

EFFECTO DE PRODUCTOS PARA CONTROL DE PICUDOS (INSECTA: COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DEL PLÁTANO

EFFECTS OF WEEVILS (INSECTA: COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) CONTROL PRODUCTS, OVER THE GROWTH, DEVELOPMENT, AND PRODUCTION OF PLANTAIN

Liliana M. Muñoz^{1,5}, Guillermo L. Cañas^{2,6}, Aura I. Urrea^{3,7}, Juan H. Guarín^{4,8}

Resumen

En una finca del municipio de Andes (Antioquia, Colombia), estuvieron sembrados lotes con plátano Dominico Hartón asociado con café variedad Caturra y en los cuales se registraron daños por picudos (Insecta: Coleoptera: Curculionidae) en el 100% de las plantas de plátano, se sembraron cormos de aproximadamente 2 kg, bajo el mismo sistema de asocio. A los cormos se les aplicó desde la siembra y cada dos meses hasta la cosecha del racimo, seis productos distintos para el manejo de estos insectos: químico de la región (Clorpirifós y Carboxin + Thiram), Carbofurán, *Beauveria bassiana* y extractos de jatrofa, ají y neem. Como testigo se utilizaron cormos sin aplicación de productos para el manejo de picudos. Para el análisis estadístico se empleó un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos, cuatro repeticiones y seis plantas como unidad experimental. Al momento de la cosecha, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para las variables: altura, diámetro, número de manos, peso del racimo y porcentajes en la calidad extra y segunda del plátano. Se presentaron diferencias estadísticas significativas para: número de semanas desde la siembra hasta la cosecha, donde el testigo y *Beauveria bassiana* fueron los de mayor y menor tiempo promedio (75,3 y 69,3 semanas, respectivamente); hojas funcionales al momento de la cosecha, donde el químico de la región y el Carbofurán presentaron el valor más alto y bajo (aproximadamente 8 y 7); y porcentaje en la calidad primera del plátano, donde el testigo presentó el valor más alto y fue diferente estadísticamente a los extractos.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, *Cosmopolites sordidus*, extractos vegetales *Metamasius* spp., *Musa*

Abstract

In a farm in the municipality of Andes (Antioquia, Colombia), parcels were planted with Dominico Hartón plantain associated with Caturra-type coffee, where weevil damage (Insecta: Coleoptera: Curculionidae) occurred in 100% of the plantain plants, corms of approximately 2 kg were planted under the same association system. From the sowing until harvest, six types of products were applied every two months on these plantations: chemical of the region (Clorpirifos and Carboxin + Thiram), Carbofurán, *Beauveria bassiana*, and jatropha, pepper, and neem extracts. As a control, corms without any application of chemicals were used. For the statistical analysis, a randomized complete block design was employed with seven treatments, four replicates, and six plants as experimental units. At the moment of harvest no significant statistical differences were found among treatments for these variables: height, diameter, number of cluster branches, total weight, and percentages in the extra and

Recibido: agosto de 2012; aceptado: marzo de 2013.

¹ Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Medellín (Antioquia), Colombia.

² Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera 48 No. 7-151, Medellín, Colombia.

³ Docente. Instituto de Biología. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Calle 67 No. 53-108, Medellín, Colombia.

⁴ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). C. I. La Selva. Km 7 vía Las Palmas, vereda Llano Grande. Rionegro (Antioquia), Colombia.

Correos electrónicos: ⁵ <lilime167@hotmail.com>; ⁶ <glcanas53@yahoo.es>; ⁷ <aurea@matematicas.udea.edu.co>;

⁸ <jguarin@corpoica.com.co>.

second quality plantains. Statistically significant differences were found in: weeks from sowing to harvest, with the control and *B. bassiana* presenting the highest and lowest average times (75.3 and 69.3 weeks, respectively); functional leaves at the time of harvest, in which the chemical of the region and Carbofurán presented the highest and lowest values (approximately 8 and 7); and the percentage in first quality plantain, in which the control presented the highest value and was statistically different from the extracts.

Key words: *Beauveria bassiana*, *Cosmopolites sordidus*, *Metamasius* spp., *Musa*, vegetal extracts

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el cultivo del plátano (*Musa* AAB Simmonds) abarca un área de 400.000 ha y genera ingresos que representan el 7% del producto interior bruto (PIB) del país, siendo de gran importancia socioeconómica desde el punto de vista de seguridad alimentaria y generación de empleo (Aristizábal 2008, Espinal et al. 2006). El plátano es cultivado en diferentes zonas agroecológicas y la variedad Dominico Hartón se cultiva en la región cafetera, entre los 900 y 1.500 m. s. n. m. (Espinal et al. 2006), ya que a altitudes mayores de 1.600 m no presentan las condiciones adecuadas para obtener plátano de buena calidad (Cayón 2004, Cayón et al. 2000). De otro lado, el crecimiento y la producción del plátano dependen del desarrollo progresivo de las hojas, las cuales deben mantenerse funcionales desde la emisión de la inflorescencia y durante el desarrollo de los frutos (Cayón 2004). Así, para obtener un racimo de buen peso y calidad, las plantas deben mantener como mínimo seis hojas funcionales desde la floración hasta los 45 días de edad del racimo (Belalcázar et al. 1991b, Belalcázar et al. 1994b).

Por otro lado, en la propagación del plátano, se conocen con el nombre de semilla a los cormos originados de brotes o retoños de reproducción vegetativa en la planta madre. La semilla seleccionada se somete a un proceso de saneamiento, mediante la eliminación de raíces y la parte superficial de la corteza, quitando todas las áreas necrosadas que pudieran ser evidencia de nemátodos, bacterias o picudos (Gold et al. 2001, Soto 1985).

Los picudos (Insecta: Coleoptera: Curculionidae) son un grupo de insectos generalmente asociados a plantas espermatofitas; dentro de este, se encuentran diferentes especies que se alimentan del plátano, algunas de las cuales han sido considerados plagas y pueden alimentarse de diferentes estructuras de la planta. Así por ejemplo, las larvas y adultos de *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) se alimentan del cormo, larvas y adultos de *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758) consumen el pseudotallo, los adultos de *Metamasius hebetatus* (Gyllenhal, 1838) prefieren los primeros centímetros del pseudotallo cerca del cormo y sus larvas consumen todo el pseudotallo (Castrillón 2000). De estas especies, el picudo negro *C. sordidus*, es el insecto plaga más importante de los plátanos y bananos en el mundo (Gold et al. 2001) y puede causar una reducción en los rendimientos entre 25 y 90% (Ndiege et al. 1991). La actividad de estos insectos interfiere con la iniciación de las raíces, matando las existentes, limitan la absorción de nutrientes, reducen el vigor de las plantas, retrasan la floración, aumentan la susceptibilidad a plagas y enfermedades. La disminución en los rendimientos es causada por la pérdida de plantas (muerte de las plantas, rompimiento de los rizomas y volcamiento), y por el menor tamaño y peso de los racimos producidos (Cárdenas 1984, Gold y Messiaen 2000).

El manejo de los picudos ha dependido en gran medida de la aplicación de productos químicos, los cuales son costosos, contaminan el ambiente y generan riesgos para la alimentación y la salud humana (González et al. 2007, Guzmán y Castaño 2009). Los pesticidas químicos para

el control de *C. sordidus* pueden aplicarse periódicamente para proteger el material plantado (a través de la inmersión de la semilla o aplicaciones en los hoyos). Se aplican a la base de la planta después de establecido el cultivo y a las trampas de pseudotallo para incrementar la captura (Gold et al. 2001).

Los compuestos botánicos pueden servir como sustitutos de los plaguicidas de síntesis química (Gold y Messiaen 2000). Gómez y Soto (2008) evaluaron el efecto biocida de extractos de cinco especies vegetales (semillas de *Annona squamosa* L. y de *Azadirachta indica* A. Juss., hojas de *Nicotiana tabacum* L. y de *Jatropha* sp., y frutos de *Capsicum frutescens* L.) sobre adultos de picudo negro bajo condiciones de laboratorio. *Annona squamosa* y *Jatropha* sp. mostraron la mejor acción insecticida, independientemente de la concentración empleada, y el extracto de *C. frutescens* presentó efecto insecticida cuando se utilizaron concentraciones medias a altas (50, 75 y 100%).

Adicionalmente, Devappa et al. (2011) afirmaron que *Jatropha curcas* L. es una fuente rica en compuestos terpenoides, los cuales han exhibido propiedades citotóxicas y de disuasión de insectos que se encuentran en las semillas, frutos y hojas, por lo que puede ser usada como pesticida contra organismos dañinos. De otro lado, el neem (*Azadirachta indica*) es una planta reconocida por sus efectos sobre los insectos, sus derivados pueden reducir el daño del picudo negro al interferir con cada una de sus etapas de ataque (Musabyimana 1999, Musabyimana et al. 2001); tiene efecto repelente sobre los adultos, reduce los niveles de oviposición y tasas de eclosión, y afecta la fertilidad de las hembras (Messiaen 2000, 2002).

Otra alternativa diferente al uso de químicos es el control cultural, el cual incluye el uso de material de siembra limpia y selección de sistemas de cultivo, entre otros (Gold et al. 2001). El agente

de control microbiológico más destacado es el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* Vuillemin (bálsamo; Gold y Messiaen 2000), del cual han sido evaluadas numerosas cepas, que han ocasionado más del 90% de mortalidad del picudo negro. Sin embargo, pocos datos están disponibles sobre el desempeño de ellas bajo condiciones de campo (Gold et al. 2001).

El presente estudio evaluó el efecto de las aplicaciones de diferentes productos para el manejo de los picudos, sobre variables de crecimiento, desarrollo y producción de plantas de plátano Dominico Hartón, asociadas con café variedad Caturra, bajo las condiciones agroecológicas de una región cafetera del suroeste antioqueño, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. La fase de campo se desarrolló entre marzo de 2009 y octubre de 2010 en lotes de la finca “La Josefa”, situada en la vereda El Socorro del corregimiento de Santa Rita, municipio de Andes (Antioquia, Colombia): 05° 36' 56,8" N, 75° 54' 11,7" O, 1.600 m de altitud, con temperatura promedio de 23 °C y precipitación anual de 2.277 mm, correspondiendo a la zona de vida bosque muy húmedo Premontano (**bmh-P**), zona cafetera muy húmeda; los suelos son de textura franco arenosa, pH ligeramente ácido, con altos contenidos de materia orgánica y fertilidad media.

Material vegetal. Para el presente estudio se utilizaron cormos de plátano var. “Dominico Harton” para los ensayos de campo. Para la preparación de los extractos, hojas de jatropa (*Jatropha curcas* L.) fueron donadas por la empresa Colombiana de Biocombustibles, con sede en el municipio de Santa Fé de Antioquia y frutos de de ají (*Capsicum frutescens* L.) de la variedad “Red Rocoto”, fueron tomados directamente de plantas de un cultivo comercial establecido en el municipio de Fredonia (Antioquia).

Preparación de los extractos. Los extractos de jatrofa y de ají se obtuvieron mediante maceración pasiva con posterior destilación (Gómez y Soto 2002, 2008). Se tomaron 50 g de tejido vegetal seco, se introdujeron en 250 ml de etanol al 96% y se dejaron allí por 15 días, se filtró el producto obtenido con papel filtro Whatman # 1 y se destiló con un rotaevaporador Heidolph Laborota 4010 a 40 °C, separando el etanol de las sustancias extraídas.

Metodología. Se seleccionaron cuatro lotes (“bloques”), que se encontraban cercanos entre sí, y que estuvieron sembrados con plátano “Dominico Hartón” asociado con café variedad “Caturra” hasta seis meses antes de iniciar el estudio, en los cuales siempre se registró presencia y daños por picudos en el 100% de las plantas. En estos se sembraron las mismas variedades de las especies en un sistema de asocio a 3 x 15 m entre las plantas de plátano y a 1,2 x 1,4 m entre las plantas de café (sembrado un mes antes de la musácea). Para la siembra del plátano se utilizaron cormos pelados de aproximadamente 2 kg cada uno, a los cuales se les aplicó el respectivo tratamiento antes de la siembra en hoyos de 40 x 40 x 40 cm, preparados con 2 kg de pulpa de café descompuesta y 200 g de cal dolomítica.

Para evaluar el efecto de las aplicaciones de diferentes productos para el manejo de los picudos sobre el crecimiento, desarrollo y producción del plátano, se seleccionaron los tratamientos que se describen a continuación con su respectiva forma de aplicación: **1)** testigo, o sin ninguna aplicación de productos; **2)** químico de la región, preparado con Clorpirifos (Lorsban[®], 5 ml/l) y Carboxin + Captan (Vitavax[®] 300, 5 g/l), aplicado sólo a los cormos en el momento de la siembra con aspersora de espalda; **3)** *Beauveria bassiana*, empleando el producto comercial Micosis WP[®], con una composición garantizada de 1×10^{10} esporas/g, el cual fue aplicado asperjado a los cormos en el momento de la siembra utilizando

una dilución de 5×10^7 esporas/ml, y aplicado a las plantas con un atomizador distribuyéndolo en el pseudotallo hasta una altura de 30 cm, y alrededor de este en el suelo previamente desmalezado en un radio de 30 cm, tapando posteriormente el área con hojas de plátano, cada dos meses hasta la cosecha del racimo con la misma dilución a razón de 200 ml/planta, es decir, **1)** 1×10^{10} esporas/planta; **4)** jatrofa, 200 ml/planta de un extracto al 25% obtenido a partir de hojas y aplicado a los cormos y a las plantas, de la misma manera que se explicó para el tratamiento con *B. bassiana*; **5)** ají, 200 ml/planta de un extracto al 50% obtenido a partir de frutos completos y aplicación similar al tratamiento con *B. Bassiana*; **6)** Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), 200 ml/planta de un extracto al 25% del producto comercial Natural neem[®], y aplicación similar al tratamiento con *B. bassiana*; y **7)** Carbofurán (Furadán[®] 3G), aplicación de 30 g/sitio u hoyo del producto granulado en el momento de la siembra del cormo (rodeándolo) y 30 g/planta cada dos meses, alrededor de esta.

Las concentraciones utilizadas de los extractos se seleccionaron de acuerdo a los resultados obtenidos en los trabajos de Gómez y Soto (2002 y 2008), mientras que las dosis y formas de aplicación de los demás productos fueron determinadas teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes.

Las variables respuesta registradas fueron: **a)** altura (cm) de la planta al momento de la cosecha del racimo, medida desde el suelo o base de la planta hasta el ángulo de intersección que forman las dos últimas hojas (Aristizábal 2008, Aristizábal y Zabala 1994); **b)** diámetro (cm) del pseudotallo al momento de la cosecha del racimo, medido a una altura de 0,5 m desde la base de la planta; **c)** semanas desde la siembra del cormo hasta la cosecha del racimo (**SC**); **d)** número de hojas funcionales un año después de la siembra (**HFA**); **e)** número de hojas funcionales al momento de la cosecha del racimo (**HFC**); **f)** número de “manos”

del racimo; **g**) peso del racimo (kg) sin el vástago; **h**) porcentaje de la calidad “extra” del plátano cosechado; **i**) Porcentaje de la calidad “primera” del plátano cosechado; y **j**) porcentaje de la calidad “segunda” del plátano cosechado.

La altura de la planta y el diámetro se midieron con la ayuda de un flexómetro. Se consideran hojas funcionales a aquellas completamente abiertas, que tienen un área sana superior al 50% o sin ataque de hongos como sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach), no dobladas ni secas. Las calidades son las establecidas por la comercializadora del plátano en la región, que van desde la mayor calidad o extra, hasta la menor calidad o segunda.

Tratamiento de datos. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones o bloques. La unidad experimental estuvo constituida por seis plantas de plátano, para un total de 168 plantas a evaluar (42 por bloque). Los datos obtenidos fueron procesados empleando el paquete estadístico *Statgraphics* y la hoja de cálculo *Microsoft Excel XP*, y se analizaron mediante un análisis combinado

de varianza, usando como prueba a posteriori la comparación múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de los parámetros de crecimiento, desarrollo y producción evaluados en las plantas de plátano bajo los diferentes tratamientos se presentan en la tabla 1. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos para las variables altura y diámetro de la planta al momento de la cosecha, número de manos y peso del racimo sin el vástago, y porcentajes de la calidad extra y segunda del plátano cosechado. Se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos para semanas desde la siembra hasta la cosecha (SC) (figura 1), número de hojas funcionales un año después de la siembra (HFA) y al momento de la cosecha (HFC) (figura 2), y porcentaje de la calidad primera del plátano (figura 3). No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las repeticiones o bloques para ninguna de las variables evaluadas.

Tabla 1. Diferencias entre tratamientos por variables de crecimiento, desarrollo o producción de plátano, según la media obtenidas en sembradíos de plátano Dominico Hartón asociado con café variedad Caturra en finca del municipio de Andes (Antioquia, Colombia) [promedios en una misma columna seguidos de letras iguales no presentan diferencia estadística significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos, según la prueba de Duncan]

Tratamiento	Altura	Diámetro	Racimos				% calidad			
	(cm)	(cm)	SC	HFA	HFC	Manos	(kg)	extra	1 ^{era}	2 ^{da}
Testigo	340,2a	19,7a	75,3a	7,3ab	4,4b	4,7a	17,7a	25a	47a	28a
Químico de la región	366,1a	21,6a	74,3ab	7,7a	5,0ab	5,0a	20,1a	31a	43ab	26a
B. bassiana	362,9a	21,3a	69,2c	7,2ab	4,9ab	4,8a	19,4a	27a	44ab	29a
Jatrofa	356,2a	21,4a	69,3c	7,1ab	4,6ab	4,9a	18,3a	27a	40b	33a
Ají	366,2a	21,9a	70,1bc	7,3ab	4,6ab	5,1a	19,0a	29a	39b	32a
Neem	371,3a	21,9a	69,9c	7,1ab	5,3a	4,9a	18,0a	25a	38b	37a
Carbofurán	342,4a	20,5a	72,2abc	7,0b	4,4b	4,8a	16,5a	22a	43ab	35a

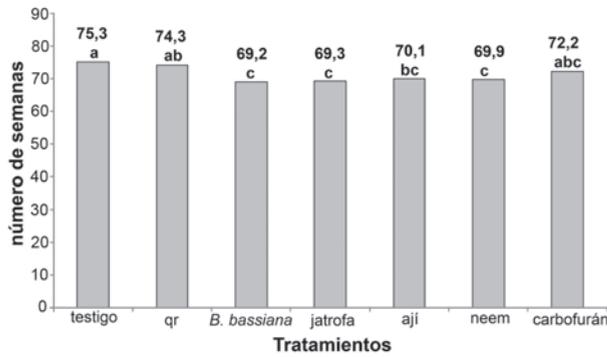


Figura 1. Número de semanas desde la siembra del cormo hasta la cosecha del racimo por tratamiento en cultivos de plátano Dominic Hartón asociado con café variedad Caturra en finca del municipio de Andes (Antioquia, Colombia) [qr = químico de la región (Clorpirifós y Carboxin + Thiram)]

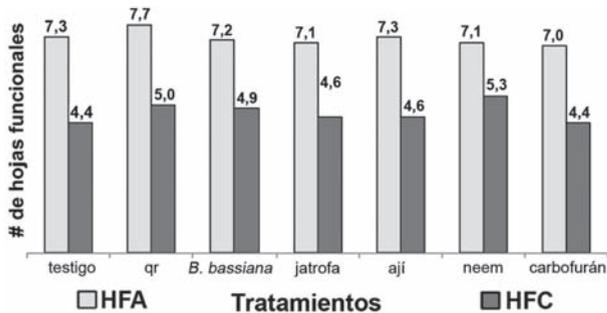


Figura 2. Número anual de hojas funcionales después de la siembra (HFA) y al momento de la cosecha del racimo (HFC) por tratamiento en cultivos de plátano Dominic Hartón asociado con café variedad Caturra en finca del municipio de Andes (Antioquia, Colombia)

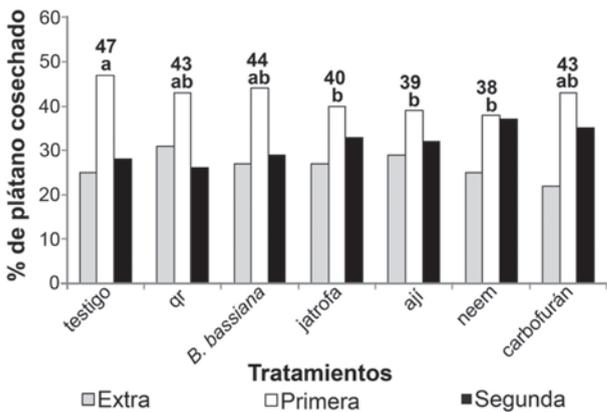


Figura 3. Porcentajes de las calidades extra, primera y segunda en cultivos de plátano Dominic Hartón asociado con café variedad Caturra en finca del municipio de Andes (Antioquia, Colombia)

Altura y diámetro de las plantas. La altura final registrada al momento de la cosecha osciló entre 340,2 cm para el testigo y 371,3 cm para las plantas que recibieron el tratamiento con extracto de ají. El diámetro del pseudotallo fluctuó entre 19,7 cm para el testigo y 21,9 cm para ají y neem. Estos promedios se acercan a los encontrados por Álvarez et al. (2000) para el plátano Dominic Hartón en el municipio de Fresno (Tolima, Colombia), a 1.250 m, con temperatura promedio de 22 °C y precipitación anual de 1.800 mm: entre 322 y 366 cm de altura, y 21,0 a 22,6 cm de diámetro, considerados como promedios medio y alto, respectivamente, lo que indica en general que las plantas lograron la altura y el diámetro que corresponden al crecimiento normal de ellas bajo el ambiente en el que se encontraban.

Aunque se ha observado que por daño de larvas de picudos al cormo, se obstruyen el paso de agua y nutrientes, lo que disminuye notablemente el crecimiento, tamaño y producción de las plantas infestadas (Gold 1998, Govender y Viljoen 2002, León 2008, Merchán 2003), en el agroecosistema estudiado no se observaron efectos en el crecimiento del plátano (reflejados en altura y diámetro) debido a las poblaciones de picudos (crecientes a través del tiempo, y cuantificadas por revisión con trampas), y tampoco se encontraron efectos significativos de la aplicación de los productos para el manejo de estos sobre los parámetros evaluados.

Semanas desde la siembra hasta la cosecha (SC). Las plantas que más tiempo tomaron en alcanzar el grado de maduración del racimo para la cosecha, fueron las de los tratamientos testigo (75 semanas o 525 días), y químico de la región (74 semanas o 518 días), a las cuales no se les aplicó ningún producto para el manejo de picudos después de la siembra. Estos dos tratamientos presentaron diferencias significativas con *B. bassiana* y los extractos de jatropa y neem, en los cuales se registró el menor tiempo para la cosecha del racimo.

El testigo y el químico de la región no presentaron diferencias significativas con el Carbofurán, el cual a su vez no presentó diferencias estadísticas con respecto a las aplicaciones de los extractos vegetales y de *B. bassiana*. Guzmán y Castaño (2009) y Gold y Messiaen (2000) afirmaron que las plantas dañadas por picudos pierden el vigor y retardan su crecimiento, y quizá por ello la aplicación de los productos cada dos meses para el manejo de estos insectos tuvo influencia en mayor precocidad de las plantas. Álvarez et al. (2000) encontraron que individuos de porte alto, medio y bajo de plantas de plátano Dominico Hartón cultivadas a 1.250 m, se demoraron entre 16,2 y 16,3 meses (486 a 489 días) como período transcurrido desde la siembra hasta la cosecha, lo cual se ajusta a lo establecido para la zona cafetera central colombiana (ej. Belalcázar et al. 1994b). El presente estudio se realizó a una altitud de 1.600 m y las plantas de plátano de la misma variedad tardaron más tiempo en llegar a cosecha (504 a 525 días) que el observado por Álvarez et al. (2000), lo que puede esperarse teniendo en cuenta que la altitud influye sobre la duración del período vegetativo y depende del clon cultivado, prolongándose en Dominico Hartón aproximadamente 10 días por cada 100 m de altitud (Belalcázar et al. 1991a).

Número de hojas funcionales. Las plantas tratadas con el químico de la región fueron las que presentaron el mayor número de hojas al año después de sembradas (aproximadamente, 7), lo que fue diferente estadísticamente al Carbofurán (6). Sin embargo, estos dos tratamientos no presentaron diferencias estadísticas con los demás, incluido el testigo, lo que indica que no hubo efecto de la aplicación de los productos para el manejo de los picudos sobre esta variable. Esto contrasta con lo encontrado por Cárdenas (1984) quien menciona que las plantas de plátano atacadas por el picudo negro presentan amarillamiento foliar y necrosis, síntomas que muestran que las hojas pierden su funcionalidad por daños del insecto.

El momento en el que se evaluó el HFA coincidió con las etapas de floración o aparición de la bacota o bellota, y el inicio de la formación del racimo. La formación de un buen racimo y el proceso de llenado de este, ocurre con un delimitado número de hojas y depende de factores bióticos y abióticos (Mira 2003); según Herrera y Aristizábal (2003) en Dominico Hartón el número adecuado de hojas funcionales a través del tiempo hasta la floración es de nueve; por su parte, Martínez (1984) estableció que la planta requiere un mínimo de ocho hojas durante la floración. En el presente estudio, los números de HFA coinciden con los registrados en la literatura, aunque con un promedio de hojas más bajo.

Las plantas que fueron tratadas con neem presentaron el valor más alto de HFC (aproximadamente 5) y no fueron diferentes estadísticamente a las tratadas con los demás extractos vegetales, *B. bassiana* y el químico de la región, mientras que el testigo y el Carbofurán presentaron el promedio más bajo de HFC (aproximadamente 4) y fueron diferentes estadísticamente al neem, único tratamiento que mostró diferencias con respecto al testigo y en el cual se encontró un efecto positivo sobre HFC. Otros trabajos han señalado que para obtener un racimo aceptable comercialmente, de buen peso y calidad, las plantas de plátano deben mantener como mínimo seis hojas funcionales (Belalcázar et al. 1994a, Cayón et al. 1995), en el presente trabajo se encontró un número más bajo, el cual osciló entre 4 y 5.

Los bajos promedios obtenidos de HFA y HFC posiblemente se deben a que en el sitio donde se realizó el estudio se presenta una precipitación anual más alta (2.277 mm) que en otras regiones de la zona cafetera colombiana, donde se han realizado la mayor parte de los estudios en la variedad Dominico Hartón, lo que llevó a mayor incidencia y severidad en el ataque de *Mycosphaerella musicola* (dato no mostrado).

Este hongo prevalece en zonas por encima de los 1.000 m, se adapta mejor a temperaturas bajas y su severidad es favorecida por la alta precipitación y humedad relativa (Guzmán y Castaño 2009). Su acción reduce severamente el número de hojas funcionales, influyendo en el llenado y en el peso del racimo, y acelerando su proceso de maduración sin que haya llegado a su madurez fisiológica (Álvarez et al. 2000).

Número de manos y peso del racimo. El número de manos por racimo fue de aproximadamente 5, resultado que está por debajo de lo establecido para Dominico Hartón en la zona cafetera: entre 6 y 10 manos (Arango 1987, Aranzazu et al. 2005, Aristizábal y Landínez 1993, Belalcázar et al. 1994a).

El peso del racimo fluctuó entre 16,5 kg (Carbofurán) y 20,1 kg (químico de la región), sin presentar diferencias significativas. Esto concuerda con Aranzazu et al. (2005) quienes afirmaron que el peso puede oscilar entre 9 y 28 kg, siendo frecuente un peso promedio de 16 kg. Por otro lado, Aristizábal et al. (1992) (citados por Aristizábal et al. 1996) mencionaron que el peso promedio de Dominico Hartón es de 11,87 kg, con valores entre 8,2 y 14,9 kg. Castrillón (2000 y 2001), observó que en plátano el peso del racimo se reduce en un ámbito de 4 al 20% durante el primer ciclo del cultivo por ataque de picudos, de 30 a 40% en el segundo ciclo, y de 48 a 60% en el tercer ciclo; esto explica la poca reducción de peso del racimo por ataque y daño de los insectos durante el primer ciclo, lo que no permite determinar diferencias significativas entre tratamientos, como probablemente sí podrían evidenciarse a partir de un segundo ciclo de cosecha.

Porcentajes de la calidad extra, primera y segunda. Múltiples causas pudieron llevar a que los porcentajes en las calidades primera y segunda fueran mayores que los de la calidad extra. Una de estas causas pudo ser el incremento

del ataque de *Mycosphaerella musicola*, como consecuencia de la alta precipitación registrada durante el periodo de evaluación, lo que pudo llevar a menor número de hojas funcionales, afectando la calidad final del plátano.

La mayor proporción de plátano cosechado para todos los tratamientos correspondió a la calidad primera, y sólo para esta calidad se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El testigo registró el más alto porcentaje, con diferencias significativas con los tres extractos vegetales (tabla 1). La disminución del porcentaje de calidad primera en las plantas tratadas con los extractos, podría deberse a que el efecto de estos productos fue marcado durante las primeras aplicaciones: las plantas (con 50 cm de altura en promedio) presentaron amarillamientos y marchitamientos que desaparecieron posteriormente en el desarrollo; por otro lado, estas primeras aplicaciones coincidieron con una disminución de la precipitación (época seca), así extractos y menor pluviosidad pudieron favorecer situaciones de estrés que llevan a las plantas a responder transitoriamente a la reducción de los potenciales hídrico y osmótico, síntesis de ácido abscísico (**ABA**), cierre estomático, reducción del flujo xilemático, entre otros (Tadeo y Gómez 2008). Esto pudo verse reflejado en este caso en el bajo porcentaje de calidad primera del fruto de las plantas tratadas.

Desde la primera revisión efectuada de la población de picudos en los lotes, estos fueron hallados siempre en las trampas, registrando incremento gradual de su número por trampa en el tiempo. Aguilera (2002), evaluó 6 tipos de trampas para la captura de picudos y encontró que en plantaciones de segundo ciclo de producción se obtuvo mayor número de capturas que en plantaciones de primer ciclo. Igualmente, Castrillón (2000, 2001) encontró que en un cultivo de plátano Dominico Hartón el nivel de daño por picudos se duplicó del primero al segundo ciclo de cosecha, y fue

acumulativo, cuadruplicándose del primero al tercer ciclo. Otros trabajos también registraron que las disminuciones en los rendimientos se incrementan con cada ciclo de cosecha y están entre el 4% para el primer ciclo, hasta 48% para el cuarto ciclo (Gold 1998, Govender y Viljoen 2002). Lo anterior permite concluir que para un primer ciclo de cosecha los efectos de daño de los insectos todavía no son tan marcados sobre las plantas, como se evidenció en el presente trabajo, y por lo tanto los indicadores de crecimiento, desarrollo y producción estudiados aún no los reflejan.

Ya que la población de adultos de *C. sordidus* está relacionada con el sistema de cultivo, y que es mayor en cultivos de plátano asociados con café o cacao (60%), seguido de monocultivo (35%) (Castrillón 2000), se esperaba encontrar, incluso desde el primer ciclo de cosecha, mayor daño de estos insectos y más síntomas en las plantas en este agroecosistema asociado evaluado.

Es de resaltar que aunque no se encontró efecto de la aplicación de *B. bassiana* (utilizado para el control de los picudos) sobre el crecimiento de las plantas de plátano, en un estudio realizado en invernadero se utilizó plantas provenientes de cultivo de tejidos inoculadas con el hongo, se encontró que este sobrevive como endófito reduciendo significativamente la supervivencia de las larvas del picudo y por tanto el daño de las plantas (Akello et al. 2008), lo que mostró que el hongo es un método alternativo de manejo de los insectos.

CONCLUSIONES

En el agroecosistema estudiado, los daños ocasionados por los picudos durante el primer ciclo de cosecha no fueron tan marcados sobre las plantas, y por lo tanto muy poco se afectó su crecimiento, desarrollo y producción, resaltando la necesidad de continuar las evaluaciones por

lo menos durante dos a tres ciclos continuos de cosecha. A pesar de lo anterior, la aplicación de los diferentes productos para el manejo de los picudos en plantas de plátano Dominic Hartón, tuvo efecto en cuatro de las diez variables de crecimiento, desarrollo y producción evaluadas: semanas desde la siembra hasta la cosecha, número de hojas funcionales un año después de la siembra y al momento de la cosecha, y porcentaje de la calidad primera del plátano cosechado. Adicionalmente, se encontró que las dosis aplicadas de los extractos de jatrofa, ají y neem tuvieron un efecto adverso en las plantas en los primeros estadios de desarrollo, el cual pudo influir en la reducción de la calidad primera del plátano cosechado en las plantas que recibieron estos tratamientos, siendo necesario investigar más a fondo sobre el efecto fisiológico de las dosis, frecuencias y momentos de aplicación de estos productos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigaciones del Politécnico Colombiano Isaza Cadavid y a la Universidad de Antioquia por el apoyo financiero para la realización del presente estudio, así como a la Cooperativa Multiactiva de San Bartolo (Comsab), en el municipio de Andes, por los servicios y colaboración recibidos; a Nadya Cardona por su constante asesoría y apoyo con el laboratorio de Control Biológico en la Universidad de Antioquia; a la familia Agudelo en el corregimiento de Santa Rita, municipio de Andes, y en especial, a Jorge Mario Agudelo y Andrés Felipe Agudelo, por la gran ayuda prestada durante la realización del trabajo de campo; y al Carlos Escobar Soto, por su colaboración con el análisis estadístico.

REFERENCIAS

- Aguilera-L LR. 2002. Evaluación de seis tipos de trampas para el monitoreo y control del Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*) y Picudo Rayado (*Metamasius*

- hemipterus*) en la plantación de plátano de Zamorano. [Tesis de licenciatura]. [Honduras]: El Zamorano. p. 21.
- Akello J, Dubois T, Coyne D, Kyamanywa S. 2008. Endophytic *Beauveria bassiana* in banana (*Musa* spp.) reduce banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) fitness and damage. *Crop Protection*, 27 (11): 1437-1441.
- Álvarez-A HF, Cuartas-M H, Aristizábal-L M. 2000. Crecimiento y desarrollo del plátano Dominico Hartón (*Musa* AAB, Simmonds) sometido a radiación con ^{60}Co . *Fitotecnia*, 35: 1-2.
- Arango B. 1987. Producción de plátano Dominico Hartón (*Musa* AAB) en diferentes densidades de siembra. *Cenicafé*, 38 (1-4): 16-22.
- Aranzazu LF, Valencia JA, Arcila MI, Castrillón C, Bolaños MM, Castellanos PA, Pérez JC, Rodríguez JL. 2005. El cultivo de plátano. Manual Técnico. Manzales (Colombia): Gobernación de Caldas, Secretaría de Agricultura de Caldas, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). p. 114.
- Aristizábal-L M, Landinez RD. 1993. Contribución de las hojas al llenado del racimo en plátano (*Musa* AAB) Dominico Hartón Enano. *Revista Universidad de Caldas*, 13 (1-3): 77-90.
- Aristizábal-L M, Zabala-G LM. 1994. Crecimiento y desarrollo del plátano (*Musa* AAB cv Dominico) en el municipio de Chinchiná, Caldas. *Manzales (Colombia): Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía*. p. 23.
- Aristizábal-L M, Barbosa-AAL, Zapata-L M. 1996. Análisis del crecimiento y la producción del plátano (Hondureño Enano) en función del clima, región de Santágueda, tercer ciclo de producción. *Manzales (Colombia): Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía*. p. 44.
- Aristizábal-L M, Botero-G G, Ríos-G G. 1992. Análisis del crecimiento y la producción del plátano (*Musa paradisiaca* AAB cv Dominico Hartón) en función del clima, región de Santágueda, segundo ciclo de producción. *Manzales (Colombia): Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía*. p. 42.
- Aristizábal-L M. 2008. Evaluación del crecimiento y desarrollo foliar del plátano Hondureño Enano (*Musa* AAB) en una región cafetera colombiana. *Revista Agronomía*, 16 (2): 23-30.
- Belalcázar S, Cayón G, Lozada JE. 1991a. Ecofisiología del cultivo. En: Belalcázar S, editor. *El cultivo del plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica # 50*. ICA-INIBAP-CIID-COMITECAFE Quindío. Cali (Colombia): Editorial Feriva. p. 91-109.
- Belalcázar S, Merchán MV, Baena AH, Valencia MJA. 1991b. Efecto de la época y el grado de defoliación sobre la producción. En: *Memorias Seminario de Actualización sobre la Investigación en el Cultivo del Plátano*. Manzales (Colombia): Litografía Cafetera. p. 54-59.
- Belalcázar S, Valencia JA, Arcila MI. 1994a. Estudio sobre densidades de población en plátano clon Dominico Hartón (*Musa* AAB, Simmonds) en Colombia. En: Contreras MA, Guzmán JA, Carrasco LR, editores. *Memorias ACORBAT X Reunión de la Asociación para la Cooperación en investigación de Bananos en el Caribe y en América Tropical (10, 1991, Tabasco, México)*. San José (Costa Rica): Corbana. p. 535-548.
- Belalcázar S, Valencia JA, Arcila MI, García H. 1994b. Evaluación de materiales comerciales de plátano y banano bajo condiciones de la zona cafetera central. En: *Mejoramiento de la producción de cultivo del plátano*. Armenia (Colombia): Comité de Cafeteros del Quindío, Sena, Inibap, Inpofos, Corpoica. p. 11-40.
- Cárdenas-M R. 1984. El picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar. *Avances Técnicos Cenicafé*, 120: 1-4.
- Castrillón C. 2000. Distribución de las especies de picudo del plátano y evaluación de sus entomopatógenos nativos en el departamento de Risaralda. *Manzales (Colombia): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Comité de Cafeteros de Risaralda, Umatas Departamento de Risaralda*. p. 72.
- Castrillón C. 2001. Importancia Económica, Etología y Manejo Integrado del Picudo Negro del Plátano. En: *Memorias Seminario Taller Manejo Integrado de Sigatokas, Moko y Picudo Negro del Plátano en el Eje Cafetero*. Armenia (Colombia): Sena, Corpoica. p. 2-7.
- Cayón G, Lozada E, Belalcázar S. 1995. Contribución fisiológica de las hojas funcionales del plátano (*Musa* AAB Simmonds) durante el llenado del racimo. En: Morales-S V, editor. *Memorias ACORBAT XIª reunión*. San José (Costa Rica): Acorbat. p. 725-739.
- Cayón SG, Giraldo GG, Arcila MI. 2000. Poscosecha y agroindustria del plátano en el Eje Cafetero de Colombia. Armenia (Colombia): Corpoica, Universidad del Quindío, ASIPLAT, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, Colciencias. p. 270.
- Cayón SG. 2004. Ecofisiología y productividad del plátano (*Musa* AAB Simmonds). En: *XVI Reunión Internacional ACORBAT 2004. Publicación especial*. Oaxaca (México). p. 172-183.
- Devappa RK, Makkar HPS, Becker K. 2011. *Jatropha* Diterpenes: a Review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88: 301-322.
- Espinal-G CF, Martínez-C HJ, Peña-M Y. 2006. La cadena de plátano en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá (Colombia): Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas. Documento de trabajo # 102. p. 44.
- Gold CS. 1998. Manejo integrado de plagas del gorgojo del banano, con énfasis en África Oriental. En: Rosales FE, Tripon SC, Cerna J, editores. *Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable. Memorias del Taller Internacional realizado en EARTH*. Guácimo (Costa Rica). p. 152-172.

- Gold CS, Messiaen S. 2000. El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. Inibap, plagas de *Musa*, Hoja divulgativa, 4: 1-4.
- Gold CS, Pena JE, Karamura EB. 2001. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). *Integrated Pest Management Reviews*, 6: 79-155.
- Gómez-R C, Soto-G A. 2002. Evaluación de extractos vegetales para el manejo del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar). *Fitotecnia*, 65: 1-2.
- Gómez-R C, Soto-G A. 2008. Productos alternativos para el manejo de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Dryophthoridae). *Revista Agronomía*, 16 (2): 45-50.
- González C, Aristizábal M, Aristizábal JC. 2007. Dinámica poblacional de picudos en plátano (*Musa AAB*) Dominico Hartón. *Revista Agronomía*, 15 (2): 33-38.
- Govender P, Viljoen A. 2002. Biología y manejo del picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus*) en África del Sur. Promusa. *Revista Infomusa*, 11(1): 8.
- Guzmán-POA, Castaño-Z J. 2009. Reacción de los híbridos de plátano FHIA-20 y de banano FHIA-23 a las sigatokas negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach). *Revista Agronomía*, 17 (1): 35-43.
- Herrera-M JW, Aristizábal-L M. 2003. Dinámica del crecimiento y desarrollo foliar en híbridos y cultivariedades de plátano. *Fitotecnia*, 76: 1-2.
- Martínez GA. 1984. Determinación del área mínima foliar en plátano en el trópico húmedo. *Revista ICA*, 19 (2): 183-187.
- Merchán-V VM. 2003. Manejo integrado del picudo negro del plátano y el banano. En: Rivas G, Rosales F, editores. *Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos*. Guayaquil (Ecuador): Inibap y Musalac. p. 139-140.
- Messiaen S. 2000. Neem (*Azadirachta indica*), wood ashes, coffee husk and hot pepper (*Capsicum* spp.) for controlling the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*): investigations into their effect and mode of action. Njombe (Cameroon): Centre de Recherches Regionales sur Bananier set Plantains. Unpublished manuscript. p. 13.
- Messiaen S. 2002. Components of a strategy for the integrated management of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). [PhD thesis]. [Belgium]: Catholic University Leuven. p. 169.
- Mira-C JJ. 2003. Efectos del verano sobre la planta de banano y la producción bananera de Urabá. *Boletín Técnico Cenibanano*, 2: 2-5.
- Musabyimana T. 1999. Neem seed for the management of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) and banana parasitic nematode complex. [PhD thesis]. [Nairobi, Kenya]: Kenyatta University. p. 175.
- Musabyimana T, Saxena RC, Kairu EW, Ogot CPKO, Khan ZR. 2001. Effects of neem seed derivatives on behavioral and physiological responses of the *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Horticultural Entomology*, 94 (2): 449-454.
- Ndiege IO, Budenberg WJ, Lwande W, Hassanali A. 1991. Volatile components of banana pseudostem of a cultivar susceptible to the banana weevil. *Phytochemistry*, 30: 3929-3930.
- Soto M. 1985. *Bananos, Cultivo y Comercialización*. San José (Costa Rica): Litografía e Imprenta LIL, S. A. p. 619.