cosecha de la fruta.

Diseño experimental

Se establecieron 4 bloques en función de dos gradientes que actuaron en el mismo sentido, uno de luminosidad debido al sombreado causado por la cercanía a un invernadero y otro de pendiente del terreno. El ensayo se realizó de acuerdo a un diseño de bloques completos al azar con dos tratamientos y cuatro bloques. Dentro de cada bloque se marcaron entre 7 y 11 plantas para cada material, con condiciones de crecimiento y desarrollo similares y sobre ellas se realizó el seguimiento de las variables. Para el caso de las variables de peso individual del fruto y sólidos solubles totales (SST), se empleó un diseño completamente al azar.

Etapas de desarrollo de la flor y del fruto de mora

Se determinó la duración de algunos estados de las flores y frutos de mora, con y sin espinas. Para ello se escogieron 20 botones por cada

	ppm															
	pH	CE dS/m	N- NH ₄	N- NO ₃	N Min	P	K	Ca	Mg	Na	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Resultado	6,4	0,53	10,8	7,5	18,3	135	788	2387	326	27	16,5	199,2	10,1	1,5	20,3	0,29
Nivel Bajo	6	0,56			20	150	107	1389	257		12	15	11,3	1,1	3,4	0,34
Nivel Optimo	6,25	0,74			25	200	150	1924	348		15	20	15	1,5	4,5	0,45
Nivel Alto	6,5	0,92			30	250	192	2458	438	43	18	25	18,8	1,9	5,6	0,56

Tabla 1. Análisis químico de la fertilidad del suelo en el área de estudio. (Resultados del análisis practicado en el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales UJTL).

material, con diámetro aproximado de 0,5 cm, que se encontraban en la parte apical de la inflorescencia más apical de un tallo portador. Sobre estos botones se realizó un seguimiento continuo dos veces por semana, hasta que alcanzaran la etapa de fruto maduro en punto de cosecha. El proceso anterior se realizó tres veces en el tiempo. Se consideraron las etapas de botón (B), flor abierta (FA), flor senescente (FS), fruto cuajado (FC) y fruto maduro en punto de cosecha (FM) (Fig. 2).

Rendimiento del cultivo y calidad de la fruta cosechada

Se evaluó el rendimiento de cada material de mora a partir del peso fresco acumulado de la fruta cosechada por planta en cada bloque, que se obtuvo durante 6 meses de producción del cultivo mediante cosechas semanales. Los frutos en punto de cosecha correspondieron a aquellos que tenían una coloración morado oscuro en más del 60% (ICONTEC, 1997). Los frutos cosechados en cada bloque fueron clasificados en las categorías Extra, I y II, establecidas por la Norma Técnica Colombiana 4106 (ICONTEC, 1997). Adicionalmente, también se consideró una categoría de Pérdidas, en la que se clasificó la fruta de tamaño muy pequeño o que

estuviera afectada por problemas fitosanitarios. A partir de ello, se obtuvo el peso fresco de la fruta perteneciente a cada categoría.

Peso promedio del fruto

Se determinó el peso fresco individual de los frutos correspondientes a cada material de mora evaluado. Para ello se tomó una muestra de 9 frutos por categoría de calidad en cada fecha de cosecha y se procedió a pesar cada uno de ellos en una balanza electrónica marca OHAUS.

Sólidos solubles totales

Sobre la misma muestra de 9 frutos por categoría de calidad utilizada para medir la variable del peso individual en cada fecha de cosecha, se tomaron tres submuestras compuestas por tres frutos de cada material y cada calidad; los frutos se maceraron con la ayuda de un mortero y posteriormente se realizó la lectura de los sólidos solubles totales empleando un refractómetro digital portátil Krüss DR201-95.

Número de tallos basales o portadores

Se llevaron a cabo conteos una vez al mes y durante tres meses del número de tallos basales por planta. Las lecturas se realizaron



Figura 2. Estados fenológicos de las flores y frutos de mora de castilla (*Rubus glaucus*) con y sin espinas, considerados para el presente ensayo: Botón (B), Flor abierta (FA), Flor senescente (FS), fruto cuajado (FC) y Fruto maduro en punto de cosecha (FM) (Fotos: M. Grijalba, 2009)

sobre la totalidad de las plantas que fueron marcadas por bloque para evaluar el rendimiento del cultivo.

Análisis de datos

Para el análisis estadístico de los datos de las variables de producción (rendimiento total, calidad de la fruta, peso de los frutos, SST, número de tallos portadores), se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas en el tiempo mediante el programa estadístico SAS 9.1.3.

Para el análisis y descripción de la duración de los estados de la flor y el fruto, se utilizó estadística descriptiva empleando las fórmulas de promedio ponderado, varianza y desviación estándar para datos agrupados (Gómez, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapas de desarrollo de la flor y del fruto de mora

En las condiciones del estudio, el tiempo promedio requerido para llegar a un fruto maduro en punto de cosecha a partir de un botón de 0,5 cm de diámetro fue de $77,6 \pm 6,99$ días para la mora con espinas y de $78,9 \pm 6,22$ días para la mora sin espinas (Fig. 3). Según lo anterior, no se presentó mayor precocidad por parte de ninguno de los materiales de mora evaluados, siguiendo un patrón de desarrollo similar en flores y frutos.

La duración de los anteriores estados para los dos materiales de mora evaluados en este estudio, fue menor a la citada en Angulo



Figura 3. Duración de cada estado de desarrollo de la flor y el fruto en mora de castilla (*Rubus glaucus*) con y sin espinas: Botón (B.), Flor abierta (FA.), Flor senescente (FS.) y Fruto cuajado (FC.).

(2003), a la reportada en Manizales (Caldas) por Franco *et al.* (1996), en Ríonegro (Antioquia) por Castro *et al.* (1995) y en Guática y Santa Rosa de Cabal (Risaralda) por López *et al.* (2009). Estas diferencias se presentan principalmente para el estado de inicio de la floración a apertura de la flor, la cual fue de 15 días según Angulo (2003), 23,5 días según Franco *et al.* (1996), 22 días de acuerdo a Castro *et al.* (1995), y 23,5 y 21,92 para las dos localidades evaluadas en Risaralda por López *et al.* (2009). Para este estudio, el estado de botón hasta la apertura de la flor tuvo una duración de 7,5 y 8,1 días para los materiales con y sin espinas respectivamente (Fig. 3), lo que difiere ampliamente de lo obtenido en todos los trabajos anteriormente mencionados, ya que los botones de mora tomados en este estudio, fueron de mayor tamaño a los considerados por los otros autores. Por su parte, la etapa de desarrollo y maduración del fruto si tuvo una mayor duración en este ensayo respecto a los

otros estudios mencionados, siendo en promedio de 65,35 para las condiciones de Cajicá (Cundinamarca), frente a 40,5 días para Manizales (Castro *et al.*, 2005), 43,5 días para Ríonegro (Franco *et al.*, 1996), 45 días según Angulo (2003) y 47,58 y 39,92 para Guática y Santa Rosa de Cabal (Risaralda) (López *et al.*, 2009).

El mayor tiempo para el desarrollo y maduración del fruto de mora de castilla con y sin espinas en la zona de estudio, respecto a lo obtenido por otros autores en el Eje Cafetero, se explica a partir de factores como la altitud y la temperatura ambiental. Al respecto, Fischer (2000) señala que mayores altitudes retrasan el desarrollo de los frutos en las especies de frutales. La zona de Cajicá se encuentra a 2580 msnm, que frente a los 2150 y 2130 msnm de Manizales y Ríonegro (Franco *et al.*, 1996; Castro *et al.*, 2005) y los 2057 y 1930 msnm de Guática y Santa Rosa (López *et al.*, 2009), condiciona que se presenten temperaturas ambientales más bajas, siendo en promedio de 12,69 °C,

que retardan la acumulación de unidades de calor que permiten un mayor y más rápido desarrollo del fruto (Eraso, 1988).

Rendimiento del cultivo y calidad de la fruta cosechada

El rendimiento del cultivo de mora de castilla en las condiciones del ensayo y en las 27 semanas de cosecha fue de 23,8 y 20,8 ton/ha⁻¹ para los materiales con y sin espinas respectivamente. Estos valores superan ampliamente los reportes del rendimiento nacional de este frutal, que para el año 2007 fue de 9,6 ton/ha⁻¹ (Agro-net, 2008). Los resultados son comparables con lo reportado por Franco y Giraldo (1998), quienes afirman que un cultivo bien manejado puede llegar a producir de 18 a 20 ton/ha⁻¹.

Analizando el comportamiento del rendimiento en el tiempo del estudio, se pueden distinguir tres etapas, donde cada una comprende 9 semanas, demarcadas en línea punteada en la Fig. 4.

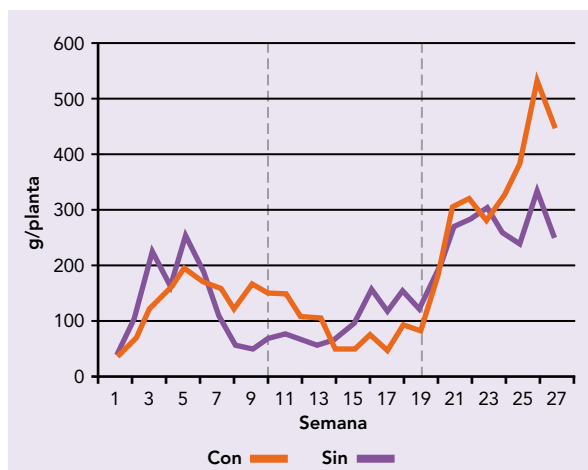


Figura 4. Comparación del rendimiento semanal entre la mora de castilla (*Rubus glaucus*) con y sin espinas. Las líneas punteadas identifican los límites entre los tres momentos que se tuvieron en cuenta para el análisis estadístico.

En la primera etapa (semana 1 a la 9), se presentó un pico de producción en la semana 5 del estudio para ambos materiales; en la etapa 2 (semana 10 a la 18), el rendimiento fue relativamente inferior a las otras dos etapas; y finalmente, se presentaron los picos más altos de producción para ambos materiales en la etapa 3 (semana 19 a la 27).

A nivel estadístico, no se presentaron diferencias significativas en el rendimiento total de la mora de castilla con y sin espinas ($P=0.2409$), ni en las interacciones entre el tiempo (momentos o etapas) y los dos materiales ($P=0.2751$). El material de mora de castilla con espinas presentó un rendimiento acumulado durante 27 semanas de 4946,19 g/planta, siendo ligeramente superior al de la mora sin espinas, el cual fue de 4331,8 g/planta.

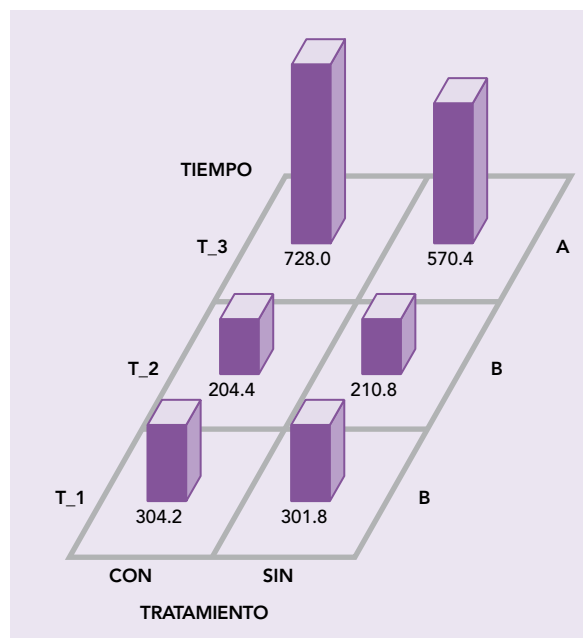


Figura 5. Comparación del rendimiento de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) con y sin espinas, en tres momentos de su ciclo productivo. El rendimiento en cada uno de los tres momentos (T1, T2 y T3) corresponde al peso fresco acumulado (gramos) de fruta cosechada por planta durante 9 semanas. Letras diferentes (ubicadas a la derecha), indican diferencias significativas ($P<0.05$) de acuerdo con la prueba de Tukey.

La comparación del rendimiento total entre ambos materiales en el tiempo se presenta en la Fig. 5. La única diferencia estadística se presentó entre los tres momentos o etapas productivas que se definieron ($P=0,0001$), en

donde la producción de fruta en el tiempo 3 fue superior respecto al tiempo 1 y 2.

En cuanto a la clasificación de la fruta cosechada en las categorías de calidad, solamente para la categoría extra se presentaron diferencias

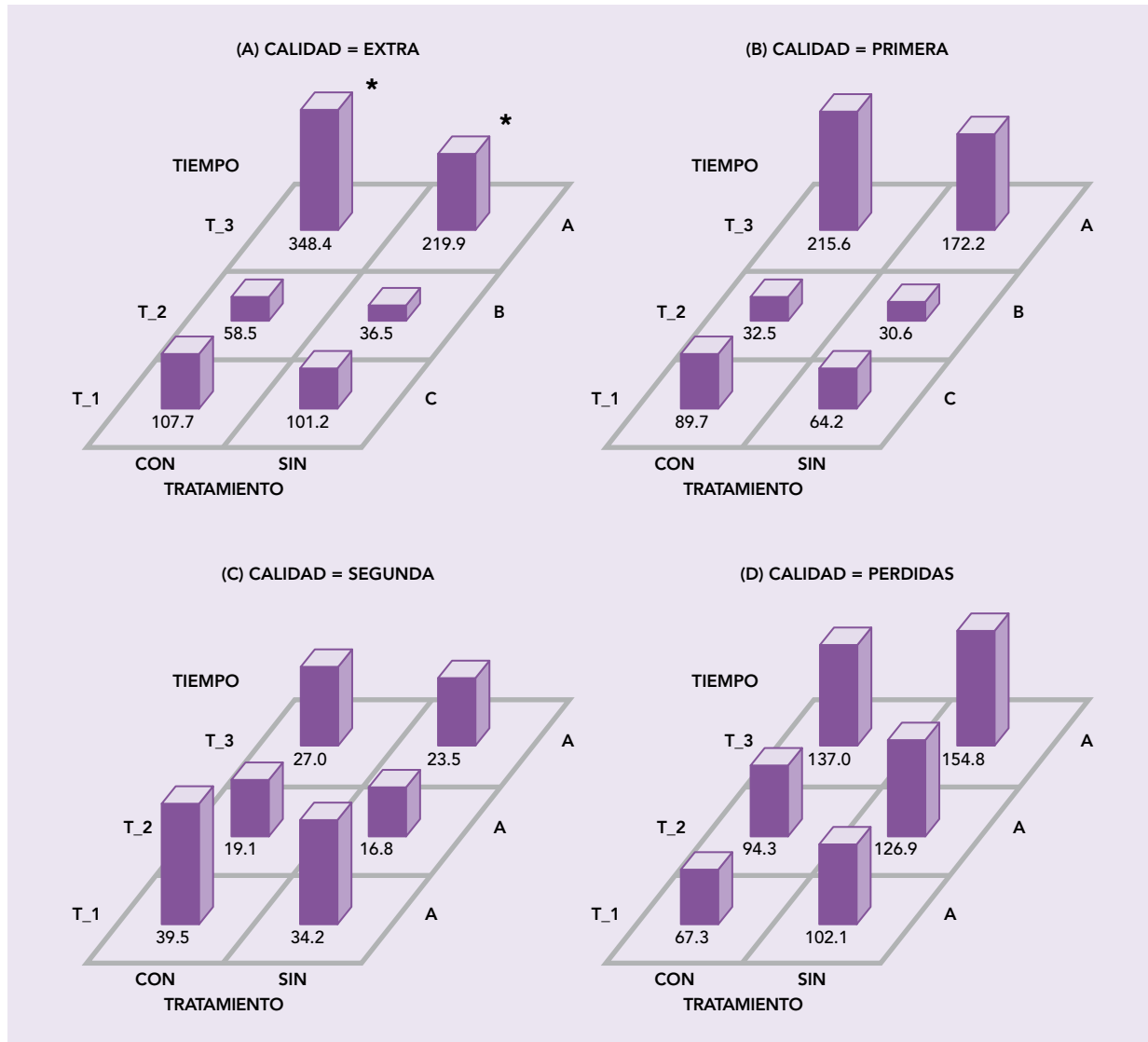


Figura 6. Peso fresco de la fruta cosechada y clasificada en cada categoría de calidad (A-D), de los materiales de mora de castilla (*Rubus glaucus*) con y sin espinas, en tres momentos del ciclo productivo (T1, T2 y T3). El valor para cada uno de los tres momentos corresponde al peso fresco (en gramos) de fruta cosechada por planta durante 9 semanas. Letras diferentes (ubicadas a la derecha), indican diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba de Tukey.

significativas entre tratamientos ($P=0,0131$), siendo superior la producción de estos frutos en el material con espinas (348,4 g/planta), respecto a la mora sin espinas (219,9 g/planta) (Fig. 6). Para los frutos de esta categoría también hubo un efecto altamente significativo del tiempo ($P<0,0001$), destacándose la producción en la etapa 3 del estudio. No se presentó interacción entre el tiempo y los tratamientos ($P=0,0719$), lo cual indica que las plantas de mora con espinas siempre presentaron los valores más altos de producción de fruta con calidad extra frente a aquellas sin espinas.

en donde la mora sin espinas en el Eje Cafetero colombiano llegó a tener un rendimiento mayor que el material con espinas. Según los autores, esto se debe a que la mora sin espinas presentó una mayor brotación de ramas hembras o productivas y una disminución del número de ramas fuele o improductivas, lo que generó un macollamiento de 15 a 20% superior al presentado por el material con espinas, del cual el 95% fueron ramas productivas. Sin embargo, en la presente investigación no se encontraron diferencias estadísticas en el

El mayor tiempo para el desarrollo y maduración del fruto de mora de castilla con y sin espinas en la zona de estudio, respecto a lo obtenido por otros autores en el Eje Cafetero, se explica a partir de factores como la altitud y la temperatura ambiental. Al respecto, Fischer (2000) señala que mayores altitudes retrasan el desarrollo de los frutos en las especies de frutales.

Sobre el efecto del tiempo en las otras categorías de calidad, en ambos materiales de mora se encontraron diferencias significativas para primera ($P<0,0001$), segunda ($P=0,0011$) y pérdidas ($P=0,0367$). La producción de fruta de calidad primera y pérdidas fue estadísticamente mayor en la tercera etapa, mientras que para la calidad segunda fue mayor en la primera etapa del ensayo.

El rendimiento similar que se obtuvo entre los materiales de mora evaluados en este estudio, contrasta con lo obtenido por Clavijo y Pedraza (2004), citado en Bernal y Díaz (2006),

número de tallos portadores entre las plantas de mora con y sin espinas, como se mencionará más adelante, lo que podría haber influido en que la productividad obtenida fuera similar para ambos materiales.

Contrario a los hallazgos de Clavijo y Pedraza (2004), Amador y Tijerino (2005) denotan poco interés en la mora sin espinas debido a su bajo rendimiento, según el estudio realizado en la localidad de Madriz (Nicaragua). Adicionalmente, se ha documentado que los genes que determinan la ausencia de espinas en otras

especies de moras, posiblemente están ligados a características indeseables en la producción y calidad de la fruta (Finn, 2008, Hall et al, 2009).

A pesar que la zona donde se realizó el estudio se localiza fuera de los rangos óptimos de altitud y temperatura reportados para la producción de mora por Franco et al. (1996), Angulo (2003) y López et al. (2009), ya que se encuentra a 2580 msnm y con una temperatura media de 12,69 °C, el rendimiento obtenido durante 27 semanas fue aceptable, siendo de 4946,19 g/planta y 4331,8 g/planta para la mora con y sin espinas. Estas producciones no están en desventaja frente a los registros de Bautista (1977), quien para mora con espinas en Mérida (Venezuela) a 1960 msnm, obtuvo 6,195 y 5,923 Kg/planta por año en 1972 y 1973 respectivamente. Así mismo, son comparables con las de López et al. (2009), quienes en dos localidades del departamento de Risaralda y evaluando seis materiales sin agujones, encontraron

un promedio general para Santa Rosa de Cabal de 612 g/planta y para Guática de 620,5 g/planta, durante dos meses de cosecha.

En cuanto a los picos de producción, algunos autores afirman que se presentan a intervalos de cada 5 y 6 meses (Bernal y Díaz, 2006, Franco et al, 1996). Lo anterior coincide con lo obtenido en este estudio en donde se presentaron dos picos de producción: uno en junio y el otro en noviembre de 2008, espaciados aproximadamente entre 4 y 5 meses (Fig. 7). Según reportes bibliográficos, la cosecha en mora depende de las lluvias (Federación Nacional de Cafeteros, 1984), de forma que los picos coinciden con los periodos de menor lluvia (Franco et al, 1996). Sin embargo, en este estudio no se presentó este mismo comportamiento, puesto que junio y noviembre fueron meses con mayor precipitación y al mismo tiempo ocurrieron los picos de cosecha (Fig. 7).

De acuerdo a Miranda (1976), un factor importante que determina el rendimiento son los periodos de floración, ya que el porcentaje promedio de frutos formados de mora que obtuvo este autor a partir de flores fue de un 89%. Debido a lo anterior, los picos de cosecha deberían estar directamente relacionados con la floración, que según el presente estudio y de acuerdo a lo obtenido en el ensayo de fenología, ocurrió aproximadamente 67 días antes de formar frutos maduros, por lo cual el pico de floración correspondería a los meses de marzo y abril para el primer momento del ensayo, y entre agosto y septiembre de 2008 para el tercer momento. En dichos meses, la tensión de humedad en el suelo fue la más alta (Fig. 8), y la precipitación fue baja (Fig. 7), evidenciando la relación inversa entre la tensión de humedad y la precipitación,

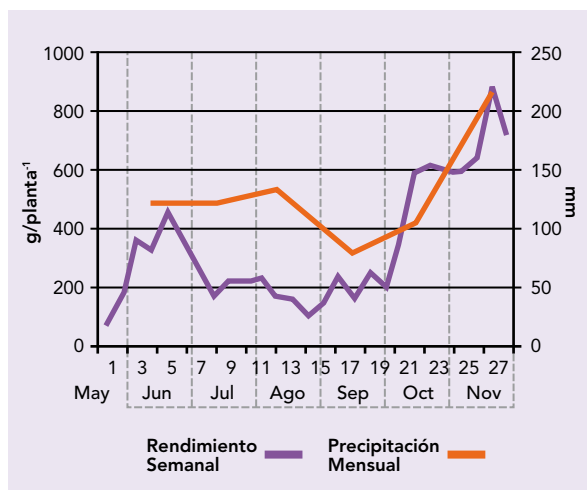


Figura 7. Rendimiento semanal del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus*) con y sin espinas vs. precipitación mensual acumulada. Los datos de precipitación fueron obtenidos de una estación meteorológica ubicada en el municipio aledaño de Zipaquirá (C/marca).

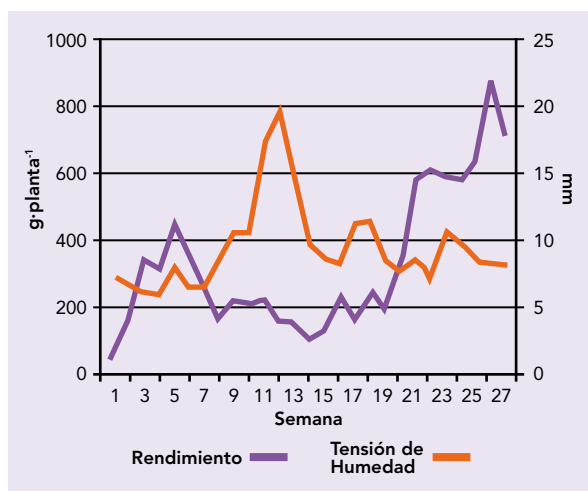


Figura 8. Rendimiento total del cultivo de mora (*Rubus glaucus*) con y sin espinas y tensión de humedad del suelo en la estación meteorológica ubicada en el Campus Nueva Granada (Cajicá).

factor que es importante en este estudio puesto que el cultivo no tuvo riego constante y dependía principalmente de la lluvia. Esta característica posiblemente indujo a la floración en el cultivo de mora tal como está documentado para otras especies como el café, en donde pequeños periodos de sequía favorecen y aumentan la floración (Villers *et al*, 2009), y en cultivos de cítricos, aguacate, mango y olivo, en donde el estrés hídrico restringe el crecimiento vegetativo e induce a la floración (Menzel, 1983 citado en Huesos, 2005). Este fenómeno también ha sido reportado en la familia Rosaceae, en el níspero japonés (*Eriobotrya japonica*), teniendo en cuenta que este estrés hídrico no debe ser muy prolongado (Huesos, 2005).

Nakasone y Paull (1998), citado en Fischer (2000), explican que por lo general en frutales, durante el periodo de floración, la lluvia debe ser mínima para evitar que el polen sea mojado y reventado y pierda su función. Esta situación

también pudo favorecer la polinización en el presente estudio, dado que el periodo de mayor floración de la mora se presentó en la época más seca. Por su parte, Fischer (2000) menciona que las épocas de lluvia, cuando se presenta una adecuada humedad del suelo y un incremento en la humedad relativa, influyen positivamente en el desarrollo y calidad de los frutos cosechados, factores que en este trabajo pudieron favorecer el desarrollo de los frutos de mora especialmente en la tercera etapa del estudio, en donde el pico de cosecha más alto coincidió cuando se presentaron las mayores precipitaciones (Fig. 7).

Peso promedio del fruto

El peso promedio de los frutos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos para las categorías de calidad extra y primera (Fig. 9). Para la categoría segunda, de los 8 momentos de seguimiento solo en uno se presentaron diferencias significativas en donde el peso promedio del fruto de mora con espinas resultó ser mayor que el fruto de mora sin espinas. Para el resto de momentos evaluados a nivel estadístico el peso fue igual para ambos materiales de mora. Teniendo en cuenta que el peso de los frutos fue estadísticamente similar para los tratamientos en cada categoría de calidad, pero si se presentaron diferencias en el rendimiento, se puede inferir que las plantas de mora con espinas produjeron una mayor cantidad de frutos respecto al tratamiento sin espinas.

El peso promedio de los frutos de la mora con espinas tendió a ser ligeramente mayor respecto al del material sin espinas para las tres categorías de calidad (Fig. 9). Esto contrasta con lo reportado por Bernal y Díaz (2006), quienes encontraron que la mora sin espinas produce en promedio

El peso promedio de los frutos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos para las categorías de calidad extra y primera. Para la categoría segunda, de los 8 momentos de seguimiento solo en uno se presentaron diferencias significativas en donde el peso promedio del fruto de mora con espinas resultó ser mayor que el fruto de mora sin espinas.

frutos de 7,5 a 8 g, valor similar o ligeramente superior al peso promedio de los frutos de las plantas con espinas. Adicionalmente, el peso promedio de los frutos alcanzado en este estudio fue menor al reportado por los anteriores autores, siendo de 5,64 para los frutos cosechados de las plantas con espinas y de 5,39 para aquellos obtenidos de las plantas de mora sin espinas. Sin embargo, estos valores si son similares a los 5,07 g en promedio obtenidos por Vásquez *et al.* (2006) en Sylvania (Cundinamarca) a 2220 msnm.

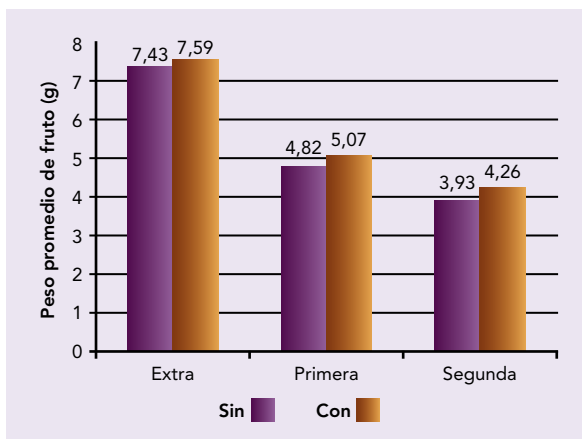


Figura 9. Peso promedio del fruto en mora de castilla (*Rubus glaucus*) con espinas y sin espinas para cada categoría de calidad.

En otros estudios, Bernal y Díaz (2006) describen que la mora de Castilla cultivada en el Eje Cafetero tiene un peso de 6,1 a 7,8 g por unidad, rango en el cual se situaron las moras con y sin espinas de este trabajo específicamente para la calidad Extra. Estas diferencias en tamaño encontradas en los frutos producidos en las condiciones de Cajicá respecto a las condiciones climáticas del eje cafetero, posiblemente se debe al efecto de la temperatura, ya que según Franco *et al.* (1996), las bajas temperaturas hacen que los frutos sean más pequeños. Eraso (1988), reporta que en pisos térmicos que se encuentran entre los 10-12°C, el fruto tiende a ser de tamaño pequeño, ya que no existen las suficientes unidades de calor que permitan su mayor desarrollo (Eraso, 1988). Sin embargo, es de anotar que aunque el tamaño de la fruta fue más pequeño en la mora con y sin espinas cultivada en Cajicá, la cantidad de fruta cosechada por planta si es comparable a los rendimientos que se obtienen en la zona cafetera colombiana.

Sólidos Solubles Totales

En la Fig. 10, para la calidad Extra se encontró que el promedio de sólidos solubles fue un poco mayor para el material de mora con espinas

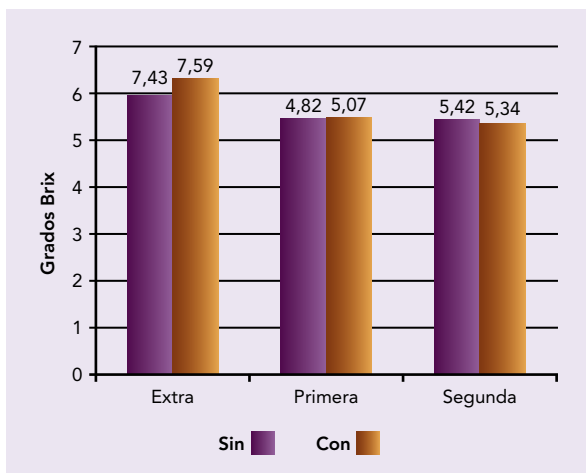


Figura 10: Promedio de sólidos solubles totales en mora de castilla (*Rubus glaucus*) con espinas y sin espinas para cada categoría de calidad.

en comparación a los del material sin espinas, mientras que en las otras dos calidades los valores fueron muy cercanos entre los dos materiales. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas entre un material y otro, en ninguna de las tres calidades.

Respecto al efecto del tiempo, para la calidad Extra sí se presentó una diferencia, mostrando los promedios de SST más altos en la primera fecha de medición (24 de octubre de

2008), que tal vez se lograron por la diferencia de los efectos ambientales presentados en los distintos momentos. Las lecturas encontradas en este estudio correspondieron a un promedio de 5,60 °Brix para la mora sin espinas y de 5,69 °Brix para el material con espinas, valores que son inferiores a los obtenidos por otros autores como Bautista (1977), quien tomó lecturas promedio de 9,08 °Brix, como Vásquez et al. (2006) que reporta promedios entre 7,7 y 8,5 °Brix y como Clavijo (2007) que en Salento (Quindío) a 1750 msnm, obtuvo 6,23 °Brix y 8,10 °Brix para mora con y sin espinas respectivamente.

Quizás esta baja producción de azúcares solubles encontrada en los frutos de los dos materiales cultivados en la zona de Cajicá obedece a la baja insolación recibida por el cultivo a causa de la polisombra negra el 70% que la cubría. Fischer (2000), explica que generalmente los SST están influenciados por la alta luminosidad. Por su parte, Bautista (1977) argumenta que entre mayores insolaciones experimenten los frutos de mora en su proceso de formación desde la antesis, mayor contenido de sólidos solubles tendrán y que al parecer es mayor el efecto durante las primeras etapas de su desarrollo.

El número de tallos portadores no difirió estadísticamente entre la mora con y sin espinas, resultado que puede explicar la similitud que se obtuvo entre los rendimientos totales de ambos materiales. Estos resultados contrastan con lo planteado por Clavijo y Pedraza, quienes asociaron que la mayor productividad de la mora sin espinas se debió a un mayor número de tallos portadores frente al material con espinas.

Número de tallos portadores o basales

El promedio de tallos basales o portadores por planta fue aproximadamente 5 en ambos materiales (Fig. 11) y fue registrado durante los meses de agosto, septiembre y octubre de 2008. Este valor fue bajo respecto a lo mencionado por Franco *et al.* (1996), Franco y Giraldo (1998) y Castro y Cerdas (2005), quienes recomiendan mantener entre 8 y 10 por planta. Sin

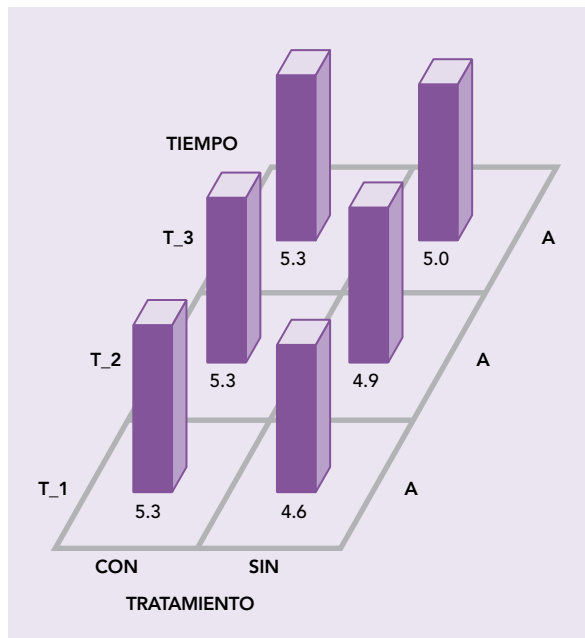


Figura 11. Número promedio de tallos basales de mora con y sin espinas (*Rubus glaucus*) en tres tiempos (T_1: 12/08/2008; T_2: 12/09/2008; T_3: 17/10/2008). Letras diferentes (ubicadas a la derecha), indican diferencias significativas ($P < 0.05$) de acuerdo con la prueba de Tukey.

embargo, esta baja formación de tallos productivos no fue una limitante para obtener los rendimientos altos que se presentaron en los últimos meses del ensayo.

El número de tallos portadores no difirió estadísticamente entre la mora con y sin

espinas, resultado que puede explicar la similitud que se obtuvo entre los rendimientos totales de ambos materiales. Estos resultados contrastan con lo planteado por Clavijo y Pedraza (2004), citado en Bernal y Díaz (2006), quienes asociaron que la mayor productividad de la mora sin espinas se debió a un mayor número de tallos portadores frente al material con espinas.

El número de tallos basales en el presente trabajo tampoco sustentó la diferencia de producción entre un periodo y otro, ya que la cantidad de tallos portadores no difirió entre los meses evaluados correspondientes a temporadas de baja y alta producción (Fig. 11).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Militar Nueva Granada por la financiación parcial de este trabajo y en especial al grupo de Agrobiología por su soporte técnico y operativo. Al Doctor Edgar Benítez por su colaboración en el análisis estadístico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angulo R. 2003. Frutales exóticos de clima frío. Bayer CropScience, Bogotá (Colombia). p 100-118.
2. Amador F. y N. Tijerino. 2005. Insectos y enfermedades asociados al cultivo de mora (*Rubus glaucus*, Benth) en la sabana Madriz. Trabajo de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 64 p.

3. Bautista D. 1977. Influencia de la temperatura, la insolación y la precipitación sobre los sólidos solubles del fruto de la mora (*Rubus glaucus* Benth). *Agronomía Tropical* 28(4): 399-407.
4. Bautista D. 1977. Observaciones sobre el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) en los andes Venezolanos. *Agronomía Tropical* 21: 253-260.
5. Bernal J. y C. Díaz. 2006. Materiales locales y mejorados de Tomate de Árbol, Mora y Lulo sembrados por los agricultores y cultivares disponibles para su evaluación en Colombia. Corpoica. C.I. La Selva. 14 p.
6. Castro D., M. Hernandez, L. Monsalve. 1995. Determinación de los Periodos de Desarrollo Productivo del Fruto de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en Plantas Producidas por Acodos de Plantas Propagadas in vitro y Plantas Propagadas por Acodos Tradicionales. Universidad Católica de Oriente. Serie: Investigaciones-9. Antioquia. 8 p.
7. Castro J. y M. Cerdas. 2005. Mora (*Rubus* spp.) Cultivo y Manejo Poscosecha. Ministerio de Agricultura y Ganadería; Universidad de Costa Rica; Consejo Nacional de Producción. San José (Costa Rica).
8. Correa L. 2002. Blackberry: A New Crop Option to Brazil. En *Ciencia Rural*, Santa Maria, 32: 151-158.
9. Eraso B. 1988. El cultivo de la mora en Colombia. En: Salazar, R. Memorias, Curso Nacional Sobre Frutales de Clima Frío. Volumen III, Técnicas de cultivo. Medellín. 42 p.
10. Espinosa N., C. Medina, M. Lobo. 2009. p. 25-34. Identificación taxonómica de las especies del género *Rubus* presentes en la colección Colombiana de mora. En: (Ed.) Barrero L. Caracterización, evaluación y producción de material limpio de mora con alto valor agregado Cundinamarca - Colombia. Compilación de artículos técnicos. Corpoica. Primera edición. Editorial Produmedios. 84 p.
11. Federación Nacional de Cafeteros. 1984. El cultivo de la mora de castilla. Editorial Lito-cencoa Ltda. Cali, Colombia.
12. Finn C. 2008. Chapter 3: Blackberries. p. 83-114. En: *Temperate Fruit Crop Breeding: Germoplasm to Genomics*. Springer, Michigan (Estados Unidos).
13. Fischer G. 2000. Ecofisiología en Frutales de Clima Frio Moderado. En: *Memorias Tercer Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado*. Manizales, Caldas. p. 51-59.
14. Franco G., J. Bernal, J. Gallego, J. Rodriguez, N. Guevara, M. Londoño. 1996. *Agronomía del Cultivo de Mora*. En: *Memorias Primer Seminario de Frutales de Clima Frio Moderado*. Manizales, 1-19.
15. Franco G. y C. Giraldo. 1998. El cultivo de la mora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA Regional 9. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, PRONATTA. 130 p.
16. Hall H., K.E. Hummer, A. Jaimieson, S. Jennings, C. Weber. 2009. *Plant Breeding Reviews: Raspberry Breeding and Genetics*. Wiley Blackwell, New Jersey. p.39-382.
17. López J., M. Marulanda, A. López. 2009. Comportamiento agronómico y adaptabilidad de materiales élite de *Rubus glaucus* Benth sin aguijones en dos municipios del departamento del Risaralda, Colombia. *Revista Unisarc* 7(1): 14-29.
18. Miranda P. 1976. El cultivo de la mora de castilla. Trabajo de grado para optar al título de

- Ingeniero Agrónomo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). 131 p.
19. Morillo A. C., Y. Morillo, J. Muñoz, D. Vasquez, A. Zamorano. 2005. Caracterización molecular con microsatélites aleatorios RAMs de la colección de mora, *Rubus* spp. de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Acta Agronómica 54(2).
 20. ICONTEC. 1997. Frutas Frescas. Mora de Castilla, Especificaciones. Norma Técnica Colombiana (NTC 4106).
 21. Rieger M. 2006. Chapter 6: Blackberry and Raspberry (*Rubus* spp.). p. 89-104. En: Introduction to Fruit Crops. Editorial Routledge. Nueva York (Estados Unidos).
 22. Santana G, M. Echeverri. 2000. Estudio Preliminar de Biología Floral en Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). En: Memorias Tercer Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. p. 46-50.
 23. Tafur R. 2006. Propuesta frutícola para Colombia y su impacto en la actividad económica nacional, regional y departamental. En: Memorias Primer Congreso Colombiano de Horticultura. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. Bogotá p. 47-66.
 24. Vásquez R., H. Ballesteros, C. Muñoz, M. Cuellar. 2006. Utilización de la Abeja *Apis mellifera* como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. Editorial Produmedios. Bogotá-Mosquera (Cundinamarca). 77 p.
 25. Villers L., N. Arizpe, R. Orellana, C. Conde, J. Hernández. 2009. Impactos del Cambio Climático en la Floración y Desarrollo del Fruto del Café en Veracruz, México. Interciencia 34: 322-329.
 26. Zamorano A., A. Morillo, Y. Morillo, H. Vasquez, J. Muñoz. 2007. Caracterización morfológica de mora en los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño, de Colombia. Acta Agronómica 56: 51-60.

CONSULTA VIRTUAL

27. Alvarado A., L. 2002. Mora (*Rubus*). Consejo Nacional de Producción (CNP). Boletín Quincenal. Disponible desde 19 Junio / 2002 En: http://www.cnp.go.cr/php_mysql/admin/KTML/uploads/files/boletines/mora_junio_2002.pdf, Fecha de consulta 20.Ago.2008
28. Agronet. 2008. <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx>. Fecha de consulta: 11 marzo 2010.
29. Clavijo J. 2007. Aportes para la producción y caracterización de la mora de castilla sin espinas. Memorias Seminario Mora, Universidad del Quindío. En: <http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/facultades/agroindustria/memoriasSeminarioMora/>
30. Huesos J. 2005. Efecto del Riego Deficitario Sobre la Floración en Níspero Japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) CV. "Algerie". Resumen de trabajo de investigación. Universidad de Almería. En: [<http://www.ual.es/doctorado/AIZS/resumenes/r7.html>], 01.oct.2009.
31. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). 2006. Apuesta Exportadora Agropecuaria 2006-2020. 120p. En: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/APUESTAEXPORTADORA.pdf> Fecha de consulta: 13.mar.2