



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,  
Volumen 8, Número 6.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6)

**EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE  
NEMATODOS EN TEJIDOS DE PALMAS  
SILVESTRES E INSECTOS VECTORES EN LA  
CUENCA DEL RÍO CUSIANA (CASANARE-  
COLOMBIA)**

**ASSESSMENT ON THE PRESENCE OF NEMATODES IN  
TISSUES OF NATIVE PALM TREES AND VECTOR INSECTS  
AT THE CUSIANA RIVER WATERSHED (CASANARE-  
COLOMBIA)**

**Andres Hernando Valenzuela Gomez**

Centro de Desarrollo Tecnológico para la Sostenibilidad y Competitividad Regional C-Star

**Gleidys Andreny Colón Escobar**

Centro de Desarrollo Tecnológico para la Sostenibilidad y Competitividad Regional C-Star

**Laura Liliana Hernández Pineda**

Centro de Desarrollo Tecnológico para la Sostenibilidad y Competitividad Regional C-Star

**Guadalupe Caicedo-Ramírez**

Jardín Botánico de Bogotá 'José Celestino Mutis'

**Patricia Eugenia Escobar Martínez**

Centro de Desarrollo Tecnológico para la Sostenibilidad y Competitividad Regional C-Star

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6.15359](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15359)

## Evaluación de la presencia de nematodos en tejidos de palmas silvestres e insectos vectores en la cuenca del Río Cusiana (Casanare-Colombia)

**Andres Hernando Valenzuela Gomez<sup>1</sup>**  
[relaciones@cstar.com.co](mailto:relaciones@cstar.com.co)  
<https://orcid.org/0009-0003-8999-3423>  
Centro de Desarrollo Tecnológico para la  
Sostenibilidad y Competitividad Regional C-  
Star

**Gleidys Andreny Colón Escobar**  
[andreny95@gmail.com](mailto:andreny95@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-0386-5870>  
Centro de Desarrollo Tecnológico para la  
Sostenibilidad y Competitividad Regional C-  
Star

**Laura Liliana Hernández Pineda**  
[lauraliliher12@gmail.com](mailto:lauraliliher12@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-8064-4919>  
Centro de Desarrollo Tecnológico para la  
Sostenibilidad y Competitividad Regional C-  
Star

**Guadalupe Caicedo-Ramírez**  
[gcaicedo@jbb.gov.co](mailto:gcaicedo@jbb.gov.co)  
<https://orcid.org/0000-0001-6210-8381>  
Jardín Botánico de Bogotá 'José Celestino  
Mutis'

**Patricia Eugenia Escobar Martínez**  
[patriciaescobar8010@gmail.com](mailto:patriciaescobar8010@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0005-9841-8265>  
Centro de Desarrollo Tecnológico para la  
Sostenibilidad y Competitividad Regional C-  
Star

### RESUMEN

En el año 2014, se registró un brote de la enfermedad del Anillo Rojo (AR) en cultivos de palma aceitera cercanos al río Cusiana al sur del departamento de Casanare en Colombia, provocado por un nematodo transmitido por insectos picudos. En este documento, se presentan tres estudios exploratorios de campo diseñados para profundizar en el conocimiento sobre los alcances del AR en la zona afectada. El primer estudio es la búsqueda de palmas silvestres en mal estado para obtener muestras de tejido interno y detectar nematodos por observación en el laboratorio. El segundo es la aplicación de una prueba de biología molecular a muestras de tejido de palmas para realizar detección directa del nematodo patógeno del AR. El tercero consiste en evaluar la presencia de insectos vectores en distintas áreas de la cuenca para medir sus poblaciones circulantes. Los resultados son la detección de tres posibles palmas silvestres infectadas y la confirmación por biología molecular de la presencia del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* en un conjunto de palmas muestreadas. En cuanto a los insectos vectores, se encontró una presencia notable en las áreas de estudios, además, la proporción de insectos vectores identificados como portadores de nematodos, en comparación con el total capturado en cada trampa, alcanzó un porcentaje promedio del 32,9%.

**Palabras clave:** arecacea, interacciones bióticas, aphelenchoididae, amenaza fitosanitaria, dryophthorinae

---

<sup>1</sup> Autor principal.  
Correspondencia: [relaciones@cstar.com.co](mailto:relaciones@cstar.com.co)

# Assessment on the presence of nematodes in tissues of native palm trees and vector insects at the Cusiana River watershed (Casanare-Colombia)

## ABSTRACT

In 2014, an outbreak of Red Ring Disease (RRD) occurred in oil palm plantations near the Cusiana River in the south of the State of Casanare in Colombia. This disease is caused by a nematode transmitted by the weevil insect *Rhynchophorus palmarum*. This document presents three exploratory field studies designed to deepen knowledge about the reach of RRD in the affected area. The first study is the search for wild palms in poor condition to obtain internal tissue samples and detect nematodes by observation in the lab. The second is the application of a molecular biology test over some palm tissue samples to detect unequivocally the presence of RRD pathogen nematode. The third consists of evaluating the presence of insect vectors in different areas of the basin to measure their circulating populations. The results are the detection of three possible infected wild palms and the confirmation by metataxonomics of the presence of the nematode *Bursaphelenchus cocophilus* in a set of sampled palm trees. Regarding insect vectors, they were abundant in the study areas; in addition, the proportion of weevil vectors detected as carriers of nematodes, compared to the total captured in each trap, resulted in an average percentage of 32.9%.

**Keywords:** arecaceae, biotic interactions, aphelenchoididae, phytosanitary threat, dryophthorinae

*Artículo recibido 02 octubre 2024*

*Aceptado para publicación: 12 noviembre 2024*



## INTRODUCCIÓN

El síndrome del Anillo Rojo es una enfermedad letal en especies palmeras Arecales causada por el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* Cobb (Giblin-Davis, 1990) (Griffith et al, 2018). La presencia del nematodo en los tejidos de la palma bloquea el flujo de agua, nutrientes y savia al obstruirse los vasos conductores, hasta causar la inviabilidad del huésped botánico (Cuthbert & Goodey, 1992). Los descubrimientos de la dinámica de la enfermedad datan de la década de 1960 en palmeras de coco ubicadas en Trinidad y Tobago. Hoy se sabe que el principal insecto vector de este nematodo es el picudo negro de las palmas *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus (Griffith, 1968) (Hagley, 1963).

En 2014 en el Departamento de Casanare al oriente de Colombia, hubo alerta de un brote de Anillo Rojo en un municipio con varias plantaciones de palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq. (Mesa, 2014). La causa de esta situación fue el abandono por los propietarios de algunos predios de palma sembrada, y en consecuencia se convirtieron en focos de plagas y enfermedades para el vecindario. Después de varios años la enfermedad se ha controlado, persisten menos casos pero lo que no ha mejorado es la cantidad de picudos en el entorno (Valenzuela & Avella, 2024). Estos insectos también causan daño mecánico a las plantas, las larvas se alimentan de los tejidos internos de las palmas y por estas galerías perforadas ingresan otros patógenos al interior de la planta (Milosavljevic et al, 2019). Además estos insectos tienen otras especies de plantas como huéspedes botánicos silvestres alternos donde pueden reproducirse (Bermudez et al, 2023). Bajo este escenario, es incierto si puede generarse en Casanare otro brote fitosanitario en el futuro.

El primer síntoma visual de AR en palma aceitera es presentar hoja corta, las hojas del cogollo se apiñan, los peciolos toman un color rojizo, para cerciorarse se corta una hoja y si en la superficie del corte se denotan unos puntos de color salmón, marrón o rojizos se confirma un caso de anillo rojo (Cenipalma, 2016). La parte de la planta que más se afecta es el cogollo, las hojas jóvenes pierden color y se acortan, lo cual se da por el sellamiento de las partes vasculares de la palma, lo que limita el paso de nutrientes al resto de la planta. Este síntoma interno se desarrolla completamente antes de que los síntomas externos se vuelvan visibles (Magalhães et al., 2008). El control de la enfermedad del Anillo Rojo es exigente porque los métodos incluyen disciplina fitosanitaria, el manejo de los vectores y el uso de material vegetal resistente (Alpízar et al, 2003) (Sarria, 2020). Al no tener aún un tratamiento de cura, la norma



actual en palma aceitera ordena la erradicación de individuos enfermos detectados en una plantación (ICA, 2021). También obliga a realizar acciones preventivas en campo con el trapeo y la captura del insecto vector del nematodo (Aldana et al, 2015).

No se tiene certeza de que las palmas nativas cercanas al brote de Anillo Rojo pudieron sufrir afectaciones o estar albergando al nematodo. Se conoce que el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, presenta un amplio rango de hospederos, incluyendo palmas silvestres, ornamentales y comerciales como el cocotero (*Cocos lucífera*) y palma de aceite (*Elaeis guineensis* e híbridos interespecíficos *E. oleífera*), también se ha mostrado que palmas silvestres como *Attalea spp.*, *Maximiliana maripa*, *Mauritia flexuosa* (moriche) y *Phoenix dactylífera*, actúan como huéspedes alternos del nematodo sin mostrar síntomas de AR, lo que incrementa el riesgo de diseminación de la enfermedad, (Aldana et al, 2015). Dada la cantidad de huéspedes de la familia Arecaceae reportados (Sáenz, 2015) se puede afirmar que este nematodo es un parásito general de las especies palmeras. En cuanto al insecto vector, según Bautista-Giraldo et al. (2020) los picudos también pueden dañar gravemente a las especies de palmas nativas, principalmente en hábitats alterados, donde la proporción de palmeras afectadas es significativamente mayor, lo que indicaría una correlación directa entre la degradación del hábitat y las infestaciones de picudos.

Con estos antecedentes, se suscitan preguntas sobre esta situación, a pesar de que la enfermedad se describió hace 60 años y en siguientes décadas como los 90s se han venido descubriendo más aspectos, el conocimiento sobre esta patología aún es limitado. En casos de brotes se desconoce el alcance epidémico causado alrededor de las plantas y si la vegetación silvestre tiene algún rol o consecuencia de estos episodios. Además, el insecto transmisor es el componente más dinámico y de mayor movilidad en esta patología (Flores-Pacheco et al, 2022). Se tiene la preocupación conservacionista de que el calentamiento global favorezca la migración de los insectos vectores hacia nuevas regiones y ecosistemas, en el caso del río Cusiana hacia las zonas de más altitud en la cordillera de los Andes (Feron et al, 2024). En este contexto, surgen las preguntas que guían esta investigación: ¿Las palmas silvestres con evidencia de daño que fueron muestreadas sobre la cuenca del Río Cusiana son positivas para *B. cocophilus*? ¿Qué proporción de insectos vectores son portadores de nematodos en los alrededores del río Cusiana?



## METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo de tipo exploratorio y descriptivo, abarcando geográficamente la cuenca del río Cusiana en el departamento de Casanare - Colombia, la población objeto del estudio incluyó las especies de palmas nativas presentes en la zona y su relación con la carga de nematodos detectada en los insectos vectores asociados.

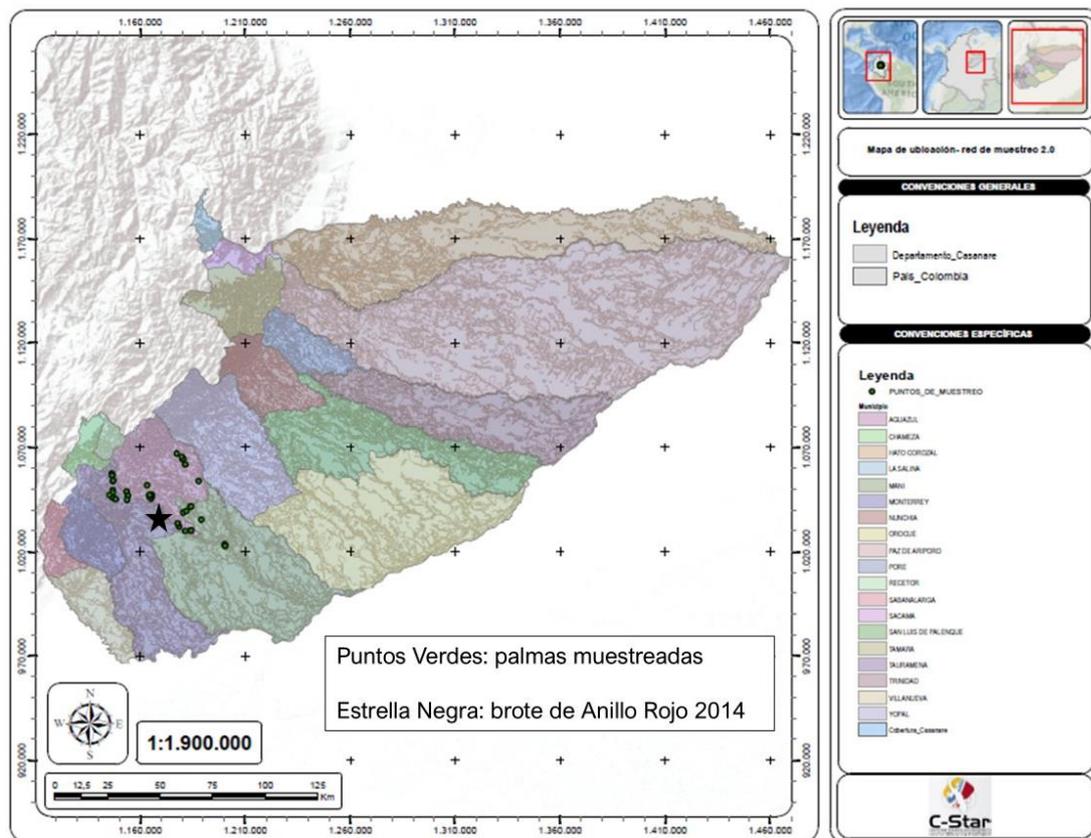
### Lugar de Estudio

La cuenca del río Cusiana está al oriente de Colombia con un área de extensión de 505.797 km<sup>2</sup> y pertenece a la gran cuenca del río Orinoco (POMCA, 2007). Es un río que nace en los paisajes altoandinos desde páramos del departamento de Boyacá, su cuenca media y baja atraviesan el departamento de Casanare, recorriendo los municipios de Tauramena, Recetor, Aguazul y Maní. En la zona más alta del río dentro de Casanare entra por la cota de 800 m.s.n.m. y se desvía hacia el sur al bordear los farallones de San Miguel, para finalmente encontrarse con otros cauces y entrar a la planicie de los llanos del Casanare en la cota de 320msnm y extenderse por 150Km hasta su desembocadura. En estos paisajes de sabana a lado y lado del río se han establecido numerosas plantaciones de palma aceitera, siendo la vereda Villa Rosa al nororiente del municipio de Tauramena donde sucedió un brote descontrolado de enfermedad Anillo Rojo en el año 2014 (Figura 1).

Se establecieron tres zonas de muestreo de palmas nativas sobre la cuenca del río Cusiana, las cuales se delimitan principalmente por el rango de altura sobre el nivel del mar dentro del territorio de Casanare, así: Cuenca Alta (600-400 msnm), Cuenca Media (250-350 msnm) y Cuenca Baja (<200 msnm). Para definir las áreas de muestreo también se consideró la facilidad de acceso a las zonas en cuanto a caminos carretables y seguridad para el personal de campo. En cada zona se observó la comunidad de especies palmeras pertenecientes al grupo botánico *Arecaceae* consideradas parte de la biodiversidad nativa. En los recorridos se realizaba la identificación según referencia a la entidad taxonómica de la planta utilizando la guía de palmas de Colombia de Galeano y Bernal (2010), teniendo en cuenta sus características morfológicas y su distribución (Hernández, 2024).



**Figura 1:** Mapa del departamento de Casanare con ubicación de las palmas nativas muestreadas



## Procesos con Tejido Vegetal

### Selección de Especímenes Palmeros

Los especímenes muestreados se seleccionaron teniendo en cuenta su aspecto físico de notable deterioro, como presentar amarillamiento profuso en la corona de hojas, apiñamiento de las hojas más jóvenes, presencia de perforaciones de picudos en la corteza del estípite, y otras afectaciones que hacen referencia a un aparente mal estado (Figura 2). En cuanto a las especies a muestrear, se tuvo en cuenta la diversidad de palmas en la zona de muestreo y la abundancia relativa de cada especie en el paisaje, esto con el propósito de evitar la intervención de especies poco comunes y escasas, priorizando el muestreo en aquellas que presentan mayor abundancia. Inicialmente se realizó una búsqueda general desde un vehículo prestando atención a las palmas que mostraban signos de deterioro y también se realizaron recorridos a pie en los parches de vegetación identificados durante el recorrido.

## Muestreo de Tejido Vegetal

Para las palmas nativas se eligió la toma de muestras de tejido interno del fuste o estípote, porque es una forma más estandarizada frente a la diversidad de palmas con alturas diferentes, facilita muestrear lugares anegados (por ejemplo, en Morichales) y su procesamiento rápido en laboratorio. Con ayuda de un taladro inalámbrico similar al utilizado en endoterapia con una broca de 1cm de diámetro y 25cm de largo, se perfora perpendicularmente al eje del fuste de la palma hasta una profundidad no mayor al centro del estípote (Figura 3a). Con cuidado, se recolecta la viruta expulsada por el taladro durante la perforación, asegurándose de que la broca pueda reingresar por el mismo orificio si es necesario para sacar más material, con esto se toma una muestra de alrededor de 5gr que se deposita en una bolsa sellable nueva, debidamente rotulada.

**Figura 2:** Ejemplos de palmas silvestres deterioradas halladas en la exploración por las zonas del río Cusiana.



En la bolsa de la muestra se anota la georreferenciación de la palma muestreada, el género taxonómico al que pertenece el espécimen palmero, la fecha de muestreo, la zona del río (cuena alta, media o baja) y el nombre del colector. Al interior de la bolsa se le agrega un pequeño volumen de solución de sacarosa al 0,5% para mantener hidratada la muestra. Finalmente se disponen las bolsas de muestras en una cava

térmica con bolsas de gel congelado para mantener refrigeradas las muestras hasta su entrega al laboratorio. Para el orificio creado en la palma muestreada se aplica al interior con espray Alcohol antiséptico 70% y luego con otro espray se aplica una solución de Cipermetrina al 1%. Finalmente, al orificio se le aplica pasta cicatrizante forestal para podas y se le inserta una estaca de madera previamente desinfectada que se ajuste al orificio y lo selle.

### **Extracción de Nematodos en Tejido Vegetal**

Una parte de la muestra se procesa en el laboratorio buscando evidenciar la presencia de nematodos mediante el método de extracción del embudo de Baermann con exposición a luz directa, siguiendo elementos de las técnicas probadas en palma aceitera (Colón, 2025) y guías técnicas (Rosas-Hernández & Sagarpa) (EPPO, 2013). En embudos se coloca y amarra un dedo cortado de guante quirúrgico de látex en la boca estrecha del embudo, de tal manera que se pueda captar lo que escurra por el cuello del embudo. En la boca ancha del embudo se coloca primero una malla de hilo que se adapte al contorno interno del embudo, luego encima de la malla se coloca un cono de papel filtro en posición conveniente a la forma del embudo. La función de la malla es sostener el papel filtro. Este embudo preparado debe ponerse en un sostén para mantenerlo vertical, por ejemplo, un vaso de precipitado o un contenedor cubierto en su superficie externa, evitando la luz de entrada para que el cuello del embudo quede en la oscuridad; también puede utilizarse dedos de un guante de látex negro. Por último, ya con los embudos preparados y sostenidos es necesario colocar una fuente de luz por arriba donde se exponga la boca ancha del embudo al brillo directo.

De toda la muestra procesada se toma una pequeña porción y se guarda en un tubo Eppendorf de 0.5ml, lo restante de la muestra de tejido se coloca todo o una parte sobre el papel filtro y por un costado se agrega agua con ayuda del tubo de un frasco lavador, buscando no mojar todo el papel. Se agrega agua hasta que el nivel del agua en el cuello alcance a tocar el primer centímetro de la punta del cono de papel. El objetivo es que los nematodos migren del tejido buscando el agua abajo y escapen de la luz arriba desplazándose hacia la oscuridad del cuello. Este montaje se deja quieto por al menos 8 horas, revisando periódicamente que el nivel de agua del cuello no deje de estar en contacto con el papel de filtro y en ese caso reponer el agua faltante. Se recomienda dejar en un lugar abierto fuera de laboratorio si el aroma



es muy fuerte, pero se debe tener en cuenta que el tejido de palma expuesto es atractivo a moscas *Drosophila* y otros insectos (figura 3b).

**Figura 3:** a. Muestreo de tejido, b. Montaje de embudos, c. Nematodo por estereomicroscopio 4x, d. Nematodo por microscopio 40x



Una vez transcurrido el tiempo de espera, se desmontan los embudos, es muy importante recoger el filtrado que queda en el cuello del embudo. Se recoge el líquido en un recipiente debidamente rotulado con los datos de la muestra. El papel filtro con el tejido se descarta y se limpia lo restante del montaje para hacer otro filtrado o guardar. Al microscopio o al estereomicroscopio se examinan alícuotas de la muestra líquida buscando la presencia de nematodos hasta completar el volumen extraído. Se toman registros al encontrar individuos y finalmente se registra la positividad o negatividad para nematodos en cada muestra procesada.

### **Prueba Molecular en Tejido Palmero**

Como parte de las pruebas en tejidos vegetales, se realizó un ensayo exploratorio de biología molecular aplicado a muestras de tejido para evaluar la presencia de nematodos por secuenciación genómica. El método consiste en un análisis de Metataxonómica para el segmento 18S del material genético ribosomal (rRNA) que es extraído de la muestras, apuntando hacia RNA no-vegetal para hacer una lectura de los

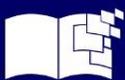
organismos metazoarios y nematodos presentes. Se realizó una cuantificación del material genético extraído por el método de absorción de luz a 260nm (A260) usando el equipo NanoDrop™ 2000-Thermo Scientific™. El material genómico extraído se normaliza a una concentración de 30ng/μL. Posteriormente se preparan y secuencian librerías pareadas de 300bp de Illumina en la compañía Novogene, siguiendo sus recomendaciones. Para la identificación de nematodos en tejido vegetal se utiliza el marcador ribosomal 18S rRNA.

Tras finalizar los procesamientos descritos en las muestras y obtener las secuencias, se realizó análisis bioinformático de clasificación taxonómica. Los reads se depuran con umbral de calidad Q30 y eliminando singletons y secuencias de longitud inferior a 200 bases o que tuvieran bases ambiguas utilizando el programa Cutadapt Removes Adapter (Martin, 2011). Luego son analizadas usando el programa Mothur versión 1.44 siguiendo el protocolo estándar para librerías de Illumina Miseq (SOP) (Schloss et al, 2009). En este programa se utiliza la herramienta make.contigs y posteriormente alineados a la base de datos de referencia del 18S. También se utiliza el algoritmo VSEARCH para remover las secuencias quiméricas, y se eliminan las secuencias de linajes no-eucariotas. Se pone en marcha la rutina dist.seqs para agrupar los reads en unidades taxonómicas operacionales (Operational taxonomic units-OTUS) considerando una distancia límite entre secuencias del 0,03 y un umbral de 80 (80 Bootstraps threshold).

## **Procesos con Tejido Animal**

### **Muestreo de Picudos en Cusiana**

Complementario a la detección de nematodos en palmas silvestres, también se realizó una evaluación de la carga de nematodos en los insectos picudos. Para el muestreo de picudos de manera alterna, no simultáneamente, se instalaron trampas atrayentes en las zonas de interés y accesibles de la cuenca del río Cusiana a una distancia mínima de 15Km entre cada trampa. La trampa consiste en un modelo Bucket de 5 galones, con ventanas redondas para el ingreso de los picudos y cubierto con una superficie rugosa para facilitar el escalamiento del insecto desde el suelo hacia las ventanas (Figura 4b). Siguiendo algunos elementos de las técnicas de atrapamiento conocidas (Rodríguez-Currea et al, 2017), como atrayentes se utiliza una mezcla agua-melaza de 4:1 que se vierte al fondo en el interior de la trampa que alcance una profundidad de 2cm, el cual funcionará como fuente de kairomonas emulando el aroma a alimento.



También se colocaron difusores de las feromonas *Rhynchophorus* para potencializar el efecto atrayente. Por último, se utilizó al fondo de la trampa una corona de piña, que sirve de refugio para que los picudos capturados no busquen escaparse. Como es una trampa para capturar y mantener vivos los insectos, se realizaron inspecciones mensuales para recolectar los insectos vivos, contar la totalidad de picudos capturados y renovar los componentes de la trampa (melaza, piña, feromonas agotadas). Los picudos vivos se colocan en un recipiente rotulado, con trozos de caña o piña para alimentarlos mientras son llevados al laboratorio en la ciudad capital Yopal.

**Figura 4:** a. Picudo *Rhynchophorus Palmarum*, b. Modelo de trampa, c. Interior de la trampa, d. Muestras vivas para analizar



### DetECCIÓN DE NEMATODOS EN PICUDOS.

Tras obtener los picudos vivos en el laboratorio, se extrae los nematodos contenidos en los insectos siguiendo algunos elementos de las técnicas utilizadas en Perú (Lecca, 2016). Para el sacrificio del insecto se colocan por veinte minutos dentro un congelador para que mueran por choque térmico. Con ayuda de unas tijeras de poda se corta el insecto entero longitudinal y transversalmente para obtener cuatro partes. Estos pedazos se vierten en un vaso de precipitados de 250ml y se agrega un pequeño volumen de agua que apenas cubra los pedazos de insecto. Se agita leve y se deja en reposo durante 4

horas en un sitio ventilado preferiblemente. Después del periodo de espera se toma otro vaso de precipitado igual y con un colador se vierte el contenido del vaso con el insecto, buscando retener las partes sólidas y separar el líquido. Se descarta los pedazos sólidos, el líquido debe verterse en un recipiente con tapa, debidamente rotulado, y guardarse sin añadir preservante. Es recomendable examinar este líquido inmediatamente porque los nematodos aún siguen vivos y puede detectarse fácilmente por su movimiento en el agua. En caso de detectar una muestra de picudo con nematodos debe registrarse como positivo junto con datos de fecha de recolecta y la trampa de origen.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados de Campo

#### Palmas Silvestres Muestreadas

Durante las jornadas de campo, se recolectaron muestras de tejido de 35 palmas silvestres, seleccionadas de un total aproximado de 200 palmas observadas en las cuencas alta, media y baja del río Cusiana. Las tres zonas de la cuenca no fueron homogéneas en cuanto al tipo de especies palmeras divisadas en campo, por más esfuerzo de muestreo realizado. En el mapa se puede observar las ubicaciones de las palmas muestreadas (Figura 1). De la comunidad de palmas nativas y naturalizadas que crecen o ya están establecidas en el medio silvestre, se muestrearon ejemplares pertenecientes a los géneros botánicos mencionados en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Géneros botánicos de palmas halladas y muestreadas en la vegetación silvestre de la cuenca del Río Cusiana.

Géneros botánicos identificados de la familia <i>Arecaceae</i> en zonas del Río Cusiana							
<i>Acrocomia</i>	<i>Attalea</i>	<i>Mauritia</i>	<i>Socratea</i>	<i>Bactris</i>	<i>Oenocarpus</i>	<i>Cocos</i>	<i>Elaeis</i>

La zona con menor diversidad de palmas es la cuenca baja con sólo tres géneros: *Attalea* (palma real), *Acrocomia* (corozo) y *Mauritia* (moriche). Esto se debe posiblemente a que es un paisaje de sabana, con condiciones de vientos y sequedad muy adversas para la vegetación. Solo éstos tres géneros predominaron en el paisaje durante las jornadas de exploración. Las palmas *Attalea* y *Mauritia* se podían encontrar formando conglomerados de su misma especie, propiciando unas condiciones más favorables para la germinación y reclutamiento de palmas jóvenes, logrando dominar en esos sitios en el tiempo.

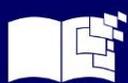
Las palmas *Acrocomia* en cambio podían encontrarse solitarias y aisladas en medio de la nada, tal vez debido a su resistencia fisiológica y gran defensa a la herbivoría con agudas espinas desde sus estados juveniles.

La zona media se encontraron más especies palmeras tanto naturalizadas como: *Elaeis* (aceitera) y *Cocos* (coco), como nativas como *Socratea* (caminante), *Mauritia*, *Acrocomia* y *Attalea*. Esta zona pertenece al piedemonte bajo, sobre toda la transición hacia las planicies, es la zona más poblada y transformada en Casanare, donde se ubican la mayoría de los centros urbanos, la carretera principal y gran cantidad de latifundios, por ello la presencia de especies naturalizadas de palma. Sin embargo, es una zona donde los cauces de los ríos que vienen de los Andes también pueden expandirse al entrar en la sabana, generando corredores más amplios de bosque ripario, haciendo que el déficit hídrico no sea tan elevado comparado a la lejana sabana, y donde hay más humedad que propicia microclimas donde se puede establecer más diversidad de especies.

En la zona alta se presentó la mayor diversidad de especies de palmas nativas: *Bactris* (chontadurillo), *Oenocarpus* (tunama), *Geonoma* (enana), *Acrocomia*, *Socratea* y un ejemplar sin lograr identificar. La zona alta es más diversa debido a que hay mayor accidentalidad del relieve, con cañones, pendientes elevadas y terrenos irregulares donde el hombre no ha podido llegar y afectar a la vegetación silvestre que ha logrado establecerse en estos microclimas y nichos. Además, está más cerca a los ecosistemas andinos, pudiendo haber más intercambio florístico y migración de especies desde las zonas más altas.

### **Capturas de Picudos sobre el Cusiana**

Las trampas se instalaron a lo largo del eje del río Cusiana cubriendo un trayecto de 107km en forma de cruz con el eje mayor siguiendo la dirección del cauce y sobre las franjas altitudinales donde están cerca las áreas exploradas para recolectar palmas. La recolecta de picudos se hizo en temporada seca, mensualmente desde diciembre 2023 hasta marzo de 2024, intentando obtener insectos vivos para poder realizarles la detección de nematodos mientras se hacia la búsqueda de palmas silvestre enfermas. Todos lo picudos capturados pertenecieron a la especie *Rhynchophorus palmarum*. Se colectaron 53 insectos vivos de 384 picudos capturados, teniendo una alta mortalidad general media del 86%. Los datos de las trampas se describen en la tabla 2.



**Tabla 2:** Posición de las trampas instaladas para capturar picudos en las zonas del Río Cusiana.

Ubicación de Trampa en Casanare	Coordenadas Geográficas	Zona en Cuenca Cusiana	Total de Picudos Capturados	Picudos Vivos Recolectados
Aguazul, Vereda Cupiagua, Escuela Monterralo	5.232222 -72.656417	Alta 674 msnm	31	5
Aguazul, Vereda La Turua, predio Cusiana 1	5.023851 -72.636922	Media 306 msnm	51	4
Aguazul, Vereda Sabanales, finca Leones	5.11683 -72.48842	Media 237 msnm	89	18
Aguazul, Vereda la Esperanza, F. Esperanza	5.02086 -72.43211	Baja 214 msnm	67	18
Aguazul, Vereda el Viso, Finca el Silencio	4.91711 -72.37425	Baja 206 msnm	130	14
Maní, Vereda Belgrado, borde río Cusiana	4.81333- -72.29258	Baja 181 msnm	16	6

La captura de picudos da unas indicaciones sobre cada zona de la cuenca muestreada. La zona alta tiene la menor captura porque ya en esta franja del piedemonte las plantaciones de palma aceitera son escasas o nulas. Sin embargo, la cantidad no es despreciable, con un promedio de 7,75 picudos totales por trampa al mes. Este indicador podría generar mayor preocupación y justificar la necesidad de realizar más mediciones en la franja altitudinal que se extiende hacia la zona andina.

En la zona media el número de capturas se incrementa, tratándose de una zona con más influencia de cultivos de palma. La trampa ubicada en la vereda La Turúa, al borde de la carretera principal, registró un promedio de 12,75 picudos por mes. En contraste, la trampa de la vereda Sabanales, situada cerca de pequeñas y medianas plantaciones, mostró un promedio de 22,25 picudos por mes. Este incremento podría deberse a una mayor presencia de picudos que buscan completar su ciclo de vida en un grupo de palmas o por la atracción generada, por ejemplo, por las podas de hojas en los cultivos.

En la zona baja el nivel de captura fue variable, sin embargo se obtuvo la mayor tasa de capturas (32,5 picudos por mes en vereda el Viso), posiblemente por su cercanía municipio de Maní donde el cultivo de palma ha crecido más y se han establecido grandes extensiones de áreas plantadas en los últimos diez años. Causa curiosidad que a borde del río Cusiana el nivel de captura fue muy bajo, cuando se pensaba que los picudos podrían abundar por estar migrando, orientándose con el curso de los cauces.

## Resultados de Laboratorio

### Nematodos en Palmas Silvestres

En la siguiente tabla se describen las palmas muestreadas en cuanto a su posicionamiento en la cuenca y el resultado final de la observación realizada al procesar las muestras en el laboratorio para la detección de nematodos.

**Tabla 3:** Ejemplares de palmas nativas muestreadas de tejido del estípite para detección de nematodo por observación en laboratorio

No.	Género Taxonómico de Palma Silvestre	Coordenadas Geográficas	Zona de la Cuenca Río Cusiana	Detección de Nematodos (+ / -)
01	<i>Acrocomia</i>	5.0362222 -72.6924444	Alta 411 msnm	Negativo
02	Arecaceae spp	05.0164722° -072.6854444°	Alta 358 msnm	Negativo
03	<i>Acrocomia</i>	05.0031389° -072.7403611°	Alta 453 msnm	Negativo
04	<i>Bactris</i>	05.0816389° -072.7505278°	Alta 462 msnm	Negativo
05	<i>Socratea</i>	05.0821944° - 072.7491667°	Alta 454 msnm	Negativo
06	Arecaceae spp	05.1119167° -072.7556944°	Alta 619 msnm	Negativo
07	<i>Oenocarpus</i>	05.1118889° -072.7557778°	Alta 615 msnm	Negativo
08	<i>Socratea</i>	05.1120278° -072.7558889°	Alta 624 msnm	Negativo
09	<i>Geonoma</i>	05.1066111° -072.7540000°	Alta 542 msnm	Negativo
10	<i>Oenocarpus</i>	05.1065278° -072.7540000°	Alta 536 msnm	Negativo
11	<i>Acrocomia</i>	05.0003056° -072.6908056°	Alta 356 msnm	Negativo
12	<i>Socratea</i>	05.0111944° -072.5928056°	Media 242 msnm	Negativo
13	<i>Acrocomia</i>	05.0058056° - 072.5876667°	Media 249 msnm	Negativo
14	<i>Attalea</i>	05.0125000° -072.5930833°	Media 249 msnm	Negativo
15	<i>Acrocomia</i>	05.0188333° -072.5965833°	Media 258 msnm	Negativo
16	<i>Mauritia</i>	05.0205000° -072.5925000°	Media 251 msnm	Negativo
17	<i>Elaeis</i>	05.0624444° - 072.6043056°	Media 301 msnm	Negativo
18	<i>Acrocomia</i>	05.1859167° -072.4553611°	Media 260 msnm	Positiva
19	Arecaceae spp	05.0157778° -072.5831944°	Media 234 msnm	Negativo

20	<i>Attalea</i>	05.0161944° -072.5831111°	Media 234 msnm	Negativo
21	<i>Mauritia</i>	05.0193611° -072.5925000°	Media 236 msnm	Positiva
22	<i>Cocos</i>	05.0214167° -072.5874722°	Media 244 msnm	Negativo
23	<i>Elaeis</i>	05.0215833° -072.5874722°	Media 245 msnm	Negativo
24	<i>Acrocomia</i>	04.8667417° -072.4164861°	Baja 193msnm	Positiva
25	<i>Attalea</i>	04.8666694° -072.4162694°	Baja 193msnm	Negativo
26	<i>Attalea</i>	04.8635833° -072.4418889°	Baja 196 msnm	Negativo
27	<i>Acrocomia</i>	04.8832778° -072.4669167°	Baja 202 msnm	Negativo
28	<i>Acrocomia</i>	04.8940833° -072.4669167°	Baja 205 msnm	Negativo
29	<i>Acrocomia</i>	04.8970833° -072.4733889°	Baja 207 msnm	Negativo
30	<i>Acrocomia</i>	04.9431389° -072.4502500°	Baja 211 msnm	Negativo
31	<i>Acrocomia</i>	04.9501389° -072.4372778°	Baja 210 msnm	Negativo
32	<i>Acrocomia</i>	04.9694444° -072.4166667°	Baja 200 msnm	Negativo
33	<i>Attalea</i>	04.8675000° - 072.4164722°	Baja 193 msnm	Negativo
34	<i>Acrocomia</i>	04.9694444° -072.4166667°	Baja 200 msnm	Negativo
35	<i>Mauritia</i>	05.0797222° -072.3830556°	Baja 230 msnm	Negativo

Tres ejemplares resultaron positivos para nematodos según la observación realizada del listado de palmas muestreadas en el medio silvestre de la tabla 3, los cuales tenían signos de deterioro y luego fueron procesadas en el laboratorio, buscando identificar posibles nemátodos en el tejido interno del estípite. Estos tres casos pertenecen a los géneros botánicos de *Acrocomia* y *Mauritia*; al examinar los casos, la palma *Acrocomia* en la cuenca media estaba ubicada a la entrada de una plantación palmera que ha presentado sucesivos casos de Anillo Rojo. La otra palma *Acrocomia* positiva se encuentra en la cuenca baja sobre el borde del río Cusiana; ésta presentaba en su estípite numerosas perforaciones de picudos. Para el género *Acrocomia* ya había sido reportado la presencia del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* (Goodey, 1965), lo cual ayuda a reconfirmar este hallazgo. La palma *Mauritia* también está reportada con presencia de nematodo (Sáenz, 2005). Es posible que la técnica de extracción de muestras de estípite mediante el uso de taladro presente una baja efectividad para la obtención de nematodos

desde los tejidos, ya que la fricción generada durante el proceso podría comprometer la integridad de los nematodos alojados en los tejidos vasculares.

### Nematodos en Picudos Vivos

Por otra parte, evaluar la carga de nematodos presente en los insectos vectores capturados sobre la cuenca del río puede complementar los resultados obtenidos en las palmas, En la siguiente tabla se presenta, los resultados de detección de nematodos sobre el limitado número de picudos vivos que se lograron recolectar en los meses de observación sobre las zonas estudiadas.

**Tabla 4:** Proporción de insectos vectores con presencia de nemátodo

<b>Trampa en Zona de Cusiana</b>	<b>Cantidad de Picudos con Nematodos</b>	<b>% Positivos sobre total de picudos vivos</b>
ALTA	1	$1/5 = 20,0\%$
MEDIA	2	$2/4 = 50,0\%$
MEDIA	6	$6/18 = 33,0\%$
BAJA	5	$5/18 = 27,7\%$
BAJA	7	$7/14 = 50,0\%$
BAJA	1	$1/6 = 16,6\%$

Los resultados obtenidos para la presencia de nematodos en picudos mostraron cifras altas, pues se esperaba que los porcentajes fueran menores al 10%. Aunque la tasa de mortalidad en las trampas puede influir en el cálculo de estas cifras, es importante destacar que esta es la primera medición de este tipo, cuyo objetivo principal es establecer una base estadística. Por lo tanto, las cifras obtenidas deben considerarse más como tendencias comparativas que como magnitudes reales. Es crucial continuar con las mediciones y mejorar los procesos para fortalecer la base de datos. Con este enfoque, se puede realizar la siguiente interpretación.

En la zona alta el parámetro de 20% de positividad de nematodos en picudos, indica que el patógeno podría tener alcance en las zonas montañosas de Casanare, a pesar estar lejos de cultivos palmeros. Dado que la presencia de picudos en esta zona es relativamente baja, con un promedio de 7,75 individuos por mes, se recomienda intensificar el trapeo. Esta medida no solo puede contribuir a reducir este indicador, sino que podría actuar como una barrera regional efectiva contra posibles migraciones de picudos contaminados hacia las áreas andinas, un riesgo que podría intensificarse en los actuales escenarios de calentamiento global.

En la zona media, el índice de positividad resulta más elevado, con un promedio de 41,5%. Este dato es congruente con el mayor número de picudos capturados, asociado a la proximidad de predios con plantaciones palmeras de pequeña y mediana escala, donde se registró un promedio de 22,25 picudos por mes. Esta región del departamento es la más densamente poblada y se caracteriza por la presencia de diversos cultivos como plátano, cacao y piña, los cuales podrían considerarse como posibles fuentes hospederas para estos insectos.

La zona baja tiene un parámetro mediano de positividad, con un promedio entre las tres trampas de 31,4%. El caso de la trampa ubicada en la vereda El Viso tiene las cifras de captura de picudos más altas comparadas con otras, porque se atraparon 32,5 picudos al mes con una positividad de nematodo del 50%. Esta trampa se ubicó a la altura del río en línea recta de menor distancia a donde ocurrió el brote de Anillo Rojo en el municipio de Tauramena en 2014.

### **Resultados de Detección Metataxonómica**

Los resultados de biología molecular entregados por servicios de laboratorio contratado para las dos muestras de tejido de palmeras resultaron una positiva y otra negativa para nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*. Sin embargo, las muestras eran compuestas, lo que significa que cada muestra consistía en la combinación de varias muestras de tejido individuales, la primera era la reunión de todas las palmas de la cuenca media, porque aquí había variedad de especies y es cercana al sitio del brote de anillo rojo. La otra muestra resultante negativa consistía en la reunión de todos los tejidos extraídos del género *Acrocomia* porque este género estaba en todas las alturas muestreadas en la cuenca y su aspecto de deterioro era notable en campo. En la muestra positiva a la prueba Metataxonómica en la unidad 18S ribosomal detectó 18.617 lecturas (*reads*) de genes conocidos (*OTUS*), con los cuales determinaron con precisión 146 taxones de eucariotas presentes en la muestra. De este extenso listado se enumeran algunos géneros y líneas taxonómicas de interés en fitopatología, mostrando posibles agentes eucariotas asociados al deterioro de las palmas muestreadas (Tabla 5). Vale la pena resaltar la detección de los nematodos *Bursaphelenchus*, *Rhabditida* y *Thylenchida*. La detección de *B. cocophilus* es fiable porque esta especie ha mostrado no ser genéticamente variable y bien diferenciada de especies hermanas (Sarria et al, 2020) (Riascos-Ortiz et al, 2019) (Silva et al, 2016) sin desconocer que al parecer han empezado a encontrar divergencias intraespecíficas (Subbotin & Cid del Prado-Vera, 2024).



**Tabla 5:** Taxones detectados por método metataxonómico 18S para eucariotas.

<b>Taxón Fitopatológico Detectado</b>	<b>Reads 18s</b>
<i>Pichia</i>	425
<i>Moesziomyces</i>	237
<i>Clavispora</i>	43
<i>Fusarium</i>	21
<i>Rhizoctonia</i>	8
<i>Rhabditida</i> (nematodo)	6
<i>Cystobasidiomycetes</i>	6
Tilletiariaceae	5
<i>Bursaphelenchus cocophilus</i>	4
<i>Sarocladium</i>	2
<i>Kurtzmaniella</i>	2
<i>Cryptococcus</i>	2
<i>Tylenchida</i> (nematodo)	1
<i>Rhodotorula</i>	1
<i>Talaromyces</i>	1
<i>Claroideoglossum</i>	1

## CONCLUSIONES

Las estimaciones de los parámetros vinculados a la enfermedad Anillo Rojo medidos en cada zona de la cuenca del río Cusiana se presentan resumidamente en la tabla 6, donde estos registros son un primer intento de línea base de algunas estadísticas para futuras mediciones y comparaciones.

**Tabla 6:** Resumen de los parámetros medidos del Anillo Rojo en zonas del Río Cusiana.

<b>Zona en Cuenca Río Cusiana</b>	<b>Palma Silvestre con Anillo Rojo</b>	<b>Cantidad Promedio de Picudos al Mes</b>	<b>% Picudos con Nematodo</b>
<b>Alta &gt;350 msnm</b>	-	7,75	20%
<b>Media 350-250</b>	+	17,50	41,5%
<b>Baja &lt;250 msnm</b>	+	32,50	31,4%

La detección del nematodo *B. cocophilus* en ciertas especies de palmas silvestres en la cuenca del río Cusiana confirma la hipótesis de que estos árboles nativos podrían ser reservorios del nematodo, resaltando la necesidad de establecer acciones de manejo fitosanitario en estas áreas. Los resultados sugieren que el uso de trampas de atrayentes y la captura intensiva de insectos vectores representan estrategias eficientes para mitigar la propagación de nematodos, aportando directamente al control biológico y fitosanitario en agroecosistemas vulnerables de Casanare. Finalmente, la interacción entre insectos vectores, nematodos y palmas huésped en la región estudiada subraya la importancia de una

vigilancia constante y el desarrollo de prácticas agroecológicas que reduzcan el impacto de fitopatógenos en las palmas silvestres y otros cultivos estratégicos de la región.

Se procesaron dos muestras mediante pruebas moleculares para detectar el nematodo causante de la enfermedad del Anillo Rojo en los tejidos de palmas muestreadas. Solo resultó positiva para *Bursaphelenchus cocophilus* una muestra compuesta por todos los tejidos de las especies de palmas estudiadas en la cuenca media cercana al lugar del brote. Con las pruebas moleculares resultantes se detectaron otras especies de nematodos presentes y también otros agentes eucariotas que podrían tener cepas fitopatógenas.

Es necesario tomar acciones preventivas ante escenarios de calentamiento global y cambio climático que favorecerían la migración de estos insectos vectores hacia zonas nuevas, teniendo posibles consecuencias en la biodiversidad de palmas de Casanare, de Colombia y de los países andinos en el largo plazo. Se recomienda instalar barreras de amplia cobertura geográfica para capturar picudos y monitorear sus poblaciones con el objetivo de mitigar la dispersión de la enfermedad Anillo Rojo. Por otra parte, durante la expedición se identificaron dos objetos de alto valor en conservación de palmas nativas sobre el río Cusiana diferentes a los usuales bosques de morichales; son dos bosques nativos de palmas uno en la sabana y otro en el piedemonte. Se recomienda que estos relictos de bosque dominados por palmas nativas, sean declarados áreas naturales protegidas en el departamento de Casanare. Los datos de geoposicionamiento son:

- BOSQUE PALMERO PIEDEMONTE: Lat 5.106323 Long: -72.753288 Alt: 615 msnm
- BOSQUE PALMERO SABANA: Lat 4.8633207 Long -72.437959 Alt: 196 msnm

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aldana de la Torre, RC, Aldana de la Torre, JA, Moya, Ó. M., & Bustillo Pardey, AE (2015).

El Anillo rojo en palma de aceite (Boletín Técnico n° 36). Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).

Bermúdez-H, M. F., Gamboa, J., Serna, F., & Girón, J. C. (2023). Dryophthorinae (Insecta:

Coleoptera: Curculionidae) de Colombia - Dryophthorinae (Insecta: Coleoptera:



- Curculionidae) of Colombia: lista de especies, distribución y taxones vegetales asociados. *Revista Caldasia*, 45(3), 392–409. <https://www.jstor.org/stable/48772345>
- Centro de Investigación de la Palma de Aceite – CENIPALMA. (2016). Guía de bolsillo para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades e insectos plaga en el cultivo de la palma de aceite. ISBN: 978-958-8616-80-3. Publicación Cenipalma. Bogotá.
- Chen, Q., R. Zhang, D. Li and F. Wang. 2021. Genetic characteristics of *Bursaphelenchus xylophilus* third-stage dispersal juveniles. *Scientific Reports* 11(1): 3908. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82343-9>.
- Christian Quast, Elmar Pruesse, Pelin Yilmaz, Jan Gerken, Timmy Schweer, Pablo Yarza, Jörg Peplies, and Frank Oliver Glöckner, The SILVA ribosomal RNA gene database project: improved data processing and web-based tools, 2012. doi: 10.1093/nar/gks1219).
- Cuthbert, J & Goodey, J. (1992). El *Rhadinaphelenchus cocophilus* y la *Elaeis guineensis* Jacq. : revisión de literatura. *Revista Palmas*, Volumen 13 No. 3. Fedepalma, Colombia.
- Espinoza-Ulloa, S.A. 2021. Relieving efforts in palm-tree tissue sampling for population genetics analyses. *Ecology and Evolution* 11(12): 7946–7950. <https://doi.org/10.1002/ece3.7624>.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization – EPPO. (2013). PM 7/119 (1) Nematode extraction. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 43 (3), 471–495 ISSN 0250-8052. DOI: 10.1111/epp.12077
- Feron, S., Cordero, R.R., Damiani, A. et al. South America is becoming warmer, drier, and more flammable. *Commun Earth Environ* 5, 501 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01654-7>
- Flores-Pacheco, J.A., E. Zolano and A. Hernández. 2022. Epidemiología del picudo del cocotero como vector de la enfermedad del anillo rojo en plantaciones de palma africana. *Wani*. <https://doi.org/10.5377/wani.v38i76.13377>.



- Giblin-Davis, R. M. (1990). Red ring nematode and its vectors. Florida Department of Agriculture and Consumer Service, Division of Plant Industry, Nematology Circ. No. 181.
- Griffith, R. (1968). The relationship between the red ring nematode and the palm weevil. *Journal of the Agricultural Society of Trinidad and Tobago* 68: 342–356.
- Griffith, R. Giblin-Davis, R. M. Koshy, P. K. Sosamma, V. K. Kanzaki, N. (2018). Nematode parasites of coconut and other palms. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. pp504 – 535. doi:10.1079/9781786391247.0504
- Hagley, Elmer. (1963). The role of the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*, as a vector of red ring disease of coconuts. *Journal of Economic Entomology*. Vol. 56. No. 3.
- Hernández Pineda L L, Valenzuela A (2024): Listado de palmas nativas presentes en el departamento del Casanare-Colombia.. v1.0. Centro de Desarrollo Tecnológico para la Sostenibilidad y Competitividad Regional (CSTAR). Dataset/Checklist.
- Hoddle, M. S. Hoddle, C. D. Faleiro, J. R. H. El-Shafie, A. F. Jeske, D. R. Sallam A. A. (2015). “How Far Can the Red Palm Weevil Fly? Computerized Flight Mill Studies with Field-Captured Weevils”. *J Econ Entomol*. 108(6): 2599-2609
- Hurtado C., R.E., V.O. Rincón R. and L.C. Martínez. 2009. Análisis exploratorio de las capturas de *Rhynchophorus palmarum* L. (coleóptera: Curculionidae) en lotes afectados por Pudrición del Cogollo en Zona Occidental palmera Colombiana. *Palmas* 30(3): 36–50.
- ICA – Instituto Colombiano Agropecuario. (2021). Resolución Fitosanitaria No. 092771 del 17/03/2021: “Por medio de la cual se actualizan las plagas declaradas de control oficial y las medidas fitosanitarias en los cultivos de palma de aceite en el territorio nacional”. Institutional Journal. National Authority.
- Lecca Macedo, Alex. (2016). Estudio poblacional de *Rhynchophorus palmarum* l. y presencia de *Bursaphelenchus cocophilus* Baujard en palma aceitera (*Elaeis guineensis* jacq.) en



- el distrito de Caynarachi – San Martín. Trabajo de grado en Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú.
- Magalhães, J.A.S, de Moraes Neto, A. H. A. & F. C. Miguens. 2008. Nematodes of *Rhynchophorus palmarum*, L. (Coleoptera: Curculionidae), vector of the Red Ring disease in coconut plantations from the north of the Rio de Janeiro State. *Parasitol Res* 102:1281–1287. DOI 10.1007/s00436-008-0906- 7"
- Martin, M. (2011). Cutadapt removes adapter sequences from high-throughput sequencing reads. *EMBnet.journal*, 17, 10-12.
- Mesa, L. (2014). ‘Anillo Rojo’ amenaza palmicultura. *El Nuevo Oriente periódico de Casanare y la Orinoquía*. Publicado em Edición de 18 al 22 de Febrero de 2014.
- Milosavljević, I., H.A.F. El-Shafie, J.R. Faleiro, C.D. Hoddle, M. Lewis and M.S. Hoddle. (2019). Palmageddon: the wasting of ornamental palms by invasive palm weevils, *Rhynchophorus* spp. *Journal of Pest Science* 92(1): 143–156.
- Oehlschlager, A. and L. Gonzalez. 2001. Advances in trapping and repellency of palm weevils. In *Proceedings of the Second International Conference on Date Palms*, 358–365.
- Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca – POMCA. (2007). Río Cusiana. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia. Resolución no.200.15.07-01332..
- Riascos-Ortiz, D., A.T. Mosquera-Espinosa, F.V. De Agudelo, C.M.G. de Oliveira and J.E. Muñoz-Flórez. 2019. Morpho-molecular characterization of Colombian and Brazilian populations of associated with spp. *Journal of Nematology* 51(1): 1–13. <https://doi.org/10.21307/jofnem-2019-047>.
- Rodríguez-Currea, H.J., J.F. Marulanda-López and C. Amaya. (2017). Metodología de manejo de *Rhynchophorus palmarum* L. 1758 (Coleóptera: Curculionidae) a base de caíromonas, feromonas y semioquímicos en plantaciones de chontaduro [*Bactris*



- gasipaes (Arecales: Arecaceae)] en Riosucio, Caldas. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural 21: 59–67.
- Rosas-Hernández, L., & Sagarpa, D. G. (s/f). Métodos de extracción de nematodos fitopatógenos. Presentado en XVI Congreso Internacional y XLI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Recuperado el 28 de diciembre de 2023, del [link](#).
- Sáenz A., A. 2005. Aspectos generales e importancia del agente causal de anillo rojo. Revista Palmas 26(2): 59–70. Bogotá.
- Sarria, G. A., Riascos-Ortiz, D., Medina, H. C., Mestizo, Y., Lizarazo, G., & De Agudelo, F. V. (2020). Molecular identification of *Bursaphelenchus cocophilus* associated to oil palm (*Elaeis guineensis*) crops in Tibu (North Santander, Colombia). Journal of nematology, 52, e2020-117. <https://doi.org/10.2130/jofnem-2020-117>
- Silva, A.P., P.P. Parra, V.P. Campos, S.S. Costa, C.S.L. Vicente, L.G. Ferreira, R.M. Souza and M. Mota. 2016. Genetic diversity of *Bursaphelenchus cocophilus* in South America. Nematology 18(5): 605–614. <https://doi.org/10.1163/15685411-00002980>.
- Subbotin, S., & Cid del Prado-Vera, I. (2024). Molecular characterisation and diagnostics of the red ring nematode, *Bursaphelenchus cocophilus*, from Mexico. Nematology, 26(6), 647-657. <https://doi.org/10.1163/15685411-bja10329>
- Valenzuela-Gomez, A. and J.C. Avella Castelblanco. 2024. Investigación Picudos Casanare: conocimiento e innovación para proteger cultivos regionales de musáceas y arecáceas de los insectos Dryophthorinae (Curculionidae). In Memorias Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, 439. Santiago de Cali, Colombia. <http://www.socolen.org.co>.

