

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LA BACTERIOSIS DEL MARACUYÁ

*Claudia Nobemy Montoya-Estrada**, *Jairo Castaño-Zapata***
y *Bernardo Villegas-Estrada****

* Magíster en Fitopatología. Correo electrónico: claudia_montoyaestrada@gmail.com

** Ph.D. Profesor Titular, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Correo electrónico: jairo.castano_z@ucaldas.edu.co

*** M.Sc. Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Correo electrónico: bernardo.villegas@ucaldas.edu.co

Recibido: 25 marzo de 2013; aprobado: 28 de mayo de 2013

RESUMEN

La bacteriosis del maracuyá ocasionada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* (Pereira) Gonçalves & Rosato se considera uno de los problemas fitosanitarios más devastadores y ocurre en cualquier estado de desarrollo del cultivo. Con el fin de encontrar nuevas tácticas de manejo de la enfermedad se planteó esta investigación, cuyo objetivo fue evaluar alternativas para el manejo de la bacteriosis del maracuyá. El estudio se realizó en la granja Luker localizada en Santágueda, municipio de Palestina (Caldas). Se empleó un diseño en bloques completos al azar con ocho tratamientos consistentes en ocho plántulas por tratamiento y cuatro repeticiones. La aplicación de los productos químicos y el biológico se realizó cuando la severidad de la enfermedad llegaba al umbral del 5%. En total se efectuaron tres aspersiones foliares. Las evaluaciones se realizaron cada ocho días durante 12 meses. Las prácticas culturales como poda, realce, tutorado y plating se realizaron de acuerdo al cronograma. Se evaluó severidad de la enfermedad (%), número de hojas caídas, producción (kg ha^{-1}) y número de frutos (unidades ha^{-1}). También se tuvieron en cuenta las variables climáticas como precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para ser correlacionados con el desarrollo de la enfermedad. Algunos de los productos fueron efectivos para el control de la bacteria. El tratamiento que presentó menor severidad (0,15%), menor número de hojas caídas (41,8), mayor producción ($17.662,7 \text{ kg ha}^{-1}$) y mayor número de frutos ($88.237,5 \text{ unidades ha}^{-1}$), fue el tratamiento con semitecho (cobertura plástica, calibre # 4 AgrocLEAR® PQA), demostrando que la modificación del microclima es esencial dentro de un programa de manejo integrado para la bacteriosis en maracuyá.

Palabras clave: Passifloraceae, prácticas culturales, semitecho, microclima.

ABSTRACT

EVALUATION OF ALTERNATIVES TO PASSION FRUIT BACTERIOSE MANAGEMENT

Passion fruit Bacteriosis caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* (Pereira) Gonçalves & Rosato is considered one of the most devastating plant health problems and occurs at any stage of crop development. In order to find new tactics to this disease management, this research was aimed to evaluating alternatives for the management of passion fruit Bacteriose. The study was conducted at the Luker farm located in Santágueda, Municipality of Palestina (Caldas). A randomized complete block design with eight treatments consisting of eight seedlings per treatment and four replications was used. The application of chemical and biological products took place when the severity of the disease reached the 5% threshold. Three foliar sprays were carried out. Evaluations were performed every week for 12 months. Cultural practices such as pruning, enhancement, tutoring and plating were carried out according to schedule. Disease severity (%), number of fallen leaves, production (kg ha^{-1}) and number of fruits (units per ha) was assessed. Climatic variables such as precipitation (mm), relative humidity (%) and temperature ($^{\circ}\text{C}$) were also taken into consideration to be correlated with the development of the disease. Some of the products were effective in controlling bacteria; however the treatment that showed lower severity (0.15%), fewer fallen leaves (41.8), increased production ($17,662.7 \text{ kg ha}^{-1}$) and greater number of fruits ($88,237.5 \text{ units ha}^{-1}$) was the treatment with semi-ceiling (plastic cover, size # 4 AgrocLEAR® PQA), demonstrating that modification of the microclimate is essential within an integrated management program for Bacteriose in passion fruit.

Keywords: Passionflower, cultural practices, semi-ceiling, microclimate.

INTRODUCCIÓN

El maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) es una fruta de gran potencial y tiene una alta demanda mundial, principalmente el jugo concentrado por su particular sabor. Se cultiva comercialmente en 19 departamentos de Colombia, siendo el Huila, Valle del Cauca, Córdoba y Meta los principales tanto en área como en producción (Vásquez *et al.*, 2008).

Una de las enfermedades más importante del cultivo de maracuyá es la bacteriosis ocasionada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, la cual puede afectar en cualquier etapa de desarrollo del cultivo (Botero *et al.*, 1998; Escalona & Contreras, 2011); por tal razón, el agricultor requiere establecer programas de prevención y manejo del patógeno que le permitan tener plantaciones sanas y rentables.

Existen varios métodos de manejo de la bacteriosis, entre los que se encuentran los culturales, biológicos y químicos que ayudan a erradicar o reducir la cantidad de inóculo del patógeno presente en un área, una planta o en los órganos de esta última (como las semillas) (Agrios, 2005).

El manejo cultural como desinfección de las herramientas y manos después de haber manipulado plantas enfermas, el ajuste de la fertilización e irrigación, puede también reducir la incidencia de las enfermedades causadas por bacterias (Agrios, 2005). Dentro del manejo cultural de la bacteriosis del maracuyá, es importante tener en cuenta que las micorrizas constituyen una asociación multifuncional con las plantas y son consideradas como un recurso biológico multipropósito cuyo manejo, además de los efectos sobre la productividad vegetal, genera beneficios ambientales al mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo (Guerrero *et al.*, 1996; Sosa *et al.*, 2006). Los géneros de micorrizas más utilizados son *Glomus* sp., *Entrophospora* sp., *Scutellospora* sp. y *Acanthospora* sp., los cuales ayudan a aumentar hasta 200 veces el volumen de suelo, contribuyendo a aumentar la biomasa total de la

planta y favorece a la planta para soportar condiciones de estrés por sequía, ya que regula su nivel hídrico, protege las raíces del ataque de algunos nematodos, insectos y hongos fitopatógenos y aumenta el porcentaje de enraizamiento (Natural control, 2014).

Para el control biológico de enfermedades bacterianas, Wulff *et al.* (2002) demostraron la eficiencia antagonica de *Bacillus subtilis* (cepa BB) frente a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* en col, coliflor y brócoli; por su capacidad de colonizar los espacios intercelulares de los tejidos corticales, cerca de los vasos conductores de las raíces y el tallo. Entre las rizobacterias se destaca *Burkholderia cepacia*, la cual produce pyrrolnitrino, cianuro de hidrógeno y fenazinas, sustancias que pueden persistir por más de 20 días en los sustratos; además, mediante la producción de sideróforos pueden inhibir hongos y bacterias patógenas y destruir nematodos fitoparásitos (Natural control, 2014).

De los productos químicos aplicados en forma de aspersiones foliares, los compuestos a base de cobre han dado los mejores resultados. Sin embargo, rara vez dan un control satisfactorio de las enfermedades ocasionadas por bacterias, cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo y la propagación del patógeno. El Caldo bordelés® (sulfato de cobre + cal hidratada), los compuestos de cobre y el hidróxido de cobre son los que se utilizan con mayor frecuencia en el control de los tizones y manchas foliares bacterianas (Agrios, 2005). El hidróxido de cobre posee una actividad química de larga duración y mayor biodisponibilidad entre los cobres secos (Inveragro, 2014).

Productos como sulfato de gentamicina y clorhidrato de tetraciclina también son utilizados para el manejo de enfermedades bacterianas, mediante el bloqueo e inhibición de la biosíntesis de proteínas degradando las enzimas de las bacterias ya que actúan de manera preventiva al detener su penetración en los tejidos de las plantas y de manera curativa al evitar su reproducción dentro del tejido (PLM®, 2012).

Los productos protectantes de acción polivalente como sulfato de cobre y mancozeb producen un efecto fungitóxico además de presentar actividad bactericida (PLM[®], 2012).

Debido a la importancia del cultivo de maracuyá en Colombia y reconociendo las grandes pérdidas que ocasiona la bacteriosis en este cultivo, se plantearon alternativas de manejo químico, biológico y cultural de esta enfermedad causada por *X. axonopodis* pv. *passiflorae*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la granja Luker ubicada en la vereda de Santágueda, municipio de Palestina (Caldas) con temperatura media de 22,5°, altitud de 1100 msnm, precipitación anual de 2074 mm y brillo solar anual de 1791 h.

Se utilizaron 256 plántulas vigorosas de maracuyá de 20 días de edad del vivero de la granja Luker, estas fueron llevadas a campo a 2,50 x 2,50 m y se apoyaron en espalderas de 2,5 m de altura en 32 surcos con ocho plantas en cada uno.

Para evaluar las alternativas de manejo de la bacteriosis, se definieron ocho tratamientos con ocho plántulas por tratamiento y cuatro repeticiones en un diseño de bloques completos al azar (Tabla 1).

Inmediatamente antes de la siembra, a las plántulas de los tratamientos uno al seis se les hizo inmersión hasta el cuello de la raíz en una mezcla de Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de tetraciclina (Cumbre WP[®], 1,2 g L⁻¹ de agua) durante 30 min, con el fin de

eliminar las células bacterianas del suelo o en período de incubación en las plántulas; luego se procedió a la siembra en campo.

Los tratamientos uno a cuatro incluyeron la aplicación de 250 g por sitio de materia orgánica-M.O., 250 g por sitio de micorrizas (Micorrizafer[®]) y 50 g por sitio de fertilizante completo (Hydrán[®]) al momento de la siembra, Por otro lado incluyeron la aspersión de productos protectantes, sistémicos y biológicos de formulaciones comerciales de Hidróxido de cobre al 53,8% (Kocide[®], 2000), *Burkholderia cepacia* (Botrycid[®]), Sulfato de cobre + Mancozeb (Cuprofix[®]) y Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de tetraciclina (Cumbre WP[®]). La aplicación de estos productos se hizo solamente cuando la severidad de la bacteriosis superó el 5%, con base en el daño provocado por la bacteria, con el fin de evitar aplicaciones calendarizadas.

El tratamiento cinco correspondió, además de M.O., micorrizas y fertilizante completo, el uso de semitecho, es decir, una cubierta de plástico calibre # 4 (Agroclear PQA) de 90 cm de ancho ubicada a 2,5 m de altura sobre las plantas.

Los tratamientos seis y siete solamente incluyeron, al igual que los tratamientos uno al cinco, la aplicación de 250 g por plántula de materia orgánica-M.O., 250 g por plántula de micorrizas (Micorrizafer[®]) y 50 g por plántula de fertilizante completo (Hydrán[®]) al momento de la siembra. La diferencia entre ambos fue la inmersión de las plántulas del tratamiento seis en la mezcla de Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de tetraciclina (Cumbre WP[®], 1,2 g L⁻¹ de agua) durante 30 min (Tabla 1).

El tratamiento ocho correspondió al testigo absoluto.

Tabla 1. Tratamientos para el manejo de la bacteriosis en maracuyá

N°	Tratamiento	Dosis (p.c.)
1*	Hidróxido de cobre	2,50 kg ha ⁻¹
2*	<i>Burkholderia cepacia</i>	500 cc ha ⁻¹
3*	Sulfato de cobre + Mancozeb	400 g ha ⁻¹
4*	Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de oxitetraciclina	200 g
5*	Semitecho	---
6*	Micorriza + M.O.	250 g plántula ⁻¹ de micorriza y M.O.
7	Micorriza + M.O. + fertilizante completo al momento del trasplante	250 g plántula ⁻¹ de micorriza y M.O., 50 g plántula ⁻¹ de fertilizante completo
8	Testigo absoluto	---

* Estos tratamientos incluyeron inmersión de las plántulas en Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de tetraciclina en dosis de 1,2 g L⁻¹ durante 30 min. Incluyeron además, materia orgánica, micorrizas y fertilizante completo. Este procedimiento se hizo inmediatamente antes de la siembra en campo.

A partir del sexto mes después de la siembra se aplicó, cada 30 días hasta completar un año en el experimento, 100 g de Hydran® a todos los tratamientos, excepto al testigo absoluto.

Para determinar la severidad de la bacteriosis del maracuyá se construyeron los diagramas correspondientes. Inicialmente se tomaron muestras de hojas sanas y con la ayuda de un medidor de área foliar (*Automatic area meter*, AAC-4C0, Hayashi, Denkon Co. Ltda, Tokio, Japón) se midieron 10 hojas, se promediaron las lecturas de área foliar. Posteriormente, se tomaron hojas que presentaban sintomatología típica de la enfermedad en sus diferentes estados de desarrollo. Las lesiones fueron calcadas utilizando papel mantequilla, posteriormente fueron recortadas y se midió el área de cada lesión con el medidor foliar. Después, se procedió a calcular el área que debían ocupar las lesiones correspondientes a los grados de severidad del 1, 5, 10, 25 y 50 (se tuvo en cuenta como 100% el contorno (cm) de la hoja de maracuyá y se calculó el área ocupada

por los diferentes grados de severidad. Luego, las lesiones calcadas fueron colocadas sobre las hojas de maracuyá, comparándolas con las lesiones reales para verificar su ubicación; finalmente, fueron dibujadas para obtener el diagrama final.

Para medir dicha severidad, se tomó una hoja al azar cada dos pasos hasta recolectar 10 hojas por repetición de cada uno de los tratamientos. Estas hojas se compararon con el diagrama desarrollado y se determinó el porcentaje de la hoja afectado por bacteriosis. Este procedimiento se realizó semanalmente durante doce meses.

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre la bacteriosis se contaron las hojas caídas en la base de la planta que presentaban síntomas típicos de. El conteo se realizó una vez por semana durante doce meses.

También se recolectaron los frutos tres a cuatro veces por semana desde el inicio de cosecha (14 de abril de 2010) hasta finalizar el estudio (12 de noviembre

de 2010). La cosecha se realizó de forma manual, recogiendo los frutos del suelo de cada surco; se procedió a su conteo y pesaje en una balanza Detecto-Matic. Los frutos que presentaron daños mecánicos no fueron tenidos en cuenta en el estudio.

Adicionalmente se obtuvieron los datos de precipitación, humedad relativa y temperatura de la estación meteorológica de la granja Luker, durante todo el estudio para determinar su influencia en la severidad de la bacteriosis.

Se llevó un registro detallado de los costos de insumos y mano de obra tanto en el establecimiento (preparación del terreno y siembra), en levante y producción. De la misma manera, se determinaron las utilidades en el primer y segundo ciclo productivo para calcular la relación costo-beneficio de los tratamientos.

El análisis estadístico se hizo en el programa SAS (Statistical Analysis System versión 9.0), el cual

incluyó análisis de varianza ($p=0,001$) para severidad, número de hojas caídas, peso y número de frutos, y cuando se presentaron diferencias entre tratamientos, se aplicó la prueba de comparación de Tukey al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p=0,001$) para todas las variables evaluadas.

Severidad. La severidad de la bacteriosis se evaluó semanalmente con base en el diagrama desarrollado (Figura 1). Las evaluaciones se iniciaron a partir de la semana 17, cuando se observaron los primeros síntomas, y se continuó hasta la semana 49 (24 de marzo al 12 de noviembre de 2010), la enfermedad superó el 5% de severidad en tres oportunidades durante las cuales se aplicaron los tratamientos respectivos (Figura 2).



Figura 1. Diagrama estándar de severidad utilizado para la Bacteriosis en maracuyá (*Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*).

Estos niveles se presentaron en abril (semana 21), junio (semana 29) y julio (semana 35) (Figura 2) debido a las altas precipitaciones (159,4, 204,7 y 397,8 mm, respectivamente) ya la temperatura promedio de 22-23°C, favorables para el desarrollo de la bacteriosis (Figura 2). Esto coincide con lo reportado por Battilani *et al.* (1999), quienes indican que las infecciones primarias de *X. arboricola* pv. *pruni* en durazno se desarrollan al menos con tres días sucesivos de lluvia, con una temperatura promedio

de 19°C, y que tanto la humedad libre sobre las hojas puede influir notablemente en el establecimiento de la bacteria, además una película continua de agua cerca a los estomas permite la diseminación y penetración de la bacteria más fácilmente.

El mejor tratamiento durante todo el ensayo fue el de semitecho, cuya severidad no superó el 1% aún en los meses más lluviosos (Figura 2).

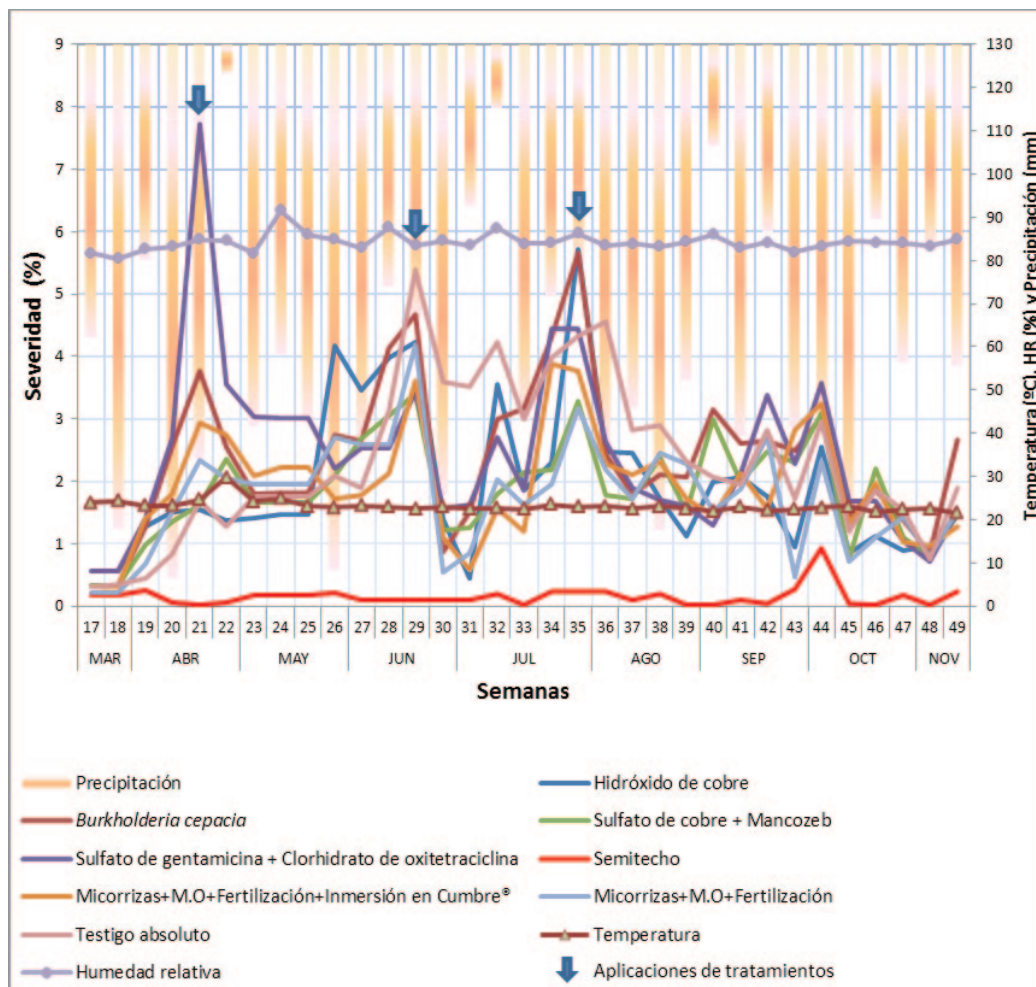


Figura 2. Severidad de la bacteriosis en maracuyá, de acuerdo con el tratamiento (marzo a noviembre de 2010) y las condiciones climáticas.

El tratamiento con semitecho fue el único que presentó diferencias estadísticas altamente significativas con los demás, incluyendo el testigo, porque los niveles de severidad se mantuvieron hasta 8 veces por debajo de estos (Tabla 2).

El tratamiento con semitecho modifica el microclima, lo que disminuye la presencia de rocío o gotas de lluvia en los folíolos, siendo este el factor más determinante para la multiplicación y diseminación de *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. En un estudio realizado por Gómez-Duque *et al.* (2010), en el cultivo de tomate concluyeron que la

aplicación del sistema de producción tipo semitecho, es una opción para mejorar la producción y sostenibilidad del tomate respecto a la producción a libre exposición.

Hojas caídas. Igual como ocurrió con la severidad, el tratamiento más efectivo fue el de semitecho; presentando diferencias estadísticas altamente significativas con todos los demás tratamientos, pues presentó el menor número hojas caídas por efecto de la bacteriosis, sin superar el 10% de las hojas caídas en cualquiera de los demás tratamientos, incluido el testigo (Tabla 2).

Tabla 2. Severidad de la bacteriosis y cantidad de hojas caídas presentadas durante el período experimental (marzo a noviembre de 2010)

Tratamiento	Severidad (%)*	Hojas caídas (Nº)*
Hidróxido de cobre	1,7575 ab	479,8 b
<i>Burkholderia cepacia</i>	2,2422 ab	550,8 ab
Sulfato de cobre + Mancozeb	1,7267 ab	563,3 ab
Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de oxitetraciclina	2,1222 ab	473,8 b
Semitecho	0,1583 c	41,8 c
Micorrizas + M.O. + Fertilización + Inmersión en Cumbre®	1,8153 ab	634,0 ab
Micorrizas + M.O. + Fertilización	1,6089 b	636,8 ab
Testigo absoluto	2,1194 ab	688,0 a

* Letras diferentes en cada columna denotan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Casaca (2005), indica que la bacteriosis del maracuyá causada por *X. campestris* pv. *passiflorae*, cuando no es controlada puede afectar órganos aéreos, pudiendo presentar dos formas de infección: localizada y sistémica, las cuales pueden ocurrir asociadas o no. Los síntomas en hojas de la infección localizada se observan en la haz como manchas acuosas que después toman una coloración parda y aspecto húmedo. La forma sistémica ocurre inicialmente junto a las nervaduras de las hojas, luego causa un encrespamiento de éstas y avanza internamente hasta el pecíolo, en donde obstruye los haces vasculares causando defoliación, muerte de yemas y consecuentemente, la muerte prematura de las plantas. De igual manera González (2003) y Palacio *et al.* (2009), reportaron que bacterias como *Pseudomonas viridiflava* y *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, pueden producir pérdidas importantes en cultivos de hortalizas, frutas y forestales, provocando

defoliaciones severas que debilitan las plantas y disminuyen progresivamente su productividad.

El tratamiento con semitecho al reducir la severidad de la enfermedad, consecuentemente tuvo menor número de hojas caídas, permitiendo así mayor vigorosidad de la planta, cantidad de follaje y por tanto mayor producción.

Producción. El tratamiento que presentó la mayor producción, con diferencias altamente significativas, fue el de semitecho, superando en más de 4,7 t ha⁻¹ a todos los demás, seguidos por el tratamiento con Micorrizas + M.O. + Fertilización (Tabla 3). Consecuentemente, el tratamiento que presentó mayor número de frutos fue el de semitecho superando a los demás, en más de 22.500 unidades ha⁻¹, seguido por el testigo y Micorrizas + M.O. + Fertilización (Tabla 3).

Tabla 3. Promedio de la producción de maracuyá (kg/ha) y número de frutos durante todo el experimento (marzo-noviembre 2010)

Tratamiento	Producción (kg ha ⁻¹)*	Número de frutos (unidades ha ⁻¹)*
Hidróxido de cobre	9.191,3 c	46.350 c
<i>Burkholderia cepacia</i>	10.326,6 bc	53.175 bc
Sulfato de cobre + Mancozeb	10.778,8 bc	53.287,5 bc
Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de oxitetraciclina	10.093,7 bc	51.487,5 bc
Semitecho	17.662,7 a	88.237,5 a
Micorrizas + M.O. + Fertilización + Inmersión en Cumbre WP®	9.926,3 bc	51.487 bc
Micorrizas + M.O + Fertilización	12.658,1 b	62.212,5 bc
Testigo absoluto	12.882,8 bc	65.737,5 b

* Letras diferentes en cada columna denotan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Estos resultados son comparables con los obtenidos por Gómez-Duque *et al.* (2010) y Rivera *et al.* (2007) quienes obtuvieron un rendimiento mayor en el cultivo de tomate chonto bajo semitecho, indicando las ventajas de este sistema para mejorar la producción respecto al cultivo a libre exposición.

De igual manera, visualmente se comparó el tamaño de los frutos de cada uno de los tratamientos, encontrando diferencias muy marcadas. En el tratamiento con semitecho, los frutos producidos fueron de mayor tamaño; además en el momento de la recolección el color amarillo fue más intenso, lo que evidenciaba un mayor grado de maduración comparado con los frutos de los demás tratamientos. Esto se debe a que el plástico utilizado en el semitecho permite que los rayos de sol pasen y generen un efecto de retención del calor, así genera un microclima que favorece la absorción de luz por parte del fotosistema de la planta, evidenciándose en mejor calidad de los frutos.

Gómez-Duque *et al.* (2010) encontraron en tomate chonto, que al utilizar semitecho + cobertura con

plástico en el suelo, se obtienen frutos de calidad extra y muestran ventajas sobre el rendimiento y la calidad. Los frutos tipo extra y primera le permiten al agricultor acceder a mercados de cadena y especializados; como consecuencia un mejor precio de venta y una proyección de sostenibilidad más segura.

El tratamiento con semitecho, al modificar el microambiente, resultó favorable para el cultivo y desfavorable para *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, al producir plantas con mayor vigor en todos sus tejidos (raíces, tallo, hojas y flores), reflejado en mayor peso y número de frutos. Lo anterior concuerda con Balaguera *et al.* (2010), quienes encontraron en gulupa (*Passiflora edulis*) que al utilizar semitecho, las plántulas presentaron mayor porcentaje de emergencia, mayor velocidad en la germinación y mayor longitud de raíces.

Costos. El tratamiento más económico en la etapa de establecimiento fue Micorrizas + M.O. + Fertilización, sin tener en cuenta el testigo (Tabla 4). En la etapa de levante y recolección el tratamiento más económico

fue el de semitecho con un valor de \$2'586.503. Al realizar la sumatoria de los costos de las dos etapas evaluadas el tratamiento más económico fue el de Micorrizas + M.O. + Fertilización + Inmersión en Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de tetraciclina con un costo total de \$7'328.361 (Tabla 4). El testigo absoluto, por no tener ningún producto químico ni biológico, tuvo valores inferiores.

El tratamiento con semitecho es el más costoso al evaluar las dos etapas. Sin embargo, si se evalúan por separado, resulta el más económico en el levante

porque no requiere aplicación de productos químicos o biológicos para el control de la bacteriosis; además, se puede inferir que al modificar el microclima con el plástico se crean condiciones poco favorables, permitiendo disminuir la incidencia de enfermedades fúngicas y bacterianas en el cultivo.

De la misma manera, la mayor producción se refleja en mayores ganancias, a pesar de que en el primer ciclo no se recupera la inversión, el semitecho fue el mejor tratamiento durante el segundo ciclo productivo del maracuyá.

Tabla 4. Costos totales de establecimiento, levante y producción en los tratamientos evaluados

Tratamiento	Costos de establecimiento (\$)	Costos de levante y recolección (\$)	Total (\$)
Hidróxido de cobre	4'538.037	3'000.324	7'538.361
<i>Burkholderia cepacia</i>	4'538.037	2'830.324	7'368.361
Sulfato de cobre + Mancozeb	4'538.037	2'810.910	7'348.947
Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de oxitetraciclina	4'538.037	2'859.624	7'397.661
Semitecho	5'827.250	2'586.503	8'413.753
Micorrizas + M.O. + Fertilización + Inmersión en Cumbre® WP	4'538.037	2'790.324	7'328.361
Micorrizas + M.O. + Fertilización	4'490.335	2'790.324	7'280.659
Testigo absoluto	3'158.150	1'134.323	4'292.473

Comercialización del maracuyá. El maracuyá fue comercializado a \$1.500 kg⁻¹. El tratamiento que tuvo mayor rendimiento fue el de semitecho superando entre 1 y 2,6 millones a los demás tratamientos (Tabla 5).

Utilidades. En el primer ciclo productivo no se obtuvieron utilidades; sin embargo, se realizaron cálculos prospectivos frente al segundo ciclo que permiten concluir que todos los tratamientos generaban utilidades excepto el tratamiento con hidróxido de cobre, siendo el de semitecho el más rentable (Tabla 5).

Tabla 5. Recaudo por venta de maracuyá y proyección de utilidades por ciclo productivo en 2010

Tratamiento	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Ventas (\$)*	Utilidades primer ciclo (\$)	Utilidades segundo ciclo (\$)
Hidróxido de cobre	1.291,3	1'936.950	-5'759.456	-1'221.419
<i>Burkholderia cepacia</i>	2'296.281	3'444.421	-3'923.940	614.097
Sulfato de cobre + Mancozeb	2'342.468	3'513.702	-3'835.245	702.792
Sulfato de gentamicina + Clorhidrato de oxitetraciclina	2'245.812	3'368.718	-4'028.943	509.094
Semitecho	3'879.343	5'819.014	-2'594.739	3'232.511
Micorrizas + M.O. + Fertilización + inmersión en Cumbre® WP	2'151.562	3'227.343	-4'101.018	437.019
Micorrizas + M.O. + Fertilización	2'743.375	4'115.062	-3'165.597	1'324.738
Testigo absoluto	2'717.812	4'076.718	-215.755	2'942.395

* Precio de venta \$1500 kg⁻¹ de maracuyá.

CONCLUSIONES

La utilización de semitecho combinado con control cultural es un método efectivo para manejar la bacteriosis del maracuyá causada por *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, permitiendo obtener el máximo rendimiento a un costo razonable.

El tratamiento más económico en las etapas de establecimiento y levante fue M.O. + Fertilización + Inmersión en Cumbre® WP, y el más costoso fue semitecho.

La utilización del semitecho permite recuperar la inversión en el segundo ciclo productivo, obteniendo utilidades superiores a los demás tratamientos.

La inmersión de las plántulas en Cumbre® WP no tuvo un efecto significativo en la reducción de la Bacteriosis en maracuyá, comparado con los demás tratamientos.

Se pudo comprobar que *X. axonopodis* pv. *passiflorae* tiene la capacidad de causar una infección sistémica, evidenciada en la gran cantidad de hojas caídas.

REFERENCIAS

- Agrios, G.N. 2005. Plant pathology. 5ª ed. Department of Plant Pathology. University of Florida. Elsevier Academic Press. 922p.
- Balaguera, H.E., Álvarez, J.G. & Cárdenas, J. 2010. Efecto de la estratificación fría y la cobertura plástica en semillas de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) para la obtención de plántulas. Revista U.D.C.A., Actualidad y Divulgación Científica. 13(2):89-97.
- Battilani, O., Rossi, V. & Saccardi, A. 1999. Development of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* epidemics on peaches. Journal of Plant Pathology. 81(3):161-171.
- Botero, M.J.; M.C. Ramírez, M. C. & Castaño-Zapata, J. 1998. Identificación y caracterización de bacterias asociadas con enfermedades en maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener), en dos zonas productoras del departamento de Caldas. Fitopatología Colombiana 21(2):79-88.
- Casaca, A.D. 2005. El cultivo de maracuyá. Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola, PROMOSTA. Costa Rica. Documentos técnicos: Guías de frutas y vegetales. 15p.
- Escalona, Y. & Contreras, N. 2011. Primer reporte de la Mancha bacteriana en Parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Sims) en Venezuela. Bioagro. 23(1):69-75.
- Gómez-Duque, A., Ceballos, N., Orozco, F. & Parra, C. 2010. Efecto del sistema de producción en semitecho sobre el desarrollo, rendimiento y calidad del tomate Chonto (*Solanum lycopersicum* L.). Agronomía. 18(2):47-57.
- González, F.A. 2003. Mancha necrótica en hojas y defoliación en Hebe. Área de cultivos hortofrutícolas y forestales. Laboratorio de Fitopatología. Boletín informativo del SERIDA No. 4. 2p.
- Guerrero, E., Rivillas, C. & Rivera, E. 1996. Perspectivas de manejo de la micorriza arbuscular en ecosistemas tropicales. En: Guerrero, E. (ed.). Micorrizas. Recurso Biológico del suelo. Fondo FEN Colombia, Bogotá. P.181-201.
- Inveragro S.A. 2014. Kocide 2000. Consulta: febrero de 2014. http://inveragro.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=210
- Natural control. 2014. Micorrizafer. Consulta: marzo de 2014. <http://naturalcontrol.com.co/micorrizafer.html>
- Palacio, B.A., Cambra, A.M. & Lozano, T.C. 2009. La mancha bacteriana de los frutales de hueso y del almendro *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. Dirección General de Alimentación. Centro de Protección Vegetal. Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura y Alimentación. 4p.
- PLM®. 2012. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Bogotá. 1283p.
- Rivera, H.C., Baeza, C.A. & Chavariaga, W. 2007. Efecto de un retenedor y dos crecientes de fertilizantes foliares sobre la producción de tomate chonto y larga vida bajo cubierta plástica Agroclear. Agronomía. 15(1):103-119.
- Sosa, R.T., Sánchez, N.J., Morales, G.E. & Cruz, C.F. 2006. Arbuscular mycorrhizae-*Trichoderma harzianum* (Moniliaceae) interaction and effects on *Brachiaria decumbens* (Poaceae)'s growth. Acta Biológica Colombiana. 11(1):43-54.
- Vásquez, J.J., Cárdenas, J. & Orozco, J. 2008. Manual sobre el cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. 57p.
- Wulff, E.G., Mguni, C.M., Mortensen, C.N., Keswani, C.L. & Hockenhull, J. 2002. Biological control of black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) of brassicas with an antagonistic strain of *Bacillus subtilis* in Zimbabwe. European Journal of Plant Pathology. 113(3):297-308.