

Apoyo en el mantenimiento de la cría masiva de *Haplaxius crudus* para el abastecimiento de insectos con fines experimentales en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras (Cenipalma) municipio de Paratebueno - Cundinamarca

Darbegly Algherdij Gómez Carrillo

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Departamento de Agronomía

Ingeniería Agronómica

Apoyo en el mantenimiento de la cría masiva de *Haplaxius crudus* para el abastecimiento de insectos con fines experimentales en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras (Cenipalma) municipio de Paratebueno – Cundinamarca

Trabajo de práctica empresarial presentado como requisito para optar al título de

Ingeniero Agrónomo

Darbegly Algherdij Gómez Carrillo: 1098705879

Director

Humberto Giraldo Vanegas

Ingeniero Agrónomo

PhD. Entomología

Tutor de la empresa

Ivette Johana Beltrán Aldana

Ingeniera Agrónoma

Auxiliar de investigación II área de entomología.

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Departamento de Agronomía

Pamplona 2019

Dedicatoria

Dedico esta práctica a mis abuelos José Del Carmen Carrillo Coronado

y Carmen Josefa Mogollón Peña, a mis padres

Gilberto Gómez Mojica y Rosalba Carrillo Mogollón que siempre me apoyaron

Incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser una profesional.

Por su apoyo incondicional para poder avanzar hasta culminar esta meta que también es suya.

A mis amigos por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de

Mi carrera universitaria.

Agradecimientos

Primero que todo agradezco a Papito Dios que por medio del espíritu santo me regalo sabiduría, fortaleza y la oportunidad de llegar a cumplir mi anhelado sueño de Ingeniera Agrónoma.

Mi PRACTICA DE GRADO lo dedico con todo mi amor a mis viejos, Mis segundos papas que Dios me dio. Por su gran apoyo. Dedicación y comprensión

A mi padre y a mi madre por su sacrificio y esfuerzo, por darme la oportunidad de esta carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión, cariño y amor. Gracias por sus palabras de aliento no me dejaban para que siguiera adelante, siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A la universidad de Pamplona por abrirme las puertas de la institución con el fin de formarme y alcanzar una meta muy importante en el desarrollo personal.

Al profesor Humberto Giraldo Vanegas, por su apoyo total en este trabajo que desde un principio apoyó, creyó y fortaleció mis capacidades para alcanzar los objetivos propuestos.

A la ingeniera agrónoma Ivette Johana Beltrán Aldana que fue mi tutora externa, expreso que me brindo valiosos consejos a lo largo del trabajo, por la amabilidad con que me acogió y la información que me facilito para ser unánime el trabajo de la práctica.

A mis compañeros, amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías, tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Resumen

La zona oriental, es una región que ha crecido ampliamente en el cultivo de palma de aceite, marcando en la actualidad un renglón económico muy importante para muchas familias palmicultoras, como todo cultivo hay limitantes que afectan el desarrollo de la planta y por ende hay grandes pérdidas económicas.

El objetivo de esta práctica estaba enfocado a potenciar el proceso de cría masiva del vector de la marchitez letal (ML) enfermedad letal del cultivo de palma de aceite, *Haplaxius crudus* Van Duzee, para el abastecimiento de insectos con fines experimentales.

Durante los seis meses de práctica empresarial me dediqué a realizar labores como la supervisión de plagas y humedad en las jaulas de desarrollo ninfal y emergencia de adultos, monitoreo y limpieza de plagas en palma de coco (*Cocos nucifera* L), fertilización de palmas de coco y macollas de pasto guinea (*Panicum maximum*). También llevé a cabo la siembra y trasplante de pasto guinea gramínea hospedera de *H. crudus*, la cosecha de adultos e infestación de cámaras de oviposición, así como la dinámica poblacional de *H. crudus* bajo condiciones controladas y determinar la mortalidad y supervivencia de adultos de *H. crudus* en el área de infestación con respecto a la temperatura y humedad relativa del umbráculo.

Tabla de contenido

Capítulo 1.....	1
Introducción	1
1.1. Problema.....	3
1.1.1. Planteamiento y descripción del problema	3
1.2. Justificación.....	4
1.3. Delimitación.....	5
1.3.1. Alcance social y temporal.....	5
1.3.2 Alcance académico y/o investigativo	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
Capítulo 2.....	7
2.1. Marco de Referencia.....	7
2.1.1. Antecedentes.....	7
2.1.1.1. A nivel local:	7
2.1.1.2. A nivel nacional:.....	7
2.1.1.3. A nivel internacional:.....	7
2.1.2. Marco Contextual	8
2.1.2.1. Cenipalma	8
2.1.2.2. Campo experimental palmar de las Corocoras (CEPC).....	8
2.1.2.3. Municipio de Paratebueno	9
2.1.3. Marco teórico	9
2.1.3.1. Marchitez letal:	9
2.1.3.1.1. Síntomas de la Marchitez Letal (ML)	11
2.1.3.2. <i>Haplaxius crudus</i> (Van Duzee 1907).....	11
2.1.3.2.1. Árbol taxonómico	11
2.1.3.2.2. Taxonomía, nomenclatura e identificación.....	12
2.1.3.2.3. Distribución	13
2.1.3.2.4. Descripción	13
2.1.3.2.5. Biología.....	15

2.1.3.2.6. Biología reproductiva	16
2.1.3.2.7. Ecología.....	17
2.1.3.2.8. Plantas hospederas	17
2.1.4. Marco Legal.....	18
Capítulo 3.....	20
3.1. Descripción de actividades a desarrollar	20
3.1.1. Actividades iniciales.....	20
3.1.2. Descripción del área de estudio.....	20
3.1.3. Registro de las actividades culturales para la mantención de la cría de <i>H. crudus</i> . .	22
3.1.4. Estimar la productividad de <i>Haplaxius crudus</i> semanales, mensuales bajo condiciones controladas.....	31
3.1.5. Contrastar las infestaciones semanales con adultos R0, R1, R2 y R3 de <i>Haplaxius crudus</i> con la temperatura para supervivencia y mortalidad.	35
Capítulo 4.....	38
4.1. Resultados.....	38
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Bibliografía	59
Anexos	64

Lista de figuras

Figura 1. 1. Huevo, 2. Ninfa instar 1, 3. Ninfa instar 2, 4. Ninfa instar 3, 5. Ninfa instar 4, 6. Ninfa instar 5 de <i>Haplaxius crudus</i>	15
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.....	21
Figura 3. Distribución de las áreas del umbráculo.....	22
Figura 4. Revisión de humedad a macollas infestadas.....	23
Figura 5. A: Trampa con cartonplast amarillo, B: Trampas en jaulas de emergencia.	24
Figura 6. Proceso de siembra de <i>Panicum maximum</i>	25
Figura 7. Proceso de trasplante <i>Panicum maximum</i>	26
Figura 8. Proceso de fertilización edáfica y cobertura con thermolon.....	28
Figura 9. Proceso de poda en macollas trasplantadas a los 15 DDT de <i>Panicum máximo</i>	29
Figura 10. Macollas en el área de emergencia, B: Corte de las panojas de la macolla, C: Macollas podadas	29
Figura 11. Proceso de limpieza palmas de coco del área de infestación.....	31
Figura 18. A: Macolla con presencia de saliva; B: Ninfa de <i>Aeneolamia varia</i> (Salivazo); C: Adulto de <i>Aeneolamia varia</i> (Salivazo).....	38
Figura 19. Gusano Santamaría <i>Antarctia</i> sp.....	39
Figura 20. Falso medidor de los pastos <i>Mocis</i> sp.	39
Figura 21. A: Daño por acaro <i>Raoiella indica</i> por el haz; B: Daño por acaro <i>Raoiella indica</i> por el envés; C: Síntoma pegajoso rojo anaranjado	44
Figura 22. A y B: acaro <i>Raoiella indica</i> Hirst; C: Daño en el haz vista al microscopio	45
Figura 23. Producción semanal de <i>Haplaxius crudus</i> 2019.	47
Figura 24. Producción mensual de adultos de <i>Haplaxius crudus</i> 2019.....	48
Figura 25. Relación hembras vs. Machos emergidos.....	49
Figura 26. Relación de Temperatura y producción semanal de <i>Haplaxius crudus</i>	50
Figura 27. Relación de adultos sobrevivientes R0 con la Temperatura.....	55
Figura 28. Relación de adultos sobrevivientes R1 con la Temperatura.....	55
Figura 29. Relación de adultos sobrevivientes R2 con la Temperatura.....	56
Figura 30. A: Soporte metálico en macolla N° 23 de <i>P. maximum</i> ; B: puesta del tul; C: templado del tul; D: Amarre con nylon negro; E: Hoja de palma de coco libre; F: Se coloca la cámara de oviposición en bases de soporte metálico; F: F: limpieza de los foliolos con toalla absorbente; G: doblaje de la hoja; H: colocación de la hoja en la cámara de oviposición; I: Amarre con nylon negro; J: cámara de oviposición instalada; K: infestación con el aparato bucal, liberación de los insectos; L: nudo a la cámara de oviposición.....	65
Figura 31. Macollas infestadas de <i>P. maximum</i> en mesa de recuperación	66
Figura 32. A: Adultos de <i>H. crudus</i> en jaulas de emergencia; B: Cosecha de adultos con aspirador bucal.....	67
Figura 33. Área de infestación con sistema de riego por nebulización.....	67
Figura 34. Área de desarrollo ninfal y emergencia de <i>H. crudus</i> con sistema de riego por nebulización ..	68
Figura 35. Macollas de <i>Panicum maximum</i> en jaulas de desarrollo ninfal.....	68
Figura 36. Área de siembra de <i>Panicum maximum</i> con diferentes estados fenológicos	69
Figura 37. Área de trasplante de <i>Panicum maximum</i> con diferentes estados fenológicos	69
Figura 38. A: Huevo de <i>H. crudus</i> ; B: Ninfa de <i>H. crudus</i> ; C: Adulto de <i>H. crudus</i>	70

Figura 39. Ninfas de <i>Haplaxius crudus</i> con formación de serosidades en las raíces de la macolla de <i>Panicum máximum</i>	70
---	----

Lista de tablas

Tabla 1. Fertilizantes aplicados en el trasplante de Panicum máximum.....	27
Tabla 2. Formato de emergencia.....	32
Tabla 3. Formato de producción diaria de la colonia.....	32
Tabla 4. Formato de entrega de insectos.....	33
Tabla 5. Formato de producción semanal.....	33
Tabla 6. Formato de producción mensual.....	34
Tabla 7. Formato de Infestación.....	37
Tabla 8. Principales Insectos plagas de las macollas de Panicum máximum en las jaulas de desarrollo ninfal.....	39
Tabla 9. Registro de cambio de trampas en todas las áreas del umbráculo.....	40
Tabla 10. Registro de siembras de Panicum maximun año 2019.....	41
Tabla 11. Registro de trasplantes de Panicum maximum año 2019.....	42
Tabla 12. Registro de fertilizaciones foliares a macollas infestadas con estados inmaduros de H. crudus.....	44
Tabla 13. Registro de limpieza de hojas de palma de coco en el área de infestación.....	44
Tabla 14. Producción semanal de Haplaxius crudus 2019.....	47
Tabla 15. Porcentajes de producción de adultos de Haplaxius crudus por meses.....	48
Tabla 16. Registro de producción por jaulas mensual.....	51
Tabla 17. Registro semanal del inicio de producción y días de producción de las jaulas de emergencia... ..	52
Tabla 18. Infestaciones mensuales del año 2019.....	53
Tabla 19. Porcentaje de supervivencia adultos (R0, R1 y R2) de H. crudus.....	54
Tabla 20. Formato de emergencia de adultos de Haplaxius crudus.....	64
Tabla 21. Formato de infestación adultos de Haplaxius crudus.....	65
Tabla 22. Formato de jaulas de desarrollo ninfal y emergencia de adultos de Haplaxius crudus.....	65

Capítulo 1

Introducción

La palma de aceite es una planta tropical propia de climas cálidos que crece en tierras por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar, es un cultivo oriundo de las costas del golfo de Guinea en África, desde donde se introduce a América como una planta ornamental y alimenticia que los esclavos portugueses tenían como dieta de los viajes trasatlánticos en el siglo XVI, posteriormente los pobladores indígenas, adquieren la costumbre de producirlo para aprovechar su fruto; en Colombia se introduce en el año 1932 y desarrollado por primera vez por la multinacional “United Fruit Company” que explota las distintas cualidades del fruto de Palma y lo comercializa (Mujica, 2010). Sin embargo, el cultivo de la palma de aceite atraviesa serias dificultades desde el punto de vista fitosanitario, insectos plagas y vectores de microorganismos causantes de enfermedades como el anillo rojo, la pestalotiopsis, marchitez letal y la pudrición del cogollo, son las limitantes más relevantes para el desarrollo de la agroindustria en la región (Martínez et al., 2013; Aldana et al., 2015 & Bustillo et al., 2016).

Entre las enfermedades transmitidas por insectos vectores, se encuentra La Marchitez letal (ML), dicha enfermedad ha sido reportada tanto en la Zona Central, como en la Oriental. Las investigaciones de Cenipalma han demostrado que el vector del agente causante de la ML es el insecto conocido como el salta hojas de la palma (*Haplaxius crudus*), siendo este un insecto que se encuentra en todas las plantaciones. La propagación se da cuando un individuo de *Haplaxius crudus* llega infectado con el patógeno causante de la ML y transmite la enfermedad a una palma al alimentarse de ella (CENIPALMA, 2019).

El cixíido o saltón de las palmas, *Haplaxius crudus* (Van Duzee), es un salta-hojas cuyos adultos se alimentan del follaje de varias especies de palmas. Las ninfas de esta especie se desarrollan en las raíces de gramíneas. El adulto es el único insecto que se considera como vector del amarillamiento letal de las palmas (ML), enfermedad altamente destructiva de palmas en varios países de la región Caribeña y Florida. El agente causal del ML es un fitoplasma, antes llamados organismo tipo micoplasma, OTM, (Franqui, 2004).

Para realizar investigaciones para su control, es necesario contar con una Unidad de Cría, para producirlos masivamente, y llevar a cabo estudios de biología, comportamiento, control de sus poblaciones tanto de ninfas en gramíneas como de adultos en el follaje de las palmas, conocer la forma y diseminación del patógeno. Con este fin Cenipalma estableció una Unidad de Cría en el Campo Experimental Palmar de Las Corocoras Zona Oriental.

1.1.Problema

1.1.1. Planteamiento y descripción del problema

La problemática que más influye en el cultivo de palma en la zona oriental de Colombia, es la marchitez letal (ML), una de las enfermedades más limitantes ya que produce una baja productividad, Debido a su creciente incidencia ha causado pérdidas económicas que superan los 29.000 millones de pesos y un área erradicada cercana a 690 Hectáreas aproximadamente (Diaz, 2010). Aunque su agente causante no se conoce con certeza, Cenipalma ha comprobado que *Haplaxius crudus* (Van Duzee) (Hemiptera: Cixiidae) es el vector del patógeno de la enfermedad.

La enfermedad es de carácter letal, que por su agresividad se constituye en una amenaza para el sector, esta se manifiesta por un secamiento apical y desuniforme de los folíolos y de las hojas, amarillamiento de las hojas jóvenes, quebrazón de hojas a la altura del tercio inferior, pudrición de frutos, pudrición de raíces y la muerte de la palma en menos de cinco meses de detectada la enfermedad.

Al estudio de este vector se dedica gran parte de los esfuerzos del Programa de Plagas y Enfermedades de Cenipalma, tanto en su área de Fitopatología como en la de Entomología. El estudio del vector es complejo, incluye actividades como cría masiva de *Haplaxius crudus* para desarrollar experimentos de control biológico y de transmisión del agente causante, determinación de los hospederos y la dinámica poblacional del insecto, evaluación de la eficacia de herbicidas para controlar gramíneas que alberguen *Haplaxius crudus*, determinación de la eficacia de hongos y nematodos en el control de este insecto, así como actividades de transferencia y capacitación hacia el sector palmicultor.

1.2. Justificación

La producción de aceite de palma en la zona oriental de Colombia, se ve afectada por el bajo rendimiento del cultivo debido a la presencia de la marchitez letal (ML), enfermedad producida por organismos que carecen de pared celular, son parásitos obligados que requieren de un insecto vector y no se pueden cultivar in vitro, circunstancia por la cual se ha dificultado su análisis, caracterización y clasificación taxonómica; siendo en muchos casos la eliminación de las mismas el único método de erradicación de estos problemas.

La Marchitez letal la cual se ha convertido en un serio problema en los últimos años; dentro del bloque palmero, aparece dispersa y distribuida en focos; Si bien es cierto que no está distribuida en todas las zonas palmeras, el problema cada vez va en aumento y al no identificar el agente causal es difícil implementar un plan de manejo apropiado, sin el cual, las pérdidas económicas en el sector serán mayores. La identificación de él o los microorganismos vinculados con esta enfermedad es el primer paso en la estrategia de lucha para empezar a establecer medidas de mitigación y control, con perspectivas para el manejo y prevención de zonas productoras. Así mismo, el control eficaz del insecto vector dentro de un plan de manejo integrado, es una herramienta importante para reducir la diseminación de la enfermedad.

Es por ello que las actividades como la cría masiva de *Haplaxius crudus* para el suministro de insectos permite desarrollar experimentos de control biológico, control químico, control cultural y de transmisión del agente causante, este trabajo permitirá identificar si existen otros microorganismos asociados con esta patología.

1.3. Delimitación

1.3.1. Alcance social y temporal

Las actividades se realizaron en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras, Finca Santa Marta, Km 5 Vía Los Mangos, municipio de Paratebueno-Cundinamarca, a una altitud de 230 msnm. Durante los meses de mayo a noviembre; donde se optimizo el mantenimiento de una cría masiva de *Haplaxius crudus* vector de la marchitez letal, enfermedad limitante de la zona oriental.

1.3.2 Alcance académico y/o investigativo

Con este trabajo se desea conocer la dinámica poblacional de la cría de *Haplaxius crudus*, para el abastecimiento de insectos con fines experimentales para las investigaciones realizadas por Cenipalma tales como controles químicos, biológicos, culturales, pruebas de supervivencia en cultivos de vivero, palmas adultas de híbrido y Guineensis; y pruebas de transmisión del agente causante.

Además, se resalta la importancia de generar ambientes de investigación donde la academia trabaje junto con Cenipalma, para conocer de primera mano sus problemáticas y a su vez contribuir con estrategias que contribuyan a una continua mejora, generando impacto positivo en la región.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Apoyar en el mantenimiento de la cría masiva de *Haplaxius crudus* para el abastecimiento de insectos con fines experimentales en el Campo Experimental Palmar de Las Corocoras (CENIPALMA), Municipio de Paratebueno – Cundinamarca

1.4.2. Objetivos específicos

- Supervisión de las actividades culturales para la manutención de la cría de *Haplaxius crudus*.
- Valorar la productividad de *Haplaxius crudus* semanales, mensuales bajo condiciones controladas.
- Comparar las infestaciones semanales con adultos R0, R1, R2 y R3 de *Haplaxius crudus* con la temperatura para supervivencia.

Capítulo 2

2.1. Marco de Referencia

2.1.1. Antecedentes

2.1.1.1. A nivel local: En Colombia, establecieron colonias de *Haplaxius crudus* para obtener insectos para investigaciones, esto a partir de macollas de *Paspalum virgatum* L. (pasto maciega), una de las principales hospederas de los estados inmaduros del insecto. Las macollas se sembraron en bandejas plásticas protegidas con una malla de tul. Luego depositaron en ellas estados inmaduros de *Haplaxius crudus*, cuando emergieron los adultos se utilizaron en pruebas de transmisión del patógeno causante de la ML (Arango et al., 2011).

2.1.1.2. A nivel nacional: Desarrollo de una cría masiva de *Haplaxius crudus* que permite investigaciones para el control de la Marchitez Letal; En Villavicencio, Meta en las plantaciones Manuelita y Guacairamo se desarrolló la cría de *Haplaxius crudus*, donde colectaron los insectos en el campo, para luego infestar las macollas *Digitaria sanguinalis* L. para la proliferación de las ninfas que se alimentan de las raíces secundarias, donde se desarrollan los cinco instares de las ninfas del insecto, para desarrollar la cría. En donde surgen los adultos que permiten hacer controles para su debido manejo (Moya et al., 2015).

2.1.1.3. A nivel internacional: Técnicas de crianza y transmisión de *Haplaxius* sp. (Cuerno: Cixiidae), un vector sospechoso de la enfermedad que amarillea letal de cocos; Los adultos *Haplaxius* sp., Identificados desde Jamaica como *H. crudus* o *H. cocois*, son comunes en el follaje del coco en Jamaica y Florida y se sospecha que son vectores de la enfermedad de amarillamiento letal en ambas regiones. Las ninfas, que son subterráneas, fueron criadas en masa en las raíces de las gramíneas *Stenotaphrum secundatum* Walt Kuntze, *Axonopus compressus* P.

Beauv y *Cynodon* spp. Rich. La transmisión de la enfermedad se probó alimentando a las ninfas de las raíces del pasto y transfiriendo a los adultos emergentes al follaje de las palmas, pero no se probó ninguna transmisión del agente (Green, 1978).

2.1.2. Marco Contextual

2.1.2.1. Cenipalma: La Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), es una corporación de carácter científico y técnico, sin fines de lucro, creada en 1991 con el propósito de generar, adaptar, validar y transferir tecnología en el cultivo de la palma de aceite, su procesamiento y su consumo (CENIPALMA, 2019).

2.1.2.2. Campo experimental palmar de las Corocoras (CEPC): recibe su nombre en honor a las aves gregarias que se observan en el Llano cerca a los sistemas acuáticos y se caracteriza por su hermoso plumaje rojo. Se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca, municipio de Paratebueno - Cabuyaro y cuenta con una extensión de 410 hectáreas y su área cultivada es de 183 hectáreas.

El predio donde se encuentra establecido el CEPC, fue adquirido en el año 2011 y las primeras siembras experimentales se establecieron en el año 2012. En la actualidad, cuenta con 183 has sembradas durante los años 2012 al 2016, de las cuales 93 de ellas han sido destinadas al Híbrido interespecífico OXG. Desde el año 2016 se inició con la construcción del Módulo de oficinas, donde se espera congregarse a los investigadores y Extensionistas de la Zona Oriental y poder brindar una mayor atención al palmicultor de la Zona Oriental, el enfoque principal son los proyectos de investigación con énfasis en Agronomía y Plantas de Procesamiento de Aceite de Palma (CENIPALMA, 2019).

2.1.2.3. Municipio de Paratebueno: es

un municipio del departamento de Cundinamarca (Colombia), ubicado en Provincia de Medina, a 211 km de Bogotá. La cabecera municipal se encuentra a una altitud de 256 m s. n. m., y tiene una temperatura media anual de 27 °C.

Paratebueno es uno de los dos municipios del departamento de Cundinamarca ubicados en el piedemonte llanero, junto con Medina. Paratebueno hace parte de la Ruta Turística Piedemonte Llanero y se encuentra ubicado sobre La Marginal de la Selva, una importante vía nacional que recorre la Orinoquia colombiana.

Limita al norte con el municipio de San Luis de Gaceno (Boyacá) y Santa María (Boyacá), al sur con el municipio de Cumaral (Meta), por el oriente con los municipios de Cabuyaro y Barranca de Upía (Meta) y por el occidente con los municipios de Medina (Cundinamarca) y Ubalá (Cundinamarca).

La economía local se basa en la agricultura (arroz, maíz, piña, palma africana y caucho). En la zona urbana hay pequeños negocios, donde se atiende el turismo (Alcaldía de Paratebueno, 2019).

2.1.3. Marco teórico

2.1.3.1. Marchitez letal: La Marchitez letal de la palma de aceite (ML) es una de las enfermedades más limitantes del cultivo en Colombia; ha sido reportada tanto en la Zona Central (Martinez, 2009), como en la Oriental (Arango et al., 2011). Las investigaciones de Cenipalma han demostrado que el vector del agente causante de la ML es el insecto conocido como el saltahojas de la palma, *Haplaxius crudus*, siendo éste un insecto que se encuentra en todas las plantaciones. Cuando un individuo de *H. crudus* llega infectado con el patógeno causante de la

ML y transmite la enfermedad a una palma y ésta sirve de alimento a otros *Haplaxius crudus* presentes, estos insectos se convierten en portadores del patógeno y son capaces de transmitir la ML a otras palmas al alimentarse de ellas (PALMASANA, 2019).

Las palmas infectadas solo muestran síntomas de la enfermedad después de seis meses de haber sido infectadas, proceso que ocurre cuando los adultos de *Haplaxius crudus* visitan el follaje de una palma enferma durante su alimentación y seguidamente se mueven a nuevas palmas sanas, transmitiendo así el patógeno que causa la enfermedad (fitoplasma); estos pertenecen a la Clase "Mollicutes", que reúne a los procariotas sin pared celular. Es importante anotar que entre los fitoparásitos microscópicos se encuentran los virus, las bacterias y los hongos. Sin embargo, aunque los fitoplasmas en realidad se consideraban bacterias por ser organismos procariotas, estos se diferencian por no poseer una pared celular, ser de un tamaño mucho menor, la imposibilidad de ser aislados en cultivos con medios artificiales y por encontrarse intracelularmente. Además, otras características no compartidas con otros microorganismos hacen que sean considerados como un grupo distinto y nuevo de agentes causantes de enfermedades en vegetales (Camarena et al., 2008). Es decir, el estatus de "Candidatus" se usa cuando una especie o género está bien caracterizada pero no puede cultivarse en un medio artificial. Por este hecho, a partir del 2004, el nombre científico para referirse a los fitoplasmas se establece como *Candidatus phytoplasma* (Weintraub et al., 2006).

Los fitoplasmas solo pueden ser transmitidos a través de especies de insectos que tienen aparato bucal del tipo chupador-picador, perteneciente al orden Hemiptera y a familias como Cicadellidae, Cixiidae y Derbidae, cuyas especies involucradas han desarrollado evolutivamente una relación muy íntima entre el insecto y el patógeno (Mitchell, 2004; Weintraub et al., 2006).

2.1.3.1.1. Síntomas de la Marchitez Letal (ML)

1. Síntomas en brácteas (espinas) y frutos: El primer síntoma que se observa es la necrosis de las puntas de las brácteas (espinas de las inflorescencias inmaduras y desprendimiento prematuro y natural de frutos en racimos inmaduros).
2. Síntomas en frutos inmaduros: Los frutos en el círculo rojo son propios de palmas afectadas por la Marchitez letal (ML), que presentan pudrición en su base.
3. Síntomas en racimos: La corona de racimos presenta necrosis generalizada sin emitir olor fétido. Los racimos maduros aceleran su descomposición y desprendimiento natural.
4. Síntomas en inflorescencias: Se presenta el aborto de inflorescencias, proliferación de flores masculinas y secamiento temprano de las mismas. Las inflorescencias masculinas se desprenden con facilidad.
5. Síntomas en folíolos: Los folíolos empiezan a secarse desde la punta hacia la base, por la nervadura central y los bordes produciendo su entorchamiento, acompañados de una franja amarilla. El secamiento de las hojas progresa desde el ápice hacia la base, la enfermedad no se manifiesta inicialmente en todas las hojas.
6. Síntomas en folíolos: Avance de la enfermedad Los primeros folíolos afectados se encuentran en el tercio inferior y presentan secamiento progresivo hacia arriba, inicialmente el progreso de la enfermedad no se manifiesta en todas las hojas (PALMASANA, 2018).

2.1.3.2. *Haplaxius crudus* (Van Duzee 1907)

2.1.3.2.1. Árbol taxonómico

Dominio: Eukaryota

Reino: Metazoa

Phylum: Arthropoda

Subfilo: Uniramia

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Auchenorrhyncha

Desconocido: Fulgoroidea

Familia: Cixiidae

Género: Haplaxius

Especie: *Haplaxius crudus* (Whittaker, 2018).

2.1.3.2.2. Taxonomía, nomenclatura e identificación

Haplaxius crudus fue descrito originalmente por Van Duzee como *Myndus crudus* de los adultos recogidos en Jamaica en 1906 (Van Duzee, 1907). Las formas del hemisferio occidental anteriormente incluidas en *Myndus Stål* Oshain, 1862 fueron designadas como miembros del género *Haplaxius fowler* (Genus), 1904 por (Caldwell, 1946, Tsai, 2005 & Kramer, 1979), posteriormente hizo sinónimo de *Haplaxius* y *Paramyndus cocois* (Fennah 1945) con *Myndus* , y *Haplaxius pallidus* (Caldwell, 1946) y *Paramyndus cocois* (Fennah, 1945) fueron sinonimizados con *Myndus crudus* (Emeljanov, 1989) consideraba que *Haplaxius* era un género independiente para las especies del Nuevo Mundo que antes fueron ubicadas en *Myndus sensulato* por (Kramer, 1979) .

Pertenece al suborden Auchenorrhyncha donde se encuentran la mayoría de los vectores de enfermedades relacionadas con fitoplasmas (Tsai, 1979). *Haplaxius crudus* está identificado

como el principal vector del Amarillamiento Letal (AL) de los cultivos de Cocotero en América y África (Howard et al., 1980).

Los adultos de *Haplaxius crudus* son conocidos como chicharritas o salta hojas, son insectos pequeños y se alimentan succionando la savia de las hojas (Gitau et al., 2009), principalmente de palmas (Howard et al., 2006) y se registran más de 35 especies de plantas como hospedantes de esta especie (Howard, 1990).

2.1.3.2.3. Distribución

Haplaxius crudus fue descrito de Jamaica en 1907. Ha sido reportado y es nativo del sur de Florida, Cuba, Islas Caimán, Jamaica, Trinidad, y en áreas meridionales de América Tropical desde México, América Central hasta la parte norte de América del Sur. El insecto no ha sido reportado en Puerto Rico, aunque la fauna del suborden Auchenorrhyncha en esta isla es bien estudiada, ni está reportado en otras Islas al este del Caribe a excepción de Trinidad. Ha sido reportado en casi todos los países afectados por AL, pero su rango se extiende más allá del rango geográfico actual de la enfermedad. La fauna del suborden Auchenorrhyncha de palmas en las Bahamas es poca conocida, pero se puede presumir que *Haplaxius crudus* está presente en aquel archipiélago (Gallo et al., 2018).

2.1.3.2.4. Descripción

La identificación del adulto de *Haplaxius crudus* en el campo es facilitada por el hecho de que es una de las pocas especies de la superfamilia Fulgoroidea y la única especie de Cixiidae encontrada comúnmente en el follaje de las palmas en la Florida Meridional y la región del Caribe. Las estructuras características de Fulgoroidea incluyen las antenas: el segmento basal tiene la forma de un barril, y el flagelo es como una seta, las espinas de la tibia están agrupadas

al final de los segmentos de la pata, contrario a las líneas a lo largo de la tibia característica común en Cicadellidae. Visto bajo magnificación, tres carinas paralelas dividen el protórax longitudinalmente en cuatro zonas (Howard et al., 1982).

Haplaxius crudus presenta una coloración variable de café a verde en su estado adulto. Las alas son prácticamente hialinas con venas de color marrón, las cuales tienen numerosas pústulas como setas visibles bajo microscopio. Las hembras son siempre más grandes que los machos; éstos son ligeramente verdes, especialmente en el abdomen y miden 3 a 4 milímetros de la cabeza al abdomen. Las hembras son usualmente de color oscuro y miden de 3 hasta 5 milímetros de longitud. La cabeza y el cuerpo son de color pajizo, el frons (parte media de la cara del insecto) está bordeado en cada uno de sus lados por una carina. El prominente ovipositor distingue a la hembra. Los ojos pueden ser del color de paja al igual que la cabeza y el cuerpo o pueden ser color marrón oscuro dependiendo de condiciones de luz (Rivera et al., 2003 & Howard, 1987). Las ninfas son de color gris y cabeza rojiza, son blancas con tergitos ligeramente grises y producen diminutos filamentos cerosos. Las patas también son rojizas. Los ojos marrones no cambian de color con cambios en la intensidad de la luz. Las ninfas están cubiertas con una fina capa de cera que es producida por numerosas glándulas ceríferas en la cutícula. La tibia de las patas delanteras es aplanada, una posible adaptación para cavar debajo de la superficie del suelo (Domínguez et al., 1999). En el campo a veces se puede observar que los ojos de algunos *Haplaxius crudus* adultos presentan color pajizo (pardo), mientras que otros individuos los presentan color marrón, esto se debe a que los ojos están adaptados a cambios de luz, y movimientos de pigmentos dentro del ojo compuesto son la respuesta a cambios de luz y son vistos por el observador como cambios en el color de los ojos. Los ojos son de color marrón cuando se adaptan a la oscuridad y cambian al color pajizo en respuesta al incremento de luz

(Howard et al., 2006). Los cambios de una condición a otra toma lugar entre 15-60 minutos, dependiendo de varios factores. En la noche o temprano en la mañana, los ojos de la mayoría de los individuos son de color marrón. A medida que la intensidad de la luz aumenta durante el transcurso del día, los ojos de la mayoría de los individuos se observan de color pajizo. Pero en el caso de *Haplaxius crudus* con los ojos adaptados a la oscuridad pueden ser vistos en ocasiones durante horas solares pero bajo días cubiertos, o cuando el insecto ha estado en un lugar relativamente oscuro. Después del descubrimiento de esta adaptación en los ojos de *Haplaxius crudus*, fue descrito en especies adicionales de Hemíptera (Howard et al., 2009).

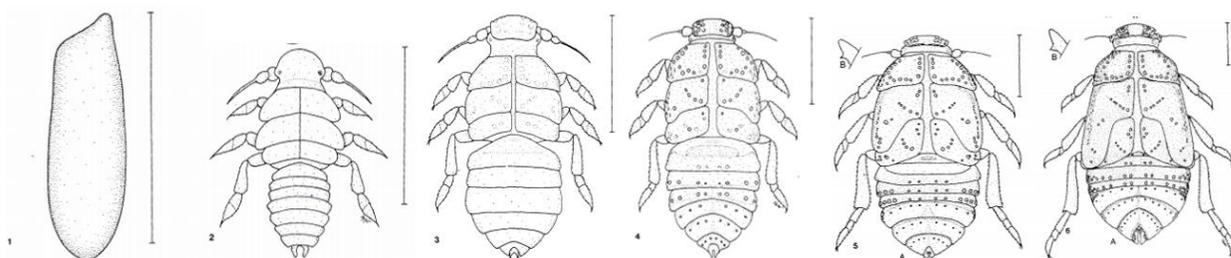


Figura 1. 1. Huevo, 2. Ninfa instar 1, 3. Ninfa instar 2, 4. Ninfa instar 3, 5. Ninfa instar 4, 6. Ninfa instar 5 de *Haplaxius crudus*

Fuente: (Tsai et al., 1982).

2.1.3.2.5. Biología

Las ninfas de *Haplaxius crudus* se desarrollan en la zona de las raíces de los pastos. Están presentes en la superficie del suelo, a menudo debajo de pequeñas acumulaciones de hojas u otro material orgánico a una profundidad de 3 cms. Los sitios húmedos son más favorables para el desarrollo de las ninfas que los sitios más secos. Sitios con plantas hospederas (pastos) y de longitud relativamente larga, pueden soportar gran número de ninfas más que pastos que son segados frecuentemente (Howard et al., 2001). Al alcanzar el estado adulto, los insectos vuelan al follaje de la palma, donde se alimenta y se aparean. Los adultos se alimentan sobre el follaje de la palma, insertando sus estiletes en el tejido de la hoja chupando los jugos de la planta. Como

generalidad en Fulgoroidea, tienden a alimentarse en el floema. Las hembras regresan a los pastos a ovipositar (Kramer, 1979).

Los adultos son activos diurna y nocturnamente. Los ojos cambian de color, esto se debe a que están adaptados a cambios de luz. Movimientos de pigmentos dentro del ojo compuesto, son la respuesta a cambios de luz y son vistos por el observador como cambios en el color de los ojos (Oropeza et al., 1975). En el caso de *Haplaxius crudus* con los ojos adaptados a la oscuridad, pueden ser vistos en ocasiones durante horas solares bajo días cubiertos, o cuando el insecto ha estado en un lugar relativamente oscuro. Después del descubrimiento de esta adaptación en los ojos de *Haplaxius crudus*, fue descrito en especies adicionales de Hemiptera (Kirsch, 1978).

2.1.3.2.6. Biología reproductiva

Haplaxius crudus es heterovoltina, es decir, el número de generaciones se ven afectadas por la temperatura (Halbert et al., 2014). La reproducción ocurre a lo largo del año (Smith, 1997). No se ha observado reproducción partenogénica (Tsai et al., 1978) han reportado que la proporción hembra: macho es de 1: 1 y 1,7: 1 por (Reinert, 1980) , aunque la proporción puede ser sesgada porque las hembras tienden a vivir más que los machos (Howard, 1987).

El apareamiento ocurre en las palmas y las hembras regresan a los pastos para poner huevos. No se sabe si el apareamiento también ocurre en las gramíneas (Howard et al., 2001).

Los huevos se ponen solos o en filas de hasta cinco huevos en las frondas inferiores de las hierbas, cerca del collar de la raíz (Howard et al., 2001). Los huevos son blancos y tienen una media de 0.54 mm de largo y 0.17 mm de ancho, con el extremo anterior asimétrico y puntiagudo y el extremo posterior redondeado (Wilson et al., 1982).

2.1.3.2.7. Ecología

Los miembros de esta especie, se alimentan del floema de las plantas y están mayormente restringidos a plantas monocotiledóneas. Este insecto vuela activamente todo el año y las poblaciones de ninfas varían muy poco en el año. Se reporta que en una prueba para determinar preferencia de colores por *Haplaxius crudus*, el amarillo atrajo la mayor cantidad de insectos (Arango et al., 2012), principalmente en el día. Los ojos de este insecto, se adaptan a la luz o a la oscuridad, debido a movimientos de los pigmentos del ojo (IICA, 2017).

2.1.3.2.8. Plantas hospederas

La biología de *Haplaxius crudus* y su relación con plantas hospederas se ha estudiado en Florida (USA) y México. Este insecto tiene la particularidad de que sus ninfas se crían y alimentan de las raíces de por lo menos 20 especies de gramíneas y, algunas especies de ciperáceas (Tsai et al., 1978 & Villanueva et al., 1987). Por otro lado, (Howard et al., 2001) registraron que sus adultos se alimentan de aproximadamente 35 especies de palmas. En Colombia, (Zenner et al., 1977), en la plantación Oleaginosas Risaralda, en la región del Zulia, Norte de Santander, encontraron que los principales hospederos de adultos de *Haplaxius crudus* fueron: platanillo (*Heliconia bihai* Linneo), mararay (*Aiphanes caryotifolia* Kunth) e iraca (*Carludovica palmata* Pav, 1798). También indicaron que las ninfas solo atacan gramíneas, entre las cuales se encuentran: pasto guinea (*Panicum máximum* Jack), pasto granadilla (*Panicum fasciculatum* Linneo), paja brava (*Paspalum paniculatum* Linneo), paja mona (*Leptochloa filiformis* Beauv), pasto de cuaresma (*Echinochloa colonum* Link, 1833), setaria (*Setaria geniculata* Kerguelen), cadillo tigre (*Cenchrus echinatus* Linneo), *Digitaria* sp. (Haller), y coquito (*Cyperus rotundus* Linneo) (CENIPALMA, 2014).

Ciertas especies de palma, por ejemplo palma de coco (*Cocos nucifera* Gaertn), palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), palma de Manila (*Andonidia merrillii* Becc) y palma hélice Mexicana (*Washingtonia robusta* Wendl). Contrariamente, *Haplaxius crudus* es raramente observado sobre ciertas otras especies de palma, por ejemplo: palma real Cubana (*Roystonea regia* Kunth) y la palma bastón amarillo, o palma caña amarilla (*Dypsis lutescens* Wendl) *Haplaxius crudus* también se encuentra comúnmente sobre algunas plantas monocotiledóneas arbóreas que no son palmas, tales como por ejemplo palma tornillo común (*Pandanus utilis* Bory) (Kramer, 1979).

2.1.4. Marco Legal

2.1.4.1. Acuerdo No.186 del 02 de diciembre de 2005 Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado.

2.1.4.1.1. Capítulo VI Trabajo de grado

Artículo 35. Definición de Trabajo de Grado: En el Plan de Estudios de los programas, la Universidad establece como requisito para la obtención del título profesional, la realización por parte del estudiante, de un trabajo especial que se denomina “TRABAJO DE GRADO”, por medio del cual se consolida en el estudiante su formación integral, que le permite:

- a. Diagnosticar problemas y necesidades, utilizando los conocimientos adquiridos en la Universidad.
- b. Acopiar y analizar la información para plantear soluciones a problemas y necesidades específicas.
- c. Desarrollar planes y ejecutar proyectos, que le permitan demostrar su capacidad en la toma de decisiones.

d. Formular y evaluar proyectos.

e. Aplicar el Método Científico a todos los procesos de estudio y decisión.

Artículo 36. Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en la siguiente modalidad:

Práctica Empresarial: comprende el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo. Cuando el estudiante seleccione esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto, que debe contener: nombre de la empresa, descripción de las características de la empresa, objetivos de la práctica, tipo de práctica a desarrollar, tutor responsable de la práctica en la empresa, cronograma de la práctica, presupuesto (si lo hubiere) y copia del convenio interinstitucional Universidad – Empresa o carta de aceptación de la empresa (UniPamplona, 2005).

Capítulo 3

3.1. Descripción de actividades a desarrollar

3.1.1. Actividades iniciales

Inducción y bienvenida por la asistente administrativa, h&s Seguridad y superintendente del Campo Experimental Palmar de las Corocoras; las capacitaciones trataron sobre la palma de aceite en Colombia, generalidades y procesos de FEDEPALMA, sistema de seguridad y salud en el trabajo, gestión integral de servicios ambientales y la seguridad vial para peatones y usuarios. La h&s me dio a conocer las instalaciones del campo y demás personas que trabajan en plantación asistentes de investigación, auxiliares de investigación, tecnólogos, auxiliares de campo y estudiantes pasantes.

Inducción con auxiliar de investigación del área de entomología programa Marchitez letal sobre la cría de *Haplaxius crudus*; la cual consto del estudio del protocolo de cría el cual describía todas las actividades que se realizan en el umbráculo; estudio de literatura y búsqueda de información sobre: síntomas y palmas infectadas por marchitez letal, biología de *H. crudus*, descripción de los estados inmaduros de *H. crudus*, establecimiento de colonias de *Myndus crudus*, *Myndus crudus* vector de la marchitez letal, uso de herramientas epidemiológicas en el manejo de la marchitez letal y variación de las poblaciones de *H. crudus*; me expreso las labores u oficios que debía realizar durante mi práctica empresarial.

3.1.2. Descripción del área de estudio

La práctica se llevó a cabo en el Campo Experimental Palmar de Las Corocoras CENIPALMA, en Paratebueno, Cundinamarca (véase figura 2). Las condiciones de temperatura del lugar son de 25,7 °C y humedad relativa de 85 % (Beltran, 2017). El umbráculo donde se encuentra la unidad

de Cría de *Haplaxius crudus* está ubicado con coordenadas 4°22'05,32"N 73°10'18,10"O y a una altura sobre el nivel del mar de 228 msnm (GOOGLE EARTH, 2018).



Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio

Fuente: Google Earth

La cría cuenta con seis áreas (véase figura 3): área de emergencia y desarrollo ninfal (donde el insecto desarrolla sus estados inmaduros huevo y ninfa, y su estado maduro adulto), área de infestación (se encuentran las cámaras de oviposición, donde los insectos copulan y la hembra gravida pone los huevos), área de recuperación (macollas infestadas que se desmontan de las palmas de coco), área de siembra (se desarrolla la germinación de las semillas de *Panicum maximum*), área de traslante (material vegetal en materas mas grandes para la alimentación de las ninfas) y área de supervivencia (pruebas de supervivencia, tablas de vida u otros ensayos).

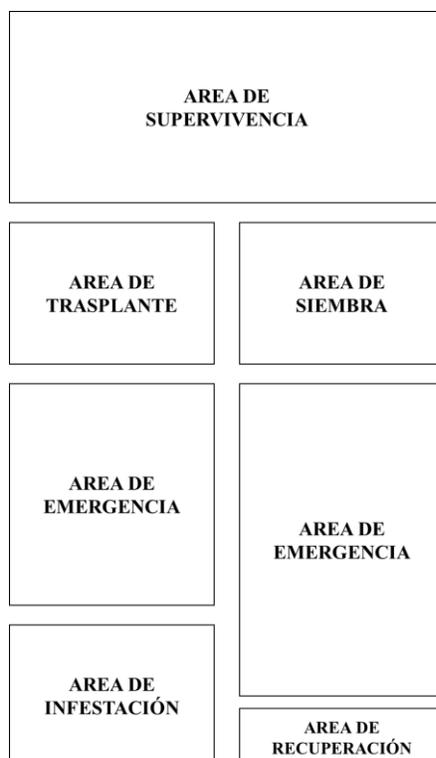


Figura 3. Distribución de las áreas del umbráculo

Fuente: archivo personal

3.1.3. Registro de las actividades culturales para la manutención de la cría de *H. crudus*.

3.1.3.1. Revisión de humedad de las macollas infestadas con estados inmaduros de

Haplaxius crudus y control de insectos en el área de desarrollo ninfal de *Haplaxius crudus*.

En las jaulas del área de desarrollo ninfal de *Haplaxius crudus*, se revisan diariamente la humedad de las macollas, ya que estas deben estar húmedas para el desarrollo de las ninfas y de las raíces secundarias de la gramínea.

Para ello se riegan con una pistola de riego (véase figura 4), la labor se realiza jaula por jaula y revisando cada macolla, se levantara el thermolon se aplica el agua con la pistola teniendo

cuidado que al adicionar el agua, el chorro de la pistola de riego tenga una presión baja, para no maltratar las ninfas que se encuentren allí presentes.



Figura 4. Revisión de humedad a macollas infestadas

Fuente: archivo personal

El control de los insectos plagas y depredadores que se encuentran dentro de las macollas se realiza los días lunes, martes y jueves, con ayuda de una pinza entomológica se retiraran y eliminan cuidadosamente las larvas de lepidópteros, ninfas y adultos de hemípteros contaminantes, para no causar daños a las ninfas de *Haplaxius crudus*. Terminada esta labor, se revisa la jaula completa para observar que no halla presencia de arañas, mariposas o de otros insectos que causen daños a las hojas y tallos de las macollas.

3.1.3.2. Mantenimiento y cambio de trampas amarillas del área de desarrollo ninfal, área de macollas sembradas y trasplantadas y el área de infestación del umbráculo.

Cada ocho días se realiza el mantenimiento a cada una de las trampas; esta labor se realiza con el fin de reducir, dañar, capturar, detectar o incomodar los insectos plagas contaminantes que afecten el desarrollo ninfal de *Haplaxius crudus* y las macollas de *Panicum máximum* que estén sembradas, trasplantadas e infestadas del umbráculo, para ello se retira el papel de vinipel que las

envuelve, se les coloca uno nuevo, forrando el cartonplast amarillo, se les adicionara pega trampas (Biotrampas), se esparce el papel con una brocha impregnando el papel de vinipel, posteriormente se les hace una pequeña abertura con el bisturí, donde se encuentra el velcro que ayuda a pegarlas en las jaulas de desarrollo ninfal y emergencia de *Haplaxius crudus* (véase figura 5), para que no se despeguen.

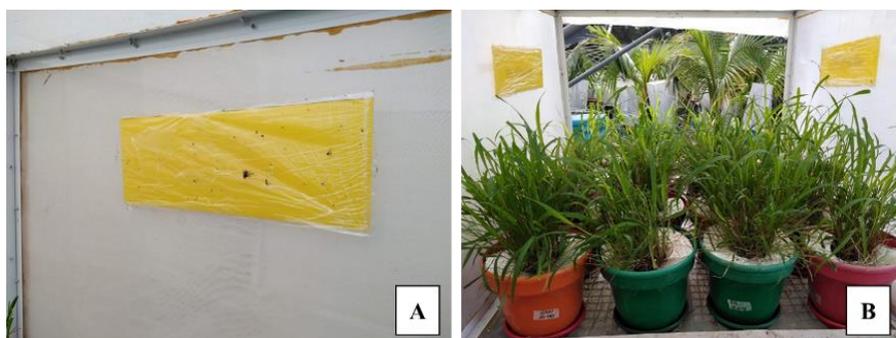


Figura 5. A: Trampa con cartonplast amarillo, B: Trampas en jaulas de emergencia.

Fuente: archivo personal

Las demás trampas se colocan en las áreas de trasplante, siembra y por último en el área de infestación del umbráculo.

3.1.3.3. Siembra, trasplante y fertilización de gramíneas *Panicum maximum*

Para la obtención del material vegetal donde se desarrollan los estados inmaduros de *Haplaxius crudus* se realiza la siembra de semilla comercial de *Panicum maximum* cultivar Mombasa. Las semillas se siembran en materas No. 12 con un sustrato de tierra (solarizada) mezclado con turba y fibra de coco en proporción 2:1:1 (véase figura 6), para brindarles a las semillas un mayor porcentaje de germinación y formación de la planta, se registra el total de materas sembradas para llevar una trazabilidad de las siembras que se realicen.



Figura 6. Proceso de siembra de *Panicum maximum*

Fuente: archivo personal

Cinco semanas después de la siembra, las macollas de *Panicum maximum* se trasplantan en materas de mayor tamaño (No. 23) para obtener el enraizamiento necesario para utilizarlas en las infestaciones. El proceso de trasplante (véase figura 7) radicara en tomar por el follaje las macollas (véase tabla 1) retirándolas cuidadosamente de la matera, se realizará un rompimiento de raíces en la base y se ubicaran en el centro de la matera grande con suelo solarizado y turba en proporción 1:1 hasta 2/3 de su capacidad, presionando un poco el montículo para darle forma, posteriormente se fertilizan las macollas, ya que es una práctica vital para la formación de la planta y desarrollo radicular, porque con una buena fertilización se tienen plantas vigorosas sanas, la producción se mejora en cantidad y calidad, al momento del trasplante de las gramíneas establecidas para la alimentación de las ninfas de *Haplaxius crudus*.



Figura 7. Proceso de trasplante *Panicum maximum*

Fuente: archivo personal

Producto	Función	Composición	Dosis (gr)	Aporte nutricional por planta
-----------------	----------------	--------------------	-------------------	--------------------------------------

		N: 10%, P ₂ O ₅ : 50%, K ₂ O: 8%		
Rebrote	Induce la emisión de raíces y engrosamiento de los tallos.	Ácido indolbutírico, Fitohormona ANA y Citoquininas	2	N: 0,2 gr, P ₂ O ₅ : 1 gr, K ₂ O: 0,16 gr
Urea	Estimula el crecimiento de hojas y ramas.	N: 46 %, P ₂ O ₅ : 0 %, K ₂ O: 0 %	2	N: 0,92 gr

Tabla 1. Fertilizantes aplicados en el trasplante de *Panicum maximum*

Nota: archivo personal

Se debe mantener la alta humedad y la oscuridad al interior de la matera, lo cual estimula el crecimiento de raíces secundarias laterales (Lapointe et al. 1989) que son los sitios preferidos por las ninfas para su alimentación, cubriéndose la parte superior con un aislante térmico (thermolon), cortado del mismo diámetro de la matera y posteriormente se realiza un orificio en el centro que permita la exposición del follaje de la macolla (véase figura 8).

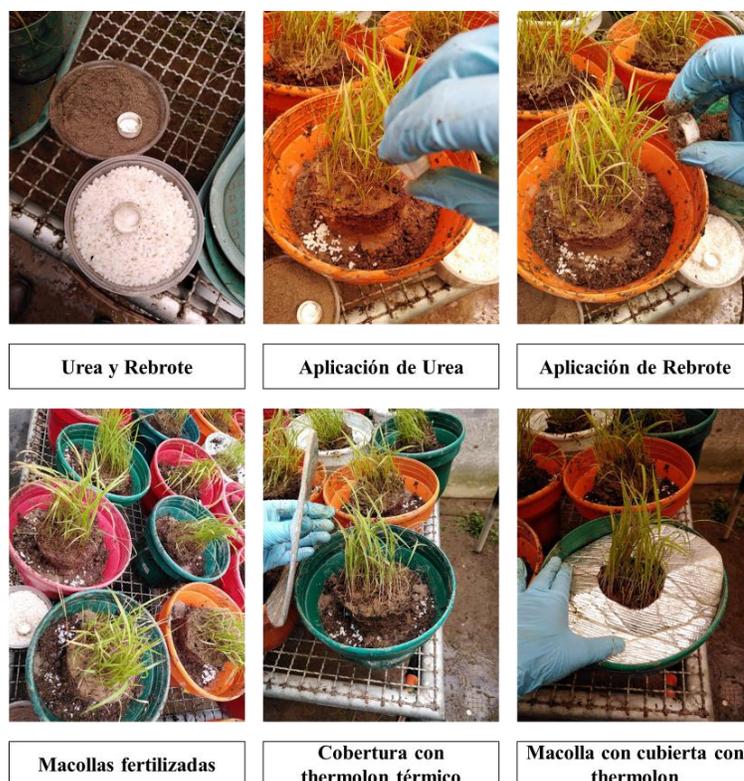


Figura 8. Proceso de fertilización edáfica y cobertura con thermolon

Fuente: archivo personal

El riego de las macollas sembradas y trasplantadas se realiza diariamente con la pistola de riego, para mantener su humedad. La poda (véase figura 9) y la aplicación de Hormonagro, se realizan a los 15 días después del trasplante para favorecer el desarrollo radicular, con una dosis de 3 gramos por litro, con una bomba royal condor Handy con capacidad de 5 litros, impregnando el producto en la base del terrón de la macolla.

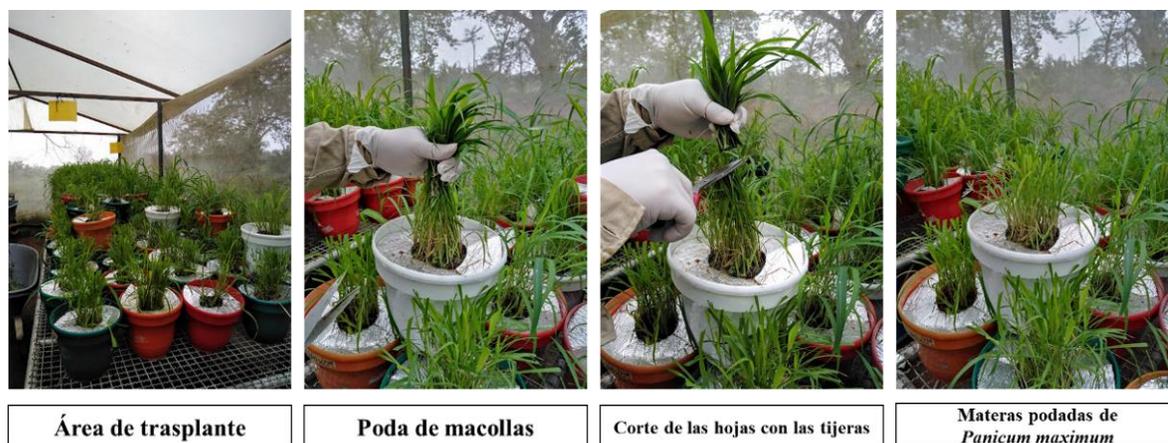


Figura 9. Proceso de poda en macollas trasplantadas a los 15 DDT de *Panicum maximum*

Fuente: archivo personal

3.1.3.4. Mantenimiento (poda y fertilización) de macollas infestadas con estados inmaduros de *H. crudus* en el área de desarrollo ninfal de *Haplaxius crudus*.

La poda se realiza cada 8 días, para esta labor, se usa una tijera con la cual se cortan las hojas que están marchitas y las panojas que están muy altas (véase figura 10); la poda trae muchos beneficios a las macollas tales como: control de su tamaño para revisión de humedad, control de insectos contaminantes, mejorar su apariencia, mejorar la estructura, incrementar el paso de la luz y el aire, estimular la generación de nuevas hojas, suprimir focos de infección de plagas y el favorecimiento al desarrollo radicular ya que las ninfas se alimentan de estas.



Figura 10. Macollas en el área de emergencia, B: Corte de las panojas de la macolla, C: Macollas podadas

Fuente: archivo personal

Las macollas que son desmontadas del área de infestación de las palmas de coco y puestas en jaulas de desarrollo ninfal, se deben fertilizar foliarmente con Nutrimins®, Tottal® y hormonagro, se aplican 5 cc de nutrimins, 10 cc de total y 1 gr de Hormonagro en 1 litro de agua, la aplicación se realiza con una bomba royal condor Handy con capacidad de 5 litros tratando de que el producto sea asperjado alrededor de la macolla y que caiga uniformemente sobre las hojas de esta; ya que las macollas sufren un proceso de estrés, sin humedad y algunas marchitas. Ya que estas permanecen ocho días en las cámaras de oviposición, sin energía solar y riego permanente.

El Nutrimins® es un fertilizante líquido quelatado a base de micronutrientes (zinc, manganeso, cobre, boro, molibdeno, hierro), nutrientes secundarios (azufre y magnesio), complementado con nitrógeno líquido concentrado necesarios para el desarrollo general de las plantas (COLINAGRO, 2019). TOTTAL® fertilizante foliar compuesto complejo NPK enriquecido con elementos secundarios y menores, elementos esenciales para la adecuada nutrición de las plantas especialmente los pastos (COLINAGRO, 2013). Hormonagro 1: regulador fisiológico que permite la formación de un mayor sistema radicular en las plantas (AGROACTIVO, s.f.).

3.1.3.5.Limpieza de hojas de palmas de coco en el área de infestación.

La limpieza de las palmas de coco que se encuentran en el área de infestación, se realiza cada 15 días, esta consiste en la limpieza de todas las hojas, foliolo por foliolo con agua y jabón rey diluidos en agua (véase figura 11), para la eliminación de arácnidos (ácaros y arañas) e insectos plagas, se moja la toalla absorbente con la solución de jabón rey, se limpian los foliolos, la hoja “flecha” y parte del raquis de la hoja, posteriormente se lava todo el jabón que queda impregnado, con la pistola de riego a presión, para que no quede residuo alguno en la palma.



Figura 11. Proceso de limpieza palmas de coco del área de infestación

Fuente: archivo personal

3.1.4. Estimar la productividad de *Haplaxius crudus* semanales, mensuales bajo condiciones controladas.

3.1.4.1. Actualización de base de datos formatos de emergencia y producción por jaulas de *Haplaxius crudus*

Los formatos son diligenciados manualmente en el umbráculo para llevar una trazabilidad, después se digitalizan en Excel cada 15 días para hacer seguimiento de la cría de *Haplaxius crudus*.

3.1.4.1.1. Formatos de emergencia

Se transcribe la producción desde el momento que comienzan a emerger los adultos de *Haplaxius crudus*, se lleva la trazabilidad de las jaulas que están en cosecha o producción de los insectos que emergen diariamente (véase tabla 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Fecha de ingreso	No. Jaula de cría	Fecha de cosecha	Semana		Adultos emergidos Hembras	Adultos emergidos Machos	Adultos emergidos Mixtos (Entregados)	Total adultos emergidos
4		2	1/08/2019	31		0	0	175	175
5		10	1/08/2019	31		0	0	150	150
6		13	1/08/2019	31		0	0	175	175
7		14	1/08/2019	31		0	0	75	75
8		23	1/08/2019	31		0	0	25	25
9		7	1/08/2019	31		15	14	0	29
0		6	1/08/2019	31		12	10	0	22
1		23	1/08/2019	31		18	21	0	39
2		5	1/08/2019	31		48	38	0	86

Tabla 2. Formato de emergencia

Nota: archivo personal

La producción diaria de la colonia, es un resumen total de los adultos que se cosechan diariamente, se suman todos los adultos que fueron cosechados de las jaulas que estén en producción (véase tabla 3).

	Fecha de cosecha	Semana	Adultos emergidos		Adultos emergidos /Cámara de cría	Total adultos emergidos
5	1/08/2019	31	171	151	322	
7	1/08/2019	31	.	.	600	Entregados a Jesus
3	3/08/2019	31	127	143	270	
9	3/08/2019	31	.	.	600	Entregados a Jesus
0	5/08/2019	32	227	177	404	
1	5/08/2019	32	.	.	400	Entregados a Jesus
2	6/08/2019	32	16	12	28	
3	7/08/2019	32	166	160	326	
4	7/08/2019	32	.	.	600	Entregados a Jesus
5	8/08/2019	32	218	199	417	
5	8/08/2019	32	.	.	375	Entregados a Jesus

Tabla 3. Formato de producción diaria de la colonia

Nota: archivo personal

Los insectos entregados para fines experimentales: infección del fitoplasma (pruebas de adquisición, pruebas de incubación y pruebas de transmisión), controles químicos, controles biológicos (nematodos y hongos entomopatogenos), ensayos de supervivencia en diferentes

cultivares en campo o en condiciones controladas y para la tabla de vida del insecto (véase tabla 4).

Fecha	Investigador	Finalidad	Cantidad	Total por mes
3/08/2019	Jesus Matabanchoy		600	6056
5/08/2019	Jesus Matabanchoy		400	
7/08/2019	Jesus Matabanchoy		600	
8/08/2019	Jesus Matabanchoy		375	
12/08/2019	Darbegly		96	
12/08/2019	Jesus Matabanchoy		375	
13/08/2019	Anamaria		490	
14/08/2019	Jesus Matabanchoy		600	
19/08/2019	Jesus Matabanchoy		400	
21/08/2019	Miriam		760	
23/08/2019	Miriam		760	

Tabla 4. Formato de entrega de insectos

Nota: archivo personal

La producción semanal (véase tabla 5), se compilan los datos por semanas de hembras, machos y mixtos adultos de *Haplaxius crudus*, los insectos mixtos son los entregados para investigaciones y no se requiere sexarlos, a menos que sea para pruebas de disección de hembras para conteo de huevos.

No. semana	Total adultos			TOTAL
	Hembras	Machos	Mixtos	
1	2632	2297	0	4929
2	2772	2366	0	5138
3	1998	1730	0	3728
4	1890	1734	666	4290
5	819	694	2446	3959
6	1748	1490	480	3718
7	1459	1280	0	2739
8	1171	1083	682	2936
9	1553	1400	300	3253
10	1547	1342	920	3809

Tabla 5. Formato de producción semanal

Nota: archivo personal

Producción mensual (véase tabla 6), compilado y producción acumulada mensual de adultos de *Haplaxius crudus*.

Año	Mes	Producción mensual	Producción acumulada
2019	Enero	20581	349750
	Febrero	13114	362864
	Marzo	13104	375968
	Abril	12891	388859
	Mayo	8241	397100
	Junio	8623	405723
	Julio	12286	418009
	Agosto	15422	433431

Tabla 6. Formato de producción mensual

Nota: archivo personal

3.1.4.1.2. Formato de producción por jaulas

Llevan los estadísticos de producción de adultos de *Haplaxius crudus* de las jaulas desde el inicio de producción hasta el fin de estas, el cual lleva el número de la jaula, la fecha de la jaula el número de materas, las materas eliminadas antes de la producción, macollas con adultos de re infestación (R2, R3 o R4), el porcentaje de re infestación, hembras y machos liberados, hembras y machos sobrevivientes, porcentaje de sobrevivientes, fecha de inicio de producción, fecha en las que se pasa las macollas en jaula, fecha de fin de producción, los días para el inicio de producción (fecha de producción menos la fecha de la jaula), días de producción (fecha de fin de producción menos fecha de inicio de producción). Para actualizarlo se necesita de la base de datos de emergencia e infestación; este formato es imprescindible en la cría ya que me permite saber cuánto dura el ciclo biológico de los insectos que emergieron de dicha jaula y cuánto dura una jaula en producción.

3.1.5. Contrastar las infestaciones semanales con adultos R0, R1, R2 y R3 de *Haplaxius crudus* con la temperatura para supervivencia y mortalidad.

3.1.5.1.Formatos de infestación

3.1.5.1.1. Cosecha, infestación y re infestación de adultos de *Haplaxius crudus*

Los adultos que ya emergieron se colectan a diario, inmediatamente después de humedecer las macollas con la pistola de riego, para que los adultos vuelen hacia las paredes de la jaula de emergencia y puedan ser colectados o cosechados con un aspirador bucal, son registrados y destinados a investigaciones e infestaciones de gramíneas de *Panicum maximum* para el mantenimiento de la cría.

Los adultos destinados para el mantenimiento de la cría, se llevan a las cámaras de oviposición, estas constan de una palma de coco (*Cocos nucifera*) que sería el hospedero en el cual los adultos se alimentan de la savia de la hoja de la palma, donde los adultos (machos y hembras) copulan y la gramínea (*Panicum maximum*) donde las hembras gravidas ponen sus huevos en la base de los tallos de estas. Las cámaras se conforman de un soporte de varillas con forma rectangular cubierto con un forro de tela nylon con varias entradas, una en la base donde se colocará la matera con la macolla de la gramínea hospedera, otra en el extremo superior por donde se introducirá el ápice de la hoja de palma y una tercera entrada ubicada lateralmente por donde se introducirán los adultos de *Haplaxius crudus*.

En cada palma de coco se instalan entre tres y cuatro cámaras de oviposición, estas se colocarán sobre un soporte de varillas para aislarlas del suelo y se revisarán constantemente para retirar arañas, hormigas u otros insectos.

En cada cámara de oviposición se liberarán un promedio de 25 hembras y 25 machos de *Haplaxius crudus* proporción 1:1, se dejarán allí durante 7 días, periodo durante el cual se garantiza la cópula y la oviposición de las hembras recién emergidas. Pasado este tiempo se llevarán a cabo nuevas infestaciones con los adultos sobrevivientes del primer proceso de infestación. Para ello se sacarán las hojas de palma de coco de la jaula de oviposición, se colectarán y registrarán la cantidad de hembras y machos vivos en cada una. Posteriormente estos adultos se liberarán dentro de una cámara de oviposición nueva, en donde se mantendrán durante 7 días para que continúen ovipositando.

Los insectos R0 (adultos recién emergidos), se utilizan para las infestaciones y las reinfestaciones R1 (adultos con 7 días), R2 (Adultos con 14 días) y R3 (Adultos con 21 días); donde cada R representa un estado juvenil de los adultos que quedan vivos de cada infestación.

3.1.5.1.2. Actualización de base de infestación de *Haplaxius crudus*

Compilado de las macollas que se infestan, que son colocadas en las cámaras de oviposición ya sean R0: Adultos recién emergidos, R1: Adultos con 7 días, R2: Adultos con 14 días y R3: Adultos con 21 días; donde cada R representa un estado juvenil de los adultos que quedan vivos de cada infestación. Cada macolla lleva un proceso de trazabilidad (número de la matera, fecha de infestación y número de la palma a la cual pertenece), para llevar el agrupado estadístico (véase tabla 7).

Responsable	No. matera en colonia	Con adultos de reinfestación X	Con adultos de reinfestación X ²	Con adultos de reinfestación X ³	Semana de infestación	Fecha de ingreso	Fecha de Retiro	Adultos liberados (hembras)	Adultos liberados (machos)	Total adultos liberados / cámara	No. de Palma	Adultos para retirados para infestación	Total de adultos retirados para infestación
Viviana	639		x		33	17/08/2019	24/08/2019	21	25	46	1	0	0
Viviana	640		x		33	17/08/2019	24/08/2019	20	20	40	1	15	14
Viviana	641	x			33	17/08/2019	24/08/2019	21	14	35	30	15	10
Viviana	642	x			33	17/08/2019	24/08/2019	23	19	42	3	18	13
Viviana	643	x			33	17/08/2019	24/08/2019	30	22	52	3	28	22
Viviana	644	x			33	17/08/2019	24/08/2019	25	24	49	12	15	4
Viviana	645				33	17/08/2019	24/08/2019	24	22	46	39	19	15

Tabla 7. Formato de Infestación

Nota: archivo personal

3.1.5.2.Formatos de temperatura y humedad relativa

Para procesar los formatos de temperatura y humedad relativa de las áreas de infestación y emergencia, se debe instalar un programa llamado SpecWare 9 Basic, es un programa que registra los datos meteorológicos acumulados a través de los registradores de datos WatchDog y las estaciones meteorológicas WatchDog, donde se pueden descargar los datos de temperatura y humedad relativa de las área de infestación y emergencia del umbráculo, luego de la instalación del programa se descargan los datos en formato bloc de notas, posteriormente se descarga a una base de datos en Excel para extraer promedios y desviaciones estándar de temperatura y humedad relativa semanales, mensuales y anuales; luego de descargar los datos de los sensores se configura nuevamente el sensor para seguir tomando los datos meteorológicos, por fecha y que los grados se configuren en Celsius.

Capítulo 4

4.1.Resultados

4.1.1. Actividades culturales para el mantenimiento de la cría

4.1.1.1.Revisión de humedad y control de insectos contaminantes

La revisión de humedad se realizaba todos los días de lunes a sábado, esta labor es la más importante ya que las ninfas de *H. crudus* no soportan altas temperaturas, estas se desarrollan mejor cuando hay muy buena humedad en el hospedero que en este caso son las macollas de *Panicum maximum*.

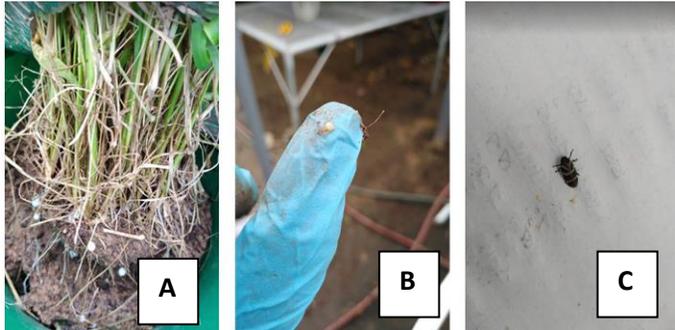
Insecto	Observaciones
<p>Salivazo <i>Aeneolamia varia</i> (Hemíptera: Cerpopidae)</p> 	<p>La picadura de las ninfas en las raíces y parte baja del tallo alcanza los haces vasculares y causa su deterioro, lo cual restringe el paso de agua y nutrientes a las partes aéreas de la planta; también se manifiesta una clorosis en las hojas quedando totalmente amarillo como consecuencia del ataque. El daño por los adultos provocan el secamiento de las hojas, este inyecta sustancias causticas en el tejido (Guagliumi, 1969).</p> <p>La saliva del insecto contiene enzimas amilolíticas, oxidantes y varios aminoácidos que contienen efecto toxico y acción sistemática en los tejidos de la planta.</p>

Figura 12. A: Macolla con presencia de saliva; B: Ninfa de *Aeneolamia varia* (Salivazo); C: Adulto de *Aeneolamia varia* (Salivazo)

Fuente: archivo personal

Gusano Santamaría *Antarctia* sp. (Lepidóptera: Arctiidae)



Figura 13. Gusano Santamaría *Antarctia* sp.

Fuente: archivo personal

Gusanos peludos de color café con puntos rojos, esporádicamente atacan el follaje de las gramíneas. Se presentan en grupos y a menudo arrasan grandes áreas. Aparecen especialmente durante los veranos prolongados. Rara vez son de importancia económica cuando se cuenta con riego y se fertilizan adecuadamente con fertilizantes nitrogenados en las pasturas (Florez, 2018).

Falso medidor de los pastos. *Mocis* sp. (Lepidóptera: Noctuidae)



Figura 14. Falso medidor de los pastos *Mocis* sp.

Fuente: archivo personal

Especie de origen tropical y se reproduce fácilmente donde existe alta humedad y abundancia de alimentos. Se alimentan de las láminas foliares de las gramíneas, dejándoles a menudo y en pocos días solamente el caquis central de manera que los campos aparecen paulatinamente defoliados (Suarez, 1992).

Tabla 8. Principales Insectos plagas de las macollas de *Panicum máximo* en las jaulas de desarrollo ninfal.

Nota: archivo personal

4.1.1.2.Mantenimiento y cambio de trampas amarillas del área de desarrollo ninfal, área de macollas sembradas y trasplantadas y el área de infestación del umbráculo.

Fechas	Áreas del umbráculo			
	Siembra	Trasplante	Jaulas de emergencia	Infestación
4 de Junio	x	x	x	x
11 de Junio	x	x	x	x
18 de Junio	x	x	x	x
25 de Junio	x	x	x	x
10 de Julio	x	x	x	x
18 de Julio	x	x	x	x
24 de Julio	x	x	x	x
30 de Julio	x	x	x	x
12 de Agosto	x	x	x	x
29 de Agosto	x	x	x	x
13 de Septiembre	x	x	x	x
28 de Septiembre	x	x	x	x
21 de Octubre	x	x	x	x

Tabla 9. Registro de cambio de trampas en todas las áreas del umbráculo

Nota: archivo personal

4.1.1.3.Siembra, trasplante y fertilización edáfica de gramíneas *Panicum maximum*

Fecha	Cantidad	Total
22/01/2019	100	
28/01/2019	100	200
4/02/2019	200	
11/02/2019	176	603
27/02/2019	227	
4/03/2019	180	
18/03/2019	200	380

8/04/2019	210	
23/04/2019	208	418
10/05/2019	108	
21/05/2019	110	308
27/05/2019	90	
7/06/2019	100	
14/06/2019	104	394
21/06/2019	100	
29/06/2019	90	
10/07/2019	200	
18/07/2019	160	630
23/07/2019	170	
29/07/2019	100	
6/08/2019	130	
13/08/2019	100	470
21/08/2019	80	
29/08/2019	160	
5/09/2019	120	270
12/09/2019	150	
10/10/2019	211	
18/10/2019	206	537
24/10/2019	120	

Tabla 10. Registro de siembras de *Panicum maximum* año 2019

Nota: archivo personal

Fecha	Cantidad	Total
9/01/2019	100	
14/01/2019	100	290
22/01/2019	90	
22/02/2019	140	220

28/02/2019	80	
8/03/2019	85	
14/03/2019	75	220
18/03/2019	60	
1/04/2019	115	
8/04/2019	110	455
23/04/2019	230	
9/05/2019	130	
20/05/2019	70	280
27/05/2019	80	
7/06/2019	100	
14/06/2019	90	
21/06/2019	60	310
29/06/2019	60	
9/07/2019	200	
17/07/2019	130	475
23/07/2019	145	
6/08/2019	200	
13/08/2019	100	
20/08/2019	75	525
29/08/2019	150	
5/09/2019	115	
12/09/2019	160	360
19/09/2019	85	
3/10/2019	210	
18/10/2019	165	
24/10/2019	80	455

Tabla 11. Registro de trasplantes de Panicum maximum año 2019

Nota: archivo personal

4.1.1.4.Mantenimiento (poda y fertilización) de macollas infestadas con estados inmaduros de *H. crudus* en el área de desarrollo ninfal de *Haplaxius crudus*.

Fecha	Número de la jaula	Cantidad de agua	Tottal	Nutrimins	Hormonagro
8 de Junio	Todas	3 litros	30 cc	15 cc	3 gramos
18 de Junio	Todas	3 litros	30 cc	15 cc	3 gramos
22 de Junio Refuerzo para engrosamiento de raíces	Todas	1 litro			3 gramos
10 de Julio	Todas	3 litros	30 cc	15 cc	3 gramos
22 de Julio	50,49,48,41,45	1 litro	10 cc	5cc	1 gramo
31 de Julio	8,15,32,36B,51,47,1,20, 21, 36A, 27A, 35 y 34	1 litro	10 cc	5cc	1 gramo
5 de Agosto	16,17,18A, 29,30,31,53	1 litro	10 cc	5cc	1 gramo
13 de Agosto	57,39,54,48,25,27A, 15, 36 ^a (jaulas antiguas) 3,37, 46, 37, 33, 55, 38,40 (jaulas nuevas)	1 litro	10 cc	5cc	1 gramo
20 de Agosto	52, 2, 4, 5, 19	1 litro	10 cc	5cc	1 gramo
27 de Agosto	52, 40, 38	1 litro		Raizagro	
27 de Agosto	Todas	3 litros	30 cc	15 cc	3 gramos
7 de Septiembre	Todas las jaulas de Agosto	3 litros	30 cc	15 cc	3 gramos
14 de Septiembre	36A, 1, 60, 11, 25, 26, 44	1 litro	10 cc	5cc	1 gramo
21 de Septiembre	33, 55, 38, 40, 52, 2, 4, 5, 19, 42, 43, 13, 10, 5, 6, 18B, 14, 27B, 28, 20, 58, 59, 9A, 12	3 litros	30 cc	15 cc	3 cc
28 de Septiembre	22, 36A, 11, 44, 60, 25, 1, 26	1 litro	10 cc	5cc	1 cc
5 de Octubre	44,39,41,50,49,8,15,35,51,54	2 litros	20 cc	10 cc	6 cc + 6 cc de Carrier
12 de Octubre	Todas las jaulas de octubre	1 litro	10 cc	5 cc	3cc + 3cc de Carrier
19 de Octubre	Todas las jaulas de Septiembre	1 litro	10 cc	5 cc	3cc + 3cc de Carrier
26 de Octubre	Jaulas que no tienen sistema de riego, para control de larvas	1 litro	15 cc		3 cc de Carrier

26 de Octubre	30,19,33,29,16,46,3,7,37,53,40,45	1 litro	10 cc	5 cc	3cc + 3cc de Carrier
---------------	-----------------------------------	---------	-------	------	----------------------

Tabla 12. Registro de fertilizaciones foliares a macollas infestadas con estados inmaduros de *H. crudus*

Nota: archivo personal

4.1.1.5. Limpieza de hojas de palmas de coco en el área de infestación.

FECHA	MATERIAL VEGETAL
12/06/2019	Palmas de coco
21/07/2019	Palmas de coco
13/08/2019	Palmas de coco
11/09/2019	Palmas de coco
30/10/2019	Palmas de coco

Tabla 13. Registro de limpieza de hojas de palma de coco en el área de infestación

Nota: archivo personal

4.1.1.5.1. Daños y sintomatología de los ácaros en palmas de coco

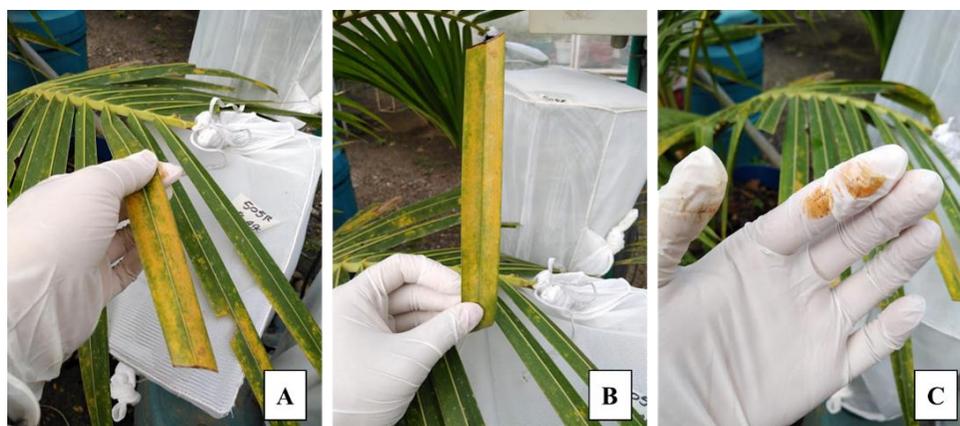


Figura 15. A: Daño por acaro *Raoiella indica* por el haz; B: Daño por acaro *Raoiella indica* por el envés; C: Síntoma pegajoso rojo anaranjado

Fuente: archivo personal

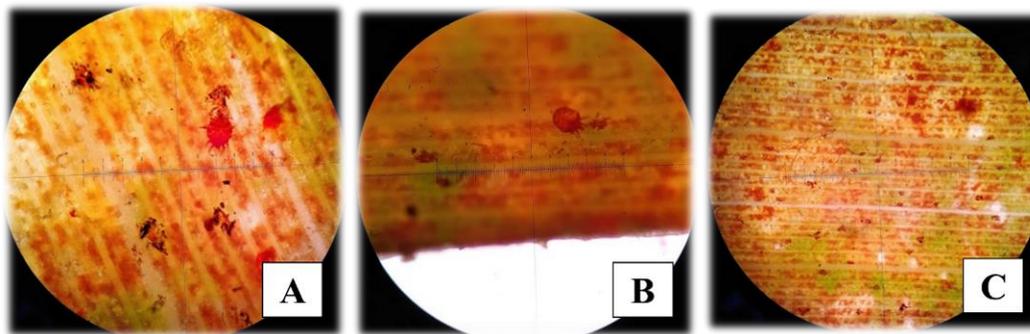


Figura 16. A y B: acaro *Raoiella indica* Hirst; C: Daño en el haz vista al microscopio

Fuente: archivo personal

Raoiella Indica Hirst es muy pequeño (menos de 1 mm) y los huevos, las ninfas y los ejemplares en fase adulta, son todos de color rojo-anaranjado. Los ácaros se encuentran típicamente en grupos y se alimentan sobre la superficie inferior de las hojas. Este tipo de ácaro puede estar presentes en las plantas por semanas, antes de que los síntomas sean visibles. En la copa de las palmas más altas, la población de ácaros puede aumentar y es posible que no se detecten, hasta que los ácaros se propaguen desde arriba a través del viento, un típico método de dispersión. Las plantas afectadas por la presencia del ácaro, muestran manchas amarillentas dispersas en el haz y envés de la hoja, y posteriormente se torna completamente amarillenta. Las plantas jóvenes de coco pueden ser las más afectadas debido a que el ácaro afecta las partes tiernas y suculentas. Además de ocasionar amarillamiento, cuando la planta está muy infestada puede haber abortamiento de flores o frutos pequeños (CESVVER, 2019).

4.1.2. Producción de adultos emergidos

4.1.2.1. Emergencia

4.1.2.1.1. Producción semanal

No. Semana	Total adultos			TOTAL
	Hembras	Machos	Mixtos	
1	2632	2297	0	4929

2	2772	2366	0	5138
3	1998	1730	0	3728
4	1890	1734	666	4290
5	819	694	2446	3959
6	1748	1490	480	3718
7	1459	1280	0	2739
8	1171	1083	682	2936
9	1553	1400	300	3253
10	1547	1342	920	3809
11	1262	1018	750	3030
12	543	413	1415	2371
13	982	815	1102	2899
14	1500	1377	360	3237
15	1294	1104	360	2758
16	1365	1262	170	2797
17	1134	992	675	2801
18	1081	1029	570	2680
19	861	729	388	1978
20	397	357	945	1699
21	801	724	240	1765
22	435	394	710	1539
23	800	753	246	1799
24	235	197	1538	1970
25	682	570	910	2162
26	857	783	900	2540
27	864	767	638	2269
28	1012	943	920	2875
29	1295	1203	860	3358
30	1250	1240	450	2940
31	737	699	1200	2636
32	1207	1093	1375	3675
33	1066	870	1561	3497
34	669	591	1920	3180
35	1670	1608	0	3278
36	1528	1400	0	2928
37	909	855	1798	3562
38	1018	1054	2210	4282
39	1268	1202	810	3280
40	1729	1574	0	3303
41	1706	1679	621	4006
42	1455	1409	2307	5171
43	1532	1492	574	3598

Tabla 14. Producción semanal de *Haplaxius crudus* 2019.

Nota: archivo personal

La producción promedio semanal (véase tabla 14) de hembras es de 1226, de machos 1107, de mixtos entregados para investigaciones es de 791 de adultos de *Haplaxius crudus*; el porcentaje promedio semanal de hembras emergidas 40%, de machos emergidos 35% y de insectos mixtos 25%.

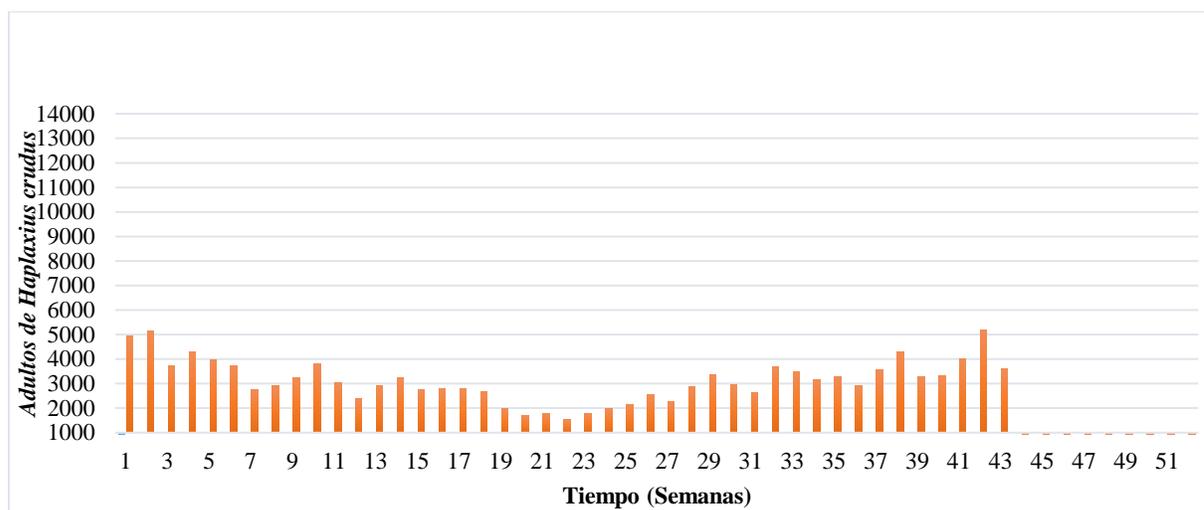


Figura 17. Producción semanal de *Haplaxius crudus* 2019.

Fuente: archivo personal

La producción promedio semanal del año 2019 es de 3214 adultos de *Haplaxius crudus*, hasta el momento la semana 42 del presente año es la que ha obtenido una mejor producción para un total de 5171 adultos y la de menor producción es la numero 22 para un total de 1539 adultos.

4.1.2.1.2. Producción mensual:

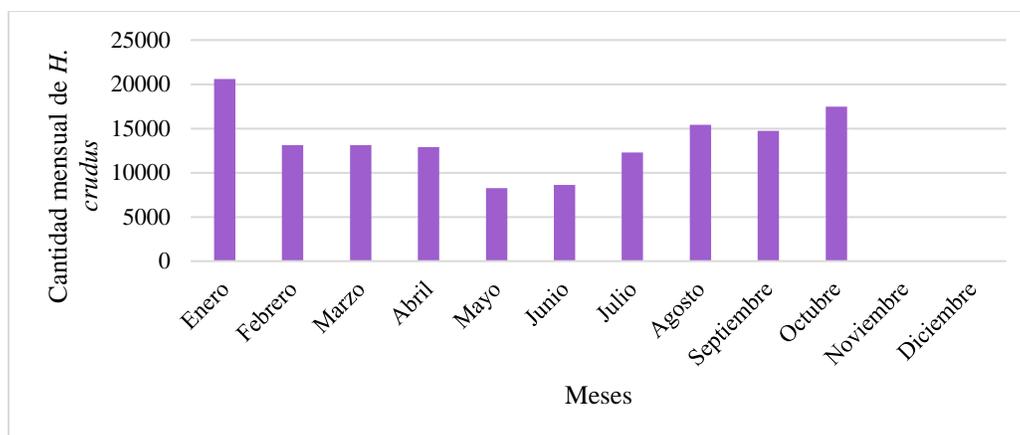


Figura 18. Producción mensual de adultos de *Haplaxius crudus* 2019

Fuente: archivo personal

La producción promedia mensual es de 13643 adultos; la mejor producción ha sido el mes de enero ya que esta fue de 20581 adultos, representando el 100% de la producción del año 2019 y la menor mayo con una producción de 8241 adultos, representando el 40% de la producción del año, con respecto a la producción del mes de Enero.

Mes	Adultos de <i>Haplaxius crudus</i>			total de adultos	% Hembras	% Machos	% Mixtos
	Hembras	Machos	mixtos				
Enero	9822	8577	2182	20581	48	42	10
Febrero	5715	5007	2392	13114	44	38	18
Marzo	4839	4078	4187	13104	37	31	32
Abril	5944	5352	1595	12891	46	42	12
Mayo	2845	2543	2853	8241	35	30	35
Junio	2653	2376	3594	8623	30	28	42
Julio	4860	4558	2868	12286	40	37	23
Agosto	4910	4456	6056	15422	32	29	39
Septiembre	5079	4822	4818	14719	34	33	33
Octubre	6629	6351	4499	17458	38	36	26

Tabla 15. Porcentajes de producción de adultos de *Haplaxius crudus* por meses

Nota: archivo personal

La producción promedia mensual (véase tabla 15) de hembras es de 5329, de machos 4812, de mixtos entregados para investigaciones es de 3504 de adultos de *Haplaxius crudus*; el porcentaje

promedio mensual de hembras emergidas 38%, de machos emergidos 35% y de insectos mixtos 27%.

4.1.2.1.3. Relación hembras & machos emergidos

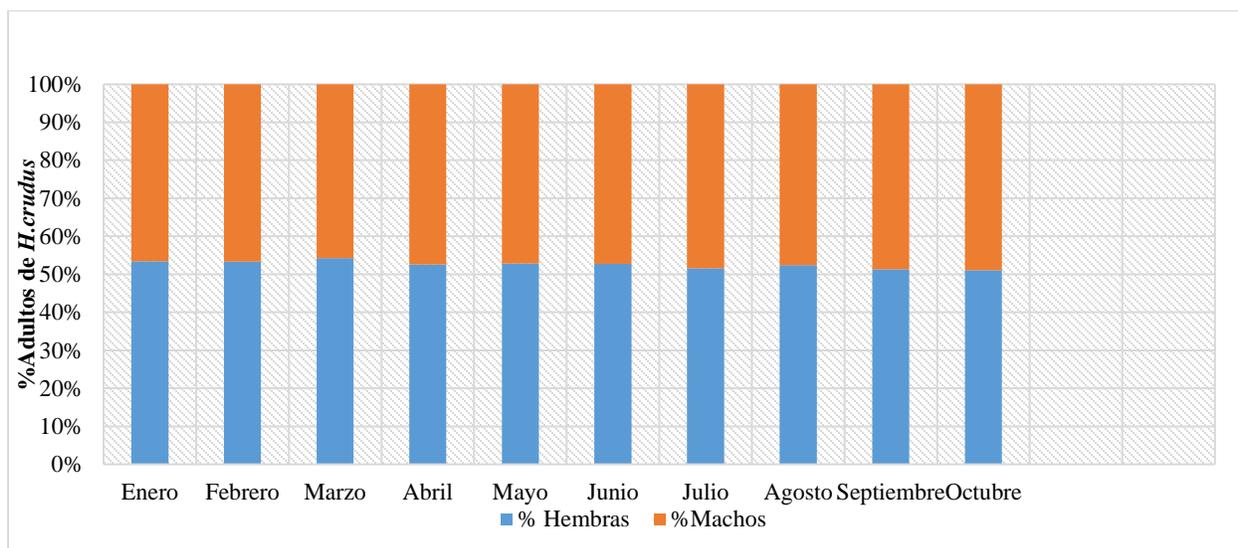


Figura 19. Relación hembras vs. Machos emergidos

Fuente: archivo personal

La relación en las jaulas de emergencia es 1:1 ♀/♂, las hembras cuentan con un 53% de individuos emergidos y los machos con un 47% en las jaulas, esta relación también se presenta en campo como lo afirman (Reinert, 1980) , 1:1, aunque la proporción puede ser sesgada porque las hembras tienden a vivir más que los machos (Howard, 1987), esto puede deberse a distintas variables tanto biológicas como ambientales que favorecen la emergencia de machos y hembras.

4.1.2.1.4. Relación de temperatura y producción semanal

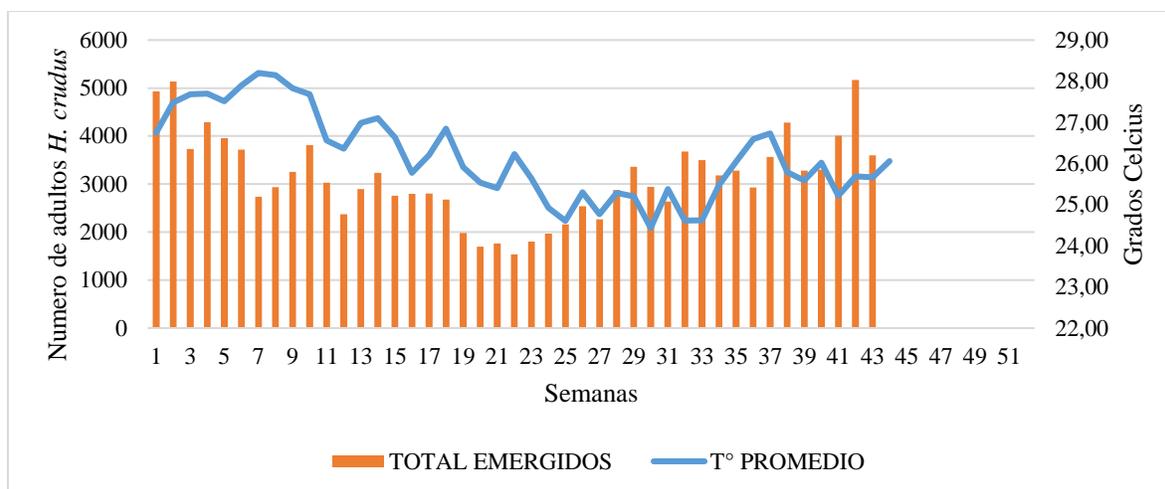


Figura 20. Relación de Temperatura y producción semanal de *Haplaxius crudus*

Fuente: archivo personal

Se observa que hay una relación directa entre la variable temperatura y la emergencia de adultos.

Haplaxius crudus es heterovoltine, es decir, el número de generaciones son afectadas por la temperatura (Halbert et al., 2014). El insecto presenta estados inmaduros (huevo), estados móviles (ninfa y adulto), con una duración promedio en el área de emergencia desde la eclosión del huevo hasta la última muda ninfal de 57,13 días a 26,25 °C y de 47 días a 27,94°C, en material *Panicum maximum* y 80,8 días a 24°C y de 52,6 días a 30°C, en material St.

Augustinegrass runner (Tsai et al., 1978), en condiciones controladas. La temperatura afecta el ciclo biológico del insecto causando en el caso de los adultos una emergencia más rápida en épocas de temperaturas elevadas, en cambio las ninfas son afectadas por las condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa y humedad de las macollas), una buena humedad permite un buen desarrollo de las ninfas y sus poblaciones tienden a aumentar a medida que la temperatura baja y las precipitaciones aumentan. Según (Kirsch et al., 1978). Todos los estadios ninfales se desarrollaron más rápidamente a 30 ° que a 24 ° C. La temperatura fresca (15 ° C) tuvo un efecto adverso en el desarrollo de la ninfa por ende no hubo muy buena emergencia de adultos de *Haplaxius crudus*.

4.1.2.2. Producción por jaulas

4.1.2.2.1. Producción por jaulas mensuales

Mes liberación	Numero de jaulas	Hembras liberadas	Machos liberados	Mes producción	Hembras	Machos	Mixtos	Total	Proporción hembras	Proporción machos
nov-18	22	8569	7298	Ene	9822	8577	2490	20889	2,4	2,9
dic-18	21	8345	7215	Feb	5715	5007	2453	13175	1,6	1,8
ene-19	22	6740	6004	Mar	4839	4078	4207	13124	1,9	2,2
feb-19	21	5734	5042	Abr	5944	5352	1565	12861	2,2	2,6
mar-19	20	4742	4054	May	2845	2543	2853	8241	1,7	2,0
abr-19	19	6139	5524	Jun	2653	2376	3594	8623	1,4	1,6
may-19	18	2891	2575	Jul	4860	4558	2868	12286	4,2	4,8
jun-19	23	2673	2365	Ago	4910	4456	6056	15422	5,8	6,5
jul-19	15	4883	4590	Sep	5079	4456	4818	14353	2,9	3,1
ago-19	17	5028	4507	Oct	6629	6351	4499	17479	3,5	3,9
sep-19	27	5114	4858	Nov						
oct-19	27	6551	6278	Dic						

Tabla 16. Registro de producción por jaulas mensual

Nota: archivo personal

Se observa el compilado total de jaulas 2019 (véase tabla 16) hasta el mes de octubre, dando un promedio mensual de 20 jaulas por mes, 5617 hembras liberadas, 5025 machos liberados por mes y un promedio de hembras emergidas de 5329, machos 4775 y mixtos o insectos entregados para investigaciones de 3540 mensuales y la proporción hembras & machos es de 2,8:3,1

4.1.2.2.2. Producción por jaulas semanales

Semana	Numero jaulas ingresadas	Días para el inicio de producción	Días de producción
1	4	52	45,5
2	5	52	40,8
3	5	53,4	43,8
4	5	53,8	32,4
5	3	53,6	25,3

6	4	53,7	29,2
7	5	53,2	26,6
8	4	56,5	18,2
9	8	54	22,8
10	5	55,6	20,4
11	5	55,4	24,4
12	3	54,6	22,3
13	3	56	26
14	6	58,6	27,1
15	5	57,2	28
16	5	58,8	28
17	5	59,8	30,6
18	5	60,8	22,8
19	4	61,5	25,2
20	3	58,6	27,6
21	3	59	33,3
22	2	58,5	31,5
23	4	59,2	24,2
24	4	57,5	25,7
25	4	61	24,2
26	5	60,4	23
27	5	60	27,4
28	6	61	22
29	6	59,5	21,3
30	7	58,7	21,7
31	6	60,3	21
32	7	56,1	27,4
33	5	57	22,2
34	6	55,3	24,8

Tabla 17. Registro semanal del inicio de producción y días de producción de las jaulas de emergencia

Nota: archivo personal

Se observa que el promedio de llenado semanal (véase tabla 17) es de 4,7 jaulas, para el año 2019; el promedio de días de inicio de producción 57,13 días (2,85 desviación estándar) y el promedio de días de producción es de 26,96 (6,27 desviación estándar).

4.1.3. Infestación y temperatura

4.1.3.1. Infestaciones mensuales

MES	Primera infestación (ODDI)	%	7 DDI	%	14DDI	%	21 DDI	%	Total
Enero	231	62	110	29	34	9	0	0	375
Febrero	229	70	78	24	18	6	0	0	325
Marzo	200	69	82	28	6	2	0	0	288
Abril	243	65	111	30	17	5	0	0	371
Mayo	129	57	78	34	20	9	0	0	227
Junio	153	62	73	30	21	9	0	0	247
Julio	235	53	153	35	55	12	0	0	443
Agosto	213	49	143	33	82	19	1	0	439
Septiembre	201	56	119	33	42	12	0	0	362
Octubre	250	60	125	30	39	9	0	0	414

Tabla 18. Infestaciones mensuales del año 2019

Nota: archivo personal

El promedio mensual de macollas infestadas de *Panicum máximum* (véase tabla 18) es de 348, el total de las (R0) 208 macollas infestadas que representan un 60%. Adultos con 7 días después de la 1° infestación (R1) 107 macollas infestadas que representan un 31%. Adultos con 14 días después de la 1° infestación (R2) 33 macollas infestadas que representan un 9%.

4.1.3.2. Relación de adultos sobrevivientes R0, R1 y R2 con la Temperatura

Semana	Promedio de Temperatura (*C)	Promedio de supervivencia R0 (hembras)	Promedio de supervivencia R0 (machos)	Promedio de supervivencia R1 (hembras)	Promedio de supervivencia R1 (machos)	Promedio de supervivencia R2 (hembras)	Promedio de supervivencia R2 (machos)
1	26,68	42,63	32,76	24,72	21,30	15,79	9,23
2	27,32	27,01	21,90	12,48	9,77	9,62	10,95
3	27,45	36,65	32,49	19,75	16,47	17,31	21,43
4	27,57	33,62	24,41	19,11	16,60	20,61	12,35
5	27,73	30,47	21,62	21,27	14,36	14,53	11,82
6	27,89	33,47	24,56	18,44	10,85	22,67	21,33
7	28,16	33,38	23,03	20,19	20,57	31,25	26,92
8	28,27	34,56	22,80	14,15	10,51	15,15	20,00
9	28,05	26,92	18,03	11,24	16,47	6,56	3,70
10	27,93	29,46	20,04	14,91	14,65	0,00	0,00

11	26,22	42,11	32,01	16,54	16,61	0,00	0,00
12	26,26	42,57	39,19	21,38	20,74	14,81	18,75
13	26,93	53,59	49,94	42,15	44,31	50,00	48,65
14	27,23	49,48	37,46	15,51	20,23	7,94	14,89
15	26,65	38,59	31,73	22,46	21,79	11,36	19,35
16	25,77	39,60	32,45	16,37	17,26	16,87	20,39
17	26,27	46,24	40,39	16,86	19,31	12,99	20,37
18	26,80	55,21	44,60	22,37	29,15	8,70	17,95
19	25,64	40,87	33,29	22,65	20,93	21,37	14,53
20	25,29	38,44	34,92	29,67	27,91	11,69	18,52
21	25,23	37,28	29,88	22,22	20,41	9,84	11,34
22	25,99	33,49	26,72	16,57	13,72	29,41	50,00
23	25,31	43,47	37,68	33,11	30,19	29,41	34,62
24	24,58	45,45	34,44	19,57	18,27	22,86	16,22
25	24,22	47,09	34,69	29,46	32,43	27,72	28,57
26	25,15	45,41	37,18	31,10	32,13	38,81	29,63
27	24,82	39,91	35,99	27,37	21,93	28,03	30,34
28	25,28	54,34	45,89	26,23	21,33	24,46	22,34
29	25,20	49,09	42,81	32,40	29,64	27,64	28,24
30	24,43	49,81	40,58	32,40	29,64	24,46	22,34
31	25,57	54,02	44,51	36,85	32,05	27,64	28,24
32	24,99	46,67	38,40	31,90	31,09	28,02	28,32
33	24,65	63,99	58,44	24,26	27,54	30,20	31,84
34	25,47	57,20	61,89	47,46	45,80	21,92	25,86
35	26,44	46,78	41,95	23,43	25,00	28,34	25,32
36	27,13	32,08	28,11	23,75	24,92	22,94	29,55
37	27,29	45,50	36,76	23,41	18,47	20,00	17,29
38	26,27	42,68	34,80	30,74	27,42	29,13	31,11
39	26,40	57,44	42,56	24,60	24,93	28,13	30,77
40	26,88	56,93	43,07	29,60	37,68	21,64	22,01
41	25,68	53,13	46,87	26,15	27,35	21,16	18,50
42	26,21	54,29	45,71	23,78	28,31	23,58	24,88
43	26,37	55,43	44,57	26,50	29,57	19,16	22,94

Tabla 19. Porcentaje de supervivencia adultos (R0, R1 y R2) de *H. crudus*

Nota: archivo personal

4.1.3.3. Relación de adultos sobrevivientes R0 (recién emergidos con 24 horas de edad) con la Temperatura

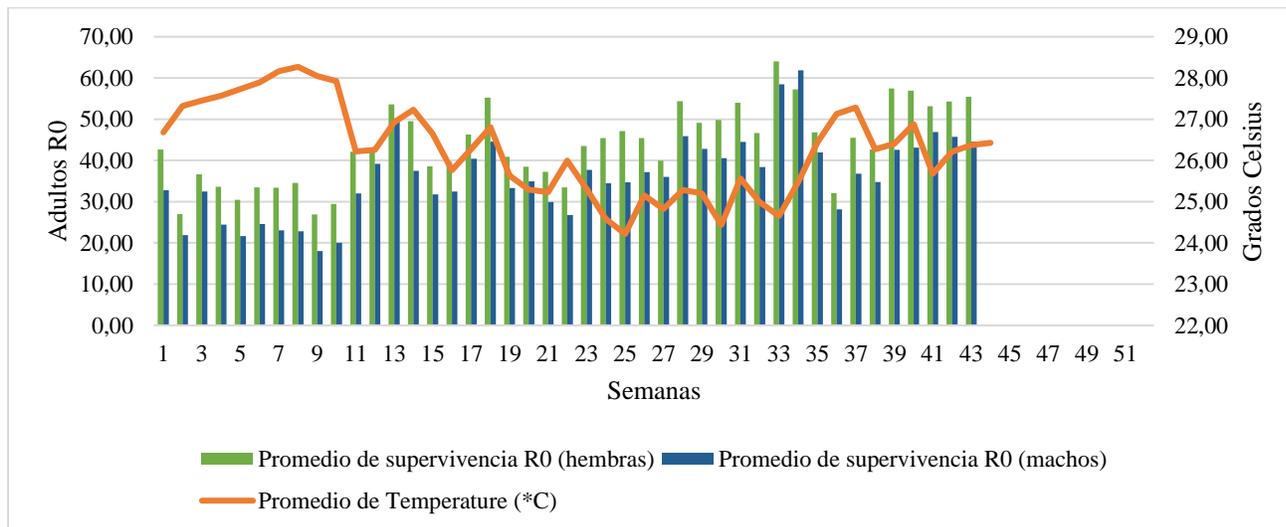


Figura 21. Relación de adultos sobrevivientes R0 con la Temperatura

Fuente: archivo personal

4.1.3.4. Relación de adultos sobrevivientes R1 (adultos con 7 días de edad) con la Temperatura

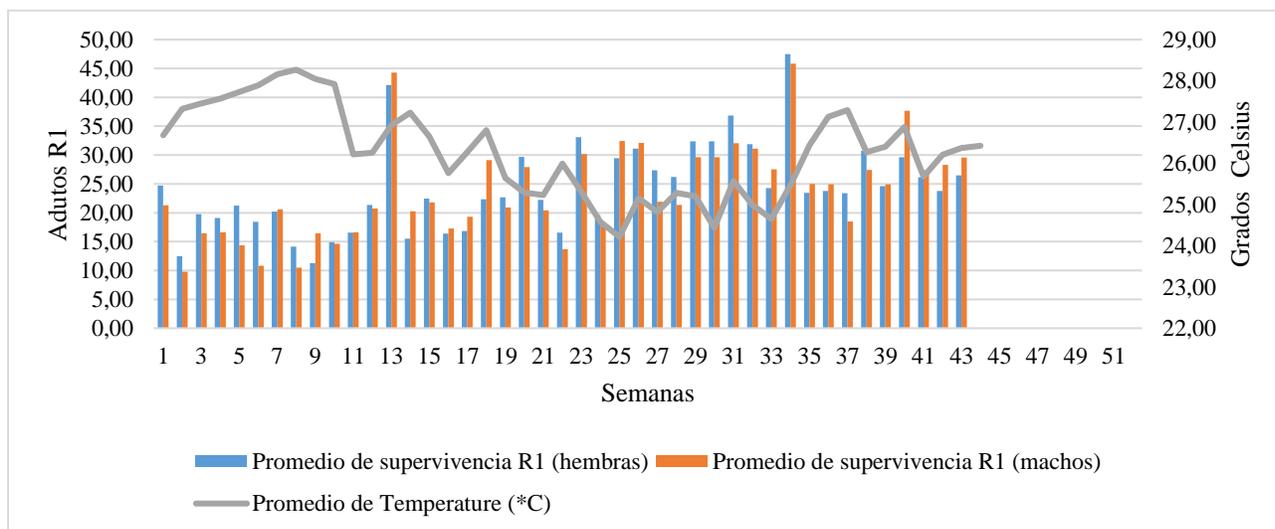


Figura 22. Relación de adultos sobrevivientes R1 con la Temperatura

Fuente: archivo personal

4.1.3.5. Relación de adultos sobrevivientes R2 (adultos con 14 días de edad) con la Temperatura

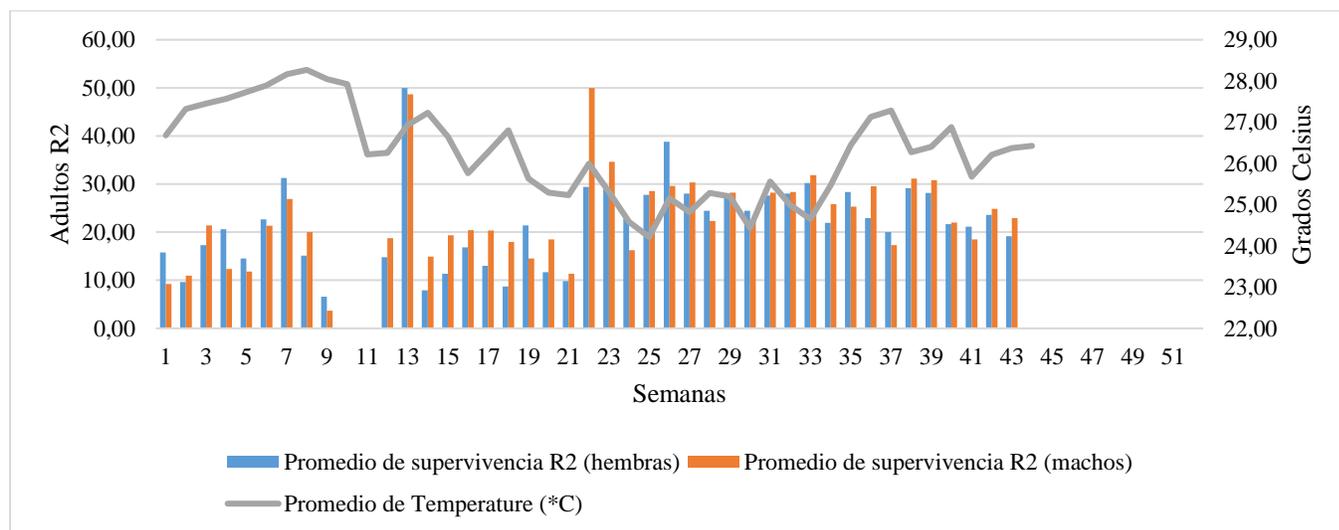


Figura 23. Relación de adultos sobrevivientes R2 con la Temperatura

Fuente: archivo personal

Se puede observar en las gráficas que hay una relación directa con la temperatura, ya que esta fluctúa a medida que la temperatura es baja hay mayor porcentaje de supervivencia tanto hembras como en machos; a pesar de que un adulto puede vivir entre 25-30 días (Arango et al., 2016), estos no cuentan con los suficientes factores para su subsistencia a pesar de que cuentan con condiciones controladas en el umbráculo la supervivencia puede depender de numerosos factores como lo son las condiciones climáticas, el alimento, depredadores, entre otros factores hay más variables que están interaccionando entre sí que están afectando a los adultos presentes bajos porcentajes de supervivencia.

Conclusiones

- En la relación de la supervivencia de adultos de *H. crudus* con respecto a la temperatura se puede decir que existe una relación entre estas dos variables, pero no se puede afirmar que esta es la causa principal de la mortalidad de adultos de *H. crudus* en el área de infestación, puesto que existe un sin número de variables que podrían estar afectando su ciclo, como lo son la humedad, los depredadores, la fenología del hospedero entre otras variables.
- En la producción por jaula y su relación con el número de macollas reinfestadas se puede afirmar que no hay una relación directa entre las dos variables, en promedio una jaula está produciendo 1101 adultos sin importar el número de macollas de reinfestación presentes en la jaula, hay distintas variables que pueden estar condicionando esta producción como lo son la temperatura, la humedad, el hospedero, la calidad del alimento, los depredadores entre otros factores bióticos y abióticos.
- Con respecto a los días para el inicio de la producción y la temperatura, se puede suponer que esta variable acorta el ciclo del insecto, promoviendo el desarrollo de las ninfas y la emergencia temprana de adultos de *H. crudus*.

Recomendaciones

- La universidad de Pamplona junto con Cenipalma, deben continuar con este convenio, puesto que la investigación tanto en el sector palmero como en otros sectores es muy necesaria, para llevar nuevas tecnologías e innovación al sector agrícola del país, y mejorar las condiciones tanto de los cultivos como de los agricultores que son la base de la economía nacional.
- CENIPALMA ofrece a estudiantes del área de agronomía y afines la oportunidad para que realicen prácticas empresariales y pasantías de investigación, avance muy importante a la hora de ejercer nuestra profesión ya que promueve los conocimientos necesarios para el desarrollo de técnicas que favorecen el sector palmero del país.
- En el área de biología es necesario identificar las mejores maneras para el manejo y control de *Haplaxius crudus* (Van Duzee) en las plantaciones, así mismo es necesario continuar mejorando y estandarizando diversas actividades a realizar en la cría de *H. crudus*.
- Manejar el plan de fertilización del material vegetal del umbráculo correspondiente a las fertilizaciones edáficas y foliares, para un buen desarrollo radicular y de la planta; las siembras y los trasplantes semanales ya que se cuenta con diversos estados fenológicos de las futuras plantas *Panicum maximum* que se van a utilizar para las infestaciones.

Bibliografía

- Alcaldía de Paratebueno. (2019). *Alcaldía de Paratebueno*. Recuperado el 6 de Mayo de 2019, de <http://www.paratebueno-cundinamarca.gov.co/>
- Aldana, R., Aldana, J., Moya, O., Bustillo, A. El Anillo rojo en palma de aceite. *Boletines Técnicos Cenipalma*, 36, Bogotá, Colombia. 51 p
- Arango, M. (2012). Efecto del color de las trampas en el monitoreo de adultos de *Haplaxius crudus*. *Palmas*, 33 (2), 53-61.
- Arango, M., Ospina, M., Sierra, L., Martínez, G. (2011). *Myndus crudus*: vector del agente causante de la Marchitez letal en palma de aceite en Colombia. *Palmas* 32(2):13-26.
- Bustillo, A., Arango, M. (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.
- Caldwell JS, 1946. Notas sobre *Haplaxius Fowler* con descripciones de nuevas especies (Homoptera, Cixiidae). *Actas de la Sociedad Entomológica de Washington*, 48 (8). 203-206.
- Camarena, G., De La Torre, R. (2008). Fitoplasmas: síntomas y características moleculares. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 14(2), 81-87.
- CENIPALMA. (2014). Plantas hospederas del vector de la Marchitez letal, *Haplaxius crudus*, en plantaciones de palma de aceite. (C. C.-C. 0123-8353, Ed.) *Ceniavances*(177), 4. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de *Ceniavances*.
- CENIPALMA. (2019). *Cenipalma*. Recuperado el 6 de Mayo de 2019, de <https://www.cenipalma.org/quienes-somos-cenipalma>
- CENIPALMA. (2019). *Cenipalma*. Recuperado el 6 de Mayo de 2019, de <https://www.cenipalma.org/camposexperimentales/campo-experimental-palmar-de-las-corocoras/>
- CENIPALMA. (2019). *Marchitez letal (ML)*. Recuperado el 10 de Julio de 2019, de <https://www.cenipalma.org/sanidad/que-es-la-marchitez-letal-ml/>
- Díaz, M. (2010). Antecedentes, Sintomatología, Manejo e Investigaciones De La Marchitez Letal en Los Llanos Orientales. Recuperado el 19 de Septiembre de 2019, de https://www.academia.edu/26493771/Antecedentes_Sintomatologia_Manejo_e_Investigaciones_De_La_Marchitez_Letal_en_Los_Llanos_Orientales
- Domínguez, E., J. López, y P. Ruiz. (1999). *El Cocotero Cocos nucifera (L)*. Manual para la Producción en México INFAP, CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo Libro Técnico. No. 6, Tabasco, México D. F. 132.
- Ferreira M, McKamey SH, Martínez RT, 2010. Nuevos registros de *Haplaxius* (Hemiptera: Cixiidae) en la República Dominicana, con descripción de una nueva especie. *Zootaxa*, 2614: 65-68. <http://www.mapress.com/zootaxa/2010/f/z02614p068f.pdf>

- Franqui, R. (2004). Cixiido de las Palmas *Haplaxius crudus* (Van Duzee). Recuperado el 10 de Julio de 2019, de Universidad de Puerto Rico, Mayagüez: <http://atlas.eea.uprm.edu/sites/default/files/Cixiido%20Palmas-Haplaxius%20Crudus.pdf>
- Gallo, S. (2018). El Cixíido Americano de las palmas, *Myndus crudus* Van Duzee (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoroidea: Cixiidae)1. Recuperado el 7 de Mayo de 2019, de Universidad de Florida: <https://edis.ifas.ufl.edu/in707>
- Gitau, C., Gurr, G., Dewhurst, F., Fletcher, M., Mitchell, A. (2009). Insect pests and insect-vectored disease of palms. *Australian Journal of Entomology* 48: 328-342.
- Green, E. (1978). Técnicas de cría y transmisión para *Haplaxius* sp. (Cuerno: Cixiidae), un vector sospechoso de enfermedad letal de amarilleo de cocos. Recuperado el 19 de Septiembre de 2019, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7348.1978.tb07687.x>
- Halbert, S. (2014). Texas Phoenix palm decline. Alerta de Plagas, DACS-P-01582. Florida, EE. UU. Departamento de Agricultura y Servicios al Consumidor, División de Industria Vegetal, 4 pp. [Http://www.freshfromflorida.com/content/download/39924/868718/TPPD_Update_Texas_Phoenix_Palm_Decline.pdf](http://www.freshfromflorida.com/content/download/39924/868718/TPPD_Update_Texas_Phoenix_Palm_Decline.pdf)
- Howard, F., McCorry, R. (1980). Reduction in spread in mycoplasma-like organism associated lethal decline of the palm *Veitchia merrillii* by the use of insecticides. *J Econ Entomol.* 73: 268-270.
- Howard, F., R.C. Norris y D.L. Thomas. (1982). Evidence of transmission of palm lethal yellowing agent by a planthopper, *Haplaxius crudus*. *Tropical Agriculture*, 60:168-171
- Howard, FW. (1987). *Myndus crudus* (Homoptera: Cixiidae), un vector de amarilleo letal de las palmas. En: Actas del 2º Taller Internacional sobre Saltamontes y Plantas de Importancia Económica. Universidad Brigham Young, Provo, Utah, EE. UU., 28 de julio al 1 de agosto de 1986 [ed. por Wilson MR, Nault LR]. Londres, Reino Unido: CAB International Institute of Entomology, 117-129.
- Howard, F. (1990). Evaluation of grasses for cultural control of *Myndus crudus*, a vector of lethal yellowing of palms. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 56, 131-137
- Howard, F., Moore, D., Giblin-Davis, R., Abad, R. (2001). *Insects on palms*. CABI Publications, Wallingford, UK, 400 p.
- Howard FW, Wilson MR, (2001). Hemiptera: Auchenorrhyncha. En: *Insects on Palms* [ed. por Howard FW, Moore D, Giblin-Davis RM, Abad RG]. Wallingford, Reino Unido: Publicación CABI, 128-160.
- Howard. (2006). El Cixíido Americano de las Palmas, *Myndus crudus*. Recuperado el 5 de Mayo de 2019, de Universidad de Florida: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN70700.pdf>

- 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. Available at <http://creatures.ifas.ufl.edu>.
- Howard, F. (2009). American palm Cixiid, *Haplaxius crudus* Van Duzee (insecto: Hemíptera: Auchenorrhyncha: Fulgoroidea: Cixiidae). University of Florida, IFAS, Florida A & M. University Cooperative Extension Program, y Boards of Country Commissioners Cooperating.
- IICA. (2017). *Myndus crudus*. Recuperado el 7 de Mayo de 2019, de IICA: http://repiica.iica.int/docs/B0215e/B0215e_36.html
- Kirsch, O. (1978). Bionomica de *Haplaxius crudus* (Homoptera: Cixiidae). Recuperado el 7 de Mayo de 2019, de <https://academic.oup.com/ee/article-abstract/7/2/305/2396137>
- Kramer JP, (1979). Estudio taxonómico del género *Shophopper Myndus* en las Américas (Homoptera: Fulgoroidea: Cixiidae). *Transacciones de la American Entomological Society*, 105 (3): 301-389.
- Lapointe, S., Sotelo, G., Serrano, M., Arango, G. (1989). Cría masiva de especies de cercópodos en invernadero. *Pasturas Tropicales*. 11 (3), 25-28.
- Martinez, G. (2009). Pudrición del cogollo, Marchitez sorpresiva, Anillo rojo y Marchitez letal en la palma de aceite en América. *Palmas*, 31 (1), 43-53.
- Martinez, G., Arango, M., Torres, G., Sierra, G., Velez, D., Rodriguez, J., Mestizo, Y., Aya, H., Noreña, C., Varon, F., Drenth, A., Guest, D. (2013). Avances en la investigación sobre las dos enfermedades más importantes en la palma de aceite en Colombia: la Pudrición del cogollo y la Marchitez letal. *Palmas*, 34 (1): 39-47
- Mena, E., Cardona, C., Martinez, G., Jimenez, O. (1975). Efecto del uso de insecticidas y control de malezas en la incidencia de la marchitez sorpresiva de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Revista Colombiana de Entomología*. 1(1): 9-14.
- Mitchell, P. L. (2004). Heteroptera as vectors of plant pathogens. *Neotropical Entomology*, 33 (5) ,519-545.
- Moya, O. (2015). Recuperado el 6 de Mayo de 2019, de <https://www.google.com/search?q=Desarrollo+de+una+cr%C3%ADa+masiva+de+Haplaxius+crudus+que+permite+investigaciones+para+el+control+de+la+Marchitez+Letal&oeq=Desarrollo+de+una+cr%C3%ADa+masiva+de+Haplaxius+crudus+que+permite+investigaciones+para+el+control+>
- Mujica, C. (2010). Evolución del sector palmicultor. Recuperado el 10 de Julio de 2019, de UDI: <http://www.udi.edu.co/images/investigaciones/publicaciones/libros/porter/08/Libro-EvoluciondelSectorPalmicultor.pdf>
- Oropeza, C., Howard, F., Ashburner, G. (1995). Lethal Yellowing: Research and Practical Aspects. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 250 pp.

- PALMASANA. (2018). Servicio de entrenamiento sobre prácticas de manejo fitosanitario en predios de palmicultores. (Cenipalma, Ed.) Recuperado el 29 de Julio de 2019, de SANIPALMA: <http://www.palmasana.org/bigdata/fito/controlar/manualsanipalma.pdf>
- PALMASANA. (2019). Qué es? La marchitez letal. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <http://www.palmasana.org/marchitez-letal/que-es>
- Reinert, J., (1980). Fenología y densidad de *Haplaxius crudus* (Homoptera: Cixiidae) en tres céspedes del sur. *Entomología ambiental*, 9 (1): 13-15.
- Rivera, F. (2003). Cixiido de las Palmas *Haplaxius crudus* - Atlas de Especies Invasoras. Recuperado el 30 de Julio de 2019, de <http://atlas.eea.uprm.edu/sites/default/files/Cixiido%20Palmas-Haplaxius%20Crudus.pdf>
- Smith, I., McNamara, D., Scott, P., Holderness, M. (1997). Fitoplasma letal de palma. Plagas de cuarentena para Europa, segunda edición. Wallingford, Reino Unido: CABI, 6 pp. Http://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/bacteria/PHYP56_ds.pdf
- Tsai, J., (2005). *Myndus crudus* Van Duzee (Hemiptera: Cixiidae). Enciclopedia de entomología, 3: 1503-1504. http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F0-306-48380-7_2793
- Tsai, J., Kirsch, O. (1978). Bionomics of *Haplaxius crudus* (Homoptera: Cixiidae). *Entomología ambiental*, 7 (2): 305-308.
- Tsai, J. (1979). Vector transmission of mycoplasmal agents of plant diseases. In: RF Whitcomb and JG Tully (Eds.). *The mycoplasmas* (3). Academic Press, New York (EE.UU.): 266-307.
- Tsai, J. (1982). Descripción de los estados inmaduros de *Myndus crudus* (Homoptera: Fulgoroidea: Cixiidae). Recuperado el 7 de Mayo de 2019, de Universidad Delaware: <http://ag.udel.edu/delpha/4777.pdf>
- UniPamplona. (2005). Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. Recuperado el 13 de Mayo de 2019, de Universidad de Pamplona: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_214/recursos/general/19022019/acuerdo_186.pdf
- Villanueva, J., Carrillo, H., Piña, J. (1986). Distribución en México de *Myndus crudus* Van Duzee (Homoptera: Cixiidae), vector del amarillento letal del cocotero. Pag 16-19 Marzo de 1986.
- Weintraub, P., Beanland, L. (2006). Insect vectors of phytoplasmas. *Annual Review of Entomology*, 51, 91-111.
- Whittaker, A. (2018). *Haplaxius crudus* (cixido de la palma americana). Recuperado el 30 de Julio de 2019, de CABI: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/35465>

- Wilson, S., Tsai, J. (1982). Descripciones de las etapas inmaduras de *Myndus crudus* (Homoptera: Fulgoroidea: Cixiidae). *Revista de la Sociedad de Entomología de Nueva York*, 90 (3): 166-175.
- Zenner de Polonia, I., Lopez, A. (1977) Apuntes sobre biología y hábitos de *Haplaxius pallidus*, transmisor de la marchitez sorpresiva en palma africana. *Revista Colombiana de Entomología* 3, pag 49-62

nylon negro; J: cámara de oviposición instalada; K: infestación con el aparato bucal, liberación de los insectos; L: nudo a la cámara de oviposición.

Fuente: propia



Figura 25. Macollas infestadas de P. maximum en mesa de recuperación

Fuente: propia



Figura 26. A: Adultos de *H. crudus* en jaulas de emergencia; B: Cosecha de adultos con aspirador bucal

Fuente: propia



Figura 27. Área de infestación con sistema de riego por nebulización

Fuente: propia



Figura 28. Área de desarrollo ninfal y emergencia de *H. crudus* con sistema de riego por nebulización

Fuente: propia



Figura 29. Macollas de *Panicum maximum* en jaulas de desarrollo ninfal

Fuente: propia



Figura 30. Área de siembra de Panicum maximum con diferentes estados fenológicos

Fuente: propia



Figura 31. Área de trasplante de Panicum maximum con diferentes estados fenológicos

Fuente: propia



Figura 32. A: Huevo de *H. crudus*; B: Ninfa de *H. crudus*; C: Adulto de *H. crudus*.

Fuente: propia



Figura 33. Ninfas de *Haplaxius crudus* con formación de serosidades en las raíces de la macolla de *Panicum maximum*

Fuente: propia