



ÁREA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA Y PESCA

Servicio Técnico de Agricultura y
Desarrollo Rural

INFORMACIÓN TÉCNICA



USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS PARA LA DISPERSIÓN DE *BEAUVERIA BASSIANA* EN EL CONTROL DEL PICUDO DE LA PLATANERA



07/2021

2021 Dic.



www.agrocabildo.org



Esta publicación es gratuita. Se autoriza su reproducción mencionando a sus autores:

Edita Excmo. Cabildo Insular de Tenerife. Área de Agricultura, Ganadería y Pesca.
Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural

Publica Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural
Fotografías Autores

Autores **Ana Piedra-Buena Díaz** (Área de Entomología. Unidad de Protección Vegetal. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias)
Mihaela Paris (Área de Entomología. Unidad de Protección Vegetal. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias)
Beatriz Santana Moreno (Contratada programa de empleo Nuevas Oportunidades de Empleo - NOE) Cabildo Insular de Tenerife.
Estrella Hernández Suárez (Área de Entomología. Unidad de Protección Vegetal. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias)
Tania Pérez Perdomo (Contratada proyecto FRUTTMAC, TRAGSATEC-Cabildo de Tenerife)
Santiago Perera González (Unidad de Experimentación y Asistencia Técnica Agraria. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife)

Diseño y Maquetación Carlos Marante Lorenzo

Interreg
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



MAC 2014-2020
Cooperación Territorial

FRUTTMAC



ÁREA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA Y PESCA
Servicio Técnico de Agricultura y
Desarrollo Rural



Gobierno
de Canarias



1 RESUMEN

El picudo de la platanera (*Cosmopolites sordidus*) es una plaga prioritaria para los agricultores de este sector, que demandan soluciones para esta plaga cuyas herramientas de control son limitadas. Para intentar responder a esta demanda, y dentro del enfoque de la Gestión Integrada de Plagas (GIP), que prioriza los métodos biológicos, culturales y biotécnicos, se ha evaluado la efectividad de trampas infectivas en condiciones de campo en combinación con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Serenisim®), frente al picudo de la platanera. Los tratamientos fueron trampas tipo pitfall cebadas con feromonas con: 1) aplicación del producto dentro de trampa, 2) aplicación del producto alrededor de la trampa, y 3) un testigo consistente en trampa sin producto. Se realizaron dos aplicaciones de Serenisim®, realizando la segunda aplicación a los 57 días de la primera. La evaluación se llevó a cabo a los 14, 28 y 42 días de cada aplicación, mediante la colocación de trampas de pseudotallo a 0,5 m y 3 m de distancia de la trampa, que se recogían a los 3 días para recolectar los picudos que estaban sobre ellas. Se recogieron en total 1288 adultos de picudo, no encontrándose diferencias significativas en el número de individuos capturados en cada uno de los tres tratamientos (testigo, producto fuera y producto dentro de la trampa). De los 1288 individuos recogidos, sólo 6 (0,47%) manifestaron la presencia del hongo entomopatógeno.

2 INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El picudo negro de la platanera *Cosmopolites sordidus* se encuentra presente en las islas de Tenerife, La Gomera y La Palma, pudiéndose considerar como la principal plaga que afecta al cultivo de la platanera en Canarias. Se trata de un gorgojo de 9-16 mm de longitud cuyas larvas se alimentan de la cabeza o cormo de la planta excavando galerías y destruyendo tejidos y vasos. Esta acción provoca un debilitamiento general de la planta con amarilleos foliares, falta de desarrollo y problemas en el llenado de la fruta que pueden afectar gravemente a la producción y al desarrollo de la hijería del año siguiente (Perera et al., 2007).

Dentro de los agentes de control biológico que se han mencionado como efectivos frente a *C. sordidus* se encuentran los nematodos entomopatógenos *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* y *Heterorhabditis bacteriophora* y los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Ramos Cordero et al., 2016).

En cuanto al empleo de hongos entomopatógenos varios autores han evaluado su acción frente al picudo negro de la platanera, obteniendo resultados variables en países como Costa Rica, Venezuela, Francia, Colombia, Uganda, Cuba y España (Batista Filho et al., 1987; Castiñeiras et al., 1990; Rojas y Gotilla, 1992; Sirjusingh et al., 1992; Kaaya et al., 1993; Brenes y Carballo, 1994; Ogenga y Mazansa, 1996; Ríos et al., 2002; Castrillón et al., 2002; Soto y Castrillón, 2003; Padilla, 2003; Molina et al., 2007; Tinzaara et al., 2007; Perera et al., 2011; Tinzaara et al., 2015; Piedra-Buena et al., 2017; Perera et al., 2018).

Existen distintos métodos de aplicación de este hongo, el principal es la utilización de las trampas de pseudotallo como fuente de dispersión de las conidias del hongo, bien pulverizando directamente sobre la parte inferior de la trampa o bien empleando un sustrato como el arroz precocinado que mantiene viables las conidias durante más tiempo (Nankinga y Ogenga-Latigo, 1996; Castrillón et al., 2002). En Uganda se evaluó la diseminación de *B. bassiana* mediante una incisión en V en la base de la planta



demostrando que este método es más atractivo que el tradicional uso de la trampa de pseudotallo (Tinzara et al., 2015). Tinzara et al. (2007) evaluó la utilización de las trampas de feromona de agregación del picudo negro para la transmisión horizontal de *B. bassiana* obteniendo los mejores resultados cuando *B. bassiana* se colocaba alrededor de la trampa y en las cuatro plantas más cercanas a dicha trampa. En la evaluación de métodos de aplicación de *B. bassiana* para el control de picudo de la platanera en Tenerife se concluyó que el tratamiento mediante pulverización dirigida al suelo obtuvo capturas menores que el tratamiento control sin diferencias significativas (Perera et al., 2011).

En base a estos datos previos se propone la realización de un ensayo empleando la trampa de feromona como método de dispersión de *Beauveria bassiana* colocando dicho hongo dentro o alrededor de dicha trampa en las condiciones de cultivo de la platanera en las Islas Canarias. Se seleccionó el producto Serenisim[®], por ser el que había presentado los mayores niveles de mortalidad de picudo de la platanera en condiciones de laboratorio (Piedra-Buena et al., 2021), y por ser en este momento la única cepa de *B. bassiana* autorizada para esta plaga y cultivo.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en una finca experimental propiedad del Cabildo Insular de Tenerife, situada en el norte de la isla, en el municipio de Garachico, denominada “La Quinta Roja”. La huerta donde se llevó a cabo el ensayo está a una altitud de 37 msnm, con un cultivo de platanera al aire libre de la variedad Brier, sistema de riego por goteo y marco de plantación de 2 m x 3 m.

3.2. Diseño experimental

Para definir la densidad de trampeo se tomaron como referencia los estudios realizados por el Dr. Raimundo Cabrera dentro del convenio Asprocan-FEU-ULL durante los años 2006 y 2007 sobre el radio efectivo de la feromona Cosmolure, realizados en túnel de malla y al aire libre (Martín Toledo et al., 2009). Estos trabajos mostraron, para captura masiva, que las trampas deben colocarse a una distancia de unos 12 metros, ya que superada esta distancia la eficacia en la atracción disminuye considerablemente (Cabrera, 2007). Por ello, en este trabajo se optó por la colocación de las trampas a esta distancia.

El diseño utilizado fue en bloques completos al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones. Para establecer el gradiente de variación para los bloques, se realizó un conteo de los picudos capturados en las trampas antes de la aplicación de los tratamientos, y los bloques fueron asignados en función del nivel de población del insecto. Además, estos picudos capturados se analizaron en el laboratorio para determinar la presencia de parasitismo natural de *B. bassiana* en las parcelas objeto del ensayo.

Cada parcela experimental constaba de cuatro líneas de cultivo y 7 plantas por línea a un marco de plantación de 3 x 2 m, lo que hacía un total de 28 plantas con una superficie de 140 m². El número total de plantas de todas las parcelas experimentales era de aproximadamente 420 plantas en una superficie total de 2100 m². En el centro de cada parcela experimental se colocó una trampa cebada con feromona de agregación.

3.3. Tratamientos

El producto empleado fue Serenisim[®], el cual tiene registro fitosanitario y es de reciente autorización en picudo de la platanera al aire libre. Su composición es *B. bassiana* (cepa NPP111B005) 5 x 10⁸ ufc/g en microgránulos. La aplicación es en plantones con el método de pseudotallos cortados en V (método “V-cut”). Realizar un corte en V por cada 125 m² (unos 80 cortes en V por ha). También puede utilizarse el método combinado en trampas, según indica la ficha de registro del producto, consistente en “utilizar trampas a base de feromona de agregación (Sordidin) del tipo Cosmotrack[®], enterradas en el suelo y rellenas de arena hasta los ¾. Rellenar con Serenisim[®] el ¼ superior que queda.”

Se empleó la trampa pitfall o de caída de la marca Scyll Agro[®] compuesta por dos campanas o cubiletes (parte inferior y parte superior de la trampa). En la parte superior de las trampas se colocó la feromona de agregación marca Cosmolure[®] (Fig. 1, izquierda). Todas las trampas se rellenaron con arena hasta la parte superior, para facilitar la entrada y salida de los adultos de picudo. En los tratamientos en que se aplicó Serenisim[®], la dosis fue de 30 g de producto/trampa, siguiendo las indicaciones de la empresa fabricante.

El tratamiento 1 (Fig. 1, centro) consistió en la aplicación de Serenisim[®] dentro de la trampa, sobre la arena del relleno.

El tratamiento 2 (Fig. 1, derecha) consistió en la aplicación de Serenisim[®] alrededor de la trampa, distribuyéndolo en un radio de aproximadamente 40 cm.

En el tratamiento 3 (Fig. 1, izquierda), correspondiente al testigo, no se aplicó Serenisim[®].



Figura 1: Tratamientos: testigo (izquierda), Serenisim[®] dentro de las trampas (centro) y Serenisim[®] alrededor de las trampas (derecha)

Un día antes de los tratamientos se humedeció el suelo alrededor de la trampa con una regadera, y también dentro de la trampa, en el caso del tratamiento 1. Después de realizar los tratamientos se cubrió con resto de cultivo la zona que rodea a la trampa.

El primer tratamiento se llevó a cabo el 26/10/2020, con una segunda aplicación a los 57 días del tratamiento inicial (22/12/2020), según recomendación del fabricante, para valorar mejor el efecto de producto. La duración total del ensayo fue de 105 días desde la primera aplicación al último registro de picudo

3.4. Evaluación del ensayo

A los 14, 28 y 42 días de cada aplicación se colocaron trampas de pseudotallo a 0,5 y 3 metros de la trampa, quitando en ese momento las feromonas de las trampas comerciales (Fig. 2). A los 3 días de colocación de la trampa de pseudotallo se recogieron los adultos para llevarlos al laboratorio (Fig. 3), y se volvieron a colocar las feromonas.



Figura 2: "Trampas de pseudotallo" colocadas a 0,5 m y 3 m de distancia de la trampa de feromonas (izquierda). Detalle de trampa de pseudotallo (derecha).



Figura 3: Recogida de picudos de las trampas de pseudotallo (izquierda). Detalle de trampa de pseudotallo al darle la vuelta, con picudos (derecha).

Se colocó un registrador de temperatura y humedad dentro de una trampa, y otro fuera de la misma, de la marca Omega modelo OM-92, con registros cada 30 minutos, para el monitoreo de las condiciones ambientales a lo largo del ensayo.

Los adultos de picudos recogidos en las trampas de pseudotallo se mantuvieron a $25\pm 1^\circ\text{C}$, 60% de humedad y oscuridad, y se revisaron a los 7 y a los 14 días para registrar los individuos que habían muerto. A estos individuos se les realizaba una cámara húmeda para poner en evidencia la posible presencia del hongo entomopatógeno. Para ello, se lavaban con hipoclorito sódico (1 %) durante 1 minuto, tras lo cual se les sometía a tres lavados consecutivos con agua destilada estéril (1 minuto cada uno), reemplazando el agua en cada lavado. Una vez hecho esto, los insectos se dejaban secar sobre papel de filtro estéril. Cuando estaban secos, se colocaban en placas de Petri estériles, con una base de papel de filtro estéril, humedecido con agua destilada estéril, sobre la cual se colocaba un cubreobjetos de cristal, en el cual se apoyaba el insecto. Las placas se cerraban con Parafilm® y se incubaban durante un período de 14 días a $25\pm 1^\circ\text{C}$, 60% de humedad, en oscuridad. Las placas con las cámaras húmedas se observaban periódicamente para mantener la humedad del papel de filtro y registrar a los insectos que presentaban crecimiento del micelio blanco característico de *B. bassiana* desde el interior de su cuerpo.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los adultos de picudo recogidos antes del inicio del ensayo para evaluar el grado de infestación inicial de la parcela no desarrollaron micelio característico de *B. bassiana* que indicara presencia del hongo en el suelo.

Las temperaturas medias a lo largo de todo el ensayo fueron de $18,3^\circ\text{C}$ dentro de las trampas y $19,3^\circ\text{C}$ fuera, mientras que las humedades relativas medias fueron de 89,1% dentro y 73,6% fuera de las trampas (Anexo I). Se puede observar que los datos de temperaturas tienden a ser siempre algo menores dentro de las trampas ($0,24\text{-}0,95^\circ\text{C}$ menos que fuera), mientras que las humedades tienden a ser algo mayores (9,6-17,7% más que fuera).

En cuanto a las capturas a lo largo del ensayo, el número total de adultos recogidos en las trampas de pseudotallo en este período fue de 1288 adultos. De ellos, el 77,9% se encontró en las trampas colocadas a 0,5 m de la trampa cebada con feromonas, y el 22,1% restante se recogió en las trampas colocadas a 3 m (Fig. 4).

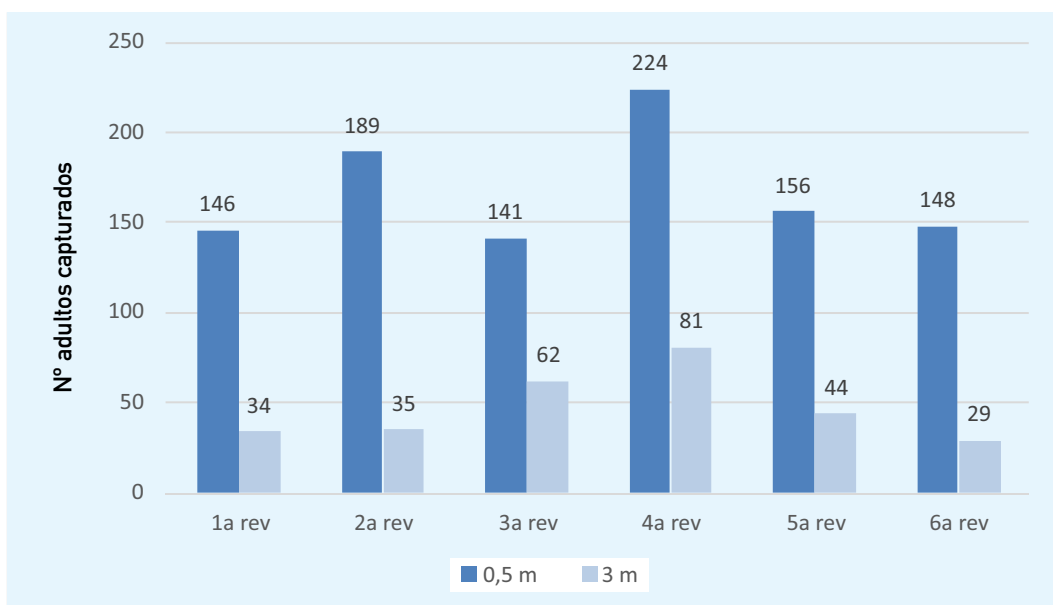


Figura 4: Captura total de adultos en las trampas de pseudotallo en cada una de las revisiones, según distancia entre la trampa de feromonas y la de pseudotallo.



USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS PARA LA DISPERSIÓN DE *BEAUVERIA BASSIANA* EN EL CONTROL DEL PICUDO DE LA PLATANERA

INFORMACIÓN TÉCNICA

De todos los picudos recogidos, sólo 9 murieron durante los períodos de observación de 14 días en laboratorio, y de éstos solamente 6 (0,47% del total de picudos recogidos) desarrollaron micelio característico de *B. bassiana*. De ellos, 4 provenían de tratamientos con aplicación del hongo dentro de la trampa, 1 de tratamientos con el hongo distribuido alrededor de la trampa y 1 apareció en un testigo.

Por otra parte, la comparación del nivel de capturas en los distintos tratamientos (Serenisim® dentro de la trampa, Serenisim® fuera de la trampa, testigo) se muestra en la Fig. 5.

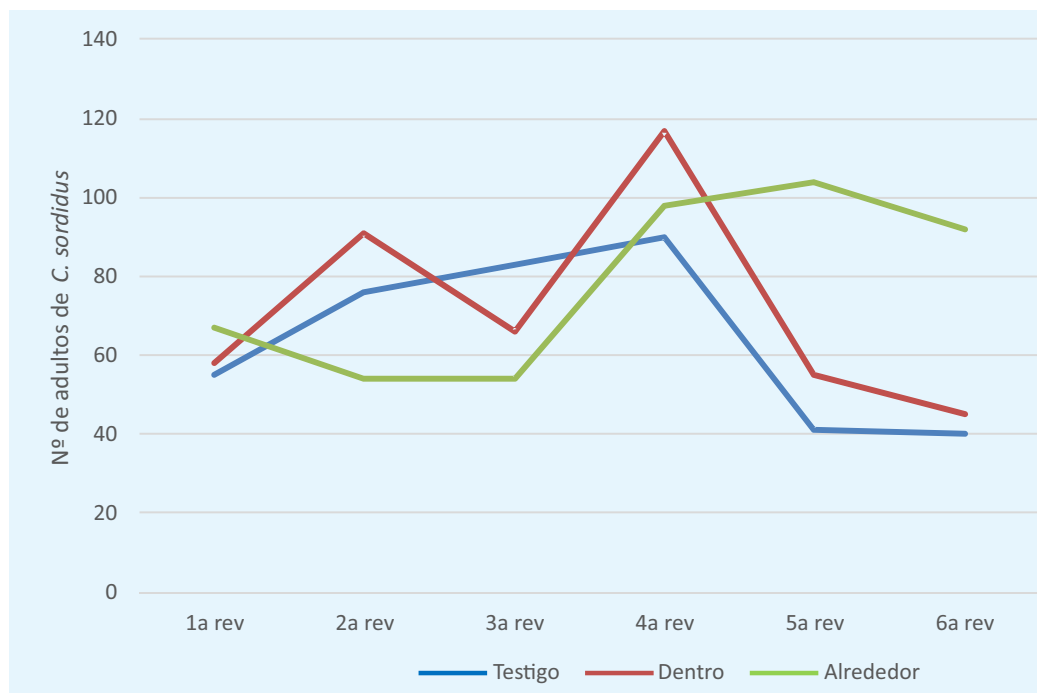


Figura 5: Captura de adultos en las trampas de pseudotallo en cada una de las revisiones, según tratamiento.

Se puede observar que al inicio del ensayo el nivel de capturas fue similar en los tres tratamientos. En las siguientes revisiones no se observó la tendencia esperada de menores capturas en los tratamientos con el hongo en comparación con el testigo.

Se realizó un análisis estadístico de medidas repetidas, donde se estudió la interacción entre el tratamiento y el momento de la observación (fecha de muestreo). Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados del análisis de medidas repetidas para las capturas en cada tratamiento (dentro de la trampa, alrededor de la trampa y testigo) y la fecha de muestreo (tiempo) así como su interacción.

Factor	p
Tratamiento	0,8909ns
Tiempo	0,1534ns
Tratamiento * tiempo	0,2755ns

Los datos han sido sometidos para su análisis estadístico a una transformación de log(x).

Los resultados indican que no existe interacción entre el tratamiento y la fecha de muestreo, ni entre los tratamientos, ni entre las fechas de muestreo. Al no haber interacción entre los tratamientos y el



USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS PARA LA DISPERSIÓN DE *BEAUVERIA BASSIANA* EN EL CONTROL DEL PICUDO DE LA PLATANERA

INFORMACIÓN TÉCNICA

momento del conteo (tiempo), se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para cada uno de los momentos de conteo (Tabla 2).

Tabla 2: Media y error estándar de las capturas por tratamiento y fecha de muestreo con resultados estadísticos.

Tratamiento	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Tiempo 6	Total
Alrededor de la trampa	13,4±1,9	10,8±3,7	10,8±2,0	19,4±5,6	20,8±4,1a	18,2±7,3	93,4±16,0
Dentro de la trampa	11,6±3,2	18,2±6,3	13,2±2,6	23,2±8,5	10,8±3,0ab	8,6±1,9	85,6±15,2
Testigo	11,0±1,2	15,8±0,7	16,6±4,2	18,0±3,5	8,2±1,6b	8,0±1,9	77,6±3,9
p	0,6493ns	0,3326ns	0,7367ns	0,9911ns	0,0206	0,6626ns	0,8231ns
%C	21,94	36,14	25,46	24,36	18,78	40,15	7,19

Los datos han sido sometidos para su análisis estadístico a una transformación de log(x). Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey (p<0,05).

Como se puede observar, no hay diferencias significativas entre la aplicación de Serenisim® dentro de la trampa, fuera de la trampa y el testigo en los muestreos, a excepción del 5^{to} muestreo, en el que hubo significativamente más capturas en el tratamiento con Serenisim® alrededor de la trampa, con respecto al testigo. En esta fecha de muestreo el tratamiento con Serenisim® dentro de la trampa mostró niveles de captura intermedios entre ambos.

Los resultados obtenidos en este ensayo contrastan con los del ensayo previo en condiciones de laboratorio, donde la mortalidad de adultos de picudo en el tratamiento con Serenisim® alcanzó el 55% (Piedra-Buena et al., 2021), y con los ensayos en campo de Tinzaara et al. (2007), en el que alcanzaron porcentajes de picudos con micosis superiores al 50%, al utilizar trampas de feromonas como método de dispersión de *B. bassiana*, aplicando el hongo alrededor de la trampa y de las cuatro plantas más cercanas. Es posible que una de las razones principales sean las bajas temperaturas medias registradas a lo largo de nuestro ensayo (18,3-19,3°C), por debajo de las condiciones óptimas para este hongo, pero se deberían valorar otras posibles causas.

Las condiciones ambientales durante el ensayo (temperatura y humedad) son factores clave en la eficacia de *B. bassiana*, junto con la cepa del hongo, la especie del hospedero, su estadio de desarrollo, el tiempo de exposición del insecto al entomopatógeno y el efecto de la luz solar sobre el hongo (Luz y Fargues, 1999; Sosa-Gómez y Alves, 2000). La mayor parte de los trabajos que estudian las condiciones óptimas de desarrollo de este hongo indican que la temperatura donde se obtienen los mejores resultados se encuentra en torno a los 25-30°C (Khan et al., 1993; Ouedraogo, 1993; Fargues et al., 1997; James et al., 1998; Luz et al., 1998; Sivasankaran et al., 1998; Ekesi et al., 1999; Sosa-Gómez y Alves, 2000; Tefera y Pringle, 2003; Shimazu, 2004; Bugeme et al., 2008; Jaronski, 2009; Kikankie et al., 2010; Sharififard et al., 2012; Mishra et al., 2015; Wilson et al., 2017; Latifian et al., 2018; Sumikarsih et al., 2019; Wu et al., 2020). Las temperaturas medias durante el ensayo se encontraban por debajo de 20°C, que los anteriores autores señalan como la temperatura mínima para que el hongo produzca niveles aceptables de infección en otros insectos. Este factor puede haber sido determinante para que el producto aplicado no mostrase la efectividad esperada. Se debe tener en cuenta, a este respecto, que se han encontrado notables diferencias en los requerimientos térmicos para la infección según el aislado de hongo utilizado. Algunos investigadores han observado que los aislados provenientes de regiones más frías presentaban mejor comportamiento a bajas temperaturas, mientras los aislados de regiones tropicales eran más tolerantes a las altas temperaturas (Doberski, 1981; Brown, 1984; Ouedraogo, 1993; Fargues et al., 1997; Ekesi et al., 1999; Sosa-Gómez y Alves, 2000; Tefera y Pringle, 2003; Bugeme et al., 2008; Fernandes et al., 2008; Jackson et al., 2009; Jaronski, 2009; Rodríguez et al., 2009; Sharififard et al., 2012;



Seid et al., 2019; Sumikarsih et al., 2019). El origen tropical del aislado de *B. bassiana* en el producto aplicado puede haber condicionado su eficacia en este ensayo, en el cual las temperaturas medias se corresponden con un clima templado.

En cuanto a la humedad, muchos trabajos indican la necesidad de altos niveles de humedad relativa para que se produzca la infección del insecto por el hongo entomopatógeno (>90%HR) y durante más tiempo cuando las temperaturas son bajas (Doberski, 1981; Sivasankaran et al., Luz y Fargues, 1999; Sosa-Gómez y Alves, 2000; Mishra et al., 2015). Sin embargo, otros investigadores observaron que la humedad ambiental no tenía un efecto importante sobre el crecimiento de hongo, con buenos resultados a humedades tan bajas como 30% HR (Ramoska, 1984; Riba et al., 1984; Willmer, 1986). Estos autores sugieren que la posibilidad de que el insecto y la superficie de la hoja (en plagas aéreas) creen zonas de alta humedad, superior a la del entorno (Ramoska, 1984; Willmer, 1986; Wraight et al., 2000), pero no se han efectuado trabajos de este tipo con insectos de suelo, como *C. sordidus*.

Por otra parte, el efecto de la radiación UV, que reduce drásticamente la viabilidad del hongo (Jaronski, 2009; Wu et al., 2020), se considera poco relevante en este ensayo. En el caso del hongo aplicado dentro de la trampa, ésta estaría actuando como protección frente a la radiación solar, mientras que en los tratamientos con aplicación del hongo alrededor de la trampa, el material vegetal utilizado para cubrirla cumplía la doble función de mantener la humedad y proteger de la luz. Además, el dosel de hojas de la planta evita el efecto directo de la luz del sol sobre el producto aplicado.

5 CONCLUSIONES

- Se recogieron un total de 1288 adultos de picudo en las trampas de pseudotallo de todos los tratamientos, no encontrándose diferencias significativas en el nivel de capturas entre los tres tratamientos aplicados.
- La mortalidad por *B. bassiana* fue del 0,47% de los picudos capturados. El 67% de los muertos (4 individuos) provenían del tratamiento con aplicación de Serenisim® dentro de la trampa, mientras que tanto el tratamiento donde el producto se había colocado alrededor de la trampa como el testigo suponían un 17% cada uno (1 individuo por tratamiento).
- Parece clave contar con cepas de entomopatógenos adaptadas a las condiciones locales (tanto nativas como provenientes de regiones con condiciones climáticas similares), así como continuar trabajando para mejorar el método de aplicación, de manera de garantizar que el insecto entre en contacto con el hongo.

6 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de la finca “La Quinta Roja”, del Cabildo de Tenerife, así como a Bruno Herrera Dorta y José Martínez Molina del ICIA, por su apoyo en la preparación y colocación de las trampas de pseudotallo.

7 BIBLIOGRAFÍA

Batista Filho, A., Paiva L.M., Myazaki, Y., Bastos B.C., Oliveira, D. 1987. Control biológico do moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar 1824) pelo uso de fungos entomopatógenos no laboratorio. *Biologico (Brasil)* 53 (1/6): 1-6.

Brenes, S., Carballo V.M. 1994. Evaluación de *Beauveria bassiana* (Bals) para el control biológico del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 31: 17-21.

Brown, G. C. 1984. Stability an insect-pathogen model incorporating age-dependent immunity and seasonal host production. *Bulletin of Mathematical Biology* 46 (1): 139-153.

Bugeme, D.M.; Maniania, N.K.; Knapp, M.; Boga, H.I. 2008. Effect of temperature on virulence of *Beauveria bassiana*



USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS PARA LA DISPERSIÓN DE *BEAUVERIA BASSIANA* EN EL CONTROL DEL PICUDO DE LA PLATANERA

INFORMACIÓN TÉCNICA

and *Metarhizium anisopliae* isolates to *Tetranychus evansi*. *Experimental and Applied Acarology* 46:275-285. DOI: 10.1007/s10493-008-9179-1

Cabrera, R. 2007. Desarrollo de estrategias de control contra el picudo negro de la platanera *Cosmopolites sordidus*. Convenio Asprocan-FEU-ULL. 136 pp.

Castiñeiras, A., López, M., Calderón, A., Cabrera, T., Luján, M. 1990. Virulencia de 17 aislamientos de *Beauveria bassiana* y 11 de *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de *Cosmopolites sordidus*. *Ciencias y Técnicas en la Agricultura (Cuba)* 13(3): 45-51.

Castrillón, C., Botero, M.J., Urrea, C.F., Cardona, J.E., Zuluaga, L.E., Morales, H., Alzate, G. 2002. Potencial del hongo nativo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, como un componente de manejo integrado del Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en Colombia. En: Acorbat. Memorias XV reunión. Realizada en Cartagena de Indias, Colombia, 27 de octubre al 02 de noviembre 2002. p. 278-283.

Doberski, J.W. 1981. Comparative laboratory studies on three fungal pathogens of the elm bark beetle *Scolytus scolytus*: Effect of temperature and humidity on infection by *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces farinosus*. *Journal of Invertebrate Pathology* 37(2):195-200. DOI: 10.1016/0022-2011(81)90075-6.

Ekesi, S.; Maniania, N. K.; Ampong-Nyarko, K. 1999. Effect of temperature on germination, radial growth and virulence of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* on *Megalurothrips sjostedti*. *Biocontrol Science and Technology* 9(2):177-185. DOI:10.1080/09583159929767

Fargues, J.; Goettel, M.S.; Smits, N.; Ouedraogo, A.; Rougier, M. 1997. Effect of temperature on vegetative growth of *Beauveria bassiana* isolates from different origins. *Mycologia* 89(3):383-392. DOI: 10.1080/00275514.1997.12026797

Fernandes, E.K.K.; Rangel, D.E.N.; Moraes, Á.M.L.; Bittencourt, V.R.E.P.; Roberts, D.W. 2008. Cold activity of *Beauveria* and *Metarhizium*, and thermotolerance of *Beauveria*. *Journal of Invertebrate Pathology* 98(1):69-78. DOI: 10.1016/j.jip.2007.10.011.

Ferron, P. 1977. Influence of relative humidity on the development of fungal infection caused by *Beauveria bassiana* (Fungi imperfecti, Moniliales) in imagines of *Acanthoscelides obtectus* (Col.: Bruchidae). *Entomophaga* 22:393-396.

Jackson, M.A.; Dunlap, C.A.; Jaronski, S.T. 2009. Ecological considerations in producing and formulating fungal entomopathogens for use in insect biocontrol. *BioControl* 55:129-145.

James, R. R.; Croft, B. A.; Shaffer, B. T.; and Lighthart, B. 1998. Impact of temperature and humidity on host-pathogen interactions between *Beauveria bassiana* and a coccinellid. *Environmental Entomology* 27(6):1506-1513. DOI: 10.1093/ee/27.6.1506.

Jaronski, S.T. 2009. Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. *BioControl* 55:159-185.

Kaaya, G.P., Seshu-Reddy, K.V., Kokwaro, E.D., Munyinyi, D.M. 1993. Pathogenicity of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Serratia marcescens* to the banana weevil *Cosmopolites sordidus*. *Biocontrol Science and Technology*. 3(2): 177-187.

Khan, H.; Gopalan, M.; Rabindra, R.J. 1993. Influence of temperature on the growth, sporulation and infectivity of mycopathogens against termites. *Journal of Biological Control* 7:20-23.

Kikankie, C.K.; Brooke, B.D.; Knols, B.G.; Koekemoer, L.L.; Farenhorst, M.; Hunt, R.H.; Thomas, M.B.; Coetzee, M. 2010. The infectivity of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* to insecticide-resistant and susceptible *Anopheles arabiensis* mosquitoes at two different temperatures. *Malaria Journal* 9:71-80. DOI: 10.1186/1475-2875-9-71

Latifian, M.; Ghazavi, M.; Soleimannejadian, E. 2018. The role of temperature on the pathogenicity of *Beauveria bassiana* in populations of sawtoothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) fed on stored date fruits. *Journal of Crop Protection* 7 (4):395-402. URL: <http://jcp.modares.ac.ir/article-3-20536-en.html>

Luz, C. & Fargues, J. 1999. Dependence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, on high humidity for infection of *Rhodnius prolixus*. *Mycopathologia* 146(1):33-41. DOI: 10.1023/a:1007019402490

Luz, C.; Tigano M.S.; Silva, I.G.; Cordeiro, C.M.; Aljanabi, S.M. 1998. Selection of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to control *Triatoma infestans*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 93(6):839-46. DOI: 10.1590/s0074-02761998000600026.

Martín Toledo, T., Zorman, M., Pimentel, R., Macedo, N., Prendes Ayala, C., Horta Lopes, D. J., Cabrera, R. 2009. Estudio para determinar el radio efectivo de alcance del conjunto trampa más feromona sobre *Cosmopolites sordidus* (G.) en Canarias y Azores. *Actas del I Congresso de Fruticultura e Viticultura. Angra do Heroísmo, Açores, Portugal*, p. 225-232.



USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS PARA LA DISPERSIÓN DE *BEAUVERIA BASSIANA* EN EL CONTROL DEL PICUDO DE LA PLATANERA

INFORMACIÓN TÉCNICA

Mishra, S., Kumar, P., Malik, A. 2015. Effect of temperature and humidity on pathogenicity of native *Beauveria bassiana* isolate against *Musca domestica* L. Journal Of Parasitic Diseases: official organ of the Indian Society for Parasitology, 39(4): 697-704. <https://doi.org/10.1007/s12639-013-0408-0>

Molina, D.M., Carnero, A., Padilla, A., Fariña, J. 2007. Ensayo de semicampo con diferentes organismos entomopatógenos para el control de picudo de la platanera. Trabajo Fin de Carrera. Universidad de La Laguna.

Nankinga, C.M., Ogenga-Latigo, M.W. 1996. Effect of method of application on the effectiveness of *Beauveria bassiana* against the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. Afr. J. Plant Prot. 6, p 12-21.

Ogenga, M.W., Masanza, M. 1996. Comparative control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, by the fungal pathogen, *Beauveria bassiana*, and some insecticides when use in combination with pseudostem trapping. African Crop Science Journal. 4 (4): 483-489.

Quedraogo, R.M. 1993. Investigations on the use of the fungus, *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) for control of the Senegalese grasshopper, *Oedaleus senegalensis* (Orthoptera: Acrididae). TFM Simon Fraser University, Canadá.

Padilla, M.A. 2003. Aislamiento de organismos entomopatógenos (hongos y nematodos) y su aplicación para el control biológico de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). Tesis doctoral. Universidad de La Laguna. 283 pp.

Perera, S., Encinoso, T., Carnero, A., Padilla, M.A. 2011. Evaluación de distintos métodos de aplicación de un formulado de *B. bassiana* para el control de picudo de la platanera *Cosmopolites sordidus* en Tenerife (Islas Canarias). Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. Disponible en: http://www.agrocabildo.org/publicaciones_detalle.asp?id=384

Perera, S., Molina, M.J. 2007. Plagas y enfermedades en el cultivo ecológico de la platanera. En: El cultivo ecológico de la platanera en Canarias. Nogueroles, C.; Líbano, J. Gabinete de Proyectos Agroecológicos S.L. 171 p.

Perera, S.; Rodríguez, M., Padilla, A. 2018. Ensayo de eficacia de hongos entomopatógenos en el control del picudo de la platanera (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de campo. Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. Disponible en: http://www.agrocabildo.org/publicaciones_detalle.asp?id=651

Piedra-Buena Díaz, A., Paris, M., Perera González, S., Pérez Lozano, R., Ramos Cordero, C. 2021. Evaluación de nuevos productos comerciales con *Beauveria bassiana* para el control del picudo de la platanera (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio. Informe Técnico N° 9. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. 22 p.

Piedra-Buena Díaz, A., Perera González, S., Ramos Cordero, C. 2017. Evaluación de productos comerciales con *Beauveria bassiana* para el control del picudo de la platanera (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio. Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. Disponible en: http://www.agrocabildo.org/publicaciones_detalle.asp?id=617

Ramos Cordero, C., Perera González, S., Del Pino Pérez, M., Fuentes Barrera, E., Rizza Hernández, R., Hernández Suárez, E. 2016. Platanera. Gestión Integrada de Plagas. Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. Disponible en: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt_545_GIP_2016.pdf

Ramoska, W.A. 1984. The influence of relative humidity on *Beauveria bassiana* infectivity and replication in the chinch bug, *Blissus leucopterus*. J. Invertebr. Pathol. 43:389-394.

Riba, G.; Marcandier, S.; Goussard, J. 1984. Influence de l'humidité relative sur l'agressivité et la viabilité des souches de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin et de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, hyphomycètes pathogènes de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hubn. Agronomie 4:189-194.

Ríos, J.C., Soto, A., Castrillón, C. 2002. Evaluación de *Beauveria bassiana* (bals.) wuill. en formulación comercial y artesanal para el manejo del Picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en plátano. En: Acorbat. Memorias XV reunión. Realizada en Cartagena de Indias, Colombia, 27 de octubre al 02 de noviembre 2002. p. 284-289.

Rodríguez, M.; Gerding, M.; France, A. 2009. Selection of entomopathogenic fungi to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). Chilean Journal of Agricultural Research 69(4): 534-540. DOI: 10.4067/S0718-58392009000400008.

Rojas, T., Gotilla, W. 1992. Detección en Venezuela de hongos entomopatógenos atacando a *Cosmopolites sordidus* Germar y *Methamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae). Boletín de Entomología Venezolana 13(2): 123-140.

Seid, A.Md; Fredensborg, B.L.; Steinwender, B.M.; Meyling, N.V. 2019. Temperature-dependent germination, growth and co-infection of *Beauveria* spp. isolates from different climatic regions, Biocontrol Science and Technology 29(5):411-426. DOI: 10.1080/09583157.2018.1564812



USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS PARA LA DISPERSIÓN DE *BEAUVERIA BASSIANA* EN EL CONTROL DEL PICUDO DE LA PLATANERA

INFORMACIÓN TÉCNICA

Sharififard, M.; Mossadegh, M.; Vazirianzadeh, B. 2012. Effects of temperature and humidity on the pathogenicity of the entomopathogenic fungi in control of the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) under laboratory conditions. *Journal of Entomology* 9:282-288.

Shimazu, M. 2004. Effects of temperature on growth of *Beauveria bassiana* F-263, a strain highly virulent to the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus*, especially tolerance to high temperatures. *Applied Entomology and Zoology* 39(3):469-475. DOI: 10.1303/aez.2004.469

Sirjusingh, C., Kermarrec, A., Mauleon, H., Lavis, C., Etienne, J. 1992. Biological control of weevils and whitegrubs on bananas and sugarcane in the Caribbean. *Florida Entomologist* 75(4): 548-562.

Sivasankaran, P.; Easwaramoorthy, S.; David, H. 1998. Influence of temperature and relative humidity on the growth, sporulation and pathogenicity of *Beauveria bassiana*. *Journal of Biological Control* 12: 71-75.

Sosa-Gómez, D.R. & Alves, S.B. 2000. Temperature and relative humidity requirements for conidiogenesis of *Beauveria bassiana* (Deuteromycetes: Moniliaceae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29(3):515-521.

Soto, G.A., Castrillón, A.C. 2003. Patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. para el manejo de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en plátano. *Boletín Fitotecnia*, nº 77. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Fitotecnia. Resumen de investigación. 2p.

Sumikarsih, E.; Herlinda, S.; Pujiastuti, Y. 2019. Conidial density and viability of *Beauveria bassiana* isolates from Java and Sumatra and their virulence against *Nilaparvata lugens* at different temperatures. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science* 41(2):335-350. DOI: 10.17503/agrivita.v41i2.2105.

Tefera, T. & Pringle, K. 2003. Germination, Radial Growth, and Sporulation of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates and their virulence to *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) at different temperatures. *Biocontrol Science and Technology* 13(7):699-704. DOI:10.1080/0958315031000151756

Tinzaara, W., Emudong, P., Nankinga, C., Tushemereirwe W., Kagezi, G., Gold, C.S., Dicke, M., Van Huis, A. y Karamura, E. 2015. Enhancing dissemination of *Beauveria bassiana* with host plant base incision trap for the management of the banana weevil *Cosmopolites sordidus*. *African Journal of Agricultural Research* 10 (41): 3874-3884.

Tinzaara, W., Gold, C.S., Dicke, M., Van Huis, A., Nankinga, C.M., Kagezi, G.H., Ragama, P.E. 2007. The use of aggregation pheromone to enhance dissemination of *Beauveria bassiana* for the control of the banana weevil in Uganda. *Biocontrol Science and Technology* 17 (1-2): 111-124.

Willmer, P. 1986. Microclimatic effects on insects at the plant Surface. En: B. Juniper & R. Southwood (eds.), *Insects and Plant Surface*. Arnold, London, England, pp. 65-80.

Wilson, W.M.; Ibarra, J.E.; Oropeza, A.; Hernández, M.A.; Toledo-Hernández, R.A.; Toledo, J. 2017. Infection of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) adults during emergence from soil treated with *Beauveria bassiana* under various texture, humidity, and temperature conditions. *Florida Entomologist* 100(3):503-508. DOI: 10.1653/024.100.0302

Wraight, S.P.; Carruthers, R.I.; Jaronski, S.T.; Bradley, C.A.; Garza, C.J.; Galaini-Wraight, S. 2000. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. *Biological Control* 17:203-217.

Wu, S.; Toews, M.D.; Oliveira-Hofman, C.; Behle, R.W.; Simmons, A.M.; Shapiro-Ilan, D.I. 2020. Environmental tolerance of entomopathogenic fungi: a new strain of *Cordyceps javanica* isolated from a whitefly epizootic versus commercial fungal strains. *Insects* 11:711-726. <https://doi.org/10.3390/insects11100711>

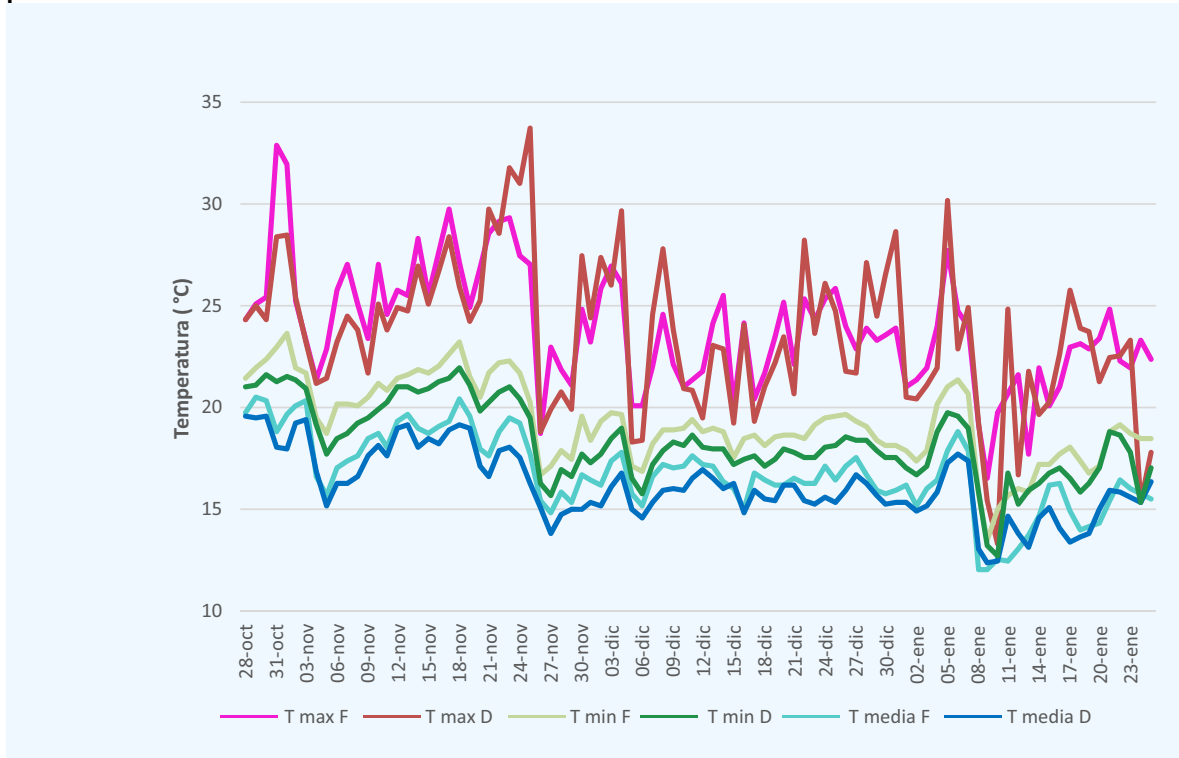


USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS PARA LA DISPERSIÓN DE *BEAUVERIA BASSIANA* EN EL CONTROL DEL PICUDO DE LA PLATANERA

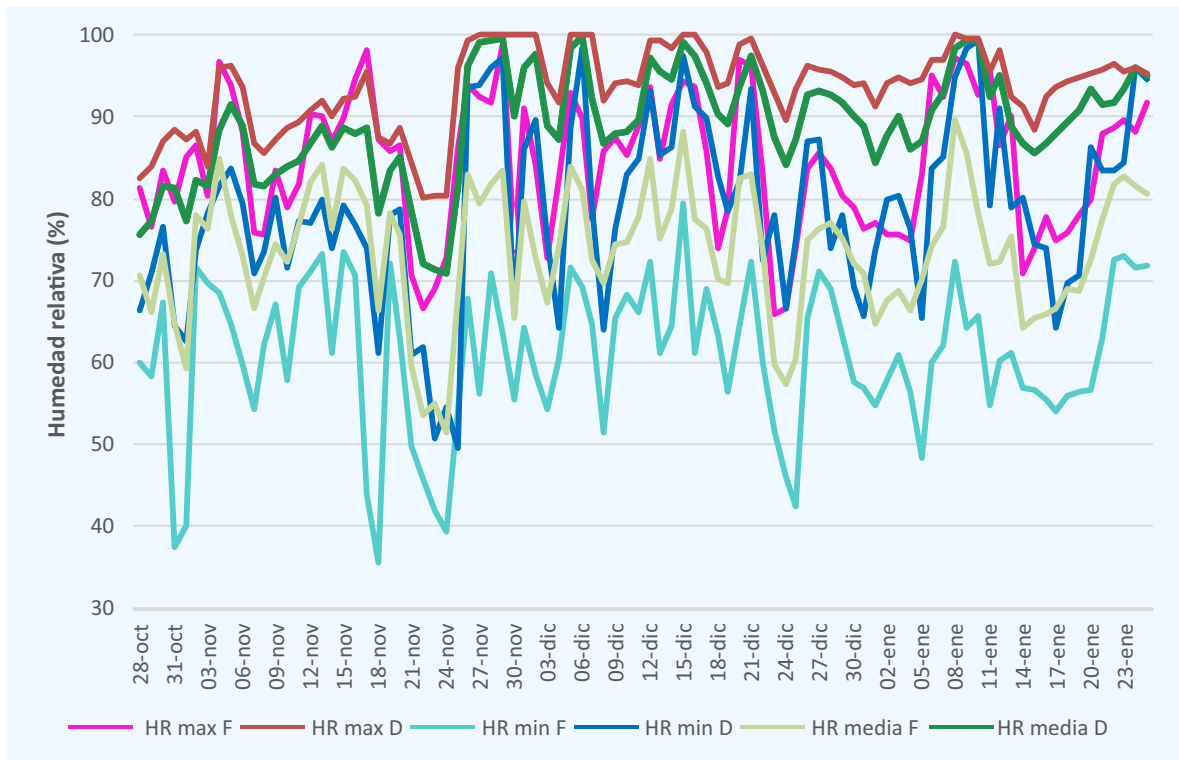
INFORMACIÓN TÉCNICA

8 ANEXOS

Anexo I



Temperaturas máximas, medias y mínimas registradas a lo largo del ensayo, dentro (D) y fuera (F) de las trampas de feromonas.



Humedades relativas máximas, medias y mínimas registradas a lo largo del ensayo, dentro (D) y fuera (F) de las trampas de feromonas.



USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS
PARA LA DISPERSIÓN DE *BEAUVERIA BASSIANA*
EN EL CONTROL DEL PICUDO DE LA PLATANERA

INFORMACIÓN TÉCNICA





ÁREA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA Y PESCA

Servicio Técnico de Agricultura y
Desarrollo Rural



Donde estamos

			
Unidad Central	C/ Alcalde Mandillo Tejera, 8 S/C de Tenerife	922 239 275	servicioagr@tenerife.es
AEA La Laguna	Plaza Mencía Díaz de Clavijo Trasera Hotel Nivaria	922 257 153	aeall@tenerife.es
AEA Tejina	C/ Palermo, 2.	922 546 311	aeate@tenerife.es
AEA Tacoronte	Ctra. Tacoronte-Tejina, 15	922 573 310	aeata@tenerife.es
AEA La Orotava	Plaza de la Constitución, 4	922 328 009	aealao@tenerife.es
AEA Icod	C/ Key Muñoz, 5	922 815 700	aeaicod@tenerife.es
AEA Buenavista	C/ El Horno, 1	922 129 000	aeabu@tenerife.es
AEA Guía de Isora	C/La Entrada,10	922 850 877	aeagi@tenerife.es
AEA Valle San Lorenzo	Ctra. General, 122	922 767 001	aeavsl@tenerife.es
AEA Granadilla	San Antonio, 13	922 447 100	aeagr@tenerife.es
AEA Arico	C/ Benítez de Lugo, 1	922 161 390	aeaar@tenerife.es
AEA Fasnia	Ctra. Los Roques, 21	922 530 900	aeaf@tenerife.es
AEA Güímar	Plaza del Ayuntamiento, 8	922 514 500	aeaguimar@tenerife.es
C.C.B.A.T.	C/Retama 2, Puerto de la Cruz Jardín Botánico	922 445 841	ccbiodiversidad@tenerife.es
Oficina de Asesoramiento al Regante	Finca La Quinta Roja Carretera General TF-42 (San Pedro-Las Cruces) Garachico	680 846 946	oficinadelregante@tenerife.es

