

**Evaluación de la supervivencia de adultos de *Haplaxius crudus* Van Duzee
(Hemiptera: Cixiidae) en cultivares comerciales de Palma de aceite *Elaeis guineensis* e
híbridos OxG**

Realizado por:

ANAMARIA FERNÁNDEZ SANCHEZ

**Opción de grado para optar por el título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
EXTENSIÓN FACATATIVA**

Noviembre, 2019

**Evaluación de la supervivencia de adultos de *Haplaxius crudus* Van Duzee
(Hemiptera: Cixiidae) en cultivares comerciales de Palma de aceite *Elaeis guineensis* e
híbridos OxG**

ANAMARIA FERNÁNDEZ SANCHEZ

Estudiante de Ingeniería Agronómica

Director

Eric Giovanni Osorio

I.A.; Profesor Universidad de Cundinamarca

Codirector

IVETTE JOHANA BELTRÁN ALDANA

I.A.; Auxiliar de investigación en el programa de plagas y enfermedades

Cenipalma

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
EXTENSIÓN FACATATIVA**

Noviembre, 2019

**Evaluación de la supervivencia de adultos de *Haplaxius crudus* Van Duzee
(Hemiptera: Cixiidae) en cultivares comerciales de Palma de aceite *Elaeis
guineensis* e híbridos OxG**

**Presentado por.
ANAMARIA FERNÁNDEZ SANCHEZ**

Aprobada:

Director

Jurado

Codirector

**Coordinador Programa
Ing. Agronómica**

Jurado

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVO GENERAL	10
Específicos	10
MARCO TEORICO	11
Palma de aceite	11
Generalidades de la palma de aceite	11
Hibrido interespecífico (<i>Elaeis guineensis</i> x <i>Elaeis oleífera</i>) OxG	11
Marchitez leal	13
<i>Haplaxius crudus</i> Van Duzee (Hemiptera: Cixiidae)	14
Resistencia de las plantas a insectos	15
METODOLOGÍA	16
Ensayo N° 1 y N° 2 (Palmas de aceite en etapa de vivero-14 meses de edad)	17
Instalación de Jaulas (UO):	19
Ensayo N° 3	20
Instalación de jaulas	21
Toma de datos:	23
Análisis de la información	23
RESULTADOS	25
Ensayo N° 1	25
Ensayo N° 2	26
Ensayo N° 3	27
Análisis estadístico	29
ANALISIS DE RESULTADOS	31
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35

RESUMEN

La palma de aceite es la oleaginosa con mayor producción de aceite en el mundo. En Colombia se siembra en 124 municipios, situándose como el primer productor de aceite de palma de América. En la zona oriental del país el cultivo de palma de aceite está siendo limitado por la presencia de la marchitez letal, enfermedad que representa una problemática importante para este cultivo. El patógeno causante de la enfermedad es un fitoplasma, que aún no ha sido identificado por la dificultad de su aislamiento *in vitro*. Los adultos de *Haplaxius crudus* Van Duzee (Hemiptera: Cixiidae) son el vector de este patógeno, los cuales adquieren el fitoplasma, cuando se alimentan de la savia de una planta infectada y lo transmiten cuando vuelan a una palma sana y se alimentan de ella. Una de las medidas más eficaces, económicas y ecológicas, para implementar en planes de manejo integrado de plagas, es el uso de variedades menos susceptibles o resistentes. Los ensayos realizados en esta investigación, se enfocaron en identificar si existe algún tipo de resistencia en cultivares de palma de aceite de híbridos interespecíficos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) OxG y *Elaeis guineensis*. Se realizaron ensayos de supervivencia en palmas de aceite en etapa de vivero (14 meses), con tres cultivares de *Elaeis guineensis*, dos cultivares de híbridos interespecíficos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) OxG, y dos códigos de *Elaeis guineensis* de palmas en etapa productiva (siembra 2005) con el fin de comparar la supervivencia de la *Haplaxius crudus* con palmas en diferentes etapas. Se determinó que los híbridos interespecíficos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) OxG en etapa de vivero presentan una mayor resistencia varietal, con respecto a los cultivares de *Elaeis guineensis*, el cultivar evaluado perteneciente a los híbridos OXG, UNIPALMA indicó la supervivencia promedio menor, en relación con los demás cultivares evaluados. No se observó resistencia en las palmas de aceite evaluadas en campo en etapa productiva. Se concluye que los ensayos de supervivencia deben ser realizados en campo con palmas en etapa productiva, pertenecientes a los cultivares de híbridos interespecíficos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) OxG, que, en etapa de vivero, presentaron resultados con supervivencias de *Haplaxius crudus* menores.

Palabras clave: *Elaeis guineensis*, *Haplaxius crudus*, híbridos interespecíficos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) OxG, supervivencia.

ABSTRACT

The oil palm is the oilseed with the highest oil production in the world. Colombia it is planted in 124 towns, positioning itself as the leading producer of palm oil in America. In the eastern part Colombia, the oil palm cultivation is being limited by the presence of lethal wilting, which is a disease that represents an important problem for this farming. The pathogen that produces this disease is a phytoplasma, which has not yet been identified due to the difficulty of its isolation in vitro. The adults of *Haplaxius crudus* Van Duzee (Hemiptera: Cixiidae) are the vector of this pathogen, which acquire phytoplasma, when they feed on the infected plant sap and transmit it when they fly to a healthy palm and feed on it. One of the most effective, economic and ecological measures to implement in integrated pest management plans is the use of less susceptible or resistant varieties. The tests carried out in this research focused on identifying if there is any resistance in oil palm varieties of interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) OxG and *Elaeis guineensis*. Survival trials were carried out on nursery oil palms (14 months), with three varieties of *Elaeis guineensis*, two interspecific hybrid varieties (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) OxG, and two *Elaeis guineensis* codes of productive stage palms (planting 2005) in order to compare the survival of *Haplaxius crudus* with palms at different stages. It was determined that interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) OxG in nursery stage have a greater varietal resistance with respect to the varieties of *Elaeis guineensis*, the evaluated variety belonging to the OXG hybrids, UNIPALMA indicated lower average survival, in relation to the other varieties evaluated. No resistance was observed in the oil palms evaluated in the field in the productive stage. It is concluded that survival trials should be carried out in the field with palms in the productive stage belonging to the varieties of interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) OxG, which, in the nursery stage, presented results with minor survival of *Haplaxius crudus*.

Keywords: *Elaeis guineensis*, *Haplaxius crudus*, hybrids interspecific (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) OxG, survival.

INTRODUCCIÓN

La palma de aceite es un cultivo que va en crecimiento, cobra protagonismo en el ámbito agrícola nacional e internacional. América se posiciona como el segundo productor de aceites y grasa después de Asia, con un aporte del 23% del cual el 5,77% es de palma de aceite (González, 2016).

La palma de aceite es la oleaginosa más productiva del mundo, produce por hectárea entre 6 a 10 veces más que otros cultivos de los que se extrae aceite. En Colombia se siembra en 124 municipios, 20 departamentos, siendo el cuarto productor mundial y el primero en América (FEDEPALMA, 2018).

Debido al crecimiento poblacional, donde se estima que para el año 2050 habrá 9.100 millones de habitantes, aumenta la demanda de alimentos, que deben ser proporcionados para la sostenibilidad de las personas (FAO, 2009). Por lo cual, la producción de alimentos básicos también debe aumentar para suplir estas necesidades. La palma de aceite desempeña un rol muy importante debido a la versatilidad de sus usos, tanto alimenticios como industriales y por su rendimiento comparado con otros cultivos de oleaginosas (González, 2016).

Para que lo anterior se cumpla y se puedan aumentar las producciones en el cultivo de palma de aceite, es necesario sobrepasar una serie de disparidades que se enfrentan actualmente y afectan a cada uno de los grupos involucrados con la agroindustria de la palma de aceite. Estas dificultades están relacionadas con condiciones edafoclimáticas, productividad, costos laborales, enfermedades, entre otras.

La Marchitez letal (ML) en Colombia, es una de las enfermedades más limitantes en el cultivo de palma de aceite, especialmente en la zona oriental palmera de Colombia, en los departamentos, Meta y Casanare. Se reportó por primera vez por Mena y Martínez (1977) en Norte de Santander entre 1965 y 1975, para este momento se conocía como Marchitez sorpresiva, pero más adelante se identificó como Marchitez letal (Arango et al., 2012). Para 1994 se reportó la enfermedad, en Bajo Upía, Meta (Arango et al., 2011), actualmente se extiende por toda la zona, con más de 2200 hectáreas erradicadas (Bustillo y Arango, 2016).

Inicialmente la sintomatología reportada de las palmas infectadas, estaba asociada con la presencia de un fitopatógeno, sin embargo, existían otras hipótesis relacionadas con la presencia de *Fusarium oxysporum* f.e. elaeidis, pudrición bacteriana de la raíz u otros hongos diferentes a *Fusarium* sp (Calvache et al., 2004).

Alvarez (2006), mediante técnicas moleculares encontró la presencia de un fitoplasma en los tejidos de plantas infectadas con ML. Más tarde Baers (2013), mediante técnicas de metagenómica y bioinformática, identificó la presencia de un fitoplasma en 90% de las plantas infectadas con ML analizadas. Este fitoplasma tenía la misma secuencia genética encontrada por Alvarez. Baers también descartó que el patógeno causante de la enfermedad proviniera del suelo.

Hasta el momento se ratifica que la ML es causada por un fitoplasma que aún no ha sido identificado por la dificultad de su aislamiento. Por esta razón el manejo de la enfermedad se enfoca principalmente en el control del vector capaz de transmitir el patógeno (Bustillo y Arango, 2016).

Haplaxius crudus Van Duzee (Hemiptera: Cixiidae) está identificado como el vector transmisor de la ML en palmas de aceite y del Amarillamiento del cocotero en palmas de coco, donde fue reportado e identificado como vector por primera vez en Florida, Estados Unidos (Oropeza et al., 2010). Se conoce como el saltahoja de la palma debido a que en su fase adulta pasa de hoja en hoja para alimentarse de la savia, momento en el cual transmite la enfermedad (Arango et al., 2011)

El manejo de la marchitez letal requiere una serie de acciones que combinan la detección temprana de la enfermedad, erradicación de las palmas afectadas, control del insecto vector, uso de gramíneas de hoja ancha para desfavorecer el hábitat de *H. crudus* en sus estados inmaduros, entre otras acciones como la siembra de cultivares de palma de aceite, bien sea por erradicación o siembras nuevas, que disminuyan la supervivencia de los adultos de *H. crudus* (Bustillo y Arango, 2016).

En el 2016 en la conferencia “Las mejores prácticas para detener el avance de la marchitez letal en plantaciones de palma de aceite”, muchos palmicultores afirmaron

que en sus plantaciones hay códigos de palma de aceite con mayor susceptibilidad a la ML. Por lo cual se propuso en una de las conclusiones, determinar cuáles son los códigos de cultivares de palma de aceite que son más resistentes y favorecen el control de la enfermedad.

Debido a que el saltahojas de la palma, *Haplaxius crudus*, es el vector del agente causante de la marchitez letal, se plantearon los ensayos de supervivencia, para determinar la susceptibilidad de cultivares de *Elaeis guineensis* y de híbridos interespecíficos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) OxG al ataque de este insecto, debido a que esta enfermedad es transmitida a las palmas de aceite, tan solo si se da la interacción de *H. crudus* con las plantas. Se espera que esta metodología de estudio sea útil en selección de cultivares con mayor resistencia a *H. crudus* y en programas de mejoramiento genético. Ya que el control de este insecto en su etapa adulta, podría disminuir el número de casos de infección de la enfermedad en plantaciones de palma de aceite.

El programa de plagas y enfermedades de Cenipalma, realiza esta serie de investigaciones que permitan generar estrategias para el manejo de la marchitez letal. Los ensayos de supervivencia hacen parte de una investigación a largo plazo que se lleva a cabo en Campo Experimental Palmar de las Corocoras (CEPC), empezó en junio del 2017 y culminará en junio del 2020.

Estos estudios se llevan a cabo con cultivares obtenidos de viveros de plantaciones de la zona oriental palmera. Están a cargo de la auxiliar de investigación Yohana Beltrán y son ejecutados por estudiantes en pasantía de ingeniería agronómica. En este trabajo se evidencian los resultados obtenidos de los ensayos de supervivencia de tres cultivares de *E. guineensis*: Irho 1059, 1001 y 7001 y dos cultivares de híbridos OxG: FA0131M y UNIPALMA. Los resultados de los demás cultivares evaluados previamente no se encuentran en este documento, debido a las políticas de privacidad y divulgación de resultados de Cenipalma.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la supervivencia de adultos de *Haplaxius crudus* Van Duzee (Hemíptera: Cixiidae) en cultivares comerciales de palma de aceite *Elaeis guineensis* e híbridos interespecíficos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) O×G.

Específicos

- Identificar los cultivares de *E. guineensis* e híbridos O×G que presenten una mayor resistencia a *H. crudus*.
- Precisar si entre cultivares de *E. guineensis* e híbridos O×G existen diferencias significativas en cuanto a la supervivencia de los adultos de *H. crudus*.
- Determinar la diferencia de la supervivencia de *H. crudus* en palmas en etapa productiva y palmas en etapa de vivero.

MARCO TEORICO

Palma de aceite

La palma de aceite es un cultivo tropical, que crece en lugares con altitudes menores a los 500 msnm. Es una especie originaria de las costas de Golfo de Guinea en África en el siglo XV e introducida en América en el siglo XVI por los colonizadores que la utilizaban en la dieta de los esclavos. En 1945 fue producida comercialmente en Colombia por la compañía United Fruit Company y entre 1950 y 1960 fue impulsado su cultivo por el gobierno colombiano, ante la creciente demanda de aceites vegetales. De allí en adelante la agroindustria de la palma empezó a crecer, gracias a la importación de semillas, creación de leyes y la creación de líneas de crédito para incentivar el cultivo de la palma (Aguilera, 2002).

Generalidades de la palma de aceite

La palma de aceite es un cultivo perenne, pueden llegar a vivir hasta 50 años en libre crecimiento y hasta 25 años para fines comerciales, debido a que la altura de las palmas para este momento puede ser de 13 metros o más lo cual dificulta la realización de labores y cosecha del fruto (Aguilera, 2002).

El rendimiento neto de la palma está determinado por factores como el suelo, el clima y la disponibilidad de agua. Los suelos óptimos para su desarrollo son suelos volcánicos, arcillas aluviales y marinas, con buena permeabilidad y drenaje. Soporta temperaturas máximas de 29°C a 33°C y mínimas de 22°C a 24°C, requiere un mínimo de precipitaciones de 2000 mm anuales, distribuidas en todo el año y la radiación solar establecida para una buena producción está entre las 1500 y 2000 horas luz en el año (Aguilera, 2002).

Híbrido interespecífico (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleífera*) O_xG

Los híbridos interespecíficos se obtuvieron a partir del cruzamiento entre palmas de aceite americanas *Elaeis oleífera* y palmas de aceite *Elaeis guineensis*. Se utilizó polen

de palmas pisíferas y se fecundaron las flores de palmas de *E. oleífera* (Torres et al., 2004).

Los primeros cruzamientos de *Elaeis guineensis* x *Elaeis oleífera* fueron realizados por el IRHO, instituto francés de investigación de aceites y oleaginosas, en los años 70, con semillas obtenidas de la zona del Sinú en Colombia. Estos cruzamientos fueron sembrados en Colombia, Ecuador e Indonesia y tiempo después se dejaron de lado, debido a la baja producción de aceite de los híbridos. Aunque se encontró que la calidad de aceite era superior y poseían una mayor resistencia a plagas y enfermedades, para este momento el potencial y limitaciones de los híbridos OxG era desconocido (LA CABAÑA S.A, 2009).

En 1975 Philippe Genty entomólogo del IRHO, realizó una serie de investigaciones con este material para determinar la tolerancia a algunos insectos y plagas, y encontró que este híbrido tenía un alto contenido de polifenoles o tanino que son insecticidas, fungicidas y bactericidas que utilizan las plantas como medida de protección contra plagas y enfermedades (LA CABAÑA S.A, 2009).

En 1986 se propagó de manera alarmante la enfermedad de la Pudrición de cogollo (PC) en Hacienda La cabaña en los Llanos orientales de Colombia, lo que despertó una alerta en el sector palmicultor por la enfermedad letal, que se estaba propagando y que acababa con cientos de hectáreas de palma. Para el momento no se tenía conocimiento de cómo manejar la enfermedad o prevenirla (LA CABAÑA S.A, 2009).

Como una alternativa para el manejo de la PC, en 1991 en La Hacienda La Cabaña, se decide sembrar híbridos OxG para renovar lotes que se habían erradicado por causa de la enfermedad, 11 años después se determinó que la incidencia de la enfermedad había disminuido drásticamente, gracias a la alta tolerancia de los híbridos OxG, no solo a PC si no a otras enfermedades y plagas del cultivo de palma de aceite (Zambrano, 2004).

Desde ese momento hasta ahora se han venido haciendo todos los cruzamientos posibles entre palmas de aceite americanas *E. oleífera* y palmas de aceite africanas *E. guineensis*, con el fin de obtener materiales con las mejores características agronómicas y cada vez más resistentes a plagas y enfermedades (Zambrano, 2007).

Marchitez leal

La marchitez letal es una enfermedad de gran impacto económico, presente en Colombia y Ecuador. Los síntomas se evidencian cuando la enfermedad se encuentra en etapa final, por lo cual solo se puede proceder con la erradicación de la planta (Calvache et al., 2004).

Se propaga por la interacción entre las palmas, un patógeno, un insecto vector y cobertura vegetal de cierto tipo de gramíneas como *Paspalum virgatum* y *Panicum maximum*. Sus síntomas se evidencian alrededor de 6 meses después de haber sido inoculado el patógeno, observándose en las palmas infectadas, pudrición en las inflorescencias más jóvenes, los frutos del racimo pierden su brillo y se desprenden con facilidad. Los folíolos presentan secamiento y este se extiende a los niveles superiores de la palma. (Bustillo y Arango, 2016)

Se sabe que el agente causal de la enfermedad es un fitoplasma (patógeno) que se encuentra asociado con el agente causal del amarillamiento del cocotero en palmas de coco (Álvarez et al., 2014). Baer, Morillo y Bernal (2013) concluyeron que, si hay un fitoplasma asociado a la Marchitez letal en palmas de aceite, al encontrar en el 80% de las muestras con síntomas de la enfermedad, la presencia del fitoplasma y la ausencia del mismo, en todas las muestras que no presentaban sintomatología.

Los fitoplasmas, son parásitos obligados que solamente viven en los insectos vectores y en plantas, los insectos que transmiten los fitoplasmas pertenecen al orden Hemiptera: Familias Cicadellidae, Cixidae, Cercopidae, Psyllidae y Fulgoridae (Camarena & De la Torre, 2008).

Haplaxius crudus Van Duzee (Hemiptera: Cixiidae) es el único vector, hasta ahora comprobado del fitoplasma causante de La marchitez letal. Arango et al. (2011), reportaron que *Mindus crudus*, ahora llamado *Haplaxius crudus*, era el vector del agente causal de la ML, obteniendo el 21% de las palmas inoculadas con insectos que fueron

alimentados previamente de plantas afectadas con ML y 6% en las plantas que fueron inoculadas por insectos que no se alimentaron previamente de palmas afectadas.

Haplaxius crudus en su etapa ninfal se alimenta de las raíces de algunas gramíneas y cuando se convierte en adulto se desplaza a las palmas para alimentarse de la savia de los folíolos, momento en el cual es capaz de transmitir el fitoplasma y causar la enfermedad, si previamente se ha alimentado de una planta enferma (Bustillo y Arango, 2016).

***Haplaxius crudus* Van Duzee (Hemiptera: Cixiidae)**

Dominio: Eukaryota

Reino: Animal

Filo: Arthropoda

Subfilo: Uniramia

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Auchenorrhyncha

Familia: Cixiidae

Género: *Haplaxius*

Especie: *Haplaxius crudus*

H. crudus conocido comúnmente como “cixido de la palma” o salta hojas de la palma, llamado anteriormente *Mindus crudus*, es nativo de los trópicos y subtrópicos de Estados Unidos. Fue descrito por primera vez en Jamaica en 1907 por Van Duzee y actualmente está presente en el norte de América del Sur, América Central, al sur de Texas en los Estados Unidos y Florida. (CABI, 2013)

H. crudus es un hemíptero, que pertenece a la familia de Cixiide, y al suborden Auchenorrhyncha, al cual pertenecen la mayoría de los vectores de enfermedades producidas por fitoplasmas. Es el vector del patógeno que produce el Amarillamiento del cocotero en palmas de coco, enfermedad de gran importancia económica (Howard y Gallo, 2006). También es el vector del fitoplasma aún desconocido que causa la enfermedad de La marchitez letal en palmas de aceite (Arango et al., 2011).

H. crudus pasa por tres etapas durante su vida: huevo, ninfa y adulto. Su ciclo completo dura alrededor de 80 días (Tsai y Kirsch, 1978). Los adultos copulan en las hojas de palma, posteriormente las hembras bajan a las gramíneas que se encuentran de cobertura alrededor de las palmas y colocan sus huevos en las vainas foliares. El huevo tarda en promedio 14 días para eclosionar, momento en el cual las ninfas se desplazan hasta las raíces para alimentarse de ellas, las ninfas pasan por 5 instares que completan un promedio de 45 días, hasta que llegan a la etapa de adultez, donde los individuos vuelan desde las gramíneas hasta las hojas de las palmas para alimentarse de su savia. (Bustillo y Arango, 2016)

Al alimentarse de la savia de las hojas de las palmas los adultos de *H. crudus*, adquieren el patógeno cuando la palma está infectada, y lo contagian al alimentarse nuevamente de otras palmas que se encuentren sanas. *H. crudus* puede recorrer grandes distancias, con la ayuda del viento, por lo cual el patógeno se disemina fácilmente de plantación a plantación (Bustillo y Arango, 2016).

Resistencia de las plantas a insectos

La resistencia de las plantas a insectos es una herramienta muy útil para implementar en manejos de plagas y enfermedades en los cultivos, debido a que es económico, ecológico y eficaz. La resistencia de las plantas al ataque de insectos se define por las características heredables de una planta, que le permiten desarrollar mecanismos de defensa en el momento que la planta es afectada por un insecto (Badii y Garza, 2007).

Prainter en 1951 describió tres mecanismos por los cuales se les considera a las plantas resistentes al ataque de insectos. Estos consisten en: La tolerancia de una variedad al ser hospedante de una población de insectos sin que esta cause pérdidas económicas, la no preferencia de una población de insectos a una variedad de plantas de la que usualmente se alimenta y el mecanismo de antibiosis por el cual un genotipo o variedad causa efectos adversos sobre la población de insectos que está atacando, causándole la muerte o afectando su reproducción (Cardona y Sotelo, 2005).

METODOLOGÍA

La metodología implementada en estos ensayos de supervivencia, fue propuesta por el Doctor Alex Enrique Bustillo Pardey, coordinador del programa de Plagas y Enfermedades de Cenipalma y hacen parte de una investigación a largo plazo que comenzó en junio de 2017 y finaliza en junio del 2020. Los ensayos de supervivencia se realizaron en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras (CEPC), ubicado en Paratebueno, Cundinamarca.

Se realizaron tres ensayos de supervivencia en tiempos diferentes, con una combinación de cultivares distinta por ensayo. Los ensayos N°1 y N°2 se realizaron en el umbráculo con palmas de vivero (14 meses de edad) y se utilizaron como testigo palmas de coco. En el ensayo N°3 se realizó en el umbráculo con palmas en etapa de vivero (14 meses de edad) y en el lote 17a con palmas en etapa de producción (siembra 2005), en este ensayo no hubo testigo (Tabla 1).

Ensayo n°	Lugar	Edad de las palmas	Cultivar	Nombre comercial
1	Umbráculo	14 meses	Híbrido (OxG)	Coarí x La Mé
				Fortuna FA0131M
			<i>Elaeis guineensis</i>	Deli x La Mé
				Milenium 1059
2	Umbráculo	14 meses	<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco
			Híbrido (OxG)	Coarí x La Mé
				Fortuna FA0131M
			Híbrido (OxG)	Oleifera x C.mix
3	Umbráculo	14 meses		UNIPALMA
			<i>Cocos nucifera</i>	Palma de coco
			<i>Elaeis guineensis</i>	Deli x La Mé
				La cabaña 7001
				La cabaña 1001

			Deli x La Mé
Lote 17a	Siembra 2005	<i>Elaeis guineensis</i>	La cabaña 7001
			La cabaña 1001

Tabla 1. Distribución de cultivares por ensayo, lugar de ejecución y edad de las palmas.
Ensayo N° 1 y N° 2 (Palmas de aceite en etapa de vivero-14 meses de edad)

Las palmas en etapa de vivero se obtuvieron de viveros de plantaciones de palma de aceite del Meta y Casanare. Los ensayos se llevaron a cabo en el umbráculo del CEPC, con una temperatura promedio de $26,0 \pm 1,15$ C° y humedad relativa del $92,02 \pm 4,75$ %, para el ensayo N°1 y una temperatura promedio de $25,5 \pm 1,19$ C° y la humedad relativa de $93,5 \pm 5,36$ %, para el ensayo N°2.

Se emplearon 300 adultos de *H. crudus* de 24 horas de emergidos, obtenidos de la cría del insecto ubicada en las mismas instalaciones del umbráculo (Figura 1). Para cada tratamiento se destinaron 100 individuos, distribuidos en 5 palmas.



Figura 1. Área de cría de ninfas y emergencia de adultos de *H. crudus* en el umbráculo del CEPC.

Recuperada de: Cría masiva de *Haplaxius crudus* (Hemiptera: Cixiidae) para el suministro de insectos con fines experimentales, de Beltrán et al., 2017.

Diseño experimental.

Los ensayos de supervivencia se realizaron bajo un diseño completamente aleatorio, con tres tratamientos, cinco repeticiones por tratamiento y cada repetición con dos unidades de observación (UO). (Figura 2).



Figura 2. Palma de coco en etapa de vivero, con dos unidades de observación.

En el **ensayo N° 1** se evaluó el tratamiento testigo con palmas de coco (T0: coco) un cultivar de *E. guineensis* (T1:1059) y un híbrido OxG (T2: 0131). Para el **ensayo N°2** se reemplazó el T1 del ensayo N1 por un cultivar de híbrido OxG (T1: UNIPALMA) y se dejó la misma aleatorización de los tratamientos del primer ensayo.

Las 15 repeticiones se organizaron en tres líneas de la siguiente manera:

Tabla 2: Organización de los tres tratamientos dentro del umbráculo para ensayo de supervivencia en ensayo N°1.

L1			L2			L3		
Palma	T	Código Cultivar	Palma	T	Código Cultivar	Palma	T	Código Cultivar
1	T2	0131	6	T0	Coco	11	T2	0131
2	T0	Coco	7	T1	1059	12	T1	1059
3	T1	1059	8	T0	Coco	13	T0	Coco
4	T0	Coco	9	T2	0131	14	T2	0131
5	T2	0131	10	T1	1059	15	T1	1059

Tabla 3: Organización de los tres tratamientos dentro del umbráculo para ensayo de supervivencia en ensayo N°2.

H1			H2			H3		
Palma	T	Código Cultivar	Palma	T	Código Cultivar	Palma	T	Código Cultivar
1	T2	0131	6	T0	Coco	11	T2	0131
2	T0	Coco	7	T1	UNIPALMA	12	T1	UNIPALMA
3	T1	UNIPALMA	8	T0	Coco	13	T0	Coco
4	T0	Coco	9	T2	0131	14	T2	0131
5	T2	0131	10	T1	UNIPALMA	15	T1	UNIPALMA

Instalación de Jaulas (UO):

Se instalaron jaulas en cada unidad experimental, adentro se colocaron los insectos para facilitar la identificación de las muertes diarias de *H. crudus* por unidad de observación.

Para la instalación de las jaulas se escogieron dos hojas en cada palma que estuvieran - en buen estado y completamente desarrolladas, se realizó la limpieza de las hojas donde estarían ubicadas, asegurándose de retirar impurezas e insectos presentes. Los folíolos se cortaron teniendo en cuenta el tamaño de la jaula. Las jaulas estaban conformadas por una estructura de un cilindro hueco en alambre galvanizado (calibre 14), de dimensiones de 30 cm de largo por 15 cm de diámetro, cubierto con un forro de tela nylon con una entrada para liberar y sacar los insectos que iban muriendo. Después de la instalación de la jaula, se quitaron dos folíolos a cada lado del raquis en la parte inferior de la jaula y se cubrió con grasa para evitar la entrada de insectos como hormigas y arañas que pudieran intervenir en la supervivencia de los individuos de *H. crudus*.



Figura 3. Instalación de jaulas (UO) en palmas ubicadas en el umbráculo. **(A)** Medición del cilindro en la hoja. **(B)** Foliolos cortados, de acuerdo al tamaño del cilindro. **(C)** Jaula instalada en la hoja. **(D)** Engrasado del raquis.

Ensayo N° 3

Este ensayo se realizó con el fin de comparar la supervivencia de *H. crudus* en palmas en etapa productiva y en etapa de vivero, para establecer si existen diferencias en el comportamiento de la mortalidad del insecto dependiendo de la edad de las palmas; razón por la cual se realizó simultáneamente en campo y en el umbráculo del CEPC.

Se emplearon 400 adultos de *H. crudus*, distribuidos por mitad para las palmas del lote y del umbráculo. Se evaluaron 5 palmas por código, en las palmas del lote se instaló una unidad de observación por palma y en estas se colocaron 20 individuos, en las palmas del umbráculo se instalaron por palma 2 unidades de observación con 10 individuos en

cada una, debido a que estas palmas están en etapa de vivero y sus hojas son más pequeñas.

La ubicación de las palmas en los dos sitios de observación fue similar, formando una línea de 5 palmas con cada código evaluado (Tabla 4 y Figura 4).

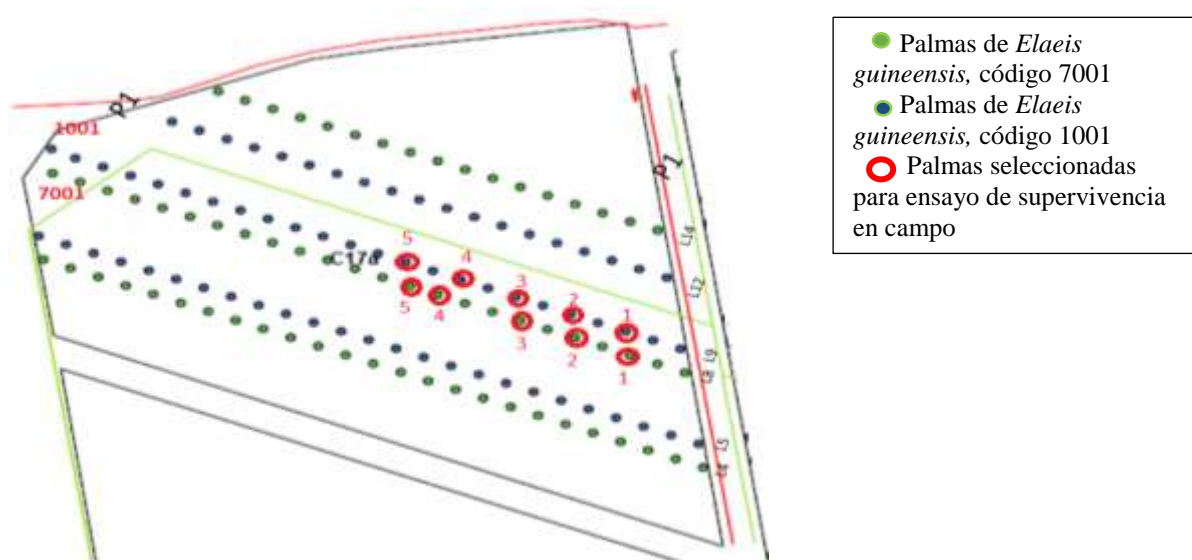


Figura 4. Organización de los dos tratamientos dentro del lote 17a en el ensayo N°3.

Tabla 4. Organización de los dos tratamientos dentro del umbráculo en el ensayo N°3.

L1			L2		
Palma	T	Código Cultivar	Palma	T	Código Cultivar
1	T1	1001	6	T2	7001
2	T1	1001	7	T2	7001
3	T1	1001	8	T2	7001
4	T1	1001	9	T2	7001
5	T1	1001	10	T2	7001

Instalación de jaulas.

Las jaulas del umbráculo se instalaron de la misma manera que en los ensayos anteriores.

En las palmas del lote se instalaron las jaulas en una hoja que se encontrara en el nivel 25 con dirección hacia el oriente. Se tomaron entre 10 a 12 foliolos a cada lado del raquis de la hoja seleccionada, se limpiaron, asegurándose de retirar plagas que allí se encontraran y se cortaron teniendo en cuenta el tamaño de la jaula (30 cm de diámetro y 50 cm de largo). Para finalizar cada jaula se colocó en la parte de la hoja donde los foliolos fueron cortados y limpiados (Figura 5).



Figura 5. Jaula instalada en palma del lote 17a. **(A)** Jaula en hoja del nivel 25, detalle de los foliolos cortados. **(B)** Vista frontal de palma con jaula instalada con dirección hacia el oriente.

Toma de datos:

El ensayo se revisó diariamente, registrando el número de individuos muertos por día dentro de cada jaula o unidad de observación utilizando una tabla de registro (Figura 6). Se registraron los datos diarios de temperatura y humedad relativa mediante el sensor WatchDog Sensor.

cenipalma		Supervivencia de adultos de <i>Haplaxius crudus</i> en diferentes cultivares de palma de aceite										
Fecha de inicio:				Fecha de terminación:								
Tratamiento 0:				Responsables:								
Tratamiento 1:												
Tratamiento 2:												
Palma	Trat.	Rep.	Und.	Obs.	n	Registro de mortalidad						
	T0	R1		UD1								
				UD2								
	T0	R2		UD1								
				UD2								
	T0	R3		UD1								
				UD2								
	T0	R4		UD1								
				UD2								
	T0	R5		UD1								
				UD2								
	T1	R1		UD1								
				UD2								
	T1	R2		UD1								
				UD2								
	T1	R3		UD1								
				UD2								
	T1	R4		UD1								
				UD2								
	T1	R5		UD1								
				UD2								
	T2	R1		UD1								
				UD2								
	T2	R2		UD1								
				UD2								
	T2	R3		UD1								
				UD2								
	T2	R4		UD1								
				UD2								
	T2	R5		UD1								
				UD2								

Figura 6. Tabla para el registro de la mortalidad de los adultos de *Haplaxius crudus* en cada tratamiento.

Análisis de la información

La información se analizó a través de un análisis de variación ANOVA y prueba de Tukey teniendo en cuenta los promedios de supervivencia en días de las repeticiones de cada tratamiento, y se elaboraron gráficas sobre la supervivencia de los adultos de *H. crudus* para cada uno de los tratamientos.

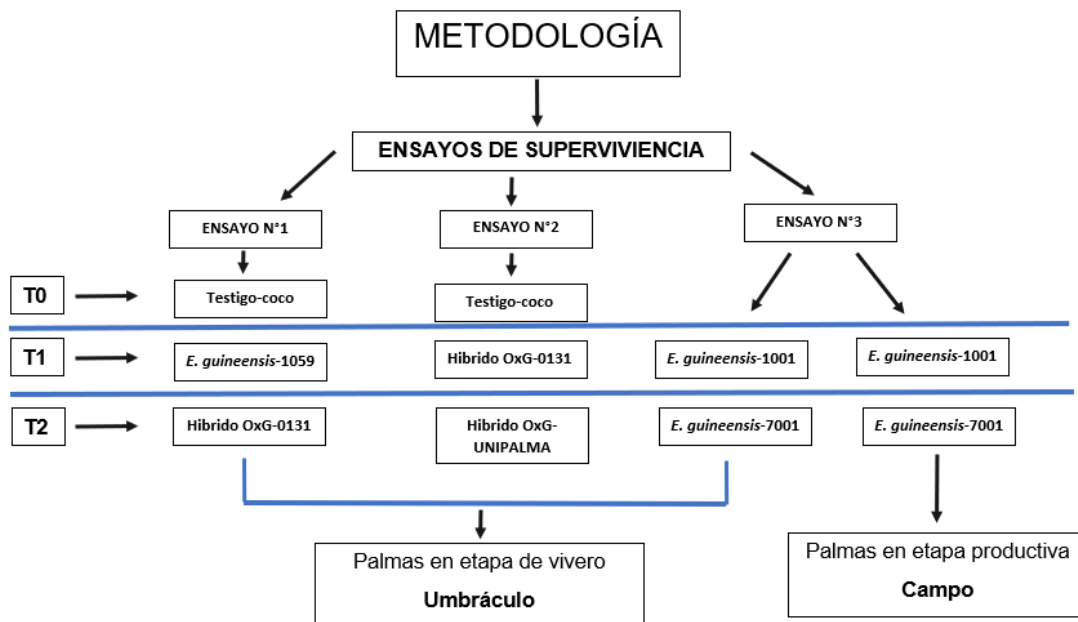


Figura 7. Diagrama de flujo de ensayos de supervivencia, tratamientos y edades de los cultivares

RESULTADOS

Ensayo N°1

El híbrido 0131 M tuvo una supervivencia menor al resto de los tratamientos, mostrando desde el segundo día, hasta el cuarto una supervivencia de apenas el 20% de los individuos y una supervivencia $4,48 \pm 2,08$ días (Figura y Tabla 5).

Trat.	Supervivencia (Días) ensayo N°1
T0-Coco	$25,51 \pm 8,17$
T1-1059	$9,45 \pm 3,82$
T2-0131 M	$4.48 \pm 2,08$

Tabla 5. Supervivencia de *H. crudus* en tres cultivares de palma en ensayo N°1

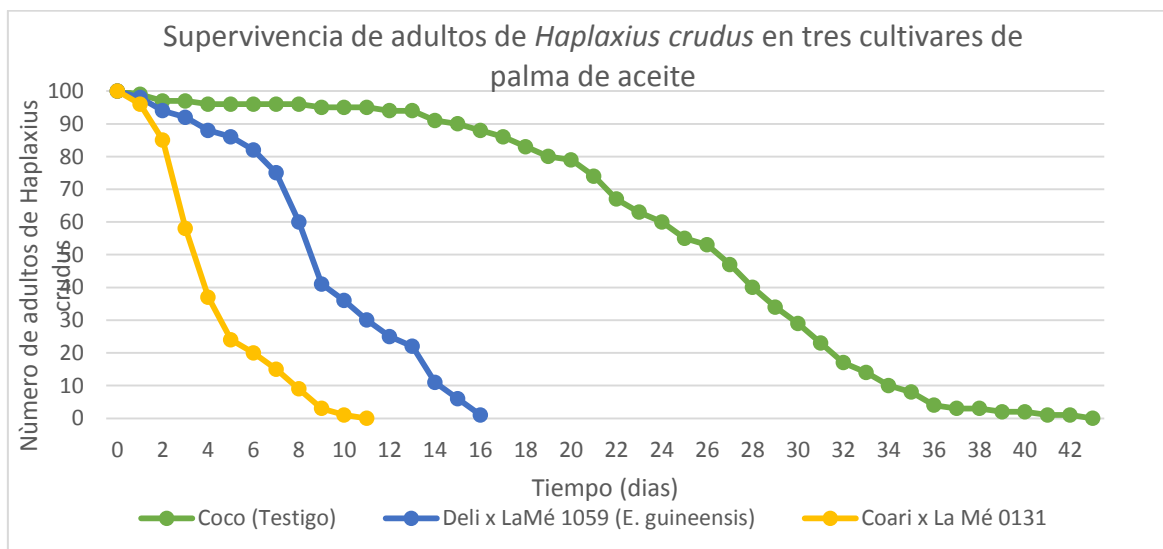


Figura 8. Supervivencia de adultos de *H. crudus* en los tres tratamientos evaluados en la repetición del ensayo N°1.

La supervivencia para el tratamiento testigo en los primeros 14 días se mantuvo constante y disminuyó apenas un 10% de los individuos, de allí en adelante bajó la supervivencia hasta el día 36 donde la mortalidad es mayor al 90%, el último individuo

permaneció vivo hasta el día 43. El cultivar 1059 mantuvo una supervivencia del 80% de los individuos hasta el día 7, entre el día 8 y 9 se murieron la mayor cantidad de adultos alcanzado una mortalidad del 60%.

Ensayo N° 2

Se obtuvo una supervivencia para los dos híbridos evaluados muy similar, con una diferencia de apenas 0,61 días, presentando el cultivar 0131 M una supervivencia mayor, con relación al cultivar UNIPALMA. El cultivar coco presentó una supervivencia de 20.47 ± 11.22 días. (Tabla 6)

Tabla 6. Supervivencia en los tres tratamientos evaluados en ensayo N° 2.

Trat.	Supervivencia (Días)-Ensayo N°2
T0-Coco	$20,47 \pm 11,22$
T1-0131 M	$4,72 \pm 3,04$
T2- UNIPALMA	$4,11 \pm 1,91$

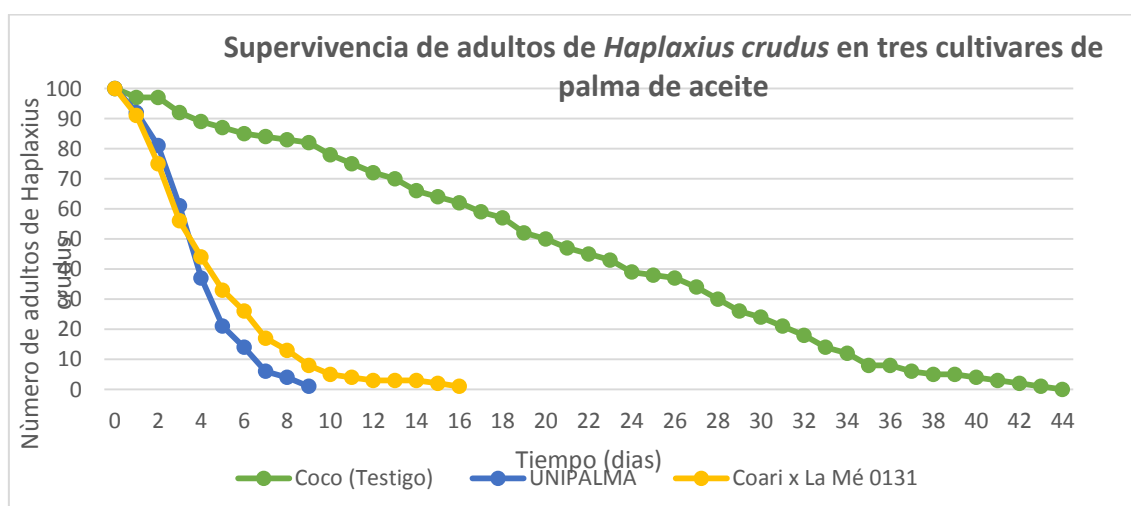


Figura 9. Supervivencia de adultos de *H. crudus* en los tres tratamientos evaluados en el ensayo N°2.

En la figura 9, se observa la supervivencia de los tres tratamientos evaluados. El tratamiento testigo (coco), presento una disminución en la supervivencia constante hasta el día 35, hasta el día 16 sobrevivieron el 50% de los individuos y para el día 30 la supervivencia fue del 20%. El híbrido UNIPALMA presento una supervivencia menor, mostrando a los 5 días una mortalidad el 80% y al cabo de 9 días del 100%. El híbrido 0131 M, presento un comportamiento similar al híbrido UNIPALMA, debido a que se observa para el día 9 una supervivencia del 10%, sin embargo, en este tratamiento el ultimo individuo vivió hasta el día 16.

Ensayo N° 3

La supervivencia en días de este ensayo fue similar cuando los códigos tenían la misma edad, como se observa en la supervivencia en días de los códigos evaluados en campo y en el umbráculo. La supervivencia en las palmas de campo es considerablemente mayor comparada con las palmas del umbráculo en etapa de vivero, doblando el tiempo de sobrevivencia de los insectos evaluados en palmas en etapa productiva, con un promedio de 25.84 ± 13.97 días para el código 1001 y 24.90 ± 13.23 días para el código 7001 (Tabla 7).

Tabla 7. Supervivencia de *H. crudus* en ensayo N°3

Tratamiento	Supervivencia (Días)-Ensayo N°3	
	Umbráculo	Campo
T1. La cabaña 1001	11.60 ± 5.63	25.84 ± 13.97
T2. La cabaña 7001	13.70 ± 5.38	24.90 ± 13.23

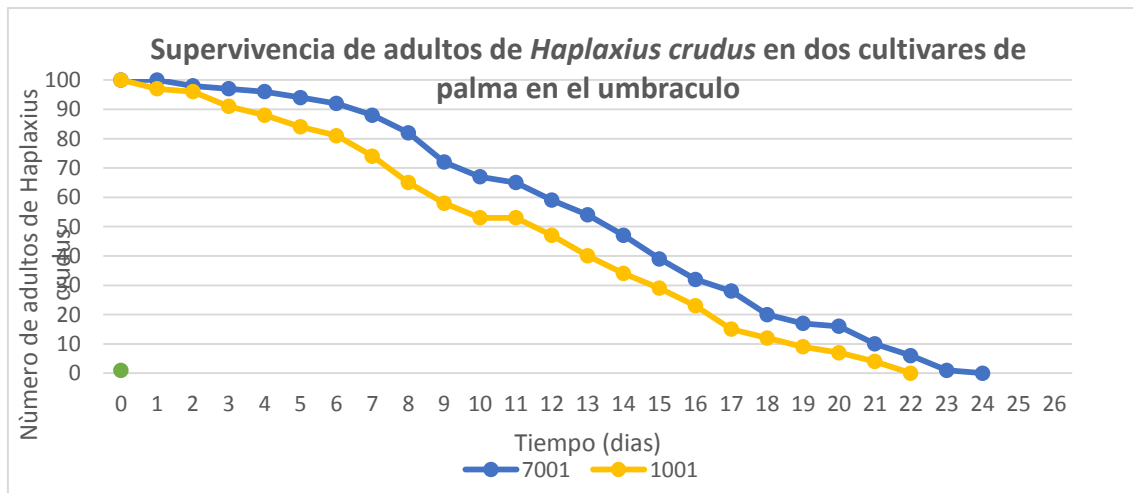


Figura 10. Supervivencia de adultos de *H. crudus* en los dos tratamientos evaluados en el ensayo N°3 en el umbráculo.

La supervivencia en las palmas del umbráculo fue muy similar en ambos cultivares, disminuyó constantemente, se observó una disminución notable en la supervivencia entre los días 6 y 10 del 25% de la población para ambos cultivares, sin embargo el cultivar 1001 presentó una supervivencia menor y al cabo del día 15 tan solo sobrevivía el 30%, el último individuo vivo en el código 1001 se registró el día 22 y para el código 7001 el día 24.

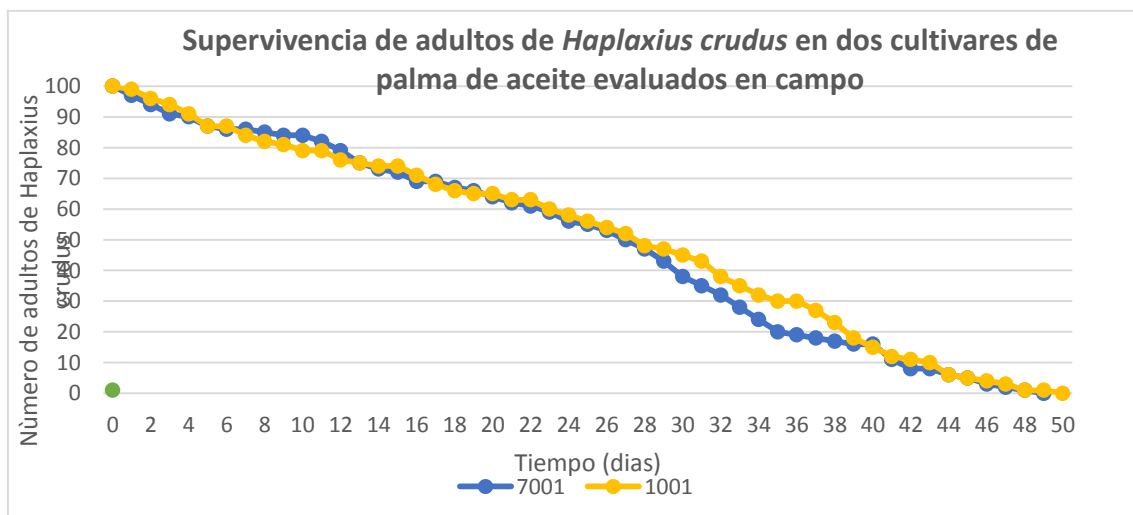


Figura 11. Supervivencia de adultos de *H. crudus* en los dos tratamientos evaluados en el ensayo N°3 en campo.

La supervivencia de los cultivares evaluados en campo, se comportó muy similar en ambos códigos, con tan solo un día de diferencia de mortalidad total de los individuos

de *H. crudus*. Se observa una disminución constante y lenta en la supervivencia de los insectos, al cabo de 15 días sobrevivía el 70% de los individuos. Entre el día 29 y 40 el código 7001 aumenta levemente su mortalidad con respecto a la del código 1001.

Después de obtener los resultados de supervivencia de todos los ensayos realizados en el umbráculo, se observa la supervivencia menor en el tratamiento 2, en el ensayo n° 2, que corresponde al cultivar: UNIPALMA (híbrido OxG) con 4.11 ± 1.91 días. Se hace énfasis en el dato con un menor promedio, debido a que los cultivares de interés para programas de mejoramiento genético, son aquellos que presenten una mayor resistencia. Resistencia que se observa en el cultivar UNIPALMA, debido a la alta mortalidad de los insectos de *H. crudus* en tan corto tiempo.

Las supervivencias más altas en las plantas de vivero de los ensayos N°1 y N°2, ocurrieron en los tratamientos testigo, superando los 20 días en la longevidad de los adultos de *H. crudus*.

Análisis estadístico

Todos los tratamientos con cultivares de híbridos OxG, presentaron diferencias significativamente menores, en la supervivencia de *H. crudus* con relación a la supervivencia de los tratamientos con cultivares de *E. guineensis*. También se evidenciaron diferencias significativas entre el tratamiento 1 (1059) del ensayo N°1, siendo esta supervivencia menor, comparada con los otros dos tratamientos de *E. guineensis* del ensayo N°3.

Tabla 8. Supervivencia de los tratamientos por ensayo realizados en el umbráculo con palmas en etapa de vivero.

N° de ensayo y tratamiento	Supervivencia (Días)	
E1-T1-G 1059	8,08	b
E1-T2-H 0131M	4,44	a
E2-T1-H 0131M	4,76	a
E2-T2-H UNIPALMA	4,11	a
E3-T1-G 1001	11,48	ab
E3-T2-G 7001	13,96	ab

Promedios con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey a una

$P \leq 0.05$

El tratamiento de *E. guineensis* del ensayo N°1 presento una tasa de mortalidad diaria del 7.05% mayor a la de los otros dos tratamientos de *E. guineensis* evaluados en el ensayo N°3. En concordancia con los promedios de supervivencia de los híbridos OxG el tratamiento UNIPALMA indicó que cada día murió el 12.75% de la población *H. crudus*, siendo esta la tasa de mortalidad diaria neta mas alta de todos los tratamientos.

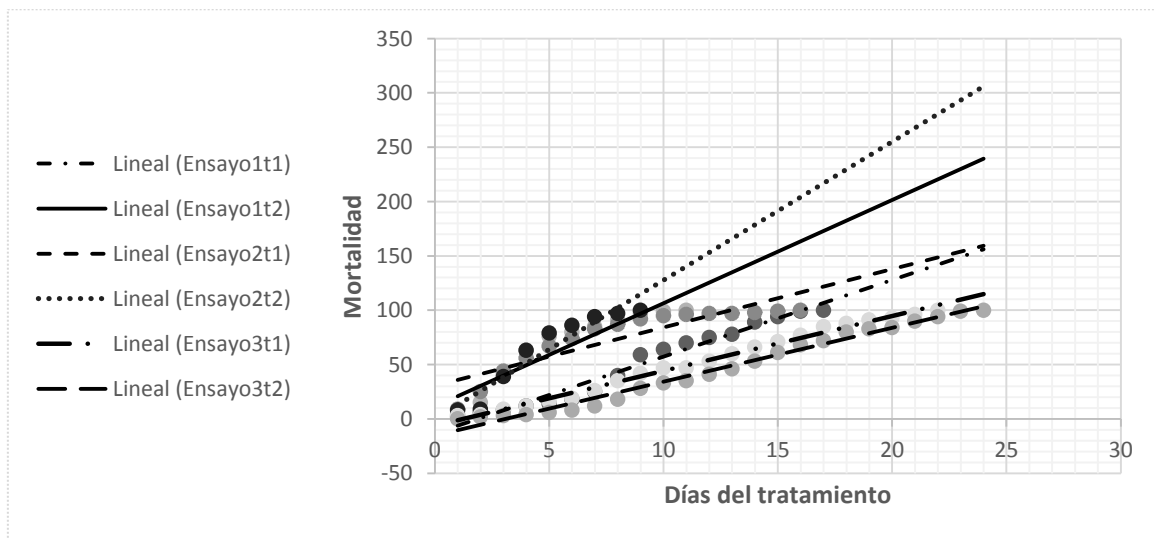


Figura 12. Mortalidad de *H. crudus* a través del tiempo por cada tratamiento de *E. guineensis* e híbridos OXG evaluados en el umbráculo en etapa de vivero.

Tabla 9. Pendiente obtenida de regresión lineal que indica el porcentaje diario de mortalidad de todos tratamientos.

Tratamiento	Pendiente (%)
Ensayo1t1	7,05
Ensayo1t2	9,5
Ensayo2t1	5,36
Ensayo2t2	12,75
Ensayo3t1	5,04
Ensayo3t2	4,95

ANALISIS DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta a Painter (1951), quien señalo que la antibiosis era el mecanismo por el cual un genotipo o variedad de plantas causa efectos negativos sobre la plaga que se encuentre atacando. Se determina basándose en los resultados de supervivencia de *H. crudus* obtenidos en los ensayos realizados, que en los diferentes cultivares de palma de aceite, *E. guineensis* e híbridos OxG, evaluados en etapa de vivero, existe resistencia al ataque del insecto, mediante el mecanismo de antibiosis, debido a que los insectos se alimentaban del hospedante y en respuesta se incrementó la mortalidad de los adultos de *H. crudus*.

H. crudus presentó una mayor longevidad en las palmas de coco evaluadas en etapa de vivero, superando los 20 días de supervivencia en los ensayos donde se evaluó este cultivar. No se sabe con certeza porque la preferencia de *H. crudus* a las palmas de coco, debido a que no existen estudios de preferencia del insecto. Sin embargo, Howard y Gallo (2005) reportaron cantidades importantes de individuos de *H. crudus* en cierto tipo de palmas, entre las cuales se encontraba la palma de coco.

No existen estudios detallados acerca del ciclo de vida o tabla de vida del insecto, por lo cual, no se sabe la duración exacta del insecto en etapa adulta. Sin embargo, Tsai y Kirsh (1978), reportaron bajo condiciones de laboratorio a 24°C una longevidad promedio de 7.3 días para los machos y 7.8 días para las hembras. Bustillo & Arango (2016), señalan que en etapa adulta *H. crudus* puede vivir de 25 a 30 días en palmas.

Los híbridos OxG evaluados en el umbráculo, en el ensayo N°1 y N°2, arrojaron resultados semejantes, los días promedio de supervivencia no superan los 5 días y en todos los casos se encontraron adultos muertos desde el primer día de evaluación. El cultivar UNIPALMA, presento la supervivencia promedio menor entre todos los

cultivares evaluados, con 4.11 ± 1.91 días y la tasa de mortalidad diaria neta mas alta, indicando que diariamente moria el 12.75% de la población. Los híbridos OxG poseen ciertas características genéticas heredadas de sus progenitores, entre estas, una mayor tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades (Genty y Ujueta, 2013). Beltrán y Bustillo (2018) también reportaron la menor supervivencia de *H. crudus* cuando se alimentó del híbrido OxG, Amazon, en un ensayo de supervivencia, con un tratamiento testigo de palmas de coco y un tratamiento con un cultivar de *E. guineensis*.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del tratamiento UNIPALMA, podría ser este cultivar uno de los cultivares con las características deseadas para programas de mejoramiento genético, sin embargo, es necesario corroborar esta información realizando los ensayos de supervivencia con este cultivar con palmas que se encuentren en etapa productiva.

El ensayo N°3 realizado con cultivares de *E. guineensis*, con plantas en etapa de vivero y plantas en etapa productiva, demostró que las palmas adultas, son más susceptibles al ataque de los adultos de *H. crudus*. No se observó ninguna resistencia ni por antibiosis o antixenosis de los cultivares de *E. guineensis* evaluados en campo, debido a que el tiempo promedio de supervivencia que se obtuvo en ambos códigos supero los 20 días, tiempo que se asemeja a la longevidad reportada de los adultos de *H. crudus*. En contraste los mismos códigos, en etapa de vivero, evaluados simultáneamente en el umbráculo, presentaron resistencia por medio de antibiosis, de la misma manera que los demás códigos evaluados en el umbráculo.

Beltrán y Bustillo (2018) señalaron que no se conocía si la antibiosis observada en palmas de aceite en atapa de vivero, concordaba con la que se presentaría en palmas en etapa productiva, por lo cual recomendaron realizar estos estudios de supervivencia en campo. El ensayo N°3, confirma que no se asemeja la resistencia de las palmas de aceite en etapas tempranas con la evidenciada en las palmas adultas de cultivares *E. guineensis*. Sin embargo, el número de tratamientos del ensayo y la ausencia de cultivares de híbridos OxG en la evaluación, no permite concluir que en esta etapa las palmas de aceite carezcan de resistencia.

CONCLUSIONES

Los híbridos OxG en etapa de vivero, presentan resistencia por el mecanismo de antibiosis al ataque de los adultos de *H. crudus*, causando la mortalidad temprana de los mismos.

Los cultivares de palma de aceite *E. guineensis* en etapa productiva, no presentaron resistencia varietal por ninguno de los mecanismos mencionados, teniendo en cuenta que la supervivencia promedio de los adultos colocados en las jaulas, no presento diferencias, con relación a la longevidad reportada de los adultos de *H. crudus*.

Los adultos de *H. crudus* alimentados con palmas de aceite en etapa de vivero, en todos los cultivares, presentaron disminución en la supervivencia, observando longevidades mucho menores a las reportadas. Sin embargo, se observó una supervivencia menor en los híbridos OxG y específicamente en cultivar UNIPALMA.

RECOMENDACIONES

Realizar los ensayos de supervivencia en campo, con palmas en etapa productiva y con cultivares de híbridos OxG, considerando que heredaron características que les otorgan una mayor resistencia.

Aumentar el número de repeticiones por tratamiento, con el fin de poder llevar a cabo análisis estadísticos, que permitan clarificar e individualizar los resultados.

Llevar a cabo, estudios moleculares que permitan identificar cuales genes intervienen en la resistencia de las palmas de aceite. Así mismo, realizar estudios que permitan identificar la presencia de compuestos aleloquímicos, polifenoles y taninos, que podrían ser los responsables de la antibiosis observada en los ensayos realizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, M. (2002). Palma africana en la Costa Caribe: Un semillero de empresas solidarias. Documentos de trabajo sobre economía regional del Banco de la República.
- Álvarez, E., Mejía, J. F., Contardo, N., Paltrinieri, S., Duduk, B., Bertaccini, A. (2014). “Candidatus Phytoplasma asteris’ strains associated with oil palm lethal wilt in Colombia. *Plant Dis.* 98:311-318. Recuperado de: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-12-12-1182-RE>
- Arango, M., Ospina, C., Sierra, J., Martínez, G. (2011). *Myndus crudus*: vector del agente causante de la marchitez letal en palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*, 32(2), 13-25. Recuperado a partir de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1594>
- Badii, M., Garza, V. (2007) Resistencia en Insectos, Plantas y Microorganismos. *CULCyt*, 18, 9-25.
- Beltran, I., Bustillo, A. (2018). Antibiosis de cultivares de palma de aceite e híbridos O×G a *Haplaxius crudus*, vector de la Marchitez Letal. Cenipalma.
- Beltrán, I., Londoño, V., Rivera, Y., Bustillo, A. (2017). Cría masiva de *Haplaxius crudus* (Hemiptera: Cixiidae) para el suministro de insectos con fines experimentales. Cenipalma. Recuperado de: http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/posteres-rt-nacional/4_Cria_masiva_de_Haplaxius_crudus.pdf
- Calvache G., H. H., Castilla, C., Sánchez, J., Tovar M., J. p., Gutiérrez, D., Hernández, M. L. (2004). Avances en el estudio de la marchitez letal. *Revista Palmas*, 25(especial,), 205-209. Recuperado a partir de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1084>
- Cardona, C., Sotelo, G (2005). Mecanismos de resistencia a insectos: naturaleza e importancia en la formulación de estrategias de mejoramiento para

- incorporar resistencia a salivazo en *Brachiaria* Centre for Agricultural Bioscience International-
- CABI. (2013). *Haplaxius crudus*. Pasturas tropicales, 27(2). (American palm cixiid). Recuperado de: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/35465>
- Camarena, G., De la Torre., R. (2008). Fitoplasmas: síntomas y características moleculares. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 14(2), 81-87. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v14n2/v14n2a2.pdf>
- Baer, N., Morillo, E., y Bernal, G. (2013). Detección del agente causal de la marchitez letal en plantaciones comerciales de palma aceitera en el Ecuador mediante técnicas de PCR y metagenómica. Revista Congreso de Ciencia y Tecnología, 8, 127-131. Recuperado de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4848>
- Bustillo, A., & Arango , C. (2016). Las mejores prácticas para detener el avance de la Marchitez letal (ML) en plantaciones de palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 37(4), 75-90.
- FEDEPALMA. (2018). El aceite de palma en Colombia. Recuperado de: https://crmfedepalma-my.sharepoint.com/personal/emunozg_fedepalma_org/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Femunozg_fedepalma_org%2FDocuments%2FLa%20palma%20de%20aceite%20en%20Colombia%2FInfograf%C3%ADa%20Colombia%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Femunozg_fedepalma_org%2FDocuments%2FLa%20palma%20de%20aceite%20en%20Colombia&cid=71b6b636-c5e2-4803-a61d-80184f8178e3
- Fuentes, R., et al., (2017). Genética de la resistencia de las plantas a factores bióticos: bacterias, hongos, nematodos, virus, insectos y plagas. Universidad de Córdoba. Curso de fitomejoramiento.
- Genty, P., Ujueta, M. (2013). Relatos sobre el híbrido interespecífico de palma de aceite OxG –Coarí x La Mé: esperanza para el trópico. Bogotá: Fedepalma.
- González Cárdenas, A. (2016). La agroindustria de la palma de aceite en America. *Palmas*, 37 (2), 215-228.
- Granados, G., Paliwal, R.L. (2008). Mejoramiento para resistencia a los insectos. FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/x7650s18.htm>
- Howard, F., Gallo, S. (2006). El cixiido americano de las palmas, *Myndus crudus* Van

- Duzee (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoroidea: Cixiidae). University of Florida IFAS Extension. Document EENY-396.
- LA CABAÑA. (2009). Historia del híbrido OxG. Colombia. Recuperado de: [https://www.madfisher.info/Colombia/SENA/Palma/HISTORIA%20DE L%20HIBRIDO%20OxG.pdf](https://www.madfisher.info/Colombia/SENA/Palma/HISTORIA%20DE%20L%20HIBRIDO%20OxG.pdf)
- Rairan , N., Beltran , J., & Arango , M. (2015). Tecnologías para el manejo de la Marchitez letal de la palma de aceite validadas en la Zona Oriental de Colombia. *PALMAS*, 36.
- Oropeza, C., Zizumbio, D., Saenz , L., Narvaez , M., & Cordoba , I. (2010). Interacciones planta-patógeno-vector-ambiente en el amarillamiento letal del cocotero. *Palmas*, 31 (Especial).
- Torres V., M., Rey B., L., Gelves R., F., & Santacruz A., L. H. (2004). Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*, en la plantación de Guaicaramo S. A. *Revista Palmas*, 25(especial), 350-357. Recuperado a partir de: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1099>
- Tsai, J.; Kirsch, O. 1978. Bionomics of *Haplaxius crudus* (Homoptera: Cixiidae). *Environmental Entomology* 7(2), 305-308.
- Zambrano, E. (2004). Los híbridos interespecíficos *Elaeis oleífera* H.B.K x *Elaeis guineensis* Jacq. Una alternativa de renovación para la Zona Oriental de Colombia. *Revista Palmas*, 25 (2), 339-349.
- Zambrano R., J. E., & Amblard, P. (2007). Resultados de los primeros ensayos del cultivo de híbrido interespecífico de *elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis* en el piedemonte llanero colombiano (Hacienda La Cabaña S.A.). *Revista Palmas*, 28, 234-240. Recuperado a partir de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1260>