



CONFERENCIA NACIONAL SOBRE PALMA DE ACEITE

Un encuentro para vivir el
conocimiento e impulsar
la agroindustria

Retos y oportunidades de la sanidad de la palma en Colombia

Autor: Greicy Andrea Sarria - Anuar Morales R.

Programa Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades
de la palma de aceite



35
AÑOS



fedepalma

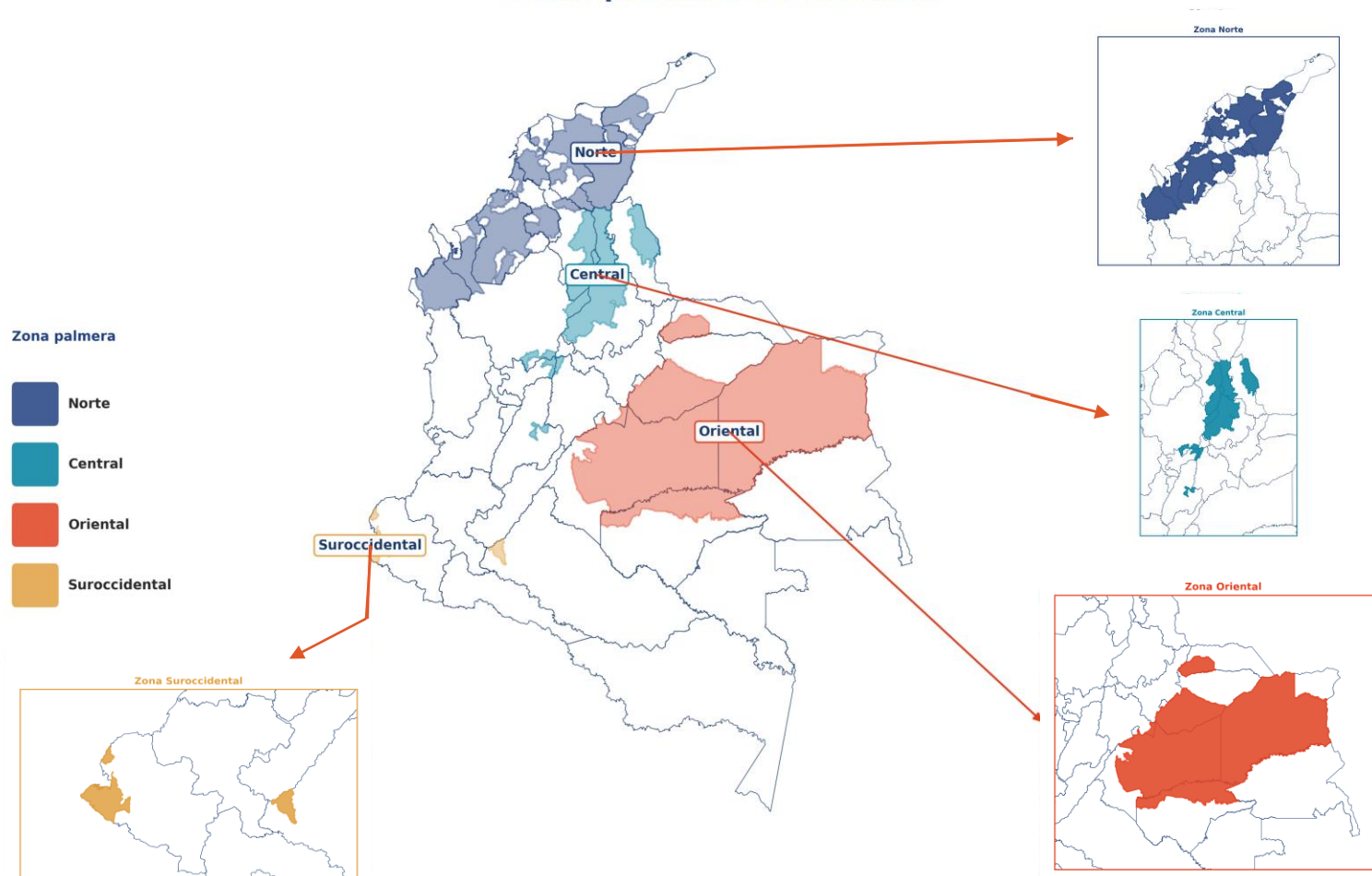
Villavicencio, Parque Las Malocas

22 al 24
de septiembre

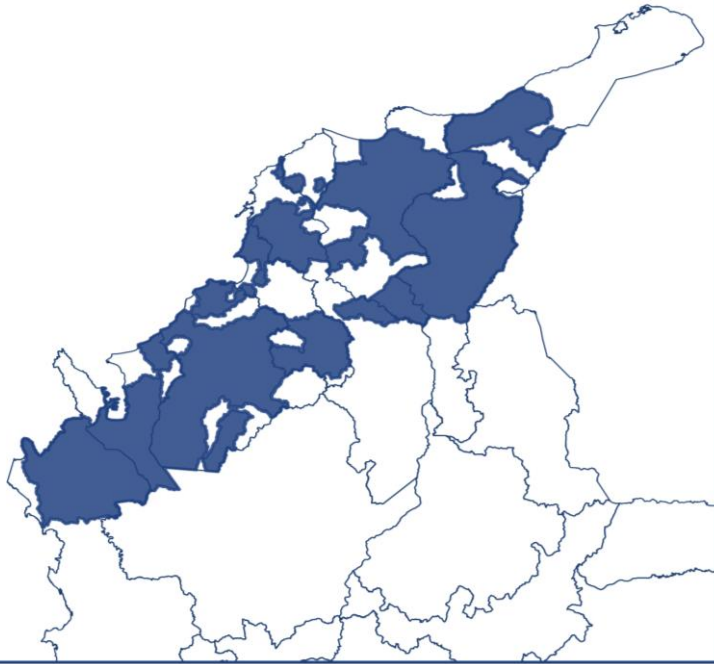
20
26

Fitosanidad un reto para la palmicultura en Colombia

Zonas palmeras de Colombia



Zona Norte



Pestalotiopsis

Uwemyces

Pudrición seca del estípite

Pudrición húmeda del estípite

Marchitez sorpresiva

Anillo rojo

Pudrición blanca del fruto

Pudrición acuosa del meristemo



Pudrición Basal del estípite



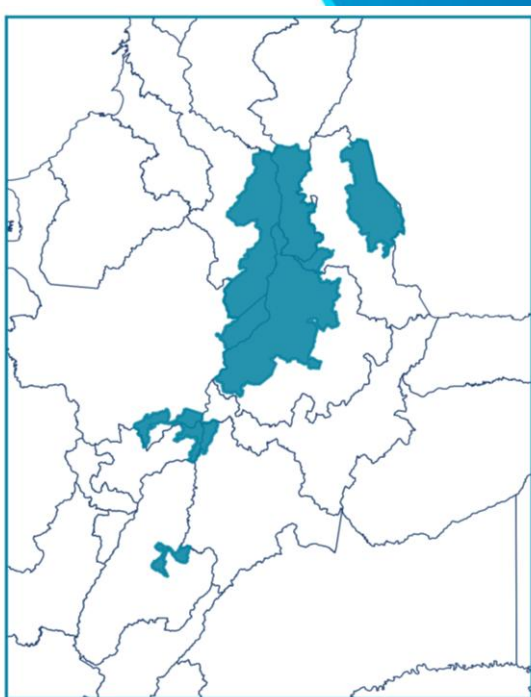
Pudrición blanca del fruto



Pudrición del cogollo



Pestalotiopsis



Zona Central



Pestalotiopsis



Pudrición del cogollo

Pestalotiopsis

Uwemyces

Marchitez sorpresiva

Anillo rojo

Pudrición seca del estípite

Pudrición húmeda del estípite

Pudrición negra del fruto

Pudrición blanca del fruto

Pudrición de bases peciolares

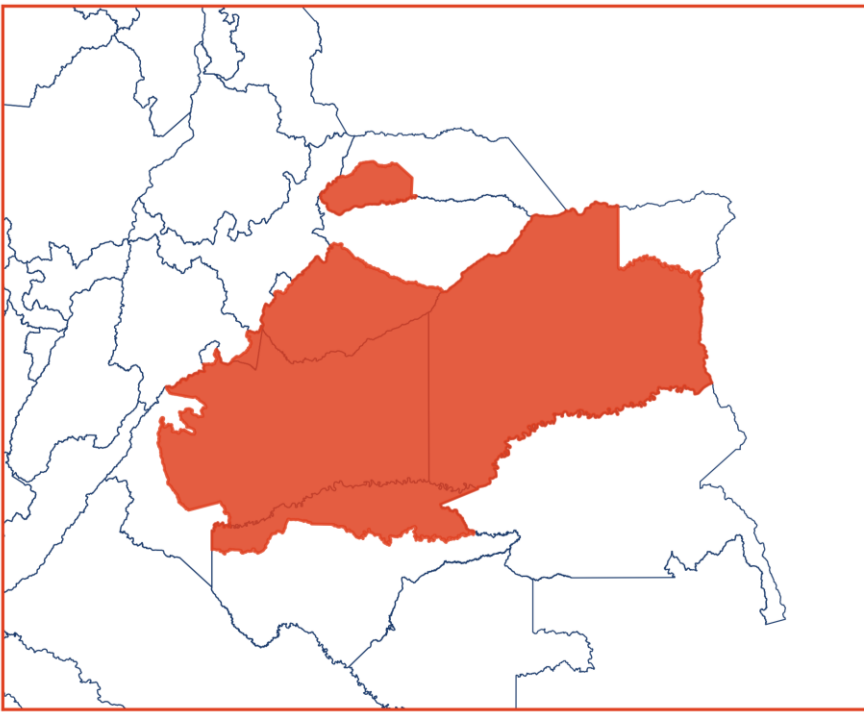


Pudrición húmeda del estípite



Pudrición negra del fruto

Zona Oriental



Anillo rojo



Pudrición del cogollo



Pudrición húmeda del estípite



Marchitez letal



Pudrición de bases peciolares

Pudrición blanca del fruto

Anillo rojo

Marchitez sorpresiva

Pudrición seca del estípite

Pudrición húmeda del estípite

Uwemyces

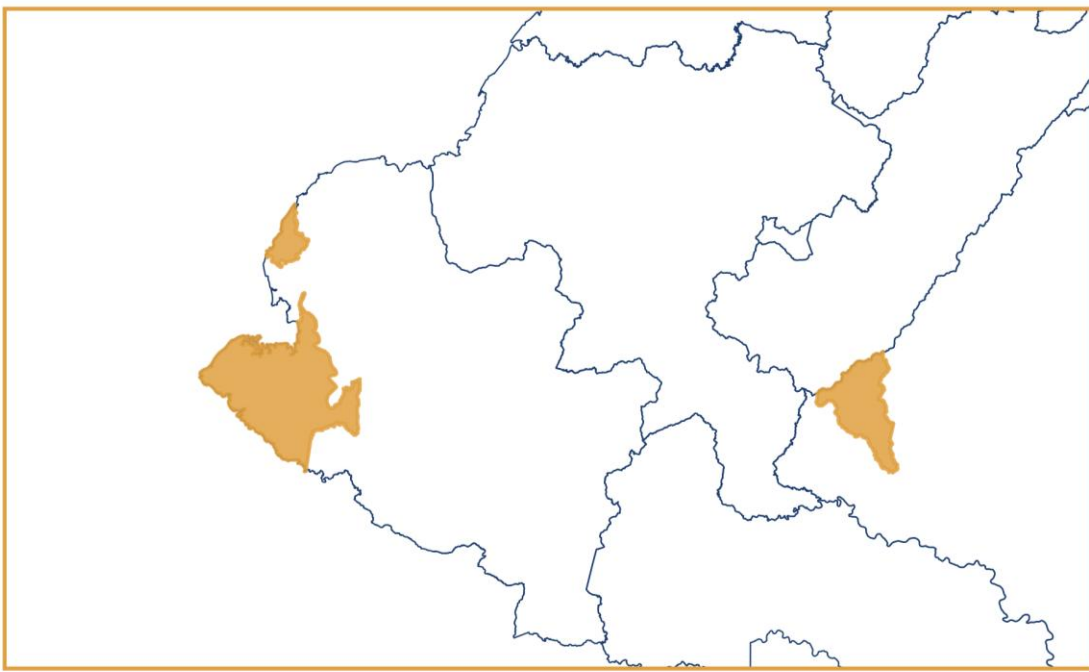
Pudrición de raíces – Muerte prematura

Pudrición de bases peciolares

Pudrición negra del fruto

Pudrición blanca del fruto

Zona Suroccidental



Pudrición de bases peciolares

Pestalotiopsis

Uwemyces

Pudrición blanca del fruto

Pudrición negra del fruto

Pudrición de bases peciolares

Pudrición húmeda del estípite



Pudrición de cogollo



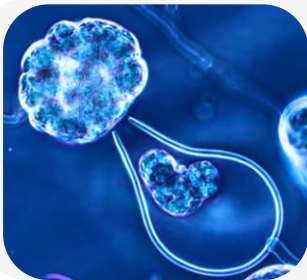
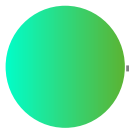
Pestalotiopsis

Retos de Fitosanitarios de la palma de aceite en Colombia

“Desde las enfermedades”



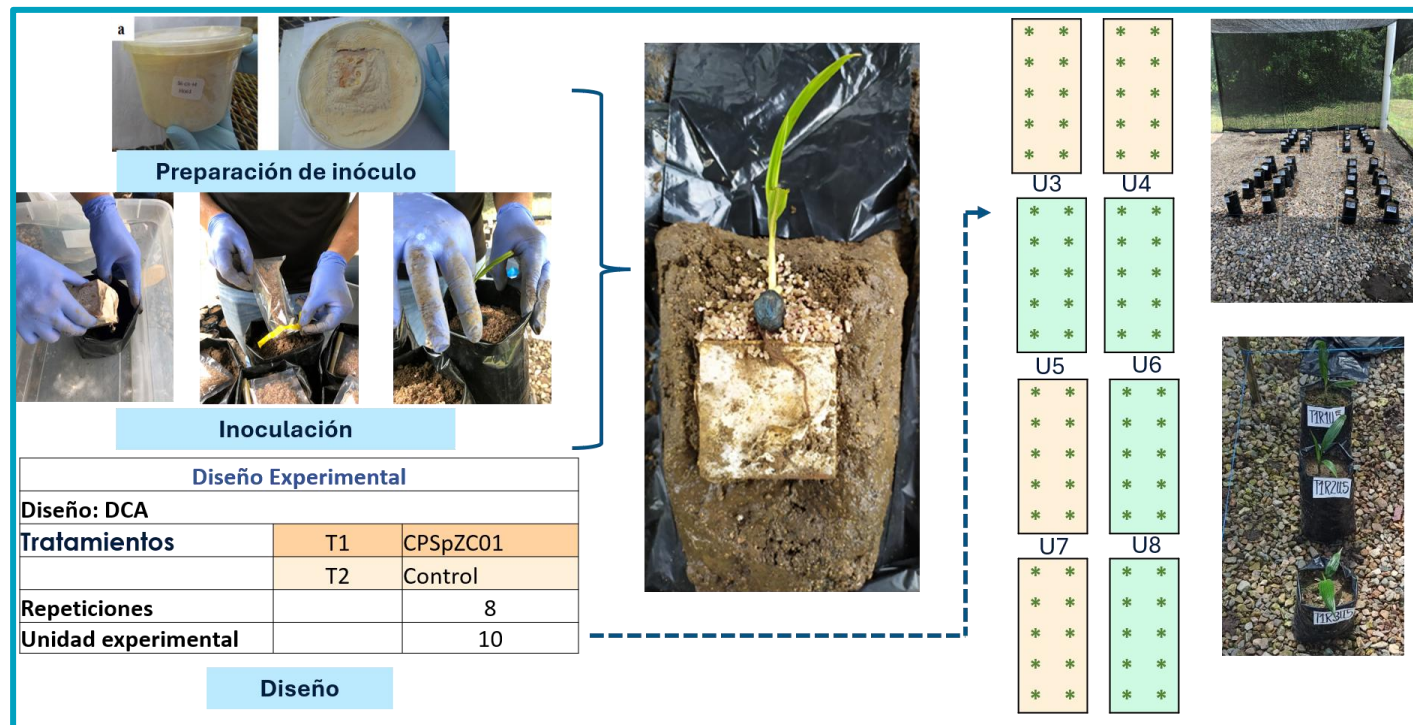
Pudriciones de estípites : PBE – PHE - PBP



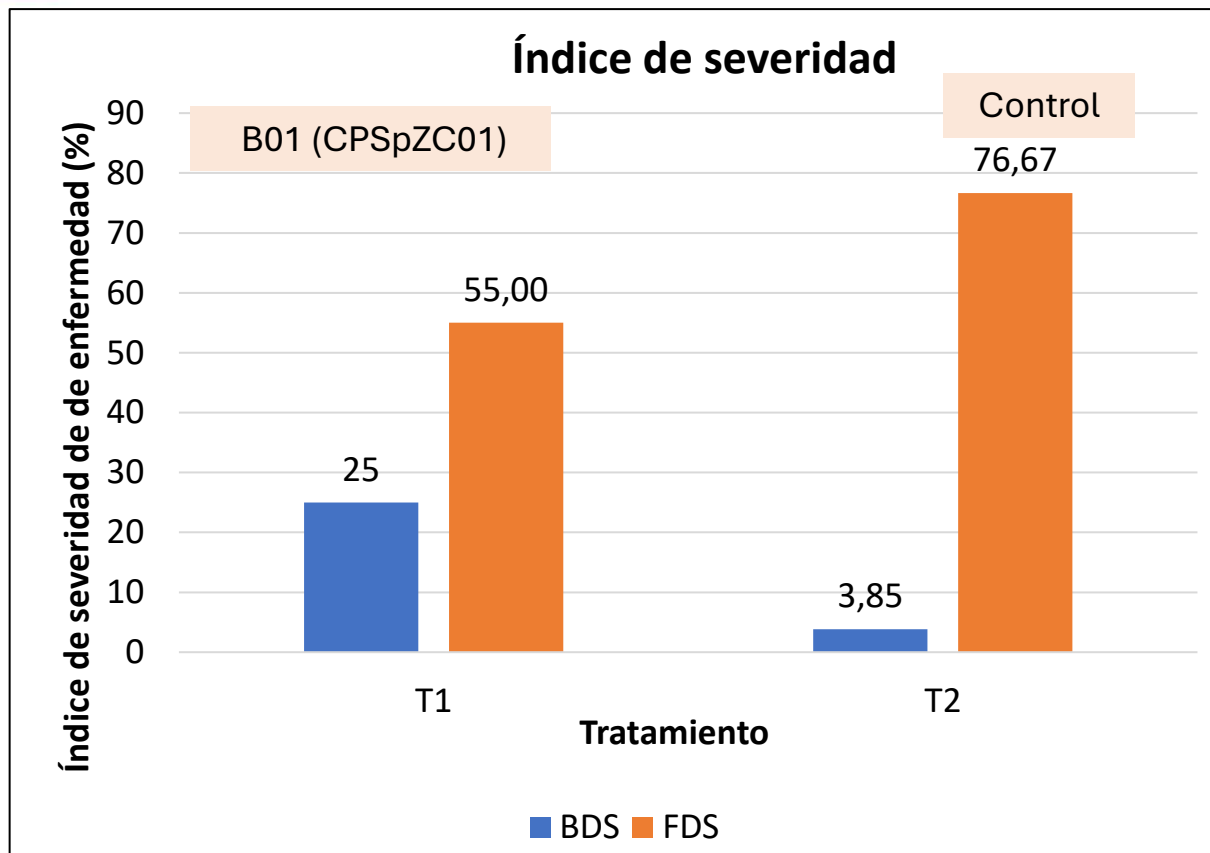
Pudrición del cogollo

Pudrición basal del estípite – Manejo

Pudrición basal causada por
G. zonatum



Pudrición basal del estípite – Manejo



Control



B01 (CPSpZC01)

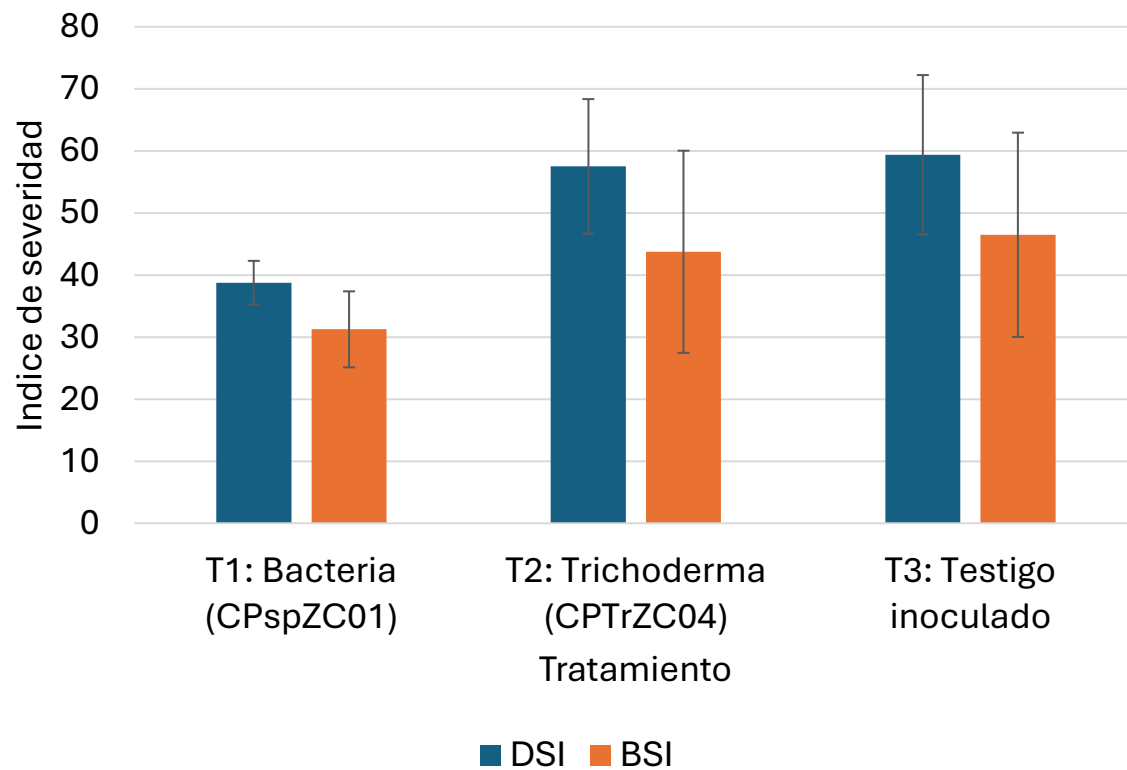


BDS: Índice de severidad del bulbo

FDS: Índice de severidad de la enfermedad

Pudrición basal del estípite – Manejo

Indice de severidad foliar y del bulbo



B01 (CPspZC01)



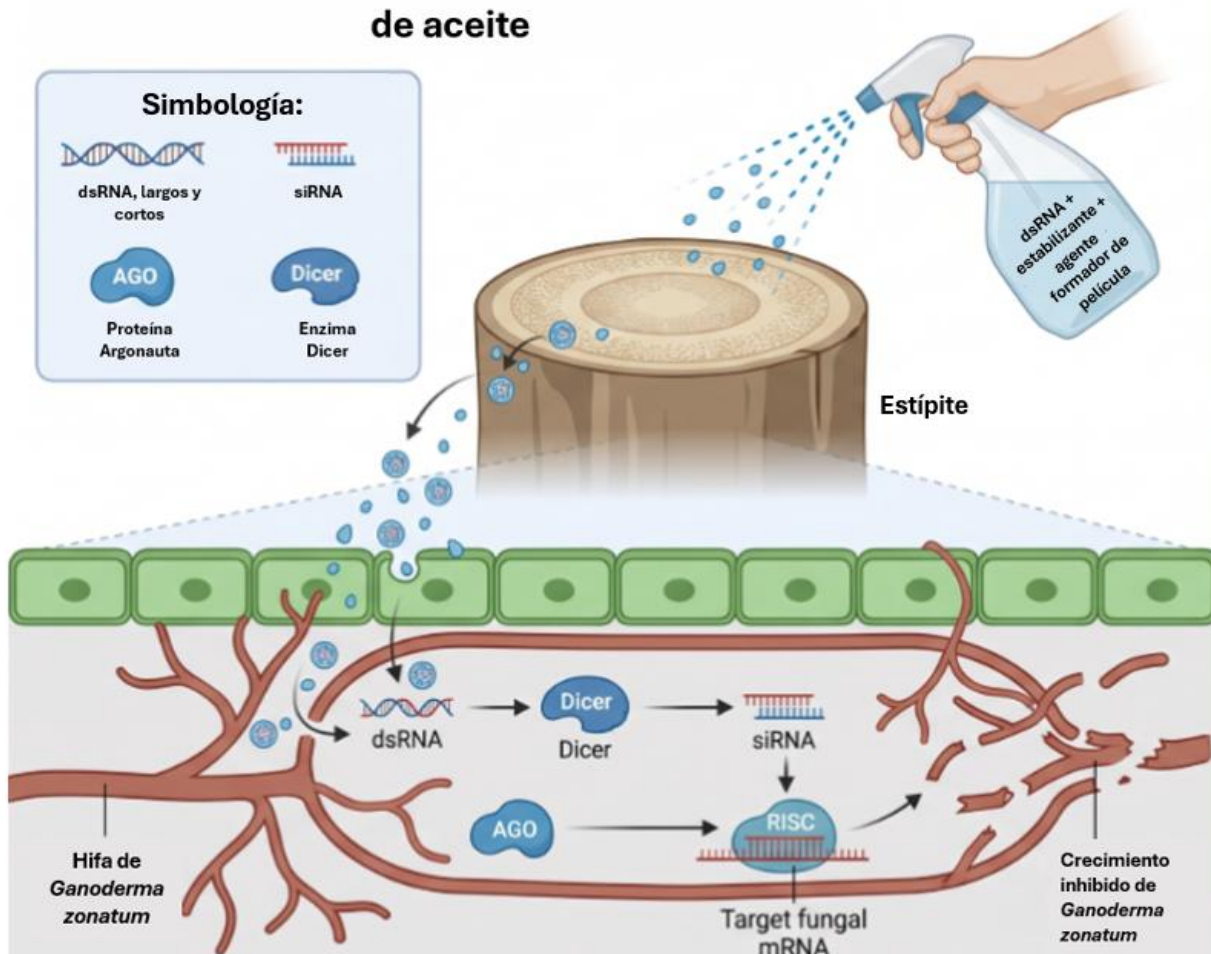
Tr4 (CPTTrZN04)



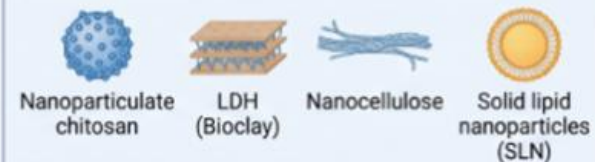
Control

Pudrición basal del estípite – Otros desafíos

RNAi contra *Ganoderma zonatum* en la palma de aceite



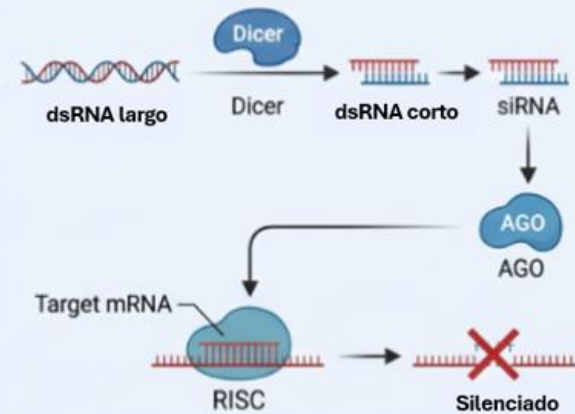
Estabilizadores del RNA:



Protección contra:



Vía canónica del ARN de interferencia:



En convenio con:

Pudrición húmeda del estípite PHE – Síntomas externos

Secamiento foliar



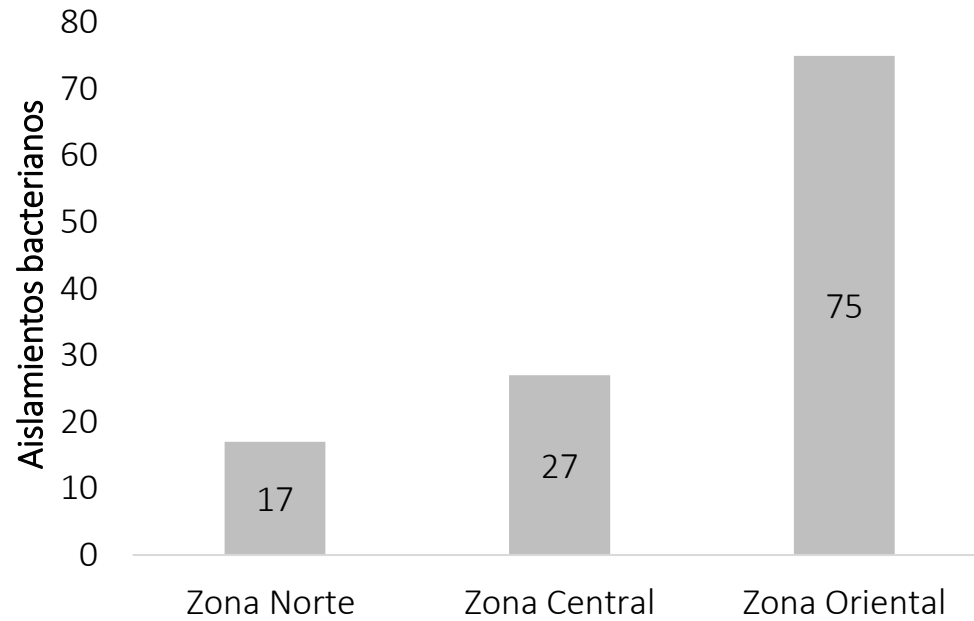
Pudrición de flechas



Pudrición húmeda del estípite PHE – Síntomas externos

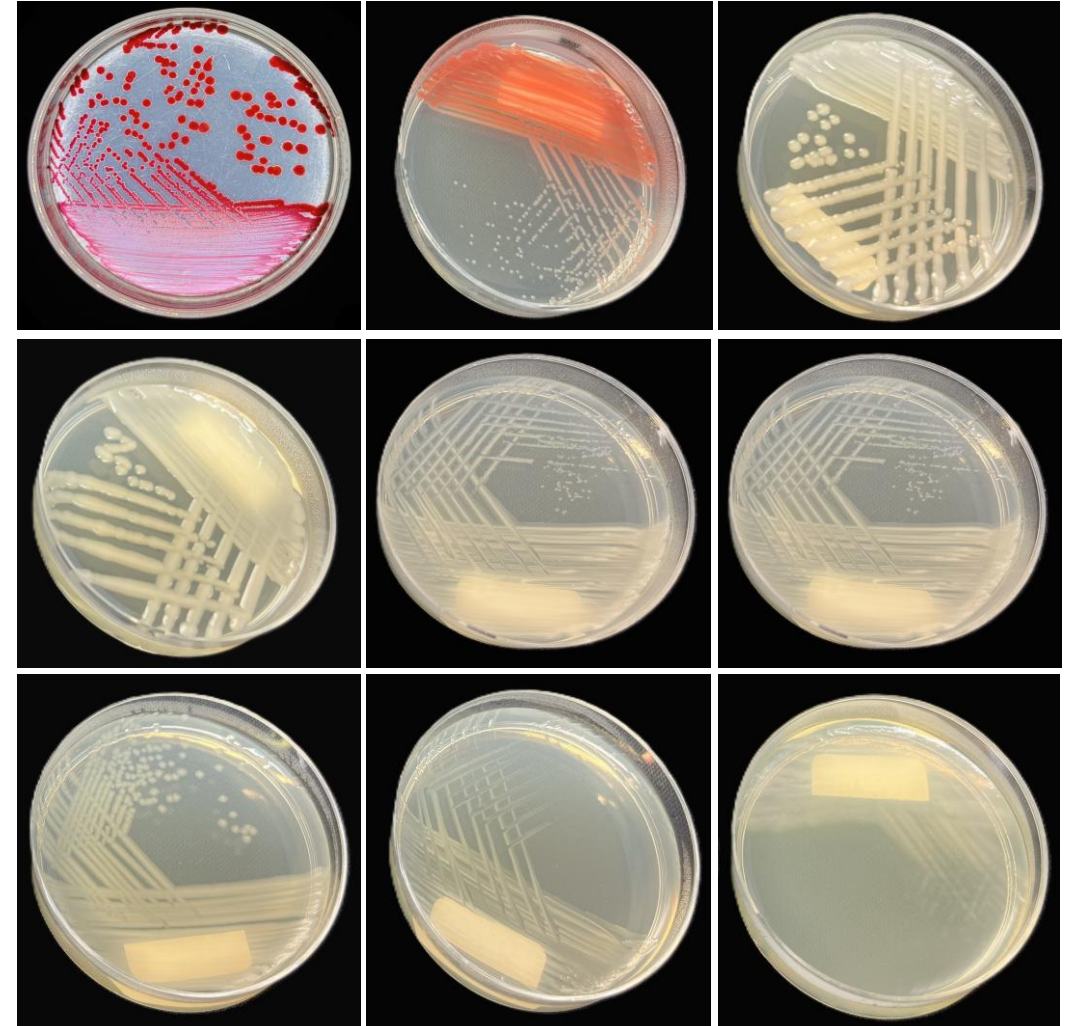


Pudrición húmeda del estípite PHE – Diagnóstico



54.6%
Gram -

31.9%
Gram +



Pudrición húmeda del estípite PHE – Diagnóstico

Pruebas de
patogenicidad

180 después de
la inoculación

Testigo absoluto



Aislamiento PHE08



Aislamiento PHE03



Control



Aislamiento PHE05



Aislamiento PHE07



Pudrición húmeda del estípite PHE – Manejo

- **Monitoreo** al menos una vez al mes. Lotes afectados censo quincenal.
- **Detección oportuna y eliminación de palmas enfermas dependiendo de la época.** En verano picar en rodajas pequeñas y apilar en el mismo sitio. En época de lluvias eliminar con herbicida.
- En el momento en que los tejidos se hayan deshidratado se deben carbonizar estos residuos
- Aplicación de **cal viva en el plato.**
- Aspersión en palmas vecinas con **bactericida más insecticida.**
- El sitio debe en lo posible no debe ser visitado ni replantado



Pudrición de bases peciolares en cultivares híbrido OxG

Síntomas



**Palma
sana**

Pudrición de bases peciolares en cultivares híbrido OxG

Síntomas



Pudrición de bases peciolares en cultivares híbrido OxG

Síntomas



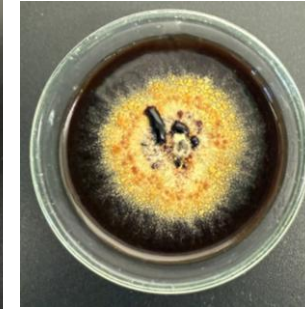
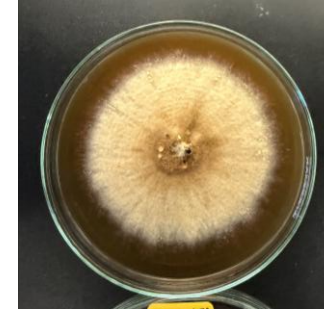
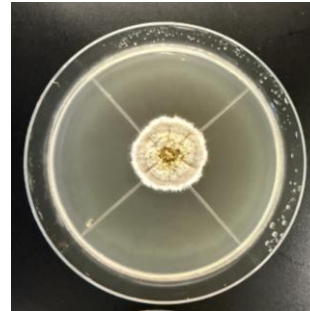
Pudrición de bases peciolares - PBP

Avances diagnóstico

Se tienen 34 aislamientos de hongos provenientes de las zonas Suroccidental, Central y Oriental.



Control



Inoculado



Pudrición de bases peciolares en cultivares híbrido OxG

TRATAMIENTOS



T1: Remoción de
bases peciolares +
pasta protectora



T2:
Absorción
radicular



T3: Aspersión
con fungicida

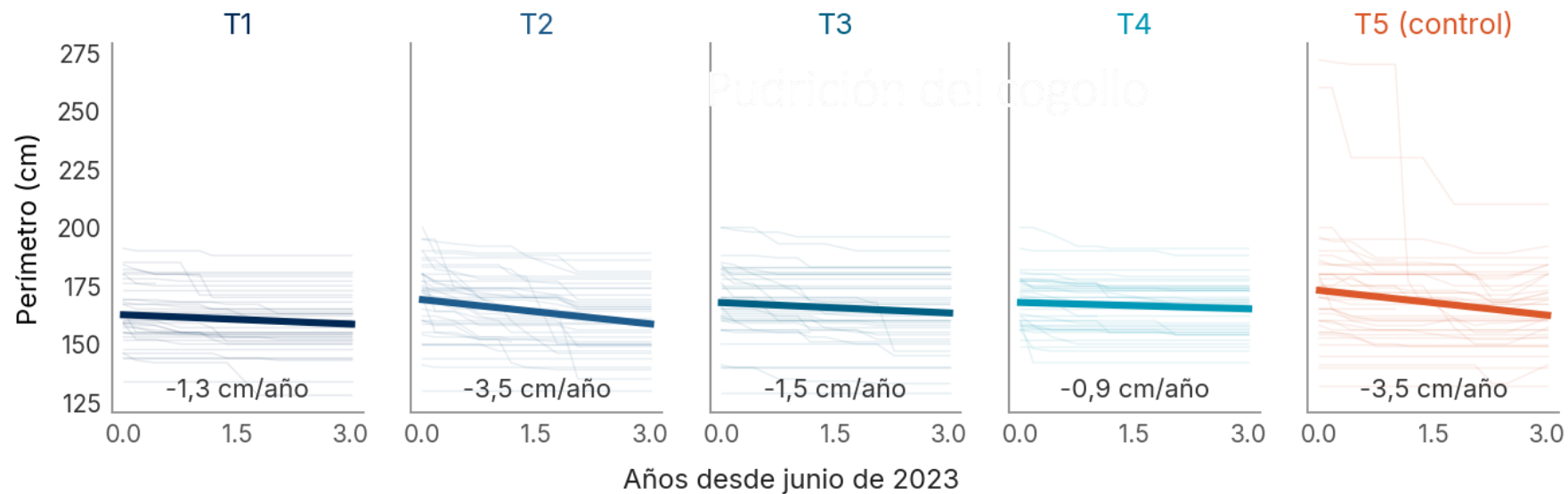


T4: Remoción +
pasta protectora
+ Biológico



T5: Control

AVANCES DE RESULTADOS



Pudrición de bases peciolares – Manejo



Pasta: Fungicida +
Insecticida + Bactericida
+ Agua + Coadyavante

Para 2 litros de agua:
500 gramos de Oxicloruro
de cobre
10 gramos de Mancozeb
6 ml de Propiconazole
6 ml de Kasugamicina
6 ml de Imidacloprid
2 ml de Carrier

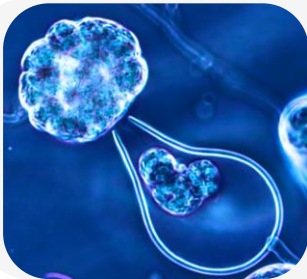
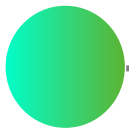


Retos de Fitosanitarios de la palma de aceite en Colombia

“Desde las enfermedades”



Pudriciones de estípites : PBE – PHE - PBP



Pudrición del cogollo

Qué conocemos:

Ciclo de infección de *Phytophthora palmivora* en la palma de aceite

1 SUPERVIVENCIA

Las oosporas persisten en el suelo y tejidos infectados como estructuras de resistencia, germinando bajo condiciones favorables de humedad y temperatura.



Oospora



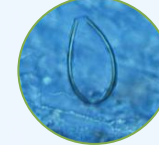
Germinación de Oospora y Clamidiospora y formación del esporangio



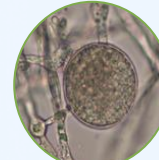
Liberación del esporangio

El esporangio libera zoosporas biflageladas que nadan hacia el hospedero, enquistan en la superficie y penetran el tejido vegetal.

2 INFECCIÓN



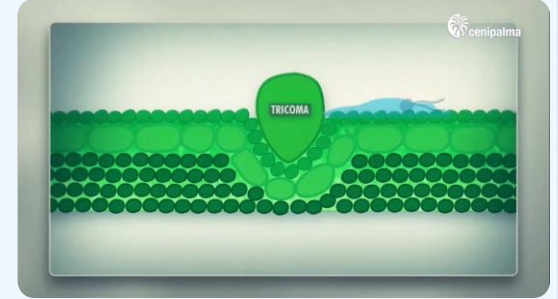
Esporangio vacío



Clamidiospora



Zoospora

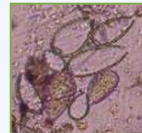


Penetración en el tejido de la planta

4 DISEMINACIÓN



Insectos



Esporangios y zoosporas son transportados a través de diferentes medios.



Agua y lluvia



Suelo



Herramientas



Labores agrícolas



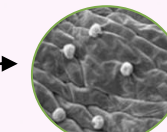
Material vegetal infectado

3 COLONIZACIÓN

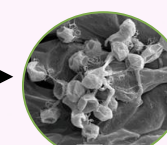
El patógeno coloniza los tejidos mediante el crecimiento del micelio, destruyendo células y avanzando sistémicamente por la palma.



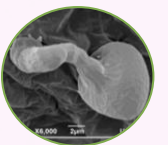
Esporangio



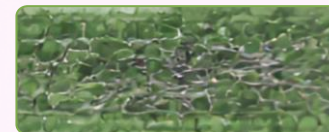
Quiste



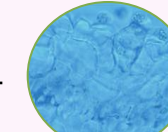
Germinación



Invasión



Crecimiento del micelio dentro de los tejidos de la palma.

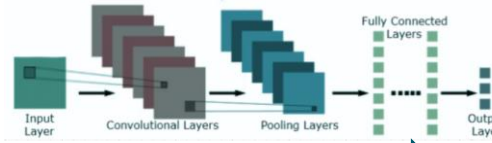


Penetración

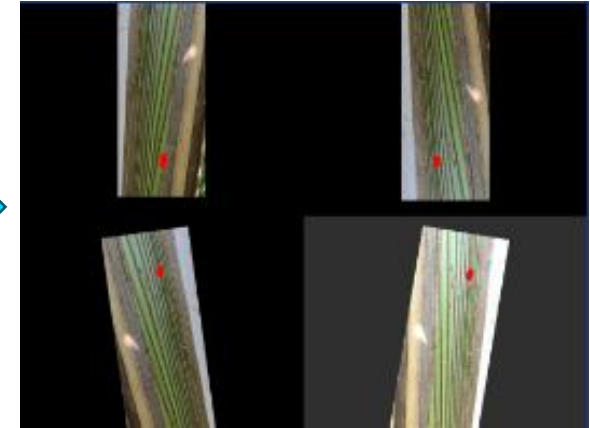
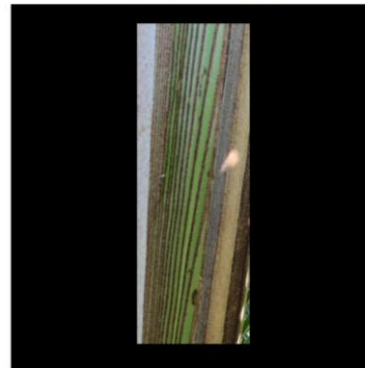
Detección temprana de la PC - Imágenes

Sistema de visión por computador para detección temprana de pudrición de cogollo en imágenes RGB del paquete de flechas de palma de aceite

Imagen original



Recorte de banda

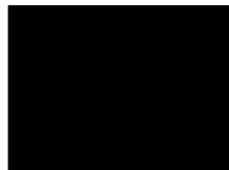


Presencia o ausencia de PC



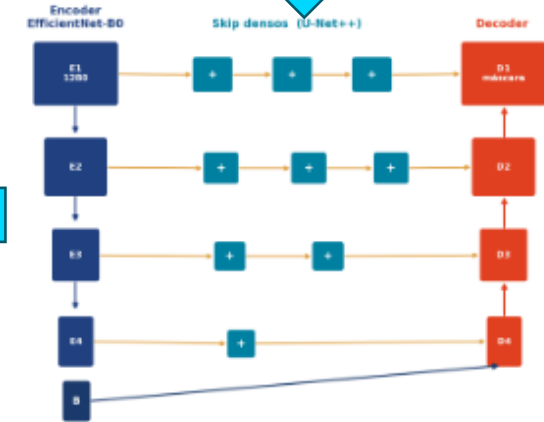
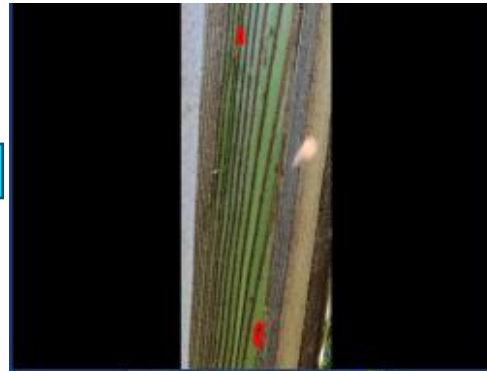
Hay PC

si hay ≥ 30 px predichos $\rightarrow$ Hay PC

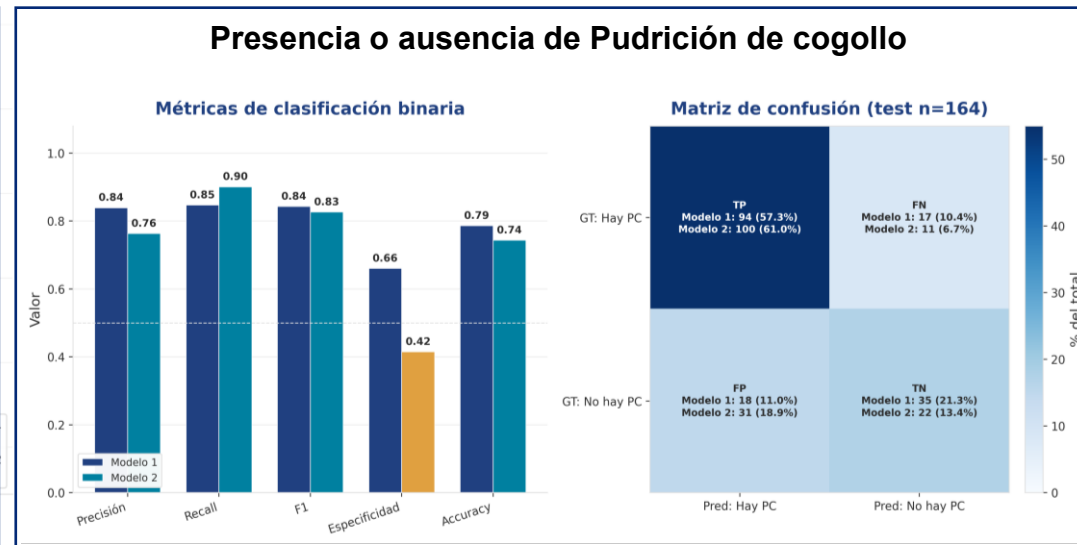
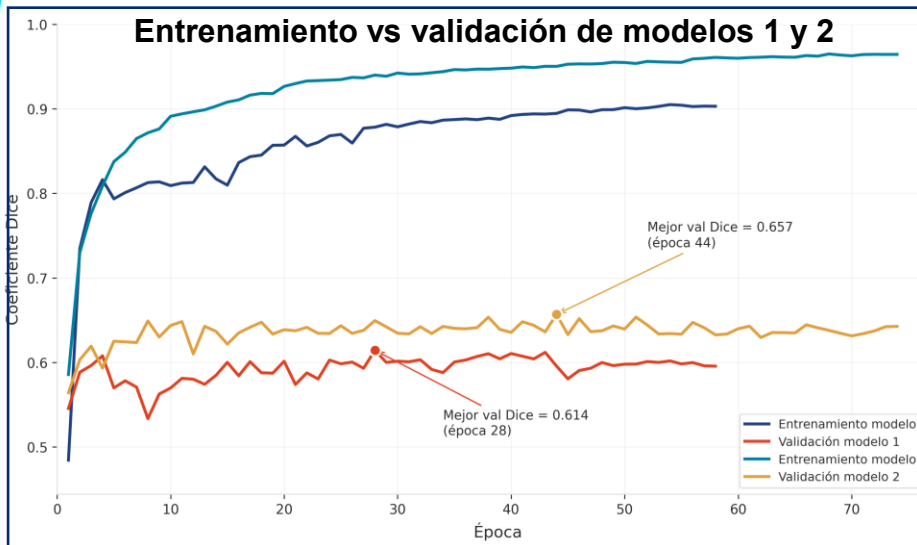


No hay PC

si hay < 30 px predichos $\rightarrow$ No hay PC



Detección temprana de la PC - Imágenes



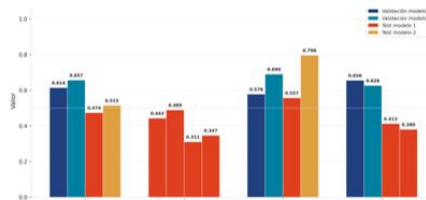
Detección temprana de la PC - Imágenes

Mejorar el modelo de segmentación de pudrición de cogollo



0.61

Métrica de Validación
DICE actual



Realizar pruebas de campos



Capturar imágenes del tercio inferior del paquete de flechas con drones



Detección temprana de la PC - Covspo



Un encuentro para vivir el conocimiento e impulsar la agroindustria

1 Recolección de COVs con nariz electrónica



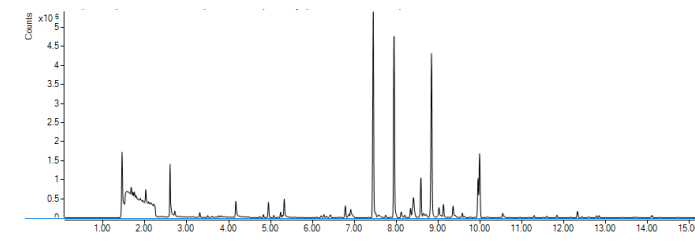
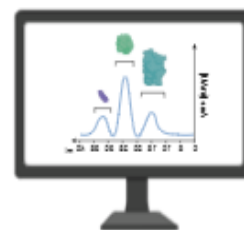
2 Reconocimiento de COVs



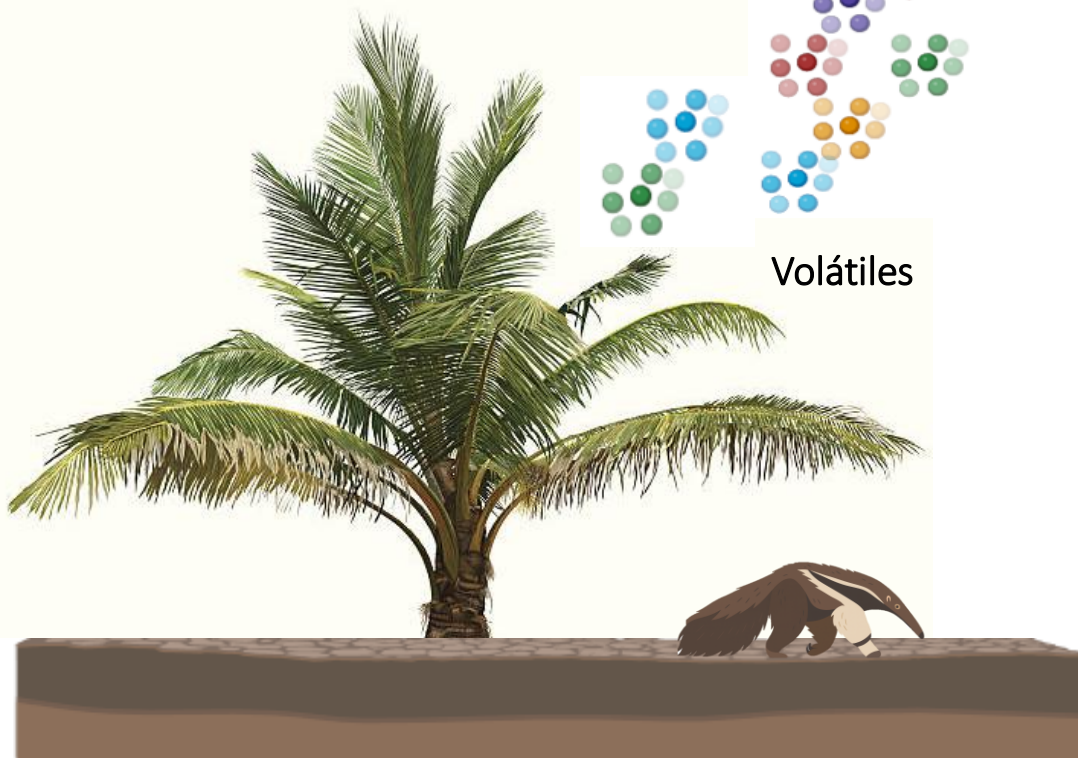
Biomarcadores

Volátiles

3 Diagnostico temprano



Huella digital



Detección temprana de la PC - Cova

Metodología general para la recolección y análisis de COVs

P. palmivora



Folículos



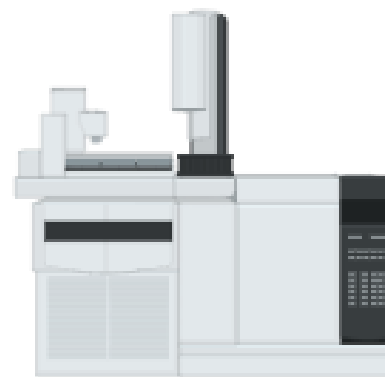
Cogollos



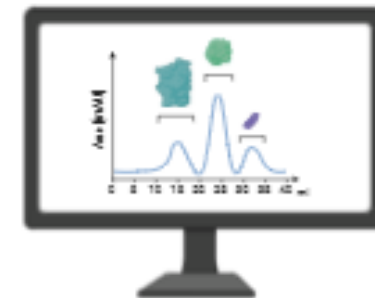
Palma entera



Extracción de COVs



Análisis GC-MS

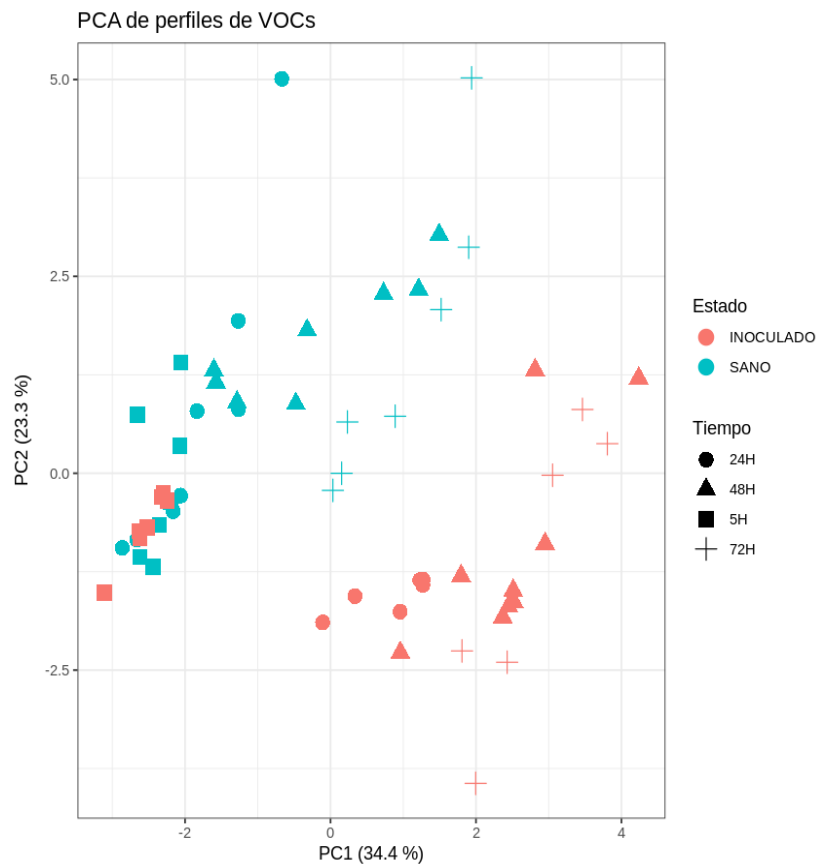


Tratamiento de datos

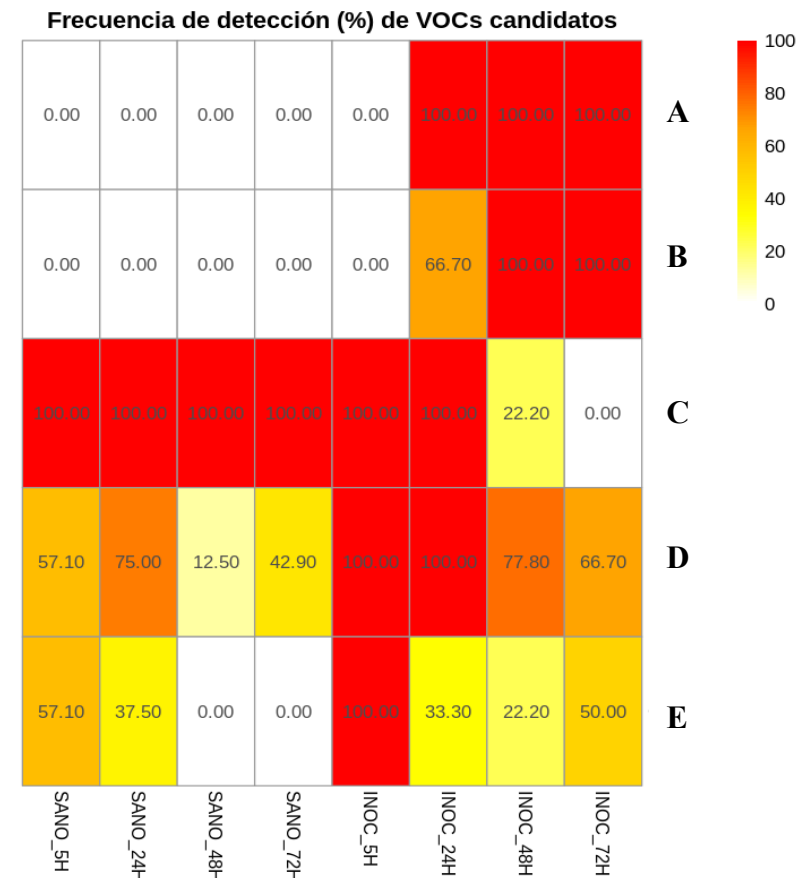
Detección temprana de la PC - Cova

Resultados

- Variación temporal de los COVs emitidos por folíolos evaluados mediante PCA



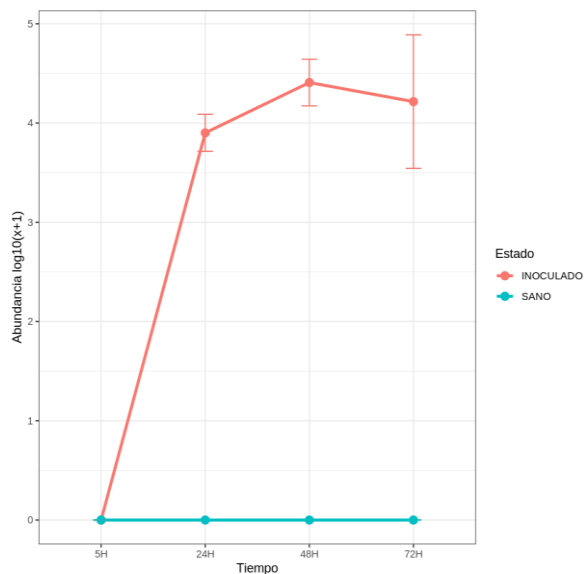
- Dinámica temporal de la frecuencia de detección de los COVs emitidos por folíolos



Detección temprana de la PC - Cova

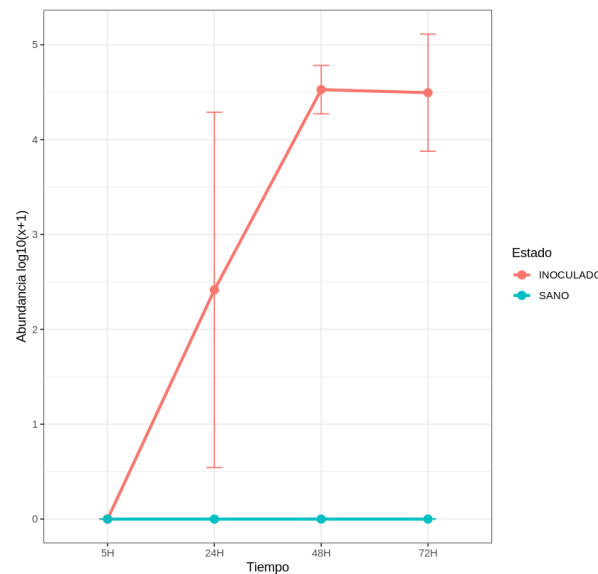
Variación temporal de los COVs durante la infección por *Phytophthora palmivora*

Compuesto A



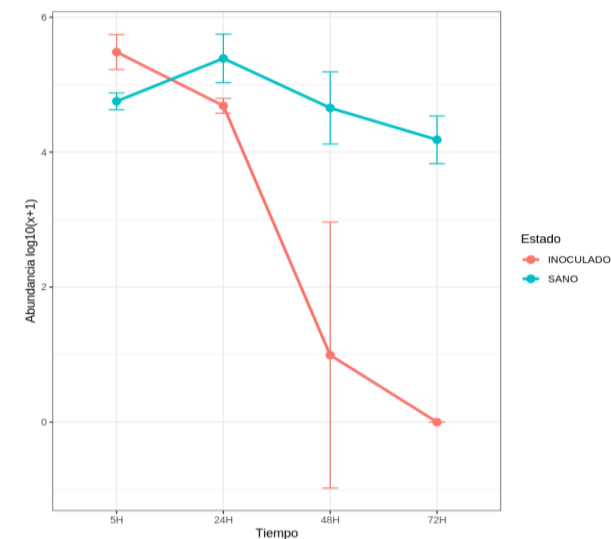
- Ausente en todos los folíolos sanos.
- Detectado exclusivamente en los folíolos inoculados desde las 24 h postinoculación.
- Actividad anti-oomicetos reportada frente a especies de *Phytophthora*.

Compuesto B



- Ausente en todos los folíolos sanos.
- Detectado exclusivamente en los folíolos inoculados desde las 24 h postinoculación.
- Detectado en el género *Phytophthora*.
- Actividad antifúngica, altera la integridad de membranas celulares

Compuesto C



- Presente en todos los folíolos sanos.
- Disminuyó en los folíolos inoculados.
- Señal química asociada a SAR y defensa vegetal.

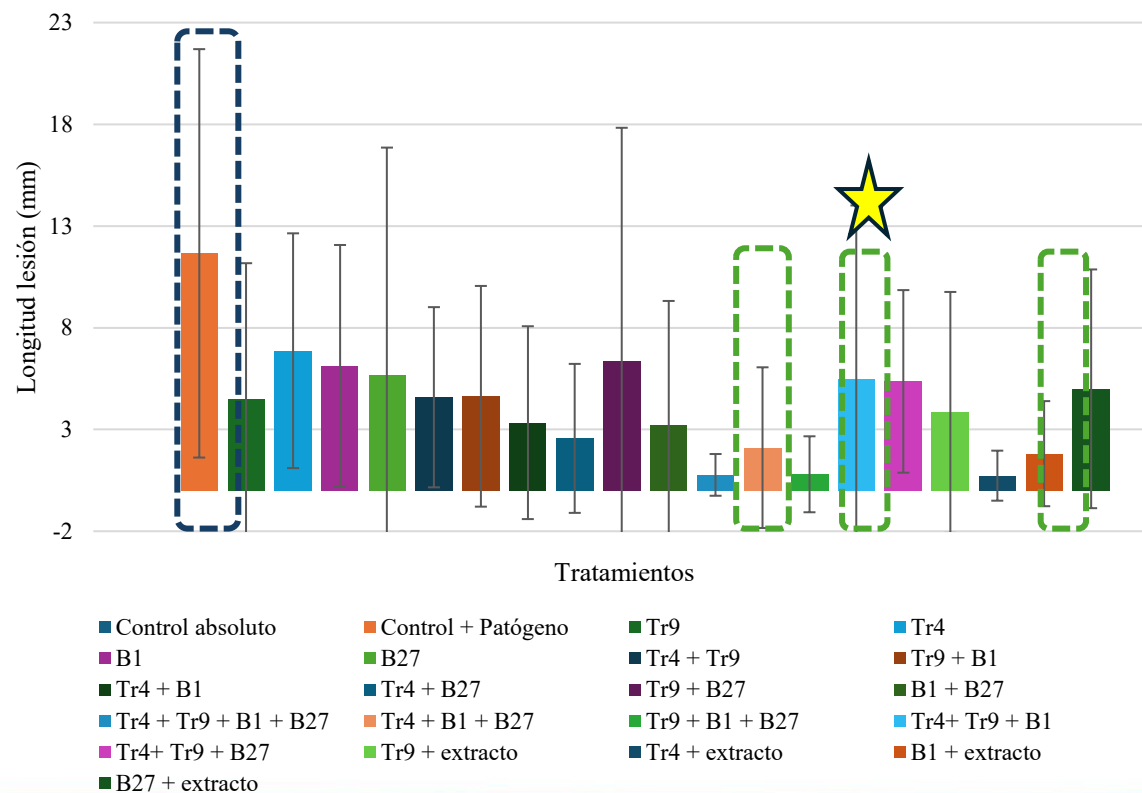
Estrategias de manejo de la Pudrición del cogollo

Evaluación de consorcios microbianos para el control de *P. palmivora* en condiciones de campo

Tratamientos	Descripción
T1	Control absoluto
T2	Control + Patógeno
T3	Tr9
T4	Tr4
T5	B1
T6	B27
T7	Tr4 + Tr9
T8	Tr9 + B1
T9	Tr4 + B1
T10	Tr4 + B27
T11	Tr9 + B27
T12	B1 + B27
T13	Tr4 + Tr9 + B1 + B27
T14	Tr4 + B1 + B27
T15	Tr9 + B1 + B27
T16	Tr4+ Tr9 + B1
T17	Tr4+ Tr9 + B27
T18	Tr9 + extracto
T19	Tr4 + extracto
T20	B1 + extracto
T21	B27 + extracto

Estrategias de manejo de la Pudrición del cogollo

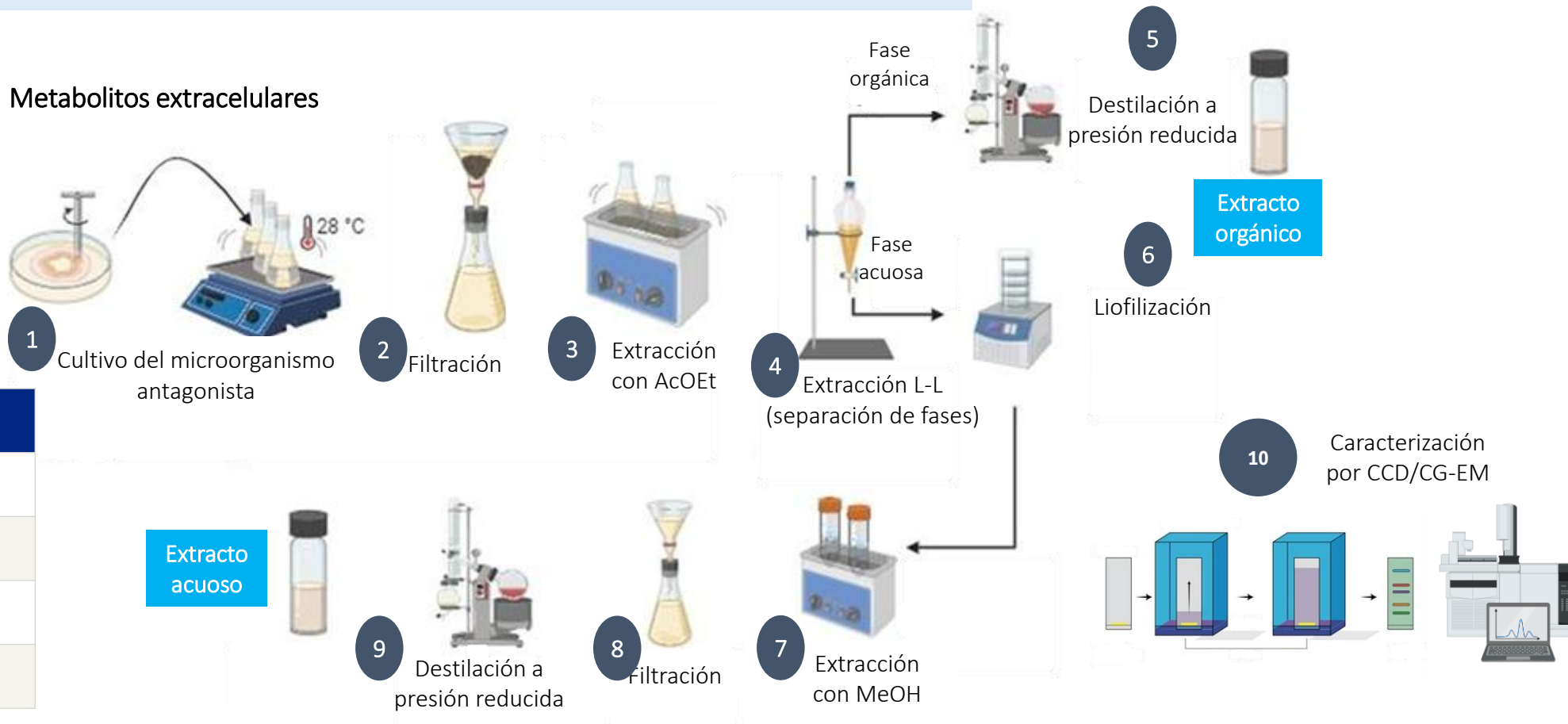
Evaluación del efecto de consorcios microbianos para el control de *P. palmivora* en condiciones de campo



Estrategias de manejo de la Pudrición del cogollo

Extracción de metabolitos de extractos crudos de antagonistas

Metabolitos extracelulares



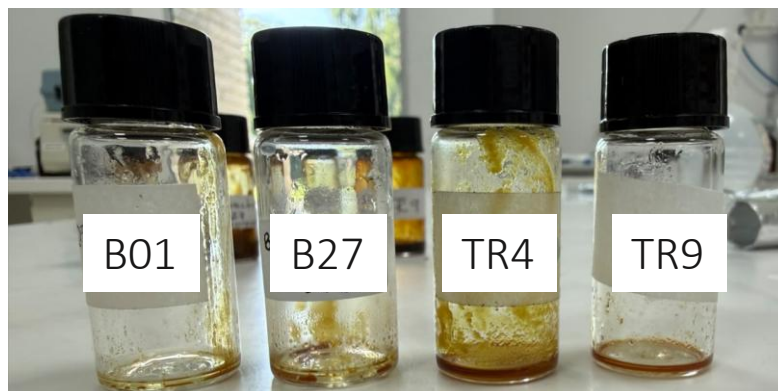
Código	ID ANLA
Tr4	CPTTrZC-04
Tr9	CPTTrZC-09
B1	CPSpZC-01
B27	CPBsbZC-03

*Robayo Medina, Angie Tatiana. (2025) "Búsqueda de agentes fitosanitarios para el control de enfermedades fúngicas del cultivo del aguacate a partir de hongos endófitos asociados al mismo." Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. *Pakora, G.-A., Mpika, J., Kone, D., Ducamp, M., Kebe, I., Nay, B., & Buisson, D. (2017). Inhibition of *Phytophthora* species, agents of cocoa black pod disease, by secondary metabolites of *Trichoderma* species. Environmental Science and Pollution Research, 25(30), 29901–29909.

Estrategias de manejo de la Pudrición del cogollo

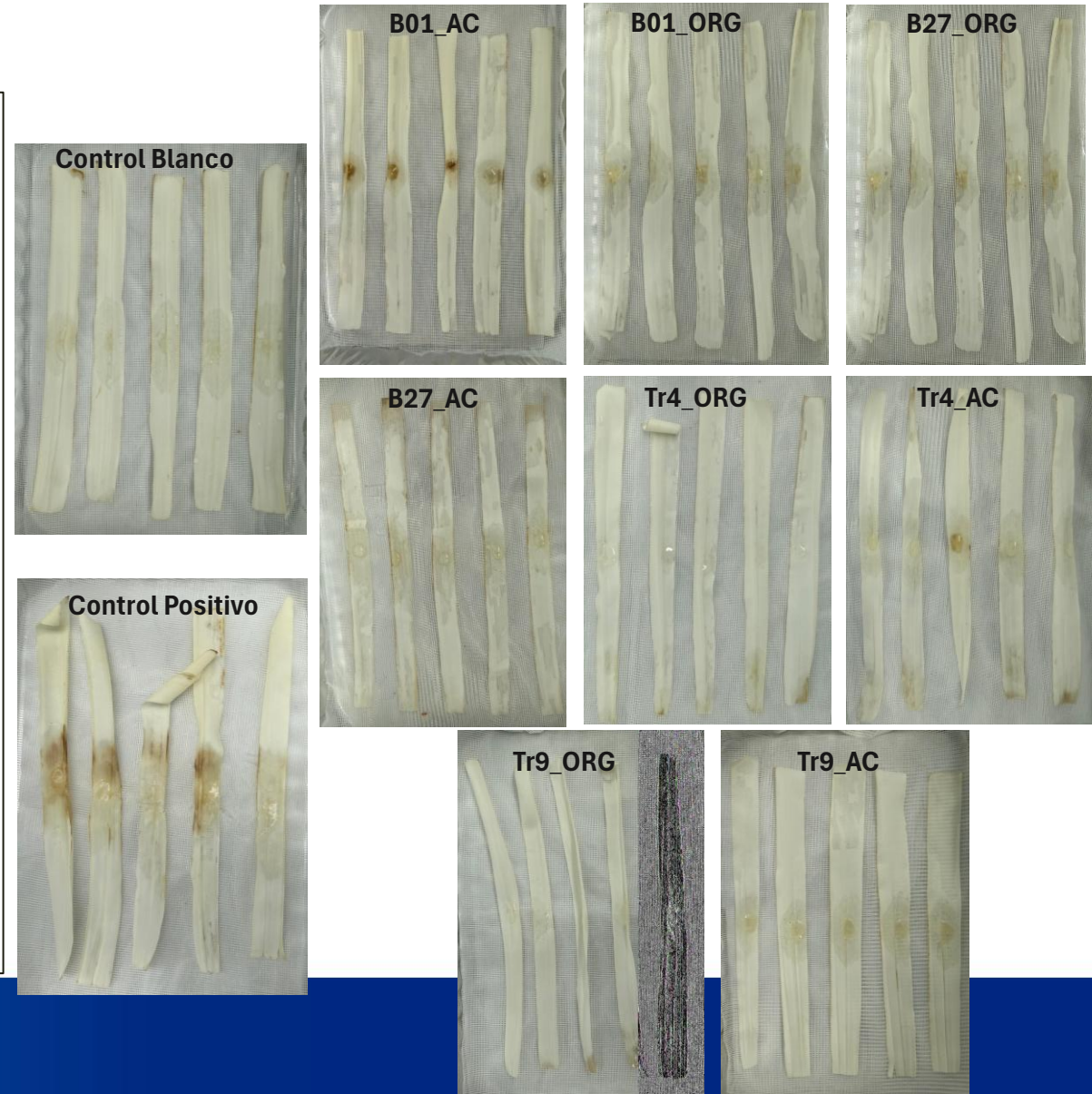
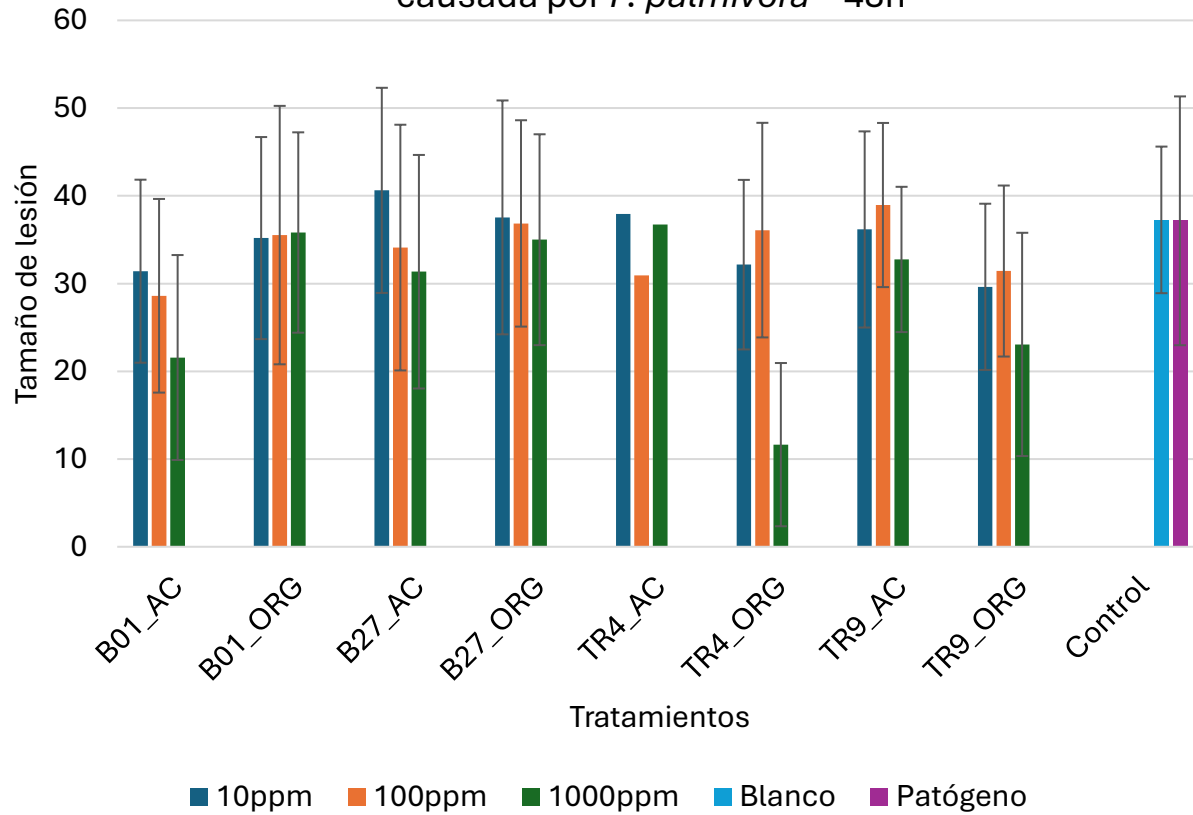
Extracción de
metabolitos de extractos
crudos de antagonistas

Nombre	Rendimiento de extracción (mg/100mL)	
	Fracción Org. (AcOEt)	Fracción Ac. (MeOH)
B27	60,4	561,6
B01	64,6	727,0
TR4	66,7	626,9
TR9	36,6	426,5



Estrategias de manejo de la Pudrición del cogollo

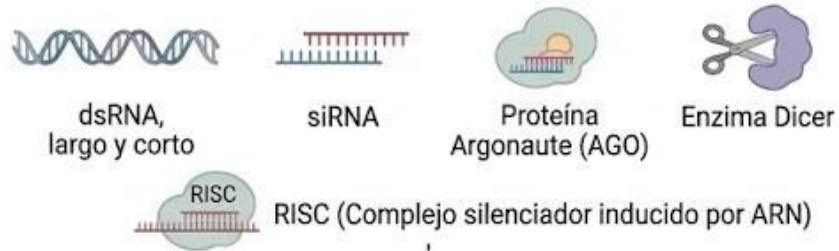
Evaluación de extractos en el desarrollo de la lesión
causada por *P. palmivora* – 48h



Estrategias de manejo de la Pudrición del cogollo

Uso de RNAi contra *Phytophthora palmivora* en la palma de aceite

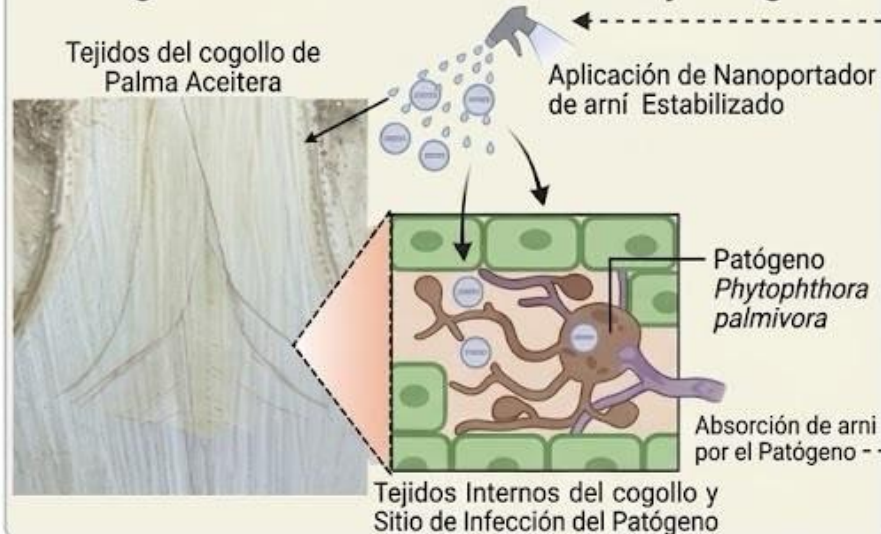
Elementos y Clave de ARNi



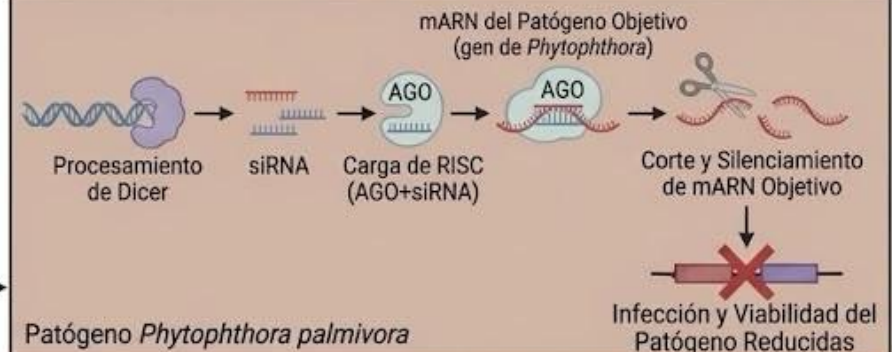
Estabilizadores y Protección de ARN



Entrega a la Corona de Palma Aceitera y Patógeno



Silenciamiento Intra-celular de Genes del Patógeno (Mecanismo de ARNi)



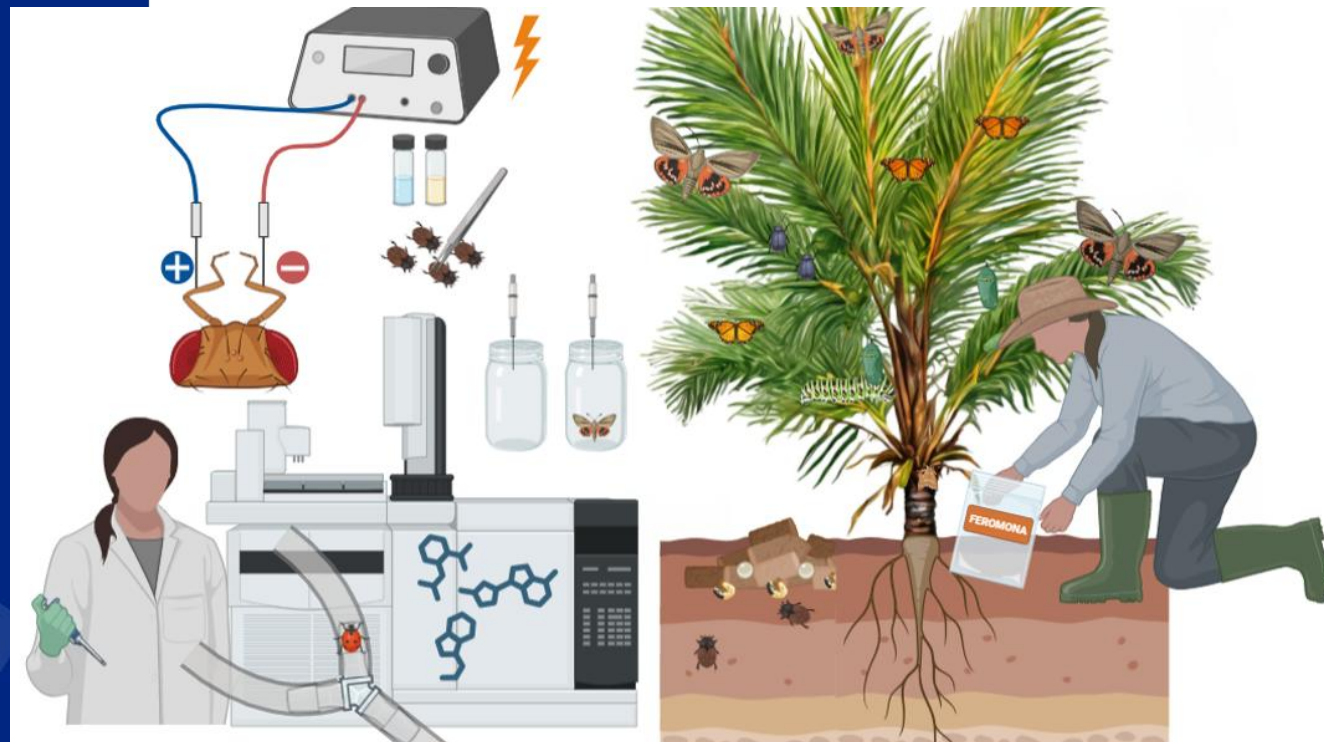
En convenio con:



Universidad
de Valladolid

FEROMONAS

Herramientas clave para
el manejo integrado de
plagas en el cultivo de
palma de aceite



Feromonas

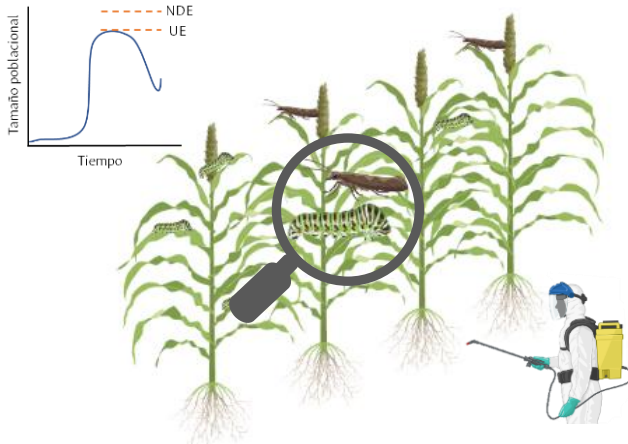
Comunicación intraespecífica

Mezclas de varios COVs en proporciones y concentraciones específicas

Alta especificidad y capacidad de atracción a bajas concentraciones

Aplicaciones

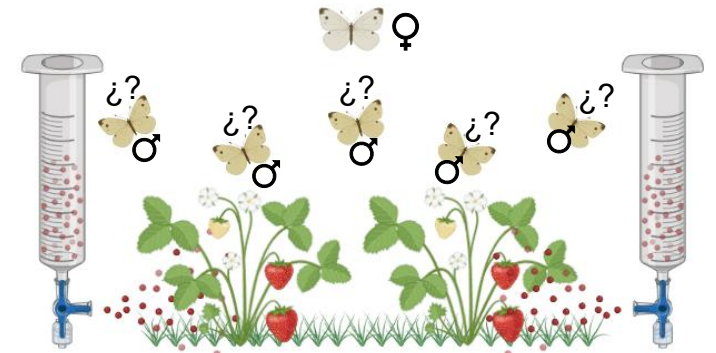
Monitoreo



Captura masiva



Interrupción de la cópula





Insectos plaga objeto de estudio

Barrenadores

- *Strategus aloeus*
- *Eupalamides guyaneensis*

Defoliadores

- *Opsiphanes cassina*
- *Opsiphanes invirae*
- *Brassolis sophorae*
- *Leucothyreus femoratus*

Rhynchophorus palmarum



Daño:

Barrenador de bases peciolares y cogollo de palmas con pudrición del cogollo.

Vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, agente causal del anillo rojo.

Etapas: monitoreo y trampeo masivo RED NACIONAL DE TRAMPEO

Emisor de la feromona: macho

Constituyente: (E)-6-metil-2-hepten-4-ol + cebo cairomonal natural

Difusor: sobre de polietileno

Trampa: bidón de 20 L

Ubicación: perimetral cada 100 / 200 m (a ras de suelo en sombra)

Registro Nacional ICA N° 9210



Strategus aloeus



Daño:

Barrenador del bulbo de palmas jóvenes

Etapas: pruebas de eficacia en campo

Emisor de la feromona: macho

Constituyentes: acetato de sec-butilo, + cairomona (2-butanona, 3-pentanona)

Difusor: sobre de polietileno

Trampa: balde de 4 L

Ubicación: focos en distribución 5x5 línea/palma (enterrada en el suelo)

Uso propuesto: monitoreo y captura masiva de adultos

Registro: en proceso



Opsiphanes spp

Daño:
Defoliador

Etapas: evaluación electrofisiológica y comportamental

Emisor de la feromona: macho

Ubicación de la sección glandular: penachos en alas posteriores, placas abdominales

Horario de actividad sexual: 18:00 – 20:00 h

Constituyentes: (E)-nerolidol, (Z)-7-heptadeceno, vainillina, (E)- β -farneseno

O. cassina



O. invirae



Leucothyreus femoratus



Daño:
Defoliador

Etapas: Extracción de los compuestos liberados por el insecto - Caracterización e identificación de los compuestos

Emisor de la feromona: hembra

Ubicación de la sección glandular: placas anales, esternitos apicales

Horario de actividad sexual: 20:00 – 03:00 h

Posibles constituyentes: derivados de ácidos grasos de cadena corta

Brassolis sophone



Daño:
Defoliador

Etapas: Extracción de los compuestos liberados por el insecto - Caracterización e identificación de los compuestos

Emisor de la feromona: macho

Ubicación de la selección glandular: alas posteriores

Horario de actividad sexual: 18:00 – 20:00 h

Posibles constituyentes: hidrocarburos monoinsaturados de cadena larga, terpenoides, heterociclos

Eupalamides guyanensis



Daño:
Barrenador

Etapas: Extracción, caracterización e identificación de compuestos

Emisor de la feromona: macho

Ubicación de la selección glandular: patas, abdomen, alas posteriores

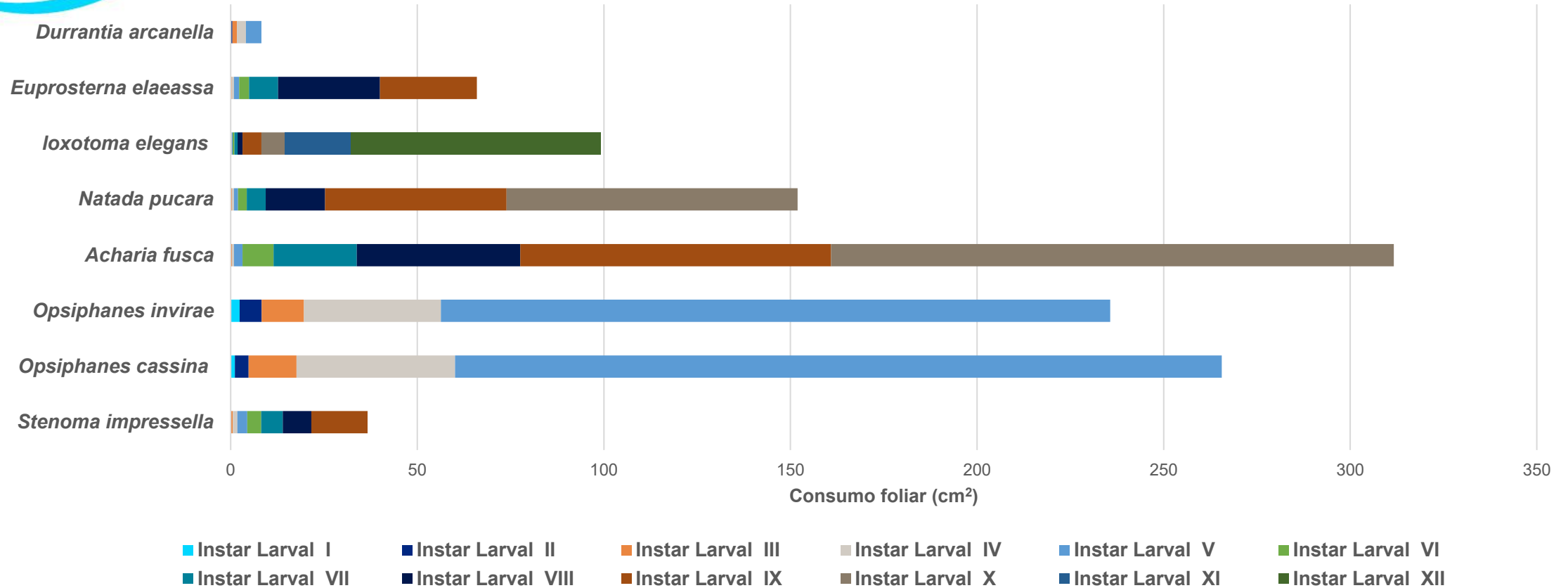
Horario de actividad sexual: 18:00 – 06:00 h

Posibles constituyentes: hidrocarburos insaturados de cadena larga, terpenoides

¡La palma de aceite tiene una gran cantidad de insectos que se alimentan de su follaje!



Consumo foliar de diferentes especies de insectos defoliadores de la palma de aceite

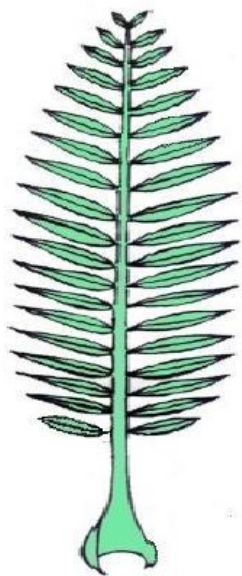


Evaluación del daño de insectos plaga

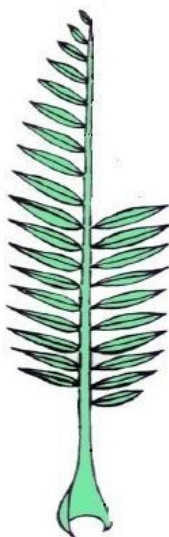
Simulación del daño
del insecto

Evaluación del daño simulado sobre
componentes productivos

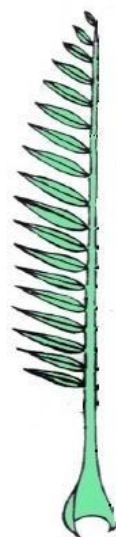
Modelar el efecto de la defoliación sobre la productividad de la palma de aceite en las cuatro zonas palmeras



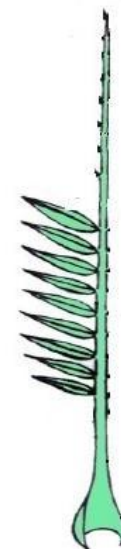
0%



25%



50%



75%



100%

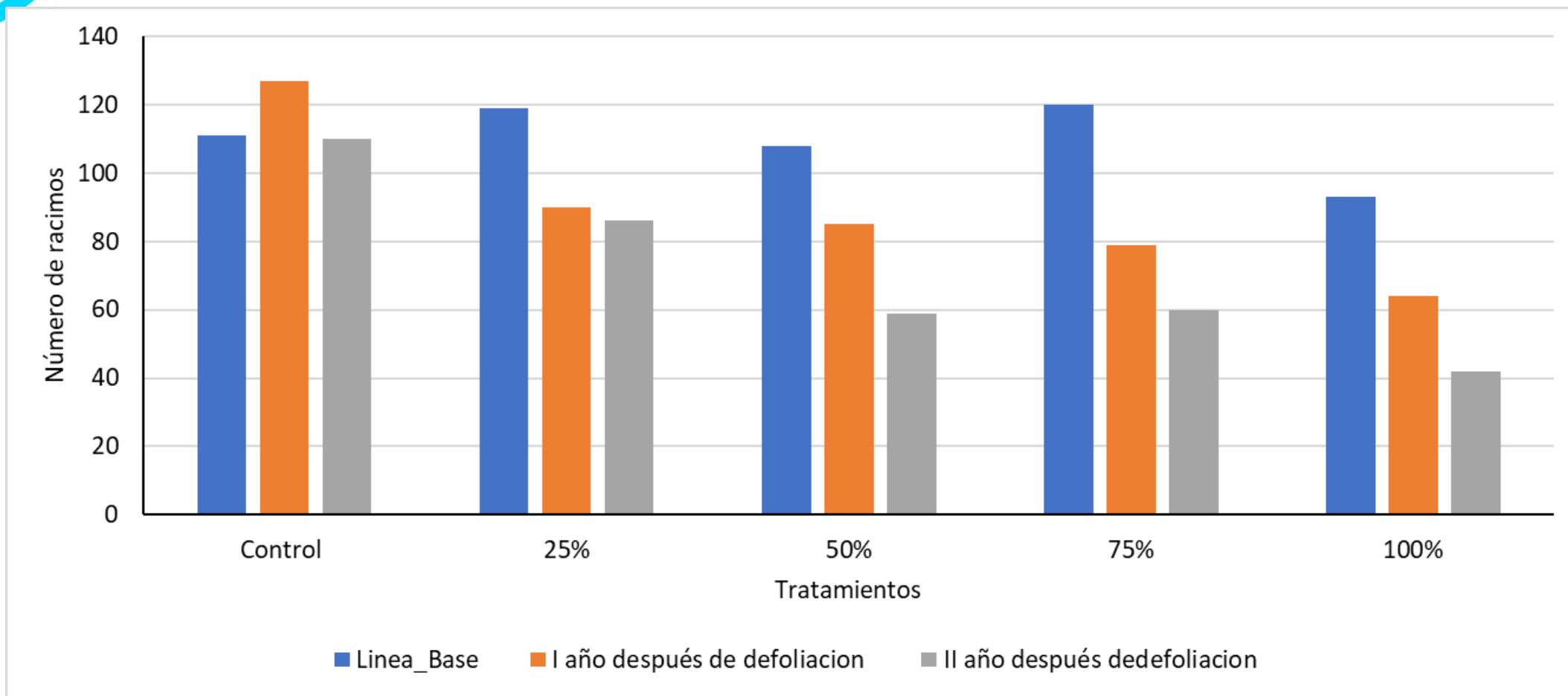
5 tratamientos

Zona Norte

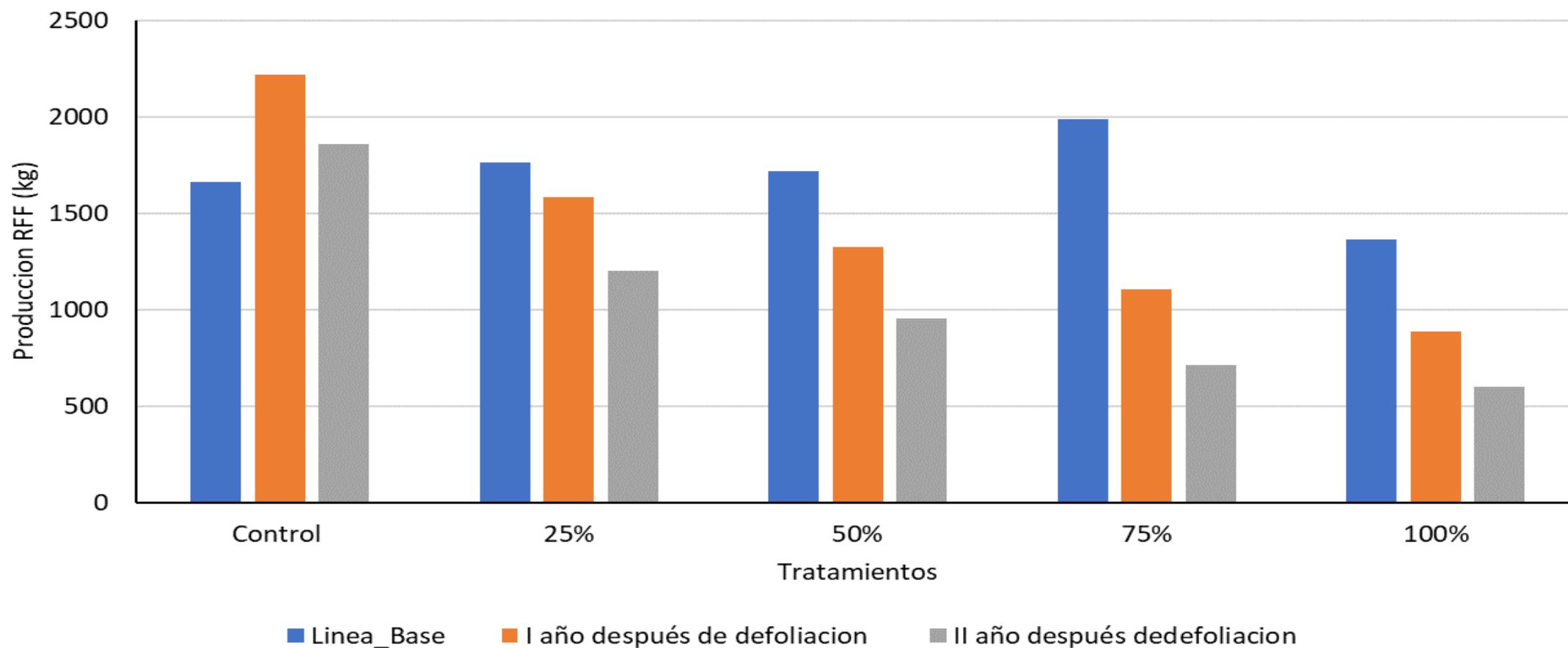
- *Elaeis guineensis*
- Cultivar Deli x Avros
- 2013
- Plantación en Codazzi, Cesar



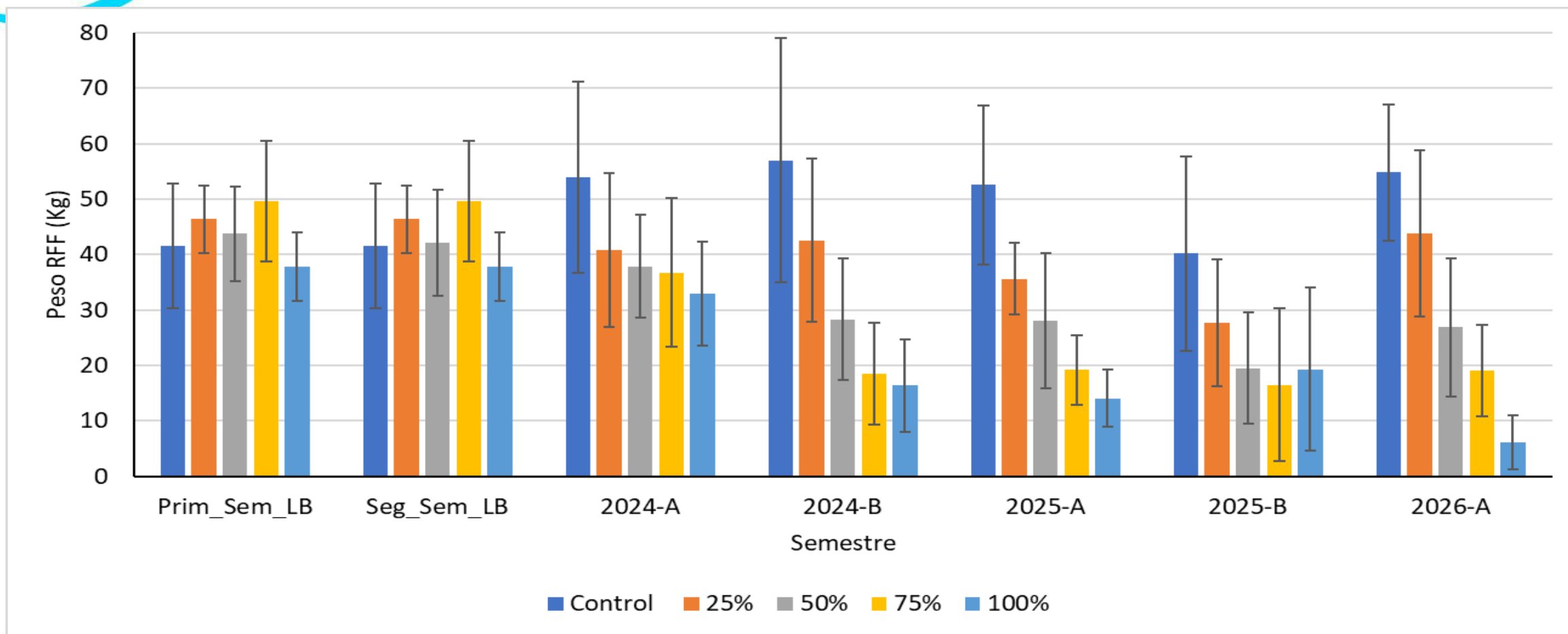
Sumatoria del número de racimos producidos por 20 palmas con diferentes niveles de defoliación



Sumatoria de producción de palmas sometidas a diferentes niveles de defoliación



Producción promedio de RFF por palma, de palmas sometidas a diferentes niveles de defoliación



Análisis estadístico

Modelo Mixto con medidas repetidas

Prueba de Razón de Verosimilitud del Modelo Nulo

Null Model Likelihood Ratio Test		
DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
14	38.56	0,0004

Pruebas de efectos fijos del modelo mixto para la producción de RFF ajustada por la producción previa a la defoliación.

Efecto	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	4	92	16,17	<0,0001
Semestre	4	92	10,30	<0,0001
Tratamiento*Semestre	16	92	1,85	0,0364



Prueba de comparación de medias por tratamiento (LS means Adjustment Tukey-Kramer)

Defoliación (Trat)	Media	Error Estándar	Grupo Estadístico
Control	48,8	1,606	a
25%	40,4	1,648	a b
50%	32,3	1,606	b c
75%	29,9	1,606	c
100%	23,5	1,693	c

prueba de Efectos Simples (*Tests of Effect Slices*) para la interacción Trat*Semestre, desglosada por cada Semestre

Tests of Effect Slices

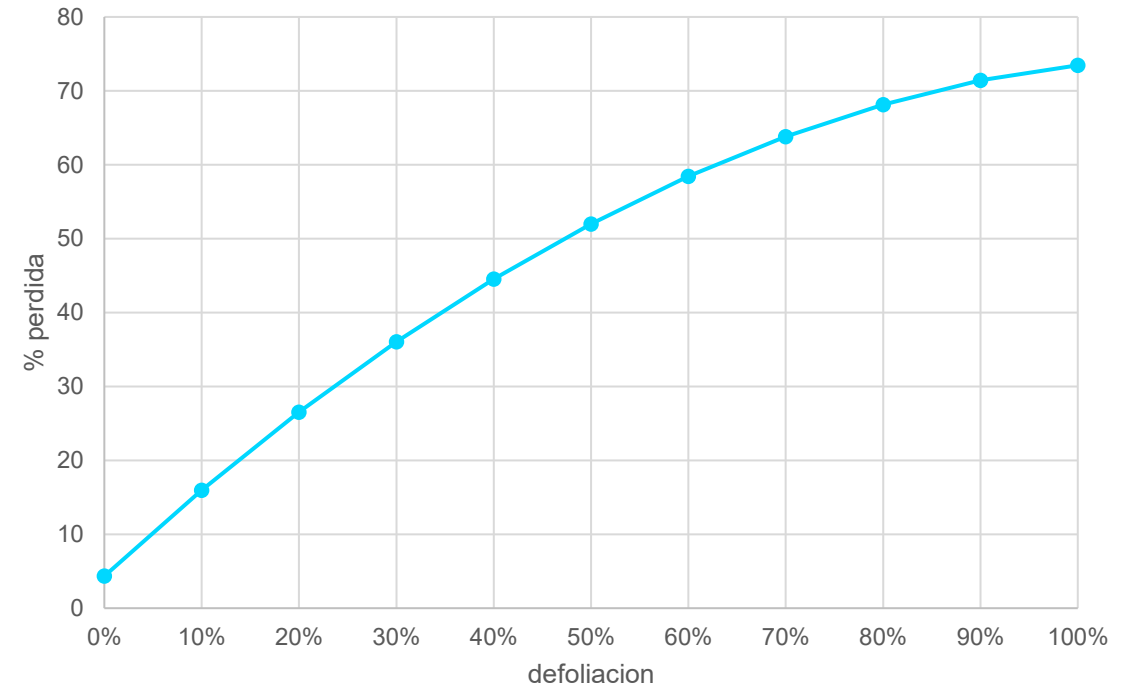
Effect	Semestre	DF	Den DF	F Value	Pr > F
Trat*Semestre	1	4	92	0.47	0,7595
Trat*Semestre	2	4	92	3.05	0,0206
Trat*Semestre	3	4	92	7.70	<0,0001
Trat*Semestre	4	4	92	3.26	0,0151
Trat*Semestre	5	4	92	13.43	<0,0001

Primer acercamiento a modelamiento de datos

$$Y = 0,5225x^2 - 1,2137x + 0,9566$$

$$\text{Dom}(f) = \{ x \in \mathbb{R} \mid 0 < x \leq 100 \}$$

Defoliación (%)	Pérdida Estimada (%)
10%	15,9
20%	26,5
30%	36,0
40%	44,5
50%	52,0
60%	58,4
70%	63,8
80%	68,1
90%	71,4
100%	73,4



Umbral de daño económico de *O. cassina*

Fórmula clásica de Pedigo

$$EIL = \frac{C}{V \times I \times D \times K}$$

donde:

- **EIL** = Nivel o Umbral de Daño Económico.
- **C** = costo del control.
- **V** = valor del cultivo **US\$ 203 tonelada de aceite**
- **I** = pérdida de rendimiento por unidad de daño **0,060685 toneladas por % de defoliación.**
- **D** = daño por insecto **0.0101955%.**
- **K** = eficacia del control.

Insecticida biológico:

- *Bacillus thuringiensis*
- Dosis: 250 gr/ha
- Costo del control: **US\$ 42.40**
- Eficacia de control: **90%**

Insecticida químico:

- Chlorantraniliprole
- Dosis: 200 ml/ha
- Costo: **US\$ 76,95**
- Eficacia de control: **90%**

Umbral de daño económico de *O. cassina*

Fórmula clásica de Pedigo

$$EIL = \frac{42.40}{203 \times 0,060685 \times 0,0101955 \times 0.90}$$

EIL = 375 insectos palma

EIL = 10 insectos hoja

Fórmula clásica de Pedigo

$$EIL = \frac{76,95}{203 \times 0,060685 \times 0,0101955 \times 0.90}$$

EIL = 680 insectos palma

EIL = 18 insectos hoja

Instar larval	Consumo foliar acumulado (cm ²)	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Chlorantraniliprole
I	1,11	1961	2965
II	3,72	585	835
III	12,81	169	283
IV	42,48	51	74
V	205,44	10	18



Gracias

Gracias

A stylized sunburst or starburst graphic composed of several elongated, rounded rectangular segments radiating from a central point. The segments are a darker shade of blue than the background, creating a subtle watermark-like effect in the upper right quadrant of the slide.