



## “Evaluación de la técnica de endoterapia para el control de *Diocalandra frumenti* (Fabricius) en palmera canaria”

J. Ángel Reyes Carlos • Nicolás F. Borges Lubary  
Estrella Hernández Suárez • Carina Ramos Cordero

DICIEMBRE 2023



Se autoriza la reproducción, sin fines comerciales, de este trabajo, citándolo como:

Reyes Carlos, J.A.; Borges Lubary, N.F., Hernández-Suárez, E. y Ramos Cordero, C. 2023. Evaluación de la técnica de endoterapia para el control de *Diocalandra frumenti* (Fabricius) en palmera canaria. Informe Técnico N° 1. GMR Canarias. 52 pp.

**Este trabajo ha sido desarrollado  
dentro del proyecto  
MAC2/4.6d/230 GUARAPO**

#### **COLECCIÓN INFORME TÉCNICO N°1**

Autores: José Ángel Reyes Carlos, Nicolás Francisco Borges Lubary, Estrella Hernández Suárez y Carina Ramos Cordero

Edita: Gestión del Medio Rural de Canarias, SAU.

Lugar de publicación: S/C de Tenerife

© del texto: Los autores

© de las imágenes: Autores de la publicación y autores citados

Depósito Legal: TF 1107-2023

ISSN: 3020-4879

Diciembre 2023



“EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE  
ENDOTERAPIA PARA EL CONTROL DE  
***DIOCALANDRA FRUMENTI* (FABRICIUS)**  
EN PALMERA CANARIA”

Reyes Carlos, J.A. <sup>(1)</sup>; Borges Lubary, N.F. <sup>(2)</sup>; Hernández Suárez, E. <sup>(3)</sup> y Ramos Cordero, C. <sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Dirección General de Agricultura. Gobierno de Canarias. Avda. José Manuel Guimerá, 10. Edificio de Usos Múltiples II, 3ª planta. 38003. Santa Cruz de Tenerife, Tenerife.

<sup>(2)</sup> Gestión del Medio Rural de Canarias, S.A.U. C/ Jesús Hernández Guzmán, 2. planta C, Pol. Ind. El Mayorazgo. 38110. Santa Cruz de Tenerife, Tenerife.

<sup>(3)</sup> Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). Unidad de Protección Vegetal. Ctra. El Boquerón, s/n, Valle de Guerra, 38270. San Cristóbal de La Laguna, Tenerife.

## RESUMEN

El picudo de las cuatro manchas del cocotero, *Diocalandra frumenti* (Fabricius), es un insecto que amenaza, entre otras, a la palmera canaria, la cual es considerada símbolo vegetal territorial del archipiélago canario, y está protegida por ley. Teniendo en cuenta la importancia cultural y paisajística de esta planta, y dentro del enfoque de la Gestión Integrada de Plagas (GIP), se ha evaluado la técnica de endoterapia para el control de *D. frumenti* en palmera canaria.

La inyección en el tronco o endoterapia es una técnica de aplicación de productos fitosanitarios que ofrece una alternativa a la pulverización foliar o al riego del suelo. El interés por utilizar esta técnica de inyección para la protección de las palmeras surge a raíz de que la pulverización foliar y el riego del suelo han demostrado ser ineficaces o suponen un riesgo para el medio ambiente y para la salud de los operarios y la de los transeúntes, en entornos urbanos.



El objetivo de este ensayo fue evaluar la eficacia en campo de diferentes combinaciones de materias activas y sistemas inyectoras, en el control de *D. frumenti* en palmera canaria y, además, evaluar la persistencia de los insecticidas en la zona de presencia de la plaga así como los posibles daños mecánicos derivados de las inyecciones en el estípote de las palmeras. Los resultados obtenidos en este estudio muestran mayor eficacia del Benzoato de emamectina 9,5% y Abamectina 1,8% en comparación con el Acetamiprid 20%. La materia activa Acetamiprid 20% inyectada mediante el sistema ENDOplant® resultó ser ineficaz en el control de *D. frumenti* y, con el sistema Ynject® Go, la aplicación conjunta de Acetamiprid 20% y Abamectina 1,8% resultó ser más eficaz que la aplicación de Acetamiprid 20% de forma aislada. La materia activa con mayor persistencia en la palmera fue Benzoato de emamectina 9,5%, manteniendo a la palmera tratada libre de plaga durante un periodo de dos años, seguida de Abamectina 1,8%, con periodos de protección superiores a un año. Acetamiprid 20% inyectado con el sistema Ynject® Go presentó una baja persistencia en la palmera, con repuntes de capturas tras completar la pauta del tratamiento, lo que fuerza a llevar a cabo tratamientos reiterados. En base a nuestras observaciones, no se registraron daños mecánicos derivados de las inyecciones a lo largo de los tres años de duración del estudio, independientemente del sistema inyector ensayado.

**Palabras clave:** picudo de las cuatro manchas del cocotero, picudín de la palmera, inyección al tronco, Acetamiprid, Abamectina, Benzoato de emamectina, persistencia.



## ÍNDICE:

1.INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN...	6
1.1 <i>Diocalandra frumenti</i> (Fabricius) como plaga.....	6
1.1.1 Métodos de control de <i>D. frumenti</i> .....	9
1.2 La endoterapia como herramienta de protección fitosanitaria.....	13
1.2.1 Principios fisiológicos de la inyección al tronco.....	14
1.2.2 Métodos y dispositivos de inyección al tronco .....	16
1.2.3 Implicaciones fisiológicas de la inyección al tronco .....	17
2 OBJETIVO .....	19
3 MATERIAL Y MÉTODOS .....	19
3.1 Localizaciones del ensayo.....	19
3.2 Tratamientos ensayados .....	20
3.2.1 Sistemas inyectores ensayados.....	20
3.2.2 Materias activas ensayadas.....	23
3.2.3 Tratamientos ensayados .....	25
3.3 Capturas de <i>Diocalandra frumenti</i> .....	25
3.4 Persistencia de los insecticidas en la zona de presencia de la plaga.....	26
3.5 Daños mecánicos derivados de las inyecciones .....	28
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
5 CONCLUSIONES.....	42
6 AGRADECIMIENTOS .....	43
7 ANEXO .....	44
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46



## 1. INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

### 1.1 *Diocalandra frumenti* (Fabricius) como plaga

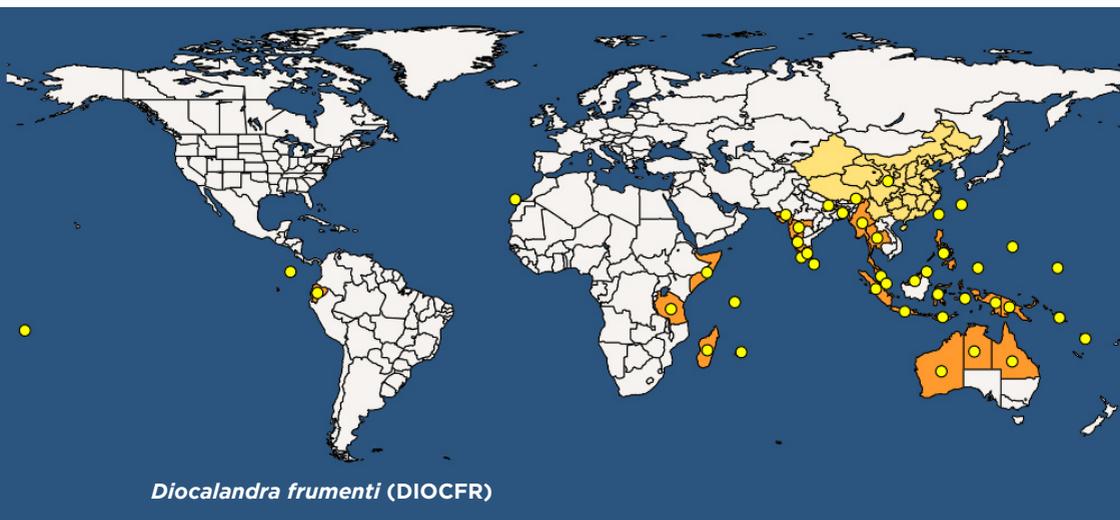
El picudo de las cuatro manchas del cocotero, *Diocalandra frumenti* (Fabricius) (Coleoptera: Dryophthoridae), también conocido localmente como “picudín” de la palmera, es un pequeño coleóptero de color negro de 6 a 8 mm de longitud, de cuerpo alargado y generalmente de color pardo-rojizo a negro, con marcas negras en el pronoto y en los élitros (Hill, 1983; Singh y Barrikkad, 2017) (Figura 1).



Figura 1. Adulto y larva de *D. frumenti* (Fabricius) (Fuente: Peña, A.).

Este insecto es originario del Sureste Asiático (Lepesme, 1947), y se encuentra extendido por los trópicos en diversas áreas litorales de los océanos Pacífico e Índico. La distribución actual de la especie se muestra en la Figura 2. En Canarias, desde su primera detección en Maspalomas (San Bartolomé de Tirajana, Gran Canaria) en 1998 sobre palmera canaria (Salomone et al., 2000), *D. frumenti* se ha ido expandiendo rápidamente a otras islas del archipiélago, causando un aumento drástico en la infestación de las palmeras. Actualmente, *D. frumenti* está presente en todas las islas del archipiélago a excep-

ción de las islas de El Hierro y La Graciosa (EXOS, 2023; MITECO, 2023; Santana-López, 2020).



● Present

● Transient

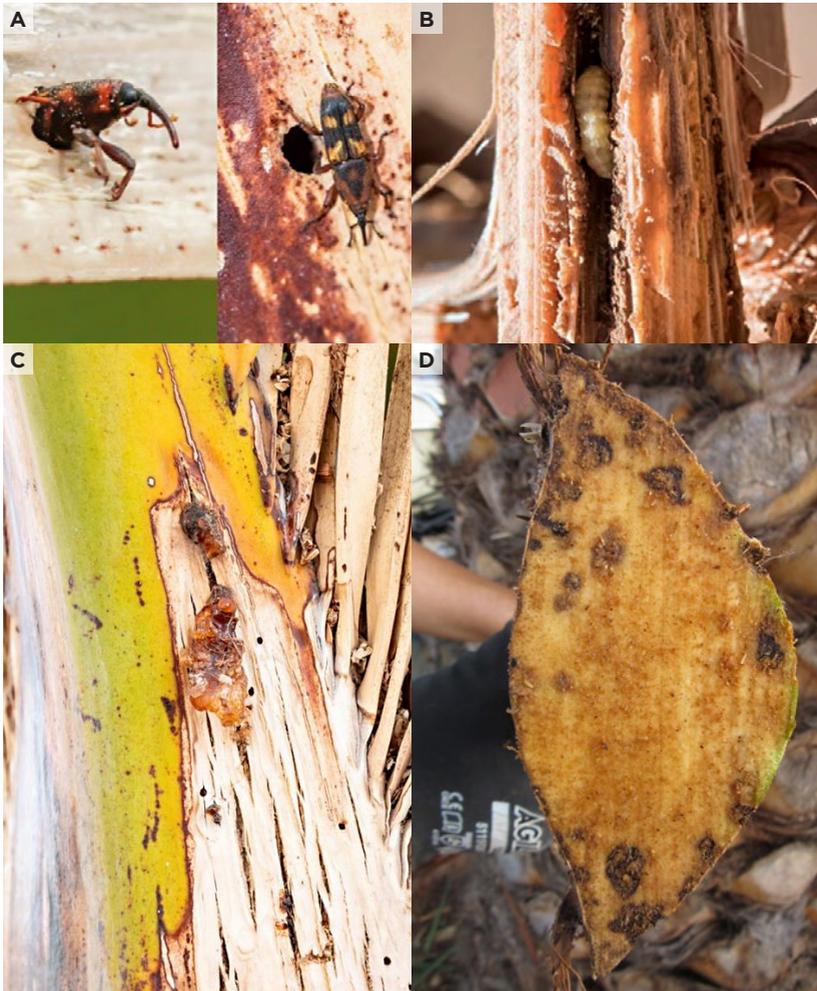
2022-10-18. (c) EPPO <https://gd.eppo.int>

**Figura 2.** Distribución mundial de *D. frumenti*, actualizada a junio de 2016 (EPPO, 1996).

Este insecto ha sido detectado en al menos 17 géneros de la familia Arecaceae, la mayoría de los cuales son especies de palmeras de importancia económica, cultivadas por su interés alimenticio u ornamental. Sus huéspedes principales son el cocotero (*Cocos nucifera* L.), la palmera canaria (*Phoenix canariensis* H. Wildpret) y sus híbridos. Por su interés botánico, científico, ecológico, cultural y paisajístico, la palmera canaria es considerada símbolo vegetal territorial del Archipiélago Canario (BOE, 1991), y como tal está protegida por la Orden de 20 de febrero de 1991 de Protección de la Flora Vasculare Silvestre de Canarias (BOC, 1991). Otros huéspedes de menor relevancia son la palmera datilera (*Phoenix dactylifera* L.), la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.), *Washingtonia* spp., nipa (*Nypa fruticans* Wurmb) y muchas otras palmeras ornamentales (EPPO, 1996; González Núñez et al., 2002; Hill, 1983).



El ciclo de vida de *D. frumenti* se compone de cuatro estados bien diferenciados: huevo, larva, pupa y adulto, con una duración desde huevo a adulto de unas 10-12 semanas (Hill, 1983). El principal daño que ocasiona es durante su estado larvario. Para alimentarse, las larvas excavan galerías de 1-2 mm de diámetro en tejidos sanos del tercio basal del raquis de hojas verdes, produciendo exudaciones gomosas y provocando la seca prematura de hojas de la corona de la palmera, desde las exteriores hacia las interiores (Salomone et al., 2000) (Figura 3).





**Figura 3.** Daños directos de *D. frumenti* sobre palmera: a) orificios de salida, b) detalle del serrín generado por una larva durante su alimentación, c) presencia de exudados gomosos a la entrada de las galerías, d) galerías en corte transversal del raquis de una hoja, e) seca lateral en la base de las hojas y g) colapso de los anillos basales de hojas de la palmera (Fuentes: a-c) Peña, A. y d-f) Ramos Cordero, C.).

### 1.1.1 Métodos de control de *D. frumenti*

Entre las medidas preventivas o culturales recomendadas por diversos autores (Benito et al., 2014; Giblin-Davis, 2001; Hill, 1983; Lake, 1998; Ramos-Cordero et al., 2018; Salomone et al., 2000), destacan: a) evitar, en la medida de lo posible, realizar podas drásticas de hojas verdes, b) no realizar el afeitado de los estípites de las palmeras, c) cubrir las superficies de corte con pintura acrílica o pasta cicatrizante, d) recubrir las raíces adventicias de la base del estípite con tierra para evitar la oviposición de las hembras de *D. frumenti*, e) utilizar las herramientas apropiadas para la trepa y poda de palmáceas, f) realizar una correcta gestión de los residuos de poda de palmera infestados por *D. frumenti* y g) realizar cuarentenas estrictas en viveros con palmeras afectadas por *D. frumenti*.



Dentro de las estrategias de control biológico, son escasos los estudios sobre los enemigos de *D. frumenti* y otras especies del género, aunque la bibliografía cita al parasitoide de larvas *Spathius apicalis* Westwood (Hymenoptera: Braconidae), capaz de destruir hasta el 40% de las larvas de *D. frumenti* en *C. nucifera*, al escarabajo depredador *Plaesius javanus* Erichson (Coleoptera: Histeridae) y a la mosca depredadora *Chrysophilus ferruginosus* Wiedemann (Diptera: Rhagionidae) (Lever, 1969). Además, Vanderplank (1953) observó las especies de hormigas *Anoplolepis custodiens* Smith y *Oecophylla smaragdina* L. (Hymenoptera: Formicidae) depredando larvas de *D. frumenti* sobre *C. nucifera*.

En cuanto al uso de hongos entomopatógenos para el control de *D. frumenti*, González de Chaves (2010) realizó un ensayo de laboratorio para probar la eficacia de una cepa de *Metharhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales) como agente de control biológico sobre *D. frumenti*. Esta cepa fue aislada sobre individuos de *D. frumenti* procedentes de campo con síntomas visibles de infección. El porcentaje de mortalidad total sobre adultos fue del 68-85%, con un tiempo de exposición al inóculo de 14 días. En 2016, Reyes Moreno evaluó en condiciones de campo el producto comercial Bassi® WP 22% (Comercial Química Massó, S.A.), formulado a base de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Hypocreales: Cordicipitaceae), como agente de control biológico de adultos de *D. frumenti*. El producto no resultó eficaz ya que el porcentaje de eficacia fue inferior al 30%, aunque se observó una reducción del daño, tanto visual como una vez practicados unos cortes transversales en el raquis de las hojas de las palmeras tratadas, especialmente a partir de la segunda aplicación del producto. Este mismo autor realizó el aislamiento e identificación de hongos entomopatógenos para el control de *D. frumenti*, bajo condiciones de laboratorio. La

identificación, por métodos moleculares, de los hongos presentes en las muestras recogidas en campo reveló que *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *Isaria farinosa* (Holm: Fr.) Fr. (= *Paecilomyces farinosus*) (Hypocreales: Clavicipitaceae) estaban presentes de forma natural sobre *P. canariensis*. El ensayo de patogenicidad de *I. farinosa* sobre adultos de *D. frumenti* confirmó la capacidad infectiva de este hongo.

En 2018, Ramos-Cordero et al. evaluaron diversos productos comerciales cuya materia activa era *B. bassiana* para el control de *D. frumenti*, en condiciones de laboratorio. Los productos evaluados fueron Bassi® (Comercial Química Massó, S.A.), Botanigard® (Certis Belchim), Naturalis® (CBC Iberia) y Phoemyc+® (Glen Biotech, S.L.), resultando que el producto que alcanzó el mayor porcentaje de mortalidad frente a *D. frumenti* fue Naturalis® (35% ♀ - 30% ♂), seguido de Botanigard® (35% ♀ - 15% ♂) y Bassi® (10% ♀ - 20% ♂), con valores intermedios, Phoemyc+® (10% ♀ - 10% ♂) y el control (5% ♀ - 5% ♂). En 2021, Ramos-Cordero et al. evaluaron los productos Naturalis® (CBC Iberia), Serenisim® (UPL Iberia), Ostrinil® (UPL Iberia), Velifer® (BASF Agro España) y Phoemyc+® (Glen Biotech, S.L.). Los tres primeros productos estaban registrados como fitosanitarios, aunque ninguno de ellos estaba autorizado para el control de *D. frumenti*. Phoemyc+® estaba en vías de registro como producto fitosanitario para el control de *D. frumenti*. En cuanto a su presentación, Naturalis® y Velifer® estaban formulados como suspensiones oleosas, Serenisim® y Ostrinil® como microgránulos y Phoemyc+® sobre granos de arroz. Los resultados de este ensayo mostraron que los productos que alcanzaron mayor porcentaje de mortalidad frente a *D. frumenti* fueron Naturalis® y Velifer® (75%), seguidos de Ostrinil® (65%) y Serenisim® (55%), siendo Phoemyc+® el producto que presentó menor mortalidad por *B. bassiana* (35%). Las cepas que



alcanzaron la mortalidad más alta fueron también las de acción más rápida, alcanzando a los 6 días del tratamiento un 75% de mortalidad tanto con Naturalis® como con Velifer®. Los demás tratamientos oscilaron entre un 5 y un 50% de mortalidad a los 11 días, alcanzando al final del ensayo (41 días) entre un 35 y un 65% de mortalidad.

En cuanto al uso de nematodos entomopatógenos, Díaz González (2010) realizó un estudio para evaluar la eficacia de *Steinernema feltiae* Filipjev (Rhabditida: Steinernematidae) en el control de *D. frumenti*. El ensayo se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio, empleando la cepa TF-229 de *S. feltiae*, procedente de un aislado del ecosistema de la laurisilva de las Islas Canarias, obteniendo una mortalidad sobre adultos del 53,3%. La mortalidad sobre el estadio de larva fue del 75,05%, resultando ser la fase larvaria el estadio más susceptible al ataque de nematodos entomopatógenos; y comprobando que estos agentes de control biológico tienen capacidad de búsqueda del insecto plaga dentro del material vegetal infectado de campo.

En lo referente al control biotecnológico de *D. frumenti*, se ha logrado la identificación y síntesis de la feromona de agregación de este gorgojo (Vacas et al., 2017), disponible para su uso e inscrita en el Registro de determinados medios de defensa fitosanitaria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, bajo el nombre de ZENTINEL® DF (Ecología y Protección Agrícola, S.L.) y número de expediente 084/2019. Además, se ha diseñado una trampa específica para su captura, patentada y comercializada con el nombre de Palm Rocket Trap® (Ferimark 2016, S.L.) y número de expediente 042/2023. El desarrollo del sistema de trampeo para el monitoreo de *D. frumenti* es objeto de la Tesis Doctoral desarrollada por Dña. Carina Ramos Cordero, dirigida por la Dra. Estrella Hernández Suárez y codirigida por la Dra. Sandra Vacas González, aún sin publicar.

En cuanto al control químico, las medidas fitosanitarias para el control de *D. frumenti* se recogen en la Orden de 29 de octubre de 2007, de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Gobierno de Canarias (BOC, 2007). Dichas medidas se basaban en realizar una correcta poda de las palmeras y la gestión de sus residuos, en combinación con el control químico, basado fundamentalmente en el uso de clorpirifos e imidacloprid. En 2016, Reyes Moreno realizó la evaluación en campo del producto comercial Confidor® 20 LS (Bayer Hispania, S.A.), cuya materia activa era Imidacloprid 20% p/v, frente a adultos de *D. frumenti*. El producto se aplicó utilizando la tecnología Ynject® (Fertinyect, S.L.), consistente en un dispositivo de endoterapia autopresurizado para la inyección al tronco a baja presión y alto volumen. El producto no resultó eficaz en el control de *D. frumenti*, con una eficacia inferior al 30%; aunque se observó una reducción de los daños, tanto visuales como en los cortes transversales practicados al raquis de hojas de palmeras, especialmente a partir de la segunda aplicación del producto.

Actualmente no hay productos autorizados en el registro de productos fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para el control de *D. frumenti* (MAPA, n.d.).

## **1.2 La endoterapia como herramienta de protección fitosanitaria**

La inyección en el tronco o endoterapia es una técnica de aplicación de productos fitosanitarios que ofrece una alternativa a la pulverización foliar o al riego del suelo. La inyección en el tronco se produce en el xilema de los árboles, desde donde el material inyectado se distribuye por la planta con la corriente de transpiración. La endoterapia ofrece varias ventajas sobre la pulverización convencional o el riego del suelo, ya que (1) los productos se

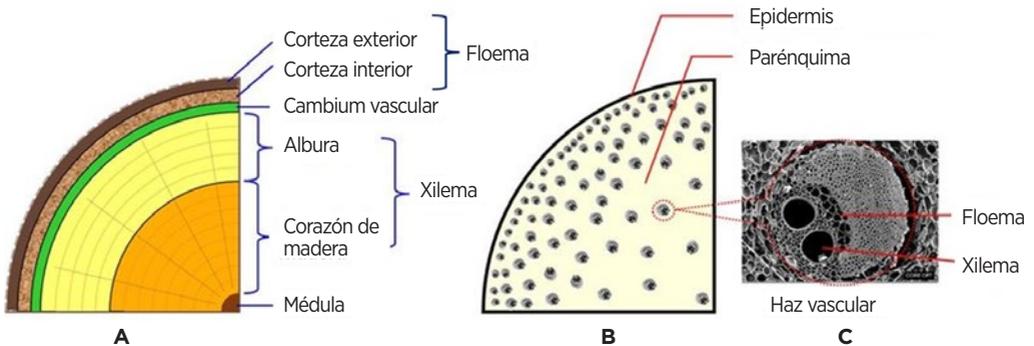


aplican con mayor precisión, (2) se elimina la deriva de la pulverización, (3) si se aplica correctamente, el riesgo de exposición de los trabajadores es menor y (4) los organismos no diana se ven menos afectados (Wise et al., 2014). Al ser más respetuoso con la salud humana y el medio ambiente, el método puede utilizarse en entornos urbanos y zonas residenciales donde las pulverizaciones aéreas no son una opción.

### 1.2.1 Principios fisiológicos de la inyección al tronco

#### ANATOMÍA DE LAS PALMERAS

Las palmeras son monocotiledóneas cuyo sistema vascular está compuesto por el xilema y el floema. El xilema está formado por células muertas, alargadas, rígidas y lignificadas que transportan el agua y los nutrientes desde las raíces hasta el resto de la palmera. Este transporte es pasivo y se produce gracias a la evaporación del agua en la superficie de la hoja. El xilema es el tejido primario a través del cual las sustancias inyectadas por el tronco se distribuyen por toda la palmera. La disposición de los vasos del xilema afecta a la rapidez y uniformidad con que las sustancias inyectadas se extienden por la palmera (Archer et al., 2021, 2022).



**Figura 4.** Estructura de (a) la sección transversal de un tronco de árbol típico, comparado con (b) la sección transversal de un estípote de palmera y (c) su haz vascular. (Fuente: Adaptado a partir de Hashim et al. (2012).

El floema está compuesto por células vivas, las células cribosas, que forman tubos en los que los azúcares disueltos son transportados desde las hojas fotosintetizadoras hasta los órganos como las raíces y los frutos en desarrollo. En las palmeras, el floema y el xilema se disponen en haces que están dispersos por el tronco. Por lo tanto, la distribución y la eficacia de los materiales inyectados es diferente en comparación con los árboles leñosos (Archer et al., 2021, 2022).

### MOVIMIENTO DEL AGUA EN LAS PALMERAS

La inyección en el tronco fuerza el compuesto inyectado en los vasos xilemáticos, donde es arrastrado hacia arriba y distribuido por toda la copa del árbol. Sin embargo, la perforación, o taladrado de orificios para la inyección, provoca la embolización de los vasos xilemáticos, es decir, que se rompe la tensión de la columna de agua, y el vaso se llena de aire y se vuelve disfuncional. Además de provocar la embolización de los vasos, la lesión mecánica impuesta por la perforación o el barrenado genera una herida y una respuesta de estrés del árbol o palmera. El impacto de estas respuestas varía en función del tipo de dispositivo de inyección utilizado, las características del árbol, la formulación del material y las condiciones ambientales (Archer et al., 2021, 2022).

### REPARACIÓN DE HERIDAS EN LAS PALMERAS

Según Shigo y Marx (1977), los árboles son capaces de compartimentar lesiones o heridas mediante la reacción de las células periféricas a la zona lesionada. Esto hace que se cree una barrera que aísla la zona sana del exterior, bloqueando el movimiento horizontal o vertical de los organismos causantes del deterioro, principalmente hongos y bacterias.

Los mecanismos de compartimentación se producen independientemente del origen de la lesión: a) por perfo-



ración de la corteza del árbol por plagas, b) roturas de troncos y ramas tras tormentas, c) incendios, d) poda, e) perforaciones en la corteza para extraer la savia de diversas especies. Tras la inyección al tronco de productos fitosanitarios, se producen mecanismos similares de compartimentación (Shigo y Marx, 1977).

Las palmeras no llevan a cabo la compartimentación de tejidos dañados debido a que no existen anillos de crecimiento y a la ausencia de formación de callos de cicatrización que cubran las heridas. Según Shigo (1994), las palmeras realizan el “sellado” de las heridas, desencadenando un proceso similar al observado en árboles durante el primer paso de la compartimentación: necrosis y desecación de las células heridas y células vecinas, producción significativa de fenoles por las células parenquimáticas y, a veces, de suberina y tílides, y, lo más importante, el sellado de la zona de los vasos por los exudados gomosos. De esta forma protegen los tejidos celulares no lesionados del exterior, especialmente para evitar el estrés evaporativo y la introducción y desarrollo de microorganismos.

En conclusión, las palmeras no sólo son perfectamente capaces de sellar sus heridas, sino que son mucho menos frágiles que los árboles cuando se lesionan (Ferry y Gomez, 2014).

### 1.2.2 Métodos y dispositivos de inyección al tronco

En general, hay que distinguir dos partes en los métodos de inyección y los dispositivos asociados: las herramientas para configurar el punto de inyección (perforación con broca o perforación con aguja) y el material para administrar el producto (depósito abierto, cápsula presurizada, jeringa, etc.).

A) DISPOSITIVOS CON TALADRO FRENTE A DISPOSITIVOS SIN TALADRO. Existen dos categorías: métodos

que implican la perforación de un orificio en el tronco con una broca antes de utilizar el dispositivo de inyección y, las técnicas basadas en agujas sin perforación previa. Los diámetros del orificio oscilan entre 2 mm y 9,5 mm. Sólo se han desarrollado dos sistemas basados en agujas para evitar posibles lesiones en los árboles: la tecnología BITE® (P.A.N srl, Padua, Italia) y Wedgle® Direct Inject (ArborSystems LLC, NE USA).

B) TIPOS DE HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN. Una vez realizado el orificio, la solución con el producto fitosanitario se puede introducir en el tronco de diferentes maneras. La mayoría consiste en una cápsula con una cánula o una jeringa que se introduce en el orificio para inyectar la solución. Otros dispositivos son tubos con una bomba o un taladro acoplado a un inyector. Los métodos de inyección también difieren en la presión de inyección que oscila entre 207 kPa y 450 kPa (Berger y Laurent, 2019).

### 1.2.3 Implicaciones fisiológicas de la inyección al tronco

La absorción depende de diversos factores como la presión de inyección, la perforación, la ubicación, la profundidad, el ángulo y el diámetro del orificio o la forma de la aguja o jeringa.

#### A) TAMAÑO DE LA HERIDA

Una broca afilada corta perpendicularmente los vasos del xilema, dejando al descubierto una zona relativamente grande, mejorando así la absorción y distribución de los materiales inyectados. Pero el daño provocado es más extenso que el que generan los orificios perforados con cuchillas o agujas (Aćimović et al., 2016).

Los dispositivos en forma de cuchilla son opciones sin taladro que se insertan en el tronco de modo que su borde más largo esté orientado axialmente y paralelo a las fibras de los vasos del xilema (Montecchio, 2013). Estos dispositivos de inyección se han desarrollado para apro-



vechar la fuerte capacidad de compartimentación de las células del parénquima de los radios y para minimizar el daño y el riesgo de anillamiento. Estos dispositivos se insertan en el tronco a menor profundidad que las brocas, lo que también reduce la extensión del daño radial (Montecchio, 2013).

Los dispositivos basados en agujas son otra alternativa a los dispositivos basados en brocas que pueden acelerar el cierre de la herida al reducir el daño físico a la corteza, el cambium y el tejido xilemático. Estos dispositivos se han diseñado para depositar el líquido inyectado en la interfaz xilema/corteza cerca del cambium para una absorción gradual y controlada. A pesar de que esta metodología puede causar la separación de la corteza del xilema, la mayoría de los dispositivos están diseñados específicamente para reducir la separación de la corteza y minimizar la muerte cambial (Smith y Lewis, 2005). Por lo tanto, son preferibles los dispositivos de inyección de menor diámetro para reducir los riesgos asociados a la inyección (Archer et al., 2022).

Aunque las fresas son las que causan más heridas, son las que se han adoptado más ampliamente porque los líquidos pueden administrarse más rápidamente y en mayor cantidad que cuando se utilizan cuchillas o agujas (Aćimović et al., 2016).

## B) PRESIÓN

En cuanto a la presión, los dispositivos presurizados permiten inyectar cantidades relativamente grandes de producto en un árbol en poco tiempo, el lado negativo es el daño fisiológico generado al árbol al forzar al líquido a través de vasos embolizados o inactivos (Reil, 1979). Los sistemas basados en implantes son dispositivos sin presión que se insertan en un orificio taladrado y se dejan en su sitio mientras liberan lentamente compuestos en el árbol. Los implantes reducen el tiempo y

la mano de obra necesarios para la inyección, ya que los dispositivos pueden dejarse en el árbol indefinidamente. Los efectos fitotóxicos potenciales de los productos químicos administrados con estos métodos pueden ser más graves debido al mayor tiempo de contacto entre el tejido vegetal y el producto químico inyectado, lo que puede aumentar la probabilidad de daños en los puntos de inyección (Stennes y French, 1987). Los sistemas sin presión aumentan el riesgo de fitotoxicidad y limitan la cantidad de compuesto que puede aplicarse, mientras que los sistemas de alta presión aumentan el riesgo de cavitación y suelen requerir puntos de inyección relativamente grandes (Archer et al., 2022).

## 2. OBJETIVO

### Objetivo general

Evaluar las posibilidades del uso de la endoterapia como herramienta de control de *D. frumenti* en palmera canaria, en condiciones de campo.

### Objetivos específicos

- a) Evaluar la eficacia de diferentes combinaciones de materias activas y sistemas inyectoros.
- b) Evaluar la persistencia de los insecticidas en la zona de presencia de la plaga.
- c) Evaluar los posibles daños mecánicos derivados de las inyecciones en el estípite de las palmeras.

## 3. MATERIAL Y MÉTODOS

### 3.1 Localizaciones del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en dos localizaciones geográficas, en el casco urbano de Valle Gran Rey (Valle Gran Rey, La Gomera) y en Punta del Hidalgo (San Cristóbal de La Laguna, Tenerife) (Tabla 1). En Valle Gran Rey, el ensayo se llevó a cabo en las palmeras presentes en los



complejos turísticos Los Tarajales y Las Tres Palmeras, y en la alineación de palmeras presentes en las Avenidas Marítima Charco del Conde, El Llano y La Calera, y en la calle El Mantillo. En Punta del Hidalgo, el ensayo se desarrolló en la alineación de palmeras presentes en la calle Océano Índico. El seguimiento de las palmeras ensayadas se realizó entre los meses de octubre de 2020 y junio de 2023.

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas y periodo de seguimiento de cada localización del ensayo

Isla	Localización (Municipio)	Coordenadas		Periodo de seguimiento	
		Latitud (N)	Longitud (W)	Inicio	Fin
La Gomera	Casco urbano de Valle Gran Rey (Valle Gran Rey)	28°05'43"N	17°20'37"W	22/10/2020	20/06/2023
Tenerife	Calle Océano Índico (Punta del Hidalgo, S. Cristóbal de La Laguna)	28°34'0.2"N	16°19'54"W	19/07/2021	25/07/2023

## 3.2 Tratamientos ensayados

### 3.2.1 Sistemas inyectoros ensayados

A continuación se describen los sistemas inyectoros ensayados y sus principales características, recogidas en la Tabla 2.

**ENDOplant®** (ENDOterapia Vegetal, S.L.) es un sistema inyector que consta de tres partes: un cuerpo central, compuesto por el pistón dosificador, una pistola tipo joystick con pantalla LCD para el control de la aplicación y dos botellas para el producto de inyección. Con este sistema, el primer paso de una inyección en palmera consiste en practicar una perforación con un taladro eléctrico y broca de 6 mm de grosor, a la altura de un tercio por debajo de la valona. A continuación, se coloca en el orificio el ENDOplug, un catéter que permite la entrada del producto e impide la salida del mismo al retirar la aguja. Para finalizar, se coloca la aguja en el catéter y se inyecta el tratamiento fitosanitario específico en el sistema vascular de la palmera. Una vez finalizada la inyección del

producto, se inyecta un fungicida a través del catéter y por último se sella el orificio con pasta cicatrizante. El software que incluye la pistola, predetermina la tipología de árbol o palmera, la porosidad de su sistema vascular y la dosis del producto a utilizar, minimizando cualquier riesgo de error por parte del operario. La inyección en palmeras se realiza a 2,2 bares de presión (ENDOTerapia Vegetal, 2023). La inyección fue llevada a cabo por la empresa aplicadora Tagoro Medioambiente S.L.

**TreeCare®** (Syngenta España, S.A.) es un sistema de microinyección que consiste en un circuito cerrado que introduce el producto en el estípite de la palmera mediante una pistola dosificadora a baja presión. El sistema inyección consiste en taladrar cuatro orificios, espaciados por igual alrededor del diámetro de la palmera, por medio de un taladro con broca de 8 mm de grosor. La perforación se realiza en un ángulo de 20° a una profundidad de aproximadamente un tercio del diámetro de la palmera. Seguidamente, se coloca la lanza en el orificio y se ajusta hasta su correcta posición. Se abre la llave, se enciende el aplicador y se selecciona el modo palmera. La inyección se realiza apretando el gatillo de la pistola dosificadora. Una vez finalizada la inyección de la dosis, se cierra la llave, se retira la lanza y se coloca en su funda. Finalmente, se sella el orificio con un tapón de madera impregnado en fungicida (Syngenta España, 2023a). La inyección fue llevada a cabo por la empresa Sol I Vent Paisatges S.L.

**Ynject® Go** (Fertinyect, S.L.) es una técnica de aplicación basada en un dispositivo autopresurizado para la inyección al tronco a baja presión y alto volumen. La bolsa de Ynject® Go está cargada con 45 ml de una mezcla líquida de aditivos y tensoactivos, que permite la mezcla con fitosanitarios en formato líquido o polvo. Su tecnología permite una absorción en minutos, logrando una buena distribución del producto en la palmera. El siste-



ma de inyección consiste en realizar un orificio en el estípite usando una broca de 8 mm de grosor y penetrando aproximadamente 18 cm. Una vez abierto el orificio, se introduce el conector en el mismo y se acopla la bolsa Ynject® Go en el conector. Automáticamente se abrirá la válvula y el líquido comenzará a repartirse por el interior del estípite de la palmera. No se practica el sellado de los orificios (Fertinyect, 2023). La inyección fue llevada a cabo por la empresa aplicadora Canariensis Paisajes S.L.

**Wedgle Direct-Inject®** (ArborSystems España) es un sistema inyector que consta de dos acopladores que permiten conectar rápidamente la dosis de productos químicos al inyector. El inyector está preajustado para liberar 1 ml de producto químico con cada golpe completo de las palancas. No realiza taladro, la inyección se lleva a cabo por medio de una fina aguja (ArborSystems, 2023). La inyección fue llevada a cabo por la empresa Sol I Vent Paisatges S.L.

**Tabla 2.** Sistemas inyectores ensayados, y sus principales características

Parámetros	ENDOplant®	TreeCare®	
	[ENDOTerapia Vegetal, S.L.]	[Syngenta España, S.A.]	
<b>Presion inyectora</b>	Alta	Baja	
<b>Punto de inyección</b>	A un tercio por debajo de la valona de la palmera	A 30-40 cm de la base del estípite	
<b>Taladro / aguja inyectora</b>	Taladro, con broca de 6 mm	Taladro, con broca de 8 mm	
<b>Nº de orificios por tratamiento</b>	1	4	
<b>Aplicación de fungicida</b>	Si	Si	
<b>Sellado de orificios</b>	Si	Si	
<b>Nº tratamientos por año</b>	2	1	
			

En el caso de la pulverización foliar, la empresa aplicadora fue Gestión del Medio Rural de Canarias, S.A.U.

### 3.2.2 Materias activas ensayadas

A continuación se describen las materias activas ensayados y sus principales características, recogidas en la Tabla 3.

**Epik®** (Sipcam Iberia, S.L.) formulado en polvo soluble y contiene 200 g/kg de Acetamiprid 20%, actúa como insecticida sistémico alterando el funcionamiento del sistema nervioso de los insectos. Según la empresa fabricante, este insecticida se puede usar para controlar el picudo rojo de las palmeras (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) mediante endoterapia, a la dosis de 50 g/hl, con un máximo de 4 aplicaciones por campaña (Sipcam Iberia, 2023).

**Vertimec®** (Syngenta España, S.A.) es un producto natural procedente de la fermentación de la bacteria *Streptomyces*

Tecnología inyectora	
Ynject® Go [Fertinyect, S.L.]	Wedgle Direct-Inject® [ArborSystems España]
Baja	Baja
Entre 30 cm y 1 m de altura del estípite	A 30-40 cm de la base del estípite
Taladro, con broca de 8 mm	Aguja inyectora
4	4
No	No
No	No
4	1
	



*tomyces avermitilis*. Está formulado como un concentrado emulsionable que contiene Abamectina 1,8%, un compuesto que actúa por ingestión y, en menor proporción, por contacto. A nivel fisiológico, posee dos modos de acción, por un lado, se une irreversiblemente a los receptores de GABA en la sinapsis. Esto produce un continuo e irreversible flujo de iones Cloro que van hacia el interior de los tejidos musculares, suprimiendo permanentemente las contracciones de los músculos, visualmente manifestado como parálisis. Según la empresa fabricante, este insecticida se puede usar para para controlar el picudo rojo de las palmeras mediante endoterapia, a la dosis de 20-80 ml/palmera (Syngenta España, 2023).

**Revive II®** (Syngenta España, S.A.) tiene una formulación en microemulsión que contiene un 4% de Benzoato de emamectina 9,5%, lactonas macrocíclicas de origen natural obtenidas por fermentación de la actinobacteria *Streptomyces avermitilis*. Según la empresa fabricante, este insecticida está indicado para controlar el picudo rojo de las palmeras mediante endoterapia, a la dosis de 21 ml/palmera repartidos en 2-4 orificios/palmera,

**Tabla 3.** Tratamientos ensayados, dosis de producto aplicado por palmera, número y localización de

Aplicación	Combinación sistema inyector - materia activa (Producto comercial)		
	Sistema inyector	Materia activa	Producto comercial
Endoterapia	ENDOplant®	Acetamiprid 20%	Epik®
	ENDOplant®	Abamectina 1,8%	Vertimec®
	Ynject® Go	Acetamiprid 20%	Epik®
	Ynject® Go	Abamectina 1,8% + Acetamiprid 20%	Vertimec® + Epik®
	TreeCare®	Benzoato de emamectina 9,5%	Revive II®
	Wedgle Direct-Inject®	Abamectina 1,8%	Vertimec®
<b>Pulverización foliar</b>		Fosmet 50%	Imidan WP®

\* Dosis registrada en España (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020) \*\* (1) Complejo Conde. Tramo II, (4) calle Océano Índico, (5) calle El Mantillo, (6) Avenida Marítima Charco del Conde.

equivalentes a 2 g de materia activa/palmera, con una persistencia que alcanza 1 año (Syngenta España, 2023).

**Imidan WP®** (Kenogard, S.A.) está formulado como polvo mojable que contiene Fosmet 50%, un insecticida organofosforado de amplio espectro, de acción por contacto e ingestión e inhalación, contra larvas minadoras de hojas, mosca de la fruta, cochinillas, taladros, etc. Según la empresa fabricante, este insecticida está indicado para controlar taladros en palmeras ornamentales mediante pulverización foliar, a la dosis de 0,15% (15 g/10 l), mediante dos aplicaciones como máximo por campaña, con un intervalo de 14 días entre las mismas (Kenogard, 2023).

### 3.2.3 Tratamientos ensayados

Se ensayaron seis combinaciones de sistema inyector y materia activa, tal y como se recoge en la Tabla 3.

### 3.3 Capturas de *Diocalandra frumentii*

Al inicio del ensayo, y previo a la aplicación de los primeros tratamientos, se llevó a cabo una medición del nivel de infestación por *D. frumentii* de las palmeras a tratar.

cada tratamiento aplicado

Dosis de producto aplicado por palmera*	Nº tratamientos aplicados en el ensayo	Localización**
0,1 g	2	(1)
50 ml	2	(2)
24 g	3	(3)
20 ml + 20 g	3	(4)
21 ml	1	(5)
50 ml	1	(6)
22,5 g	5	(7)

turístico Los Tarajales, (2) Complejo turístico Las Tres Palmeras, (3) Avenida Marítima Charco del Tramo I y (7) Avenida La Calera.



En cada localización, se seleccionaron cinco palmeras con similar porte y nivel de infestación por *D. frumenti* a las que se les colgó una trampa cebada con atrayentes, entre el primer y segundo anillo de hojas en verde de la valona (Figura 5), en orientación sur. En total se realizó el seguimiento de 35 palmeras, durante los 12 primeros meses tras la aplicación de los tratamientos y, posteriormente, en los meses 16º, 19º, 23º, 27º y 32º posterior al tratamiento. Además de las 35 palmeras tratadas, se realizó el seguimiento de cinco palmeras testigo, situadas en la Avenida El Llano, lo que permitió establecer comparativas entre la dinámica poblacional de *D. frumenti* en palmeras tratadas y no tratadas, durante el periodo de ensayo.



**Figura 5.** Montaje y colocación de las trampas de *D. frumenti* en la valona de la palmera.

### **3.4 Persistencia de los insecticidas en la zona de presencia de la plaga**

Para evaluar la persistencia de cada insecticida, se tomaron un total de 784 muestras foliares en las 35 palmeras que integraron el ensayo, durante el periodo de seguimiento.

Las muestras consistieron en 50 cm de hoja de palmera del extremo distal del raquis de: a) una hoja vieja (HV),

tomada de un anillo de hojas en verde de la zona basal, y b) de una hoja joven completamente expandida (HJ), tomada del área de crecimiento o palmito de la valona de la palmera (Figura 6). La base de las hojas se considera la parte más susceptible al ataque de *D. frumenti* en palmera canaria (Salomone et al., 2000), por ello, el objetivo de tomar las muestras foliares en ambas zonas fue comprobar si se registraba movilidad de las materias activas hacia la zona basal o hacia el área de crecimiento de la valona de la palmera, afectando a las zonas de presencia de la plaga.

La detección de materia activa en hoja, expresado en miligramos de plaguicida por kilo de material vegetal (mg/kg), permitió determinar la persistencia de la materia activa en la palmera tratada, durante el periodo de seguimiento. Las muestras foliares fueron analizadas por el Laboratorio de Residuos Fitosanitarios de Canarias, ubicado en el Departamento de Análisis Ambiental del Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) en Agüimes (Gran Canaria).



**Figura 6.** Toma de muestras foliares para el análisis de residuos. Las muestras consistieron en 50 cm de hoja de la parte distal del raquis de una: a) hoja vieja (HV) y b) hoja joven, completamente expandida (HJ).



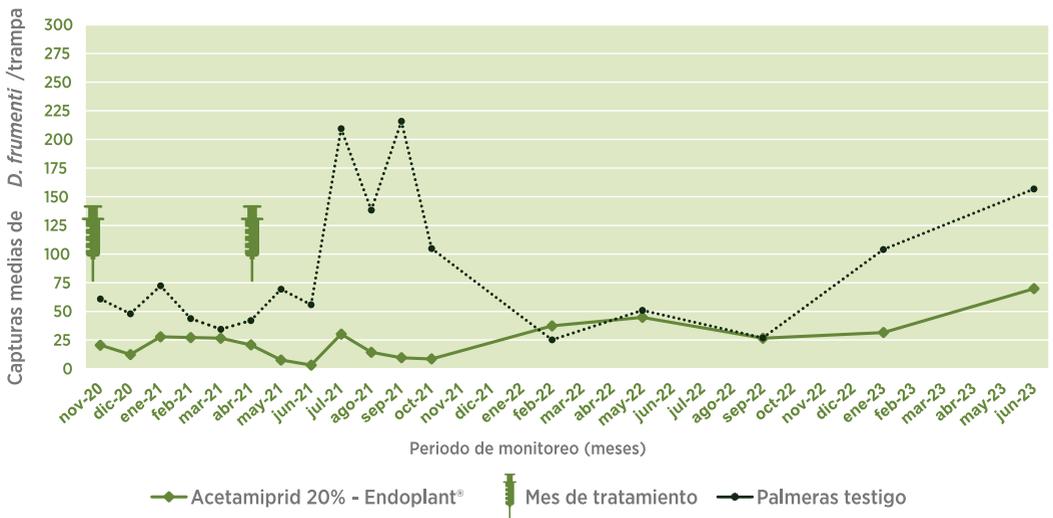
### 3.5 Daños mecánicos derivados de las inyecciones

Para evaluar los posibles daños mecánicos derivados de las inyecciones, se realizaron observaciones mensuales en las 35 palmeras de ensayo. De cada palmera se observaba el porte general de la misma, y la presencia/ausencia de zonas ennegrecidas, con exudaciones o podredumbres en la zona de los pinchazos. La toma de fotos mensuales permitió comparar la evolución de las palmeras tratadas durante el periodo de seguimiento.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ENDOplant® - Acetamiprid 20%

En el complejo turístico Los Tarajales se aplicaron dos tratamientos a las palmeras con Acetamiprid 20% mediante el sistema inyector ENDOplant®, en los meses de octubre de 2020 y abril de 2021, no observándose una clara reducción de las capturas de *D. frumenti*, tal y como puede observarse en la Figura 7.



**Figura 7.** Capturas de *D. frumenti* registradas en palmeras testigo (color naranja) y en palmeras tratadas con Acetamiprid 20%, aplicado con ENDOplant®, tras realizar el primer tratamiento en octubre de 2020 y el segundo tratamiento en abril de 2021, durante el periodo de ensayo.

El análisis de la materia activa en el tejido vegetal muestreado reveló que en los 16 muestreos realizados en las palmeras tratadas se registraron valores inferiores al límite mínimo detectable por la técnica, tanto en hoja vieja como en hoja joven (Anexo 1).

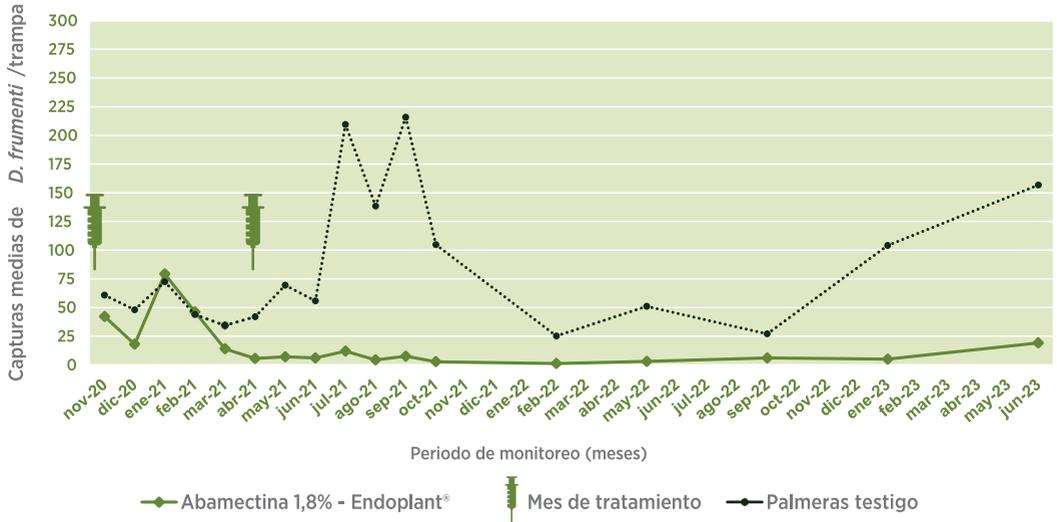
Respecto a los daños mecánicos derivados de las inyecciones, a lo largo de los tres años de ensayo no se observaron deterioros en ninguna palmera ensayada.

Consideramos que los resultados obtenidos con este tratamiento de deben a que las palmeras de ensayo estaban muy próximas entre sí y, al inicio del ensayo, las coronas presentaban una alta cantidad de hojas lo que dificultó la difusión de los atrayentes presentes en las trampas, por lo que los registros de capturas fueron más bajos de lo que hubiese cabido esperar. En octubre de 2021 el personal del complejo realizó la poda y acondicionamiento de las palmeras, lo que se tradujo en un registro real de capturas de *D. frumenti* a partir de ese momento. Se observa que la dosis de Acetamiprid 20% inyectada a las palmeras mediante ENDOplant® resultó ser insuficiente para controlar a *D. frumenti*, lo que explicaría que no se hubiese detectado residuo en hoja en la totalidad de análisis realizados.

### **ENDOplant® - Abamectina 1,8%**

En el complejo turístico Las Tres Palmeras, a las palmeras seleccionadas se le aplicaron dos tratamientos con Abamectina 1,8% mediante el sistema inyector ENDOplant®, en octubre de 2020 y en abril de 2021, observado que a partir del segundo tratamiento las capturas de *D. frumenti* se mantuvieron siempre bajas, con valores próximos a cero, durante los dos años de seguimiento posteriores (Figura 8).

El análisis de la materia activa en el tejido vegetal muestreado mostró que la mayor cantidad de Abamectina 1,8%



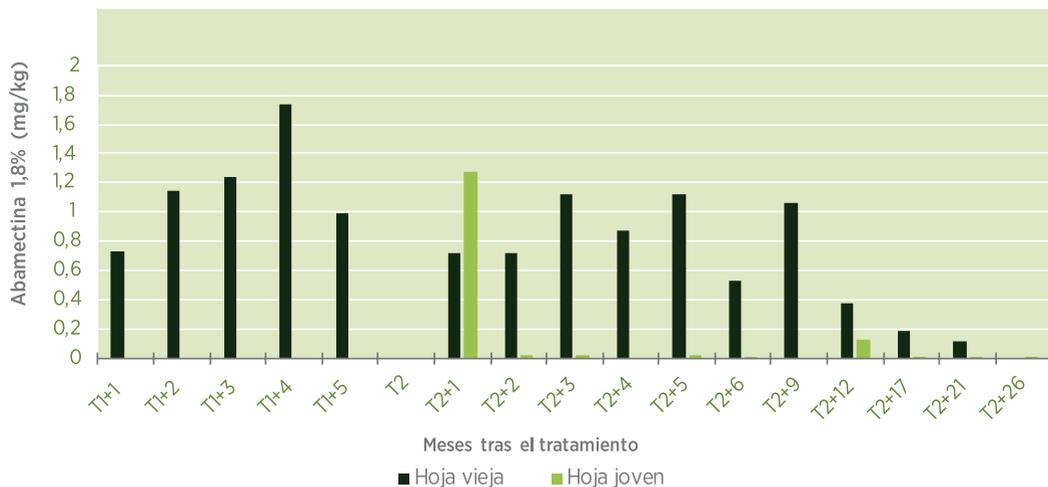
**Figura 8.** Capturas de *D. frumenti* registradas en palmeras testigo (color naranja) y en palmeras tratadas con Abamectina 1,8%, aplicado con ENDOplant® (color azul), tras realizar el primer tratamiento en octubre de 2020 y el segundo tratamiento en abril de 2021, durante el periodo de ensayo.

se detectó en hoja vieja a los cuatro meses del primer tratamiento (1,7373 mg/kg) y a los tres meses del segundo tratamiento (1,1240 mg/kg). En la mayoría de los muestreos se registró mayor cantidad de residuo en hoja vieja que en hoja joven. Los análisis de las muestras foliares tomadas en junio de 2023 revelaron que se detectó residuo de Abamectina 1,8% en hoja joven (0,0020 mg/kg), registrando valores inferiores al límite mínimo detectable en las hojas viejas, con lo cual se comprueba que la materia activa presenta un alto grado de persistencia en la palmera (Figura 9 y Anexo 1).

Respecto a los daños mecánicos derivados de las inyecciones, a lo largo de los tres años de ensayo no se observaron deterioros en ninguna palmera ensayada.

En este ensayo se ha comprobado que el tratamiento de las palmeras con Abamectina 1,8% ha resultado eficaz en el control de *D. frumenti*, logrando mantener a la pal-

mera libre de plaga durante un periodo de dos años tras completar la pauta del tratamiento.

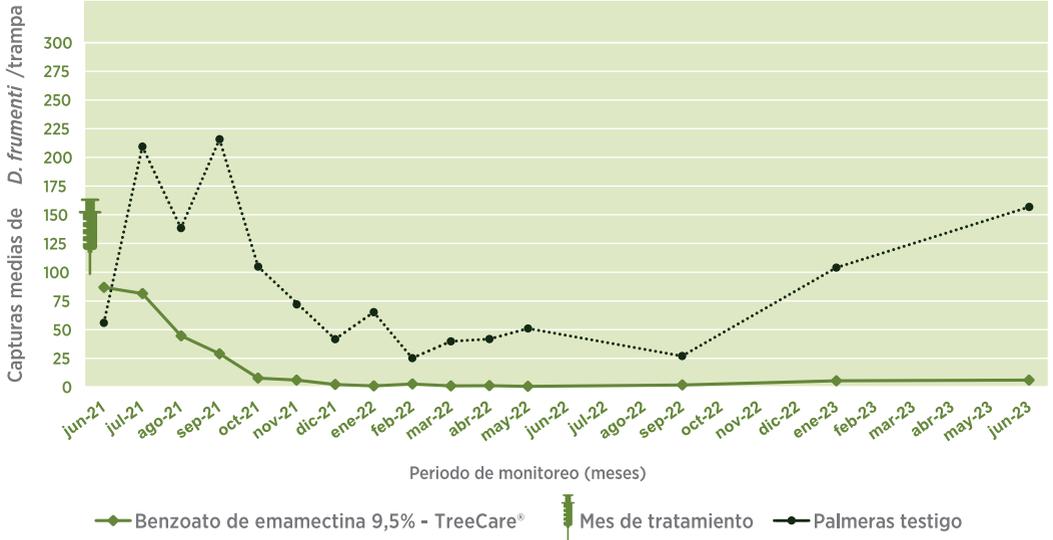


**Figura 9.** Concentraciones de Abamectina al 1,8%, aplicada con el sistema inyector ENDOplant®, registradas en hoja vieja y hoja joven durante los meses de seguimiento.

### TreeCare® - Benzoato de emamectina 9,5%

En la calle El Mantillo se trataron las palmeras con Benzoato de emamectina 9,5% mediante el sistema inyector TreeCare®, observando que, tras un único tratamiento realizado en mayo de 2021, las capturas se mantuvieron siempre bajas en los dos años posteriores, con valores próximos a cero (Figura 10).

El análisis de la materia activa en el tejido vegetal muestreado mostró que, la mayor cantidad de Benzoato de emamectina 9,5% se detectó al mes siguiente del único tratamiento realizado, registrando 0,5098 mg/kg en hoja vieja y 0,2880 mg/kg en hoja joven. En la mayoría de los muestreos se registró mayor cantidad de residuo en hoja vieja que en hoja joven. Los análisis de las muestras foliares tomadas en junio de 2023 revelaron que se detectó residuo de Benzoato de emamectina 9,5% tanto en hoja vieja como en hoja joven, con lo cual se comprueba que



**Figura 10.** Capturas de *D. frumenti* registradas en palmeras testigo (color naranja) y en palmeras tratadas con Benzoato de emamectina 9,5%, aplicado con TreeCare®, tras realizar un único tratamiento en mayo de 2021, durante el periodo de ensayo.

la materia activa presenta un grado de persistencia en la palmera muy elevado (Figura 11 y Anexo 1).

Respecto a los daños mecánicos derivados de las inyecciones, a lo largo de los dos años de ensayo no se observaron deterioros en ninguna palmera ensayada.

En este ensayo se ha comprobado que una sola inyección de Benzoato de emamectina 9,5% resultó ser muy eficaz para controlar y proteger a la palmera frente a *D. frumenti* y para mantenerla libre de plaga durante un periodo de dos años. Para *R. ferrugineus*, Mashal y Obeidat (2019) obtuvieron porcentajes de mortalidad del 98,8% cuando las palmeras fueron tratadas con Revive II® 9,5%. Según los resultados obtenidos por Chihaoui-Meridja et al. (2020), el Benzoato de emamectina es capaz de proteger a las palmeras de la infestación del picudo rojo durante 9 meses. Según diversos autores, la microinyección con Benzoato de emamectina 9,5% puede conseguir la



**Figura 11.** Concentraciones de Benzoato de emamectina 9,5%, aplicada con el sistema inyector TreeCare®, registradas en hoja vieja y hoja joven durante los meses de seguimiento.

curación del 100% de las palmeras infestadas (Gomez y Ferry, 2019; Mashal y Obeidat, 2019).

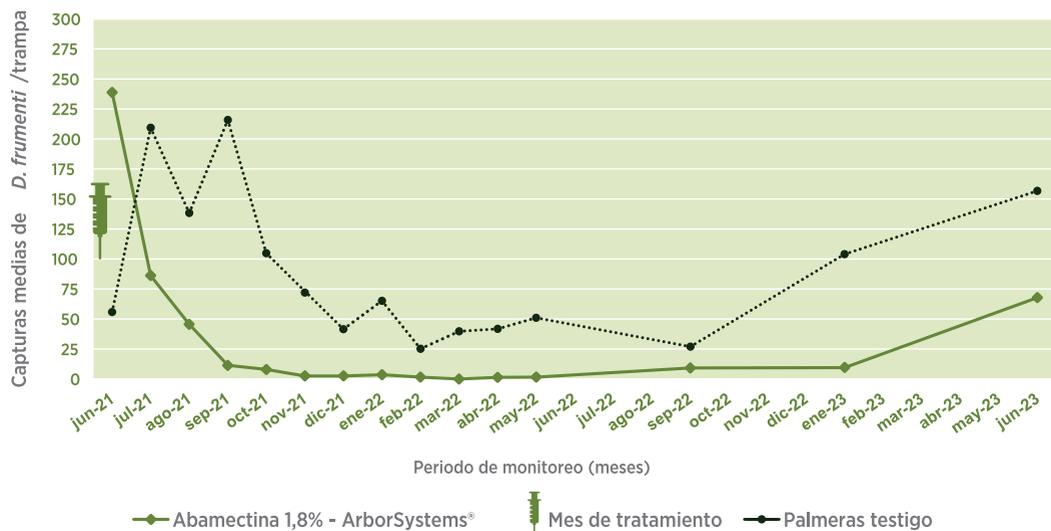
Se recomienda realizar inyecciones con materias activas con alta persistencia en palmeras de alto porte, de difícil acceso o centenarias. Además de aumentar la protección de la palmera frente a *D. frumenti*, el ahorro de tiempo y dinero permitiría la organización de los tratamientos de todas las palmeras situadas en la zona afectada, y en consecuencia, la rápida contención de la plaga.

### **Wedgle Direct-Inject® - Abamectina 1,8%**

En el tramo I de la Avenida Marítima Charco del Conde se trataron las palmeras con Abamectina 1,8% mediante el sistema inyector Wedgle Direct-Inject®, observando que tras un único tratamiento realizado en mayo de 2021, las capturas descendieron bruscamente manteniéndose con valores próximos a cero durante un periodo de 16 meses, hasta enero de 2023, momento a partir del cual



experimentaron un aumento progresivo registrando en junio de 2023 capturas medias de 67,8 adultos/trampa (Figura 12).

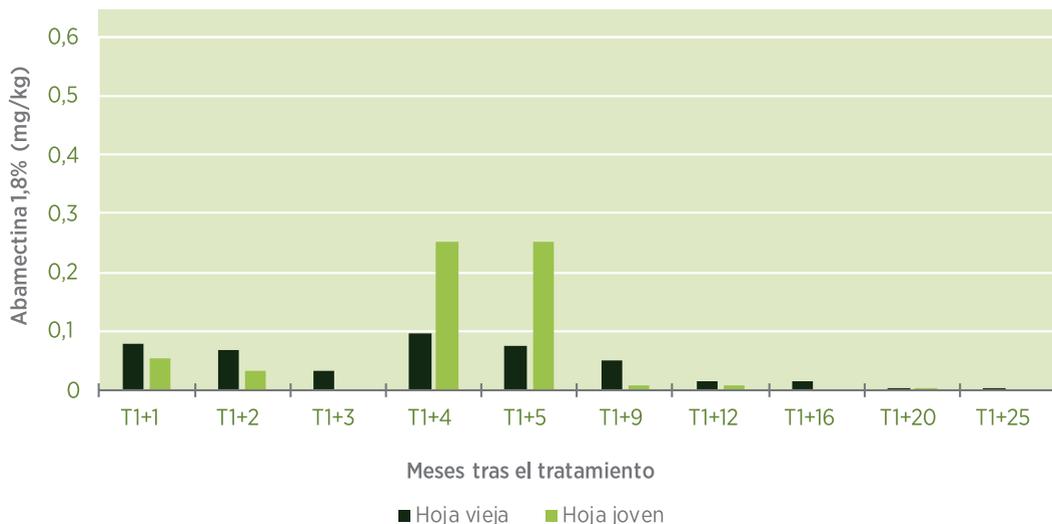


**Figura 12.** Capturas de *D. frumenti* registradas en palmeras testigo (color naranja) y en palmeras tratadas con Abamectina 1,8%, aplicado con Wedggle Direct-Inject® (color azul), tras realizar un único tratamiento en mayo de 2021, durante el periodo de ensayo.

El análisis de la materia activa en el tejido vegetal muestreado indicó que, la mayor cantidad de Abamectina 1,8% se registró a los cuatro meses del único tratamiento realizado, detectando 0,0962 mg/kg en hoja vieja y 0,2533 mg/kg en hoja joven. En la mayoría de los muestreos se registró mayor cantidad de residuo en hoja vieja que en hoja joven. Los análisis de las muestras foliares tomadas en junio de 2023 revelaron que se detectó residuo de Abamectina 1,8% en hojas viejas, registrando valores inferiores al límite mínimo detectable en hojas jóvenes, con lo cual se comprueba que la materia activa presenta un alto grado de persistencia en la palmera (Figura 13 y Anexo 1).

Respecto a los daños mecánicos derivados de las inyecciones, a lo largo de los dos años de ensayo no se obser-

varon deterioros en ninguna palmera ensayada. Este sistema de inyección no perforante minimiza las cicatrices causadas en las palmeras tratadas.



**Figura 13.** Concentraciones de Abamectina 1,8%, aplicada con el sistema inyector Wedgle Direct-Inject®, registradas en hoja vieja y hoja joven durante los meses de seguimiento.

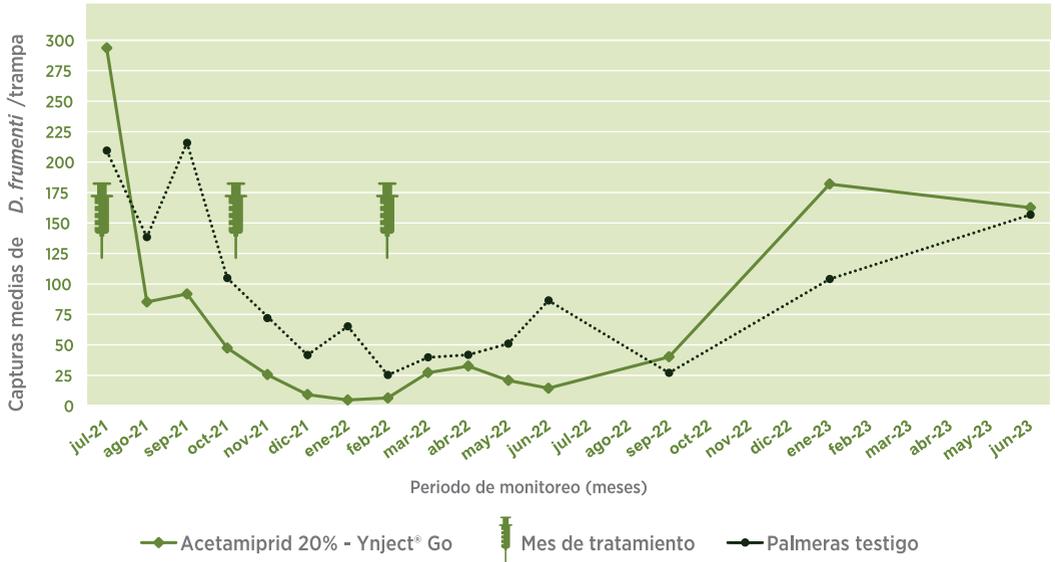
En este ensayo se ha comprobado que una sola inyección de Abamectina 1,8% aplicada mediante el sistema Wedgle Direct-Inject® resultó ser eficaz en el control de *D. frumenti*, manteniendo protegidas y libres de plaga a las palmeras tratadas durante más de un año, momento a partir del cual se recomienda realizar una nueva inyección en las palmeras para evitar los repuntes en las capturas.

### **Ynject® Go - Acetamiprid 20%**

En el tramo II de la Avenida Marítima Charco del Conde se trataron las palmeras con Acetamiprid 20% usando el sistema inyector Ynject® Go, observando que las capturas de *D. frumenti* descendieron bruscamente tras el primer tratamiento realizado en junio de 2021, manteniéndose los registros siempre inferiores a los de las pal-



meras testigo hasta junio de 2022, momento a partir del cual las capturas de *D. frumenti* aumentaron, alcanzando valores superiores a los registrados en las palmeras testigo a partir de septiembre de 2022 (Figura 14).

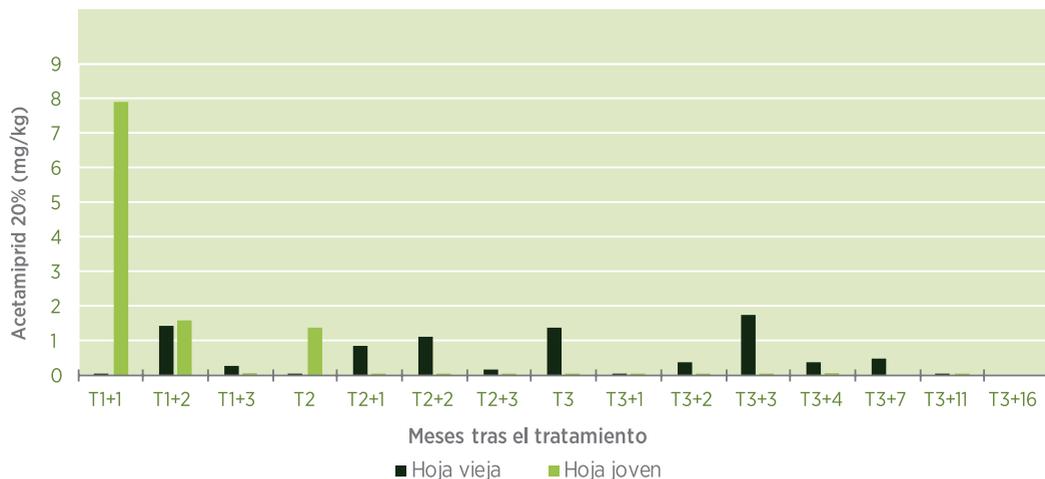


**Figura 14.** Capturas de *D. frumenti* registradas en palmeras testigo (color naranja) y en palmeras tratadas con Acetamiprid 20%, aplicado con Ynject® Go (color azul), tras realizar tres tratamientos en los meses de junio y octubre de 2021 y en febrero de 2022, durante el periodo de ensayo.

El análisis de la materia activa en el tejido vegetal muestreado indicó que, la mayor cantidad de Acetamiprid 20% se registró al mes siguiente del primer tratamiento realizado, detectando 7,9000 mg/kg en hoja joven (Figura 15). A partir del segundo mes tras el primer tratamiento, los valores de residuos registrados fueron muy inferiores, oscilando entre 1,7467 mg/kg y 0,0030 mg/kg (Anexo 1).

Respecto a los daños mecánicos derivados de las inyecciones, a lo largo de los dos años de ensayo no se observaron deterioros en ninguna palmera ensayada. Los puntos de inyección se podían identificar con facilidad debido a que mostraban un color más oscuro que el res-

to del estípite, aunque con aspecto saludable, con el tejido compacto, sin zonas huecas y sin exudaciones.



**Figura 15.** Concentraciones de Acetamiprid 20%, aplicada con el sistema inyector Ynject® Go, registradas en hoja vieja y hoja joven durante los meses de seguimiento.

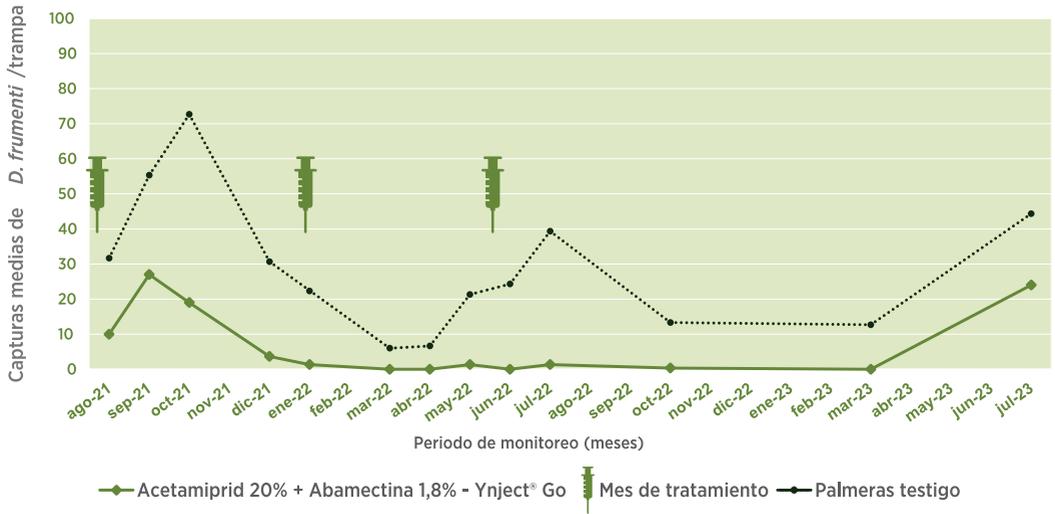
En este ensayo se ha comprobado que la materia activa Acetamiprid 20% presenta una baja persistencia en la palmera, hecho que se comprueba con el aumento de capturas que se experimenta una vez se ha completado la pauta del tratamiento y con los bajos valores de residuos registrados a partir del primer mes tras el primer tratamiento. Los tratamientos por inyección con materias activas de baja persistencia presentan el mismo inconveniente que los tratamientos con insecticidas químicos aplicados mediante pulverización aérea, los cuales deben aplicarse con demasiada frecuencia para que sean viables a largo plazo (Ferry y Gomez, 2014).

### **Ynject® Go - Acetamiprid 20% + Abamectina 1,8%**

En la calle Océano Índico, en Punta del Hidalgo, se trataron las palmeras con el sistema inyector Ynject® Go, cuyas bolsas presurizadas estaban cargadas con Acetamiprid 20% y Abamectina 1,8%, observando que tras rea-



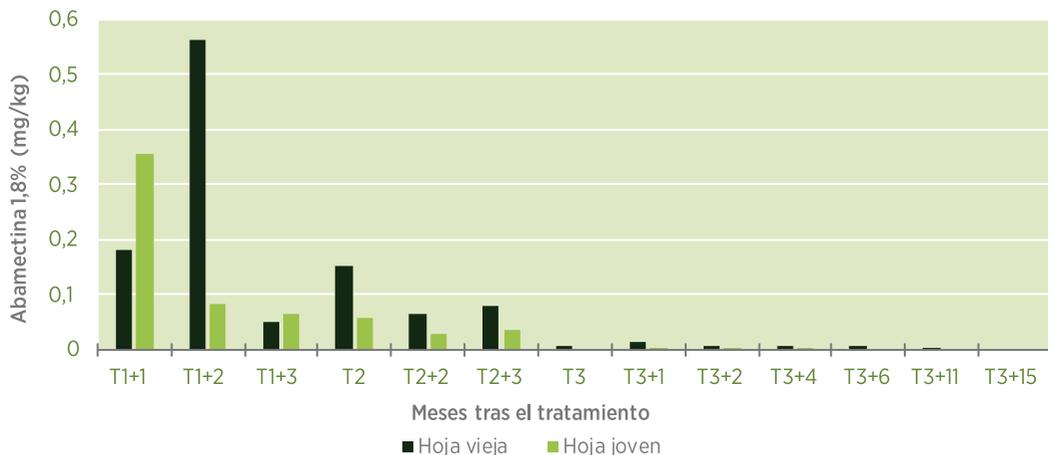
lizar el primer tratamiento en julio de 2021 las capturas se mantuvieron bajas, con valores próximos a cero, hasta completar la pauta del tratamiento en julio de 2022, manteniendo la persistencia en la palmera hasta marzo de 2023, momento a partir del cual las capturas experimentaron un aumento, indicando la conveniencia de realizar un nuevo tratamiento en las palmeras tratadas (Figura 16).



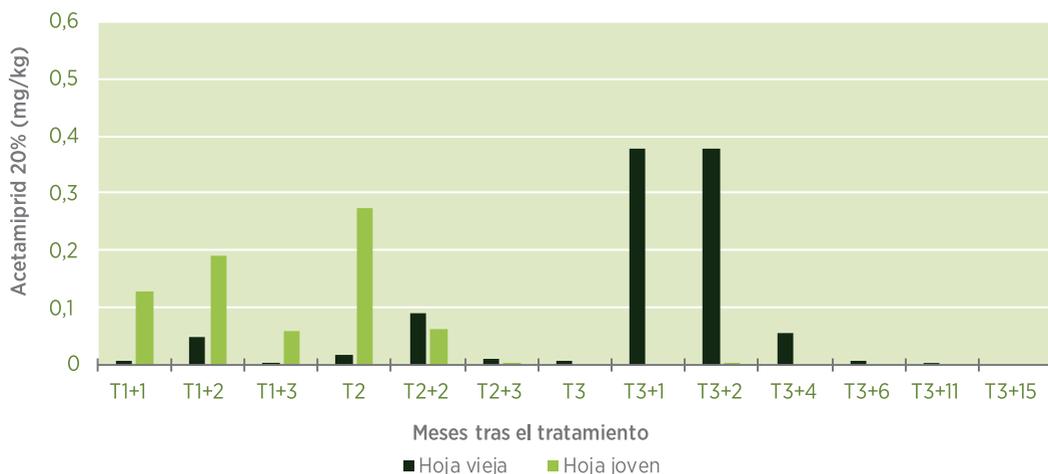
**Figura 16.** Capturas de *D. frumenti* registradas en palmeras testigo (color naranja) y en palmeras tratadas con Abamectina 1,8% + Acetamiprid 20%, aplicado con Ynject® Go (color azul), tras realizar tres tratamientos en los meses de julio y diciembre de 2021 y en abril de 2022, durante el periodo de ensayo.

El análisis de la materia activa en el tejido vegetal muestreado mostró que, la mayor cantidad de Abamectina 1,8% se registró a los dos meses tras el primer tratamiento, detectando 0,5625 mg/kg en hoja vieja. En la mayoría de los muestreos se registró mayor cantidad de residuo en hoja vieja que en hoja joven. Los análisis de las muestras foliares tomadas en junio de 2023 revelaron que se detectó residuo de Abamectina 1,8% en hojas viejas, registrando valores inferiores al límite mínimo detectable en hojas jóvenes, con lo cual se comprueba que la ma-

teria activa presenta un alto grado de persistencia en la palmera (Figuras 17 y 18 y Anexo 1).



**Figura 17.** Concentraciones de Abamectina 1,8% aplicados con el sistema inyector Ynject® Go, registrados en hoja vieja y hoja joven durante los meses de seguimiento.



**Figura 18.** Concentraciones de Acetamiprid 20%, aplicados con el sistema inyector Ynject® Go, registrados en hoja vieja y hoja joven durante los meses de seguimiento.

Respecto a los daños mecánicos derivados de las inyecciones, a lo largo de los dos años de ensayo no se observaron deterioros en ninguna palmera ensayada. De for-



ma puntual, en abril de 2022 se observaron exudaciones en los puntos de inyección de las palmeras tratadas tras unos días de lluvias en la zona (Figura 19). La empresa aplicadora argumentó que debido al aumento de presión en la zona de la cicatriz, ésta se fisuró al disolverse los geles pectínicos con el agua de la lluvia.



**Figura 19.** Observación de exudaciones en los puntos de inyección de las palmeras tratadas con el sistema Ynject® Go en calle Océano Índico (Punta del Hidalgo, San Cristóbal de La Laguna), a fecha abril de 2022.

En las observaciones posteriores se comprobó que la cicatriz selló correctamente y remitieron los exudados, sólo observando el daño estético en las palmeras (Figura 20).

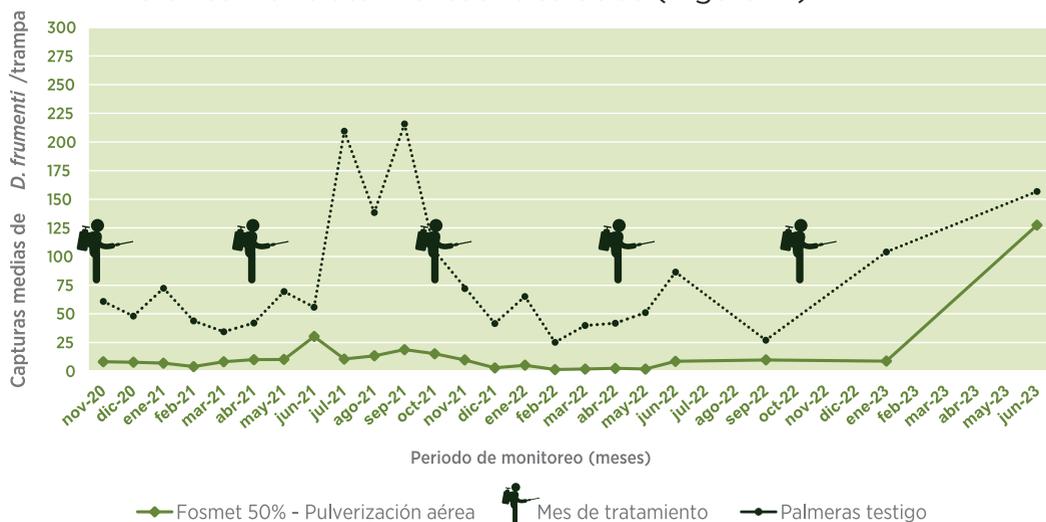


**Figura 20.** Aspecto que presentaban los puntos de inyección de las palmeras tratadas con el sistema Ynject® Go en calle Océano Índico (Punta del Hidalgo, San Cristóbal de La Laguna), a fecha marzo de 2023.

En este ensayo se ha comprobado que para el sistema Ynject® Go, la aplicación conjunta de Abamectina 1,8% y Acetamiprid 20% resultó ser más eficaz que la aplicación de Acetamiprid 20% de forma aislada.

### Pulverización foliar - Fosmet 50%

En cuanto a la pulverización foliar llevada a cabo en la Avenida La Calera con la materia activa Fosmet 50%, se observa que durante los dos años (octubre de 2020 a octubre de 2022) en el que se cumplió la pauta de dos tratamientos anuales, uno en primavera y otro en otoño, en las palmeras se registraron capturas bajas, con valores próximos a cero. La autorización de uso del Fosmet 50% terminó el 01 de noviembre de 2022, por ello, la aplicación correspondiente a la primavera de 2023 no se llevó a cabo y eso se tradujo en un aumento de capturas registradas en junio de 2023, con lo cual, la persistencia de esta materia activa en la palmera es baja, lo que fuerza a realizar tratamientos reiterados (Figura 21).



**Figura 21.** Capturas de *D. frumenti* registradas en palmeras testigo (color naranja) y en palmeras tratadas con Fosmet 50%, aplicado por pulverización foliar (color azul), tras realizar dos tratamientos anuales (abril y octubre) durante el periodo de seguimiento, durante el periodo de ensayo.



## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio muestran mayor eficacia del Benzoato de emamectina 9,5% y Abamectina 1,8% en comparación con el Acetamiprid 20%, en el control de *D. frumenti* en palmera canaria, bajo condiciones de campo. La materia activa Acetamiprid 20% inyectada mediante el sistema ENDOplant® resultó ser ineficaz en el control de *D. frumenti* y, con el sistema Ynject® Go, la aplicación conjunta de Acetamiprid 20% y Abamectina 1,8% resultó ser más eficaz que la aplicación de Acetamiprid 20% de forma aislada.

La materia activa con mayor persistencia en la palmera fue Benzoato de emamectina 9,5%, manteniendo a la palmera tratada libre de plaga durante un periodo de dos años, seguida de Abamectina 1,8%, con periodos de protección superiores a un año. Acetamiprid 20% inyectado con el sistema Ynject® Go presentó una baja persistencia en la palmera, con repuntes de capturas tras completar la pauta del tratamiento, lo que fuerza a llevar a cabo tratamientos reiterados.

En base a nuestras observaciones, no se registraron daños mecánicos derivados de las inyecciones a lo largo de los tres años de duración del estudio, independientemente del sistema inyector ensayado. Los cuatro sistemas inyectores ensayados se consideran aptos para el control de *D. frumenti* en palmera canaria, aunque se sugiere priorizar aquellos métodos de inyección no perforantes para minimizar la herida de inyección.

Se recomienda realizar inyecciones con materias activas con alta persistencia en palmeras de alto porte, de difícil acceso o centenarias. Además de aumentar la protección de la palmera frente a *D. frumenti*, el ahorro de tiempo y dinero permitiría la organización de los tratamientos de todas las palmeras situadas en la zona afectada, y en consecuencia, la rápida erradicación de la plaga.

Estudios futuros contemplan estudiar aspectos como: a) el cálculo de las dosis letales para cada materia activa mediante bioensayos similares a los propuestos por Ferry y Gomez (2014) para *R. ferrugineus*, b) comprobar el efecto que genera la endoterapia sobre los polinizadores en palmeras y c) evaluar la persistencia de los insecticidas en palmeras a las que se les practica la técnica del guarapeo para la extracción de guarapo con fines alimenticios.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración prestada por D. Franchesco Salomone del área de Parques y Jardines del Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna, permitiendo completar este estudio en Punta del Hidalgo; así como a D. Ricardo Díaz y su equipo, del Laboratorio de Residuos Fitosanitarios de Canarias, por el procesado y análisis de las muestras foliares de palmera. Además, agradecen la colaboración de las empresas aplicadoras Tagoro Medioambiente S.L., Sol I Vent Paisatges S.L. y Canariensis Paisajes S.L. Por último, agradecen el apoyo prestado en campo por las empresas UTE Jardines La Laguna y Gestión del Medio Rural de Canarias S.A.U. y en laboratorio a D. José Ramón Estévez por llevar a cabo los recuentos de adultos de *D. frumenti* capturados.



## 7. ANEXO

TRATAMIENTOS		PLAGUICIDA (MG/KG)					
		T1	T1+1	T1+2	T1+3	T1+4	T1+5
		oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21
<b>Acetamiprid 20% - Endoplant®</b>	<b>Hoja basal</b>		< LDA				
	<b>Hoja joven</b>						

TRATAMIENTOS		PLAGUICIDA (MG/KG)					
		T1	T1+1	T1+2	T1+3	T1+4	T1+5
		oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21
<b>Abamectina 1,8% - Endoplant®</b>	<b>Hoja vieja</b>		<b>0,7272</b>	<b>1,1421</b>	<b>1,2447</b>	<b>1,7373</b>	<b>0,9968</b>
	<b>Hoja joven</b>						

TRATAMIENTOS		PLAGUICIDA (MG/KG)					
		T1+0	T1+1	T1+2	T1+3	T1+4	T1+5
		may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sept-21	oct-21
<b>Abamectina 1,8% - ArborSystems®</b>	<b>Hoja vieja</b>	< LDA	<b>0,0784</b>	<b>0,0678</b>	<b>0,0343</b>	<b>0,0962</b>	<b>0,0764</b>
	<b>Hoja joven</b>	<b>0,0027</b>	<b>0,0538</b>	<b>0,0340</b>	< LDA	<b>0,2533</b>	<b>0,2533</b>

TRATAMIENTOS		PLAGUICIDA (MG/KG)					
		T1+0	T1+1	T1+2	T1+3	T1+4	T1+5
		may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sept-21	oct-21
<b>Benzoato de emamectina 9,5% - TreeCare®</b>	<b>Hoja vieja</b>	<b>0,0053</b>	<b>0,5098</b>	<b>0,1546</b>	<b>0,3840</b>	<b>0,4260</b>	<b>0,2030</b>
	<b>Hoja joven</b>	<b>0,0092</b>	<b>0,2880</b>	<b>0,0535</b>	<b>0,0147</b>	< LDA	<b>0,0288</b>

TRATAMIENTOS		PLAGUICIDA (MG/KG)					
		T1	T1+1	T1+2	T1+3	T2	T2+1
		jun-21	jul-21	ago-21	sept-21	oct-21	nov-21
<b>Acetamiprid 20% - Ynject® Go</b>	<b>Hoja vieja</b>	< LDA	<b>0,0323</b>	<b>1,4353</b>	<b>0,3020</b>	<b>0,0490</b>	<b>0,8610</b>
	<b>Hoja joven</b>	< LDA	<b>7,9000</b>	<b>1,6108</b>	<b>0,0555</b>	<b>1,3843</b>	<b>0,0074</b>

TRATAMIENTOS		PLAGUICIDA (MG/KG)					
		T1	T1+1	T1+2	T1+3	T2	T2+2
		jul-21	ago-21	sept-21	oct-21	dic-21	feb-22
<b>Abamectina 1,8% - Acetamiprid 20% - Ynject® Go</b>	<b>Abamectina 1,8% - hoja vieja</b>	< LDA	<b>0,1808</b>	<b>0,5625</b>	<b>0,0515</b>	<b>0,1533</b>	<b>0,0663</b>
	<b>Abamectina 1,8% - hoja joven</b>	< LDA	<b>0,3550</b>	<b>0,0840</b>	<b>0,0647</b>	<b>0,0575</b>	<b>0,0280</b>
	<b>Acetamiprid 20% - hoja vieja</b>	< LDA	<b>0,0067</b>	<b>0,0500</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0170</b>	<b>0,0910</b>
	<b>Acetamiprid 20% - hoja joven</b>	< LDA	<b>0,1298</b>	<b>0,1925</b>	<b>0,0605</b>	<b>0,2740</b>	<b>0,0617</b>

(LDA\* ≤ 0,0020)

**Tabla.** Residuos de plaguicida (mg/kg) registrados en hoja vieja y hoja joven a lo largo del periodo de seguimiento y para todos los tratamientos ensayados.

PERIODO DE SEGUIMIENTO (MESES)											
T2	T2+1	T2+2	T2+3	T2+4	T2+5	T2+6	T2+9	T2+12	T2+17	T2+21	T2+26
abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sept-21	oct-21	ene-22	abr-22	sept-22	ene-23	jun-23
< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA
< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA	< LDA

PERIODO DE SEGUIMIENTO (MESES)											
T2	T2+1	T2+2	T2+3	T2+4	T2+5	T2+6	T2+9	T2+12	T2+17	T2+21	T2+26
abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sept-21	oct-21	ene-22	abr-22	sept-22	ene-23	jun-23
<b>0,7240</b>	<b>0,7220</b>	<b>1,1240</b>	<b>0,8760</b>	<b>1,1</b>	<b>0,53</b>	<b>1,0660</b>	<b>0,3822</b>	<b>0,1857</b>	<b>0,1170</b>	<b>&lt; LDA</b>	
<b>1,2740</b>	<b>0,0218</b>	<b>0,0218</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>0,0240</b>	<b>0,0150</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>0,1313</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0020</b>

PERIODO DE SEGUIMIENTO (MESES)				
T1+9	T1+12	T1+16	T1+20	T1+25
feb-22	may-22	sept-22	ene-23	jun-23
<b>0,0515</b>	<b>0,0154</b>	<b>0,0150</b>	<b>0,0030</b>	<b>0,0030</b>
<b>0,0065</b>	<b>0,0067</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>0,0010</b>	<b>&lt; LDA</b>

PERIODO DE SEGUIMIENTO (MESES)				
T1+9	T1+12	T1+16	T1+20	T1+25
feb-22	may-22	sept-22	ene-23	jun-23
<b>0,1898</b>	<b>0,0402</b>	<b>0,0130</b>	<b>0,0075</b>	<b>0,0038</b>
<b>0,0040</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>0,0035</b>	<b>0,0020</b>	<b>0,0050</b>

PERIODO DE SEGUIMIENTO (MESES)									
T2+2	T2+3	T3	T3+1	T3+2	T3+3	T3+4	T3+7	T3+11	T3+16
dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	sept-22	ene-23	jun-23
<b>1,1002</b>	<b>0,1900</b>	<b>1,3836</b>	<b>0,0306</b>	<b>0,3648</b>	<b>1,7467</b>	<b>0,4012</b>	<b>0,5096</b>	<b>0,0030</b>	<b>&lt; LDA</b>
<b>0,0070</b>	<b>0,0100</b>	<b>0,0060</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0073</b>	<b>0,0240</b>	<b>0,0670</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>0,0040</b>	<b>&lt; LDA</b>

PERIODO DE SEGUIMIENTO (MESES)							
T2+3	T3	T3+1	T3+2	T3+4	T3+6	T3+11	T3+15
mar-22	abr-22	may-22	jun-22	ago-22	oct-22	mar-23	jul-23
<b>0,0797</b>	<b>0,0076</b>	<b>0,0151</b>	<b>0,0073</b>	<b>0,0070</b>	<b>0,0060</b>	<b>0,0030</b>	<b>&lt; LDA</b>
<b>0,0360</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>0,0034</b>	<b>0,0050</b>	<b>0,0040</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>&lt; LDA</b>
<b>0,0120</b>	<b>0,0078</b>	<b>0,3783</b>	<b>0,3763</b>	<b>0,0557</b>	<b>0,0067</b>	<b>0,0010</b>	<b>&lt; LDA</b>
<b>0,0050</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>0,0050</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>&lt; LDA</b>	<b>&lt; LDA</b>



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aćimović, S. G., Cregg, B. M., Sundin, G. W., & Wise, J. C. (2016). Comparison of drill- and needle-based tree injection technologies in healing of trunk injection ports on apple trees. *Urban Forestry and Urban Greening*, 19, 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.07.003>.

ArborSystems. (2023). Wedgle Direct-Inject®. <https://www.arborsystems.es/>.

Archer, L., Albrecht, U., & Crane, J. (2021). Trunk Injection to Deliver Crop Protection Materials: An Overview of Basic Principles and Practical Considerations. In EDIS (Vol. HS1426, p. 8). University of Florida George A Smathers Libraries. <https://doi.org/10.32473/edis-hs1426-2021>.

Archer, L., Crane, J. H., & Albrecht, U. (2022). Trunk Injection as a Tool to Deliver Plant Protection Materials—An Overview of Basic Principles and Practical Considerations. *Horticulturae*, 8(552), 21. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060552>.

Benito, P., Hristova Gueorguieva, H., & Moreno García, M. (2014). Estudio del estado sanitario de las palmeras del tramo de autopista GC-1 Aeropuerto-Maspalomas. *Revista Agropecuaria Granja*, No 21, 62-69.

Berger, C., & Laurent, F. (2019). Trunk injection of plant protection products to protect trees from pests and diseases. *Crop Protection*, 124, 9. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.05.025>.

BOC. (1991). Orden de 20 de febrero de 1991, sobre protección de especies de la flora vascular silvestre de la Comunidad Autónoma de Canarias. *Boletín Oficial de Canarias*, 35, 1324-1332.

BOC. (2007). Orden de 29 de octubre de 2007, por la que se declara la existencia de las plagas producidas por los agentes nocivos *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) y *Diocalandra frumenti* (Fabricius) y se establecen las medidas fitosanitarias para su erradicación y control. *Boletín Oficial de Canarias*, 222, 25175-25183.

BOE. (1991). Ley 7/1991, de 30 de abril, de símbolos de la naturaleza para las Islas Canarias. *Boletín Oficial de España*, 151, 1-3.

Chihaoui-Meridja, S., Harbi, A., Abbes, K., Chaabane, H., La Pergola, A., Chermiti, B., & Suma, P. (2020). Systematicity, persistence and efficacy of selected insecticides used in endotherapy to control the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) on *Phoenix canariensis*. *Phytoparasitica*, 48(1), 75–85. <https://doi.org/10.1007/s12600-019-00776-5>.

Díaz González, Y. (2010). Picudos de la palmera. Optimización de la dieta artificial y control mediante nematodos entomopatógenos [Thesis]. Universidad de La Laguna.

ENDOTerapia Vegetal. (2023). ENDOplant. <https://endoterapiavegetal.com/equipos/equipo-endoplant/>.

EPPO. (1996). *Diocalandra frumenti*. EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/taxon/DIOCFR>.

EXOS. (2023). *Diocalandra frumenti* (Fabricius, 1801). Gobierno de Canarias. <https://www.biodiversidadcanarias.es/exos/especie/A06915>.

Ferry, M., & Gomez, S. (2014). Assessment of risks and potential of injection techniques in integrated programs to eradicate the red palm weevil: Review and new perspectives. *Fruits*, 69(2), 143–157. <https://doi.org/10.1051/fruits/2014005>.

Fertinyect. (2023). Ynject Go. <https://fertinyect.com/ynject-go-2/>.

Giblin-Davis, R. M. (2001). Borers of Palms. In F. W. Howard, D. Moore, & R. M. A. R. Giblin Davis (Eds.), *Insects on Palms*. (CABI Publi, pp. 267–304). CABI Publishing.

Gomez, S., & Ferry, M. (2019). A simple and low cost injection technique to protect efficiently ornamental *Phoenix* against the red palm weevil during one year. *Arab Journal of Plant Protection*, 37(2), 124–129. <https://doi.org/10.22268/AJPP-037.2.124129>.

González de Chaves Martín, C. (2010). Técnicas de inoculación en *Phoenix canariensis* con *Metharhizium anisopliae* y su aplicación para el control de *Diocalandra frumenti*. Trabajo final de carrera. Escuela Técnica y Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna.



González Núñez, M., Jiménez Álvarez, F., Salomone, F., Carnero, A., Del Estal, P., & Esteban Durán, J. R. (2002). *Diocalandra frumenti* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae), nueva plaga de palmeras introducida en Gran Canaria. Primeros estudios de su biología y cría en laboratorio. Boletín Sanidad Vegetal Plagas, 28, 347-355.

Hill, D. S. (1983). *Diocalandra frumenti*. In Agricultural insect pests of the tropics and their control. Ed. 2 (pp. 478-479). Cambridge University Press.

Kenogard, S. A. (2023). Imidan WP®. <https://www.kenogard.es>

Lake, J. (1998). Getting control of weevil borers and leaf beetles in palms. The Nursery Papers, 2, 4.

Lepesme, P. (1947). Les insectes des Palmiers (Ed. Lechevalier, Ed.).

Lever, R. J. A. W. (1969). Pests of the coconut palm. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

MAPA. (n.d.). Registro de Productos Fitosanitarios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Retrieved May 18, 2023, from <https://servicio.mapa.gob.es/regfiweb#>.

Mashal, M. M., & Obeidat, B. F. (2019). The efficacy assessment of emamectin benzoate using micro injection system to control red palm weevil. Heliyon, 5(6), 7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01833>.

MITECO. (2023). *Diocalandra frumenti* Fabricius, 1801. Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico. [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce\\_eei\\_artropodos\\_nc.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce_eei_artropodos_nc.aspx).

Montecchio, L. (2013). A venturi effect can help cure our trees. Journal of Visualized Experiments, 2013(80), 8. <https://doi.org/10.3791/51199>.

Ramos-Cordero, C., Paris, M., Perera González, S., Hernández-Suárez, E., & Piedra-Buena Díaz, A. (2021). Evaluación de nuevos productos comerciales con *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill para el control del picudo de las cuatro manchas del co-

cotero, *Diocalandra frumenti* (Fabricius), en condiciones de laboratorio. Información Técnica No 11. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, 11, 20.

Ramos-Cordero, C., Perera González, S., & Piedra-Buena Díaz, A. (2018). Evaluación de productos comerciales con *Beauveria bassiana* para el control del picudo de las cuatro manchas del cocotero (*Diocalandra frumenti* Fabricius) en condiciones de laboratorio. Información Técnica No 2. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Art. 2. [https://www.icia.es/icia/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4487&Itemid=100250](https://www.icia.es/icia/index.php?option=com_content&view=article&id=4487&Itemid=100250).

Ramos-Cordero, C., Servicio de Residuos del Cabildo de Gran Canaria, Laich, F., Hristova, H., & Hernández Suárez, E. (2018). Viabilidad del compostaje de los restos de poda de palmera infestada por *Diocalandra frumenti* Fabricius, para su aplicación como abono orgánico en jardinería. Información Técnica No 5. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Art. 5.

Reyes Moreno, E. (2016). Ensayos para el control del picudo de las cuatro manchas de la palmera, *Diocalandra frumenti*. Trabajo final de carrera. Escuela Técnica y Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna.

Salomone, F., Carnero Hernández, A., Marrero Ferrer, M., & González Hernández, A. (2000). Presencia en la zona paleártica de *Diocalandra frumenti* Fabricius, (Coleoptera, Curculionidae). Boletín Asociación Española Entomología, 24(1-2), 263-264.

Santana López, I. (2020). Actualización de la distribución de *Diocalandra frumenti* en el archipiélago. In Cabildo de Gran Canaria (Ed.), XXVII Jornadas Forestales de Gran Canaria.

Shigo, A. L. (1994). Tree Anatomy. Shigo & Trees Assoc.

Shigo, A. L., & Marx, H. G. (1977). Compartmentalization Of Decay In Trees. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Information. Bulletin No 405, 76.

Singh, A. K., & Barrikkad, R. (2017). Taxonomic redescription of the coconut bark weevil (*Diocalandra frumenti*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 1049-1053.



Sipcam Iberia, S. L. (2023). Epik®. <https://sipcamiberia.es/es/productos/insecticidasacaricidas/epik.html>.

Smith, K. T., & Lewis, P. A. (2005). Potential Concerns for Tree Wound Response from Stem Injection. Third Symposium on Hemlock Woolly Adelgid, 173-178.

Stennes, M. A., & French, D. W. (1987). Distribution and Retention of Thiabendazole Hypophosphite and Carbendazim Phosphate. *Phytopathology*, 77, 707-712.

Syngenta España. (2023a). TreeCare. <https://www.syngenta.es/productos/cespedes-areas-verdes-y-golf/treecare>.

Syngenta España, S. A. (2023b). Revive II®. <https://www.syngenta.es/productos/proteccion-de-cultivos/insecticidas/revive-ii>.

Syngenta España, S. A. (2023c). Vertimec®. <https://www.syngenta.es/productos/proteccion-de-cultivos/insecticidas/vertimec>.

Vacas, S., Navarro, I., Seris, E., Ramos, C., Hernández, E., Navarro-Llopis, V., & Primo, J. (2017). Identification of the male-produced aggregation pheromone of the four-spotted coconut weevil, *Diocalandra frumenti*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(2), 270-275. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04829>.

Vanderplank, F. L. (1953). Causes of coconut nutfall and gumosis. *Nature*, 172, 315-316. <https://doi.org/10.1038/172315b0>.

Wise, J. C., VanWoerkom, A. H., Acimovic, S. G., Sundin, G. W., Cregg, B. M., & Vandervoort, C. (2014). Trunk Injection: A Discriminating Delivering System for Horticulture Crop IPM. *Entomology, Ornithology & Herpetology*, 03(02), 7. <https://doi.org/10.4172/2161-0983.1000126>.





# “Evaluación de la técnica de endoterapia para el control de *Diocalandra frumenti* (Fabricius) en palmera canaria”

J. Ángel Reyes Carlos • Nicolás F. Borges Lubary  
Estrella Hernández Suárez • Carina Ramos Cordero

DICIEMBRE 2023