



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CLIMA EN EL DESARROLLO DE
PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRADO CON ÉNFASIS EN EL CONTROL
BIOLÓGICO DE LOS PRINCIPALES INSECTOS PLAGAS DE LA PALMA DE
ACEITE EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

AUTOR:

DIEGO VELASQUEZ HERNANDEZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CLIMA EN EL DESARROLLO DE
PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRADO CON ÉNFASIS EN EL CONTROL
BIOLÓGICO DE LOS PRINCIPALES INSECTOS PLAGAS DE LA PALMA DE
ACEITE EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

AUTOR:

DIEGO VELASQUEZ HERNANDEZ

DIRECTOR / ASESOR:

MELISSA MILETH MARTÍNEZ MAESTRE

GERMÁN ESTEBAN TEJEDA RICO

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**



DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mi familia, espero que se sientan orgullosos de esta aventura, espero que disfruten de este título tanto como yo disfrute la universidad.

A mis amigos, a los que estuvieron y están en mi vida, soy una persona con mucha suerte de haberlos encontrado e hicieron divertida mi estancia por la universidad.

“Nada grande se ha hecho en el mundo sin una gran pasión”

- Friedrich Hegel



AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a mi familia, Carlos Velasquez Guerra, Martha Rocio Hernandez Zambrano, Ana Paola Velasquez Hernandez, Carlos Velasquez Hernandez y Rosa Elena Peñalosa Zambrano, todos ustedes hicieron lo posible para darme esta oportunidad, mis mayor sinceras gracias.

Muchas personas pasaron por mi vida dentro de la universidad, a todos muchas gracias, sin ustedes no hubiera podido pasarla bien dentro de nuestra alma mater, a los que estuvieron y están, muchas gracias. Todos aportaron una enseñanza significativa.

“Soy un gran creyente de la suerte, y he descubierto que entre mas trabajo, más
suerte tengo”

-Stephen Leacock

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE ILUSTRACIONES	9
CARTA DE APROBACIÓN DE LA PRACTICA.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. SITUACIÓN PROBLEMA	14
2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA ACADEMICA.....	15
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	16
4. MARCO REFERENCIAL	17
4.1 GENERALIDADES DE CENIPALMA	17
4.1.1 Información básica.....	17
4.1.2 Ubicación.....	17
4.1.3 Reseña histórica.....	17
4.1.4 Número de empleados.....	18
4.1.5 Sostenibilidad ambiental y social.....	18
4.1.6 Organigrama	19
4.1.7 Mapa de procesos	20
4.2 MARCO CONTEXTUAL	21
4.3 MARCO CONCEPTUAL.....	22
4.3.1 Entomología	22
4.3.2 Fluctuación	22
4.3.3 Plaga.....	23
4.3.4 Entomopatógenos	23
4.3.5 Control biológico	23
4.3.6 Defoliadores.....	24
4.3.7 Polinizadores	24
5. ASPECTOS METODOLÓGICOS	25



5.1	CAMPO DE APLICACIÓN.....	25
5.2	FUNCIONES ESPECIFICAS A DESARROLLAR.....	25
5.3	RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN EN LA EMPRESA	26
5.4	DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.....	26
5.4.1	Muestreo de <i>Leptopharsa gibbicularina</i>.....	26
5.4.2	Muestreo de <i>Durrantia Sp.</i>.....	29
5.4.3	Marcación y colecta de trampas de intersección de vuelo en inflorescencias masculinas.....	29
5.4.4	Marcación y colecta de trampas de intersección de vuelo en inflorescencias masculinas y femeninas	30
5.4.5	Identificación de polinizadores y número encontrados	30
5.4.6	Viabilidad de polen.....	31
5.4.7	Seguimiento y cosecha a la conformación de racimos.....	31
5.4.8	Muestreo de suelo	33
6.	CRONOGRAMA.....	34
7.	Presupuesto	¡Error! Marcador no definido.
8.	PRODUCTOS, INDICADORES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	40
	CONCLUSIONES	52
	RECOMENDACIONES	52
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	ANEXOS	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato para la marcación y conteo de insectos polinizadores por medio de trampas de intersección de vuelo.....	30
Tabla 2. Formato para marcación de racimos en campo a los cuales se les determinarán los componentes del racimo.	32
Tabla 3. Muestreo de espiguillas y frutos de acuerdo con el peso del racimo.	32
Tabla 4. Resultados del análisis de los racimos cosechados en los lotes Copey-híbrido y Copey- <i>guineensis</i>	33
Tabla 5. Cronograma de actividades	34

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Número de empleados CENIPALMA.....	18
Ilustración 2 Organigrama Cenipalma.....	19
Ilustración 3 Mapa de procesos CENIPALMA.....	20
Ilustración 4 Plano Palmera de la costa.....	22
Ilustración 5 Dinámica de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> en inflorescencias masculinas de cultivar guineensis en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.	40
Ilustración 6 Dinámica de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> en inflorescencias masculinas de cultivar híbrido OxG en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.	41
Ilustración 7 Dinámica de <i>Mystrops costaricensis</i> en inflorescencias masculinas de cultivar guineensis en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.	41
Ilustración 8 Dinámica de <i>Mystrops costaricensis</i> en inflorescencias masculinas de cultivar híbrido OxG en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.	41
Ilustración 9 Dinámica de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> en inflorescencias femeninas de cultivar guineensis en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.	42
Ilustración 10 Dinámica de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> en inflorescencias femeninas de cultivar híbrido OxG en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.	42
Ilustración 11 Dinámica de <i>Mystrops costaricensis</i> en inflorescencias femeninas de cultivar guineensis en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.	43
Ilustración 12 Dinámica de <i>Mystrops costaricensis</i> en inflorescencias femeninas de cultivar híbrido OxG en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.	43
Ilustración 13 Porcentaje de viabilidad de polen en cultivar guineensis en El Copey, Cesar.	43
Ilustración 14 Porcentaje de viabilidad de polen en cultivar híbrido OxG en El Copey, Cesar.	44
Ilustración 15 Número promedio de larvas de <i>Durrantia sp.</i> /hoja y su relación con la precipitación en un lote de palma de aceite en el municipio de El Copey, Cesar.	44



Ilustración 16 Número promedio de pupas de Durrantia sp./hoja y su relación con la precipitación en un lote de palma de aceite en el municipio de El Copey, Cesar.	44
Ilustración 17 Porcentaje de control biológico de larvas Durrantia sp./hoja y su relación con la precipitación de un lote de palma de aceite en el municipio de El Copey, Cesar.	45
Ilustración 18 Porcentaje de control biológico de pupas de Durrantia sp./hoja y su relación con la precipitación de un lote de palma de aceite en el municipio de El Copey, Cesar.	45
Ilustración 19 Número promedio de adultos de L. gibbicarina/hoja y su relación con la precipitación en un lote de palma de aceite en El Copey, Cesar.	46
Ilustración 20 Porcentaje de control biológico de L. gibbicarina, y su relación con la precipitación en El Copey, Cesar.	46
Ilustración 21 huevos de Durrantia Sp. en papel kraft	57
Ilustración 22 Larva de Durrantia Sp. en primer instar	57
Ilustración 23 Hembra adulta de Durrantia Sp.	57
Ilustración 24 Pupa de Durrantia Sp.	57
Ilustración 25 Insectos del orden Hymenoptera parasitoides de pupas de Durrantia sp. en El Copey, Cesar.	58
Ilustración 26 Larva de primer instar de Mystrops Costaricensis	58
Ilustración 27 Huevo de primer instar de Mystrops Costaricensis	58
Ilustración 28 Montaje con larvas de primer instar de M. costaricensis en cajas Petri y polen como alimento.	59
Ilustración 29 Marcación de las palmas	59
Ilustración 30 Trampas de intersección de vuelo	59
Ilustración 31 Muestreo	60
Ilustración 32 Racimo marcado para su cosecha	60
Ilustración 33 Análisis de Polen en 40x	60
Ilustración 34 Presentación de avances en El Copey, Cesar	60



CARTA DE APROBACIÓN DE LA PRACTICA




2022523000902H

CERTIFICACIÓN

La Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite – CENIPALMA, hace constar que DIEGO VELASQUEZ HERNANDEZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.003.240.891 de Valledupar, estuvo vinculado en calidad de Estudiante-Pasante desde el 1 de septiembre de 2021 y hasta el 31 de agosto de 2022 desarrollando la etapa práctica de su formación en Ingeniería Ambiental y Sanitaria, bajo la dirección técnica de CENIPALMA Programa de Plagas y Enfermedades, en la Zona Norte.

La presente certificación se expide en la ciudad de Bogotá D.C., a los nueve (09) días del mes de septiembre de 2022, a solicitud del interesado.

Cordialmente,


LUZDARY LILIANA LARA LOMBANA
Jefe de Gestión Humana

Elaboró: Eveling Santana

Centro de Investigación en Palma de Aceite
Centro Empresarial Pontevedra Calle 98 #70-91, piso 14, PBX: (57-1) 313 8600
Bogotá, D.C. - Colombia
www.cenipalma.org



INTRODUCCIÓN

En la actualidad la agroindustria de la palma de aceite representa el 66.44% del consumo nacional de aceites y grasas, La palma de aceite es la oleaginosa más productiva del planeta; una hectárea sembrada produce entre 6 y 10 veces más aceite que las demás. Actualmente, Colombia es el cuarto productor de aceite de palma en el mundo y el primero en América, el cultivo de la palma de aceite se encuentra en 161 municipios de 21 departamentos.

Dentro de esta actividad económica, en el municipio del Copey - Cesar según FEDEPALMA, 2012. 536.600 familias dependen de la producción de aceite de palma, con el objetivo de mantener una alta productividad del cultivo, en Cenipalma se han priorizado diferentes investigaciones que ayudan a aportar a la sanidad, productividad y sostenibilidad de esta agroindustria por medio de la investigación, generación de insumos y guías para la implementación de mejores prácticas.

Por lo anteriormente descrito, se propuso la “Evaluación de los efectos del clima en el desarrollo de programas de manejo integrado con énfasis en el control biológico de los principales insectos plagas de la palma de aceite en el departamento del cesar”, siendo ejecutado en la zona norte de esta región para dar solución a una necesidad sentida e inmediata que busca diseñar propuestas para el manejo alternativo en el control de insectos plagas y respuestas al estrés ambiental generado por la variabilidad climática, que dentro de esta región termina en la afectación por plagas y enfermedades dentro de las palmas de aceite (Guineensis e híbridas OxG).

Para tal fin se estudiará la relación que hay entre la variabilidad climática y el aumento de la población de insectos plagas y benéficos, por medio de muestreos y biología de los insectos a investigar.

SITUACIÓN PROBLEMA

Para principios del siglo XX la expansión del cultivo de la palma se ha relacionado con la posibilidad de utilizar el aceite de esta misma, como es bien conocido en el mercado internacional, especialmente en las industrias alimenticias y farmacéuticas, también de su uso para la energía se genera a partir de combustibles agrícolas.

En Colombia los usos forestales y agroforestales han sido desaprovechados, el país se ha inclinado más hacia la actividad agropecuaria, lo que genera un uso inadecuado del suelo. En el Cesar, 151 mil hectáreas tienen tierras aptas para realizar una combinación armónica entre las actividades agrícolas y forestales. En consecuencia, el uso agroforestal revela ampliamente la necesidad de proteger, conservar y manejar los recursos de forma simultánea con la producción y extracción de productos cultivados, a su vez esto garantiza mantener el equilibrio entre población y ambiente.

En el caso de Colombia, que es el mayor productor de aceite de palma de América Latina y el quinto mayor productor de palmiste. En 2015, la palma aceitera participó en el 12% del valor real de la producción de cultivos permanentes. En 2016, la superficie total de palma aceitera en Colombia alcanzó las 512.076 hectáreas, produciendo 1.146.211 toneladas de aceite de palma crudo la producción de aceite de palma en Colombia cayó un 10,1% en 2016 con respecto a la producción de 2015, lo que significa que la industria de la palma perdió 128.632 toneladas de aceite.

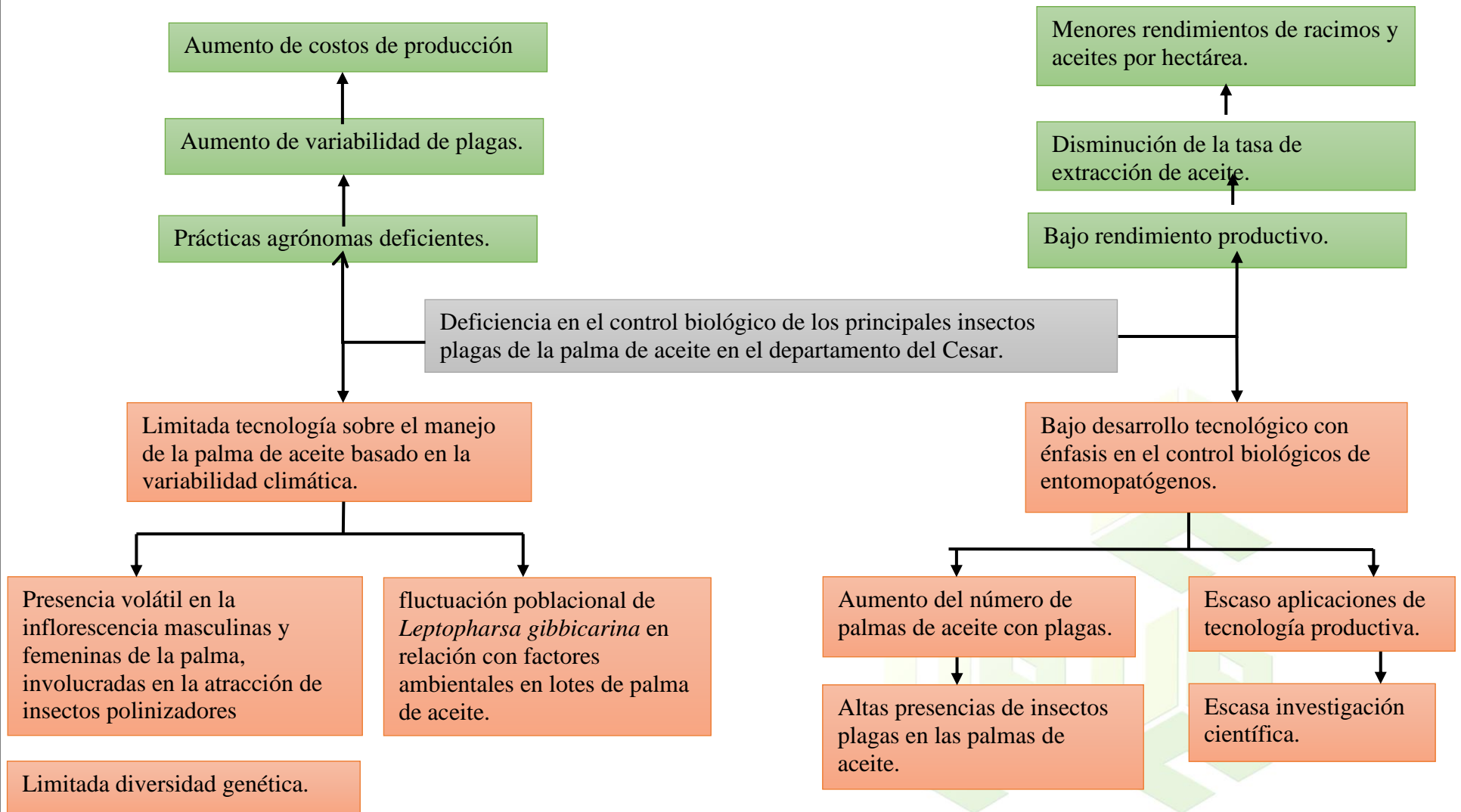
La razón principal de la reducción en la producción es la falta de lluvias que afecta a la agricultura colombiana. La situación es peor en las zonas norte del país. Como resultado, la región pasó de ser la segunda a la tercera en Colombia. En Colombia, en tres de las cuatro zonas palmeras existen periodos prolongados de déficit hídrico, en el caso de las zonas central y oriental, por la distribución de las lluvias en unos periodos que pueden llegar a superar los cuatro meses y en la zona norte puede llegar a ocho meses. Además, en las zonas donde se

efectúa la práctica del riego, ha disminuido la disponibilidad del recurso hídrico de los afluentes como causa de la variabilidad climática aseverando aún más el problema del déficit hídrico.

La variabilidad climática, como una distorsión del clima a nivel global, es un factor que incrementa la vulnerabilidad de las actividades agrícolas. El ritmo acelerado de la variabilidad climática, junto con el aumento de la población y de los ingresos a nivel mundial amenaza la seguridad alimentaria en todas partes. La agricultura es extremadamente vulnerable a la variabilidad climática. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de plagas y enfermedades para la agricultura

En Cenipalma existe conocimiento sobre las tecnologías y las mejores prácticas a utilizar en el cultivo de la palma de aceite, prácticas que ayudan a contrarrestar el déficit de producción así como la aparición o aumento de plagas y enfermedades relacionados con la variabilidad climática, no obstante, hay ciertas brechas en el conocimiento que se obtienen por medio de la investigación que hay que cerrar.

1. SITUACIÓN PROBLEMA



2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA ACADEMICA

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos del clima en la dinámica poblacional de los principales insectos plagas y polinizadores de la palma de aceite en las variedades Guineensis e híbridas (OxG) en el departamento del cesar.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar cada 20 días muestreos de insectos plagas en las palmas de Guineensis e híbridas (OxG)
- Evaluar la población de insectos polinizadores en inflorescencia masculinas y femeninas en las variedades Guineensis e híbridas (OxG).
- Establecer diferencias de productividad en la conformación final de los racimos.
- Analizar la viabilidad del polen en los lotes de estudio.



3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación será ejecutada en la zona norte del departamento del Cesar, en la zona agrícola dedicada al cultivo de la palma de aceite situado en el municipio de El Copey, en terrenos de la hacienda Palmeras de la Costa, en los lotes 2010 - 7 y 2010 -5. Tiene por objeto investigar la influencia de la variabilidad climática en la dinámica poblacional de los insectos plagas y polinizadores por medio de metodologías de muestreos y cría de insectos.

Teniendo en cuenta que el déficit hídrico es un problema en los sistemas agrícolas, ya que es un factor limitante para cumplir con las metas de productividad, la palma de aceite necesita agua para producir de manera óptima y no tolera este tipo de estrés, por consiguiente, aunque se encuentra en zonas aptas para su desarrollo no está exenta de presentar caídas no solo en la producción de racimos de fruta fresca (RFF), sino también en el potencial de aceite. La competencia por el agua disponible, basado en el uso de esta a nivel industrial y humano, así como de la disminución de fuentes naturales y escasez de lluvias, incrementan las incertidumbres acerca del futuro del riego para suplir las necesidades hídricas del cultivo.

Con esta investigación se llevaron a cabo prácticas de manejo del cultivo, que mejoran la resistencia a la sequía, uso eficiente de los nutrientes, del agua y crecimiento adecuado de la palma cuando el suministro de agua es limitado lo cual es de mucha utilidad para los palmicultores bajo estas circunstancias.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1 GENERALIDADES DE CENIPALMA

4.1.1 Información básica

Cenipalma es una empresa de investigación de carácter privado que trabaja con los palmicultores para la obtención de mejores resultados científicos y económicos, ofreciendo sus servicios que el sector requiere para aportar a la sanidad, productividad y sostenibilidad de esta agroindustria por medio de la investigación, generación de insumos y guías para la implementación de mejores prácticas.

4.1.2 Ubicación

El copey, departamento del Cesar - Colombia

4.1.3 Reseña histórica

Los palmicultores de Colombia, reunidos en el XVIII Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, tomaron la decisión de crear su propio centro de investigación y fue así como en 1990 se gestó la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, que inició su vida jurídica el 1 de enero de 1991, como una corporación de carácter científico y técnico, sin fines de lucro.



4.1.4 Número de empleados

308 
Empleados



Por áreas misionales:



Ilustración 1 Número de empleados CENIPALMA

4.1.5 Sostenibilidad ambiental y social

Conscientes de los retos en materia de sostenibilidad, Cenipalma viene promoviendo las mejores prácticas orientadas al cierre de brechas en aspectos de cumplimiento legal, reducción de riesgos económicos, ambientales y sociales, en el marco del programa de Aceite de Palma Sostenible, APS.co.



4.1.6 Organigrama

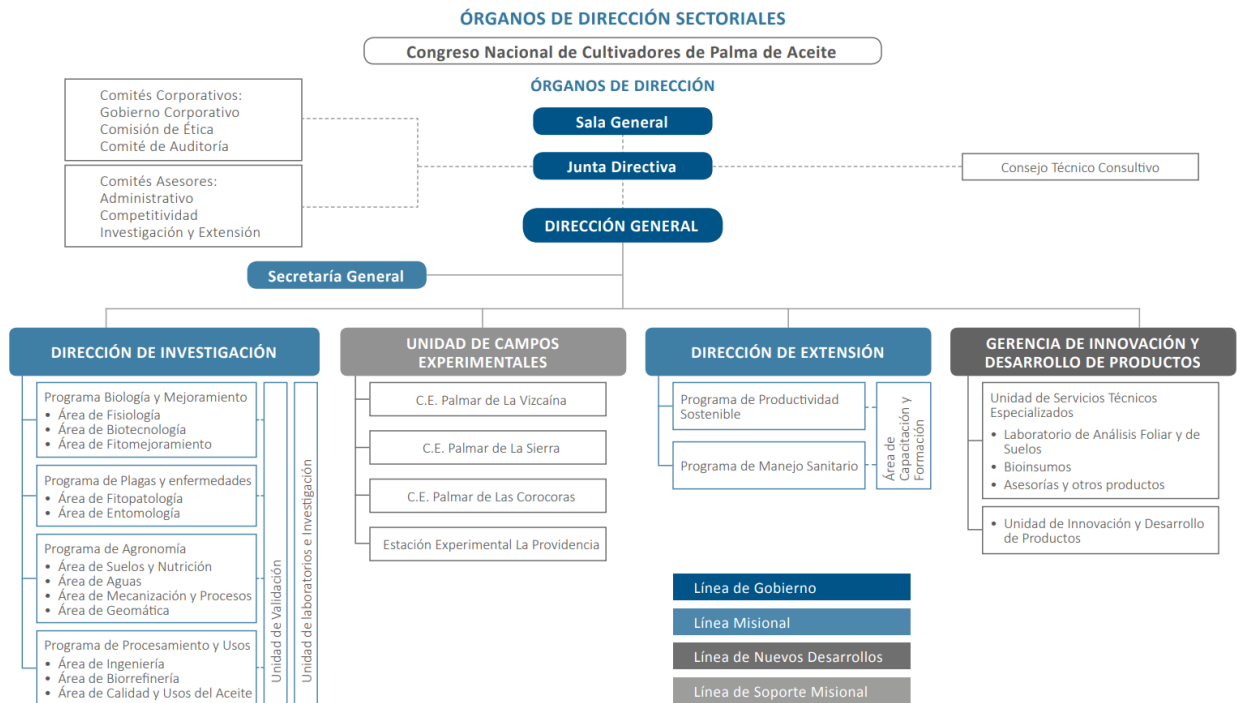


Ilustración 2 Organigrama Cenipalma

4.1.7 Mapa de procesos

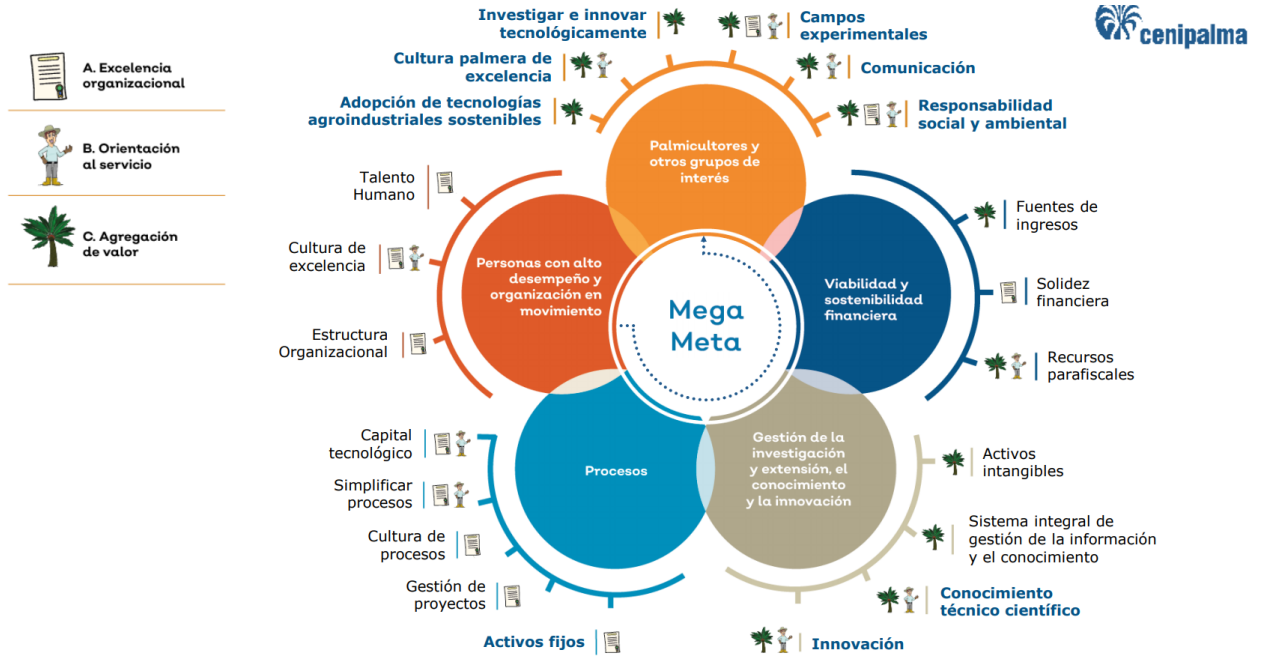


Ilustración 3 Mapa de procesos CENIPALMA

4.2 MARCO CONTEXTUAL

Las prácticas profesionales fueron realizadas en la plantación Palmeras de la Costa SA. a 30 min de la cabecera municipal de El Copey.

Plano General Palmeras de la Costa S.A.

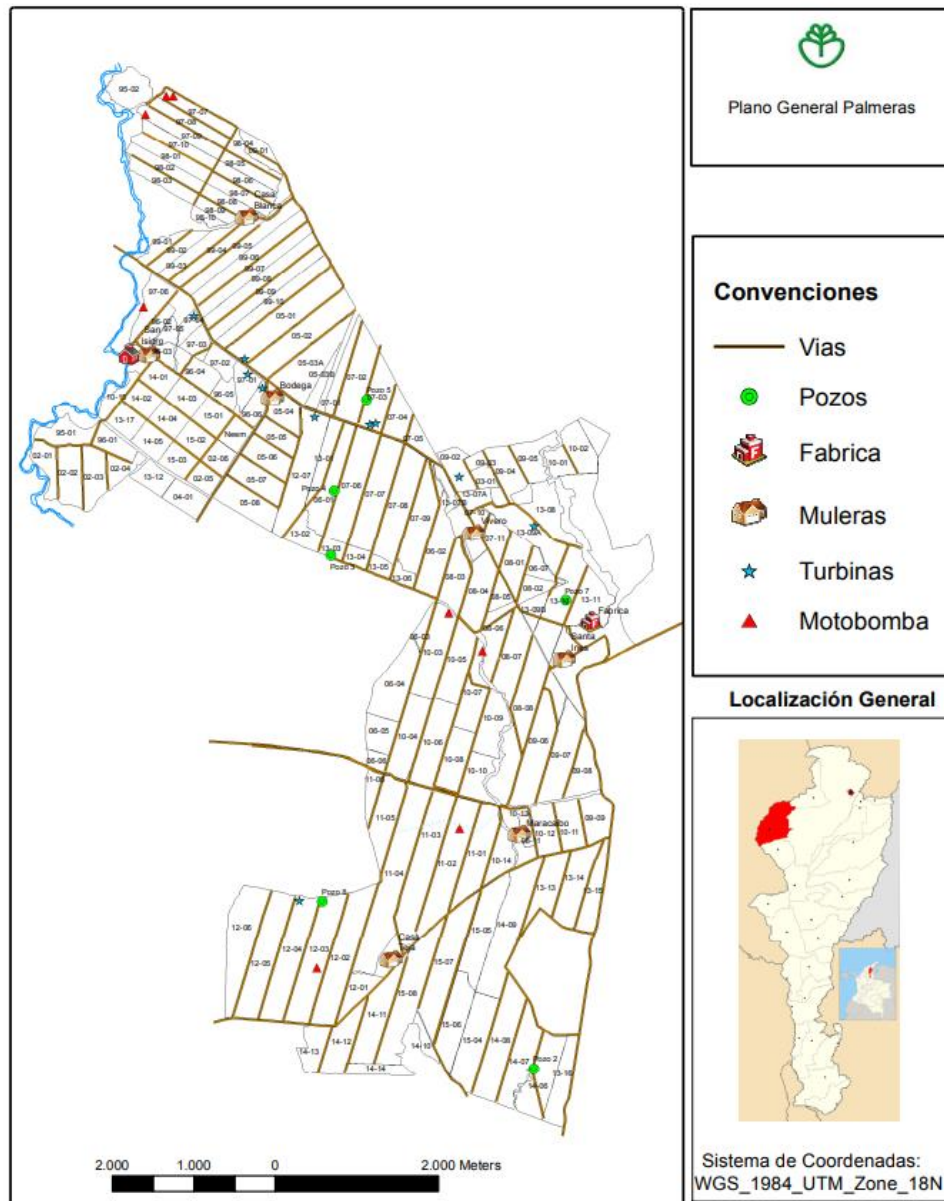


Ilustración 4 Plano Palmera de la costa

4.3 MARCO CONCEPTUAL

4.3.1 Entomología

Es el estudio de los insectos (clase Insecta), ya sea su taxonomía, sistemática, evolución, ecología y comportamiento. Los insectos conforman uno de los grupos animales más exitosos que han existido en el planeta, estos se originaron hace 400 millones de años y han sido testigos de la aparición de los vertebrados, la extinción de los dinosaurios, la aparición de los mamíferos y la evolución de los humanos. No existe consenso en el número de especies de insectos que habitan este planeta, pero se estima que el número total de especies en el planeta debe aproximadamente 5 millones de especies constituyendo el 58% de todos los seres vivos actuales. Los insectos dominan todos los ecosistemas a excepción de la columna de agua de mares y océanos, y fondos marinos. Los insectos polinizan cerca del 85% de plantas con flores, son las plagas más molestas de cultivos agrícolas y son vectores de las enfermedades que han causado más muertes en la historia de la humanidad (tifus, enfermedad de Chagas, enfermedad del sueño, malaria, fiebre amarilla y peste bubónica). El Departamento de Entomología además del estudio de los insectos también promueve el estudio de las arañas (clase Arachnida), ciempiés (clase Chilopoda), milpiés (clase Diplopoda) y gusanos terciopelados (Onychophora). (JURADO, O. ,2013)

4.3.2 Fluctuación

La fluctuación poblacional de insectos se afecta por factores bióticos y abióticos, el conocimiento de la respuesta de esos individuos a estos factores ofrece una visión amplia del funcionamiento de una comunidad constituida por varias especies, que ocurren juntas en el espacio y en el tiempo (Begon et al. 1996). La disponibilidad de alimento se considera uno de los factores bióticos más importantes en la fluctuación de los insectos (House 1977) y entre los factores abióticos, los componentes del clima determinan los límites de la

distribución y abundancia de los mismos (Andrewartha 1970). El tamaño de una población y sus variaciones a lo largo del tiempo pueden ser representadas por curvas, indicando la densidad de las especies en función del tiempo. Estas variables son importantes para la ecología, pues posibilitan la determinación de las épocas de aumento o disminución poblacional, indispensables para el éxito del manejo integrado de plagas (Silveira Neto 1972, Rabinovich 1978).

4.3.3 Plaga

Los insectos llamados “plagas” son aquellos insectos comúnmente observados en los sistemas y cuyas poblaciones causan daño a los cultivos. Tanto los insectos benéficos como los insectos “plaga” forman parte de todo ecosistema natural y también están presentes en los sistemas manejados por el hombre. Los insectos “plagas” causan daño tanto en los ecosistemas naturales como en los sistemas manejados por el hombre, pero en los sistemas naturales existen factores limitantes que influyen sobre el crecimiento ilimitado de las poblaciones de “plagas”. Así, el impacto negativo de las plagas sobre las plantas hospederas es leve.

4.3.4 Entomopatógenos

El término entomopatógeno se refiere al microorganismo que es capaz de causar una enfermedad al insecto plaga, conduciéndolo a su muerte después de un corto período de incubación. Hoy en día se conocen pocas especies de estos microorganismos, aunque muchos de ellos atacan a una gran variedad de insectos plaga que afectan a los cultivos. En la actualidad se ha incrementado potencialmente su aplicación en el campo agrícola como insecticida biológico, debido a que resultan ser una alternativa bastante rentable en los programas de manejo integrado de plagas. Caballero (Williams, T, 2008).

4.3.5 Control biológico

El control biológico supone la producción y suelta en masa de enemigos naturales, como parasitoides y depredadores, para combatir a los insectos causantes de plagas de manera respetuosa con el medio ambiente. La radiación se utiliza para aumentar la

aplicabilidad, rentabilidad y seguridad de la cría, el envío y el despliegue de esos enemigos naturales.

El control biológico aumentativo, que consiste en la liberación suplementaria de enemigos naturales de los insectos causantes de plagas, puede complementar la técnica de los insectos estériles (TIE) en los programas de gestión integrada zonal de plagas. Si bien en los programas de la TIE los machos estériles se sueltan fundamentalmente en la etapa adulta, muchos de sus enemigos naturales los atacan en etapas inmaduras. Ello significa que el empleo simultáneo de ambas técnicas de control a menudo puede producir resultados más satisfactorios que se complementan. Además, los subproductos de las instalaciones de cría en masa de insectos pueden utilizarse en procesos de producción relacionados con programas de control biológico aumentativo.

4.3.6 Defoliadores

Los defoliadores son insectos, que, en su fase de oruga o adulto, se alimentan de las partes más suaves de las hojas dejando solo las venas o las partes más duras; las especies más importantes consumen la hoja entera. Los defoliadores de mayor relevancia a nivel nacional están en la orden Lepidóptera e Himenóptera. (CONAFOR, 2019)

4.3.7 Polinizadores

Los polinizadores son animales que se alimentan del néctar de las flores y durante sus visitas transportan accidentalmente polen de una flor a otra, permitiendo que las plantas produzcan frutos. Los polinizadores realizan la fecundación cruzada de las plantas, son responsables de la producción de frutos en muchas especies y con este intercambio mantienen su diversidad genética. Se estima que cerca de 200 vertebrados y 10 mil insectos que realizan esta función en el mundo están amenazados (Chambers 2004).



5. ASPECTOS METODOLÓGICOS

5.1 CAMPO DE APLICACIÓN

La línea de investigación es Sostenibilidad y Gestión Ambiental, la cual se basará en la producción más limpia y tecnologías ambientales y sanitarias, (PML) como estrategias de competitividad por lo que se van a adquirir conocimientos sobre las diferentes técnicas de PML para ser aplicadas en la problemática del proyecto Tecnologías de Adaptación de la Palma de Aceite al Cambio Climático (TAPACC) que se desarrolla en CENIPALMA, de tal forma que se puedan determinar los diferentes impactos que se están generando y como estos inciden en el medio ambiente debido a su operación.

5.2 FUNCIONES ESPECIFICAS A DESARROLLAR

- Muestreos de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos del insecto raspador de foliolo *Leptopharsa gibbicarina*, cada 20 días (Grilla 5 x 5)
- Muestreos de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos del insecto defoliador *Durrantia sp.* cada 20 días (Grilla 5 x 5)
- Registro de datos climáticos durante el periodo de investigación en el área de estudio.
- Marcación y colecta en el cultivo de palma de aceite de las inflorescencias masculinas y femeninas.
- Identificación y número de especies de polinizadores encontrados.
- Muestreos quincenales de insectos polinizadores en inflorescencias masculinas y femeninas.
- Redacción de informes mensuales.
- Muestreo de suelos en busca de poblaciones de nematodos.
- Análisis de polen para comparar la dinámica de la población de insectos polinizadores.
- Seguimiento a la conformación del racimo fruit-set.

- Actualización del libro de campo.
- Cosecha y análisis de racimos.

5.3 RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN EN LA EMPRESA

Nombre: Germán Esteban Tejeda Rico

Formación profesional: Ingeniero agrónomo de la Universidad del Magdalena

Rol en la empresa: Auxiliar de investigación II, está a cargo de apoyar las actividades de investigación en el proyecto de regalías en el César, Tecnologías de Adaptación de la Palma de Aceite al Cambio Climático (TAPACC) en el área de entomología en El Copey.

5.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.

Uno de los limitantes en la productividad de los cultivos comerciales de cualquier índole a nivel planetario, es el efecto de los insectos plagas.

En el caso de la palma de aceite, de manera general se presenta insectos que afectan el follaje; Dentro de estos se destacan el *Leptopharsa Gibbicarina* y *Durrantia Sp.*, los cuales atacan el foliolo de la hoja.

Otro facto incidente en la productividad se refiere a la acción de los insectos polinizadores, los cuales cumplen la función de realizar una polinización cruzada en las inflorescencias del cultivo.

De su actividad depende la mayor o menor productividad de la plantación. En este caso los polinizadores a estudiar son *Mystrops Costaricensis*, *Elaidobius Kamerunicus* y *Elaidobius Subvitattus*.

El presente estudio se refiere al análisis entomológico de los anteriores insectos plagas en la plantación Palmera de la Costa SA. situada en el municipio de El Copey en el departamento del Cesar – Colombia.

5.4.1 Anatomía, fisiología y daños del insecto *Leptopharsa Gibbicarina*

El huevo de *Leptopharsa Gibbicarina* es de forma cilíndrica y color marrón. La ninfa puede medir 0,5 mm de longitud, cuerpo cilíndrico y color blanco translúcido. Al avanzar su desarrollo, las espinas que posee sobre el cuerpo se vuelven negras, gruesas y abundantes (Ilustración 5B).

El adulto presenta antenas largas tipo claviforme, ojos prominentes color rojo, aparato bucal con una proboscis larga, que pliega sobre una cavidad formada en su parte ventral, pronoto giboso, los hemiélitros son reticulados y transparentes, aparentan un encaje muy característico de su familia, al cual deben su nombre común. Cerca de la región central de los hemiélitros nace una franja angosta de color negro, que termina en el ángulo apical y un proceso alar constituido por un conglomerado de escamas blancas, las posteriores son translúcidas y membranosas, así como presentan dimorfismo sexual poco marcado y miden aproximadamente 3 mm.

Este insecto, que se encuentra en el follaje de las palmas, tiene un aparato bucal chupador que le permite alimentarse del follaje succionando la savia de las hojas; este daño abre la entrada a varios hongos oportunistas que penetran el follaje y causan manchas pardo-oscuras que se denominan Pestalotiopsis. Al final, el daño se traduce en una defoliación y reducción de la fotosíntesis, que conlleva a una merma en la producción de aceite.



Ilustración 5 Metamorfosis incompleta Leptopharsa Gibbicarina, Huevo(A) Ninfa (B) y Adulto (C)

5.4.2 Metodología del muestreo de *Leptopharsa gibbicarina*

Para evaluar el daño económico causado por *Leptopharsa gibbicarina* en los cultivos comerciales, se realizaron muestreos cada 20 días en el lote Copey-Leptopharsa (2005-2) con el objetivo de determinar la población, utilizando el sistema de grilla 5x5 (se selecciona en hileras un árbol cada 5 palmas y cada 5 líneas), contando los individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos.

Se corta la hoja 25 de cada palma en muestreos aleatorios para poder realizar la evaluación de todas las palmas de aceite en el área de estudio.

Durante los muestreos se colectaron depredadores y parasitoides en tubos Eppendorf esterilizados, llevándolos al laboratorio para realizar montajes entomológicos y mirando en el estereoscopio para su identificación; de acuerdo con la naturaleza del entomopatógeno encontrado se envían las muestras al laboratorio de Microorganismos entomopatógenos de Cenipalma la cual cuenta con el apoyo de taxónomos especializados.

5.4.3 Anatomía, fisiología y daños del insecto *Durrantia Sp.*

El huevo de *Durrantia Sp.* es de forma ovalada, con una longitud de 0.5 mm y 0.3 mm de ancho, recién ovipositado presenta una coloración amarilla transparente. Próximo a eclosionar se torna de color naranja. La larva pasa por cuatro instares. Inicialmente es de color amarillento el cual se va tornando verdoso con el crecimiento de la larva. Al finalizar el estado larval tiene una coloración verde con la capsula cefálica de color marrón claro y una longitud de 18 mm, posteriormente, la pupa de tipo obtecta. Al inicio tiene una coloración verdosa, la cual pasa a anaranjado oscuro y finalmente a café. Tiene una longitud promedio de 7.2 mm y el adulto es una polilla pequeña de color blanco crema. Las alas anteriores tienen forma ovalada y dos puntos característicos en la parte media. Presenta una línea oscura que bordea el ala anterior cerca del extremo apical y continua como una línea punteada hasta desaparecer en la margen costal.

Durrantia Sp. causa un daño inicialmente las larvas se encuentran en los niveles 9 y 17, ubicadas en el envés pasando al haz a manera que se desarrollan, se trasladan a los niveles inferiores, provocando raspaduras en los folíolos.



Ilustración 6 Estados de Durrantia Sp. Huevo (A) Larva I instar (B) Pupa (C) y Adulto (D)

5.4.2 Muestreo de Durrantia Sp.

Para evaluar el daño económico causado por *Durrantia Sp.* en los cultivos comerciales, se realizaron muestreos cada 20 días en el lote Copey-Durrantia (2010-7) con el objetivo de determinar la población, utilizando el sistema de grilla 5x5 (se selecciona en hileras un árbol cada 5 palmas y cada 5 líneas), contando los individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos.

A diferencia de la metodología anterior, en el presente caso se corta la hoja 17 en muestreos aleatorios para poder realizar la evaluación de todas las palmas de aceite en el área de estudio.

Durante los muestreos se colectó depredadores y parasitoides en tubos Eppendorf esterilizados llevándolos al laboratorio para realizar montajes entomológicos y mirando en el estereoscopio para su identificación, de acuerdo con la naturaleza del entomopatógeno se enviaban al laboratorio de Microorganismos entomopatógenos de Cenipalma que cuenta con el apoyo de taxónomos especializados.

5.4.3 Marcación y colecta de trampas de intersección de vuelo en inflorescencias masculinas

Para ejecutar la actividad de marcación y colecta de trampas de intersección de vuelo en inflorescencias masculinas se escogió dos lotes dentro de la plantación de estudio, Copey-Hibrido (2010-5) y Copey-Guineensis (2010-7), quincenalmente se llevó a cabo el censo e instalación de trampas en las inflorescencias masculinas en estado de antesis.

Se utilizó trampas de intersección de vuelo de 5 x 5 cm elaboradas en Cartonplast color blanco impregnadas con un pegante (Pegatrac). Las trampas se colocaron junto a las inflorescencias masculinas que se encontraron en estado de antesis inicial y se retiraron una semana después, cuando finaliza la antesis. El número de trampas de intersección de vuelo son de 10 trampas, 5 trampas para cada lote.

5.4.4 Marcación y colecta de trampas de intersección de vuelo en inflorescencias masculinas y femeninas

Para ejecutar la actividad de marcación y colecta de trampas de intersección de vuelo en inflorescencias masculinas se escogió dos lotes dentro de la plantación de estudio, Copey-Hibrido (2010-5) y Copey-Guineensis (2010-7), quincenalmente se llevó a cabo el censo e instalación de trampas en las inflorescencias masculinas y femeninas en estado de antesis.

Se utilizó trampas de intersección de vuelo de 5 x 5 cm elaboradas en Cartonplast color blanco impregnadas con un pegante (Pegatrac). Las trampas se colocaron junto a las inflorescencias masculinas que se encontraron en estado de antesis inicial y se retiraron una semana después, cuando finaliza la antesis, para las inflorescencias femeninas se utilizó cinta de precaución para marcar la inflorescencia y así poder hacerle un seguimiento a cada racimo que se cosechó. El número de trampas de intersección de vuelo son de 20 trampas, 10 trampas para cada lote, 5 para inflorescencias masculinas y 5 para inflorescencias femeninas.

5.4.5 Identificación de polinizadores y número encontrados

Para llevar a cabo la identificación de polinizadores y números encontrados se llevaban al laboratorio las trampas de intersección de vuelo en bolsas de papel previamente rotuladas una semana después de haberlas colocadas, en el laboratorio se contaron los polinizadores capturados discriminando por especie y por inflorescencia, para facilitar la remoción de los insectos en la trampa y así su conteo, cada trampa se colocó en una caja Petri con Thinner.

El resumen de los muestreos se registró en el siguiente formato.

Tabla 1. Formato para la marcación y conteo de insectos polinizadores por medio de trampas de intersección de vuelo.

Muestreo	Fecha	Cultivar	Inflorescencia	Promedio + I.C*	Especie registradas (total/10 trampas)
---	---	---	---	---	---

* Promedio de insectos polinizadores/trampa \pm Intervalo de confianza ($\alpha=0,05$)

5.4.6 Viabilidad de polen

El muestreo se realizó simultáneamente con los recorridos para el conteo de inflorescencias masculinas en estado de antesis en los lotes Copey-hibrido y Copey Guineensis, se tomaron de aquellas raquillas que tengan más del 70% de los botones florales dispuestos en las espiguillas en antesis. Posteriormente, se procedía a tomar una muestra de polen sacudiendo las espiguillas sobre un plato de Petri hasta lograr recolectar mínimo 10 g de polen. Las muestras eran llevadas al laboratorio donde se elimina sus impurezas gruesas. Para la evaluación de la calidad del polen, medida a través de su viabilidad se utilizó el método de tinción con los colorantes acetocarmin al 1%, para realizar una clasificación visual bajo el microscopio de los granos viables y no viables, y calcular el porcentaje de viabilidad mediante la siguiente ecuación:

$$\%Viabilidad = \frac{No. \text{ granos de polen viables}}{No. \text{ granos de polen totales}} \times 100$$

En el caso del acetocarmin, los granos vivos se identificaron por medio de la coloración rojiza de los granos y los no teñidos se consideraron como muertos.

5.4.7 Seguimiento y cosecha a la conformación de racimos

Los análisis de la conformación de los racimos se realizaron teniendo en cuenta las inflorescencias femeninas a las que se les haya colocado una trampa para el monitoreo de insectos polinizadores siguiendo la metodología propuesta por Prada y Romero (2013). El corte de los racimos se realizó según los criterios de cosecha definidos para los materiales *E. guineensis*, *E. oleifera* y para cada material híbrido. Al momento de la cosecha se registró en una etiqueta la información del racimo (Tabla 1). Los racimos se cortaban y se empacaban en un saco de fibra limpio y seco, recolectando los frutos que se desprendían del racimo al momento del corte. Luego cada racimo se lleva al laboratorio en donde se realizará la determinación de los componentes del racimo.

Tabla 2. Formato para marcación de racimos en campo a los cuales se les determinarán los componentes del racimo.

Plantación	---
Lote	---
Fecha de cosecha	---
Consecutivo racimo	---
Línea	---
Palma	---
Frutos sueltos (#)	---

En el laboratorio se pesó cada racimo verificando previamente que el corte del pedúnculo esté rasante sobre la base del racimo. Luego se realizó el desespigado en el que se separaron las espigas del pedúnculo del racimo para permitir la homogenización y el cuarteo. El pedúnculo sin espigas se pesó y se registró en una planilla. Una vez homogenizadas las espigas se realiza un muestreo de espigas de acuerdo con la Tabla 2, con el fin de seleccionar las espigas a las que se les realizará el desfrutado; que consiste en remover todos los frutos desde la base en las espigas usando un cuchillo sin retirar ninguna parte del fruto.

Tabla 3. Muestreo de espiguillas y frutos de acuerdo con el peso del racimo.

Peso de racimo (kg)	Muestra de espigas, kg	Numero de frutos
>41	5	40-50
24 – 40	4	30-40
17 – 23	4	30-40
12 – 16	3	30-40
8 – 12	3	30-40
< 8	2	30-40

Posteriormente se deben retiraba las brácteas y se clasificaron los frutos en normales, partenocápicos o flores abortadas. En cada grupo de frutos se contó y pesó todos los frutos.

Con la información registrada se cuantificó la proporción de frutos normales o Fruit set (FS), la proporción de frutos en racimos (FR), la proporción de frutos partenocárpicos y la proporción de flores abortadas. El total de insectos polinizadores registrados por trampa sin discriminar por especie se relacionó con los promedios de los componentes del racimo cuantificados en el análisis del racimo almacenándolo en una tabla (Tabla 3).

Tabla 4. Resultados del análisis de los racimos cosechados en los lotes Copey-híbrido y Copey-guineensis.

Línea	Palma	Cultivar	<i>E. kamerunicus/trampa</i>	FN (%)	FS (%)	FP (%)	FA (%)	FRN (%)
---	---	---	---	---	---	---	---	---

FN= Frutos Normales; **FS=** Fruit-set; **FP=** Frutos partenocárpicos; **FA=** Frutos abortados; **FRN=** Frutos a racimo de frutos normales.

5.4.8 Muestreo de suelo

Los muestreos de suelo se realizaron en los lotes Copey-Leptopharsa y Copey-Durrantia, cada 3 meses se realizaba el muestreo, se escogía un punto de referencia dentro del lote y se hacían 3 huecos separados entre sí a 1,5 m cada hueco tenía una profundidad de 10 cm, cada muestra se recolectaba 1 kg de tierra en bolsas Ziploc previamente esterilizadas para sacar una sola muestra homogenizada de 1 kg, esto se repetía 10 veces cada 10 metros desde el primer punto de referencia, cada bolsa Ziploc homegenizada se rotulaba para su identificación, estas muestras se transportaban al campo experimental Palmar de las Corocoras para que lo analizaran en busca de nematodos.

1. CRONOGRAMA

Tabla 5. Cronograma de actividades

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Muestreos de <i>L. gibbicularina</i> cada 20 días (Grilla 5 x 5) de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos.																								
Muestreos de defoliadores cada 20 días (Grilla 5 x 5) de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos.																								
Biología de <i>Durrantia</i> sp.																								
Biología de <i>Mystrops costaricensis</i>																								



Actividades	Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Muestreos de <i>L. gibbicularina</i> cada 20 días (Grilla 5 x 5) de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos.																								
Muestreos de defoliadores cada 20 días (Grilla 5 x 5) de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos.																								
Biología de <i>Durrantia</i> sp.																								
Biología de <i>Mystrops costaricensis</i>																								
Marcación y colecta de las inflorescencias masculinas y femeninas.																								

2. COSTOS

Tabla 5. Costos directos

COSTO HUMANO

Item	Descripción	Mes	Cantidad	Costo mensual	Total
1	Pasante	12	1	1.000.000	12.000.000
2	Auxiliar de investigación	12	1	3.000.000	36.000.000
Subtotal					48.000.000

Tabla 6. Costos indirectos

MATERIAL Y TRANSPORTE

Item	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Papelería	3	32.000	96.000
2	Bascula gramera 40 kg	1	150.000	150.000
3	Carretilla	1	341.000	341.000
4	Hacha	1	30.000	30.000
5	Guantes	1	18.000	18.000
6	Pegante	24	30.000	720.000
7	Cartonplast	10	21.000	210.000
8	Caja de Petri	50	10.000	500.000
9	Tubo eppendorf 1,5 ml	1000	89	89.000
10	Tubo Falcon 15 ml	1000	710	710.000
11	Tubo Falcon 50 ml	100	130	130.000
12	Microscopio	2	3.780.000	7.560.000
13	Estereoscopio	1	808.000	808.000



14	Olla de presión	1	894.000	894.000
15	Tijeras	2	32.000	64.000
16	Herramientas entomológicas	1	680.000	680.000
17	Portaobjetos	100	40.800	40.800
18	Cubreobjetos	100	40.800	40.800
19	Gotero de plástico	200	230	46.000
Sub-total				13.991.600

3. PRODUCTOS, INDICADORES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1 Dinámica poblacional de polinizadores.

La dinámica poblacional de *E. kamerunicus* a lo largo de 20 meses de muestreos sobre inflorescencias masculinas en antesis de variedad *E. guineensis* e híbrido OxG se puede observar en las Ilustraciones 5 y 6. Adicionalmente, se muestra su relación con la precipitación (puntos naranjas) a través del tiempo. En el lote *guineensis* se han registrado los mayores promedios de captura para este importante insecto polinizador de la palma de aceite en Colombia en comparación en el lote híbrido. No obstante, las poblaciones se mantienen fluctuando a través del tiempo alcanzando promedios en el lote Copey-*guineensis* de hasta 800 *E. kamerunicus*/trampa en los periodos de mayor tasa de captura, y otras épocas donde el promedio es cercano a los 100 *E. kamerunicus*/trampa. Esta dinámica de la población podría estar relacionada con el ciclo de vida del insecto y con factores ambientales como la precipitación, se puede observar en ambas graficas que en los últimos tres muestreos se registró un decrecimiento en los promedios de captura y también se registró un incremento en las lluvias de hasta 46,8 mm durante una semana. Se sabe que los insectos polinizadores disminuyen su actividad durante y después de una fuerte lluvia, lo que podría explicar el bajo número de polinizadores capturado sobre estas inflorescencias.

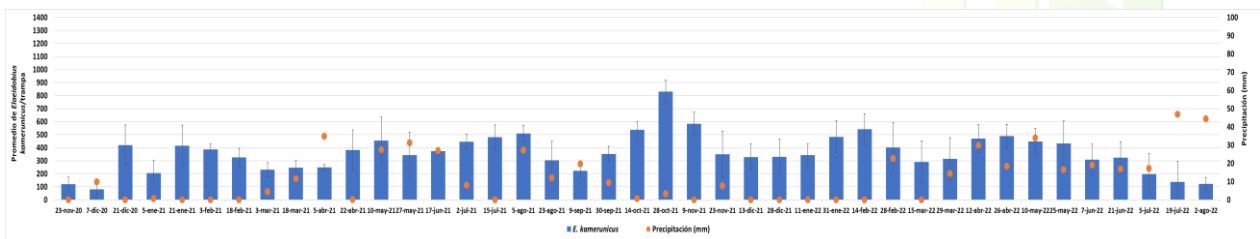


Ilustración 7 Dinámica de Elaeidobius kamerunicus en inflorescencias masculinas de cultivar guineensis en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.

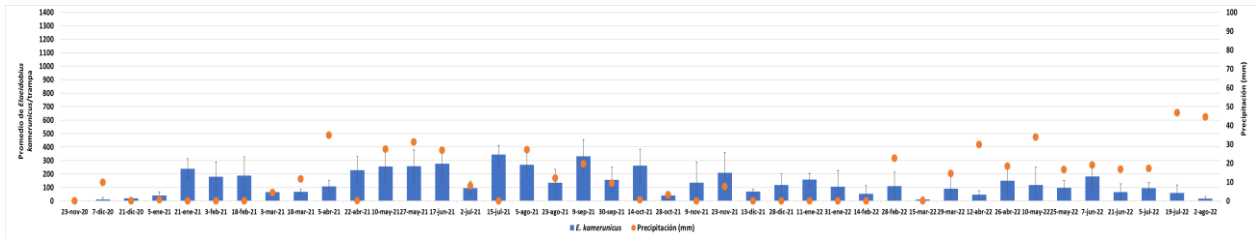


Ilustración 8 Dinámica de Elaeidobius kamerunicus en inflorescencias masculinas de cultivar híbrido OxG en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.

Por otro lado, en las Ilustraciones 7 y 8 se presenta la dinámica poblacional de *M. costaricensis* sobre inflorescencias masculinas en antesis de los lotes híbrido y *guineensis*. La fluctuación de las poblaciones de este insecto polinizador en el lote Copey-*guineensis* podría estar siendo determinada en parte por el clima, se observan picos poblacionales donde se incrementa el número de individuos del insecto en los periodos que las precipitaciones inician. Posteriormente, cuando las lluvias se prolongan durante más de tres meses la población disminuye.

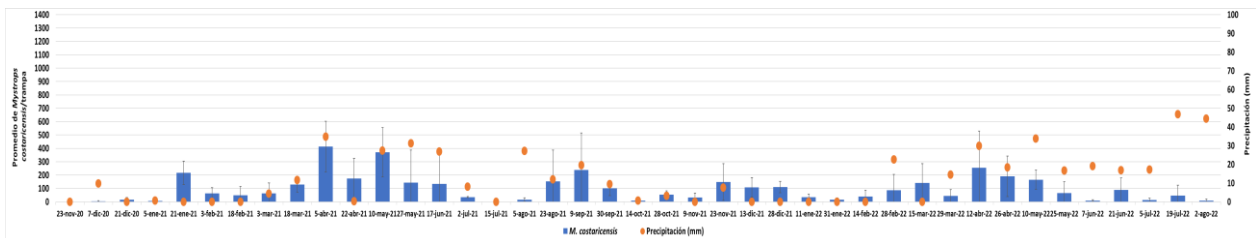


Ilustración 9 Dinámica de Mystrops costaricensis en inflorescencias masculinas de cultivar guineensis en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.

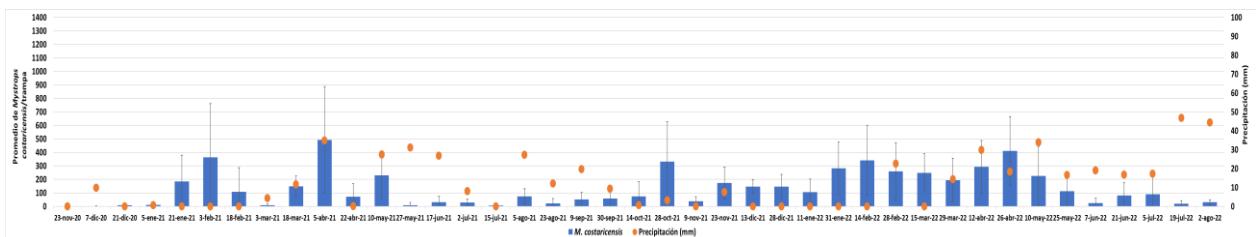


Ilustración 10 Dinámica de Mystrops costaricensis en inflorescencias masculinas de cultivar híbrido OxG en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.

Por otra parte, la dinámica poblacional de *E. kamerunicus* sobre las inflorescencias femeninas en antesis del lote Copey-*guineensis* y Copey-híbrido se presenta en las Ilustraciones 9 y 10 respectivamente. Se ha registrado un mayor promedio de captura en el lote *guineensis*. Sin embargo, en los últimos dos muestreos la población bajó a 200 polinizadores/trampa en julio-2022 y a 150 polinizadores/trampa en agosto-2022. En este lote se han registrado precipitaciones desde el mes de abril-2022, acumulando 144,2 mm hasta el muestreo de inicios de agosto de 2022. Así mismo, en el lote Copey-híbrido desde el inicio de las lluvias en abril-22 la población del insecto polinizador se ha mantenido en promedios inferiores a los 57 polinizadores/trampa.

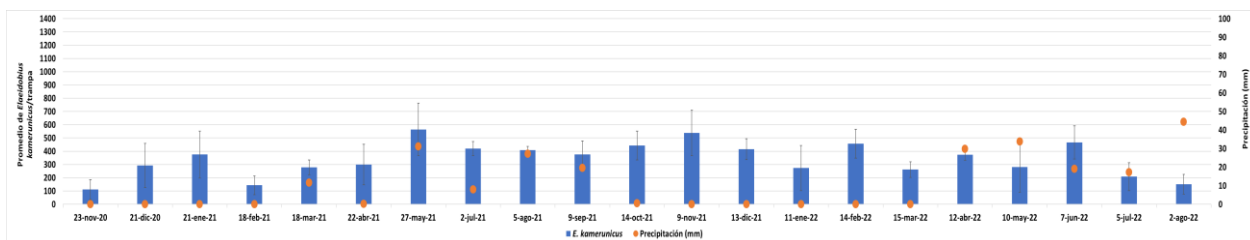


Ilustración 11 Dinámica de Elaeidobius kamerunicus en inflorescencias femeninas de cultivar guineensis en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.

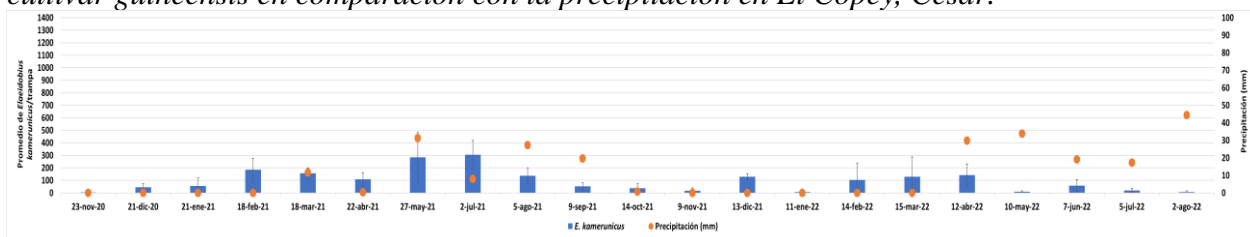
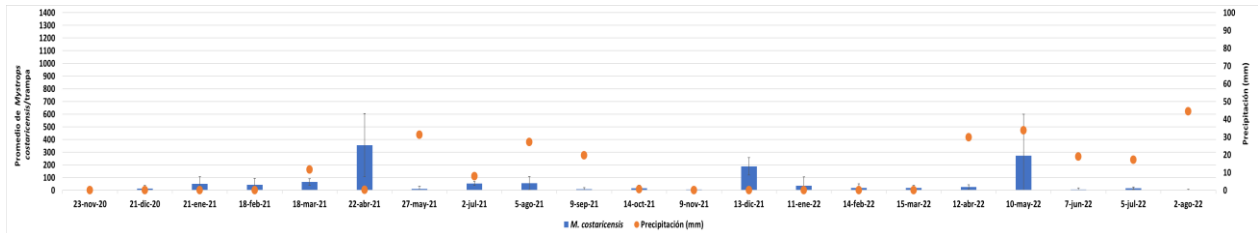
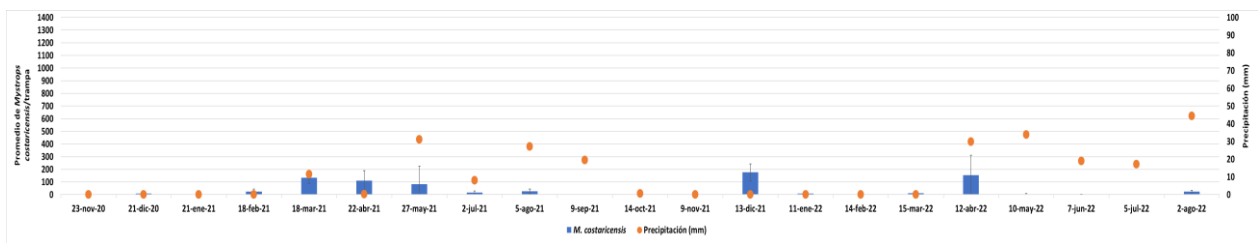


Ilustración 12 Dinámica de Elaeidobius kamerunicus en inflorescencias femeninas de cultivar híbrido OxG en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.

Finalmente, en las Ilustraciones 11 y 12 se observa la fluctuación poblacional de *M. costaricensis* en inflorescencias femeninas en antesis en los lotes híbrido OxG y *E. guineensis*. Para este insecto polinizador en ambas graficas se han registrado los valores más bajos de captura hasta la fecha. Se observan picos esporádicos de captura, por lo que no se puede evidenciar alguna relación con la precipitación.



*Ilustración 13 Dinámica de *Mystrops costaricensis* en inflorescencias femeninas de cultivar guineensis en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.*



*Ilustración 14 Dinámica de *Mystrops costaricensis* en inflorescencias femeninas de cultivar híbrido OxG en comparación con la precipitación en El Copey, Cesar.*

Análisis de viabilidad de polen

En las Ilustraciones 13 y 14 se presentan las gráficas de la viabilidad del polen obtenido durante los muestreos de insectos polinizadores sobre inflorescencias masculinas en anthesis de los lotes Copey-híbrido y Copey-guineensis. En este último se registraron los más altos porcentajes de viabilidad del polen con un promedio de 91,1% en contraste con el híbrido OxG que registro un promedio hasta la fecha de 8,7% de viabilidad.

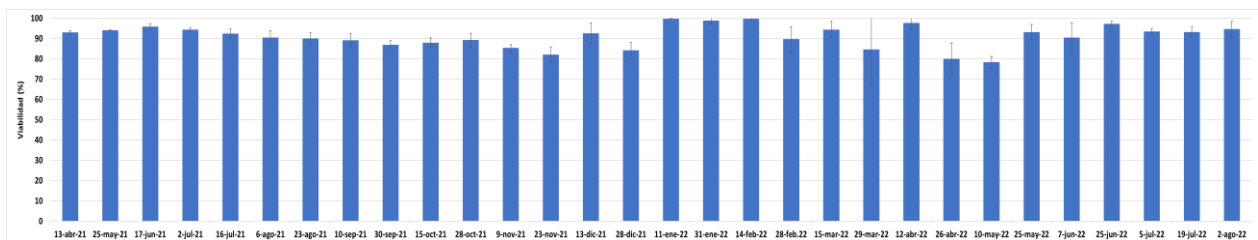


Ilustración 15 Porcentaje de viabilidad de polen en cultivar guineensis en El Copey, Cesar.

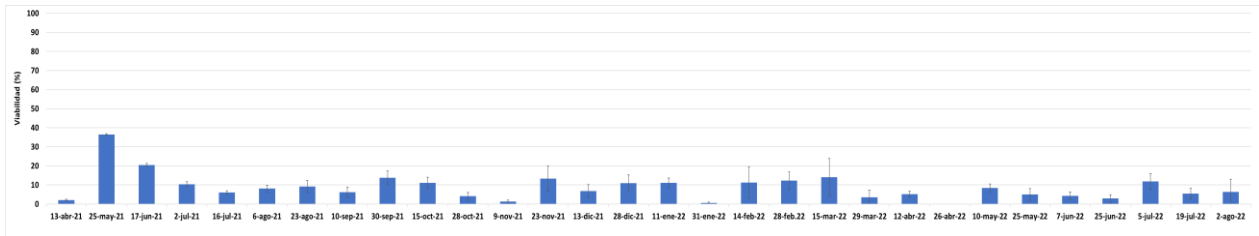


Ilustración 16 Porcentaje de viabilidad de polen en cultivar híbrido OxG en El Copey, Cesar.

8.2 Dinámica poblacional *Durrantia Sp.*

La dinámica poblacional de larvas y pupas del insecto defoliador *Durrantia sp.* en El Copey se observa en las Ilustraciones 15 y 16. Se puede evidenciar que la fluctuación de la plaga se ve principalmente afectada por su ciclo de vida y también por los factores ambientales a los que se encuentra expuesto en campo, y principalmente las precipitaciones podrían estar relacionadas con la dinámica de la población en el lote Copey-*Durrantia*.

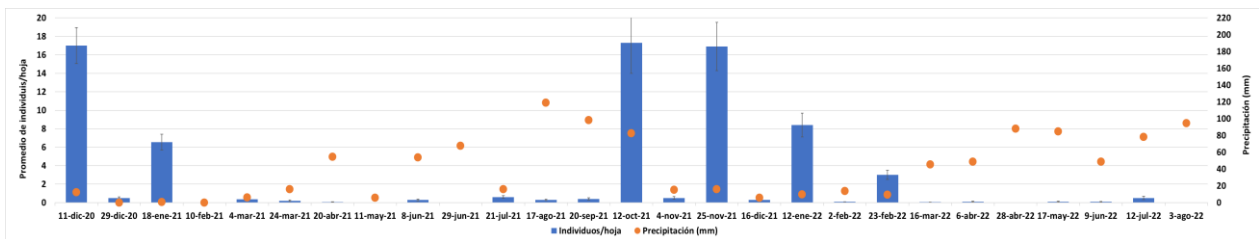


Ilustración 17 Número promedio de larvas de Durrantia sp./hoja y su relación con la precipitación en un lote de palma de aceite en el municipio de El Copey, Cesar.

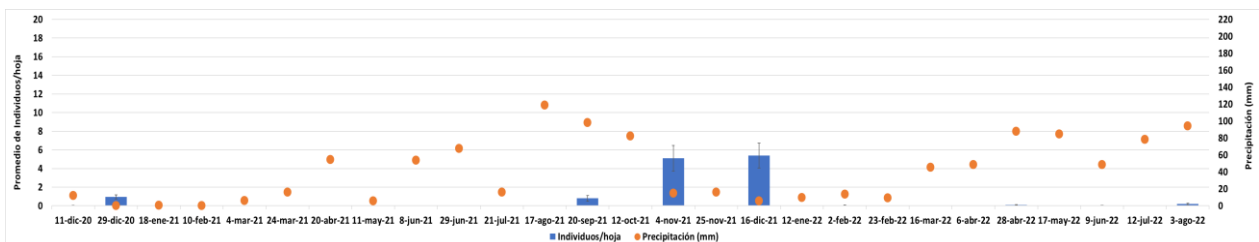


Ilustración 18 Número promedio de pupas de Durrantia sp./hoja y su relación con la precipitación en un lote de palma de aceite en el municipio de El Copey, Cesar.

En las Ilustraciones 17 y 18 se presentan las gráficas de control biológico de larvas y pupas respectivamente, los mayores promedios de control biológico se registraron en periodos donde la plaga incrementa sus poblaciones, ejerciendo un control natural sobre *Durrantia* sp. en sus estados de desarrollo larval y de pupa.

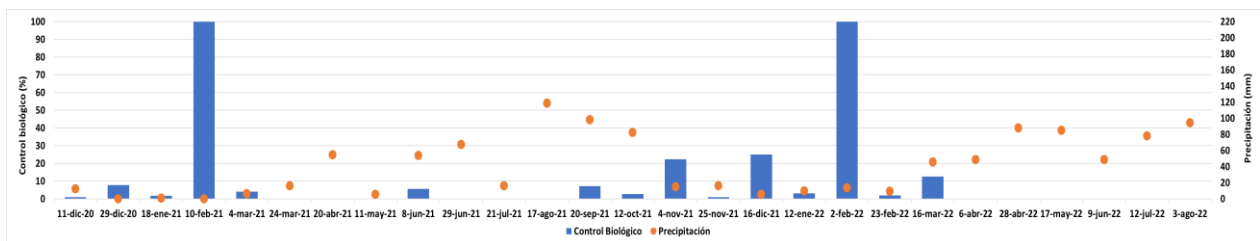


Ilustración 19 Porcentaje de control biológico de larvas Durrantia sp./hoja y su relación con la precipitación de un lote de palma de aceite en el municipio de El Copey, Cesar.

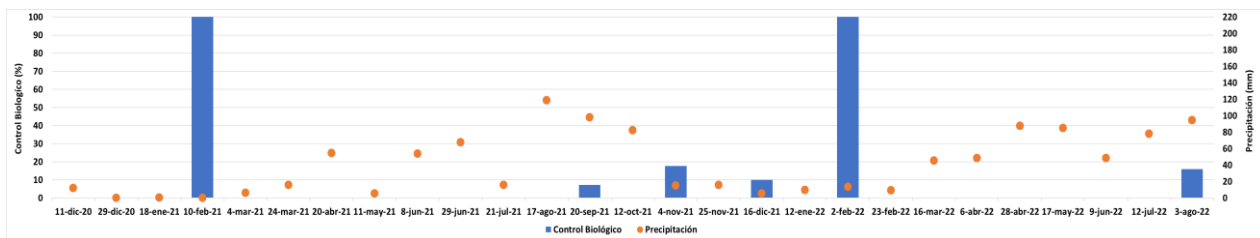


Ilustración 20 Porcentaje de control biológico de pupas de Durrantia sp./hoja y su relación con la precipitación de un lote de palma de aceite en el municipio de El Copey, Cesar.

8.3 Dinámica poblacional *Leptopharsa Gibbicarina*

En la Ilustración 19 se observa la dinámica poblacional de *L. gibbicarina* a lo largo de 28 muestreos en un lote de palma de aceite en El Copey, Cesar. En la gráfica se puede apreciar como la población del chinche de encaje ha tenido fluctuaciones a través del tiempo, no obstante, hasta febrero y marzo de 2022 se presentó el último pico poblacional de *L. gibbicarina*. Posteriormente a estas épocas inició un periodo prolongado de lluvias que se ha extendido hasta la fecha del último muestreo en agosto de 2022. Así mismo, la población de la plaga en el lote Copey-*Leptopharsa* desde que iniciaron las precipitaciones se ha mantenido en valores promedio cercanos a los 5,2 adultos de *L. gibbicarina*/hoja. Por otra

parte, en la Ilustración 19 se presenta el registro del control biológico causado por hongos entomopatógenos sobre la plaga.

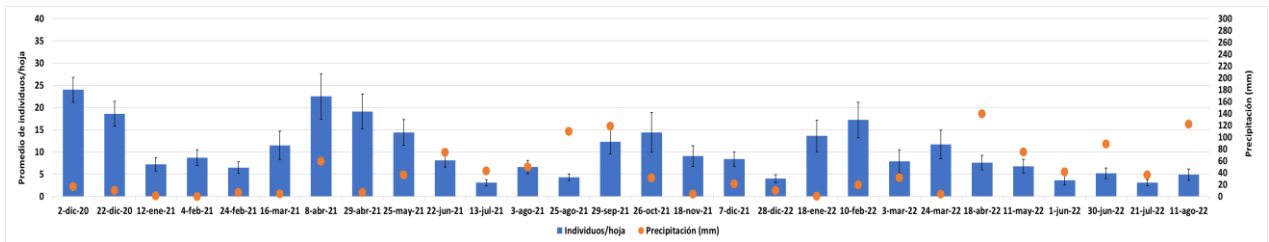


Ilustración 21 Número promedio de adultos de L. gibbicarina/hoja y su relación con la precipitación en un lote de palma de aceite en El Copey, Cesar.

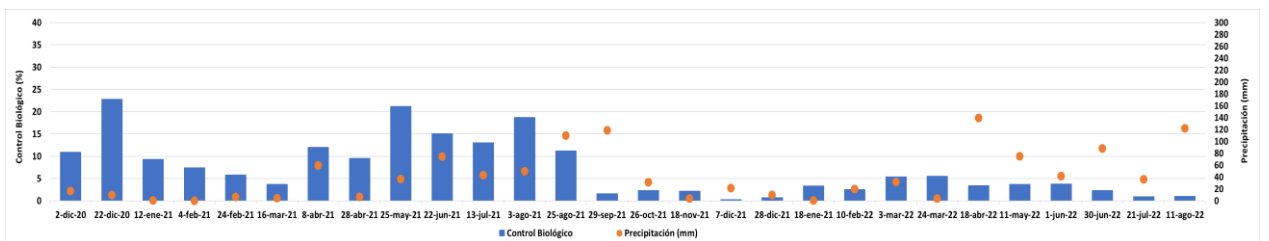


Ilustración 22 Porcentaje de control biológico de L. gibbicarina, y su relación con la precipitación en El Copey, Cesar.

8.4 Estudio del ciclo de vida de *Mystrops Costaricensis*

Con el propósito de seguir con el estudio del ciclo de vida de *M. Costaricensis* bajo condiciones de laboratorio, se visitó el lote Copey-híbrido y se colectaron raquillas de inflorescencias masculinas en antesis avanzada entre 30-70% y con presencia notable de adultos de *M. Costaricensis*. Posteriormente, en laboratorio se revisaron las raquillas usando un estereoscopio hasta encontrar posturas de huevos de *M. Costaricensis* e identificar su morfología. Los huevos recién ovipositados tiene forma de grano arroz y son color gris transparente (Ilustración 21A), cuando esta por eclosionar el huevo se torna un color amarillo claro (Ilustración 21B). Tiene un tamaño promedio de $0,52 \pm 0,04$ mm de largo y $0,22 \pm 0,02$ mm de ancho. La hembra adulta ubica los huevos dentro de los sacos polínicos una vez las tecas han abierto, además son ubicados en las zonas con mayor cantidad de polen.

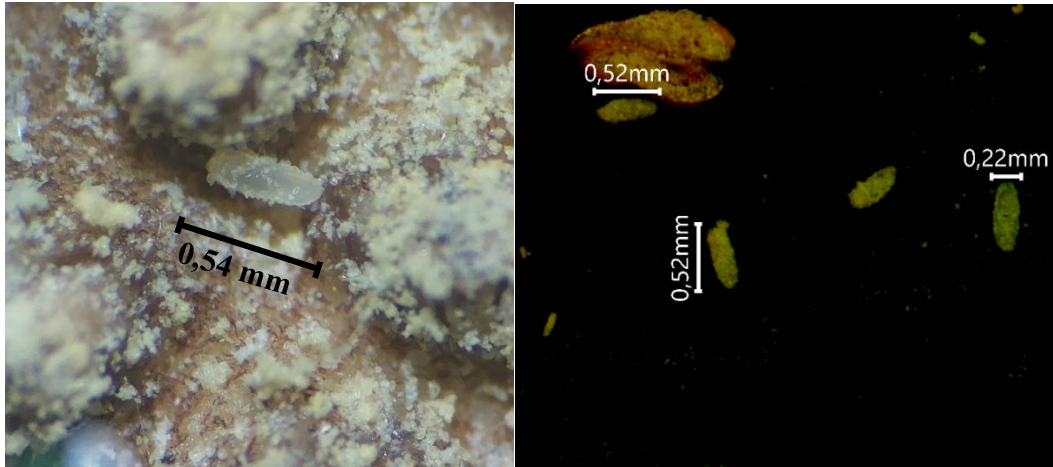


Ilustración 23 Huevo de *Mystrops costaricensis* recién puesto (A) y huevos antes de eclosionar (B).

Una vez se identificó la forma, color, tamaño, sitios de ovoposición y estado de antesis donde se encuentran la mayor cantidad de adultos y huevos de *M. costaricensis* se procedió a la colecta de raquillas de híbrido OxG en 30-70% de antesis. Seguidamente, en el laboratorio bajo estereoscopio se buscaron los huevos color gris transparente y se ubicaron individualmente en cajas Petri hasta la eclosión de la larva de I instar (Ilustración 22). Los datos se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Seguimiento al ciclo de vida de *M. costaricensis* bajo condiciones de laboratorio.

Estado	Numero de observaciones	Promedio \pm D. E.	Rango (Min. – Max.)
Huevo	24	20,94 \pm 2,5 horas	17,4 horas – 25,6 horas
Larva I instar	19	28,7 \pm 3,0 horas	23,17 horas – 32,83 horas

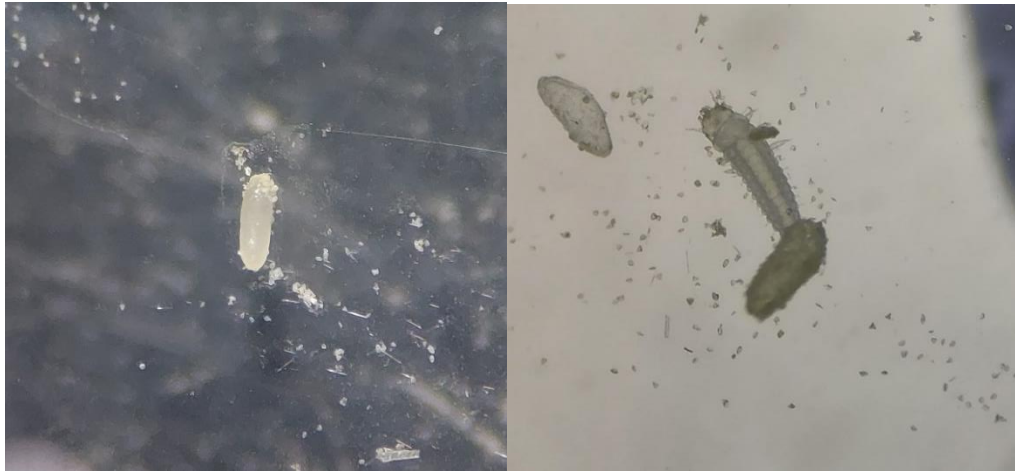
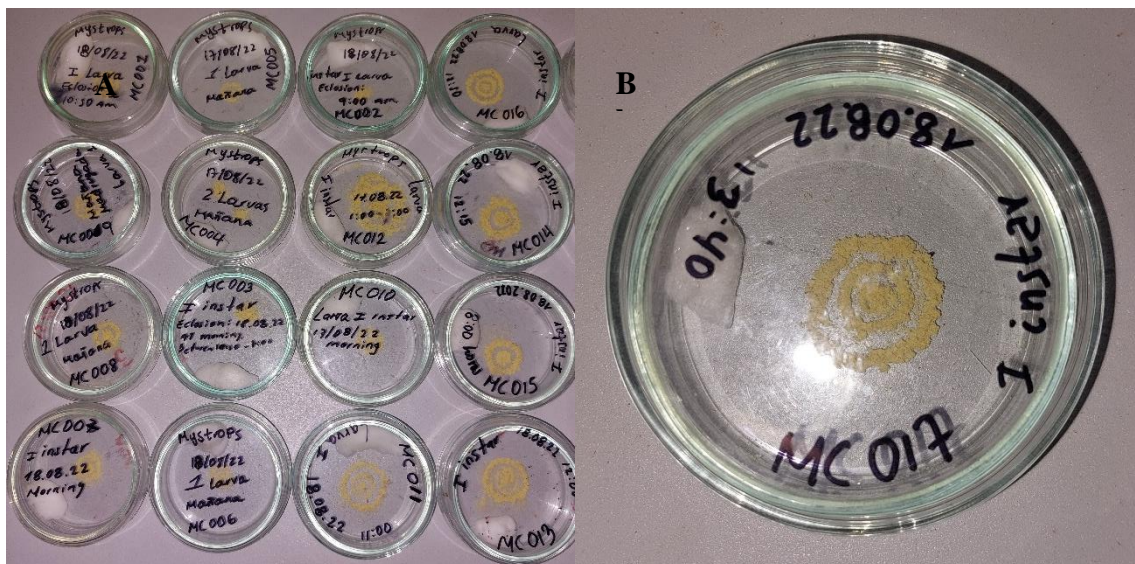


Ilustración 24 Huevo de *M. costaricensis* ubicado individualmente en caja Petri (A) y larva de I instar emergiendo del huevo (B).

Luego de que las larvas de primer instar emergieron del huevo, se ubicaron individualmente en cajas Petri y se alimentaron con polen fresco (Ilustración23), se llevó a cabo un seguimiento mediante dos observaciones diarias (mañana y tarde) sobre el comportamiento de las larvas, quienes justo después de la eclosión iniciaron alimentarse constantemente y a incrementar su tamaño de forma rápida.



*Ilustración 25 Montaje con larvas de primer instar de *M. costaricensis* en cajas Petri y polen como alimento.*

8.5 Estudio del ciclo de vida de *Durrantia* Sp.

Se colectaron larvas de *Durrantia* que se encontraban próximas alcanzar el estado de pupa y se trasladaron al laboratorio donde se individualizaron en cajas Petri y se alimentaron con un foliolo de palma de aceite hasta que iniciaron pre-pupa y posteriormente la pupa. Los adultos que emergieron de las pupas se trasladaron a recipientes plásticos de 20 x 15 x 15 cm y se alimentaron con algodón humedecido con hidromiel (Ilustración 24A), además, asegurando de tener una hembra y un macho en cada montaje junto con papel kraft dentro para la ovoposición. En menos de 24 horas después de ubicar juntos el macho y la hembra dentro del recipiente, se encontraron posturas en el papel kraft (Ilustración 24B) y el porcentaje de viabilidad de los huevos fue del 86,1%. Posterior a la emergencia de las larvas, se ubicaron individualmente en tubos Eppendorf de 1,5 ml y se alimentaron con un trozo de foliolo de palma de aceite para conseguir que continúen su desarrollo larval de forma exitosa y poder registrar la tasa de consumo foliar y el tiempo de duración de cada instar de *Durrantia* bajo condiciones de laboratorio. Los datos registrados hasta la fecha se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Seguimiento al ciclo de vida de *Durrantia* sp. bajo condiciones de laboratorio.

Estado	Numero de observaciones	Promedio \pm D. E.	Rango (Min. – Max.)
Huevo	187	7,5 \pm 0,4 días	7,1 días – 8,3 días
Larva I instar	12	3,8 \pm 0,4 días	3,3 días – 4,4 días
Pupa	42	6,8 \pm 0,6 días	5,8 días – 8,0 días
Adulto	23	6,5 \pm 1,0 días	4,4 días – 8,0 días

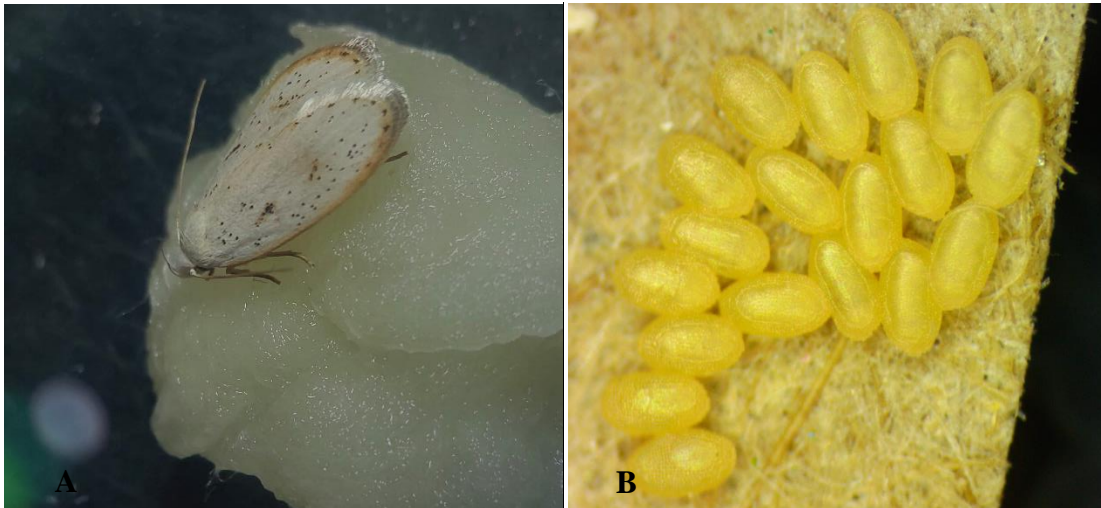


Ilustración 26 Hembra adulta de Durrantia sp. alimentándose (A) y posturas de huevos en papel kraft (B).

Los huevos de *Durrantia sp.* tienen forma ovalada con un largo promedio de $1,05 \pm 0,03$ mm y ancho de $0,64 \pm 0,02$ mm, la estructura del corion está conformada por células en forma de polígonos irregulares (Ilustración 25A). El huevo recién puesto es de color amarillo-verdoso, a mitad de desarrollo se torna amarillo-claro y un día antes de eclosionar se puede reconocer la larva completamente formada dentro del huevo. Las larvas para salir del huevo se comen y rasgan el corion hasta que hacen una abertura por donde su cuerpo pueda emerger al exterior, la larva de primer instar al eclosionar es de color amarillo claro y tiene una longitud promedio de $1,37 \pm 0,3$ mm (Ilustración 25B). una vez empieza alimentarse del parénquima del foliolo, cambia a color verde claro y aumenta de tamaño hasta que el ancho de su cuerpo es mayor que el de su cabeza (Ilustración 26A). En ese momento la larva deja de alimentarse y detiene su actividad, posteriormente se desprende de su capsula cefálica y su cabeza aumenta de tamaño para dar inicio al segundo instar larval. Esta larva II se caracteriza por la aparición de dos manchas negras en el segundo segmento del tórax y dos más pequeñas en el tercer segmento del tórax (Ilustración 26B). Por otro lado, la pupa es de tipo obtecta y al inicio de su desarrollo es de un color naranjado claro, que se va tornando

naranja oscuro y finalmente a color café claro, tiene un largo de $6,2 \pm 1,9$ mm y un ancho de $1,9 \pm 0,2$ mm. Finalmente, el adulto es de color blanco crema, las alas anteriores tienen forma ovalada con dos manchas color café en la parte media de cada una y una línea del mismo color que bordea el ala anterior desde el extremo apical y continua cada vez más delgada hasta terminar en el margen costal.

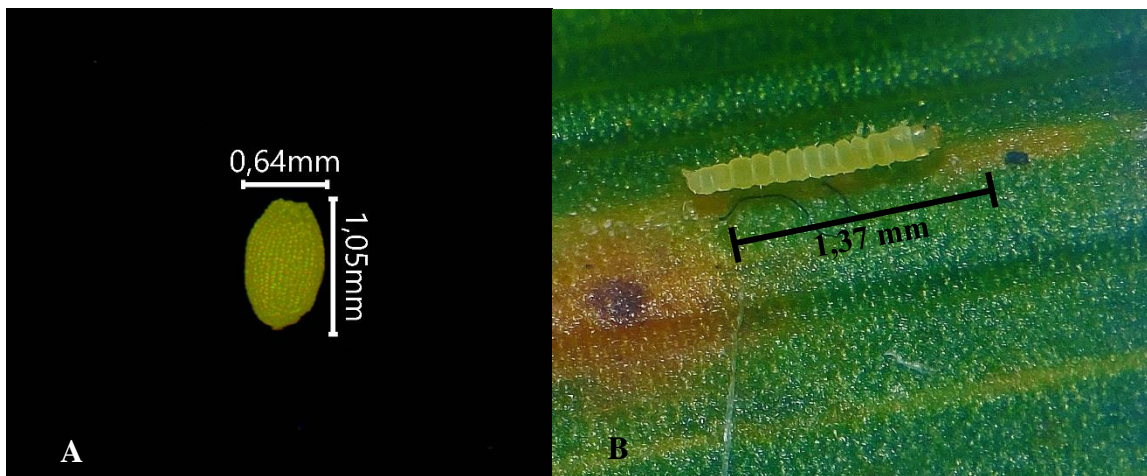


Ilustración 27 Morfología y dimensiones del huevo de Durrantia (A) y posterior larva de primer instar (B).

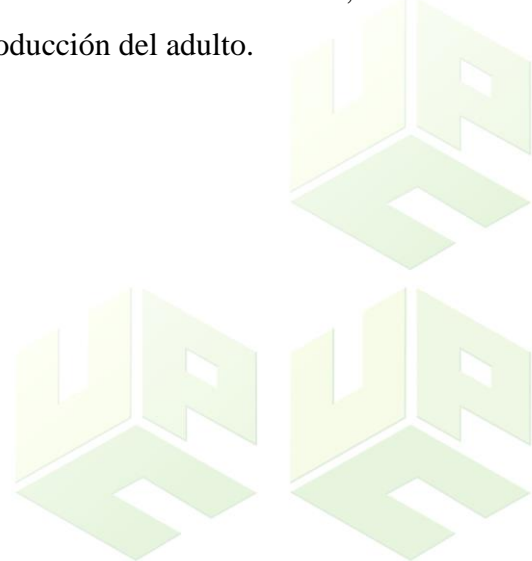


Ilustración 28 Larva de primer instar (A) y larva de segundo instar de Durrantia sp. (B).



CONCLUSIONES

- Al culminar la etapa práctica, se logró observar la relación que tiene la variabilidad climática con la dinámica poblacional de los insectos tanto polinizadores como los insectos plagas dentro de la palma de aceite (Guineensis e Híbrida OxG), así mismo, las precipitaciones constantes y el incremento en los días de lluvia juegan un papel importante en la disminución del número de individuos de polinizadores (*Mystrops Costaricensis*, *Elaidobius Kamerunicus* y *Elaidobius Subvittatus*) e insectos plagas (*Leptopharsa Gibbicarina* y *Durrantia Sp.*). Con los datos recolectados se puede predecir cuando hay mayor cantidad de población de los diferentes insectos que se estudió.
- Dentro del estudio del ciclo de vida de *Mystrops Costaricensis* que se realizó bajo condiciones de laboratorio (9 horas de luz artificial y 25°C), se pudo determinar el promedio del tiempo que demora los huevos en eclosionar, primer instar de la larva y vida del adulto.
- En el ciclo de *Durrantia Sp.* que se realizó bajo condiciones de laboratorio (9 horas de luz artificial y 25°C) Se observó el tiempo de vida promedio que demora el insecto plaga, el tiempo que el huevo demora en eclosionar, instares de las larvas, tiempo de la pupa, vida y reproducción del adulto.



RECOMENDACIONES

En aras de aumentar la diversidad de experimentos que se está usando dentro del proyecto TAPACC(Tecnologías de Adaptación de la Palma de Aceite al Cambio Climático) para la biología de *Mystrops Costaricensis*, así como de *Durrantia Sp*, sin omitir nuestros de insectos-plagas.

- Aumentar el nivel de revisión bibliográfica enfocada en cría de insectos en laboratorio para el estudio de los ciclos de vida.
- Mejorar el muestreo del tipo grilla 5 x 5 a uno de 3 x 3, esto con el fin aumentar la asertividad de los muestreos.
- Se recomienda personal especializado dentro de la plantación para los muestreos.
- Tener un laboratorio de Entomología dentro de la plantación para realizar de forma correcta los experimentos del proyecto.
- Disminuir mecanismos de pesticidas químicos para el control de insectos-plagas que afecta la proliferación de insectos benéficos.
- Cría de Hymenopteros de forma industrial para el control biológico de *Durrantia Sp*.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aspectos biológicos de *Durrantia* sp. Pos *arcanella* en el municipio de Aracata (Magdalena).

(1998). *Ceniavances*, (45), 2. Recuperado a partir de

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/ceniavances/article/view/10423>

Franco Valbuena, L. A. (2017). Manejo de la chinche de encaje con aspersiones del hongo *Purpureocillium lilacinum*. *Boletín El Palmicultor*, (546 agosto), 22-25. Recuperado a partir de

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/12179>

Forero H., Diana C. Hormaza, Paola A. Moreno, Leidy P. Ruíz R., Rodrigo. (2012).

Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Bogotá

Labarca, M.V, & Narváez, Z. (2009). Identificación y fluctuación poblacional de insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el sur del lago de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(3), 305-324.

Guzmán, L., Calvache G., H. H., Aldana de la Torre, J. A., & Méndez G., A. (1997).

Manejo de *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner (Hemiptera : Tingidae) con la hormiga *Crematogaster* sp. en una plantación de palma de aceite. *Revista Palmas*, 18(4), 19-26. Recuperado a partir de

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/599>

Prasetyo, A. E., Perdana Rozziasha, T. A., Priwiratama, H., Wening, S., Susanto, A., & de Chenon, R. D. (2019). Perspectiva bioecológica de *Elaeidobius kamerunicus* en relación con el llenado de frutos de palma de aceite en Indonesia. *Revista Palmas*,

40(Especial T), 94-110. Recuperado a partir de
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13032>

- Labarca V., M. (2007). Relación entre las inflorescencias, el clima y los polinizadores en el cultivo de la palma aceitera en el sur del Lago de Maracaibo. *Revista Palmas*, 28(especial,), 198-206. Recuperado a partir de
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1256>
- Cury, K. M., Prud'homme, B., & Gompel, N. (2019). A short guide to insect oviposition: when, where and how to lay an egg. *Journal of Neurogenetics*, 33(2), 75–89.
<https://doi.org/10.1080/01677063.2019.1586898>
- White, M. A., Chen, D. S., & Wolfner, M. F. (2021). She's got nerve: roles of octopamine in insect female reproduction. *Journal of Neurogenetics*, 35(3), 132–153.
<https://doi.org/10.1080/01677063.2020.1868457>
- Arbogast, R. T., Chauvin, G., Strong, R. G., & Byrd, R. V. (1983). The Egg of *Endrosis sarcitrella* (Lepidoptera: Oecophoridae): Fine structure of the chorion. *Journal of Stored Products Research*, 19(2), 63–68.
- Kakimoto, T., Fujisaki, K., & Miyatake, T. (2003). Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 96(6), 793–798. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2003\)096\[0793:ELPLDA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2003)096[0793:ELPLDA]2.0.CO;2)
- Kumara, A. D. N. T., Chandrashekharaiah, M., Subaharan, K., & Chakravarthy, A. K. (2015). Periodicity of adult emergence and sexual behaviour of coconut black headed caterpillar, *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Oecophoridae). *Phytoparasitica*, 43(5), 701–712. <https://doi.org/10.1007/s12600-015-0481-2>
- Wearing, C. H. (2016). Distribution Characteristics of Eggs and Neonate Larvae of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *International Journal of Insect Science*, 8, 33–53. <https://doi.org/10.4137/ijis.s38587>

- Cornelissen, B., Neumann, P., & Ellis, J. D. (2020). Successful Pupation of Small Hive Beetle, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae), in Greenhouse Substrates. *Journal of Economic Entomology*, 113(6), 3032–3034. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa224>.
- Musa, A., & Dike, M. (2009). Life cycle, morphometrics and damage assessment of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on stored groundnut. *Journal of Agricultural Sciences*, 54(2), 135–142.
- Olesen, J. M., Bascompte, J., Elberling, H., & Jordano, P. (2008). Temporal dynamics in a pollination network. *Ecology*, 89(6), 1573–1582. <https://doi.org/10.1890/07-0451.1>.
- Ireson, J. E., Gourlay, A. H., Sagliocco, J. L., Holloway, R. J., Chatterton, W. S., & Corkrey, R. (2013). Host testing, establishment and biology of the gorse soft shoot moth, *Agonopterix umbellana* (Fabricius) (Lepidoptera: Oecophoridae), a potential biological control agent for gorse, *Ulex europaeus* L. (Fabaceae), in Australia. *Biological Control*, 67(3), 451–461. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.08.012>.
- Muggleston, S. J. (1989). Rearing and the effects of photoperiod and temperature on diapause in *Stathmopoda aposema* (Lepidoptera: Oecophoridae: Stathmopodinae). *New Zealand Journal of Zoology*, 16(2), 199–204. <https://doi.org/10.1080/03014223.1989.10422569>.
- Lill, J. T. (1999). Structure and Dynamics of a Parasitoid Community Attacking Larvae of *Psilocorsis quercicella* (Lepidoptera: Oecophoridae). *Population Ecology*, 28(6), 1114–1123.



ANEXOS



*Ilustración 29 huevos de Durrantia Sp.
en papel kraft*



*Ilustración 30 Larva de Durrantia Sp.
en primer instar*



*Ilustración 31 Hembra adulta de Durrantia
Sp.*



Ilustración 32 Pupa de Durrantia Sp.





Ilustración 33 Insectos del orden Hymenoptera parasitoides de pupas de Durrantia sp. en El Copey, Cesar



*Ilustración 35 Huevo de primer instar de
Mystrops Costaricensis*



*Ilustración 34 Larva de primer instar de
Mystrops Costaricensis*

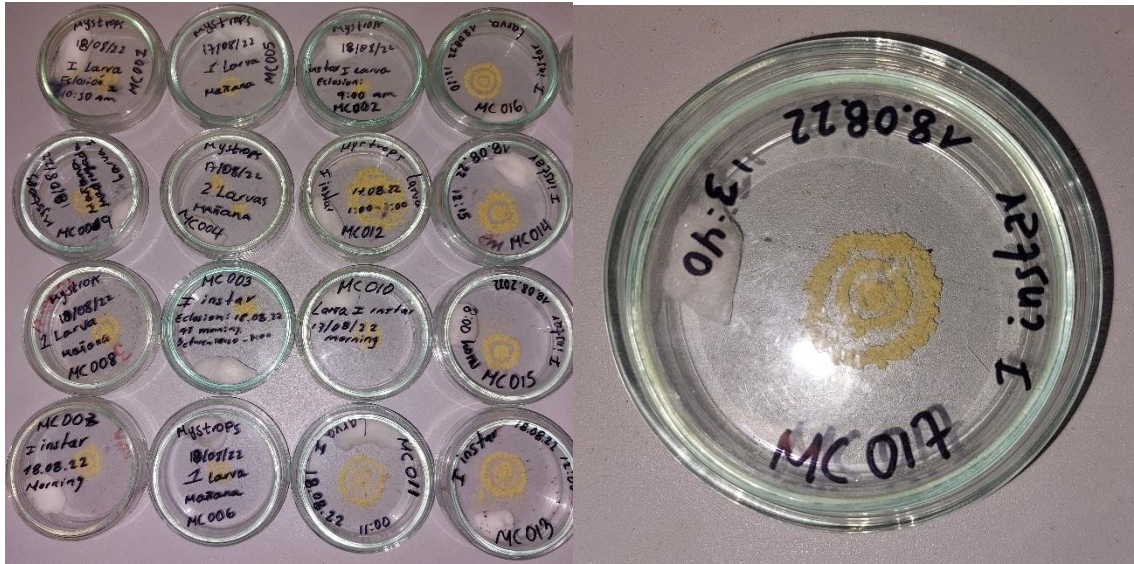


Ilustración 36 Montaje con larvas de primer instar de *M. costaricensis* en cajas Petri y polen como alimento.



Ilustración 38 Trampas de intersección de vuelo



Ilustración 37 Marcación de las palmas



Ilustración 40 Racimo marcado para su cosecha



Ilustración 39 Muestreo



Ilustración 42 Presentación de avances en El Copey, Cesar

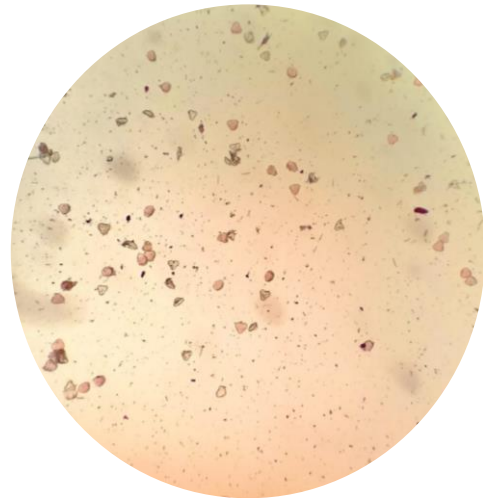


Ilustración 41 Análisis de Polen en 40x



Sociedad Colombiana de Entomología “SOCOLEN”

NIT. 860.055.875-4

Personería Jurídica N° 8547 – Octubre 13 de 1977 del Ministerio de Justicia

Bogotá D.C., Colombia, 08 de junio, 2022

Apreciado/a Señor/a Diego Velásquez Hernández

En relación con su resumen titulado “**Dinámica poblacional de *Durrantia* sp. (Lepidoptera: Oecophoridae) y su relación con la variabilidad climática en el (*Elaeis guineensis* jacq.) en el departamento del Cesar**”, recibido para participar en el 49° CONGRESO SOCOLEN a realizarse en Bogotá los días 6, 7 y 8 de julio, me es grato informarle que ha sido **aceptado** para su presentación en la modalidad de **presentación oral**, el trabajo está identificado con el código: **O-MIP-11**

El tiempo límite para su presentación es de 15 minutos (12 para exponer y 3 para preguntas).

A mediados del mes de junio le estaremos informando sobre el programa detallado del congreso, fecha y hora de su exposición e información adicional sobre las normas para las presentaciones orales y posters.

Atentamente les solicitamos tener lista la presentación a más tardar el día 3 de julio y enviarla al correo congreso@socolen.org.co con el código numérico y nombre, indicando la sala, sesión, fecha y hora de la presentación con el fin de organizar la logística con anterioridad.

P.D. Por favor no olvidar inscribirse al congreso a través de la página <https://www.socolen.org.co/registrocongreso>

Si tienen alguna pregunta adicional no duden en contactarnos.

Saludos,



Felipe Borrero Echeverry
Líder Comité Académico
49 Congreso Socolen

Transversal 24 #54-31, oficina 505 Edificio Volterra, Bogotá, D.C., Colombia • Teléfono y fax: 3472320
www.socolen.org.co • 47congreso@socolen.org.co, oficina@socolen.org.co