

**DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE MANEJO AGRONÓMICO PARA EL CULTIVO
DE LA PALMA COMO RESPUESTA A LA DINÁMICA POBLACIONAL DE PLAGAS Y
POLINIZADORES EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

AUTOR:

MIGUEL ANGEL MADERO 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**



**DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE MANEJO AGRONÓMICO PARA EL CULTIVO
DE LA PALMA COMO RESPUESTA A LOS EFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL
DEPARTAMENTO DEL CESAR**

AUTOR:

MIGUEL ANGEL MADERO HERNANDEZ

ASESOR:

DIRECTOR:

LUIS ALBERTO ROMERO BENJUME

INGENIERO

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR - CESAR

2022



DEDICATORIA

A mi madre que desde el principio ha sido quien me ha respaldado en este proceso, que con su esfuerzo me llevo a que todo este logro fuera posible.

También dedicar a dos personas que hicieron parte del proceso al principio mi hermana quien dedico parte de su tiempo para que este camino fuera más fácil dedicando parte de su tiempo y a mi novia estuvo al final dándome apoyo moral y espiritual para poder continuar y terminar este proceso.



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios que me ha dado la fortaleza espiritual y le ha dado la bendición a mi madre para que el día de hoy me haya convertido en un profesional por medio de sus esfuerzos, ha forjado mi camino llevándome por el camino correcto

A mi madre que por medio de sus sacrificios hizo posible este logro, y a todos los que estuvieron en el proceso como familiares, compañeros de la universidad y mi novia que aportaron un grano de arena para que este sueño se hiciera realidad.



TABLA DE CONTENIDO

1. SITUACIÓN PROBLEMA	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GENERAL	13
2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2. JUSTIFICACION	14
4. MARCO REFERENCIAL	15
4.1 Generalidades de la empresa o institución	15
4.1.1 LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE INVESTIGACIÓN:	16
4.1.2 SERVICIOS	17
4.2 MARCO CONTEXTUAL	18
4.3 MARCO CONCEPTUAL	20
4.3.1 Entomología.....	20
4.3.2 Fluctuación poblacional	21
4.3.3. Plaga.....	21
4.3.4 Entomopatógeno	21
4.3.5 Parasitoides	22
4.3.6 Defoliadores.....	22
4.3.7 Polinizadores	22
4.4 MARCO LEGAL	23
4.5 ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA PRÁCTICA.....	23
4.5.1 Línea.....	23
4.5.2 Sub-línea	23
4.5.3 FUNCIONES ESPECÍFICAS A DESARROLLAR.....	24
5. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS, MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.	25
5.1 Determinar la fluctuación poblacional de <i>Leptopharsa gibbicarina</i> en relación con factores ambientales en lotes de palma de aceite	25
5.2 Determinar la fluctuación poblacional de los defoliadores de la palma en relación con la abundancia de la fauna benéfica (entomopatógenos, parasitoides, depredadores) en lotes de palma de aceite.....	26



5.3 Determinar la presencia de insectos que contribuyen a la polinización en la palma de aceite y su comportamiento en la llegada a las inflorescencias	29
6. PRODUCTOS, INDICADORES Y ANÁLISIS DE RESULTADO	34
6.1 Determinación de la fluctuación poblacional de <i>Leptopharsa gibbicarina</i> en relación con factores ambientales en lotes de palma de aceite	34
6.3 Determinar la presencia de insectos que contribuyen a la polinización en la palma de aceite y su comportamiento en la llegada a las inflorescencias	53
7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	61
8. PRESUPUESTO	63
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	68



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato para marcación de racimos en campo a los cuales se les determinarán los componentes del racimo.	32
Tabla 2. Muestreo de espiguillas y frutos de acuerdo con el peso del racimo.	33
Tabla 3. Número de insectos polinizadores colectados durante finales de junio e inicio del mes de julio de 2021 en lotes plantados con cultivares de <i>Elaeis guineensis</i> e híbrido (OxG) en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.	37
Tabla 4. Control Biológico de <i>Durrantia</i> sp.	40
Tabla 5.	44
Tabla 6. Datos climáticos <i>Phobetron</i> sp.	47
Tabla 7. Control biológico individuos por hojas <i>Phobetron</i> sp.	48
Tabla 8. Datos climáticos <i>Leptopharsa gibbicarina</i>	51
Tabla 9. Datos climáticos muestreo de polinizadores Masculinas.	54
Tabla 10. Datos climáticos muestreo de polinizadores Femeninas.	54
Tabla 11. Fluctuación poblacional de especies predominantes de polinizadores en <i>Elaeis guineensis</i> y su relación con el fruit set y la precipitación.	57
Tabla 12. Cronograma de actividades.	61
Tabla 13. Tabla de costos directos.	63
Tabla 14. Tabla de costos indirectos.	63

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Control Biológico de <i>Durrantia</i> sp.	43
Gráfica 2. Datos control precipitación de <i>Durrantia</i>	45
Gráfica 3. Control microbiológico de <i>Phobetron</i> sp.	49



Gráfica 4. Control biológico individuos por hojas Phobetron sp	50
Gráfica 5. Datos climáticos Leptopharsa gibbicularina	52
Gráfica 6. Datos climáticos muestreo de polinizadores Masculinas	55
Gráfica 7. Datos climáticos muestreo de polinizadores Femeninas	56



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



CARTA DE APROBACIÓN DE LA PRÁCTICA



2022523000272H

CERTIFICACIÓN

La Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite – CENIPALMA, hace constar que MIGUEL ANGEL MADERO HERNANDEZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.067.725.814 de Agustín Codazzi, Cesar, estuvo vinculado en calidad de Estudiante-Pasante desde el 06 de julio de 2021 y hasta el 05 de enero de 2022 desarrollando la etapa práctica de su formación de 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 once (11) días del mes de marzo 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

Según conceptos de la agricultura y el medio ambiente de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y el medio ambiente; con la globalización los seres humanos han utilizado una proporción cada vez mayor de la tierra y de los recursos naturales de esta para satisfacer sus necesidades, desplazando otras especies en el proceso. Además, de implementar las prácticas de manejo del cultivo que mejoren la respuesta a la variabilidad climática con la selección de materiales tolerantes al déficit hídrico, uso eficiente del agua, adecuado manejo de la fertilización, de plagas y control de enfermedades, entre otros aspectos.

No obstante, Con el fin de fortalecer la respuesta y adaptación del sector palmicultor afectado por la variabilidad climática. Hoy en día la variabilidad climática viene afectando la producción de los cultivos, en zonas como la región norte del país, que representan 124.948 hectáreas de palma (FEDEPALMA, 2017) las cuales se verían afectadas por condiciones adversas del clima. Con el objetivo de mantener una alta productividad del cultivo de la palma, se deben priorizar trabajos que ayuden a identificar materiales eficientes en el uso del agua y de los nutrientes y las mejores prácticas de manejo del cultivo que les permitan a los productores palmeros fortalecer su respuesta a la variabilidad y cambio climático.

Por lo tanto, desde CENIPALMA se propone el proyecto DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE MANEJO AGRONÓMICO PARA EL CULTIVO DE LA PALMA COMO RESPUESTA A LOS EFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR, el cual será ejecutado en la Zona Norte colombiana, respondiendo a una necesidad sentida e inmediata para buscar alternativas de manejo y respuesta al estrés ambiental generado por la variabilidad climática que terminan afectando la palma de aceite.



1. SITUACIÓN PROBLEMA

En las últimas décadas, la expansión del cultivo de la palma se ha relacionado básicamente con dos factores, la posibilidad de utilizar el aceite de palma, como es bien conocido en el mercado internacional, especialmente en las industrias alimenticia y farmacéutica; y su uso para la energía se genera a partir de combustibles agrícolas.

Según investigaciones del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 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 (7 por ciento) tienen tierras aptas para realizar una combinación armónica entre las actividades agrícolas y forestales.

Por consiguiente, el uso agroforestal revela ampliamente la necesidad de proteger, conservar y manejar racionalmente los recursos en forma simultánea con la producción y extracción de productos cultivados adecuadamente, a su garantizando mantener el equilibrio y lograr un equilibrio entre población y ambiente. (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI, 2018)

En el caso de Colombia, 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, el 7,4% de la producción agrícola y el 3,9% de la producción agrícola. 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 merma en la producción es la falta de lluvias que afecta a la agricultura colombiana. La situación fue peor en la zona norte del país, donde la producción de petróleo cayó un 17,7%. 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 acentuando 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 malas hierbas, plagas y enfermedades (CGIAR, 2009). Estos impactos cambiarán con el pasar de los años, encontrando factores de estrés en las plantas durante períodos más fríos y/o incrementarlos durante los períodos más calientes (Garrett *et al.*, 2006).

Aunque existe cierto conocimiento sobre las tecnologías y las mejores prácticas a utilizar en el cultivo de la palma de aceite, prácticas que ayudan a contrarrestar las baja en la producción o la aparición o aumento de plagas y enfermedades relacionados con la variabilidad climática, así como avances en las estrategias de transferencia de tecnología, hay ciertas brechas en este conocimiento que hay que cerrar con investigación adicional, así como en el Departamento del Cesar, donde los palmicultores, por diferentes motivos, no adoptan las tecnologías disponibles con una tasa de adopción y velocidad necesarias para fortalecer la resiliencia del sector.



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del clima en el Desarrollo de programas de manejo integrados con énfasis en la dinámica poblacional de los insectos en lotes de palma de aceite en el Municipio de Agustín Codazzi.

2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinación de la fluctuación poblacional de *Leptopharsa gibbicarina* en relación con factores ambientales en lotes de palma de aceite
- Comparar la fluctuación preliminar de las poblacionales de los defoliadores *Leptopharsa gibbicarina* de la palma en relación con la abundancia de la fauna benéfica (*entomopatógenos*, parasitoides, depredadores) y precipitación en lotes de palma de aceite.
- Evaluar la presencia de insectos que contribuyen a la polinización en la palma de aceite y su comportamiento en la llegada a las inflorescencias.

2. JUSTIFICACION

En la actualidad, el cuidado del ambiente es un aspecto importante debido al mal manejo de los recursos naturales, ya que trasciende a un problema social evidente en las zonas rurales del país; para este caso es el motivo por el cual se evidencia el agotamiento y deterioro del recurso suelo y agua que implica una problemática de carácter ambiental.

Este proyecto pretende responder a una necesidad inmediata para el caso de estreses ambientales, que afectan la palma de aceite de la Zona Norte. Esta necesidad igualmente se hace extensiva a la palmicultura en Colombia, por cuanto bajo un escenario, donde las condiciones climáticas extremas afectan de manera drástica la productividad del cultivo, se podría ver afectada toda el área de palma de aceite en el país representada para la zona en estudio, en 86.515 hectáreas de palma.

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 fácilmente este tipo de estrés.

Por otro lado, la palma de aceite, 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. Por lo cual, se implementarán prácticas de manejo del cultivo que mejoren 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.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Generalidades de la empresa o institución

Cenipalma trabaja con los palmicultores para la obtención de mejores resultados y los 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. Creado por el gremio palmicultor colombiano inició actividades en enero de 1991. Es catalogado como una corporación de carácter científico y técnico, sin ánimo de lucro, cuyo propósito es generar, adaptar y transferir tecnología en el cultivo de la palma de aceite, su procesamiento y consumo.

Su misión consiste en generar, adaptar y transferir soluciones tecnológicas, así como desarrollar nuevos procesos y productos de interés estratégico para la agroindustria de la palma de aceite colombiana, con liderazgo y enfoque prospectivo, de acuerdo con las demandas y necesidades de los palmicultores, para que el sector sea sostenible y competitivo internacionalmente.

A finales de la década de los años ochenta del siglo pasado, cuando Colombia ya contaba con cerca de 100.000 hectáreas sembradas de palma de aceite, se agudizaron los problemas tecnológicos del cultivo, especialmente en lo relacionado con la proliferación de múltiples plagas y la afección de enfermedades (especialmente la Pudrición del Cogollo), fenómenos que son inherentes al desarrollo de monocultivos en gran escala. Hoy se cultivan en el país 385.000 hectáreas, lo que permite a Colombia ser el primer productor de aceite de palma de América y el quinto del mundo, y generar

104.000 empleos (directos e indirectos). Los empresarios de la palma en estos años contaban en los años iniciales con asesores internacionales para atender estos problemas; sin embargo, encontraron que éstos eran propios del territorio colombiano, desconocidos en otras latitudes y, por tanto no se había generado tecnología a nivel internacional para atenderlos. En consecuencia, se hacía necesario que el país desarrollara su propia investigación.

En consorcio con Fedepalma, Ecopetrol y Si99, CENIPALMA realizó con éxito las pruebas de larga duración adelantadas con 12 buses del operador Si99 del sistema TransMilenio en Bogotá, son las primeras que se realizan en el mundo con biodiésel de palma a 2.600 metros sobre el nivel del mar, y a una temperatura promedio de 14 grados centígrados, con mezclas del 5, 10, 20, 30 y hasta del 50 por ciento de biodiésel, que se enfrentaron con porcentajes de ACPM.

4.1.1 LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE INVESTIGACIÓN:

- Sanidad vegetal (fitopatología y entomología aplicada a la palma de aceite).
- Agricultura de precisión (manejo integrado de suelos, aguas y geomática).
- Mejoramiento genético – con énfasis en la ciencia básica tradicional del fitomejoramiento (nobiotecnólogos).
- Ingeniería: automatización de plantas de procesamiento y manejo eficiente de la energía.
- Químicos con énfasis en la oleo-química.



4.1.2 SERVICIOS

- El Laboratorio de análisis foliar y de suelos
- Productos especializados
- Auditorias técnicas y de seguimiento
- Asistencia técnica y acompañamiento
- Capacitaciones
- Campos experimentales
- CeniSpace

4.2 MARCO CONTEXTUAL

Las pasantías fueron realizadas en el municipio de Agustín Codazzi, este se encuentra ubicado en la parte norte del departamento del Cesar a 45 minutos de la capital del departamento Valledupar, hace parte de la Serranía de Perijá. Lo rodean los municipios de La Paz y Sandiego al norte, Becerril al sur, Manaure y la Republica de Venezuela al Oriente y al Occidente con la Paz y El Paso. Sumado a esto, en la empresa Cenipalma, Plantación Sicarare,



Ilustración 1. Mapa del Municipio de Agustín Codazzi

Fuente: Google Maps, 2022

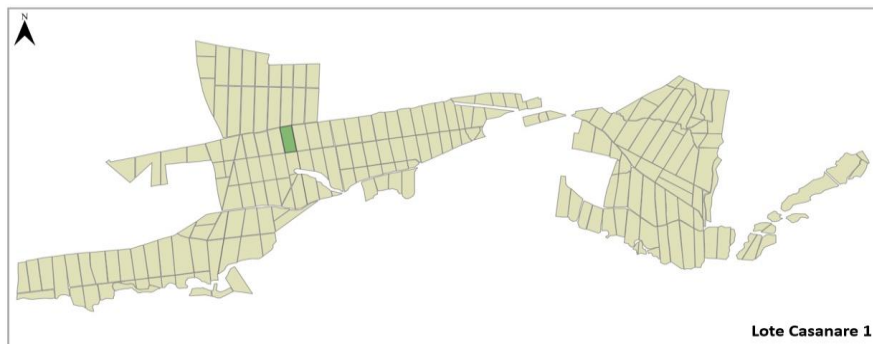


Ilustración 2. Lote Casanre 1 (Deflojadores y Polinizadores)



Ilustración 3. Lote Tamaca 13 (Deflojadores)

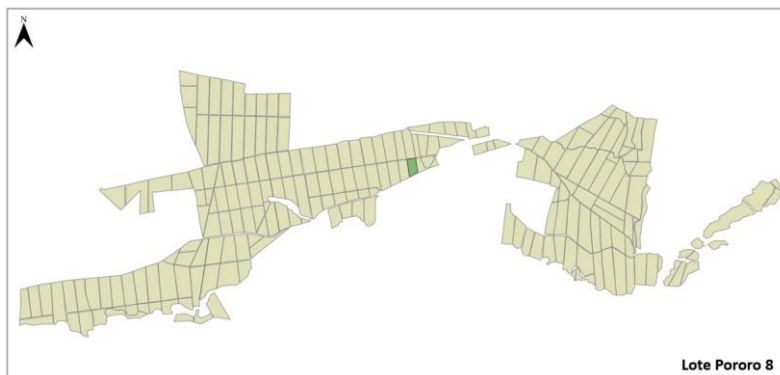


Ilustración 4. Lote Pororo 8 (Polinizadores)

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 poblacional

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.

4.3.3. Plaga

Aparición masiva y repentina de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales, como, respectivamente, la peste bubónica y la filoxera

Las plagas de la palma de aceite se pueden clasificar en insectos, enfermedades y vertebrados. Los principales insectos plaga son: los defoliadores, como los gusanos canasta y las orugas urticantes, el escarabajo rinoceronte, que ataca la corona, y la polilla del racimo.

4.3.4 Entomopatógeno

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 Parasitoides

Los parasitoides son insectos que durante su estado larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado (llamado hospedero), al cual eventualmente matan. Durante su estado adulto son de vida libre, y solamente se alimentan de agua o néctar. (CONAFOR, 2019)

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, también conocidos como agentes polinizadores o vectores polinizadores, son aquellos agentes bióticos o abióticos que se encargan de polinizar plantas y flores, haciendo posible el proceso de polinización. Es decir, son los encargados de transportar el polen desde los órganos florales masculinos hacia los órganos florales femeninos.



4.4 MARCO LEGAL

Los resultados de la investigación, así como el desarrollo de productos comerciales, desarrollos industriales, las patentes de invención, el secreto industrial u otros serán de propiedad intelectual del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma. A los investigadores solo se les otorga el derecho de autor en las publicaciones.

4.5 ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA PRÁCTICA

4.5.1 Línea

Sostenibilidad y gestión ambiental

4.5.2 Sub-línea

- Gestión integral de la biodiversidad y del patrimonio ambiental

- Biodiversidad
- Nuevas tecnologías de producción de cultivos tropicales
- Descubrimiento de nuevas especies
- Ecosistemas estratégicos
- Coberturas vegetales
- Especies amenazadas

4.5.3 FUNCIONES ESPECÍFICAS A DESARROLLAR

Las funciones a desarrollar en el escenario de práctica son:

- Muestreos de *L. gibbicularina* cada 20 días (grilla 5 x 5) de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos
- Elaboración de análisis estadístico para determinar relación entre las variables climáticas y la dinámica de las poblaciones de *L. gibbicularina*
- Muestreos de defoliadores cada 20 días (grilla 5 x 5) de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos
- Identificación de entomopatógenos presentes en los defoliadores
- Registro de datos y variables climáticos en el área de estudio
- Muestreos quincenales de insectos polinizadores en inflorescencias masculinas y femeninas.
- Marcación y colecta de las inflorescencias masculinas y femeninas Quincenal
- Análisis de los racimos formados a partir de las inflorescencias femeninas donde se hizo seguimiento de insectos polinizadores.
- Determinación de la viabilidad y germinación del polen.

RESPONSABLE DE LA SUPERVISIÓN EN LA EMPRESA

Carlos Enrique Barrios Trilleras, Ingeniero Agrónomo, egresado de la Universidad del Tolima, Ibagué, Master en Ciencias Agraria de la Universidad del Magdalena, Santa Marta.

Experiencia

De septiembre 2011 – Actualmente



Investigador Asistente I

Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite – Cenipalma

Programa Plagas y Enfermedades – Entomología

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

5.1 Determinar la fluctuación poblacional de *Leptopharsa gibbicarina* en relación con factores ambientales en lotes de palma de aceite

Se seleccionó un lote de palma de aceite infestado con *L. gibbicarina*, en el sitio de evaluación no se aplicaron insecticidas durante el tiempo que duro el estudio. Se realizaron muestreos cada 20 días, utilizando el sistema de grilla 5 x 5 y se contaron los individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos, así como el nivel de daño en las hojas 25. Los muestreos se realizaron aleatoriamente y de tal manera que a través de todas las evaluaciones se evaluaron todas las palmas del área de estudio.

Registro de datos climáticos. Paralelo a los muestreos, se llevaron los registros climáticos de la estación meteorológica más cercana de las que se instalaron durante el presente proyecto (ver actividad 6), con el fin de correlacionar las variables climáticas con las variaciones poblaciones de *L. gibbicarina* a través de la correlación de Spearman.

- **Registro de enemigos naturales.** Durante los muestreos de *L. gibbicarina*, se colectarán los depredadores y parasitoides; estos se llevarán al laboratorio y se realizarán montajes entomológicos para su posterior identificación con el apoyo de taxónomos especializados. Cuando se encuentren especímenes con algún síntoma de afección por algún entomopatógeno (hongos, bacterias), se colectarán de manera individual en tubos eppendorf

estériles y se llevarán al laboratorio. Allí, los individuos se pondrán en cámaras húmedas de manera individual y se realizarán observaciones al estereoscopio. De acuerdo a la naturaleza del entomopatógeno, se enviará al Laboratorio de Microorganismos Entomopatógenos de Cenipalma en Bogotá para su aislamiento e identificación.

- **Análisis estadístico.** Se realizarán correlaciones de spearman para determinar si existe alguna relación entre las variables climáticas y la dinámica de las poblaciones de *L. gibbicularina*.

5.2 Determinar la fluctuación poblacional de los defoliadores de la palma en relación con la abundancia de la fauna benéfica (entomopatógenos, parasitoides, depredadores) en lotes de palma de aceite.

- **Selección de área de estudio.** El experimento se realizará en lotes donde aparezcan brotes de insectos defoliadores como *O. cassina* o *D. gragatus*. En estos lotes se suspenderán las aplicaciones generalizadas de insecticidas químicos para el control de esta u otra plagas y se georreferenciarán todas las palmas con ayuda de un GPS marca Garmin modelo 64s.
- **Muestreos de insectos defoliadores en área de estudio.** Con el fin de tener una línea base y conocer la ubicación de los focos de los insectos defoliadores, en el lote seleccionado, se realizará muestreo inicial revisando la hoja 25 de todas las palmas, registrando presencia o ausencia de la plaga en la hoja revisada. La información se registrará a través de un celular y el software Cybertracker (herramienta ya utilizada en la plantación para el muestreo de plagas), la información se guardará en formato digital (Excel) e impresa en el libro de campo. Con la información obtenida se ubicarán los focos donde se encuentra la plaga y su distribución en el lote mediante el uso programas de información geográfica teniendo como



base la georreferenciación de las palmas del lote.

Posterior al muestreo inicial, se realizarán muestreos en red 5 x 5 (una palma cada tres palmas y tres líneas) cada 20 días durante 2 años, contando la totalidad de los individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos presentes en la hoja 25. Se utilizarán programas de información geográfica para ubicar los focos donde se encuentra la plaga y hacerle seguimiento a la misma.

- **Identificación de enemigos naturales.** Durante cada muestreo, se tomaron aleatoriamente 10 palmas y se colectó el total de individuos de insectos defoliadores presentes como *O. cassina* y *D. gragatus* encontrados sin importar su estado de desarrollo: huevos, larvas (identificando el instar larval), pupas y adultos. Los individuos colectados se llevaron al laboratorio donde se observaron en frascos plásticos de 500 ml de capacidad y sellados tela muselina para impedir el escape de los parasitoides.

Los controladores biológicos (parasitoides y depredadores) obtenidos durante los muestreos, se sacrificaron en cámara letal con acetato de etilo, se montaron en alfileres entomológicos y se hizo registro fotografico de caracteres morfológicos claves para su identificación taxonómica al menos hasta la categoría de familia. La identificación taxonómica se realizó con apoyo de taxónomos de la Universidad Nacional. Los insectos colectados se conservaron en la Colección Entomológica de la Zona Norte (ubicada en el Campo Experimental Palmar de la Sierra).

- **Identificación de entomopatógenos.** Los individuos con signos de infección por hongos entomopatógenos se pondrán en cámara húmeda para favorecer la esporulación del hongo, una vez esto ocurra, se aislarán los hongos en medio agar dextrosa Sabouraud (SDA), una vez purificado el hongo, se enviarán cajas Petri en cavas de icopor con gel refrigerante al

Laboratorio de Microorganismos entomopatógenos de Cenipalma en Bogotá para su identificación y conservación.

Las larvas con síntomas de infecciones virales (coloración blanco lechosa o café clara, fragilidad del integumento, posición colgante) se macerarán en solución salina según la metodología propuesta por Gómez *et al.* (2010), la suspensión obtenida se observará al microscopio (400X) en búsqueda de cuerpos de inclusión del virus, los cuales tienen una forma poliédrica característica. Aquellas muestras donde se observen posibles cuerpos de inclusión se administrará vía oral a larvas sanas en búsqueda de reproducir los síntomas de la enfermedad inicial, las larvas en las cuales se reproduzcan los síntomas se conservarán en solución salina estéril a -7°C según la metodología propuesta por Gómez *et al.* (2010).

- **Colecta de datos climáticos.** Paralelo a los muestreos en el área de estudio, se llevarán los registros de la precipitación, humedad relativa y temperatura (promedia, máxima y mínima diaria) a través de la Estación Meteorológica más cercana al área de estudio.
- **Análisis económico de servicios eco-sistémicos.** Se evaluará quincenalmente las palmas de cada lote de estudio, en los niveles foliares 17 y 25 (intercaladas) realizando un muestreo 5 x 5 (cada 5 líneas cada 5 palmas), donde se contabilizará el número de individuos de cada estado de desarrollo de las diferentes plagas presentes. De igual manera, se registrará la presencia de parasitismo, depredación o infección por algún microorganismo. Con apoyo de personal de Economía Agrícola de Cenipalma se analizarán los costos del establecimiento y mantenimiento de las plantas nectaríferas y manejo de las plagas para determinar los servicios ecos sistémicos provistos por las plantas nectaríferas.



5.3 Determinar la presencia de insectos que contribuyen a la polinización en la palma de aceite y su comportamiento en la llegada a las inflorescencias

El estudio se llevará a cabo en lotes de plantaciones de palma de aceite en la Zona Norte ubicadas en el departamento del Cesar y las actividades sobre germinabilidad del polen y el análisis de volátiles se realizarán en los laboratorios de Cenipalma de la Zona Central, por ser el lugar donde se encuentran los laboratorios especializados para dichos análisis.

- **Reconocimiento de la fauna de polinizadores en plantaciones de palma de aceite**

Se pretende conocer la fauna de las especies de insectos involucradas en la polinización de *E. guineensis*, *E. oleifera* y de los híbridos más importantes en las plantaciones. Para esto se debe establecer un sistema de muestreo aleatorio jerarquizado: seleccionando los municipios, aleatoriamente las plantaciones y en estas aleatoriamente las fincas y los lotes, en cada una de las zonas. Como criterio de selección se establece la necesidad de que tengan lotes con *E. guineensis* e híbridos. Además, en las Zonas donde se pueda tener acceso a palmas *E. oleifera* se realizará dicho estudio.

En cada lote seleccionado se escogerán cinco palmas que presenten flores masculinas y femeninas en antesis (Estadio fenológico 607). Se solicitará a la plantación el permiso para marcar y coleccionar las inflorescencias masculinas y femeninas en bolsas de plástico apropiadas para transportarla a los laboratorios de Cenipalma en el Palmar de la Sierra para su análisis. Cada colecta deberá ser codificada, registrando la plantación, el sitio, la fecha, el material de *E. guineensis*, o de híbrido, la edad de la palma, las especies de polinizadores y el número encontrado. Para el caso de *E. oleifera* se tomará la misma información. Para llevar a cabo estos registros se guardará la información en Excel. Este muestreo se llevará a cabo mensualmente en cada sitio seleccionado.

El verdadero polinizador será el que se encuentre en las inflorescencias masculinas y que se registre llevando polen a las inflorescencias femeninas. Durante las colectas en las plantaciones, se

observarán y colectarán organismos que se encuentren atacando o infectando las poblaciones de insectos polinizadores. Los insectos polinizadores y otros asociados se conservarán en alcohol al 70% o se harán montajes para incluirlos en la colección de insectos de Cenipalma de las Zonas Norte. La información se analizará usando estadística descriptiva, con los datos de diversidad de polinizadores, su abundancia y proporción, relacionada con las poblaciones totales, discriminando para cada plantación, zona palmera y especies de palma y variedad.

- **Biología y comportamiento de las especies predominantes de polinizadores en *E. guineensis***

Con base en observaciones de la actividad 1, se seleccionarán dos de los polinizadores más importantes y abundantes en las muestras para hacer estudios sobre su biología, hábitos y reproducción en las inflorescencias. Para esto se colectarán especímenes adultos y se confinarán en inflorescencias en antesis llevadas al laboratorio para hacer el seguimiento del ciclo de vida registrando la duración de sus estados. También, se tendrán observaciones en el campo en flores masculinas registrando su comportamiento de llegada a las inflorescencias su reproducción y el momento de desplazamiento hacia inflorescencias femeninas y su comportamiento en ellas. Para determinar la actividad de los polinizadores, diariamente durante la duración de la antesis en las inflorescencias se registrarán en intervalos de dos horas la llegada a las flores registrando la hora y el número de individuos que llegan, tanto en masculinas como en femeninas. Estas observaciones deben tener al menos 10 repeticiones.

- **Fluctuación poblacional de especies predominantes de polinizadores en *Elaeis guineensis* y su relación con el fruit set y la precipitación**

Se escogerán en la Zona Norte dos plantaciones en las cuales se seleccionarán y marcarán las palmas plantadas en 3 ha. Luego quincenalmente se realizará un censo en el que se registrarán las inflorescencias masculinas y femeninas en antesis presentes en el área seleccionada (estadio 607,



según lo descrito en la escala BBCH para la palma de aceite) (Forero *et al.* 2012; Forero y Romero 2012).

Para estimar la población de insectos polinizadores que llegan a las inflorescencias masculinas y femeninas en antesis, se utilizarán trampas de intersección de 5 x 5 cm, elaboradas con Cartonplast color blanco, impregnadas con un pegante (pega trac). Las trampas se colocarán junto a las inflorescencias masculinas y femeninas que se encuentren en antesis inicial y se retirarán 7 días después, al finalizar la antesis. El número de trampas en campo dependerá de la cantidad de inflorescencias masculinas y femeninas en antesis registradas por censo y plantación, máximo se monitoreará la población de polinizadores en 9 inflorescencias femeninas en antesis por censo con el fin de garantizar que sea posible realizar los análisis de racimos en el mismo momento. Las inflorescencias femeninas en las que se coloque la trampa se marcarán con un consecutivo con el fin de identificarlas posteriormente durante la cosecha y el análisis del racimo, de este modo se podrá relacionar las variables del análisis del racimo con la captura de polinizadores en las trampas. Después de los 7 días en las inflorescencias masculinas y femeninas en antesis, la trampa se llevará al laboratorio en donde se contarán los polinizadores capturados discriminando por especie y por inflorescencia. Para facilitar la remoción de los insectos de la trampa y su conteo, cada trampa se colocará en un plato Petri con thinner.

Paralelamente se registrará la precipitación diaria, registrada durante los 7 días en los que las trampas estuvieron en campo. El total de insectos polinizadores registrados por muestreo se correlacionará con el total de la precipitación y con los días de lluvia registrados durante la antesis.

El análisis del racimo se realizará 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 realizará según los criterios de cosecha definidos para los materiales *E. guineensis*, *E. oleifera* y para cada material híbrido. Al momento de la cosecha se registrará en una etiqueta la información del racimo (

Tabla 1). Los racimos se cortarán y se empacarán en un saco de fibra limpio y seco, recolectando los frutos que se desprendan 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 1. 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 pesará cada racimo verificando previamente que el corte del pedúnculo esté rasante sobre la base del racimo. Luego se realizará el desespigado en el que se separarán las espigas del pedúnculo del racimo para permitir la homogenización y el cuarteo. El pedúnculo sin espigas se pesará y se registrará 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 2. 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 retirar las brácteas y se clasifican los frutos en normales, partenocárpicos o flores abortadas. En cada grupo de frutos se deben contar y pesar todos los frutos. Con la información registrada se cuantificará 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 relacionarán con los promedios de los componentes del racimo cuantificados en el análisis del racimo

6. PRODUCTOS, INDICADORES Y ANÁLISIS DE RESULTADO

6.1 Determinación de la fluctuación poblacional de *Leptopharsa gibbicarina* en relación con factores ambientales en lotes de palma de aceite

Se seleccionó un lote de palma de aceite infestado con *L. gibbicarina*, en el sitio de evaluación no se aplicaron insecticidas durante el tiempo que duro el estudio. Se realizaron muestreos cada 20 días, utilizando el sistema de grilla 5 x 5 y se contaron los individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos, así como el nivel de daño en las hojas 25. Los muestreos se realizaron aleatoriamente y de tal manera que a través de todas las evaluaciones se evaluaron todas las palmas del área de estudio.

Paralelo a los muestreos, se llevaron los registros climáticos de la estación meteorológica más cercana de las que se instalaron durante el presente proyecto con el fin de correlacionar las variables climáticas con las variaciones poblaciones de *L. gibbicarina* a través de la correlación de Spearman.

Se realizaron los muestreos 13 y 14 en las inflorescencias masculinas y 7 sobre las inflorescencias femeninas en antesis de insectos polinizadores correspondientes al mes de julio de 2021, en los lotes Codazzi-*guineensis* y Codazzi-hibrido a través del uso de trampas de intersección ubicadas en inflorescencias. Además, durante los siete días que las trampas permanecieron en campo se registraron algunas variables climáticas expuestas en la tabla 1.

Una vez que se colectaron las trampas en campo, se registraron e identificaron las especies de polinizadores capturados en cada inflorescencia. En la tabla siguiente se en los promedios obtenidos en cada cultivar sobre inflorescencias masculinas y femeninas, al igual que las especies de polinizadores y el número encontrado. *Elaeidobius kamerunicus* es el polinizador con el mayor número de individuos capturados, seguido de *Mystrops costaricensis* y por último se encuentra *Elaeidobius subvittatus*.

Los muestreos del mes de julio presentan una disminución en el número de polinizadores en comparación a los valores registrados en los muestreos realizados en el mes de junio.

Se llevaron a cabo los muestreos de insectos polinizadores en los lotes Codazzi-*guineensis* y Codazzi-hibrido a finales de octubre y mediados de noviembre, examinando las inflorescencias masculinas y femeninas en estado de antesis o pre-antesis. En ambos lotes se buscaron inflorescencias a las cuales se les instalaron las trampas de intersección de vuelo de color blanco, cubiertas de pegante entre las espiguillas apicales y las espiguillas centrales de las inflorescencias, con el propósito de capturar los insectos polinizadores que son atraídos por las sustancias volátiles que emiten las inflorescencias en su periodo de antesis.

Una vez transcurrido 8 días, las trampas se retiraron, etiquetaron y se guardaron en bolsas de papel para su traslado al laboratorio de Sanidad Vegetal de la plantación Palmas Sicarare, con el propósito de hacer el conteo e identificación de los polinizadores. Para estos muestreos en ambos cultivar, se registraron 2 especies de la familia Curculionidae (*Elaeidobius kamerunicus* y *Elaeidobius subvittatus*) y 1 especie de la familia Nitidulidae (*Mystrops costaricensis*).

El insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* es hasta el momento la especie con la mayor cantidad de individuos capturados por las trampas, seguido de *Mystrops costaricensis* y en tercer lugar *Elaeidobius subvittatus*. En la tabla siguiente se presentan los promedios obtenidos en cada cultivar sobre inflorescencias masculinas y femeninas, al igual que las especies de polinizadores y el número encontrado.

Tabla 3. Número de insectos polinizadores colectados durante finales de junio e inicio del mes de julio de 2021 en lotes plantados con cultivares de *Elaeis guineensis* e híbrido

Muestreo	Fecha	Cultivar	Inflorescencia	Promedio $\pm$ I.C*	Especies registradas (total/10 trampas)
13- Codazzi	18-jun-2021	<i>E. guineensis</i>	Masculina	250,4,8 $\pm$ 36,2	<i>E. kamerunicus</i> (1059), <i>M. costaricensis</i> (133). <i>E. subvittatus</i> (60).
13- Codazzi	18-jun-2021	Híbrido	Masculina	158,6 $\pm$ 54,7	<i>E. kamerunicus</i> (609), <i>M. costaricensis</i> (117). <i>E. subvittatus</i> (67).
14- Codazzi	06-jul-2021	<i>E. guineensis</i>	Masculina	150,8 $\pm$ 27	<i>E. kamerunicus</i> (601), <i>M. costaricensis</i> (120). <i>E. subvittatus</i> (33).
14- Codazzi	06-jul-2021	Híbrido	Masculina	79 $\pm$ 22,6	<i>E. kamerunicus</i> (295), <i>M. costaricensis</i> (90). <i>E. subvittatus</i> (10).
7- Codazzi	06-jul-2021	<i>E. guineensis</i>	Femeninas	120,8 $\pm$ 16,2	<i>E. kamerunicus</i> (519), <i>M. costaricensis</i> (85).
7- Codazzi	06-jul-2021	Híbrido	Femeninas	85,2 $\pm$ 16,1	<i>E. kamerunicus</i> (383), <i>M. costaricensis</i> (43).

(OxG) en el municipio de Agustín Codazzi, Cesar.

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



- Reducción en el uso de pesticidas químicos para el control de insectos plaga (defoliadores y *Leptopharsa gibbicularina*) que afectan drásticamente la producción del cultivo a través de un manejo integrado con énfasis en el control biológico.

Dinámica poblacional de *Durrantia* sp.

Se realizaron los muestreos 9 y 10 correspondiente al mes de julio del defoliador *Durrantia* sp en el lote Codazzi-*Durrantia* utilizando una grilla 5 X 5 (una palma cada cinco palmas y cinco líneas), observando la hoja 17. Se identificaron larvas vivas y pupas en 127 palmas revisadas en el muestreo 9 y 149 palmas seleccionadas en el muestreo 10.



Ilustración 5. Muestreo de *Durrantia*

Para el muestreo 9 se contabilizaron un total de 32 larvas vivas, obteniendo el promedio calculado de $0,2 \pm 0,1$ larvas de *Durrantia*/hoja, se halló un máximo de 2 larvas y un mínimo de 0. En este muestreo

no se encontraron pupas de *Durrantia*. Por otro lado, para el muestreo 10 se contabilizaron 3 larvas vivas, con un promedio de $0,02 \pm 0,01$ larvas de *Durrantia*/hoja. Además, se identificaron un total 38 larvas de pupas de *Durrantia* sp. Registrando un promedio de $0,2 \pm 0,1$ pupas de *Durrantia*/hoja, con un máximo 4 pupas y un mínimo de 0 pupas. Para ambos muestreos no se observó la acción de hongos entomopatógenos en larvas o pupas.

Se llevó a cabo el muestreo 14 correspondiente al mes de octubre del defoliador *Durrantia* sp., en el lote Codazzi-*Durrantia* utilizando una grilla 5 X 5 (una palma cada cinco palmas y cinco líneas), observando la hoja 17 en el haz y el envés de todos los folíolos de la hoja seleccionada.

El muestreo número 15, se revisaron 147 palmas en el lote Codazzi-*Durrantia*, se obtuvo un total de 1371 larvas vivas de *Durrantia* sp., en su mayoría estaban en sus primeros instares larvas. De igual manera, se observaron 5 pupas sanas y 5 pupas afectadas por un entomopatógeno. El promedio obtenido para este muestreo de larvas fue de $9,3 \pm 1,3$ larvas de *Durrantia*/hoja y $0,1 \pm 0,05$ pupas de *Durrantia*/hoja, se registró un máximo de 63 larvas en una sola hoja y el mínimo hallado fue de 0 en múltiples ocasiones.

En el muestreo número 16, se examinaron 150 palmas en el lote Codazzi-*Durrantia*, contando un total de 42 larvas vivas de *Durrantia* sp., en su mayoría estaban pronto a estar en el estado de pre-pupa, el promedio obtenido para este muestreo de larvas fue de $0,3 \pm 0,1$ larvas de *Durrantia*/hoja. De la misma manera, se observaron 607 pupas sanas y 6 pupas afectadas por un entomopatógeno. El y $4,1 \pm 0,6$ pupas de *Durrantia*/hoja, se registró un máximo de 20 pupas en una sola hoja y el mínimo hallado fue de 0.

Se realizaron los muestreos 12 y 13 correspondiente al mes de septiembre del defoliador *Durrantia* sp., en el lote Codazzi-*Durrantia* utilizando una grilla 5 X 5 (una palma cada cinco palmas y cinco líneas), observando la hoja 17.

Para el muestreo 12 se observaron 148 palmas, obtenido un total de 14 larvas vivas, calculando el promedio de $0,09 \pm 0,04$ larvas de *Durrantia*/hoja, se halló un máximo de 2 y un mínimo de 0 larvas.

Además, se contabilizaron un total 118 pupas de *Durrantia* sp. registrando un promedio de $0,8 \pm 0,2$ pupas de *Durrantia*/hoja, con un máximo 14 y un mínimo de 0 pupas. Para este muestreo no se observó la acción de hongos entomopatógenos en larvas o pupas.

Por otro lado, para el muestreo 13 se revisaron el total de 150 palmas, registrando 1405 larvas vivas, con un promedio de $9,3 \pm 1,1$ larvas de *Durrantia*/hoja, con un máximo de 40 y mínimo de 0 larvas, siendo este muestreo el de mayor número de larvas encontradas, este aumento podría estar relacionado con el desarrollo de pupas encontrado en el muestreo pasado. Además, se contaron un total 8 pupas de *Durrantia* sp. registrando un promedio de $0,05 \pm 0,03$ pupas de *Durrantia*/hoja, con un máximo 1 y un mínimo de 0 pupas.

Tabla 4. Control Biológico de *Durrantia* sp.

Muestreo	Fecha	Control Biológico	Precipitación (mm)
1	22-dic-20	35,71	0,25
2	13-ene-21	92,9	1,88
3	04-feb-21	100	0
4	24-feb-21	100	1,2
5	17-mar-21	100	0
6	08-abr-21	100	34
7	12-may-21	100	142,4
8	03-jun-21	70	214
9	22-jun-21	0	55
10	13-jul-21	0	84
11	03-ago-21	0	47,4
12	24-ago-21	0	141,6
13	15-sep-21	0	198,2
14	05-oct-21	12,6	44,4
15	26-oct-21	50	45
16	17-nov-21	1	98,1
17	07-nov-21	0,1	54,9
18	28-dic-21	0,1	130,1
19	18-ene-22	0,01	35,1
20	08-feb-22	0,01	0

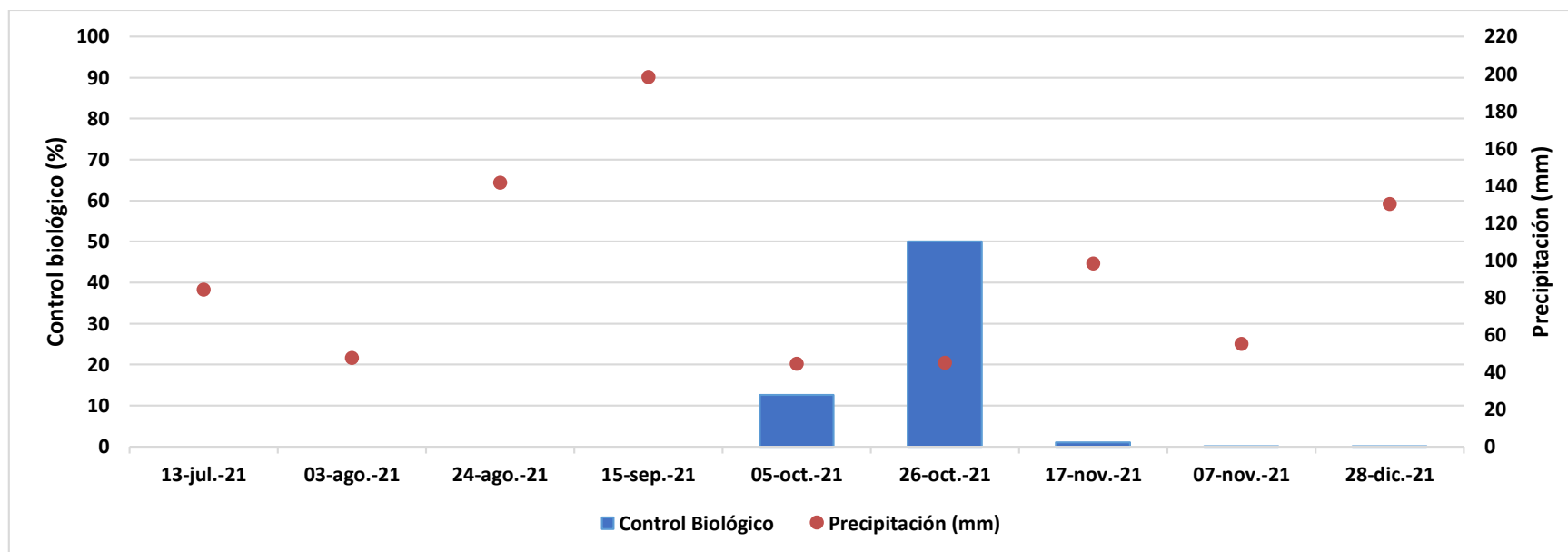


Además la tabla anterior denota que el muestreo 14 correspondiente al mes de octubre del defoliador *Durrantia* sp., en el lote Codazzi-*Durrantia* utilizando una grilla 5 X 5 (una palma cada cinco palmas y cinco líneas), observando la hoja 17 en el haz y el envés de todos los folíolos de la hoja seleccionada. El muestreo número 15, se revisaron 147 palmas en el lote Codazzi-*Durrantia*, se obtuvo un total de 1371 larvas vivas de *Durrantia* sp., en su mayoría estaban en sus primeros instares larvas. De igual manera, se observaron 5 pupas sanas y 5 pupas afectadas por un entomopatógeno. El promedio obtenido para este muestreo de larvas fue de $9,3 \pm 1,3$ larvas de *Durrantia*/hoja y $0,1 \pm 0,05$ pupas de *Durrantia*/hoja, se registró un máximo de 63 larvas en una sola hoja y el mínimo hallado fue de 0 en múltiples ocasiones.

En el muestreo número 16, se examinaron 150 palmas en el lote Codazzi-*Durrantia*, contando un total de 42 larvas vivas de *Durrantia* sp., en su mayoría estaban pronto a estar en el estado de pre-pupa, el promedio obtenido para este muestreo de larvas fue de $0,3 \pm 0,1$ larvas de *Durrantia*/hoja. De la misma manera, se observaron 607 pupas sanas y 6 pupas afectadas por un entomopatógeno. El y $4,1 \pm 0,6$ pupas de *Durrantia*/hoja, se registró un máximo de 20 pupas en una sola hoja y el mínimo hallado fue de 0.



Ilustración 6. Pupa de *Durrantia* depredada por hormigas



Gráfica 1. Control Biológico de Durrantia sp



**Universidad
Popular del Cesar**

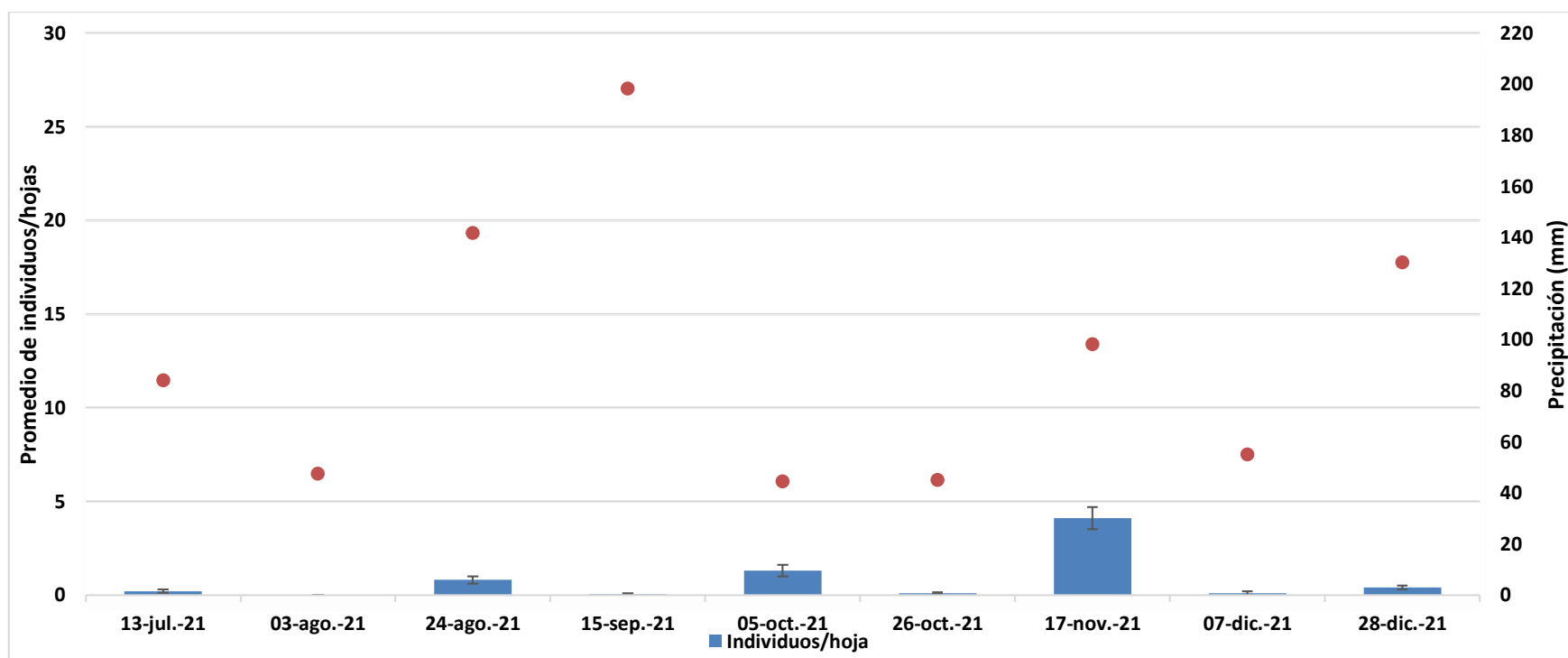
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Tabla 5.

Datos control precipitación de Durrantia sp

Muestreos	Fecha	Individuos/hoja	I.C	Precipitación (mm)
10	13-jul-21	0,2	0,09	84
11	03-ago-21	0	0	47,4
12	24-ago-21	0,8	0,2	141,6
13	15-sep-21	0,05	0,03	198,2
14	05-oct-21	1,3	0,3	44,4
15	26-oct-21	0,1	0,05	45
16	17-nov-21	4,1	0,6	98,1
17	07-dic-21	0,1	0,1	54,9
18	28-dic-21	0,4	0,1	130,1



Gráfica 2. Datos control precipitación de Durrantia

-
- Dinámica poblacional de *Phobetron* sp.

Se realizó el muestreo número 11 correspondiente al mes de julio para *Phobetron* sp. El muestreo se ejecutó siguiendo una grilla 5 X 5 (una palma cada cinco palmas y cinco líneas), observando la hoja 17. Se identificaron larvas y se registró un total de 89 palmas.

Para este muestreo se contabilizaron 7 larvas vivas, 1 larva afectadas por algún parasitoide, obtenido un promedio de $0,08 \pm 0,06$ de larvas de *Phobetron*/hoja, además se obtuvo un porcentaje de 12,5% de control biológico en este muestreo. Para este muestreo no se observaron pupas. La siguiente tabla muestra los datos climáticos *Phobetron* sp

Se realizó el muestreo número 14 correspondiente al mes de septiembre para *Phobetron* sp. El muestreo se hizo siguiendo una grilla 5 X 5 (una palma cada cinco palmas y cinco líneas), observando la hoja 17. Se identificaron larvas vivas y afectadas por parasitoides, para este muestreo no se observaron pupas.

Para el muestreo se registraron un total de 53 larvas vivas y 9 larvas afectadas por un parasitoide, alcanzando un promedio de $0,7 \pm 0,2$ de larvas de *Phobetron*/hoja, para este muestreo se revisaron un total de 84 palmas. Además, se obtuvo un porcentaje del 14,5% de control biológico. Se colectaron 14 larvas, de las cuales 5 estaban vivas, 3 alcanzaron el estadio de pupa y las 9 larvas afectadas por el parasitoide

Se realizó el muestreo de *Phobetron* sp. número 17 correspondiente al mes de noviembre de 2021. El muestreo se hizo siguiendo una grilla 5 X 5 (una palma cada cinco palmas y cinco líneas), registrando el total de larvas vivas y afectada por un parasitoide presentes en la hoja 17. Posteriormente, los datos se agregaron en la base de datos para su análisis y construcción de gráficos.

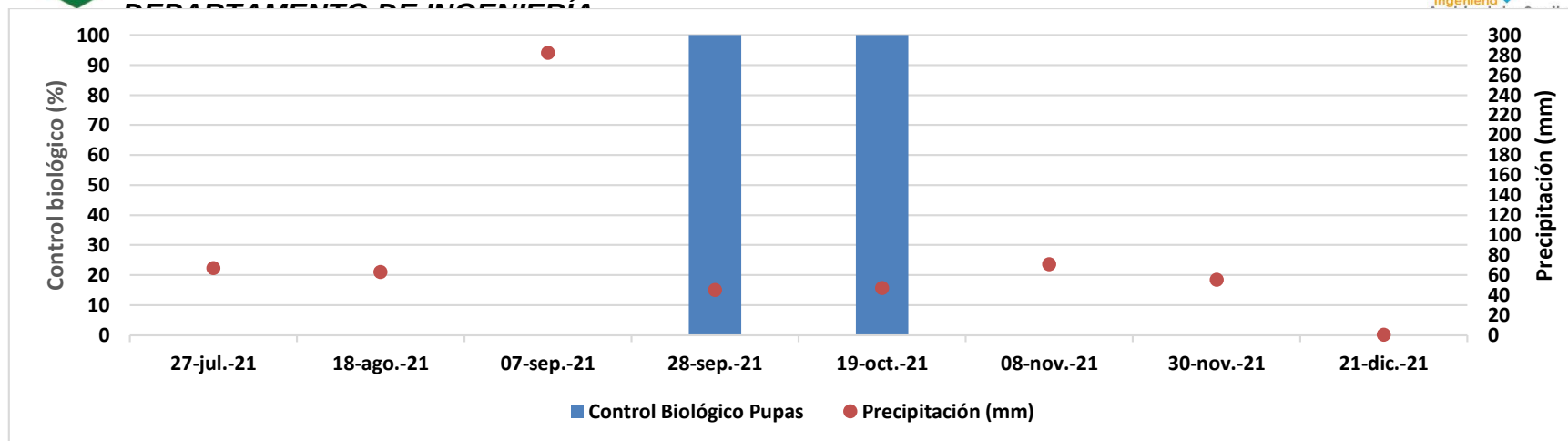
El muestreo número 17 fueron evaluadas un total 90 palmas en el lote Codazzi-*Phobetron*, se registraron en total 12 larvas vivas de *Phobetron* sp y una larva afectada por un endoparasitoide. El promedio para este muestreo fue de $0,1 \pm 0,08$ larvas de *Phobetron* sp/hoja y cero pupas visualizadas en las hojas.

Tabla 6. Datos climáticos *Phobetron* sp

Muestreos	Fecha	Control Biológico Pupas	Precipitación (mm)
12	27-jul-21	0	67
13	18-ago-21	0	63
14	07-sep-21	0	282,2
15	28-sep-21	100	44,8
16	19-oct-21	100	46,8
17	08-nov-21	0	70,7
18	30-nov-21	0	55,1
19	21-dic-21	0	0,3

Tabla 7. Control biológico individuos por hojas Phobetron sp

Muestreos	Fecha	Individuos/hoja	I.C	Precipitación (mm)
13	18-ago-21	0	0	63
14	07-sep-21	0	0	282,2
15	28-sep-21	0,01	0,02	44,8
16	19-oct-21	0,01	0,02	46,8
17	08-nov-21	0	0,00	70,7
18	30-nov-21	0	0	55,1
19	21-dic-21	0	0,00	0,3



Gráfica 3. Control microbiológico de *Phobetron sp*

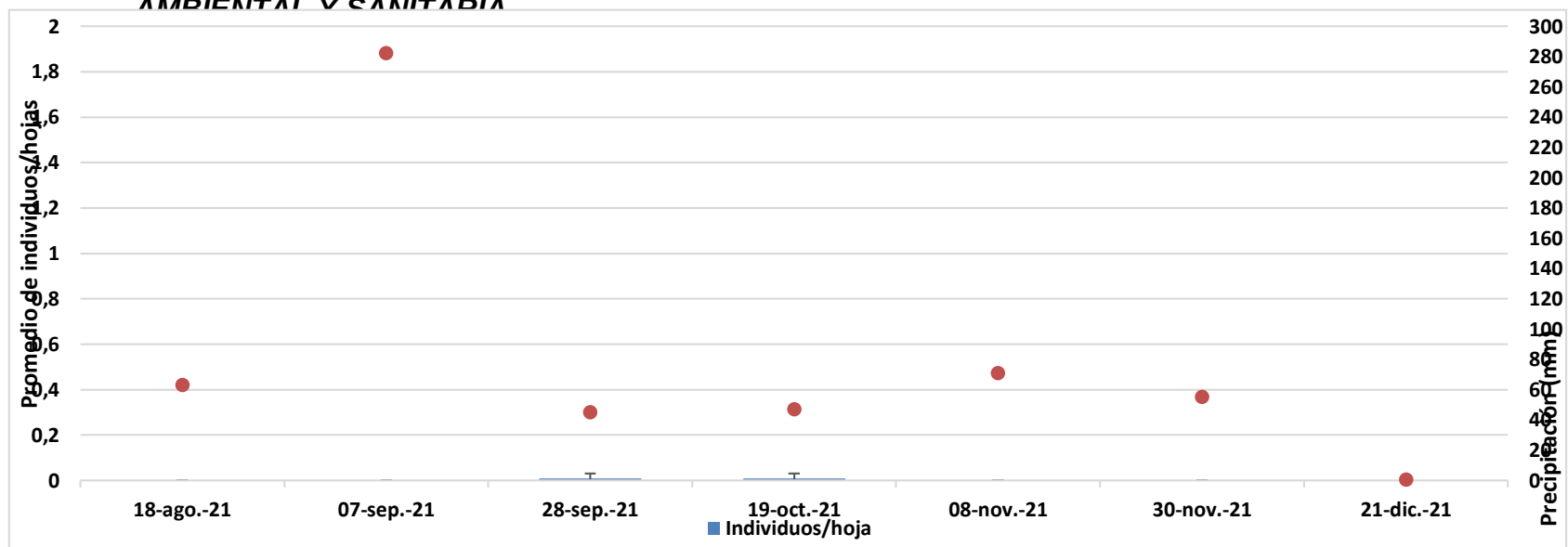


Universidad
Popular del Cesar

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA



Ingeniería
Ambiental y Sanitaria



Gráfica 4. Control biológico individuos por hojas *Phobetreron sp*



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Dinámica poblacional de *Leptopharsa gibbicarina*

Se realizó el muestreo número 14 y 15 de *L. gibbicarina* correspondientes al mes de octubre en el lote Codazzi-*Leptopharsa*, revisando en la hoja 25 los adultos vivos.

En el muestreo número 14 se revisó un total de se revisaron un total de 86 palmas, se contabilizaron 60 adultos vivos de *L. gibbicarina*, calculando un promedio de $0,7 \pm 0,3$ adultos de *L. gibbicarina*/hoja. También se halló un máximo de 7 y un mínimo de 0 de adultos. En esta ocasión, se encontró un adulto afectado por un entomopatógeno, calculando un porcentaje de 1,7% de control biológico.

Para el muestreo número 15 se examinaron un total 82 palmas, se registraron 60 adultos vivos de *L. gibbicarina*, calculando un promedio de $0,7 \pm 0,4$ adultos de *L. gibbicarina*/hoja. También se halló un máximo de 12 y un mínimo de 0 de adultos. En esta ocasión, se encontró un adulto afectado por un entomopatógeno, calculando un porcentaje de 1,7% de control biológico.

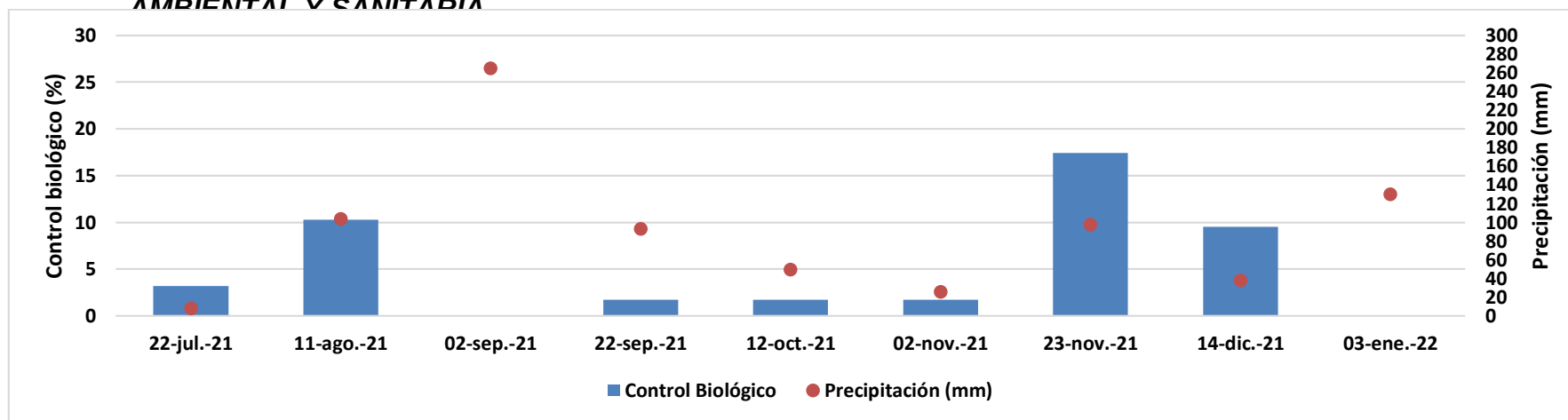
Tabla 8. Datos climáticos *Leptopharsa gibbicarina*

Muestreos	Fecha	Control Biológico	Precipitación (mm)
11	22-jul-21	3,2	7,4
12	11-ago-21	10,3	103,2
13	02-sep-21	0	264,2
14	22-sep-21	1,7	92,8
15	12-oct-21	1,7	49,2
16	02-nov-21	1,7	25,2
17	23-nov-21	17,4	97
18	14-dic-21	9,5	37,6
19	03-ene-22	0	129,8



Universidad
Popular del Cesar

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA



Gráfica 5. Datos climáticos Leptopharsa gibbicularina

6.3 Determinar la presencia de insectos que contribuyen a la polinización en la palma de aceite y su comportamiento en la llegada a las inflorescencias

Se escogieron en la Zona Norte dos plantaciones en las cuales se seleccionaron y marcaron las palmas plantadas en 3 ha. Luego quincenalmente se realizó un censo en el que se registraron las inflorescencias masculinas y femeninas en antesis presentes en el área seleccionada (estadio 607, según lo descrito en la escala BBCH para la palma de aceite).

Para estimar la población de insectos polinizadores que llegan a las inflorescencias masculinas y femeninas en antesis, se utilizaron trampas de intersección de 5 x 5 cm, elaboradas con Cartonplast color blanco, impregnadas con un pegante (pega trac).

Estas se colocaron junto a las inflorescencias masculinas y femeninas. Las inflorescencias femeninas en las que se coloque la trampa se marcaron con un consecutivo con el fin de identificarlas posteriormente durante la cosecha y el análisis del racimo, de este modo se relacionaron las variables del análisis del racimo con la captura de polinizadores en las trampas.

Paralelamente se registró la precipitación diaria, registrada durante los 7 días en los que las trampas estuvieron en campo. Como lo denota las siguientes tablas.

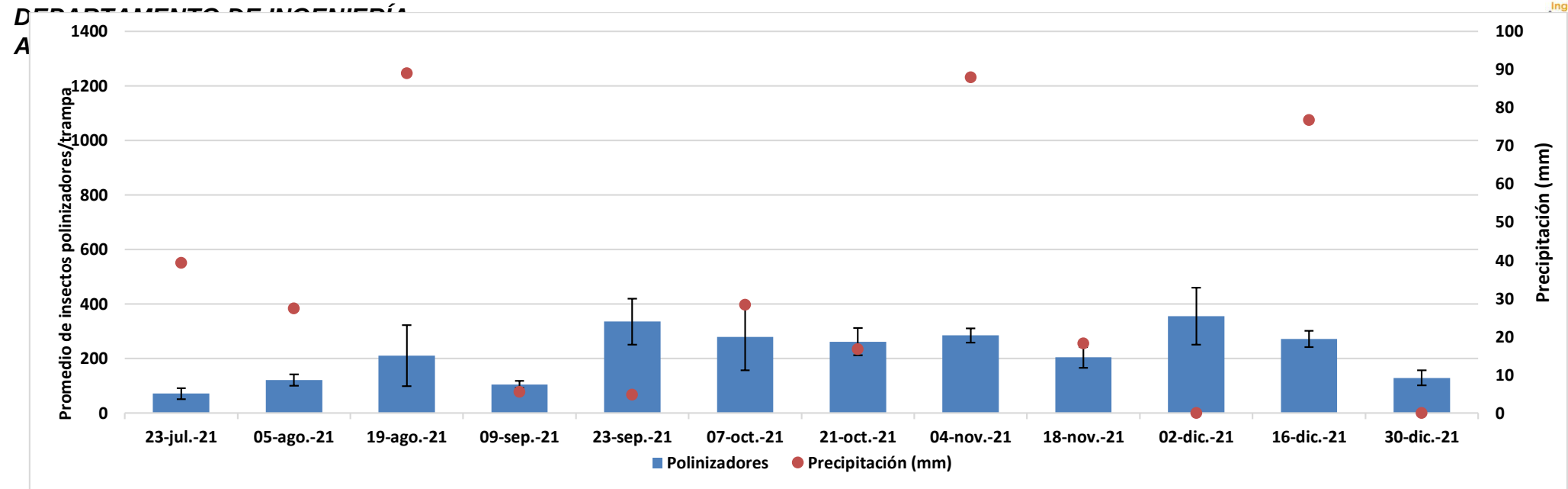


Tabla 9. Datos climáticos muestreo de polinizadores Masculinas

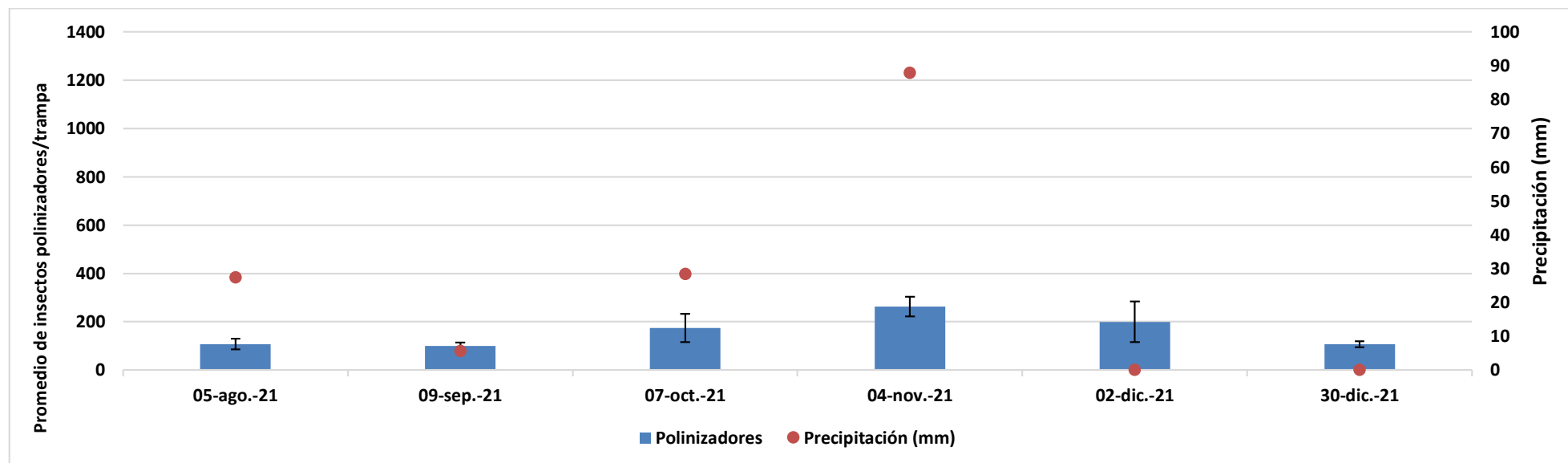
Muestreos	Fecha	Polinizadores	Precipitación (mm)	I.C
15	23-jul-21	71,8	39,4	20,2
16	05-ago-21	121,6	27,4	20,8
17	19-ago-21	210,8	89	112,3
18	09-sep-21	105,4	5,6	13
19	23-sep-21	335,4	4,8	83,7
20	07-oct-21	279,8	28,4	122,6
21	21-oct-21	262	16,8	49,5
22	04-nov-21	284,8	87,88	26,6
23	18-nov-21	204,2	18,3	37,5
24	02-dic-21	356	0	104,6
25	16-dic-21	271,8	76,7	29,5
26	30-dic-21	129,4	0	27,1

Tabla 10. Datos climáticos muestreo de polinizadores Femeninas

Muestreo	Fecha	Polinizadores	Precipitación (mm)	I.C
8	05-ago-21	107,4	27,4	22,3
9	09-sep-21	99,4	5,6	14,1
10	07-oct-21	173,8	28,4	58,8
11	04-nov-21	263,2	87,88	40,4
12	02-dic-21	199,6	0	83,6
13	30-dic-21	107,4	0	12,6



Gráfica 6. Datos climáticos muestreo de polinizadores Masculinas



Gráfica 7. Datos climáticos muestreo de polinizadores Femeninas

Tabla 11. Fluctuación poblacional de especies predominantes de polinizadores en *Elaeis guineensis* y su relación con el fruit set y la precipitación

Muestreo	Fecha de trampa	Fecha Cosecha	Linea	Palma	Cultivar	Frutos Suelos	Peso o Racimo (g)	Peso Pedunculo (g)	Peso Raquillas (g)	# Raquillas	# Frutos Normales	Peso Frutos normales (g)	# Frutos Partenocarpicos	Peso Frutos partenocarpicos (g)	# Frutos abortados	Peso Frutos abortados (g)	FRUTOS NORMALES	FRUIT SET (%)	FRUTOS PARTENOCA RPICOS (%)	FRUTOS ABORTADAS (%)	FRUTOS EN RACIMO O FRUTOS NORMALES (%)	FRUTOS EN RACIMO FRUTOS PARTENOCA RPICOS (%)
2	15/01/2021	13/07/2021	14	1	Hibrido OxG	218	18940	1420	4000	32	313	1920	352	675	310	169	32,1	68,2	36,1	31,8	7,2	8,1
2	15/01/2021	13/07/2021	16	7	Hibrido OxG	38	26680	1760	4000	28	478	2660	276	361	116	66	54,9	86,7	31,7	13,3	11,2	6,4
2	15/01/2021	13/07/2021	15	7	Hibrido OxG	27	25940	2340	4020	24	399	1740	490	493	213	85	36,2	80,7	44,5	19,3	9,0	11,1
2	15/01/2021	27/07/2021	14	7	Hibrido OxG	34	23240	2240	4006	32	210	1500	569	1280	223	93	21,0	77,7	56,8	22,3	4,7	12,8
2	15/01/2021	27/07/2021	4	10	Hibrido OxG	48	21600	2080	4020	29	439	2340	198	219	332	171	45,3	65,7	20,4	34,3	9,9	4,5

3	11/02/2021	24/08/2021	10	11	Hibrido OxG	29	19820	1580	4040	21	210	2620	330	460	102	53	32,7	84,1	51,4	15,9	4,8	7,5
3	11/02/2021	24/08/2021	10	10	Hibrido OxG	18	17000	1160	4060	33	290	1700	688	1099	125	66	26,3	88,7	62,4	11,3	6,7	15,8
3	11/02/2021	24/08/2021	11	5	Hibrido OxG	63	23240	2260	4020	21	222	2120	660	930	3	1	25,1	99,7	74,6	0,3	5,0	14,8
4	12/03/2021	29/09/2021	5	20	Hibrido OxG		8560	1060	3000	43	17	193	716	1660	166	56	1,9	81,5	79,6	18,5	0,5	20,9
4	12/03/2021	29/09/2021	3	20	Hibrido OxG		10900	1488	3040	18	68	620	374	1360	16	32	14,8	96,5	81,7	3,5	1,9	10,6
4	12/03/2021	29/09/2021	8	16	Hibrido OxG		12980	1940	3020	36	54	550	499	1036	0	0	9,8	100,0	90,2	0,0	1,5	14,1
4	12/03/2021	29/09/2021	10	3	Hibrido OxG		14800	1860	3040	25	28	240	669	1880	0	0	4,0	100,0	96,0	0,0	0,8	19,2
5	09/04/2021	06/10/2021	10	6	Hibrido OxG	5	19080	2223	4040	26	194	1211	624	1725	16	7	23,3	98,1	74,8	1,9	4,2	13,6
5	09/04/2021	06/10/2021	10	4	Hibrido OxG	0	22940	2120	4040	21	173	1257	610	1445	52	29,5	20,7	93,8	73,1	6,2	3,9	13,7
5	09/04/2021	06/10/2021	12	19	Hibrido OxG	9	23920	2380	4000	20	366	2240	321	709	62	24	48,9	91,7	42,9	8,3	8,2	7,2

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

AMBIENTAL Y SANITARIA

5	09/04/ 2021	06/10/ 2021	9	10	Hibrido OxG	0	2196 0	2013	4060	25	321	1729	648	1198	37	15	31,9	96, 3	64,4	3,7	7,2	14,5
5	09/04/ 2021	06/10/ 2021	10	14	Hibrido OxG	0	2294 0	2120	4040	21	173	1257	610	1445	52	29,5	20,7	93, 8	73,1	6,2	3,9	13,7
6	04/06/ 2021	25/11/ 2021	19	18	Hibrido OxG	147	2056 0	1960	4020	36	122	2084	256	505	106	50	25,2	78, 1	52,9	21,9	2,7	5,8
6	04/06/ 2021	25/11/ 2021	13	1	Hibrido OxG	11	1974 0	2760	4000	38	108	693	907	1090	331	84	8,0	75, 4	67,4	24,6	2,3	19,5
6	04/06/ 2021	25/11/ 2021	14	3	Hibrido OxG	63	1288 0	1660	3040	31	133	1060	428	965	123	42	19,4	82, 0	62,6	18,0	3,8	12,3
6	04/06/ 2021	22/12/ 2021	13	5	Hibrido OxG	280	8500	1093	3020	52	132	1002	535	851	328	93	13,3	67, 0	53,8	33,0	3,8	15,4
7	06/07/ 2021	22/12/ 2021	16	6	Hibrido OxG	6	1630 0	1938	3040	24	69	938	160	242	385	116	11,2	37, 3	26,1	62,7	2,0	4,6

El análisis de racimo se realizó teniendo en cuenta las inflorescencias femeninas a las que se les colocó una trampa para el monitoreo de insectos polinizadores siguiendo la metodología propuesta por Prada y Romero (2013).

Las inflorescencias femeninas en antesis donde se realizó el muestreo de polinizadores en los lotes Codazzi-*guineensis* y Codazzi-hibrido, se marcaron con cinta de precaución con la finalidad de realizar el seguimiento hasta que alcance la maduración los racimos. Se les hizo seguimiento a los racimos del muestreo 4 (12-03-2021) del lote Codazzi-*guineensis*, teniendo como resultados un racimo abortado y dos racimos cosechados, también se cosecharon tres racimos del cultivar híbrido del muestreo 3 (11-02-2021); a los racimos cosechados se les realizó el respectivo análisis de conformación del racimo (Fruit-set).

Una vez cortados los racimos de la palma de ambos cultivares, estos se guardaron individualmente en sacos de fibra y se llevaron al laboratorio de calidad de aceite en la extractora de la empresa Palmas Sicarare para su análisis. Cada racimo fue pesado, y posteriormente se separaron las espigas con un hacha del pedúnculo con el propósito de tomar unas muestras de espigas, dependiendo del peso del racimo, así como pesar el pedúnculo. Inmediatamente de obtener la muestra de espigas se desprendieron los frutos y se clasificaron en frutos normales, partenocarpicos y abortados

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 12. Cronograma de actividades

Etapa o Hito (Marque con X)	MESES																			
	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6.1.2 Muestreos de L. gibbicularina cada 20 días (grilla 5 x 5) de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos			X			X			X			X			X			X		
6.1.4 Elaboración de análisis estadístico para determinar relación entre las variables climáticas y la dinámica de las poblaciones de L. gibbicularina			X			X			X			X			X			X		
6.2.2 Muestreos de defoliadores cada 20 días (grilla 5 x 5) de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos		X			X			X			X			X			X			X
6.2.4 Identificación de entomopatógenos presentes en los defoliadores		X			X			X			X			X			X			X
6.2.5 Registro de datos climáticos en el área de estudio		X			X			X			X			X			X			X
6.3.1 Marcación y colecta de las inflorescencias masculinas y femeninas Quincenal	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
6.5.1 Muestreos quincenales de insectos polinizadores en inflorescencias masculinas y femeninas.	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
6.5.2 Registro de variables climáticas en área de estudio.		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
6.5.3 Análisis de los racimos formados a partir de las inflorescencias femeninas donde se hizo seguimiento de insectos polinizadores.			X	X		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	



Ingeniería Ambiental y Sanitaria

[illegible]

Ambiental y Sanitario



8. PRESUPUESTO

Tabla 13. Tabla de costos directos

COSTO HUMANO					
COSTOS DIRECTOS					
ITEM	DESCRIPCION	MES	CANTIDAD	COSTO MENSUAL	TOTAL
1	Practicante	6	1	1.000.000	6.000.000
2	Biologo	6	1	3.000.000	3.000.000
SUB-TOTAL					9.000.000

Tabla 14. Tabla de costos indirectos

MATERIAL Y TRANSPORTE					
COSTOS INDIRECTOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1	Tijera	GL	2	2000	4000
2	Pegante		1	186.000	186.000
3	Rollos PITA		3	7000	21.000
4	Bolígrafos		6	1.000	6000
5	Papelería		GL	565.000	565000
6	Cuchillos		1	20.000	20.000



7	Hacha	1	38.000	38.000
8	Guantes cuero	4	5.000	20.000
9	Escalera	1	1.220.000	1.220.000
10	Cartonplast 5mm	1	80.000	80.000
11	Malayo	1	85.000	85.000
12	Machete	1	125.000	125.000
13	Tazas	2	10.000	30000
14	Bascula gramera 40 kg	1	10.000	10.000
15	Bascula gramea 150 kg	1	140.000	140.000
16	Microscopio triocular con contraste de fase y campo oscuro	1	180.000	180.000
17	ESTEREOCOPIO TRIOCULAR con fuente de luz led	1	13.804.000	13.804.000
18	Cámara fotográfica	1	8.330.000	8.330.000
19	Cinta de peligro	4	1.475.000	5.900.000
20	Valdez	2	24.000	48.000
21	Carretilla	1	40.000	40.000
22	Frasco transportador de insectos	10	28.500	285.000
23	Caja Petri	4	30.000	30.000



24	Kit manipulación de insectos	1	20.000	20.000
SUB-TOTAL				31.187.000
		TOTAL		71.374.000
		IMPREVISTOS (10%)		7.137.400
		TOTAL PROYECTO		78.511.400



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En este proyecto denotamos 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 fácilmente este tipo de estrés y propender la aparición masiva y repentina de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales, como, respectivamente, la peste bubónica y la filoxera
- La reducción en el uso de pesticidas químicos para el control de insectos plaga (defoliadores y *Leptopharsa gibbicularina*) ayudan a la producción del cultivo a través de un manejo integrado con énfasis en el control biológico.
- El insecto polinizador *Elaeidobius kamerunicus* es hasta el momento la especie con la mayor cantidad de individuos capturados por las trampas, seguido de *Mystrops costaricensis* y en tercer lugar *Elaeidobius subvittatus*.
- En el Departamento del Cesar, cultivar palma de aceite, haría bien en considerar este cultivo dentro de un contexto agroindustrial de crecimiento, en el cual los efluentes, lejos de ser un problema real potencial o en crecimiento, fueran un factor positivo
- Adoptar mecanismos limpios, que minimicen impactos en la producción de aceite de palma o de palmiste para la fabricación, como parte del complejo, de grasas, margarinas, aceites de cocina y ensalada, aditivos industriales y, tal vez antes de que transcurra mucho tiempo, un sustituto de diésel y para alimentos farmacéuticos y químicos.



- El cultivo de palma trae un gran desarrollo económico de carácter agroindustrial, del cual la clave es el tamaño y ubicación de las unidades compositivas de un desarrollo que depende de la disponibilidad de tierras adecuadas y de climas convenientes para su cultivo y el de otras plantas.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ayudya, D. R., Herlinda, S., & Suwandi, S. (2019). Insecticidal activity of culture filtrates from liquid medium of *Beauveria bassiana* isolates from South Sumatra (Indonesia) wetland soil against larvae of *Spodoptera litura*. *Biodiversitas*, 20(8), 2101–2109. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200802>
- Dumont, Y., Soulie, J. C., & Michel, F. (2018). Modeling oil palm pollinator dynamics using deterministic and agent-based approaches. Applications on fruit set estimates. Some preliminary results. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 41(18), 8545–8564. <https://doi.org/10.1002/mma.4858>
- Caballero, P.; Williams, T. 2008. Capítulo 8. Virus Entomopatógenos. En Jacas, A.; Urbaneja, A. (Ed). Control Biológico de Plagas Agrícolas. PHYTOMA. España. 448 p. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/los-entomopatogenos-control-biologico-de-plagas> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.
- Conafor, Comisión Nacional Forestal (2019). *INSECTOS DEFOLIADORES*. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/429645/Alerta_Temprana_Defoliador_Enero_2019.pdf
- Fernandez, L. B. dos R., Filho, M. M. D., Fernandes, M. A., & Penteado-Dias, A. M. (2010). Ichneumonidae (Hymenoptera) parasitoides de larvas de Lepidoptera asociadas a *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(2), 263–269. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000200009>
- Gerónimo-Torres, J., Torres-de la Cruz, M., Pérez-de la Cruz, M., De la Cruz-Pérez, A., Ortiz-garcía, C., & Cappello-García, S. (2016). Caracterización de aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* y su patogenicidad hacia *Hypothenemus hampei*, en Tabasco, Mexico. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 28–35.
- Moslim, R., Wahid, M. B., Ali, S. R. A., & Kamarudin, N. (2010). The Effects Of Oils On Germination Of *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin And Its Infection Against The Oil Palm Bagworm, *Metisa Plana* (Walker). *Journal of Oil Palm Research*, 16(2), 78–87. <http://www.eco.nsc.ru/labpat/pdf/kryukov/Kryukov Biological activity 2010.pdf>



- Lin, Y., Wang, Y., Iqbal, A., Shi, P., Li, J., Yang, Y., & Lei, X. (2017). Optimization of culture medium and temperature for the in vitro germination of oil palm pollen. *Scientia Horticulturae*, 220, 134–138. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.040>
- Duque, A. L. (2010). Estimación de conflictos de uso de la tierra por dinámica de cultivos de palma africana, usando sensores remotos. Caso: departamento del cesar. Medellín..
- JURADO, O. (2013). Análisis de la ampliación de la frontera agrícola del cultivo de palma africana en el departamento del cesar a través de tecnologías geoespeciales y procesamiento de información satelital. VALLEDUPAR.
- Leopold, L. B. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Washington, D.C.
- Duque, A. L. (2010). Estimación de conflictos de uso de la tierra por dinámica de cultivos de palma africana, usando sensores remotos. Caso: departamento del cesar. Medellín.
- Jerson Andrés Achicanoy, R. R. (2018). Análisis y proyección de las coberturas vegetales mediante el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica en la localidad de Suba. Bogotá.



ANEXOS



ANEXOS A.

Muestras de *L. gibbicularina* de individuos vivos, muertos y afectados por controladores biológicos



Anexo B.
Viabilidad de polen





Anexo 3.

Conteo de polinizadores





Anexo C.

Marcación de las inflorescencias femenina





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

