

Eficacia de trampas etológicas para el control de *Cosmopolites sordidus* en banano (*Mussa spp*) en la Hacienda Mechita del Cantón Pueblo Viejo en Ecuador

Efficacy of ethological traps for the control of *Cosmopolites sordidus* in banana (*Mussa spp*) at Hacienda Mechita in the Pueblo Viejo canton in Ecuador

Simón Farah Asang¹ <https://orcid.org/0000-0003-3245-2936>,
Gilson Bajaña Sánchez² <https://orcid.org/0000-0003-4151-3630>, Carlos Amador Sacoto¹
<https://orcid.org/0000-0002-5534-5474>, Edwin Hasang Morán¹ <https://orcid.org/0000-0001-6832-2047>,
Arturo Alvarado Barzallo¹ <https://orcid.org/0000-0002-9806-9684>

¹Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador
sfarah@uagraria.edu.ec, camador@uagraria.edu.ec,
ehasang@uagraria.edu.ec, aalvarado@uagraria.edu.ec

²Independiente, Pueblo Viejo, Ecuador
gilsondj17@gmail.com,



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2022/09/14
Aceptado: 2022/12/28
Publicado: 2022/12/30

Resumen

El banano es uno de los principales cultivos de exportación de Ecuador, constituye la actividad agrícola más importante en la economía del país. Al igual que otros cultivos, en la producción de la musácea se presentan diversos problemas fitosanitarios que afecta su rendimiento. Entre ellos se encuentra el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), insecto plaga que ataca el sistema radicular e impacta la normal absorción de nutrientes y agua por parte del vegetal, llegando en ataques severos a provocar el volcamiento de la planta. En la presente investigación se evaluó la eficiencia de dos tipos de trampas etológicas con el uso de pseudotallo de banano para el control del picudo negro, trampa tipo sándwich y en tipo V, ubicadas a alturas de 25 cm, 50 cm y 100 cm, los cuales son considerados como los tratamientos. Las evaluaciones se realizaron a partir del tercer día de la instalación de las trampas con un total de 5 pruebas por tratamiento. Los resultados reflejaron que los mejores tratamientos fueron las trampas ubicadas a una altura de 25 cm, siendo la trampa tipo sándwich, el tratamiento más eficaz con una media

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión y Conclusiones.

Como citar: Farah, S., Bajaña, G., Amador, C., Hasang, E. & Alvarado, A. (2022). Eficacia de trampas etológicas para el control de *Cosmopolites sordidus* en banano (*Mussa spp*) en la Hacienda Mechita del Cantón Pueblo Viejo en Ecuador. *Revista Tecnológica - Espol*, 34(4), 69-79.
<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/976>

de captura de especímenes de 11,50. La mayor eficiencia de las trampas fue a los 3 días posterior a la instalación con una media de 34 capturas, disminuyendo en la última evaluación a los 15 días con una media de 10,25 capturas. En las trampas también se obtuvieron especímenes de picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) y picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*).

Palabras clave: picudo negro, fitosanitario, trampa etológica, pseudotallo, eficiencia.

Abstract

Bananas are one of Ecuador's main export crops, constituting the most important agricultural activity in the country's economy. As with other crops, *musacea* production is subject to various phytosanitary problems that affect yields, for example, the black weevil (*Cosmopolites sordidus*). It is an insect pest that attacks the root system affecting the vegetal's normal absorption of nutrients and water. Severe attacks may even cause the plant to overturn. This study evaluates the efficiency of two variations of ethological traps using banana pseudostem for the black palm weevil control. These are the sandwich and V-type traps, located at heights of 25 cm, 50 cm, and 100 cm; they are considered the treatments. The evaluations were carried out from the third day after the installation of the traps, with five evaluations per treatment in total. The results showed that the best treatments were the traps placed at 25 cm, whereas the sandwich trap at 25 cm was the most effective treatment with an average specimen capture rate of 11.50 specimens. The highest efficiency was three days after its installation, with an average of 34 captures, decreasing in the last evaluation after 15 days with an average of 10.25 captures. The traps also captured specimens of the striped weevil (*Metamasius hemipterus*) and the palm weevil (*Rhynchophorus palmarum*).

Keywords: Black weevil, phytosanitary, ethological trap, pseudostem, efficiency.

Introducción

El banano representa para Ecuador el cultivo de mayor importancia, al ser el principal producto agrícola de exportación. La industria bananera es parte fundamental del desarrollo económico al aportar con el 2% del Producto Interno Bruto (PIB) general y el 35% del PIB agrícola, generando empleo y beneficios a más de 2,5 millones de personas aproximadamente, lo cual representa el 6% de la población del país (Berrú et al., 2021; Quezada et al., 2021; Regalado et al., 2019).

En Ecuador se produce el banano en la región costa destacándose las provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro. De acuerdo con el SIFA (2022), en el país la superficie plantada de la musácea es de 167.893 hectáreas, teniendo la mayor concentración de la plantación en la provincia de los Ríos con 56.936 hectáreas lo que corresponde el 34% del total nacional. Los pequeños y medianos productores del sector bananero, representan el 80% total de los productores que se dedican a esta actividad, por lo que el otro 20% son los grandes productores (Quezada et al., 2021; Valverde et al., 2019).

Al igual que otros cultivos, el banano se ve afectado por diferentes problemas fitosanitarios que llevan a tener pérdidas en la producción. Entre las principales enfermedades fúngicas presentes en cultivo de banano se encuentra las que afectan el área foliar como la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach) ambas enfermedades limitan en gran medida la producción de banano alrededor del mundo. *M. fijiensis* es considerada la enfermedad foliar más destructiva y de mayor valor económico en los cultivos de banano y plátano y puede causar pérdidas de hasta

un 50% en el rendimiento, puede reducir hasta en un 50 % el peso del racimo y causar pérdidas del 100 % de la producción debido al deterioro en la calidad. (Bitencourt et al., 2020; Regalado et al., 2019).

Entre las enfermedades virósicas se puede mencionar el virus del mosaico del pepino (CMV), Virus del mosaico estriado (BSV), y del virus del mosaico de la bráctea (BBrMV). Una de la más devastadora enfermedades en el ámbito mundial es el fusarium, causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4 (Foc TR4) (Galan et al., 2018; Galvez et al., 2020; Thukkaram et al., 2020). La raza tropical 4 ha colocado en peligro la producción mundial de banano en especial a los cultivares de la variedad Cavendish, así como, a otro grupo de musáceas. El hongo coloniza al vegetal causando la oclusión de los vasos de la xilema, produciendo el marchitamiento y posterior muerte. Las plantas infectadas a menudo mueren antes de producir racimos, por lo tanto, la enfermedad reduce significativamente los rendimientos en los campos afectados (Magdama et al., 2020).

Entre los insectos plaga que afectan a las musáceas se encuentra el Trips de la mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*) que afecta en gran medida en la calidad y estética del fruto para la exportación. Las cochinillas (*Pseudococcus* spp. y *Dysmicoccus* spp.) son otro grupo de insectos que afectan al cultivo de musáceas, más allá de los daños directos, el perjuicio principal de este grupo de insectos son las restricciones cuarentenarias que se han establecido por parte de los países importadores a la presencia de estos en los frutos comercializados (Manrique-Silupu et al., 2021; Palma-Jiménez et al., 2019). Los picudos (Coleoptera: Curculionidae) es otro grupo de insectos que están presentes en las musáceas, entre ellos está el picudo rayado (*Metamasius hemipterus* L.) y el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar), siendo este último el de mayor importancia, considerando al picudo rayado como una plaga secundaria (Rojas et al., 2019).

Los principales daños del picudo negro de las musáceas son causados cuando el insecto se encuentra en estado inmaduro, las larvas forman galerías al alimentarse del cormo o rizoma interrumpiendo el transporte de agua y nutrientes provocando el debilitamiento del vegetal. En ataques severos causan lesiones significativas al sistema radicular de la musácea que pueden generar el volcamiento de la planta (Suarez et al., 2021; Tresson et al., 2021). Por otra parte, las lesiones causadas por el insecto dan la apertura al ataque de microorganismos fitopatógenos, así mismo, el adulto puede convertirse en importante vector de enfermedades como el hongo *Fusarium oxysporum*, virus Bunchy Top del Banano (BBTV, BBTD) y otros patógenos de importancia (García et al., 2022; Membang et al., 2020).

El principal control del picudo negro se realiza con el uso intensivo de pesticidas sintéticos. Entre las alternativas de control se tiene la utilización de trampas etológicas que consiste en utilizar el pseudotallo post cosecha para su elaboración en combinación de un agente biocida como insecticidas sintéticos, hongos entomopatógenos, entre otros productos que cumplan la misión de liquidar al insecto (Espinosa et al., 2019; Rojas et al., 2019). El objetivo de la presente investigación es evaluar la eficiencia de las trampas etológicas a diferentes alturas y su tiempo de efectividad en el control del picudo negro.

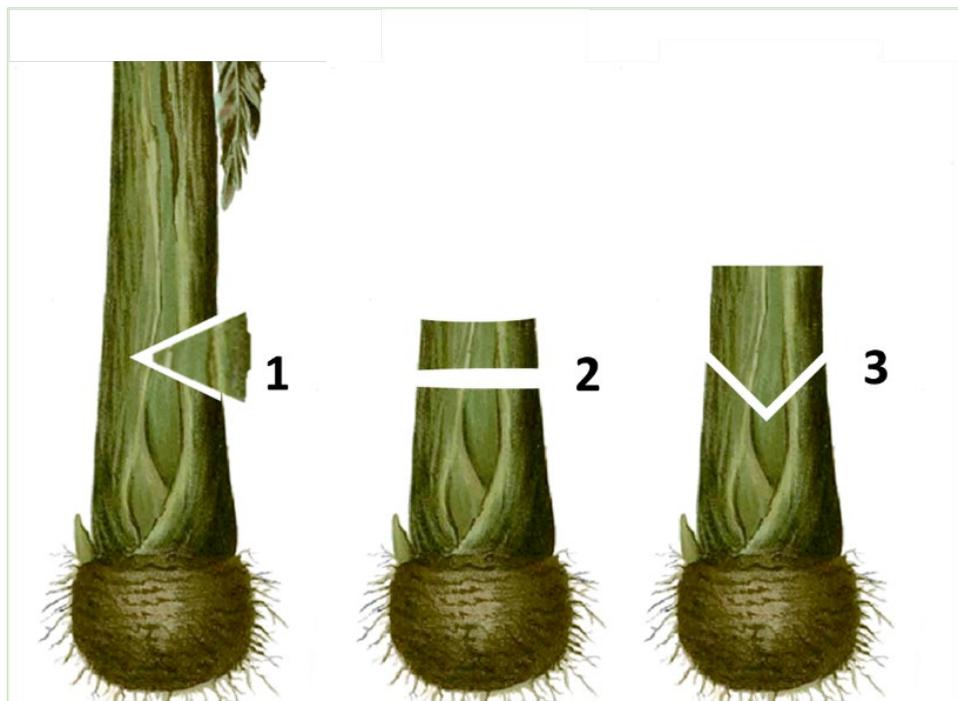
Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la hacienda bananera Mechita ubicada en la vía San Juan perteneciente al cantón Pueblo Viejo, provincia de Los Ríos. La plantación de banano con una edad aproximada de 7 años, de la variedad Gran Williams.

Para la confección de las trampas se utilizaron los pseudotallos de plantas recién cosechadas. De acuerdo del tipo de corte que se realizó al pseudotallo se establecieron dos tipos de trampas para captura del picudo negro en el presente trabajo. La trampa de tipo sándwich consiste en efectuar un corte horizontal en el pseudotallo de aproximadamente uno 30 a 40 centímetros de forma que se puede realizar la remoción del fragmento o porción de pseudotallo para la aplicación del biocida y la revisión periódica de la trampa. La trampa etológica tipo en 'V' consiste en realizar dos cortes transversales o biselados en el pseudotallo de manera tal que se forma una figura o fragmento en forma de 'V' en el pseudotallo, así mismo, la altura o grosor debe ser de unos 20 a 30 centímetros (Figura 1). Para ambos tipos de trampas se utilizó como agente biocida insecticida Clorpirifós del grupo de los organofosforados, el cual se aplicó en la parte interna que unen los fragmentos de pseudotallo con la planta.

Figura 1

Trampas etológicas para el monitoreo y control de picudo en banana



Nota: Trampas etológica tipo cuña (1), sándwich (2) y en V (3).

La confección o instalación de las trampas se realizó a 3 diferentes alturas: a 25 cm, 50 cm y 100 cm; para ambos casos las trampas tipo sándwich y las trampas tipo en V, lo que dio como resultado en un total de 6 tratamientos, de estos a su vez se establecieron 4 repeticiones por lo cual se totalizó con 24 unidades experimentales en el presente trabajo de investigación. Las comparaciones de las medidas de los datos obtenidos se sometieron a prueba de rangos múltiples de Tukey al 95 % de probabilidad.

El monitoreo y revisión de las trampas se comenzó a partir del tercer día de su confección. Los intervalos de monitoreo fueron a los 3, 6, 9, 12 y 15 días posterior a la instalación de las unidades experimentales. Las trampas se mantuvieron durante 18 días funcionales hasta la última revisión a los 15 días posterior a la instalación, completando 5 revisiones para cada unidad experimental y un total 144 monitoreos de trampas dentro de la presente investigación.

Los especímenes de los insectos capturas en las diferentes unidades experimentales en los intervalos de revisión establecidos, se colocaron en frascos herméticos conteniendo alcohol al 70% para su conservación. Los envases fueron debidamente identificados con su respectiva fecha e identificación de cada unidad experimental (Figura 2). Para facilitar el transporte los envases se colocaron en contenedores tipo cooler y en ciertos casos se los mantuvo refrigerados. Las muestras se almacenaron y acondicionaron para su posterior montaje e identificación correspondiente.

Figura 2

Evaluación de trampas y colecta de especímenes



Para el procesamiento de los especímenes se procedió con el montaje en alfileres entomológicos, con la finalidad que se muestren las estructuras o caracteres necesarias para su posterior identificación. Para la identificación de los especímenes se utilizaron claves dicotómicas, lo cual consiste en un sistema o esquema que permite la identificación de las especies a través de la comparación de dos características o caracteres excluyentes. También se utilizaron artículos científicos como referencia para la comparación y verificación de las especies de insectos capturados.

Resultados y Discusión

De acuerdo con los análisis realizados para la eficiencia de las trampas a diferentes alturas para el control de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), los resultados mostraron que para los tratamientos ubicados a 25cm de altura se obtuvo la media con mayor cantidad de capturas, difiriendo estadísticamente de las trampas a 50cm y 100cm de altura (Tabla 1).

Tabla 1

Eficiencia de ubicación de trampas

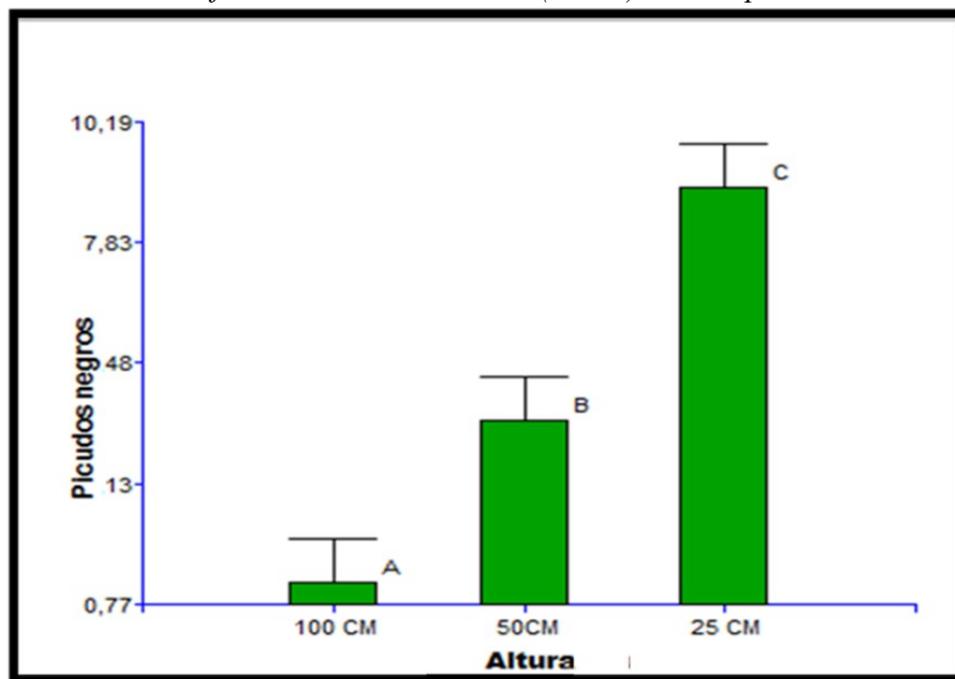
ALTURA DE TRAMPAS (CM)	Σ CAPTURAS ¹	E.E.
100	1,20a	0,83
50	4,38b	0,83
25	8,93c	0,83

Nota: ¹Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0, 05$).

La eficiencia de la captura a la menor altura tiene relación al comportamiento de los adultos picudo negro. De acuerdo con Mwaka et al. (2022), las hembras adultos de *C. sordidus* realizan la postura preferentemente en las vainas de las hojas y en la superficie del rizoma, lo más próximo al suelo con la finalidad que al emerger la larva encuentre el sitio ideal para su alimentación, siendo este, el rizoma del vegetal. De acuerdo con el presente trabajo, se logró evidenciar que a menor altura se obtuvo la mejor eficacia por parte de las trampas que se ubicaron a una altura de 25cm (Figura 3).

Figura 3

Eficiencia de la ubicación (altura) de trampas



Los análisis del número de captura develaron que el tratamiento de la trampa tipo V a 25cm obtuvo la mayor cantidad capturas con una media de 11,50 especímenes, seguido de la trampa tipo sándwich a 25cm con una media de captura de 8,90 picudos negros. Por lo cual el tratamiento de la trampa en V a 25cm no tiene diferencia estadística con el tratamiento de la trampa mente de los demás tiramientos tipo sándwich a 25cm, pero si de los demás tratamientos con las trampas a 50cm y 100cm de altura (Tabla 2).

Tabla 2

Efectividad de los diferentes tipos trampas

Nº	TRAMPAS	Σ
TRATAMIENTOS		CAPTURAS ¹
T6	Trampa En "V" 100 CM	0,85 a
T3	Trampa Sándwich 100	1,55 ab
T5	Trampa En "V" 50 CM	4,35 abc
T2	Trampa Sándwich 50 CM	4,45 abc
T4	Trampa En "V" 25 CM	6,35 bcd
T1	Trampa Sándwich 25 CM	11,50 d

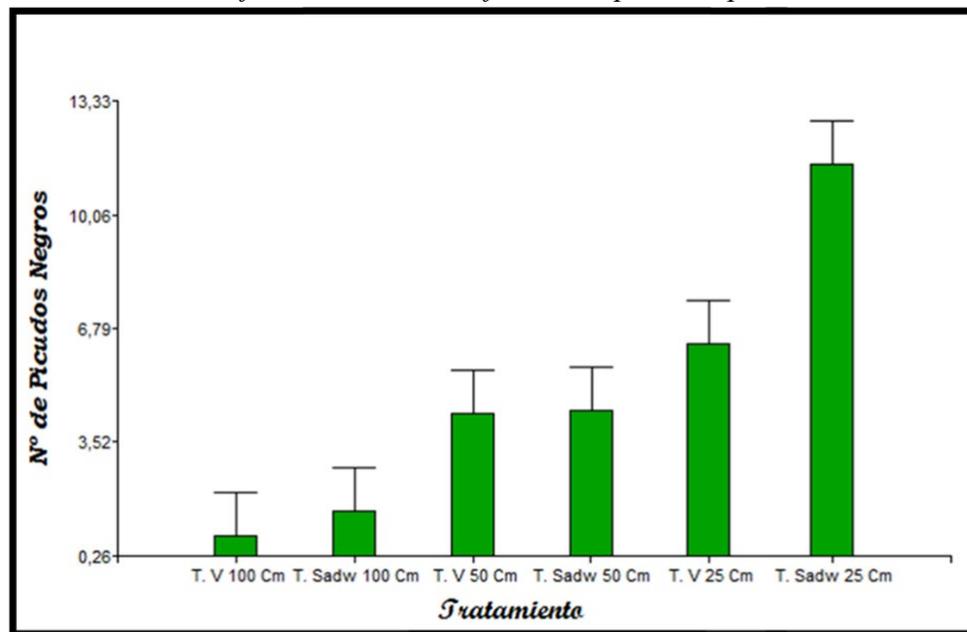
Nota: ¹Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0, 05$).

De acuerdo con Bakaze (2022), la presencia de los adultos de *C. sordidus* se pueden encontrar aglomerados principalmente alrededor de las de las raíces y bajo las fibras sueltas que rodean la base de la planta. Este comportamiento es debido a los rituales de apareo y

liberación de feromonas ocasionando la llegada masiva de individuos, de igual manera las hembras adultas tienen preferencia de colocar la postura próxima a los rizomas del vegetal cercano a la superficie del suelo. En el presente trabajo se evidenció que los resultados del mayor número de captura del picudo negro fueron en los tratamientos de las trampas más próximas al suelo y disminuyó en las de mayor altura (Figura 4).

Figura 4

Efectividad de los diferentes tipos trampas



De acuerdo con los análisis realizados para el tiempo de efectividad de las trampas para el control de picudo negro, los resultados mostraron que el mayor número de capturas se presentó en las dos primeras lecturas obteniendo a los 3 y 6 días posterior a la instalación de las trampas, obteniendo una media de capturas de 34 y 27.43 especímenes respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3

Efectividad de los diferentes tipos trampas

EVALUACIONES (DÍAS)	Σ CAPTURAS ¹	E.E.
3	34.00a	4.55
6	27.43ab	4.55
12	19.43ab	4.55
9	17.29ab	4.55
15	10.29b	4.55

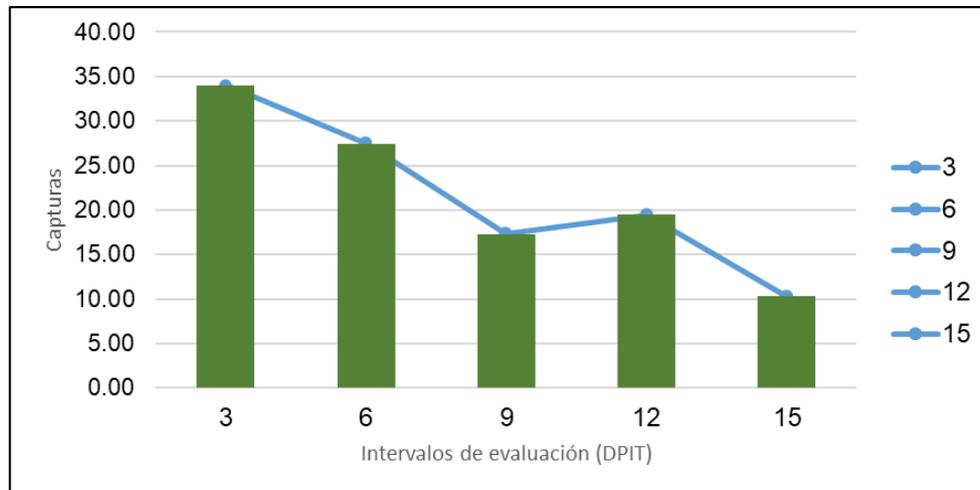
Nota: ¹Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0, 05$).

De acuerdo con Lazo-Roger et al. (2017), la efectividad de capturas para *C. sordidus* de las trampas etológicas a base de los pseudotallos de banano fueron en las primeras evaluaciones disminuyendo su función a medida que aumenta su nivel de descomposición. En la investigación realizada por Abagale et al. (2019), se demostró que la liberación de semioquímicos es mayor por parte del material vegetal fresco, siendo este, más atractivo para el picudo negro. En el presente trabajo se evidenció que la efectividad de las trampas fue mayor

cuando el material en las primeras evaluaciones decreció su acción de captura en las últimas evaluaciones (Figura 5).

Figura 5

Tiempo de efectividad de trampas



Nota: Días posterior a la instalación de la trampa (DPIT).

Entre otros resultados se puede mencionar que en las trampas se capturaron especies de otros picudos pertenecientes a la misma familia de *C. sordidus*, como son el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) y el picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*). El mayor número de capturas fue de la especie picudo rayado con una media de 19.5 especímenes difiriendo estadísticamente del número de capturas de picudo negro (4.74 especímenes) y este a su vez difirió estadísticamente del número de capturas de picudo de la palma (3,31 especímenes) (Tabla 4).

Tabla 4

Especies de picudo capturados

ESPECIE DE PICUDO	Σ CAPTURAS ¹	E.E.
Picudo de Palma	2,3125 a	0,70
Picudo Negro	4,74375 b	0,70
Picudo Rayado	19,5 c*	0,70

Nota: ¹Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0, 05$).

En trabajos realizados por García et al. (2022) se evidencia que las trampas realizaron mayor número de capturas de la especie de *M. hemipterus* en referencia de *C. sordidus*. A pesar que ambas especies pueden coexistir, la capacidad reproductiva y la del ciclo biológico del picudo rayado favoreció para que existiera una mayor cantidad de individuos capturados.

Conclusiones

- A base de los resultados obtenidos se puede concluir que la altura de instalación de las trampas etológicas influye directamente en la efectividad de captura de adultos del picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus*).
- El mayor porcentaje de capturas se realizó con las trampas instaladas a menor altura debido al comportamiento de las hembras adultas de realizar las posturas lo más próximo al rizoma para asegurar el alimento de las larvas al emerger.

- Las trampas etológicas elaboradas a base de los pseudotallos tienen mayor efectividad de captura de picudo negro cuando el material vegetal es fresco, debido a la elevada cantidad de semioquímicos liberados, lo cual decrece al aumentar el nivel de descomposición disminuyendo su capacidad de atracción y captura.
- El tiempo de efectividad de las trampas etológicas elaboradas con los pseudotallos de banano para el control del picudo negro está entre los 10 y 15 días, por lo cual, estas se deben renovar periódicamente en los intervalos de tiempos antes mencionados.
- Las trampas etológicas para el control de picudo negro también tienen la capacidad de captura para insectos como el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) y el picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*), los cuales son especies consideradas plaga y pueden generar daños al cultivo de banano.

Reconocimientos

Los autores del presente trabajo quieren manifestar su agradecimiento especial al Sr. Gustavo Marún, propietario de la Hacienda bananera Mechita, por haber facilitado el área experimental, las instalaciones, los insumos y demás materiales necesarios para la realización de esta investigación.

El presente trabajo tiene como base el proyecto de investigación realizado-previa a la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario por el Sr. Bajaña Sánchez Gilson Bolívar, ex estudiante de la Universidad Técnica de Babahoyo. Los datos y de más contenido mostrados en el presente trabajo fueron obtenidos de Bajaña (2019) con la debida autorización del autor.

Referencias

- Abagale, S. A., Woodcock, C. M., Chamberlain, K., Osafo-Acquaah, S., van Emden, H., Birkett, M. A., Pickett, J. A., & Braimah, H. (2019). Attractiveness of host banana leaf materials to the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* in Ghana for development of field management strategies. *Pest Management Science*, 75(2), 549–555. <https://doi.org/10.1002/PS.5182>
- Bajaña, G. B. (2019). Evaluación de trampas etológicas para el control de *Cosmopolites sordidus* en la plantación de banano (*Mussa AAA*) Cantón Pueblo Viejo. In *Universidad Técnica de Babahoyo*. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7255/TE-UTB-FACIAG-ING-AGROP-000091.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bakaze, E., Tinzaara, W., Gold, C., & Kubiriba, J. (2022). The Status of Research for the Management of the Banana Weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) in Sub-Saharan Africa. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 4(2), 39–51. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2022.4.2.469>
- Berrú, M. A. E., Carpio, E. P., Álava, A. C., & Cevallos, H. V. (2021). Análisis de regulación del precio de la caja de banano en Ecuador periodo 2015- 2020. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 210–217. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/429>
- Bitencourt, V. C., dos Santos, A. T., Jario, L. C. M., Souza, C. L., de Oliveira, J. B., & de Oliveira, M. R. R. (2020). The use of UAVs in monitoring yellow sigatoka in banana. *Biosystems Engineering*, 193, 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.02.016>
- Espinosa, Y., Quevedo, J. N., & Gracia, R. M. (2019). Determinación de la eficiencia de diferentes trampas para el control de picudo negro (*Cosmopolites Sordidus* G.) en banano orgánico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(1), 171–180. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/263>
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018). Propagación del

- banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- Galvez, L. C., Barbosa, C. F. C., Koh, R. B. L., & Aquino, V. M. (2020). Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assays for the detection of abaca bunchy top virus and banana bunchy top virus in abaca. *Crop Protection*, 131(September 2019). <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105101>
- García, D., Batista, I., Miranda, I., Pupiro, L., Reagalado, R., & Baños, H. (2022). Selección de trampas para la captura de *Cosmopolites sordidus* Germar Y *Metamasius hemipterus* L. competencia interespecífica Selection of traps to capture *Cosmopolites sordidus* Germar. *Revista de Protección Vegetal*, 37(1), 1–7.
- Lazo-Roger, Y., Nivelá-Morante, P. E., Rojas-Rojas, J. A., Taipei-Taipei, M. V., Piloso-Chávez, K. J., Pedraza-González, X., Aragundi-Velarde, J. G., & Chavez, M. (2017). Evaluación de trampas para capturar de picuronegro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en cultivo de plátano (*Musa AAB* cv. Hartón). *El Misionero Del Agro*, 8.
- Magdama, F., Monserrate-Maggi, L., Serrano, L., Onofre, J. G., & Jiménez-Gasco, M. D. M. (2020). Genetic Diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense, the Fusarium Wilt Pathogen of Banana, in Ecuador. *Plants*, 9(9), 1133. <https://doi.org/10.3390/PLANTS9091133>
- Manrique-Silupu, J., Campos, J. C., Paiva, E., & Ipanaqué, W. (2021). Thrips incidence prediction in organic banana crop with Machine learning. *Heliyon*, 7(12), e08575. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08575>
- Membang, G., Ambang, Z., Mahot, H. C., Kuate, A. F., Fiaboe, K. K. M., & Hanna, R. (2020). *Cosmopolites sordidus* (Germar) susceptibility to indigenous Cameroonian *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) isolates. *Journal of Applied Entomology*, 144(6), 468–480. <https://doi.org/10.1111/jen.12757>
- Mwaka, H. S., Christiaens, O., Bwesigye, P. N., Kubiriba, J., Tushemereirwe, W. K., Gheysen, G., & Smagghe, G. (2022). First Evidence of Feeding-Induced RNAi in Banana Weevil via Exogenous Application of dsRNA. *Insects*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/insects13010040>
- Palma-Jiménez, M., Blanco-Meneses, M., & Guillén-Sánchez, C. (2019). Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their impact on the Musaceae crop. *Agronomy Mesoamerican*, 30(1), 281–298. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.32600>
- Quezada, R. X., Carvajal, H., & Barrezueta, S. (2021). Impacto económico de la producción bananera en el Ecuador en el periodo 2008-2016. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 148–157. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/388>
- Regalado, J. G., Augusto, ; Plaza, M., Christian, ; & Sánchez, P. (2019). Amenazas de las manchas foliares de Sigatoka, *Mycosphaerella* spp., en la producción sostenible de banano en el Ecuador. *Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável*, ISSN-e 1981-8203, Vol. 14, Nº. 5, 2019 (Ejemplar Dedicado a: EDIÇÃO ESPECIAL), Págs. 591-596, 14(5), 591–596. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i4.6623>
- Rojas, J. A., Maldonado, C. E., Meza, O. S., Lazo, R. Y., & Palacios, J. C. (2019). Uso de trampas con atrayentes para el monitoreo de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius* spp. en plátano barraganete Use of traps with attractants for the monitoring of *Cosmopolites sordidus* and *Metamasius* spp. in banana barragan. *Centro Agrícola*, 46(2), 58–63. <http://cagricola.uclv.edu.cu/>
- SIFA. (2022). *Cifras Agroproductivas*. Sistema de Información Pública Agropecuaria. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Suarez, L., Suarez, J. E., & Monzón, V. (2021). Management of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*, Germar) Coleoptera: Curculionidae) with *Beauveria bassiana*, Bals and Vuils, Tonalá-Chinandega, Nicaragua. *La Calera*, 21(36), 30–35. <https://doi.org/10.5377/calera.v21i36.11666>
- Thukkaram, D., Rajan, S., Manoharan, M., Gopal, R., Yadav, K., Kumar, S., Ahmad, I., Kumari, N., Mishra, V. K., & Jha, S. K. (2020). Biological Management of Banana Fusarium Wilt Caused by *Fusarium*

oxysporum f. sp. cubense Tropical Race 4 Using Antagonistic Fungal Isolate CSR-T-3 (*Trichoderma reesei*). *Frontiers in Microbiology*, 11, 2900. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2020.595845/BIBTEX>

Tresson, P., Tixier, P., Puech, W., & Carval, D. (2021). The challenge of biological control of *Cosmopolites sordidus* Germar (Col. Curculionidae): A review. *Journal of Applied Entomology*, 145(3), 171–181. <https://doi.org/10.1111/jen.12868>

Valverde, E., García, R. M., Moreno, A., & Socorro, A. R. (2019). Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 151–159. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/104>