

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Estación Experimental Santo Domingo

Informe Anual 2025

1. Departamento/Programa: Palma Africana	3
2. Director de la Estación Experimental: Cevallos Sandoval Víctor Javier	3
3. Coordinador Nacional I+D+i: Ortega Cedillo Digner Santiago	3
4. Responsable del Departamento en la Estación Experimental: Ortega Cedillo Digner Santiago	3
5. Proyectos:	3
6. Socios externos estratégicos para la ejecución de la I+D+i durante el 2025:	3
7. Publicaciones del 2025	4
8. Participación en eventos de difusión científica y técnica:	4
9. Hitos/Actividades establecidas en el POA:	5
9.1 Evaluación del rendimiento de los materiales promisorios (banco de germoplasma) / Materiales genéticos	5
9.2 Evaluación de 32 poblaciones de oleíferas colectadas en la Amazonía.	20
9.3 Siembra y evaluación de los ensayos de cruzamientos entre Teneras Guineensis INIAP con polen de diferentes orígenes.	32
9.4 Evaluación de híbridos inter específicos OxG en localidad Bambú km. 28 vía Santo Domingo - Quinindé.	34
9.5 Evaluación de híbridos interespecíficos OxG en localidad San Lorenzo – Empresa Energy Palma	41
9.6 Evaluación de híbridos OxG (retrocruzamientos) en tres localidades La Concordia - La Unión - Viche.	45
9.7 Comportamiento agronómico del Híbrido INIAP TENERA en zonas con incidencia de la anomalía PC.	49
10. Actividades extra POA 2025	57
10.1 Enfermedades letales en la palma aceitera en Ecuador	57
10.1.1 Determinación de posibles agentes bióticos, abióticos y posibles vectores causantes de las enfermedades letales en la palma aceitera	57
10.1.2 Mejoramiento Genético	79
10.1.3 Epidemiología de la PC en palma aceitera	96
10.2 Contrato de prestación de servicios entre la Estación Experimental Santo Domingo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP” y la Compañía Semillas y Clones ASD del Ecuador (ECUSEM S.A).	

NFORME ANUAL 2025

1. **Departamento/Programa:** Palma Africana
2. **Director de la Estación Experimental:** Cevallos Sandoval Víctor Javier
3. **Coordinador Nacional I+D+i:** Ortega Cedillo Digner Santiago
4. **Responsable del Departamento en la Estación Experimental:** Ortega Cedillo Digner Santiago
5. **Proyectos:**

Título del proyecto:	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SOBRE ENFERMEDADES LETALES EN LA PALMA ACEITERA EN ECUADOR
Código del proyecto:	FIASA-EESD-2022-015
Presupuesto total:	\$ 1.458.849,75
Recurso estimado que INIAP ofrece en contraparte:	\$ 17.990,89
Recurso estimado que recibe el INIAP (valorizado en dólares):	2022 \$255.828,84 2023 \$101.427,20 2024 \$96.535,62 2025 \$164.630,86
Institución financiadora	FIASA
Responsable o director del proyecto en el INIAP:	Dr. Ortega Cedillo Digner Santiago
Número de memorando envío a la Dirección de Investigaciones en donde se incluyó el acta de aprobación por parte del Comité Técnico):	INIAP-EESD_DIR-2021-0891- MEM
Duración (en meses):	48
Fecha de inicio:	13 de abril 2022
Fecha de finalización:	12 de abril 2026

6. Socios externos estratégicos para la ejecución de la I+D+i durante el 2025:

Nombre de la institución	Siglas de la institución	Nombre de contacto o punto focal
Universidad Técnica de Babahoyo	UTB	Dr. Pedro Cedeño
Energy &Palma	Energy &Palma	Dra. Olga León
Grupo Solorzano	Solorzano	Sr. Lenin Solorzano
Grupo Torres	Grupo Torres	Sra. Natalia Torres
Plantación Dr. Morales	Plantación de palma	Dr. Carlos Morales
Plantación Sra. Ada Córdoba	Plantación de palma	Sra. Ada Córdoba
Plantación Ing. Eddy Salinas	Plantación de palma OxG	Ing. Eddy Salinas
Plantación Santa Anita	Plantación de palma de 8 cruces	Sr. Estuardo Carriel

7. Publicaciones del 2025

Defaz Fierro, S. R., Zambrano Marcillo, S. M., Ortega Cedillo, D. S., Viera, W., Cassiano, P., & Burbi, S. (2025). Recovery and sustainability of small palm growers' farms: Use of of hybrid materials (OxG) against bud rot. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17237215>

Jiménez-Cumbicus, J., Ortega, D., Panchana, C., Paz, L., y Pico, J. (2025). Potencial de hongos entomopatógenos para el control de *Lincus curvatus*, vector de la marchitez sorpresiva en palma aceitera. Memorias del VII Simposio en Fitopatología y biocontrol. Publicación de la Universidad San Francisco de Quito -USFQ. Archivos Académicos N° 62. p.52. ISSN2528-7753. <https://www.usfq.edu.ec/es/revistas/archivos-academicos>

Panchana, C., Paz, L., y Ortega, D. (2025). Pudrición del Cogollo en Palma Aceitera: Dinámica del Microbioma de la Rizosfera y del Tejido Vegetal Revelada por Metagenómica. Publicación de la Universidad San Francisco de Quito -USFQ. Archivos Académicos N° 62. pp.67-68. ISSN2528-7753. <https://www.usfq.edu.ec/es/revistas/archivos-academicos>

Zambrano Marcillo, S. M., Defaz Fierro, S. R., Ortega Cedillo, D. S., Viera, W., & Burbi, S. (2025, junio 9). Genetic Diversity in Oil Palm for Sustainable Agriculture. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17237179>

8. Participación en eventos de difusión científica y técnica:

Participación 1

Título del trabajo:	Sustainable oil palm cultivation in Ecuador: Research challenges and strategic approach to genetic improvement
Nombres del autor:	Silvia Zambrano; Silvana Defaz
Tipo de participación:	Expositores
Nombre del evento científico:	Seminar - Staff from INIAP, Ecuador
Institución o instituciones organizadoras:	Sant'Anna School of Advanced Studies - Institute of Plant Sciences
Fechas del evento:	April 23rd 2025.
Ciudad sede del evento:	Pisa - Italy

Participación 2

Título del trabajo:	Capacitación sobre el manejo de cultivo de palma aceitera
Nombres del autor:	Digner Ortega; José Farias
Tipo de participación:	Expositores
Nombre del evento científico:	Mejoramiento genético y manejo de cultivo
Institución o instituciones organizadoras:	INIAP-EESD-FIASA
Fechas del evento:	15 /Mayo/2025
Ciudad sede del evento:	La Concordia

Participación 3

Título del trabajo:	Curso sobre avances de la investigación de enfermedades letales en palma aceitera en el Ecuador (Proyecto FIASA-EESD-2022-015)
Nombres del autor:	Digner Ortega; Silvia Zambrano; Silvana Defaz
Tipo de participación:	Expositores
Nombre del evento científico:	Avances de la investigación de enfermedades letales en palma aceitera en el Ecuador (Proyecto FIASA-EESD-2022-015)
Institución o instituciones organizadoras:	INIAP-EESD-FIASA
Fechas del evento:	19 /Septiembre/2025
Ciudad sede del evento:	La Concordia -EESD

Participación 4

Título del trabajo:	Manejo integral de plagas y enfermedades
Nombres del autor:	José Farias
Tipo de participación:	Expositores
Nombre del evento científico:	Manejo de cultivo de palma africana
Institución o instituciones organizadoras:	GAD Quinindé
Fechas del evento:	14 /Noviembre/2025
Ciudad sede del evento:	Cube-Quinindé

Participación 5

Título del trabajo:	Proyecto de investigación sobre enfermedades letales en palma aceitera en el Ecuador - FIASA
Nombres del asistente:	Digner Ortega; Silvia Zambrano; Silvana Defaz
Tipo de participación:	Expositores
Nombre del evento científico:	Socialización de resultados del Proyecto de investigación sobre enfermedades letales en palma aceitera en el Ecuador
Institución o instituciones organizadoras:	FIASA-INIAP
Fechas del evento:	27/11/2025
Ciudad sede del evento:	Santo Domingo

9. Hitos/Actividades establecidas en el POA:

9.1 Evaluación del rendimiento de los materiales promisorios (banco de germoplasma) /Materiales genéticos

Matriz de actividades: De los lotes de Investigación del Programa de Palma Africana ha entregado al Departamento de Producción la cantidad de 139,20 toneladas de fruta fresca de palma durante el año 2025, dando un aporte a la Estación de \$20.562,82 dólares americanos.

Actividades planificadas en el hito 1	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Determinar el comportamiento de cinco híbridos interespecíficos de palma aceitera Oleífera x Guineensis (OxG), dos compactos ASD vs. el híbrido Tenera INIAP, en rendimiento, calidad de aceite, resistencia y / o tolerancia a problemas fitosanitarios y clima.	– Evaluar el comportamiento de cinco cruzamientos de híbridos interespecíficos, dos compactos con el híbrido INIAP- Tenera en la zona de La Concordia. – Medir el porcentaje de fecundación y extracción de aceite. – Evaluar tolerancia y/o resistencia a plagas y enfermedades. – Desarrollar alternativas de manejo en híbridos interespecíficos y compactos.
2. Comportamiento de tres cruzamientos de Duras INIAP con Tenera tolerante a la PC, Lote 5 E.	– Evaluar el comportamiento de tres cruzamientos Duras INIAP con polen de Teneras tolerantes a la PC, en La Concordia. – Medir el porcentaje rendimiento de fruta fresca y extracción de aceite. – Evaluar tolerancia y/o resistencia a plagas y enfermedades. – Seleccionar nuevas duras como Progenitoras con tolerancia a la PC.
3. Adaptación y evaluación de cinco cruces entre oleíferas x guineensis procedente de Brasil (COARI)	– Evaluar la adaptación de cruzamientos interespecíficos de oleíferas por Guineensis. – Evaluar características biométricas y de producción.
4. Obtención de progenitores Duras, Pisíferas y Teneras de origen AVROS del Malasian Palm Oil Board.	– Evaluar el comportamiento de los diferentes materiales Dura, Pisifera y Tenera – Seleccionar plantas con mejores características para el banco de germoplasma.

Actividad 1. Determinar el comportamiento de cinco híbridos interespecíficos de palma aceitera Oleífera x Guineensis (OxG), dos compactos ASD vs. el híbrido Tenera INIAP, en rendimiento, calidad de aceite, resistencia y / o tolerancia a problemas fitosanitarios y clima.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto Corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando	

Antecedentes

La palmicultura moderna basa su competitividad en la siembra de materiales mejorados de alta producción. Más del 95% del área palmera en el país corresponde al híbrido intervarietal Tenera de la especie *Elaeis guineensis*, caracterizado por su elevada producción de racimos y tasa de extracción de aceite. Sin embargo, diversas enfermedades tales como: Moteado del cogollo, Anillo clorótico (AC), Pudrición del Cogollo (PC), Marchitez Sorpresiva (MS), Marchitez Letal (ML) y Anillo Rojo (AR) están afectando las plantaciones. Hasta la fecha no existen métodos de control efectivos para reducir su expansión y virulencia.

Ante esto, con el fin de garantizar y mantener a futuro la producción de fruta fresca, surge como alternativa la siembra de híbridos interespecíficos, obtenidos del cruce de palma americana (*Elaeis oleífera* H.B.K. Cortés) y palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), además de híbridos compacto procedente de ASD, frente al híbrido INIAP- Tenera.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el comportamiento de cinco cruzamientos de híbridos interespecíficos de Palma Aceitera Oleífera x Guineensis (OxG), dos Compactos de ASD frente al híbrido INIAP-Tenera, en rendimiento, calidad de aceite, resistencia y/o tolerancia a problemas fitosanitarios y clima.

Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento de cinco cruzamientos de híbridos interespecíficos, dos compactos con el híbrido INIAP- Tenera en la zona de La Concordia.

Medir el porcentaje de fecundación y extracción de aceite.

Evaluar tolerancia y/o resistencia a plagas y enfermedades.

Desarrollar alternativas de manejo en híbridos interespecíficos y compactos.

Metodología

El presente trabajo investigativo se lleva a cabo en la Estación Experimental Santo Domingo (EESD) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en los lotes Intercalado, 6 A2 y 7B, ubicada en el km. 38 de la vía Santo Domingo - Quinindé, cantón La Concordia provincia de Santo

Domingo de los Tsáchilas, geográficamente situada entre las coordenadas 79,3722 de longitud oeste y 0,09456 de latitud, a una altitud de 300 msnm. El ensayo se sembró en enero 2008.

Características climáticas

Precipitación	3 234,98 mm/ año
Heliofanía	760,30 horas luz/año
Temperatura mínima	18,9 °C/año
Temperatura media	24,56 °C/año
Temperatura máxima	33,75 °C/año
Humedad relativa	86,94%/año
Suelos	Textura franco limoso, con un alto contenido de alófanos (arcillas amorfas), pH ligeramente ácido y relieves planos a ondulados.
Orden	Inceptisol
Suborden	Andepts
Gran grupo	Dystrandepts

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) Estación La Concordia. Datos promedios de los años 2006– 2021. Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Factores en estudio.

Caracteres cuantitativos de los cinco OxG, dos Compactos y el híbrido INIAP-Tenera en estudio.

Unidad experimental.

La unidad experimental está conformada por 12 plantas, las cuales fueron plantadas a un distanciamiento de 9,0 m x 9,0 m a tres bolillos.

Tratamientos

Código	Progenie
1	(2/4) Taisha x 3B-384P
2	(4/4) Taisha x 3B-384P
3	(2/2) Taisha x 3B-384P
4	(5/1) Taisha x 3B-384P
5	(5/4) Taisha x 3B-384P
6	Compacta/Nigeria (DxP) ASD
7	Compacta/Ghana (DxP) ASD
8	Testigo DxP (Tenera)

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Diseño experimental y análisis de datos.

Se utiliza un diseño de bloques completamente al Azar, con tres repeticiones y en tres lotes.

Análisis estadístico.

El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

- Y_{ij} = Valor observado de i – énsima familia y/o testigo en el j – énsimos bloques del ensayo
 μ = Media general
 T_i = Efecto del i énsimo tratamiento, con 1,2,; $T=5$, en que son 5 familias
 β_j = Efecto del j = énsimo bloque, con $j=1,2, \dots, r=4$ Repeticiones
 ε_{ij} = Efecto del error aleatorio

Se utilizó el programa estadístico GENES.

Métodos de evaluación

Caracteres cuantitativos.

Número de racimos. Se contabiliza el número de racimos por palma y se registra en cada cosecha las variables medias de racimos·planta⁻¹·año⁻¹, total de racimos·año⁻¹ y racimos t·ha⁻¹·año⁻¹.

Peso de racimo: Luego de la cosecha de los lotes, se pesa cada racimo en kilogramos (kg) y se registra por planta y por lote. En donde se incluye las variables de la media de peso de racimo planta⁻¹·año⁻¹, total de peso de racimos por año, t·ha⁻¹·año⁻¹.

Numero de plantas: Se consideraron las plantas que han sobrevivido a la pudrición de cogollo (PC).

Resultados

Durante el año 2025, la contratación de actividades agronómicas (chapia, coronas, cosecha, fertilización, plaguicidas) fue extemporánea y no se alcanzó lo planificado, lo que afecta a la producción, a una adecuada cosecha y por ende a la robustez de la información. En la Tabla 1, se presenta los resultados sobre las características: media racimos·planta⁻¹·año⁻¹, total de número de racimos, media de peso de racimos·planta⁻¹·año⁻¹, peso total de racimos (kg·año⁻¹), número de plantas y rendimiento expresado en racimos ha⁻¹·año⁻¹ y t·ha⁻¹·año⁻¹, encontrándose diferencias significativas para las variables total de número de racimos años y número de plantas entre los cinco híbridos OxG evaluados en el lote Intercalado; por el contrario, los híbridos compactos y el testigo no fueron evaluados debido a la poca cantidad de plantas disponibles.

En el lote Intercalado, la media de racimos planta⁻¹·año⁻¹ fue de 9 racimos (mínimo 6; máximo 11), con un coeficiente de variación (CV) del 18%. Para el total de número de racimos por año de los híbridos evaluados, se registró una media de 88 racimos (mínimo 39; máximo 156) y un CV de 27%. Respecto a la media del peso de racimos·planta⁻¹·año⁻¹, el promedio fue de 146,61 kg (mínimo 84,6 kg; máximo 196,4 kg) con un CV de 24%. La característica de peso total de racimos, la media fue de 1461,8 kg (mínimo 679 kg; máximo de 2464 kg) y un CV del 27%. El número de plantas presentó una media de 10 unidades (mínimo 5; máximo de 15) y con un CV del 18%. En cuanto al número de racimos·ha⁻¹·año⁻¹ la media fue de 1087 racimos (mínimo 688; máximo 1347) con un CV de 19%, mientras que la media, para la característica tonelada por hectárea año fue de 18,3 t·año⁻¹ (mínimo 10,58; máximo 24,6) con un CV de 24% (Tabla 1). Cabe destacar que los cinco híbridos OxG no

manifestaron síntomas de la enfermedad PC, aunque se identificaron plantas afectadas por *Rhynchochorus palmarum* y Anillo Rojo.

En relación con el lote 6 A2, se observa en la Tabla 1, las características de media de racimos $\text{planta}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, total de número de racimos, media de peso de racimos $\cdot\text{planta}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, peso total de racimos $\text{kg}\cdot\text{año}^{-1}$, racimos $\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ y $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ presentaron diferencias significativas entre los siete híbridos evaluados y el testigo, a diferencia del número de plantas, que no fue significativo. En este lote, la media de racimos $\cdot\text{planta}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ fue de 6 racimos (mínimo 3; máximo 9) con un CV del 21%. El total de racimos anual de híbridos evaluados, la media fue de 48 racimos (mínimo 10; máximo 114) y CV de 39%; El promedio de peso de racimos $\cdot\text{planta}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, la media fue de 103,46 kg (mínimo 33,0 kg; máximo 158,0 kg) con un CV de 24%. Para la característica de peso total de racimos la media fue de 798,0 kg (mínimo 132 kg; máximo 1822 kg) y un CV del 41%. El número de plantas promedio fue 7 unidades (mínimo 2; máximo 13) con un CV del 31%. Finalmente, el número de racimos $\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ la media fue de 804 racimos (mínimo 375; máximo 1125) con un CV de 21% y la media de la característica de $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ fue de 12,93 (mínimo 4,13 toneladas; máximo 19,75 toneladas) siendo el CV de 24% (Tabla 1).

En el Tabla 2, se presenta el análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de los siete híbridos y el testigo INIAP- Tenera. Para el lote Intercalado solo se presenta la media de los cinco híbridos OxG evaluados, se observaron diferencias en el total de racimos: el híbrido 5 (5/4) Taisha x 3B-384P alcanzó el valor máximo (126,7 racimos), mientras que el tratamiento 3 (2/2) Taisha x 3B-384P registró el mínimo (56 racimos). Aunque no hubo diferencias estadísticas para el total de peso de racimo y $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, pero existen valores que van de 959,7 kg a 1883,3 kg, de igual manera ocurre con las $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ que tiene desde 15,1 a 20,8 toneladas. De igual manera se evidenció que para plantas vivas existió diferencias, siendo el mismo tratamiento 5 que presentó mayor número de plantas vivas de 13,3 (Tabla2). En el lote 6 A2, las plantas vivas no mostraron diferencias estadísticas, oscilando entre 5 a 10 unidades. El cruce 4 (5/1) Taisha x 3B-384P destacó con 76 racimos, con peso de 1267,7 kg y una productividad de 17,49 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, incluso el testigo superó al material compacta x Ghana, el cual registró 20 racimos, 268,2 kg y de 6,7 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$.

Tabla 1

Análisis de varianza, de las variables media racimos por planta año, total de número de racimos, media de peso de racimos por planta año, total de peso de racimos(kg) por año, número de plantas, racimos·ha⁻¹·año⁻¹ y t·ha⁻¹·año⁻¹, de los lotes Intercalado y 6 A2 de cinco híbridos OxG, dos Compactos y un testigo INIAP- Tenera, 2025

CUADRADO MEDIO								
FV		Lote Intercalado						
	GI	Media Rac planta·año	Total racimo Año	MedPesoRac planta·año	Total Peso Racimo Año	Numero plantas	Rac.ha ⁻¹ ·año	t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹
Bloques	2	1,67	1767,27	1057,72	719226,6	10,4	16576,47	16,49
Tratamientos	4	2,43 ^{ns}	2291,57*	1131,76 ^{ns}	370167,93 ^{ns}	18,67*	47945,5 ^{ns}	17,69 ^{ns}
Residuo	8	2,58	575,77	1243,14	163313,93	3,32	45209,3	19,45
Total	14							
Media General		9,0	88,27	146,61	1461,8	10	1087	18,33
CV (%)		18	27	24	27	18	19	24
Mínimo-Máximo		6-11	39-156	84,6-196,4	679-2464	5-15	688-1347	10,58-24,55
Lote 6 A2								
Bloques Ajustado	2	1,94	777,79	107,08	120732,70	10,58	30352,84	1,68
Tratamientos Ajust	7	5,81*	1321,61*	2104,02*	389308,14*	13,15 ^{ns}	90768,86*	32,86*
Residuo	12	1,90	360,55	647,42	109784,87	5,40	29628,36	10,11
Total	23							
Media General		6	48	103,46	798,01	7	803,82	12,93
CV (%)		21	39	24	41	31	21	24
Mínimo-Máximo		3-9	10-114	33-158	132-1822	2-13	375-1125	4,13-19,75

**= Diferencias estadísticas altamente significativas, *= diferencias estadísticas significativas, ns= diferencias estadísticas no significativas.

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Tabla 2

Análisis de medias mediante Tukey al 5%, para total de número de racimo, peso total de racimos, $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ y de plantas vivas de los siete híbridos vs el testigo INIAP Tenera en dos lotes, 2025

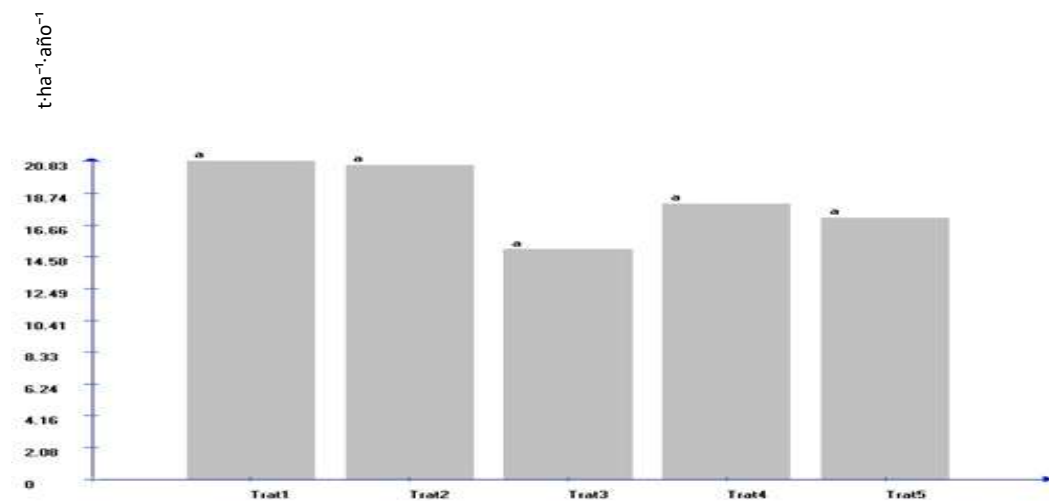
Cód. Lote Intercalado						Lote 6A2			
	DMS	67,7	1140,93	12,45	5,14	54,7	954,6	9,2	6,7
		Racimos unidades	Peso racimo kg	$t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$	Plantas Vivas	Racimos unidades	Peso racimo kg	$t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$	Plantas Vivas
1	(2/4) taisha x 3B- 384P	76,0 ab	1335,3 a	20,8 a	8,0 b	66,3 ab	1109,3 ab	15,65 ab	9 a
2	(4/4) taisha x 3B- 384P	78,3 ab	1450,7 a	20,6 a	8,7 ab	68,0 ab	1156,0 ab	14,18 ab	10 a
3	(2/2) taisha x 3B- 384P	55,7 b	959,7 a	15,1 a	8,0 b	51,3 ab	765,7 ab	11,87 ab	8 a
4	(5/1) taisha x 3B- 384P	104,7 ab	1680,0 a	18,0 a	12,0 ab	75,7 a	1267,7 a	17,49 a	9 a
5	(5/4) taisha x 3B- 384P	126,7 a	1883,3 a	17,1 a	13,3 a	42,7 ab	715,0 ab	13,22 ab	7 a
6	Compacta/ Nigeria (DxP)ASD					42,1 ab	712,6 ab	13,90 ab	6 a
7	Compacta/ Ghana (DxP)ASD					19,5 b	268,2 b	6,73 b	5 a
8	Testigo					21,7 ab	389,7 ab	10,42 ab	5 a

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la figura 1 se observa el comportamiento de los cinco híbridos interespecíficos OxG del INIAP, en el lote intercalado, en donde los híbridos pese a que no presentaron diferencias significativas, pero, sí se encontraron valores numéricos superiores, siendo los Híbridos OxG1 y OxG 2 arriba de $20 t \cdot año^{-1}$, seguido de los OxG 4 y OxG 5 con valores mayores a 17 toneladas.

Figura 1

Comportamiento de los cinco híbridos OxG, en base a la tonelada por hectárea año del lote Intercalado, 2025.

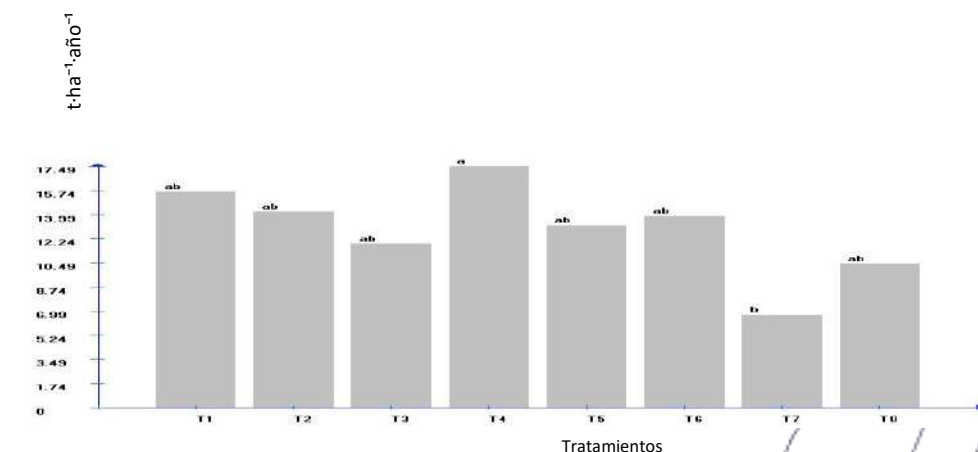


Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la figura 2 se observa el comportamiento de los cinco híbridos interespecíficos OxG del INIAP, en el lote 6 A2, con relación a las toneladas por hectárea año en donde se observan diferencias estadísticas, siendo el tratamiento o híbrido OxG4 el mejor con valores superiores a 17 toneladas, mientras que el testigo durante este año superó a Compacta x Ghana con casi 4 toneladas.

Figura 2

Comportamiento de los cinco híbridos OxG, dos compactos y un testigo, en base a la tonelada por hectárea año total del lote 6 A2, 2025.



Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Conclusiones

En el lote intercalado para la variable rendimiento ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$), no se encontró diferencias, pero los híbridos OxG1 y OxG 2 presentaron los valores numéricos fueron superiores a 20 toneladas.

Se encontraron diferencias en racimos y plantas vivas siendo el mejor el híbrido OxG 5. Para el lote 6 A2, se encontraron diferencias significativas para las variables racimos, peso de racimos, y $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, siendo el mejor híbrido OxG 4 el mejor con 76 racimos, 1267,7 kg de peso y el rendimiento de 17,49 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$.

Los cinco híbridos OxG, de manera general no fueron afectados por la PC, pero si se observan plantas con anillo rojo y presencia de afectación por parte del insecto *Rhynchophorus palmarum*.

Referencias

- Almeida, S., & et al. (2009). Caracterización fenotípica y diversidad genética en sub muestra de caiaue (*Elaeis oleífera*) de origen Coari. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Brasil.
- Corley, H., & Tinker, B. (2009). La Palma De Aceite. Bogota : FEDEPALMA(Federacion Nacional De Cultivadores De Palma De Aceite.
- Ortega, J. (2012). Evaluación agronómica y caracterización morfológica de cinco accesiones de palma americana (*Elaeis oleífera* H.B.K) nativas de la amazonia ecuatoriana. Tesis de Pregrado. La Concordia, Esmeraldas, Ecuador.

Actividad 2. Comportamiento de tres cruzamientos de Duras INIAP con Tenera tolerante a la PC, Lote 5 E.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores :	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto Corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando:	

Antecedentes

El 95% del área palmera en el país corresponde al híbrido intervarietal Tenera de la especie *Elaeis guineensis*, caracterizado por su elevada producción de racimos y tasa de extracción de aceite. Sin embargo, diversas enfermedades tales como: Moteado del cogollo, Anillo clorótico, Pudrición del Cogollo, Marchitez sorpresiva, Marchitez letal y anillo rojo están afectando las plantaciones. Hasta la fecha no existen métodos de control efectivos para reducir su expansión y virulencia.

A finales del mes de septiembre de 2023, mediante Memorando Nro. INIAP-EESD_PV-2023-0038-MEM, se presentó un Informe de la incidencia de la PC en lotes de palma aceitera de la EESD elaborado por la Ing. Alicia Romero e Ing. Walter Zambrano en calidad de miembros de Comisión Técnica, en el que se registró un 89.91% de afectación en el Lote 5E. Adicionalmente, se ratifica la información

mediante Informe de actualización de Lotes de palma aceitera de la EESD asignados al Departamento de Producción de plantas y semillas especializado y Programa de Investigación de palma aceitera, incerto en Memorando Nro. INIAP-EESD_AT-2023-0456-MEM. Para el año 2024, mediante el proceso de verificación en campo se incrementó la incidencia, llegando al 99% según se refleja en el informe de censo de lotes de investigación correspondiente al período 2024.

Ante esto, con el fin de garantizar y mantener a futuro la producción de fruta fresca, surge realizar estudios entre cruzamientos de Duras INIAP que tienen más de 40 años en el programa de mejoramiento, con aquellas plantas Teneras que soportaron o tuvieron un grado de tolerancia a la PC, mientras que el resto de la plantación fue afectada en la zona del Oriente ecuatoriano, con el fin de ser llevadas o puestas en zonas para observar su tolerancia o afectación con relación a la PC.

Resultados

Este ensayo establecido en el lote 5 Estación, dentro de los predios de la EESD, los tres cruzamientos que proceden de la Dura INIAP, con polen de Tenera, todas fueron afectadas por la PC.

Conclusiones

La alta incidencia de la enfermedad PC, afectó los tres cruzamientos en estudio y resultó en la pérdida total de plantas.

Actividad 3. Adaptación y evaluación de cinco cruces entre oleíferas x guineensis procedente de Brasil (COARI).2025.

Responsable :	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto Corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando:	

Antecedentes

El material en evaluación es originario de Brasil, de la localidad Coari, por ello su nombre. Fue mejorado en Colombia resultado del cruzamiento entre dos especies (Guineensis x Oleífera), se desconoce cuáles son sus progenitores. Corresponde a cinco cruzamientos donados por el Ing. Francisco Orellana, en el cual se ha evaluado su comportamiento y características de producción, durante 20 años de vida de material.

Objetivos

Evaluar la adaptación de cruzamientos interespecíficos de Oleíferas por Guineensis.

Evaluar características biométricas y de producción.

Metodología

Ubicación: EESD - Lote 12
Año de Siembra: 1999
Diseño Experimental: No tiene.

A continuación en la tabla 1, se detalla el cruzamiento, número de plantas por cada cruzamiento y su ubicación en el banco de germoplasma de la EESD.

Tabla 3

Cruces, lote y número de plantas COARI, ubicadas en el lote 12, EESD NIAP – Ecuador-2025

CRUCE	Lote ubicado	Plantas
1. FA 1104	12	5
2. FA 1107	12	5
3. FA 1113	12	5
4. FA 1119	12	5
5. FA 1120	12	5

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Resultados

En el tabla 2 se puede observar la producción de 23 años consecutivos desde el 2003 al 2025, de cinco cruzamientos procedente de material Coari x La mé sembrados en el lote “Coari”, los datos tomados proceden de cinco plantas por cada cruzamiento, los mismos que son proyectados en base a 100 plantas por hectárea, debido a la densidad de su área foliar este material que es sembrado a un distanciamiento de 10x10m, en triangulo equilátero.

De manera general la media de los cruzamiento FA 1120, FA 1119, FA 1113, FA 1107 y FA 1104, durante los 23 años fue de 17,2 t; 13,19 t; 7,8 t; 11,9 t y 9,01 t respectivamente. Sin embargo, observamos de manera general que a partir del quinto año las producciones variaron de 14 a 23 t, lo mismo sucedió en el sexto año con variaciones de 16 a 22 t, esto se mantuvo hasta el año noveno (2011) en donde las producciones variaron de 12 t a 27 t. A partir del año décimo de producción observamos que en los cinco cruzamientos bajaron teniendo valores de menos de una tonelada, siendo a partir de este año 2012, cruzamientos que se destacaron en que mejoraron su producción mientras que otro su tendencia fue a la baja.

Normalmente se vende híbridos de diferente cruzamientos si realizamos un análisis de los cinco cruzamientos como un solo material, observamos que inició con su producción a partir del año 2003 con 7,5 t; 11,1 t; 15,3 t; 18,1 t; 19,1 t; 19,6 t; 16,2 t; 13,7 t; 21,7 t; 8,2 t; 10,1 t; 7,8 t; 4,0 t; 9,7 t; 8,4 t; 14,4 t, 9,7 t; 10,48 t; 9,22 t; 6,61 t; 14,85; 8,9 t y 2,6 t (Tabla 2). Esto nos proporciona información relevante que a pesar de iniciar con una producción aceptable las producciones como promedio solo llegaron a 21,7 t al noveno año de producción (2011) y que a partir del siguiente año hasta el 2025, es decir 14 años que las producciones variaron de 2,6 a 14,85 toneladas, por eso es muy importante



evaluar los materiales ya que puede suceder estas situaciones referente a la producción ya que la planta pese a su edad son plantas que no superan los 8 m de altura.

Conclusiones

Se observa que los cinco cruzamientos, si consideramos de manera individual cada material en ciertos años superan las 20 t incluso llegan a 33 t, mientras que otros pueden llegar a menos de una tonelada. De manera general, los cinco cruzamientos hasta el noveno año de producción llegaron como promedio a una producción de 21,7 t, y del año decimo hasta el año 22 las producciones no superaron las 15 t, teniendo años con promedio de 2,6 t.

Tabla 4

Resumen de producción por hectárea de 23 años de evaluación de rendimiento de cinco cruzamientos del lote COARI, EESD INIAP, 2025

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Familias	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
FA 1120	3,85	6,16	9,40	14,4	19,7	22,4	19,5	20,8	26,3	10,5	15,0	15,8	13,2	11,0	21,3	26,5	18,9	33,12	19,18	17,4	25,6	19,2	5,96
FA 1119	6,30	5,71	9,76	15,00	14,70	16,10	16,0	11,20	27,80	7,59	12,70	9,08	3,98	10,92	13,00	23,10	12,70	22,38	13,44	5,22	26,50	14,10	6,16
FA 1113	7,80	13,30	16,20	20,40	15,70	16,20	9,90	7,60	12,80	6,70	6,50	6,20	0,36	4,06	5,00	8,10	2,90	3,90	5,08	1,24	7,00	2,30	0,16
FA 1107	8,70	14,40	20,50	22,20	22,80	22,20	16,10	15,80	23,20	8,00	12,80	4,60	1,10	11,02	0,70	11,50	10,90	12,52	3,70	6,36	15,10	7,90	0,84
FA 1104	10,60	15,70	20,50	18,30	22,70	21,20	19,60	12,90	18,60	8,00	3,60	3,50	1,30	11,58	1,80	2,80	3,10	3,10	4,72	2,82	0,00	0,90	0,00
Media t	7,50	11,10	15,30	18,10	19,10	19,60	16,20	13,70	21,70	8,20	10,10	7,80	4,00	9,70	8,40	14,40	9,70	10,48	9,22	6,61	14,85	8,90	2,62

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Actividad 4. Obtención de progenitores Duras, Pisíferas y Teneras de origen AVROS del Malasian Palm Oil Board.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto Corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando:	

Antecedentes

Este ensayo fue establecido en el 2018 en el lote 5 Estación, se está registrando número y peso de racimos y caracterizando planta a planta de los cruzamientos, además, se han realizados las labores de mantenimiento como: chapias, coronas, limpieza de bordes, fertilización, control fitosanitarios y poda. Sin embargo durante el año 2022 la enfermedad de Pudrición del Cogollo ha afectado el lote, teniendo el 43% de plantas sanas. Durante este período se verificó la tipificación de las plantas del lote, para el año 2023 la incidencia de PC aumento, de 161 plantas sanas tenemos 47 plantas lo que representa que el 71% estan afectadas o muertas por PC .

A finales del mes de septiembre de 2023, mediante Memorando Nro. INIAP-EESD_PV-2023-0038-MEM, se presentó un Informe de la incidencia de la PC en lotes de palma aceitera de la EESD elaborado por la Ing. Alicia Romero e Ing. Walter Zambrano en calidad de miembros de Comisión Técnica, en el que se registró un 89.91% de afectación en el Lote 5E. Adicionalmente, se ratifica la información mediante Informe de actualización de Lotes de palma aceitera de la EESD asignados al Departamento de Producción de plantas y semillas especializado y Programa de Investigación de palma, incerto en Memorando Nro. INIAP-EESD_AT-2023-0456-MEM. Para el año 2024, mediante el proceso de verificación en campo se incrementó la incidencia, llegando al 99% según se refleja en el informe de censo de lotes de investigación correspondiente al período 2024.

Resultados

Del cruce Dura x Dura FCPHP 686, es el material que menos afectación por la PC presenta con relación a la Dura x Dura UKM 441, este material debe ser cruzado entre ellas y realizar analisis molecular para identificar la presencia de las frecuencias de genes recesivos. Los cruces TxT y TxP, de igual manera han sobrevivido pocas plantas.

Conclusiones

La alta incidencia de la enfermedad, pérdida de plantas en un número significativo, se da por concluida la fase experimental de este ensayo.

9.2 Evaluación de 32 poblaciones de oleíferas colectadas en la Amazonía

Matriz de actividades:

Actividades planificadas en el hito 2	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Caracterización agronómica y morfológica de 32 accesiones (Colecta 2004, 2006 y 2009) de palma americana <i>Elaeis oleífera</i> H.B.K. nativas de la Amazonía ecuatoriana.	- Evaluar la variabilidad genética intra e inter de accesiones de palma <i>Elaeis oleífera</i> colectadas en la Amazonía ecuatoriana. - Determinar la importancia de las características genéticas de las accesiones en estudio. - Cuantificar la variabilidad intra e inter de las accesiones.

Actividad 1. Caracterización agronómica y morfológica de 32 accesiones (Colecta 2004, 2006 y 2009) de palma americana *Elaeis oleífera* H.B.K. nativas de la Amazonía Ecuatoriana.

Responsable :	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto Corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando:	

Antecedentes

Hasta el momento no se ha determinado la causa y/o patógeno que causa la anomalía del PC, sin embargo se ha recurrido desde hace más de 12 años a la búsqueda de genotipos tolerantes y/o resistentes, a través de la palma americana de aceite (*Elaeis oleífera* H.B.K.); además de presentar tolerancia a la pudrición del cogollo, produce un aceite rico en ácidos insaturados, yodo y toco fenoles, entre otras sustancias beneficiosas, pero tiene limitantes como la baja producción de fruta fresca y de aceite.

La introducción de material de palmas oleífera se inició en 1968, a través de donaciones de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), plantas que se mantienen en el banco de germoplasma de la EESD (Ortega, 2012). A partir del año 2004 se han efectuado tres prospecciones y colectas, en la amazonía ecuatoriana. El material colectado presenta diferencias fenotípicas a otras accesiones de oleíferas, encontradas en Brasil, Colombia y Perú. En la actualidad el Programa de Palma Africana realiza evaluaciones de campo de 32 accesiones colectadas.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la variabilidad genética intra e inter de cinco accesiones de palma *Elaeis oleífera* H.B.K, de la amazonia ecuatoriana.

Objetivos específicos

Determinar la importancia de las características genéticas de cinco accesiones.

Cuantificar la variabilidad intra e inter de las cinco accesiones.

Metodología

Ubicación y descripción del campo experimental

La investigación se lleva a efecto en la EESD del INIAP, ubicada en el Km. 38 vía Santo Domingo - Quinindé, cantón La Concordia provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, geográficamente situada entre las coordenadas 79° 37' 22" de longitud oeste y 00° 01' de latitud norte, con una altitud de 300 msnm.

Características climáticas. Promedio anual en el periodo 2006 -2021

Precipitación:	3 234,98 mm
Heliofanía:	760,30 horas luz
Temperatura mínima:	18,9 °C
Temperatura media:	24,56 °C
Temperatura máxima:	33,75 °C
Humedad relativa:	86,94%

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) Estación La Concordia. Datos promedios de los años 2006 – 2021.

Factores en estudio

Caracteres cuantitativos de las accesiones de *Elaeis oleífera* del banco de germoplasma de la EESD y colectada en 2004, 2006 y 2009.

Colecta de las accesiones de *Elaeis oleífera* de los años 2006 y 2009

Colecta 1 (2004)	
Tratamiento	N° plantas/tratamiento
T1	6
T2	32
T3	22
T4	25
T5	14
Colecta 2 (2006)	
Tratamientos	N° plantas/tratamiento
T1	96
T2	48
T3	84
T4	48
T5	96
T6	96
T7	72
T8	72
T9	24

T10	12
T11	24
T12	6
Colecta 3 (2009)	
Tratamientos	N° plantas/tratamiento
T1	72
T2	36
T3	12
T4	36
T5	24
T6	12
T7	24
T8	24
T9	12
T10	36
T11	60
T12	12
T13	12
T14	36
T15	12

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Características edáficas

Suelo de textura franco arenoso a franco limoso, con un alto contenido de alófanos (arcillas amorfas), pH ligeramente ácido y relieves planos a ondulados.

Origen del material experimental

El material en evaluación (*Elaeis oleífera* H.B.K) fue colectado por el Programa de Palma Africana en el 2004, 2006 y 2009 en la Amazonía ecuatoriana, provincia de Morona Santiago.

Análisis Estadístico.

Para el estudio de la variabilidad genética entre las accesiones se distribuyeron en un Diseño Completamente al Azar (DCA), con el fin de obtener la matriz de disimilaridad, debido a las diferencias de plantas entre las accesiones y las matrices no tienen la misma dimensionalidad, debido a que existen más plantas que accesiones, la distancia euclídea media y distancia euclídea al cuadrado, además se realizó una gráfica de agrupamiento usando el método de ligación media entre grupo (UPGMA).

Para observar cómo contribuyeron las características evaluadas se utilizó el método de Singh, para realizar una mejor clasificación de las plantas con relación a las características se utilizó la función discriminante de Anderson y una gráfica de agrupamiento (UPGMA) con base a la disimilaridad de la distancia euclídea media. La Metodología de Excoffier es para cuantificar la variabilidad entre plantas, dentro de cada accesión y entre las cinco accesiones, se utilizó el siguiente método.

Distancia euclídea media

$$d_{ii'} = \sqrt{\frac{1}{v} \sum_j (Y_{ij} - Y_{i'j}) (Y_{ij} - Y_{i'j})^2}$$

Donde:

Y_{ij} = observación i – ésima accesión para j – ésima característica.

v = Es el número de características estudiadas

Distancia euclídea al cuadrado

$$d_{ii'}^2 = \frac{1}{v} \sum_j (Y_{ij} - Y_{i'j})^2$$

donde:

Y_{ij} = observación i – ésimo accesión para j – ésima característica.

v = Es el número de características estudiadas

Fórmula para la padronización de datos

$$y_j = Y_j / \sigma_j$$

σ_j = desviación estándar asociado a j ésima característica

Función discriminante de Anderson

$$F_j(x) = |2\pi \Sigma|^{-1/2} e^{-1/2} \{(x - \mu_j)^T \Sigma^{-1} (x - \mu_j)\}$$

Anova con dos niveles jerárquicos.

Fuente de variación	gl	SC	CM	E(CM)
Entre accesiones	a-1	SCE	CME	$\sigma_i^2 + \tilde{N}\sigma_p^2$
Dentro accesiones	N-a	SCD	CMD	σ_i^2
Total	N-1	SCT		σ_T^2

a = accesiones, N= número de plantas, $\tilde{N}$ = número desigual de muestras.

Variables a evaluar

Caracteres cuantitativos y cualitativos de plantas que corresponden a 32 accesiones de *Elaeis oleífera* H.B.K. Cortés; del banco de germoplasma de la EESD de manera ex situ.

Caracteres cuantitativos

Número de racimos: Cada cosecha se registró el número de racimos por palma en evaluación esta actividad se la realiza, cada 15 días.

Peso de racimo: Cada racimo de palma cosechado es pesado y registrado su peso expresado en kg.

Resultados

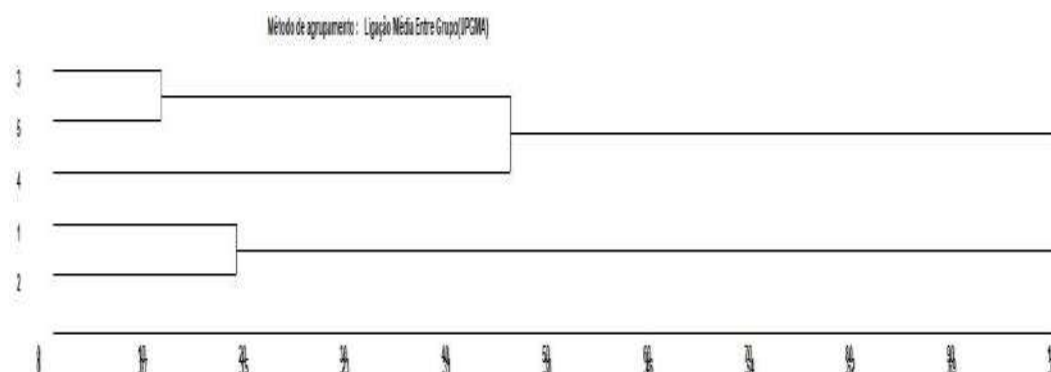
Oleíferas colectadas 2004.

La diversidad genética de la palma oleífera colectada en Morona Santiago, registra variabilidad genética intra e inter de cinco accesiones de palma evaluadas, ubicadas en el lote 1P de la EESD, colecta del 2004, mediante el análisis multivariado de agrupamiento usando el método de ligación media entre grupos UPGMA, con base a la media de disimilaridad de la distancia Euclídea media

padronizada, se clasificaron las accesiones, basándose en el criterio de Mojena (1977) citado por (Cruz, Ferreira, & Pessoni., 2011), que presenta un valor constante de $K = 1,25$ para obtener un θ_k de 0,377, donde se corta la figura para encontrar diferencias de las accesiones en base a las características número y peso de racimos. De acuerdo a la figura 3 se muestra la formación de cuatro grupos, el primero constituido por las accesiones 3 y 5; el segundo grupo formado por la accesión 4; el tercer grupo formado por la accesión 1 y el cuarto grupo por la accesión 2 lo que se corrobora con una distorsión del 4,9% y un estrés del 22% (Figura 3).

Figura 1

Análisis de agrupamiento por el método UPGMA, en base a la distancia Euclídea media de las 5 accesiones de *Elaeis oleífera* H.B.K., Lote 1P. EESD 2025



Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En el tabla 5, se observa la contribución de las características número, peso de racimos, en las cinco accesiones de *Elaeis oleífera* H.B.K, utilizando el método de Singh (1981) citado por (Cruz, Ferreira, & Pessoni., 2011), con la media no padronizada de dos características en estudio, obteniendo como resultado que el peso de racimos representa la mayor variabilidad con el 99,58% y el número de racimos representó el 0,42%. Se evidencia que el peso de racimos representó la mayor variabilidad existente entre las accesiones y que contribuyeron a la discriminación de las cinco accesiones para el estudio de diversidad genética.

Tabla 5

Contribución relativa de dos características evaluadas en 5 accesiones de Elaeis oleífera H.B.K. Lote 1P. EESD 2025

Variabes	S. j	Valor (%)
Numero de racimos	6,36	0,42
Peso de racimos	1502,76	99,58

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 6, se observan los factores discriminantes para caracterizar la diferencia entre las cinco accesiones, basado en dos características evaluadas, en donde el primer componente expresa las diferencias entre las cinco accesiones, del 97,60%, de variación disponible. La literatura nos indica que con un 70% es satisfactorio cuando expresan la variabilidad los primeros dos componentes.

Tabla 3

Estimativa de autovalores obtenidos de la matriz de correlación entre las características evaluadas en las 5 accesiones de Elaeis oleífera H.B.K. Lote 1P. EESD 2025

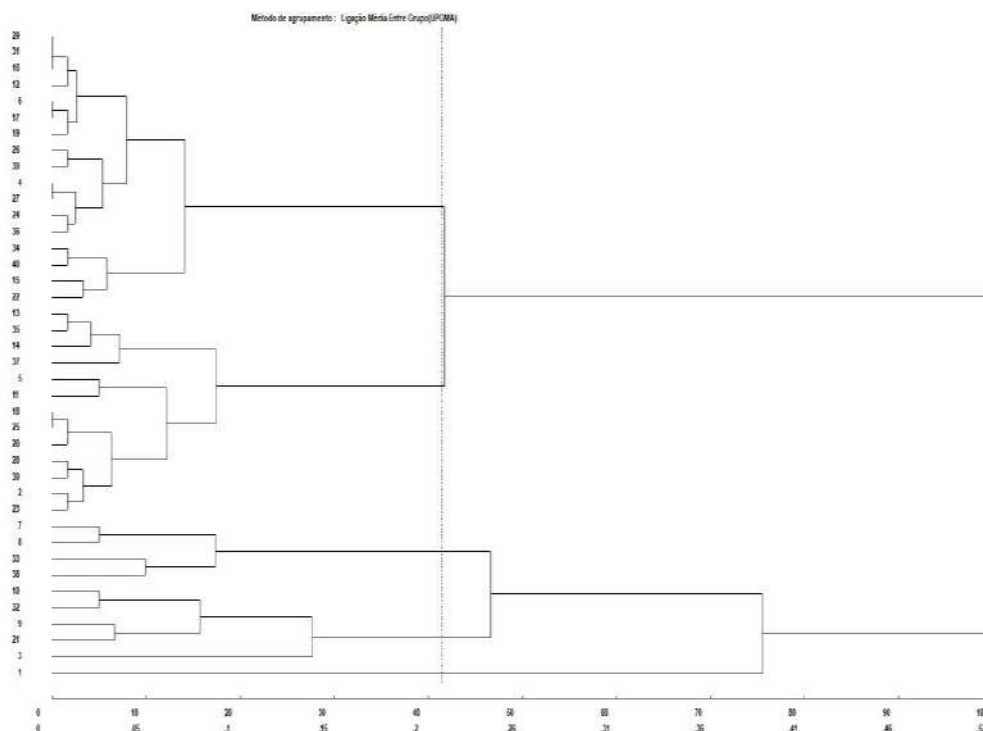
Raíz	Raíz (%)	% Acumulado
1,952	97,60	97,60
0,048	2,40	100,00

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

La diversidad genética de la palma *Oleífera* colectada en Morona Santiago, registra variabilidad genética intra de las cinco accesiones de palma evaluadas, ubicadas en el lote 1P de la EESD, colecta del 2004, mediante el análisis multivariado de agrupamiento usando el método de ligación media entre grupos UPGMA, con base a la media de disimilaridad de la distancia Euclídea media padronizada, se clasificaron las plantas de las accesiones, basándose en el criterio de Mojena (1977) citado por (Cruz, Ferreira, & Pessoni., 2011), que presenta un valor constante de $K = 1,25$ para obtener un Θ_k , de 0,22 donde se corta la figura para encontrar diferencias de las accesiones en base a las características número y peso de racimos. De acuerdo a la figura 4 se muestra la formación de 24 grupos, de las 40 plantas analizadas (Figura 4).

Figura 4

Análisis de agrupamiento por el método UPGMA, en base a la distancia Euclídea media de las 40 plantas de las 5 accesiones de Elaeis oleífera H.B.K., Lote 1P. EESD 2025



Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 7, se observa los valores obtenidos en la AMOVA, según el método de Excoffier, utilizando las medidas de disimilaridad del cuadrado de la distancia Euclídea para las dos características se determinó que el cuadrado medio entre las cinco accesiones fue de 0,21 y dentro de cada accesión fue de 0,13. Obteniendo que la variación entre las accesiones fue 0,011 y la variación dentro fue 0,129 siendo la variación total de las cinco accesiones de 0,14.

Tabla 7

Método de Excoffier para estudiar la variabilidad entre y dentro de las 5 accesiones de Elaeis oleifera

H.B.K, estimado con componentes de varianza y distancia Euclídea. Lote 1P. EESD 2025

FV	Gl	CM	Componentes de Varianza	% de Variación	de Estadística Θ_{ST}
Entre	4	0,21	0,011	7,60	0,076
Dentro	35	0,13	0,129	92,40	
Total	39	0,14	0,14	100	

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En el tabla 7, nos permite cuantificar la variabilidad existente, teniendo por lo tanto una variabilidad de 7,60% entre accesiones y del 92,40% dentro de cada accesión, esto nos demuestra que dentro de cada accesión existe diferencias, lo que nos permite indicar que entre plantas hay poca variabilidad

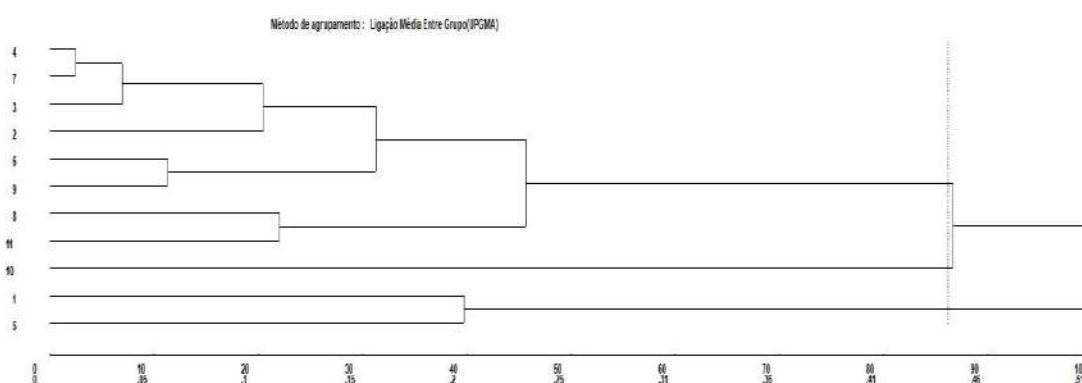
y dentro de cada planta en cada racimo de palma colectado hay mayor variabilidad, es decir las plantas que están en campo proceden de polen de varias plantas vecinas permitiendo la existencia de variabilidad de las plantas dentro de cada accesión. La estadística de Θ_{ST} confirma que la variabilidad existente entre las accesiones fue de 0,076.

Oleíferas colectadas 2006.

La diversidad genética de la palma Oleífera colectada en Morona Santiago, registra variabilidad genética intra e inter de 11 accesiones de palma evaluadas, ubicadas en el lote 1E de la EESD, colecta del 2006, mediante el análisis multivariado de agrupamiento usando el método de ligación media entre grupos UPGMA, con base a la media de disimilaridad de la distancia Euclídea media padronizada, se clasificaron las accesiones, basándose en el criterio de Mojena (1977) citado por (Cruz, Ferreira, & Pessoni., 2011), que presenta un valor constante de $K = 1,25$ para obtener un Θ_k , de 0,45 donde se corta la figura para encontrar diferencias de las accesiones en base a las características número y peso de racimos. De acuerdo a la figura 5 se muestra la formación de ocho grupos, el primero constituido por las accesiones 4 y 7; el segundo grupo formado por la accesión 3; el tercer grupo formado por la accesión 2; el cuarto grupo por las accesiones 6 y 9; el quinto grupo por las accesiones 8 y 11; el sexto grupo por la accesión 10; el séptimo grupo por la accesión 1 y el octavo grupo formado por la accesión 5 (Figura 5).

Figura 5

*Análisis de agrupamiento por el método UPGMA, en base a la distancia Euclídea media de las 11 accesiones de *Elaeis oleífera* H.B.K., Lote 1E. EESD 2025.*



Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En el tabla 8, se observa la contribución de las características número, peso de racimos, en las 11 accesiones de *Elaeis oleífera* H.B.K, utilizando el método de Singh (1981) citado por (Cruz, Ferreira, & Pessoni., 2011), con la media no padronizada de dos características en estudio, obteniendo como resultado que el peso de racimos representa la mayor variabilidad con el 99,70% y el número de racimos representó el 0,30%. Se evidencia que el peso de racimos representó la mayor variabilidad existente entre las accesiones y que contribuyeron a la discriminación de las 11 accesiones para el estudio de diversidad genética.

Tabla 8

Contribución relativa de nueve características evaluadas en 11 accesiones de Elaeis oleífera H.B.K.

Lote 1E. EESD 2025

Variables	S. j	Valor (%)
Numero de racimos	28,17	0,30
Peso de racimos	9318,33	99,70

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 9, se observan los factores discriminantes para caracterizar la diferencia entre las 11 accesiones, basado en dos características evaluadas, en donde el primer componente expresa las diferencias entre las 11 accesiones, del 94,67%, de variación disponible. La literatura nos indica que con un 70% es satisfactorio cuando expresan la variabilidad los primeros dos componentes.

Tabla 9

Estimativa de autovalores obtenidos de la matriz de correlación entre las características evaluadas

en las 11 accesiones de Elaeis oleífera H.B.K. Lote 1E. EESD 2025

Raíz	Raíz (%)	% Acumulado
1,893	94,67	94,67
0,107	5,33	100,00

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 10, se observa los valores obtenidos en la AMOVA, según el método de Excoffier, utilizando las medidas de disimilaridad del cuadrado de la distancia Euclídea para las dos características se determinó que el cuadrado medio entre las 11 accesiones fue de 0,13 y dentro de cada accesión fue de 0,06. Obteniendo que la variación entre las accesiones fue 0,002 y la variación dentro fue 0,057 siendo la variación total de las 11 accesiones de 0,059.

Tabla 10

*Método de Excoffier para estudiar la variabilidad entre y dentro de las 11 accesiones de *Elaeis oleífera**

H.B.K, estimado con componentes de varianza y distancia Euclídea. Lote 1E. EESD 2025

FV	GI	CM	Componentes de Varianza	% de Variación	de Estadística Θ_{ST}
Entre	10	0,13	0,002	3,24	0,032
Dentro	445	0,06	0,057	96,76	
Total	455	0,06	0,059	100	

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

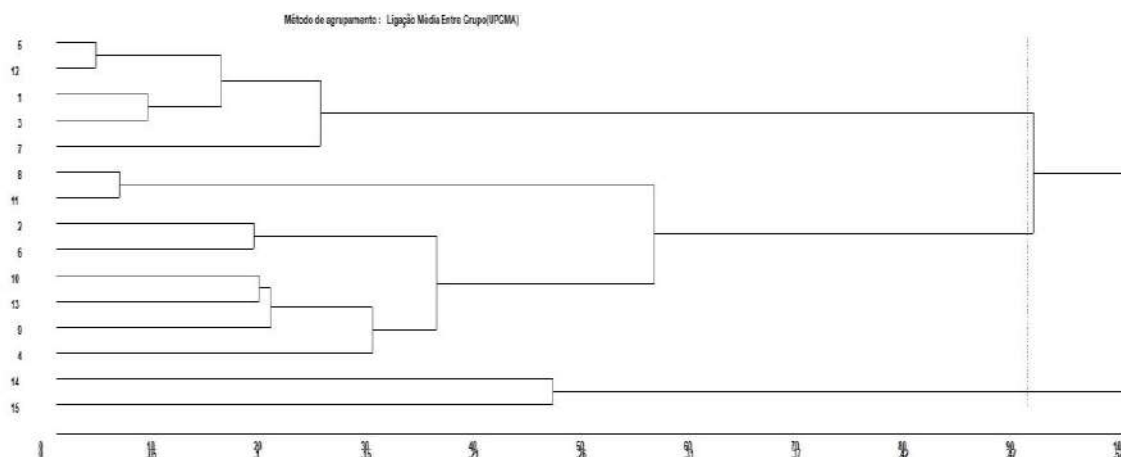
En la tabla 10, nos permite cuantificar la variabilidad existente, teniendo por lo tanto una variabilidad de 3,24% entre accesiones y del 96,76% dentro de cada accesión, Esto nos demuestra que dentro de cada accesión existe diferencias, lo que nos permite indicar que entre plantas hay poca variabilidad y dentro de cada planta en cada racimo de palma colectado hay mayor variabilidad, es decir las plantas que están en campo proceden de polen de varias plantas vecinas permitiendo la existencia de variabilidad de las plantas dentro de cada accesión. La estadística de Θ_{ST} confirma que la variabilidad existente entre las accesiones fue de 0,032.

Oleíferas colectadas 2009.

La diversidad genética de la palma *Oleífera* colectada en Morona Santiago, nos presenta variabilidad genética intra e inter en las 15 accesiones de palma *Elaeis oleífera* H.B.K, ubicado en el lote 12 de la EESD, colecta de 2009, mediante el análisis multivariado de agrupamiento usando el método de ligación media entre grupos UPGMA, con base a la media de disimilaridad de la distancia Euclídea media padronizada, se clasificaron las accesiones, basándose en el criterio de Mojena (1977) citado por (Cruz, Ferreira, & Pessoni., 2011), que presenta un valor constante de $K = 1,25$ para obtener un Θ_K , de 0,48 donde se corta la figura para encontrar diferencias de las accesiones en base a dos características en estudio. De acuerdo a la figura 6, podemos determinar la formación de diez grupos, el primero formado por las accesiones 5 y 12; el segundo grupo formado por la accesión 1; el tercer grupo formado por la accesión 3; el cuarto grupo formado por la accesión 7; el grupo quinto formado por las accesiones 8 y 11; el grupo seis las accesiones 2 y 6; el grupo séptimo formado por las accesiones 10 y 13; el octavo grupo formado por la accesión 9; el noveno grupo formado por la accesión 4 y el décimo grupo formado por las accesiones 14 y 15 (Figura 6).

Figura 6

*Análisis de agrupamiento por el método UPGMA, en base a la distancia Euclídea media de las 15 accesiones de *Elaeis oleífera* H.B.K. Lote 12. EESD 2025*



Elaborado por el Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 11, se observa la contribución de las características número y peso de racimos en las 15 accesiones de *Elaeis oleífera* H.B.K, utilizando el método de Singh (1981) citado por (Cruz, Ferreira, & Pessoni., 2011), con la media no padronizada de las características número, peso de racimos, obteniendo como resultado que el peso de racimo representó el 99,70%, de contribución a la diversidad de las oleíferas, seguido del número de racimos con el 0,30%.

Tabla 11

*Contribución relativa de nueve características evaluadas en las 15 accesiones de *Elaeis oleífera* H.B.K.*

Lote 12. EESD 2025

Variables	S. j	Valor (%)
Numero de racimos	28,17	0,30
Peso de racimos	9318.33,52	99,70

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 12, se observan los factores discriminantes para caracterizar la diferencia entre las 15 accesiones, basado en dos características, en donde el primer componente expresó las diferencias entre las 15 accesiones, en un 96,18%, de variación disponible. La literatura nos indica que con un 70% es satisfactorio cuando expresan la variabilidad los primeros dos componentes.

Tabla 12

Estimativa de autovalores obtenidos de la matriz de correlación entre las nueve características evaluadas en las 15 accesiones de Elaeis oleífera H.B.K. Lote 12. EESD 2025

Raíz	Raíz (%)	% Acumulado
1,92	96,18	96,18
0,076	3,82	100,0

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 13, se observa los valores obtenidos en la varianza, según el método de Excoffier, utilizando las medidas de disimilaridad del cuadrado de la distancia Euclídea se determinó que el cuadrado medio entre las 15 accesiones fue de 0,40 y dentro de cada accesión fue de 0,07. Obteniendo que la variación entre las accesiones fue 0,013 y la variación dentro fue 0,068 siendo la variación total de las 15 accesiones de 0,081.

Tabla 13

Método de Excoffier para estudiar la variabilidad entre y dentro de las 15 accesiones de Elaeis oleífera H.B.K, estimado con componentes de varianza y distancia Euclídea. Lote 12. EESD 2025

FV	gl	CM	Componentes de Varianza	% de Variación	Estadística Θ_{ST}
Entre	14	0,40	0,013	16,48	0,165
Dentro	364	0,07	0,068	83,52	
Total	378	0,08	0,081	100	

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

La tabla 13, nos permite cuantificar la variabilidad existente, teniendo por lo tanto la variabilidad entre accesiones fue 16,48% y el 83,52% dentro de cada accesión, Esto nos demuestra que entre accesiones existen diferencias significativas de las dos características y que dentro de cada accesión también existe diferencias, lo que nos permite indicar que entre las muestras colectadas y representadas por una cantidad de semillas por racimos hay mayor variabilidad dentro del racimo de palma colectado, es decir las plantas evaluadas en campo proceden de polen de varias plantas vecinas permitiendo la existencia de variabilidad de las plantas entre y dentro de cada accesión. La estadística de Θ_{ST} confirma que la variabilidad existente entre las accesiones fue de 0,165.

Conclusiones

La variabilidad existente dentro de los racimos en cada planta de Oleíferas colectadas en la Amazonía nos permite claramente diferenciar o discriminar las plantas en base a la característica peso de racimos, que contribuyen más del 90% en la discriminación de plantas.

Al cuantificar la variabilidad existente en base a las dos características en estudio, para la primera colecta de oleífera la variabilidad dentro fue del 92%, para la segunda colecta de oleíferas la variabilidad dentro fue de 97%, mientras que para la tercera colecta la variabilidad fue del 84%. De manera general esto evidencia que las plantas colectadas proceden de diferentes padres que actuaron durante la formación de las semillas.

Recomendaciones

Se debe continuar con los análisis físicos, químicos de aceite, tocofenoles y carotenoides que serían otras variables para discriminar las plantas.

Referencias

- Almeida, S., & et al. (2009). Caracterización fenotípica y diversidad genética en sub muestra de caiaue (*Elaeis oleífera*) de origen Coari. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Brasil.
- Balslev, H., & Henderson, A. (1986). *Elaeis oleífera* (Palmae) encontrada en el Ecuador. Publicaciones Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Serie revista, 5, 7, 44 – 48.
- Corley, H., & Tinker, B. (2009). La Palma De Aceite. Bogota : FEDEPALMA(Federacion Nacional De Cultivadores De Palma De Aceite.
- Cruz, C. D., Ferreira, F. M., & Pessoni, L. A. (2011). Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Visconde do Rio Branco: Suprema, 620.
- Ortega, J. (2012). Evaluación agronómica y caracterización morfológica de cinco accesiones de palma americana (*Elaeis oleífera* H.B.K) nativas de la amazonía ecuatoriana. Tesis de Pregrado. La Concordia, Esmeraldas, Ecuador.

9.3 Siembra y evaluación de los ensayos de cruzamientos entre *Teneras Guineensis* INIAP con polen de diferentes orígenes

Matriz de actividades:

Actividades planificadas en el hito 3	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Obtención de progenitores pisíferas de diferentes orígenes.	– Evaluar el comportamiento de los diferentes cruces realizados con polen de Pisíferas de diferentes orígenes. – Seleccionar plantas con mejores características en base a sus hermanas para la obtención de Pisíferas.
2. Obtención de progenitores pisíferas de diferentes orígenes.	– Evaluar el comportamiento de los diferentes cruces realizados con polen de Pisíferas de diferentes orígenes. – Seleccionar plantas con mejores características en base a sus hermanas TENERAS para la obtención de Pisíferas, Duras y Teneras.

Actividad 1. Obtención de progenitores pisíferas de diferentes orígenes.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando:	

Antecedentes

El ensayo fue sembrado en el año 2013 en el lote Finca Nueva 4A (FN 4A). Durante el año 2023, no se realizaron labores de mantenimiento chapias, coronas, limpieza de bordes, fertilización, control fitosanitarios y poda fitosanitaria, a finales del mes de septiembre de 2023, mediante Memorando Nro. INIAP-EESD_PV-2023-0038-MEM, se presentó un Informe de la incidencia de la PC en lotes de palma aceitera de la EESD elaborado por la Ing. Alicia Romero e Ing. Walter Zambrano en calidad de miembros de Comisión Técnica, en el que se registró un 77,57% de afectación en el Lote FN 4 A. Adicionalmente, se ratifica la información mediante Informe de actualización de Lotes de palma aceitera de la EESD asignados al Departamento de Producción de plantas y semillas especializado y Programa de Investigación de palma aceitera, incerto en Memorando Nro. INIAP-EESD_AT-2023-0456-MEM. Para el año 2024, mediante el proceso de verificación en campo se incrementó la incidencia, llegando al 99% según se refleja en el informe de censo de lotes de investigación correspondiente al período 2024.

Resultados

En el año 2021 comenzó la PC, a afectar las plantaciones y durante el año 2025, solamente disponemos en este lote de cuatro plantas vivas siendo su equivalente el 0,85% de supervivencia.

Recomendaciones:

Se debe establecer nuevos ensayos de investigación para el aprovechamiento de esta superficie en búsqueda de nuevos materiales promisorios.

Actividad 2. Obtención de progenitores pisíferas de diferentes orígenes sembrados en Lote Finca Nueva 7.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto Corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando:	

Antecedentes

Corresponden a cruzamientos con polen de Pisíferas de diferentes orígenes, donados por el Ing. Francisco Orellana al Responsable del Programa. A continuación se detallan los cruzamientos obtenidos.

Objetivos

Objetivo general

Obtener nuevos Progenitores Pisíferas de diferentes orígenes e incorporarlos al banco de germoplasma

Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento de los diferentes cruces realizados con polen de Pisíferas de diferentes orígenes.

Seleccionar plantas con mejores características en base a sus hermanas TENERAS para la obtención de Pisíferas, Duras y Teneras.

Metodología

Detalle de Cruzamientos

Progenitor Femenino		Progenitor Masculino
Lote	Planta	Polen
Porcino 2	75	Ekona P301/27
Porcino 2	144	Ekona P301/24
Porcino 2	62	Ghana P321/42
Porcino 2	111	Nigeria P320/27

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Resultados

Los cruzamientos se establecieron en la EESD, el 26 de Julio 2017, utilizando 12 plantas/parcela, en Bloques Completos al Azar y 4 repeticiones con el fin de incrementar los recursos fitogenéticos. Durante el año 2025 no se logro realizar ninguna de las actividades agronómicas establecidas para el mantenimiento de los lotes, por lo que no se realizaron análisis y toma de información.

9.4 Evaluación de híbridos inter específicos OxG en localidad Bambú km. 28 vía Santo Domingo - Quinindé

Matriz de actividades:

Actividades planificadas en el hito 4	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Evaluación agronómica de adaptabilidad y estabilidad de híbridos interespecíficos dura Taisha x Pisíferas Guineensis y su	- Evaluar la adaptabilidad de los híbridos interespecíficos en la zona de Santo Domingo. - Evaluar tolerancia y/o resistencia a plagas y enfermedades.

interacción genotipo x ambiente en la zona de Santo Domingo; lote bambú OxG	- Medir el porcentaje de fecundación y extracción de aceite.
---	--

Actividad 1. Evaluación agronómica de adaptabilidad y estabilidad de híbridos interespecíficos dura taisha x pisíferas guineensis y su interacción genotipo x ambiente en la zona de Santo Domingo; lote bambú OxG.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto Corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando:	

Antecedentes

La palma americana *Elaeis oleífera* y el híbrido interespecífico (*E. oleífera* x *E. guineensis*) han cobrado un especial interés debido a que tienen algunos atributos deseables como la producción de aceite más rico en ácidos grasos insaturados, el crecimiento longitudinal lento y su aparente resistencia parcial a varias enfermedades (Hormaza y Romero, 2010). Con el fin de garantizar y mantener a un futuro la producción de fruta fresca, surge como alternativa la siembra de híbridos interespecíficos, obtenidos del cruce de palma americana (*E. oleífera*) y palma africana (*Elaeis guineensis*), los que ya se están utilizando en la zona oriental como tolerante a algunas enfermedades anteriormente mencionadas; sin embargo, una de las limitantes es la baja producción de aceite, sumado a problemas de polinización.

Estos materiales se sembraron en tres localidades diferentes, la Amazonía en la Estación Experimental Central Amazónica (EECA), Los Ríos en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) y Santo Domingo de los Tsáchilas (Lote Bambú). Sin embargo, las dos primeras localidades tuvieron problemas de falta de personal para realizar la toma de datos y en la Amazonía cerca del 60% de la plantación fue afectada por Marchitez Sorpresiva. Por lo expuesto, se evaluaron nueve híbridos interespecíficos con el fin de determinar los mejores cruces de Oleífera Taisha x Guineensis (INIAP) en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el comportamiento de híbridos interespecíficos de palma aceitera en relación a rendimiento, resistencia y/o tolerancia a problemas fitosanitarios, de clima y calidad de aceite.

Objetivos específicos

Evaluar la adaptabilidad de los híbridos interespecíficos en la zona de Santo Domingo.

Evaluar tolerancia y/o resistencia a plagas y enfermedades.

Medir el porcentaje de fecundación y extracción de aceite.

Metodología

Material vegetal

C1	(Taisha x Calabar 1) Bambú
C3	(Taisha x Calabar 4)
C5	(Taisha x Calabar 5) Bambú
C6	(Taisha x Calabar 6) Bambú
C7	(Taisha x Calabar 7) Bambú
C8	(Taisha x Calabar 8) Bambú
C9	(Taisha x Calabar 9)
C11	(Taisha x Calabar 11) Bambú
C13	(Taisha x Calabar 13)
C14	(Taisha x Calabar 14)
A15	(Taisha x Angola 15) Bambú
A16	(Taisha x Angola 16) Bambú
A17	(Taisha x Angola 17) Bambú
A19	(Taisha x Angola 19)
A20	(Taisha x Angola 20)
A21	(Taisha x Angola 21)

Tabla 14

Progenies procedentes de nueve cruzamientos de OxG, establecidos en el Lote Bambú (2010), con dos progenitores masculinos, 2025

Familia	Progenitor Femenino		Progenitor Masculino	
	Planta	Genealogía	Planta	Genealogía
1	TAISHA	PR5/5-FEC-159	CALABAR 1	13 A. 48T-CA X13 A. 400T-EKO
2	TAISHA	PR1/4-FEC-144	CALABAR 5	13 A. 48T-CA X13 A. 400T-EKO
3	TAISHA	PR5/3-FEC-126	CALABAR 6	13 A. 48T-CA X13 A. 400T-EKO
4	TAISHA	PR5/6-FEC-152	CALABAR 7	13 A. 48T-CA X13 A. 400T-EKO
5	TAISHA	PR6/4-FEC-131	CALABAR 8	13 A. 48T-CA X13 A. 400T-EKO
6	TAISHA	PR14/4-FEC-148	CALABAR 11	13 A. 48T-CA X13 A. 400T-EKO
7	TAISHA	PR4/2-FEC-161	ANGOLA	– 1.2228 T-ANGX 1.2224T-ANG
8	TAISHA	PR22/4-FEC-160	ANGOLA 16	1.2228 T-ANGX 1.2224T-ANG
9	TAISHA	PR23/5-FEC-130	ANGOLA 17	1.2228 T-ANGX 1.2224T-ANG
10	Testigo	INIAP	Tenera	

Genealogía masculina. (4.495X4.1624) (2/2311X2/5710)

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Diseño experimental: Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones y 12 plantas por parcela.

Variables de estudio, registro de datos y métodos de evaluación.

Se analizaron los siguientes parámetros:

Numero de plantas, total de numero de racimos por año y media de racimos·planta·año⁻¹, peso total por año, media de peso de racimo por planta, racimos ha⁻¹·año⁻¹ y t·ha⁻¹·año⁻¹.

Los racimos fueron pesados en kg por palma utilizando una balanza tipo reloj.

Número de racimos·planta·año⁻¹

Se contabilizaron el número de racimos cosechados y fueron pesados por planta.

Resultados

Cada 21 días se tomaron datos de rendimiento en número y peso de racimos en los nueve híbridos diseñados en el Programa de Palma, además de cuatro híbridos interespecíficos comerciales OxG de origen comercial (empresas dedicadas a la venta de este tipo de material) y un testigo INIAP – Tenera, que durante este año 2025 no se registró fruta, debido a que existen plantas que no producen, por lo que no se consideró para el análisis de Anova, además existieron parcelas sin datos de producción, realizándose un ajuste en el análisis. En la tabla 15 se presenta la información referente al treceavo año de producción, el cuadrado medio de los tratamientos para número de plantas, presentó diferencias altamente significativas, el total de racimos por año diferencias significativas y media de racimos por planta año no presentó diferencias significativas.

Con relación a la media durante este año 2025, el número de plantas entre los tratamientos fue de 9 plantas, con un mínimo de 2 y un máximo de 12 plantas, el coeficiente de variación fue de 12%; para la características total de racimos por año la media fue de 46 racimos, teniendo un mínimo de 5 y un máximo de 90 mientras que el coeficiente de variación fue del 28% y para la característica media de racimos por planta año la media fue de 5 racimos con un mínimo de 2 y un máximo de 9 racimos y un coeficiente de variación del 26% Tabla 15.

Tabla 15

Análisis de Anova de las características en número de plantas, total racimo de plantas·año⁻¹, media de racimo por planta. 2025

FV	gl	CM Num.pl	F	CMtotal Rac/año	F	CM MedRac/pl/año	F
Bloques	2	0,41		266,49		3,26	
Tratamientos	12	11,85	8,75**	406,02	2,43*	2,31	1,53 ^{ns}
Residuo	24	1,36		166,85		1,51	
Total	38						
Media		9		46		4,8	
CV		12		28		26	
Mínimo-		2-12		5-90		2-9	
Máximo							

CM= Cuadrado medio

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 16, se presenta la Anova, en donde se observa que se encontraron diferencias significativas en el peso total de racimos por año, mientras que para las demás variables no hay diferencias estadísticas.

En la tabla 16, se presenta la media del año 2025, para el total de peso de racimos por año, con 664,6 kg, con un mínimo de 108 kg y un máximo de 1084 kg y un CV de 28%, para la media del promedio de peso de racimo por planta año fue de 69,79 kg (mínimo 27,25 kg y máximo 107,2 kg) y un CV de 26%. Para la media de racimos por hectárea año fue de 599 racimos (mínimo 250 y máximo 1125) y un CV de 26% y para tonelada por hectárea año, la media fue de 8,73 toneladas (mínimo 3,4 y máximo 13,4 toneladas) y un CV de 26%.

Tabla 16

Análisis de Anova de las características de peso total/plantas/año, media de peso/racimo/planta,

Número de racimo/ha/año y t·ha⁻¹·año⁻¹. 2025

FV	gl	CM Peso total/año	F	CM media peso/planta	F	CM Rac/ha/año	F	CM t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹	F
Bloques	2	38439,80		279,49		50881,4		4,37	
Tratamientos	12	92375,03	2,7*	360,02	1,08 ^{ns}	36057,7	1,53 ^{ns}	5,63	1,1 ^{ns}
Residuo	24	34160,13		332,68		23537,7		5,19	
Total	38								
Media		664,6		69,79		599		8,73	
CV		28		26		26		26	
Mínimo-		108-		27,25-		250-1125		3,4-	
Máximo		1084		107,2				13,4	

CM= Cuadrado medio

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 17 se presenta la media del año 2025, para total de número de racimos, total de peso de racimos y t·ha⁻¹·año⁻¹, de los 13 híbridos, y en base a la prueba de Tukey al 5%, se indica que para la característica total de racimos los híbridos OxG1, OxG2, OxG3, OxG5, OxG6 y OxG7, fueron los mejores, mientras que para la característica total de peso de racimos por año expresados en kilogramos los híbridos OxG1, OxG7 y OxG10 fueron los mejores, lo que se observa que en esta característica un híbrido comercial está siendo mejor, conjuntamente con dos híbridos evaluados. Para la característica t·ha⁻¹·año⁻¹, todos los 9 híbridos y los cuatro comerciales no tuvieron diferencias significativas, pero numéricamente se observa que los híbridos OxG1, OxG5 presentaron medias mayores a 10 toneladas.

Tabla 17

Análisis de medias para el total de número, peso de racimos y $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ de los 13 híbridos correspondiente al 2025, mediante prueba Tukey al 5%

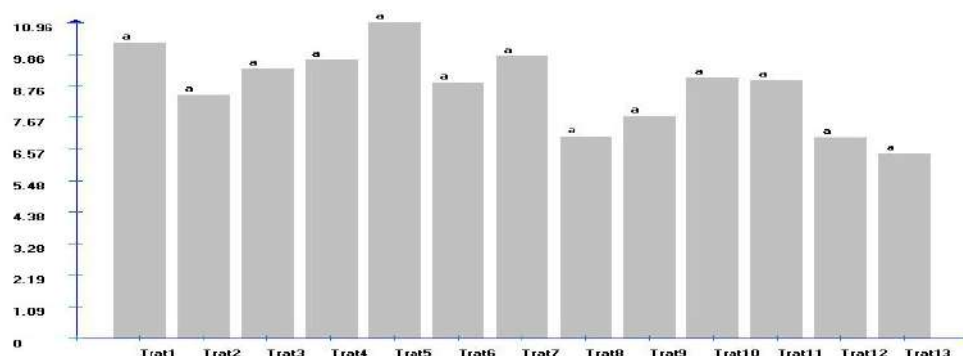
Híbridos	Total Racimos	Total de peso de racimo (kg)	$t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$
O x G 1	52 a	925,3 a	10,3 a
O x G 2	55 a	736,0 ab	8,5 a
O x G 3	49 a	746,0 ab	9,4 a
O x G 4	37 ab	528,7 ab	9,7 a
O x G 5	52 a	742,3 ab	11,0 a
O x G 6	52 a	673,3 ab	8,9 a
O x G 7	54 a	812,3 a	9,8 a
O x G 8	45 ab	558,3 ab	7,0 a
O x G 9	48 ab	573,3 ab	7,7 a
O x G 10	46 ab	783,3 a	9,0 a
O x G 11	46 ab	739,0 ab	9,0 a
O x G 12	46 ab	605,7 ab	7,0 a
O x G 13	10 b	216,7 b	6,4 a

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la figura 7 se observa el comportamiento de los nueve híbridos interespecíficos OxG del INIAP y los cuatro comerciales en donde todos son estadísticamente iguales, pero de manera numérica para el rendimiento en $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, presentó el híbrido OxG5 con 11,0 toneladas, seguidos de los OxG1, OxG7, OxG4 y OxG3, presentaron valores de 10,3; 9,8; 9,7 y 9,4 toneladas respectivamente, en comparación con los dos comerciales OxG10 y OxG11 que presentaron medias de 9 toneladas.

Figura 7

Comportamiento de los 13 híbridos con relación a las $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, nueve son del INIAP y 4 son comerciales 2025

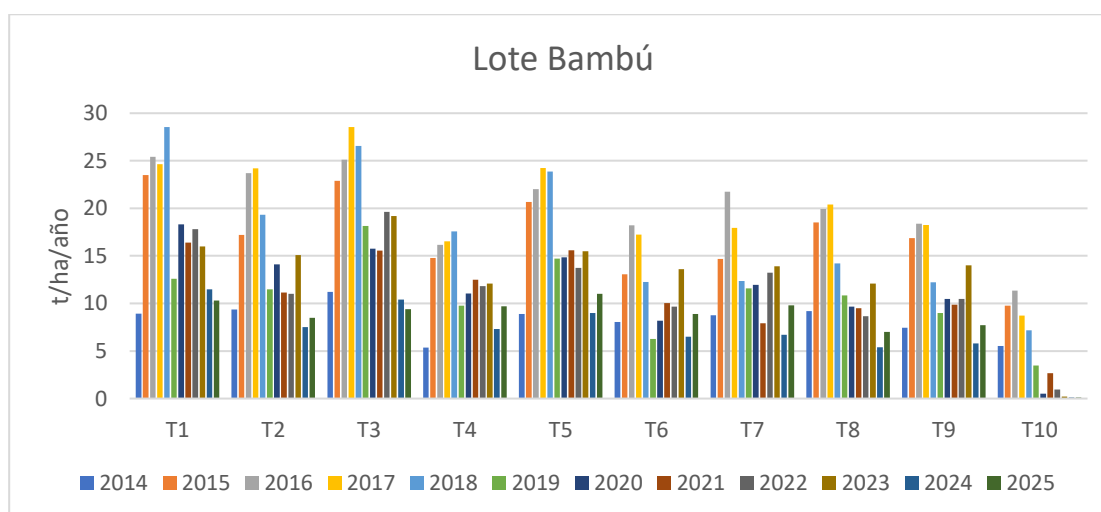


Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la figura 8, se presenta los datos de rendimiento por hectárea de los nueve híbridos evaluados y el testigo INIAP-Tenera, durante los años 2014 al 2025, de manera general se observa que los híbridos 1,2,3,5,7,8 iniciaron con producciones superiores a las 8 toneladas en su primer año y que el híbrido 3 superó las 10 toneladas, a partir del segundo año 2015 hasta 2018, cuatro años con rendimientos superiores a 20 toneladas los híbridos 1, 3 y 5, llegando en años a valores próximos a las 30 toneladas el híbrido 1 seguido del híbrido 3. Del 2019 hasta el 2025, que representa 7 años, los híbridos 1,3,5, presentan producciones que van de 10 a 15 toneladas aproximadamente. Mientras, que el testigo inició con 6 toneladas, los cuatro años siguientes, las producciones no superaron las 10 toneladas a excepción del año 2016, en los últimos 7 años las producciones han llegado de 3 toneladas a menos de una tonelada en el año.

Figura 8

Comportamiento de los 13 híbridos con relación a las t/ha/año, nueve son del INIAP y 4 son comerciales 2025



Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Conclusiones

Durante el 2025, se observa que el híbrido OxG5 obtuvo 11,0 toneladas, seguido de los OxG1, OxG7, OxG4 y OxG3, con producciones de 10,3; 9,8; 9,7 y 9,4 toneladas, respectivamente.

En el año 2014 el mejor híbrido inició con más de 10 toneladas, que fue el OxG3.

Durante los siguientes cuatro años, los híbridos OxG1, OxG3 y OxG5 presentaron producciones superiores a 20 toneladas por año, y los mismos híbridos, durante los siguientes 7 años, las producciones, han superado las 10 toneladas llegando en algunos casos con 19 toneladas aproximadamente.

Recomendaciones

Se debería analizar muestras de racimos para análisis físicos y químicos de los 13 híbridos OxG

Referencias

Corley, H., & Tinker, B. (2009). La Palma De Aceite. Bogotá: FEDEPALMA (Federación Nacional De Cultivadores De Palma De Aceite).

Delgado, N., Factos, A., García, D., Moreno, M., & Villacís, N. (18 de enero de 2005). Diversidad Vegetal en Ecuador. Quito, Ecuador.

Hormaza, P., y Romero, H. (2010). Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Capítulo 5: Escala BBSH para descripción del desarrollo productivo del híbrido OxG, Editor Científico; Romero, H. CENIPALMA, pp. 105-120.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2011). Recuperado el 5 de 11 de 2014, de Programa de mejoramiento genético: http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=24:palma-africana&catid=6:programas.

9.5 Evaluación de híbridos interespecíficos OxG en localidad San Lorenzo – Empresa Energy Palma

Matriz de actividades:

Actividades planificadas en el hito 5	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Determinar el comportamiento de cuatro cruzamientos de híbridos interespecíficos de palma aceitera oleífera x guineensis (OxG) del INIAP, en rendimiento, calidad de aceite, resistencia y / o tolerancia a problemas fitosanitarios y clima.	- Determinar el comportamiento de cuatro cruzamientos de híbridos interespecíficos de Palma Aceitera Oleífera x Guineensis (OxG) de INIAP, en rendimiento, calidad de aceite, resistencia y / o tolerancia a problemas fitosanitarios y clima.

Actividad 1. Determinar el comportamiento de cuatro cruzamientos de híbridos interespecíficos de palma aceitera oleífera x guineensis (OxG) del INIAP, en rendimiento, calidad de aceite, resistencia y / o tolerancia a problemas fitosanitarios y clima.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	Gasto Corriente
Institución donante:	INIAP
Número de memorando:	

Antecedentes

La existencia de poblaciones oleíferas reportadas por Balslev y Henderson (1986) en Taisha, Morona Santiago, Río Pastaza, Región Amazónica Ecuatoriana, frontera con el Perú, permitió que ex - investigadores de la EESD del INIAP viajen a la zona en referencia, seleccionen y transporten las primeras semillas, las cuales fueron plantadas en la empresa Palmaoriente, actualmente Palmar del Río, en la zona del Coca, Provincia de Orellana, Ecuador. La EESD a partir del 2004, 2006 y 2009 realizaron las primeras colectas conservando de manera ex situ material Oleífera.

La Oleífera ecuatoriana demostró resistencia in situ a la pudrición de cogollo (PC), dispone de características de lento crecimiento (entre 5 y 7 cm/año), pedúnculo largo, antesis uniforme, racimos con pocas espigas y amplia variabilidad genética de poblaciones que hacen de estos materiales los más promisorios para la producción de híbridos OxG (Barba, 2008).

La presente investigación se realizó con el apoyo de la empresa Energy & Palma S.A., para sembrar cuatro híbridos OxG de EESD en el lote Caleñito en donde se presentó la pudrición del cogollo en los materiales Guineensis afectados en un 70%.

Objetivos

Determinar el comportamiento de cuatro cruzamientos de híbridos interespecíficos de Palma Aceitera Oleífera x Guineensis (OxG) de INIAP, en rendimiento, calidad de aceite, resistencia y / o tolerancia a problemas fitosanitarios y clima.

Metodología

Genealogía del material

El progenitor femenino es Dura Oleífera del Lote 1E de la EESD, donde se han seleccionado tres plantas de la primera colecta realizada en la Amazonía, en donde se han evaluado características vegetativas y productivas.

El progenitor masculino procede de cuatro Pisíferas (CBxCHM; CBxNG; ANGxABA; EKxCB) que disponemos en el Departamento de Producción de Semillas de la EESD.

En la siguiente tabla se presenta los híbridos sembrados en la empresa Energy & Palma S.A.

Tabla 18

Genealogía de los híbridos sembrados en Energy & Palma S.A

Progenitor Femenino (Dura)			Progenitor Masculino (Pisífera)		
Lote/Acc	Nº Planta	Origen	Lote	Nº Planta	Origen
L1 / 3	86	Amazonia Ecu	13 ^a	713	T13A.332 Calabar x T 17. 25 Chemara
L1 / 3	86	Amazonia Ecu	3B	269	T13A.332 Calabar x T 16 ^a . 323 Nigeria
L1 / 4	55	Amazonia Ecu	3B	380	T 13A. 825 Angola x 13A. 48 Aba.
L1 / 4	49	Amazonia Ecu	13 ^a	944	T13A. 400 Ekona x T 13 ^a . 75 Calabar

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Ubicación del ensayo

El ensayo está ubicado en el sitio Calaño en la zona de San Lorenzo Provincia de Esmeraldas, Ecuador, en la Plantación de la empresa Energy & Palma S.A.

Características edafo - climáticas de la plantación Energy & Palma S.A.

En la siguiente tabla se presenta las características edafo - climáticas donde están ubicados los ensayos de investigación.

Tabla 19

Características edafo – climáticas de San Lorenzo

Zona climática	Tropical húmeda
Temperatura promedio	25.5 °C
Precipitación media anual	2882 mm
Humedad relativa promedio	89%
Tipo de suelo	Origen volcánico – Rojos Inceptisoles
Altitud	48 msnm

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Fecha de siembra

Los híbridos OxG sembrados en febrero de 2016.

Distancia de siembra

La distancia de siembra fue de 9,0 m x 9,0 m a tres bolillos.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones y 12 plantas por repetición.

Análisis estadístico

El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Valor observado de i – énsima familia y/o testigo en el j – énsimos bloques del ensayo

μ = Media general.

T_i = Efecto del i – énsimo tratamiento, con 1,2,; T=5, en que son 5 familias

β_j = Efecto del j = énsimo bloque, con j=1,2,r=4. Repeticiones

ε_{ij} = Efecto del error aleatorio.

Resultados

La siembra se realizó en febrero del 2016, conjuntamente con el personal técnico de la EESD y la Empresa Energy & Palma S.A., siendo transportada las plantas de palma aceitera desde la EESD hasta el sitio de siembra definitivo.

Durante los nueve años y 11 meses de establecido el ensayo para evaluar los cuatro cruzamientos de híbridos interespecíficos OxG, las labores de mantenimiento (chapias, coronas, poda), así como la fertilización de nutrientes, la polinización asistida, control de enfermedades, la cosecha y toma de información, han sido realizadas por la empresa Energy & Palma S.A., a través de la coordinación con el Ing. Francisco Orellana y la Biol. Olga León y previa aprobación de las autoridades de ambas instituciones. Por parte de los Técnicos de la EESD, no se han realizado visita al ensayo durante 2025.

Para la actividad de toma de información, se cuenta con el apoyo del personal de la empresa, al momento no se dispone de la información.

Referencias

- Balslev, H., y Henderson, A. (1986). *Elaeis oleífera* (Palmae) encontrada en el Ecuador. Publicaciones Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Serie Revista, 5, 7: 44-48.
- Barba, J. (2008). Oleíferas ecuatorianas, alternativa de manejo agronómico para compensar pérdidas ocasionadas por la pudrición del cogollo en América Latina. Palmar del Río. Ecuador.
- Castiblanco, S., Fontanila, C., Santacruz, L., Rosero, G., y Mosquera, M. (2013). Comportamiento de los costos y beneficios de los materiales Coari x La Mé e IRHO 1001 en condiciones de Guaicaramo S.A. PALMAS No. 34, 44 p.
- Genty, Y Ujueta, M. (2013). PERIODO: 1975-1978. En Fedepalma. Relatos sobre el híbrido interespecífico de palma de aceite OxG-Coari x La Mé esperanza para el trópico. (p 152-153). Colombia. Ferderación Nacional de Cultivadores de palma de aceite-Fedepalma.
- Hormaza, P., y Romero, H. (2010). Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Capítulo 5: Escala BBSH para descripción del desarrollo productivo del híbrido OxG, Editor Científico; Romero, H. CENIPALMA, pp. 105-120.
- Ortega, J. (2012). Evaluación agronómica y caracterización morfológica de cinco accesiones de palma americana (*Elaeis oleífera* H.B.K) nativas de la amazonia ecuatoriana. Tesis de Pregrado. La Concordia, Esmeraldas, Ecuador.
- Rosero, G., y Santacruz, L. (2014). Efecto de la polinización asistida en la conformación del racimo en material híbrido OxG en la plantación de Guaicaramo S.A. PALMAS. No. 35, 21 p.

**9.6 Evaluación de híbridos OxG (retrocruzamientos) en tres localidades La Concordia - La Unión
- Viche**

Matriz de actividades:

Actividades planificadas en el hito 6	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Obtención de progenies procedente del primer retrocruzamiento y obtención de nuevas plantas elites en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP).	– Evaluar el comportamiento de progenies procedente del primer retrocruzamiento – Seleccionar nuevas plantas elites.

Actividad 1. Obtención de progenies procedente del primer retrocruzamiento y obtención de nuevas plantas elites en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP).

Responsable :	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	
Institución donante:	
Número de memorando:	

Antecedentes

En la EETP, por el año 1996, se establecieron varios códigos de palma, entre ellos cruzamientos de Oleíferas x Guineensis (OxG) usando como oleíferas el material Sinú cruzado con polen de Duras de la EESD. De este material se han seleccionado dos plantas que presentan un lento crecimiento, con longitud de hojas más pequeñas que el resto de plantas y la conformación de racimos muy parecida a las Guineensis y que no han necesitado de polinización asistida. Estas plantas fueron usadas con fines de retrocruzamientos para la obtención de nuevas progenies, con mejores características, entre ellas, una posible tolerancia a PC y la sustitución de la polinización asistida por una polinización natural de la que carecen los híbridos OxG. Para la cual hay cuatro cruzamientos utilizando polen Pisífera de la EESD y un cruzamiento entre ambas plantas.

Tabla 20

Número de cruzamientos, origen y código de los cruces realizados en la EETP 2025

Cruce/M o F	Código
2 (retr) x 81P (Avros)	2015-001
2 (retr) x 107P (Avros)	2015-002
2 (retr) x 81P (Avros)	2015-003
2 (retr) x 107P (Avros)	2015-004
2 (retr) x 269P (3B)	2015-005

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Objetivos

Evaluar el comportamiento de progenies procedente del primer retrocruzamiento

Seleccionar nuevas plantas elites

Metodología

Metodología aplicada similar al hito 4.

Resultados

El 29 de mayo 2018, se establecieron en el lote Finca Nueva 7 de la EESD los cinco cruzamientos descritos en la tabla 20, utilizando un DBCA con tres repeticiones y 12 plantas por parcela, incluyendo un testigo INIAP- Tenera. Además, se ha sembrado cuatro de estos retrocruces en Viche, en la hacienda del Ing. Mario Cedeño, actualmente de la Sra. Natalia Torres, sitio de afectación del material Guineensis, con PC, posteriormente se estableció un ensayo con tres cruzamientos más el testigo en la Finca del Sr. Guido Rojas, ubicada en La Unión, cantón Quinindé.

Hasta la presente fecha se ha podido identificar que en los tres sitios donde se encuentran establecidos estos materiales, en las inflorescencias femeninas y masculinas existe presencia de insectos polinizadores en el momento de la antesis sobre todo *Elaeidobius kamerunicus*, además de percibirse el olor a anís, característico en inflorescencias Guineensis; observándose el inicio de producción de racimos de fruta fresca de palma.

Durante el periodo 2022 a 2025 en el lote de FN 7 se evidenciaron problemas fitosanitarios principalmente PC y MS con una afectación del 92% de la plantación.

En la plantación de Viche en noviembre 2022 se evidenció la primera planta con síntomas de PC, en el año 2023 se tenía ocho plantas afectadas, en el año 2024 las plantas afectadas por la PC en este material aumento a 41 plantas enfermas que han sido eliminadas, lo que representa el 21,4% de plantas enfermas, y en el 2025 las plantas enfermas aumentaron a 51 plantas lo que representa el 28,3% de afectación. De acuerdo a los cruzamientos, el que presenta mayor número de plantas afectadas es el tratamiento 5 con 14, el tratamiento 2 con 14 plantas, seguido del tratamiento 4 con

13 plantas; y los tratamientos 1 y 3 con 5 plantas, siendo estos dos tratamientos los menos afectados hasta el momento pese que en el 2024 se tenía 41 plantas afectadas. En este ensayo se ha realizado la toma de información de número y peso de racimos.

En la tabla 21 se presenta la información referente al año 2025 de la producción del lote en Viche, tomando en consideración las variables número de plantas, total de racimos por año, la media de racimos por planta, año y la cantidad de racimos por hectárea, año, en donde no se encontraron diferencias significativas para los híbridos evaluados. Con relación a la media de plantas que se tiene por tratamiento es de 9 plantas de las 12 utilizadas, teniendo como mínimo 1 planta y como máximo 12 plantas, mientras que el coeficiente de variación fue de 28%; para el total de racimos por año, la media fue de 60 racimos, teniendo un mínimo de 20 y como máximo 89 racimos por año, con un coeficiente de variación del 32%; para la característica de media de racimo por planta, año la media fue de 7 racimos, con un mínimo de 4 racimos y un máximo de 10 racimos, siendo el coeficiente de variación del 13%, y para el número de racimos total por año en una hectárea, la media está en 1075 racimos siendo un mínimo de 250 racimos y un máximo de 1500 racimos, y el coeficiente de variación del 28%.

Tabla 21

Análisis de Anova de las características en estudio, cuadrado medio de número de plantas; total racimo·año⁻¹, media racimo·planta·año⁻¹ y racimo·ha⁻¹·año⁻¹. 2025

FV	gl	CMNPI	F	CMTR·a	F	CMMR·p·a	F	CMR·ha ⁻¹ ·año ⁻¹	F
Bloques	2	7,8		501,8		8,6		121875,0	
Tratamientos	4	7,6	1,3 ^{ns}	228,8	0,61 ^{ns}	1,8	1,96 ^{ns}	118229,2	1,27 ^{ns}
Residuo	8	6,0		372,6		0,9		93229,2	
Total	14								
Media		8,6		60,0		7,0		1075	
CV		28		32		13		28	
Mínimo-		1-12		20-89		4-10		250-1500	
Máximo									

CM= Cuadrado medio

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la tabla 22 se presenta la información referente al año 2025 de la producción del lote en Viche, tomando en consideración las variables, total de peso de racimos por año, la media de peso de racimos por planta, año y la tonelada de fruta fresca por hectárea, año, en donde se encontraron diferencias altamente significativas para los híbridos evaluados en las características, media de peso de racimos por planta, año y la tonelada de fruta fresca·ha⁻¹·año⁻¹. Con relación a la media del total de peso de racimos por año fue de 557,03 kg (mínimo 157,5 y máximo 931,8) mientras que, el CV fue de 43%. Para la media de peso de racimos por planta·año⁻¹, la media fue de 65,9 kg·año⁻¹ (mínimo 26,3 y máximo 98), con un CV del 13%. Para la característica de tonelada de fruta fresca ha⁻¹·año⁻¹, la media fue de 8,25 t·ha⁻¹·año⁻¹ (mínimo 3,3 y máximo 12,3) y un CV del 13%.

Tabla 22

Análisis de Anova de las características en estudio, cuadrado medio total peso de racimo·año; peso medio racimo·planta·año y $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$. 2025

FV	gl	CMTPR·a	F	CMMPR·p·a	F	$t \cdot ha \cdot año$	F
Bloques	2	28639,2		868,3		13,55	
Tratamientos	4	46935,8	0,8 ^{ns}	842,6	11,3**	13,17	11,2**
Residuo	8	59044,7		74,8		1,2	
Total	14						
Media		557,03		65,9		8,25	
CV		43		13		13	
Mínimo- Máximo		157,5-931,8		26,3-98		3,3-12,3	

CM= Cuadrado medio

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En el tabla 23, se presenta la media por año para el total de número de racimos, total de peso de racimos y $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, de los cinco híbridos OxGxG (retrocruzamiento), mediante la prueba de Tukey al 5%, podemos indicar que para el total de número de racimos, y total de peso de racimos por año no se encontró diferencias y las medias son iguales, para la características de $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, las medias fueron altamente significativas encontrándose que el tratamiento OxGxG 4 presentó el valor más alto en relación al resto, con 11,3 tonelada, seguido de tratamiento OxGxG 2 con 9,1 tonelada.

Tabla 23

Análisis de medias para el total de número, peso de racimos y $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ de cinco híbridos OxGxG correspondiente al 2025, mediante prueba Tukey al 5%

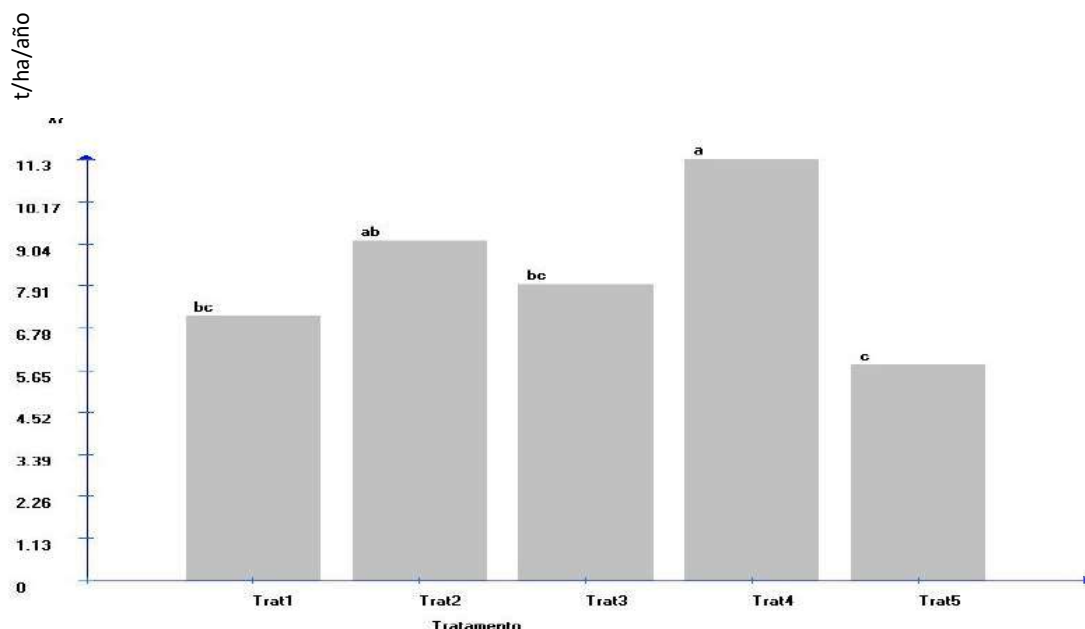
Híbridos	Total racimos	Total de peso de racimo	$t \cdot ha^{-1}$
O x GxG 1	72,0 a	588,2 a	7,1 bc
O x GxG 2	57,3 a	540,9 a	9,1 ab
O x GxG 3	65,3 a	634,2 a	7,9 bc
O x GxG 4	55,7 a	670,8 a	11,3 a
O x GxG 5	49,7 a	351,0 a	5,8 c

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

En la figura 9 se observa que el comportamiento de los cinco híbridos OxGxG o retrocruzamiento del INIAP, tiene diferencias altamente significativas, siendo el OxGxG 4 con 11,3 $t \cdot año^{-1}$, seguido de OxGxG 2 con 9,1 $t \cdot año^{-1}$. Siendo el OxGxG 5 que presentó el menor valor de 5,8 toneladas, ya que hasta el momento es el tratamiento que tiene 14 plantas afectadas por PC.

Figura 9

Comportamiento de cinco híbridos OxGxG, con relación a las t·ha·año⁻¹ del año 2025.



Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Conclusiones

Durante el 2025, se observa que el híbrido OxGxG 4 presentó 11,3 t·ha⁻¹, seguido del OxGxG 2 con 9,1 t·ha⁻¹ que fueron los mejores cruzamientos en rendimiento de fruta fresca.

Recomendaciones

Se debe seguir evaluando e iniciar con datos vegetativos en el ensayo de Viche

Realizar análisis físicos y químicos de los cinco híbridos OxGxG.

Realizar análisis de suelo para nutriente y perfil de suelo

9.7 Comportamiento agronómico del Híbrido INIAP TENERA en zonas con incidencia de la anomalía PC.

Matriz de actividades:

Actividades planificadas en el hito 7	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Comportamiento agronómico del híbrido INIAP - Tenera en zonas afectadas con la anomalía de pudrición de cogollo.	– Determinar en cada zona el o los cruzamientos con menor incidencia a la pudrición de cogollo – Determinar el o los cruzamientos con mayor tolerancia a pudrición de cogollo en las zonas de estudio – Evaluar el rendimiento en t·ha⁻¹ por zona y entre zonas

Actividad 1. Comportamiento agronómico del híbrido INIAP - Tenera en zonas afectadas con la anomalía de pudrición de cogollo.

Responsable:	Zambrano Marcillo Silvia Madelein
Colaboradores:	Defaz Fierro Silvana Rosario, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Hernández Saltos Darwin Roberto, Ortega Cedillo Dígner Santiago, Farias Sabando Jose Hernan
Nombre del proyecto que financió el estudio:	
Institución donante:	
Número de memorando:	

Antecedentes

En San Lorenzo durante el 2007 al 2013, en cuatro empresas (Palmeras de los Andes, Palesema, Palpailón, y Alespalma) se determinó la incidencia, progresión e intensidad del ataque de la PC en plantas *E. guineensis* Jacq determinándose que la mayor incidencia de la PC se mostró en la empresa Palesema (100%), luego le siguieron las empresas Palpailón (88%), Palmera de Los Andes (43%) y Alespalma (40%) dando como resultado una incidencia promedio de 66,75%, mientras la intensidad de ataque promedio fue de 46% (Rivas et al., 2017).

Hasta el año 2015 en el cantón San Lorenzo existían 27 865,2 ha sembradas con palma de aceite, de las cuales 10 304,46 ha fueron devastadas completamente por PC, la mayoría de las plantaciones que se encuentran libre de este problema en esta zona, son renovaciones realizadas generalmente con híbridos Oleíferas x Guineensis (ANCUPA y AGROCALIDAD, 2015).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de 50 cruzamientos del híbrido INIAP – TENERA en cuatro localidades del Ecuador con incidencia de la anomalía “Pudrición de Cogollo”

Objetivos específicos

Determinar en cada zona el o los cruzamientos con menor incidencia a la pudrición de cogollo

Determinar el o los cruzamientos con mayor tolerancia a pudrición de cogollo en las zonas de estudio

Evaluar el rendimiento en t-ha⁻¹ por zona y entre zonas.

Metodología

Ubicación Geográfica

La investigación se realiza en tres localidades del país afectadas con la anomalía PC: en la provincia de Esmeraldas con el cantón San Lorenzo y la parroquia Viche, en la provincia de Imbabura con el recinto Las Golondrinas y en la provincia de Los Ríos con el cantón Quevedo.

Inicialmente se habían previsto estas localidades debido a que era aquí donde se registraban casos de PC; sin embargo, ahora en el sector de La Concordia ya se registran plantaciones afectadas por esta anomalía, razón por la cual se ha cambiado la localidad de San Lorenzo y Viche por sectores

cercanos a La Concordia siendo el foco de infección actualmente, en donde se podrán realizar las evaluaciones correspondientes, a un menor costo, por quedar esta zona más cerca a los predios de la EESD.

Tratamientos

Los tratamientos a evaluar serán cada uno de los cruzamientos que se siembren en las diferentes localidades del híbrido INIAP – TENERA, en la tabla 24 se presentan los tratamientos en la presente investigación.

Tabla 24

Cruzamientos intervarietal (Dura x Pisífera) a evaluarse

Tratamientos	Cruzamientos	
	Dura	Pisífera
1	13B – 04	13 A – 944
2	13B – 04	13 A-229
3	13B – 248	3B – 269
4	13B – 267	13 A – 944
5	13B – 267	3B – 269
6	13B – 267	13 A-229
7	13B – 328	13 A-229
8	13B – 36	13 A-229
9	13B – 525	3B – 269
10	13B – 525	13 A-229
11	13B – 56	13 A – 944
12	13B – 56	3B – 269
13	3 A – 16	3B – 269
14	3 A- 16	13 A-229
15	3 A- 163	13 A-229
16	3 A- 310	3B – 269
17	3 A - 310	13 A-229
18	3A - 360	13 A-229
19	3 A- 362	13 A-229
20	3 A - 88	13 A-229
21	3C - 138	13 A-229
22	3C - 195	13 A-229
23	3C - 411	3B – 269
24	3C - 578	13 ^a -229
25	3C - 625	3B – 269
26	3C - 714	13 A-229
27	3C - 97	13 A – 944
28	4 A - 1040	3B – 269
29	4 A - 1040	13 A-229

30	4 A - 1057	3B – 269
31	4 A - 118	13 A-229
32	4 A - 120	3B – 269
33	4 A - 250	13 A – 944
34	4 A - 250	3B – 269
35	4 A - 360	3B – 269
36	4 A - 360	13 A-229
37	4 A - 718	13 A-229
38	4 A - 956	13 A-229
39	4B - 154	3B – 269
40	4B - 154	13 A-229
41	4B - 718	13 A-229
42	CAS - 19	3B – 269
43	CAS - 19	13 A-229
44	CAS - 322	3B – 269
45	FN3 - 395	3B – 269
46	FN3 - 550	3B – 269
47	FN3 - 550	13 A-229
48	FN7 - 39	3B – 269
49	FN7 - 39	13 A-229
50	FN7 - 67	3B – 269

Elaborado por: Programa de Palma Africana – EESD.

Diseño Experimental

Se utilizará un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con los siguientes esquemas:

Tabla 25

Esquema del Análisis de Varianza de parámetros asociados a 50 cruzamientos, en cada localidad con tres repeticiones

F.V.	Gl
Bloques (B-1)	2
Cruzamientos (C-1)	49
Residuos	98

Elaborado por: Programa de Palma Africana - EESD

Tabla 26

Esquema con Análisis de Varianza Conjunta, con 50 cruzamientos, cuatro localidades y tres repeticiones.

F.V.	gl
Bloques/Ambientes (r-1)(A)	8
Cruzamientos C (c-1)	49
Localidades (l) (l-1)	3
c x l	147
Residuos (c * l) (r-1)	592

Elaborado por: Programa de Palma Africana - EESD

Manejo del experimento

Las semillas de los 50 cruzamientos fueron llevadas al proceso de germinación el 15 de octubre del 2019, lo que inicia con un primer remojo o imbibición durante 8 días, luego fueron secadas en zarandas a temperatura ambiente por 24 h, y llevadas a cuarto caliente con temperatura y humedad controlada, entre 38 a 40°C y 35 a 45% por 80 días. Una vez las semillas salieron de calentamiento se las colocó a un segundo remojo por 4 días y a un segundo secado por 6 h, luego ingresadas a cuartos de germinación a temperaturas entre 26 a 28°C y humedad entre 45 a 65% hasta que inicie su germinación. A estas semillas mientras estuvieron en calentamiento se les cambió aire tres veces por semana y en cuartos de germinación además del cambio de aire también se les dio humedad tres veces por semana. Además, antes y después del ingreso de las semillas a cada una de las etapas del proceso de germinación se realizó prueba de contenido de humedad para lo cual se utilizó un total de 110 semillas por cruzamiento.

Una vez iniciada la germinación se tomaron datos de cada uno de los cruzamientos para evaluar el desarrollo de la misma; es así que el 17 de febrero del 2020 se realizó la primera selección de semillas germinadas con estándar óptimo (plúmula y radícula bien desarrollada) las mismas que se seleccionaron una vez alcanzaron una longitud de 0,5 cm de plúmula y 1 cm radícula, después de seleccionadas las semillas, fueron sembradas en fundas de 6" x 8" en el área de pre vivero de la EESD.

Se sembraron 24 plantas por cruzamientos en cada una de las localidades, a una distancia de 9 m x 9 m en sistema tres bolillos, para esta labor se hizo un hoyo de 0.40 m x 0.40 m de profundidad y diámetro respectivamente.

Fertilización Inicial: Antes de realizar el trasplante se colocó en el fondo del hoyo 75 g de P2 O5 (Carrillo Zenteno et al., 2015) y en el Lote sembrado en la EESD se aplicó Sumicoat II en dosis de 40 g por planta.

Fertilización: Se fertilizarán las plantas de acuerdo al análisis de suelo y foliar los que debe hacerse una vez al año en cada una de las localidades; y según recomendaciones del Departamento de Suelos de la EETP.

Control de malezas: El control de malezas involucra chapia y corona que se harán con machete o motoguadaña; la corona no debe ser inferior a 1.5 m de radio, esta labor debe ser realizada entre 30 y 60 días, dependiendo de la edad del cultivo, las condiciones climáticas y de las malezas existentes en la zona.

Ablación: Consiste en eliminar las primeras inflorescencias femeninas o masculinas cuando estas se encuentran en espigas durante los primeros seis meses de iniciada la floración (Carrillo Zenteno et al., 2015).

Poda: Las plantas serán podadas una vez al año, luego de sus primeras cosechas, estas se harán en los meses de agosto y septiembre.

Control de gualpa (*Rhynchophorus palmarum*). Una vez iniciada la ablación se colocarán trampas para gualpa conforme a normativa vigente de Agrocalidad, en los diferentes ensayos.

Cosecha. La cosecha de racimos de fruta fresca de palma se la realizará cada quince días una vez los tratamientos entren en su fase de producción. Para esta labor se hará uso inicialmente de podón, palilla y luego del cuchillo malayo.

Variables a evaluar

Rendimiento: Para calcular el rendimiento se pesarán cada quince días los racimos cosechados por tratamiento y por localidad hasta el octavo año después de la siembra; luego se extrapolarán resultados a $t \cdot ha^{-1}$. **Incidencia de PC:** Se evaluará cada mes todos los tratamientos, para determinar el número de plantas afectadas y el grado de afectación para lo cual se utilizará la escala nominal basada en 4 categorías: Grado 0= planta sin síntomas aparentes de la enfermedad, 1= planta con síntomas iniciales, que consiste en amarillamiento de las hojas más jóvenes y quiebra de la flecha), 2= Planta con síntomas intermedios (quiebra de la flecha y de hojas aledañas, avance del amarillamiento a hojas intermedias) y 3= Planta con síntomas visibles de marchitez generalizada y/o muerte de la planta.

Resultados

Ensayo en el sector El Almorzadero propiedad de la Sra. Ada Córdoba

Este ensayo fue sembrado en el año 2021, hasta diciembre del 2025 se han realizado evaluaciones trimestrales de PC, resultando que no existen diferencias estadísticas para la afectación de PC entre los tratamientos (Tabla 27). En la Figura 10 se evidencia que, a pesar que no existe diferencias estadísticas se conserva el tratamiento T24 con un porcentaje de afectación de PC menor al resto de tratamientos (33,33%), mientras que los tratamientos T35 y T37 que en el 2024 presentaron una afectación menor al 30% y en el 2025 superaron el 50% de afectación con PC.

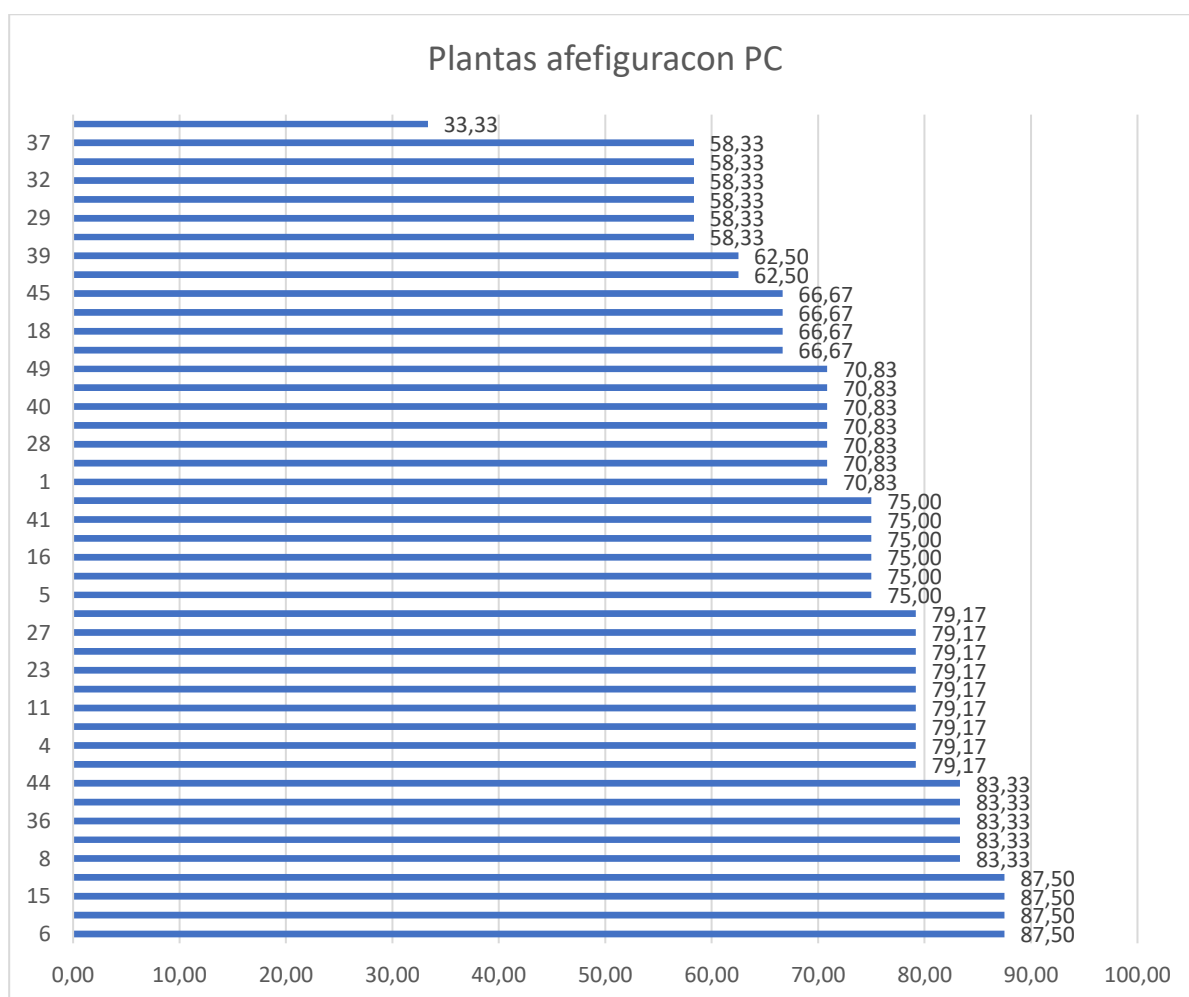
Tabla 27

*ADEVA del ensayo en el Almorzadero para porcentaje de afectación de PC al cuarto año de establecido
(2025)*

F.V.	Gl	SC	CM	F	p - valor
Repeticiones	2	15,54	7,77	5,45	0,0059
Tratamientos	43	65,39	1,52	1,07	0,3912
Error	86	122,53	1,42		
Total	131	203,46			

Figura 10

*Afectación por PC de los diferentes tratamientos al cuarto año de establecidos en el Almorzadero
(2025)*



Ensayo en el Km 32 propiedad del Dr. Carlos Morales.

Este ensayo en el 2024 se evaluó hasta mayo del 2024 debido a que la plantación estaba afectada con más del 50% ya no se le dio el mantenimiento agronómico adecuado por tal razón fue imposible continuar con su evaluación.

Ensayo instalado en la Universidad Técnica de Babahoyo (UTB).

Este ensayo no se evaluó este año porque en el 2023 se determinó que el 57% de los materiales establecidos habían sido afectados por las inundaciones a causa del río San Pablo afluente que atraviesa los predios de la UTB.

Ensayo en la EESD.

Este ensayo se estableció en el 2022, y en el año 2025 se determinó que más del 80% de las plantas fueron afectadas con PC, las plantas muertas fueron reemplazadas en su mayoría con híbridos promisorios de palma.

Conclusiones

Se cuenta con información sobre la afectación de PC en diferentes híbridos Intervarietales INIAP – Tenera sembrados en dos ambientes diferentes.

En el ensayo establecido en la UTB se tienen bloques perdidos por lo que no se podrá hacer la evaluación programada en este ensayo.

En el ensayo establecido en Finca Nueva el 95% de los tratamientos estudiados tienen un porcentaje de afectación por PC igual o superior al 50%.

En el ensayo del Almorzadero se conserva menor afectación de PC en el T24.

Ninguno de los tratamientos refleja la tolerancia a PC en las dos localidades.

Recomendaciones

Realizar las labores agronómicas de forma oportuna para conservar las plantas que no han sido afectadas.

Realizar cruzamientos dirigidos de las plantas que han sobrevivido a PC para obtener Pisíferas y Duras.

En un futuro realizar estudios para multiplicar in vitro las plantas que sobreviven del híbrido INIAP – Tenera establecido en los diferentes ensayos.

Referencias

ANCUPA, y AGROCALIDAD. (2015). Censo de plantaciones de palma aceitera afectadas por pudrición de cogollo en la provincia de Esmeraldas.

Carrillo Zenteno, M., Cevallos Sandoval, V., Cedeño García, C., Gualoto Gualoto, W., Vera Arizaga, C., Vera Coello, D., . . . Zambrano Sabando, W. (2015). Manual del Cultivo de la Palma Aceitera (INIAP Ed. Vol. Manual Técnico N° 102).

INIAP. (2017). Estadística de Producción desde el año 2011 - 2017. Departamento de Producción y Servicios. EESD.

Maldonado, E. (2003). Reseña Histórica de la Estación Experimental Santo Domingo. Revista Técnica Informativa - INIAP, 5 - 12.

Rivas Figueroa, F., Moreno, F., Casignia, R., Álvaro, G., Herrera Isla, L., & Leiva Mora, M. (2017). Incidencia, progresión e intensidad de la Pudrición del Cogollo de *Elaeis guineensis* Jacq. en San Lorenzo, Ecuador. Centro Agrícola, 44(1), 28-33

10. Actividades POA 2025

10.1 Enfermedades letales en la palma aceitera en Ecuador

10.1.1 Determinación de posibles agentes bióticos, abióticos y posibles vectores causantes de las enfermedades letales en la palma aceitera

Matriz de actividades:

Actividades planificadas	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Identificación de microorganismos patógenos capaces de inducir la PC en palma aceitera	- Identificar microorganismos patógenos capaces de inducir la PC en palma aceitera - Colección de microorganismos
2. Estudio de posibles causas abióticas del PC	Disponer de dos técnicas para corregir pH en suelos del Litoral y Amazonia ecuatoriana e impedir la liberación de aluminio del suelo
3. Evaluar alternativas tecnológicas para el control de marchitez sorpresiva en palma aceitera en la zona de la Amazonia Ecuatoriana	- Identificar a <i>Lincus</i> sp. Insecto transmisor de Marchitez sorpresiva en palma aceitera - Disponer una tecnología que mantenga niveles controlado de Marchitez sorpresiva en palma aceitera - Encontrar dos microorganismos con capacidad de biocontrol a <i>Lincus</i> sp.
4. Determinar la interacción entre artrópodos -enfermedad de importancia económica	Se dispondrá del conocimiento de los artrópodos responsable de transmitir enfermedades a la palma

Actividad 1. Identificación de microorganismos patógenos capaces de inducir la PC en palma aceitera.

Responsable :	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Paz Lenin, Panchana Carolina, Defaz Silvana, Hernández Roberto, Zambrano Silvia, Navarrete Mercedes, Vegas Ariadne
Nombre del proyecto que financió el estudio:	"Enfermedades Letales en la Palma aceitera en Ecuador"
Institución donante:	FIASA

Número de memorando:

INIAP-EESD_DIR-2021-0891- MEM

Antecedentes

La palma de aceite tiene gran importancia por ser el cultivo oleaginoso más productivo del mundo, sin embargo, este cultivo se ve afectado por la PC, una enfermedad grave que puede provocar importantes pérdidas económicas. La enfermedad se ha relacionado con patógenos como *Phytophthora palmivora* en Colombia (Torres et al., 2016; Tupaz-Vera et al., 2021). Sin embargo, en Ecuador no se ha reportado este organismo como agente causal. De Franqueville (2003) sugiere que no está claro si se trata de una o más enfermedades de origen infeccioso o de un trastorno fisiológico. Es por eso que dentro del proyecto FIASA-EESD-2022-015 se estableció como objetivos aislar e identificar microorganismos asociados a la Pudrición del Cogollo (PC) en polen y suelo. Además, se determinó la necesidad de realizar un aislamiento específico de género *Fusarium* en material vegetal.

Determinar la prevalencia de bacterias previamente identificadas en tres puntos geofiguras de producción de palma aceitera con patología de pudrición de cogollo.

Objetivo

El objetivo de este componente fue determinar la prevalencia de bacterias asociadas a la PC en distintos puntos geofiguras de producción de palma aceitera en Ecuador, mediante el aislamiento, caracterización fenotípica, e identificación molecular a partir del gen 16S rRNA.

Metodología

Colecta y aislamiento microbiológico

El muestreo inicial se llevó a cabo en mayo de 2025 en dos localidades afectadas por PC, Finca Nueva 8b (FN8b)- EESD- La Concordia y la Hacienda San José – Bocana del Búa- Esmeraldas, donde se recolectaron cuatro plantas con síntomas característicos de la enfermedad. Se tomaron secciones internas del cogollo, flecha, bases foliares, frutos y embriones provenientes de plantas afectadas (Figura 11). Los tejidos recolectados fueron desinfectados superficialmente mediante lavado con etanol e hipoclorito, enjuague con agua estéril, y posteriormente macerados para su siembra directa en medios de cultivo Agar Nutritivo y Kado. Las colonias bacterianas se repicaron hasta obtener cultivos puros, los cuales fueron conservados en glicerol al 20% a -80°C . La caracterización preliminar de los aislados incluyó pruebas de solubilidad en KOH al 3% para determinar la reacción Gram, y la prueba de catalasa con peróxido de hidrógeno, las bacterias que dieron positivos fueron seleccionadas para la caracterización molecular.

Paralelamente, se obtuvieron aislados bacterianos desde fuentes de agua de riego asociadas a los sistemas de producción de palma aceitera, siguiendo los mismos procedimientos de purificación y conservación utilizados para los aislados provenientes del tejido vegetal.

Figura 11

Colecta del material afectado de PC de FN 8B – EESD



Caracterización molecular

La extracción del ADN genómico se realizó mediante el método CTAB adaptado para bacterias, obteniéndose ADN de alta calidad que fue cuantificado mediante fluorometría y verificado por electroforesis. Para la identificación molecular se amplificó la región 16S rRNA mediante PCR utilizando los primers universales 27F y 1492R. Los amplicones fueron purificados y enviados a secuenciación mediante la técnica Sanger. Las secuencias resultantes fueron ensambladas, depuradas y comparadas con la base de datos del NCBI mediante BLASTn, permitiendo la asignación taxonómica de los aislados.

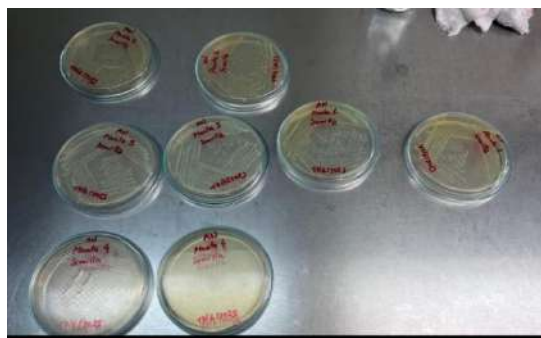
Resultados

El proceso de aislamiento desde tejido vegetal afectado por la Pudrición del Cogollo permitió recuperar una diversidad significativa de bacterias asociadas a la enfermedad, obteniendo 39 aislados bacterianos de los cuales 31 fueron positivos para la prueba de KOH y prueba de catalasa interpretando como bacterias Gram Negativas con presencia de la enzima catalasa. De la misma manera se obtuvieron cinco (5) aislados bacterianos provenientes de las aguas de riego estero cucaracha y riego del vivero Oil Palm Trader –OPT Figura 12.

El análisis de las secuencias obtenidas reveló la presencia de especies pertenecientes a los géneros *Kosakonia*, *Enterobacter*, *Pantoea* y *Trabulsiella*, todos ellos reconocidos por su capacidad de colonizar tejidos vegetales, participar en procesos de deterioro celular o establecer interacciones oportunistas con plantas debilitadas.

Figura 12

Colonias bacterianas recuperadas de material vegetal afectado con PC



Detectar e identificar una especie de *Phytophthora* en daños relacionados con la patología de la pudrición del cogollo.

La identificación de *Phytophthora* se abordó mediante técnicas combinadas de captura, observación microscópica y diagnóstico rápido. Para la detección en agua se colocaron trozos de tejido vegetal en finas láminas de agua, de igual manera se implementaron trampas de pera. Las peras fueron desinfectadas superficialmente y suspendidas en recipientes con agua de riego de palma aceitera durante períodos de exposición controlada.

Figura 13

Observación de tejido afectado en el microscopio. B. Trampas de pera para la captura de *Phytophthora*



Identificación serológica

Se emplearon pruebas inmunocromatográficas rápidas (ImmunoStrips) específicas para *Phytophthora*. Estas pruebas se aplicaron directamente sobre extractos de tejido vegetal sospechoso siguiendo las recomendaciones del fabricante. La interpretación se basó en la aparición de bandas diagnósticas en la ventana de lectura.

Resultados

La evaluación microscópica de las trampas de manzana no reveló estructuras morfológicamente compatibles con *Phytophthora*. De igual manera, las láminas de agua no mostraron estructuras diagnósticas incluso después de 72 horas de exposición.

Las pruebas rápidas inmunocromatográficas tampoco detectaron antígenos asociados a *Phytophthora* en las muestras procesadas. La ausencia de bandas positivas en los dispositivos de lectura indicó que los extractos de tejido y agua evaluados no contenían niveles detectables del patógeno.

Evaluación del efecto de herbicidas y desinfectantes sobre bacterias asociadas a la Pudrición del Cogollo

Objetivo

El objetivo de este componente fue analizar, mediante ensayos *in vitro*, la respuesta de bacterias asociadas a PC frente a moléculas herbicidas usadas para la erradicación y a desinfectantes empleados en labores de saneamiento, con el fin de identificar compuestos capaces de inhibir o reducir el crecimiento bacteriano y establecer patrones comparativos de actividad química.

Metodología

La evaluación del efecto de herbicidas y desinfectantes sobre bacterias asociadas a PC se desarrolló empleando aislamientos bacterianos previamente obtenidos y mantenidos en cultivo puro. Para los ensayos con herbicidas se seleccionaron bacterias representativas de distintos géneros asociados al tejido de plantas enfermas. Los herbicidas evaluados incluyeron glifosato de isopropilamina (200 mL/planta), glufosinato de amonio (100 mL/planta) y paraquat (300 mL/planta), seleccionados por su uso en la erradicación de palmas afectadas. Las dosis incorporadas al medio de cultivo se calcularon con base en las concentraciones aplicadas en campo, ajustando proporcionalmente el volumen por litro según la relación requerida para la formulación comercial. Una vez preparados, los medios de agar nutritivo (AN) suplementados con herbicidas se vertieron en placas Petri y se dejaron solidificar. Sobre cada placa se inoculó un volumen estándar (100 μ L) de la suspensión bacteriana en fase exponencial y se incubaron durante 24 a 48 horas, tras lo cual se realizó el conteo de colonias para estimar el número de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) y evaluar el efecto inhibitorio relativo de cada herbicida.

En paralelo, se desarrollaron ensayos independientes enfocados en la actividad inhibitoria de desinfectantes químicos comúnmente utilizados en espacios de laboratorio o vivero. Para ello, se testearon cuatro compuestos: T1: amonio cuaternario (1.5 mL/L), T2: formol (0.01%), T3: peróxido de hidrógeno (0.1%) y T4: nonyl fenol (0.01%). Cada desinfectante se incorporó de manera uniforme en el AN previamente esterilizado y enfriado, asegurando su dispersión homogénea. Las placas fueron inoculadas con bacterias activadas y sembradas por extensión superficial, tras lo cual se incubaron a temperaturas óptimas de crecimiento. Al completar 48 horas de incubación, se realizaron recuentos de colonias comparando el crecimiento observado en cada tratamiento con el de su respectivo control negativo sin desinfectante. A partir de estos valores se calculó el porcentaje de inhibición mediante la relación entre la reducción en UFC y el crecimiento basal del control.

Para determinar la significancia estadística de las diferencias entre tratamientos se emplearon análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación múltiple (Tukey HSD), considerando un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Estas pruebas permitieron establecer relaciones de superioridad o equivalencia entre herbicidas y desinfectantes evaluados, así como identificar diferencias específicas entre bacterias en función de su respuesta inhibitoria.

Resultados

Los ensayos con herbicidas revelaron diferencias marcadas entre las moléculas evaluadas. El paraquat mostró una inhibición completa del crecimiento bacteriano en todas las bacterias probadas, evidenciada por la ausencia total de colonias en los medios suplementados. Esta respuesta sugiere

que el compuesto, además de su acción como herbicida de contacto, presenta una clara actividad bactericida bajo las condiciones evaluadas. El glifosato y el glufosinato de amonio mostraron efectos intermedios, reduciendo significativamente el crecimiento en comparación con el control, aunque sin alcanzar la inhibición absoluta. Las reducciones en UFC/mL fueron particularmente pronunciadas en bacterias pertenecientes a los géneros *Kosakonia* y *Enterobacter*, lo que indica cierta susceptibilidad diferencial según el tipo de aislado.

Figura 14

Conteo de colonias para los diferentes herbicidas

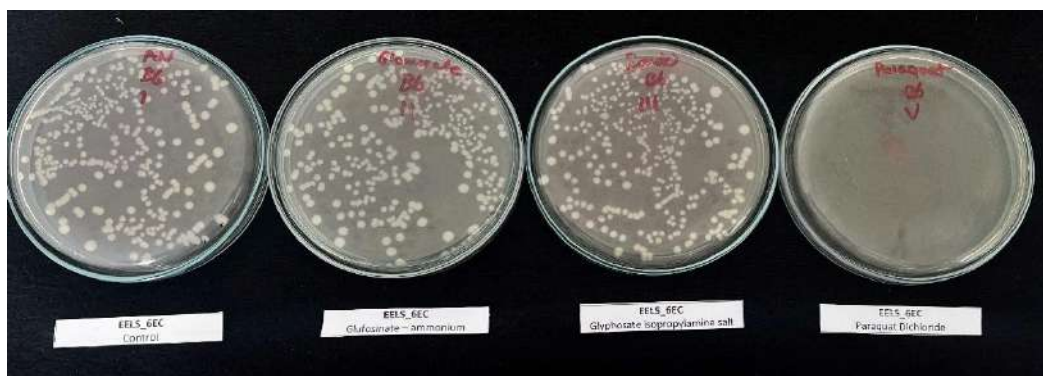
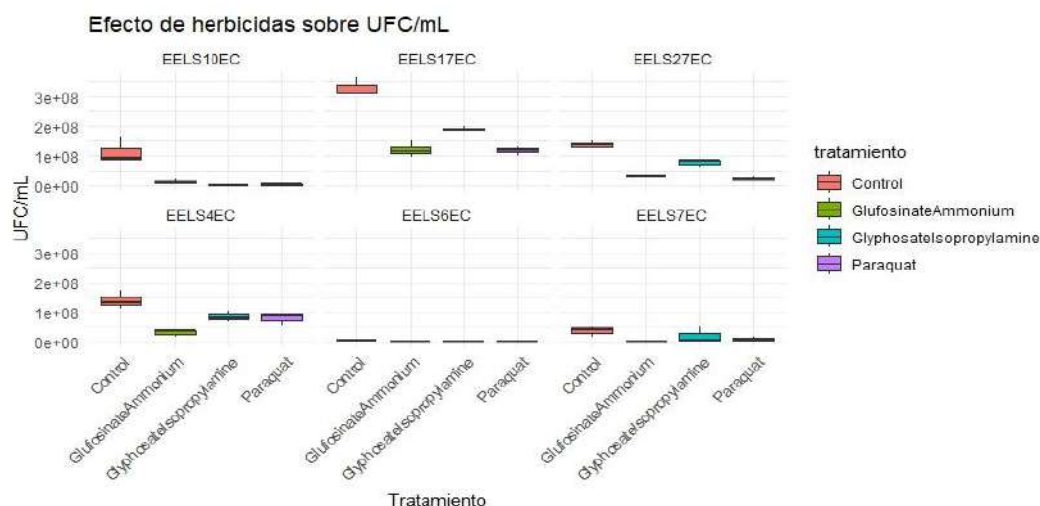


Figura 15

Diagrama de cajas del efecto de herbicidas en los seis aislados bacterianos.



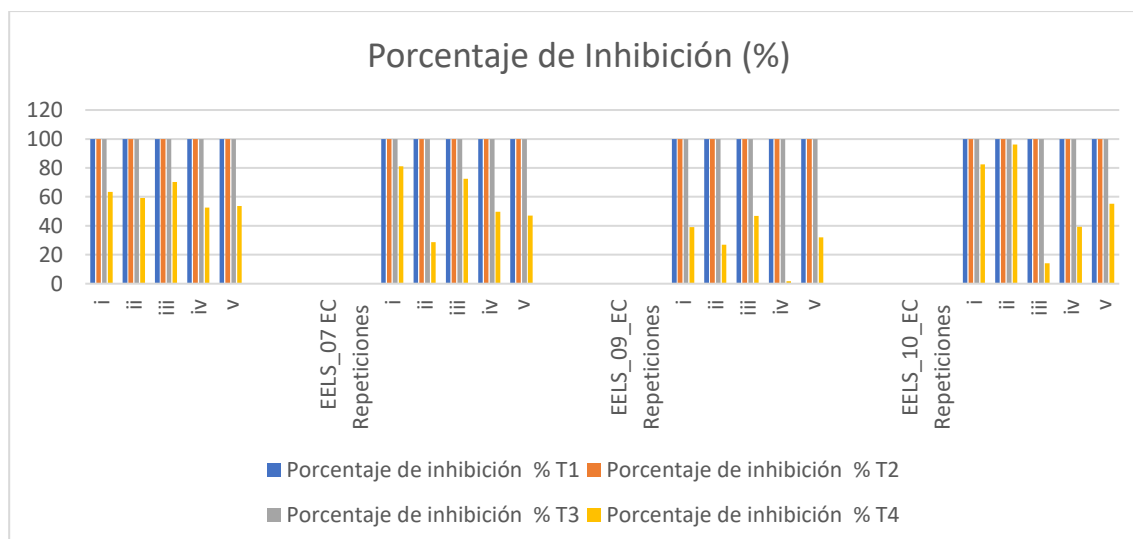
Por otro lado, los ensayos con desinfectantes demostraron que tres de los cuatro compuestos evaluados (amonio cuaternario, formol y peróxido de hidrógeno) ejercieron una inhibición del 100%, eliminando completamente el crecimiento de los aislados bacterianos. Esta respuesta uniforme reflejó su alta eficacia biocida y su potencial utilidad en procedimientos de desinfección de superficies y materiales asociados al manejo de plantas con PC. En contraste, el desinfectante nonyl

fenol mostró una inhibición parcial del crecimiento, permitiendo el desarrollo de colonias en densidades bajas pero detectables, lo cual indica una menor potencia antimicrobiana.

El análisis estadístico confirmó diferencias significativas entre tratamientos, evidenciando que los herbicidas y desinfectantes no actúan de manera equivalente sobre las bacterias asociadas a PC. Los tratamientos completamente inhibitorios (paraquat, amonio cuaternario, formol y peróxido de hidrógeno) se agruparon en categorías estadísticamente superiores, mientras que el nonyl fenol se ubicó consistentemente como el compuesto menos efectivo.

Figura 16

Diagrama de barras del porcentaje de inhibición de los diferentes desinfectantes: T1: amonio cuaternario (1.5 mL/L), T2: formol (0.01 %), T3: peróxido de hidrógeno (0.1 %) y T4: nonyl fenol (0.01%)



Conclusiones

El análisis realizado demuestra que tanto herbicidas como desinfectantes poseen actividad inhibitoria significativa sobre bacterias asociadas a la PC. El paraquat destaca como el herbicida de mayor potencia, logrando inhibición total del crecimiento bacteriano, seguido por glifosato y glufosinato de amonio, que mostraron efectos parciales pero consistentes. En cuanto a los desinfectantes, el amonio cuaternario, el formol y el peróxido de hidrógeno demostraron ser altamente efectivos, mientras que el nonyl fenol presentó una eficacia limitada.

En conjunto, este componente aporta evidencia novedosa sobre el impacto químico en el microbiota bacteriano asociada a PC y abre la puerta a estudios más detallados sobre mecanismos de susceptibilidad, tolerancia y resiliencia bacteriana frente a compuestos agrícolas de uso común.

Caracterización de comunidades microbianas mediante análisis metagenómico (16S e ITS)

Introducción

La PC es una enfermedad compleja cuyo entendimiento requiere no solo la identificación de microorganismos aislables, sino también la evaluación del ecosistema microbiano que interactúa con la planta en diferentes nichos, como el cogollo, el tejido foliar interno y la rizósfera. El análisis metagenómico permite acceder a la composición microbiana total, incluyendo bacterias y hongos no cultivables, y proporciona una perspectiva integral sobre cómo se estructuran las comunidades en plantas sanas y enfermas. Este componente tuvo como finalidad comparar la diversidad microbiana en la rizósfera y el tejido del cogollo en distintos niveles de severidad de PC mediante enfoques de secuenciación masiva.

Metodología

El estudio metagenómico se desarrolló a partir de muestras recolectadas de plantas de palma aceitera que representaban diferentes grados de daño en cogollo. Para cada planta se obtuvo tejido interno y, de manera paralela, suelo firmemente adherido a las raíces, constituyendo así la muestra rizosférica. La extracción de ADN total se efectuó utilizando protocolos específicos para matrices complejas, asegurando la remoción de inhibidores y la obtención de ADN de alta integridad, apto para amplificaciones posteriores.

Posteriormente, se amplificaron regiones génicas marcadoras: la región V3–V4 del gen 16S rRNA para bacterias y la región ITS para hongos. La preparación de bibliotecas incluyó indexación dual, cuantificación fluorométrica y normalización equimolar antes de la secuenciación en plataforma Illumina MiSeq realizado por la empresa Biosequence. Los datos obtenidos fueron sometidos a un pipeline bioinformático basado en DADA2, que permitió la corrección de errores, inferencia de variantes de secuencia (ASVs) y construcción de tablas de abundancia. La taxonomía bacteriana se asignó utilizando la base SILVA, mientras que la taxonomía fúngica se determinó con la base UNITE. Además, se calcularon métricas alfa-diversidad (Shannon, Simpson y Riqueza observada) y distancias beta-diversidad (Bray–Curtis), generándose representaciones gráficas mediante mapas de calor y figuras de barras para visualizar la composición microbiana.

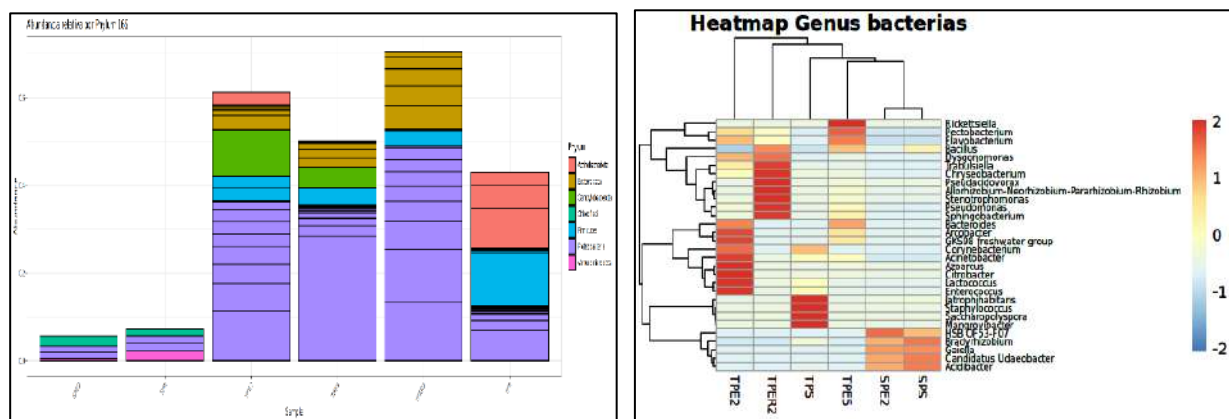
Resultados

El análisis de secuenciación reveló diferencias claras entre la microbiota rizosférica y la asociada al tejido del cogollo. La rizósfera presentó una diversidad significativamente mayor, caracterizada por comunidades equilibradas y presencia de géneros como *Mortierella*, *Ceratobasidium*, *Arachnotheca*, *Metarhizium* y *Sesquicillium*, lo cual refleja un ambiente ecológicamente dinámico y competitivo.

En contraste, el tejido interno de las plantas afectadas mostró una comunidad microbiana empobrecida y dominada por pocos taxones, destacándose la presencia recurrente de hongos como *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Plectosphaerella* y *Paracremonium*. En las muestras de mayor severidad de PC se observó un aumento en la dominancia de estos géneros patógenos o saprótrofos agresivos, lo que sugiere un cambio en la estructura comunitaria asociado a la progresión de la enfermedad.

Figura 17

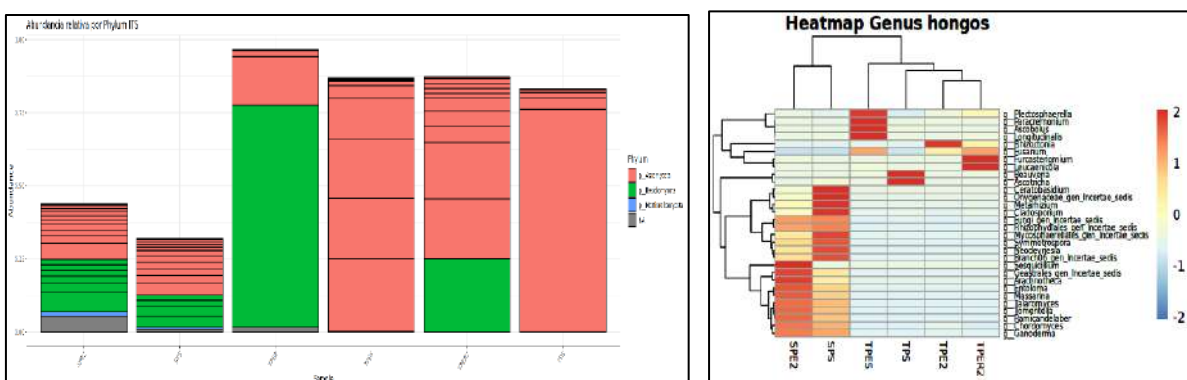
(A) Figura de barras apiladas por Phylum, y (B): Heatmap por Género respecto a la abundancia relativa de la región 16S



En la figura 5A predomina el phylum de Proteobacteria (morado) en casi todas las muestras, en especial en el tejido, donde supera el 30–40 %, mientras que Bacteroidota (amarillo) y Campylobacterota (verde) aparecen con importancia secundaria.

Figura 18

(A) Figura de barras apiladas por Phylum y (B): Heatmap por Género respecto a la abundancia relativa de la región ITS

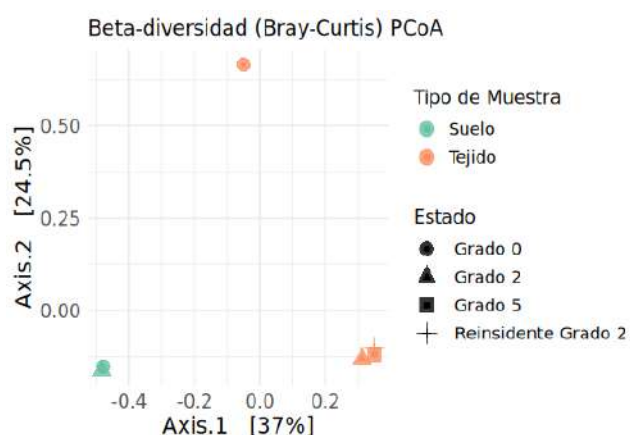


En la figura 3A se observa que el phylum Ascomycota (rojo) domina la mayoría de las muestras alcanzando más del 70–80% de abundancia relativa.

Los análisis de diversidad indicaron que la riqueza y diversidad (Shannon) disminuyen drásticamente en tejidos con daño avanzado, mientras que la rizósfera mantiene niveles más altos de uniformidad y variabilidad taxonómica (Figura 19). Los mapas de calor mostraron patrones concordantes, con mayor heterogeneidad en rizósfera y mayor monopolio de taxones asociados a descomposición en tejido (Figura 17 y 18).

Figura 19

Análisis de Coordenadas Principales (PCoA) basado en la distancia Bray-Curtis



La gráfica explica el 61.5% de la variación microbiana. En el eje 1 se observa una clara separación entre muestras de suelo (verde) y tejido (naranja). Las comunidades del suelo se agrupan de forma homogénea, independientemente del estado de la palma, mientras que en el tejido se distinguen variaciones según el grado de la enfermedad. Esto evidencia que el tejido refleja mejor la dinámica microbiana asociada a la Pudrición del Cogollo.

Conclusiones

Las comunidades microbianas de suelo y tejido se diferencian claramente, siendo el tejido más sensible a los cambios asociados a la Pudrición del Cogollo.

Bajo el concepto de la interacción del microbioma de la palma aceitera - rizosfera, se sugiere que la PC está en un desequilibrio sistemático esto propone que la etiología de la PC es compleja y multifactorial caracterizada por fluctuaciones en riqueza, equitatividad y dominancia de taxones a lo largo de los diferentes estados de desarrollo de la enfermedad.

Caracterización molecular, biológica y serológica del *Potyvirus*, *Sugarcane mosaic virus* (SCMV)

Introducción

El *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) es un *Potyvirus* de importancia agronómica global, conocido por causar mosaico, clorosis y reducción del rendimiento en gramíneas como maíz, caña de azúcar y sorgo. Recientes hallazgos de síntomas compatibles con mosaico en palma aceitera de diferentes regiones han motivado la evaluación de este virus como posible agente involucrado en el síndrome conocido como "Anillo Clorótico". Debido a su naturaleza ARN y a la variabilidad genética que caracteriza a los potyvirus, su identificación requiere herramientas moleculares y serológicas especializadas. Este componente se orientó a detectar, amplificar y caracterizar SCMV a partir de tejido de palma aceitera y hospedadores alternativos.

Metodología

La caracterización inició con la extracción de ARN total a partir de tejido foliar de plantas que presentaban síntomas de mosaico o anillo clorótico, provenientes de viveros de la EESD, Oil Palm Trader (OPT)-Quevedo y ANCUPA.

Se evaluaron tres métodos de extracción con solventes orgánicos, seleccionándose aquel que proporcionó mayor integridad e intensidad de bandas ribosomales. La detección preliminar del virus se realizó mediante *ELISA indirecto* específico para Potyvirus, aplicando un criterio de corte obtenido mediante valores estadísticos de absorbancia.

Con el fin de evaluar la infectividad del virus, se desarrolló un ensayo de inoculación mecánica en plántulas de maíz híbrido H-554. Para ello, se trituró tejido sintomático de palma y se aplicó la savia filtrada sobre hojas jóvenes utilizando carborundum como abrasivo. Las plantas inoculadas fueron mantenidas bajo condiciones ambientales favorables, y se monitoreó el desarrollo de síntomas como mosaico, clorosis o alteraciones morfológicas hasta llegar a la mazorca.

La identificación molecular se realizó mediante RT-PCR utilizando la enzima AMV para sintetizar ADNc a partir del ARN viral. Posteriormente, se amplificaron los genes HC-Pro, CI y una región aproximada de 700 pb del genoma viral mediante juegos específicos de primers. Los productos amplificados fueron verificados por electroforesis, purificados y enviados a secuenciación Sanger. Para complementar los análisis, se recolectaron muestras de caña de azúcar infectada naturalmente con SCMV, utilizadas como controles positivos y como referencia comparativa para la caracterización genética del virus detectado en palma.

Resultados

El análisis serológico reveló lecturas positivas en muestras provenientes tanto de palma aceitera como de maíz inoculado, validando la presencia de antígenos de Potyvirus en los tejidos analizados (Figura 20). Las plantas de maíz inoculadas desarrollaron síntomas típicos de infección viral, incluyendo mosaico foliar y alteraciones visibles en las mazorcas, cuyas dimensiones y apariencia evidenciaron una afectación en el desarrollo (Figura 21).

Figura 20

Resultados de la prueba de ELISA indirecta Potyvirus



Figura 21

Afectación de mazorcas de maíz inoculadas con savia infectiva de palma aceitera



En la etapa molecular, se obtuvieron amplificaciones claras de los genes HC-Pro y CI y del gen de la cápside, lo cual constituye evidencia sólida de la presencia de SCMV en los tejidos evaluados de las plantas de los tres viveros seleccionados. Los productos obtenidos presentaron el tamaño esperado y se recuperaron en concentraciones adecuadas para su secuenciación. La calidad de los amplicones permitió su purificación y posterior envío a secuenciación Sanger, lo que facilitará la comparación filogenética con aislados reportados en gramíneas.

Las extracciones de ARN realizadas con el método optimizado proporcionaron material de alta integridad, adecuado para estudios posteriores que requieran análisis de expresión o secuenciación de mayor profundidad. La recolección de material de caña de azúcar infectado sirvió como control biológico confiable para interpretar los resultados obtenidos en palma.

Conclusiones

La evidencia serológica, biológica y molecular reunida confirma la presencia de SCMV en plantas de palma aceitera con síntomas compatibles con anillo clorótico o mosaico. La amplificación de genes clave del genoma viral, junto con la expresión sintomatológica observada en plantas inoculadas de maíz, indica que el virus es infectivo y se encuentra activo en los tejidos. Estos resultados sugieren un escenario epidemiológico complejo en el que SCMV podría estar expandiendo su rango de hospedero hacia la palma aceitera, posiblemente como consecuencia de la presencia cercana de gramíneas infectadas o vectores eficientes.

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados obtenidos permiten concluir que la PC está asociada a un microbiota bacteriano diversa compuesta principalmente por bacterias Gram negativas oportunistas capaces de inducir degradación tisular. La recuperación de 31 aislados bacterianos, complementada por la identificación molecular de especies pertenecientes a los géneros *Kosakonia*, *Pantoea*, *Enterobacter* y *Trabulsilla*, demuestra la existencia de especies recurrentes o prevalentes en plantas afectadas. Estas especies no deben ser interpretadas necesariamente como agentes causales primarios, pero sí como componentes funcionales relevantes de la enfermedad. Sin embargo, este estudio aún se encuentra en desarrollo, ya que los aislados provenientes de muestras de agua fueron enviados a secuenciación y, hasta el momento, no se dispone de los resultados de identificación correspondientes.

Los resultados de metagenómica evidencian que la PC está asociada a cambios marcados en la estructura y dinámica del microbioma de la palma aceitera, con diferencias claras entre la rizósfera y el tejido vegetal. La rizósfera mantuvo comunidades bacterianas y fúngicas más diversas y balanceadas, mientras que el tejido vegetal presentó una menor diversidad y una mayor sensibilidad a los cambios asociados a la progresión de la enfermedad, caracterizada por la dominancia de taxones específicos en cada grado de severidad.

Los resultados obtenidos no proporcionan evidencia concluyente de la presencia de *Phytophthora* spp. en las fuentes de agua y tejidos analizados. La ausencia de estructuras morfológicas diagnósticas, junto con resultados negativos en pruebas inmunológicas, indica que el patógeno no estuvo presente en cantidades detectables. El análisis realizado demuestra que tanto herbicidas como desinfectantes poseen actividad inhibitoria significativa sobre bacterias asociadas a la PC.

El paraquat destaca como el herbicida de mayor potencia, logrando inhibición total del crecimiento bacteriano, seguido por glifosato y glufosinato de amonio, que mostraron efectos parciales pero consistentes. En cuanto a los desinfectantes, el amonio cuaternario, el formol y el peróxido de hidrógeno demostraron ser altamente efectivos, mientras que el nonyl fenol presentó una eficacia limitada. La prueba de ELISA indirecta permitió detectar la presencia de una especie de *Potyvirus* en diferentes materiales vegetales (sorgo, maíz, palma aceitera y papaya), aplicando un criterio estadístico *cut off* (valor de corte basado en el promedio más tres desviaciones estándar del control positivo), dando como resultado positivo las muestras de maíz, y palma aceitera.

Actividad 2. Estudio de posibles causas abióticas del PC

Responsable :	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Carrillo Manuel, Durango Wuellins, Ampuño Israel, Vera Luis, Defaz Silvana, Hernández Roberto, Zambrano Silvia
Nombre del proyecto que financió el estudio:	"Enfermedades Letales en la Palma aceitera en Ecuador"
Institución donante:	FIASA
Número de memorando:	INIAP-EESD_DIR-2021-0891- MEM

Dinámica de absorción de nutrientes en ocho materiales genéticos promisorios de palma aceitera en la fase de vivero, como base para conocer la absorción de calcio.

Antecedentes

Las curvas de absorción constituyen una herramienta valiosa para determinar el consumo de nutrimentos de un cultivo a lo largo de su ciclo de vida. La representación gráfica de la extracción de un nutriente permite estimar la dosis total del elemento requerido; además, ésta ayuda a identificar los momentos (etapas fenológicas) más oportunos para realizar la aplicación, con esto se consigue aumentar la tolerancia a enfermedades, bajar las dosis de fertilización, al aumentar la

precisión en las épocas de aplicación de nutrimentos al cultivo y asegurar una mayor productividad (Garbanzo et al. 2019).

La nutrición mineral es uno de los factores fundamentales, que permite el control de la producción y la calidad del mismo, de tal forma que los nutrientes deben ser aplicados de acuerdo a las exigencias de la planta, en las cantidades y en las épocas adecuadas, a fin de que estos puedan ser absorbidos y asimilados. Una curva de absorción de nutrientes es la representación gráfica de la cantidad de nutrientes extraídos por una planta durante su ciclo de vida. Las curvas de absorción contribuyen a dar solidez a los programas de fertilización, debido a que constituyen las cantidades mínimas a las que el cultivo debe tener acceso para producir un determinado rendimiento. (Salazar y Juárez, 2013).

Objetivos

Analizar las variaciones de absorción de nutrientes de ocho híbridos interespecíficos promisorios de palma aceitera en la fase de campo, como base para una nutrición balanceada.

Características y manejo del experimento

Se estudiarán dos factores: 1) Niveles de fertilización, que se implementarán basados en el análisis de suelo y la referencia de la recomendación nutricional en palma aceitera para los años 1, 2, 3 y 4, indicadas en Carrillo et al. (2015) y 2) materiales genéticos de palma aceitera que se describen en la Tabla 28.

Tabla 28

Conformación de los tratamientos en función de ocho materiales genéticos y dos niveles de fertilización

No. Tratamiento	Factor (A) Dosis	Genotipo (B)
1	Alto	12-489 X 12-366
2	Alto	12-204 X 5-107
3	Alto	1P-86 X 5-107
4	Alto	12-363 X 12-366
5	Alto	12-439 X 12-366
6	Alto	12-230 X 3B-08
7	Alto	12-457 X 5-107
8	Alto	12-490 X 3B-08
9	Bajo	12-489 X 12-366
10	Bajo	12-204 X 5-107
11	Bajo	1P-86 X 5-107
12	Bajo	12-363 X 12-366
13	Bajo	12-439 X 12-366
14	Bajo	12-230 X 3B-08
15	Bajo	12-457 X 5-107
16	Bajo	12-490 X 3B-08

Labores culturales

Se realizaron las acciones técnicas correspondientes a la aplicación de carbonato de calcio (CaCO_3) en el ensayo, con el objetivo de neutralizar la acidez del suelo y mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales para el cultivo. La aplicación se efectuó a una dosis de 7,8 kg por planta, en presencia del Sr. Eduardo Carriel (propietario del predio). Adicionalmente, se acordó la ejecución de labores de deshoje en las hojas basales secas, con el propósito de favorecer la aireación y reducir posibles focos de infección. Se procedió a la identificación y codificación de las plantas experimentales, mediante la colocación de placas de identificación en las plantas. En cuanto a la fertilización edáfica, fueron elaboradas las medidas para de aplicación de la primera y segunda fracción de fertilizantes, orientados a estimular el desarrollo radicular y promover el crecimiento vegetativo.

Tabla 29

Dosis de fertilizantes aplicados en cada uno de los tratamientos

FERTILIZANTES	DOSIS ALTA (g)	DOSIS BAJA (g)
DAP	348	174
Muriato de potasio	122	61
Sulfato de magnesio	285	143
Sulfato de amonio	50	25
UREA	356	178

Diseño experimental

Se utilizará un diseño en bloques completos al azar bajo parcelas divididas, conformado por 16 tratamientos, con tres repeticiones, resultando 48 unidades experimentales. Cada unidad experimental contará con 12 plantas, de las cuales cuatro serán para la determinación de características agronómicas y ocho serán sacrificadas para la determinación de las curvas de absorción.

El esquema de análisis de varianza del experimento se presenta en la Tabla 3. La diferencia entre las medias de los tratamientos se determinará mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Además, se estimará la correlación de Pearson, análisis de conglomerados y de Componentes Principales (ACP). Los conjuntos de datos se procesarán en el software para análisis estadísticos de aplicación general InfoStat y Past 4.0 (Paleontological Statistics), (Di Rienzo *et al.*, 2020; Hammer *et al.*, 2001).

Tabla 30

ADEVA a ser utilizado en la investigación

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	47
Bloque	2
Factor A	1
Error A	2
Factor B	7
A X B	7
Error AB	28

Variables evaluadas

Área foliar

En cada material genético se tomó la hoja cinco con formación completa de foliolos, y en la parte central de la hoja se midió el largo y ancho de seis foliolos, además se contabilizó el número total de foliolos en la hoja seleccionada. Así mismo se contabilizó el número de hojas verdes en cada palma. Para el efecto, se utilizó la ecuación propuesta por Hardon *et al.* (1969), citado por Corley *et al.* (1971).

Área foliar de hoja (m^2) = $[b (n \times lw)]$

Donde:

n = número de foliolos

lw = Media de longitud (cm) x ancho medio (cm)

b = Factor de corrección de la hoja (0,55).

Diámetro del estípite.

En las plantas seleccionadas para la variable anterior y con la misma frecuencia, se midió el diámetro (cm) con una cinta métrica, a 30 cm de altura tomando en consideración como punto de inicio la base de la planta.

Altura de planta.

En las plantas seleccionadas, se midió la altura de planta (cm), desde el cuello hasta el punto de inserción de la hoja flecha.

Número total de hojas.

Con la misma frecuencia de las variables anteriores, se contabilizaron el número total de hojas en la planta.

Peso de materia seca

Para obtener los datos de esta variable, se extrajo una planta por repetición (tres por tratamiento) en cada evaluación, las plantas se seccionaron y se colocaron las fundas identificadas las hojas, raíces y el estípite para registrar peso fresco de cada una de estas partes y se llevaron a la EETP. Estos órganos, se lavaron en secuencia de agua de llave, solución de HCl (2%) y agua desionizada, de allí se dejaron escurrir a temperatura ambiente durante una hora. Las muestras fueron colocadas en fundas

de papel identificadas y secadas en estufa a 65 °C por 72 h para luego determinar el peso de la materia seca (g)

Índice de Vigor

Utilizando los datos de circunferencia del estípite (transformado primero a cm), altura de planta y diámetro de corona, aplicando la siguiente formula (Loor *et al.*, 2016):

$$\text{Índice de Vigor} = \frac{C^2}{4} \sqrt{H^2 * \frac{L^2}{4}}$$

Donde:

C = Circunferencia del estípite

H = Altura de la planta

L = Diámetro de la corona

Análisis de absorción de nutrientes.

Las muestras de tejidos secos, están siendo procesadas para luego ser ingresados al Laboratorio de Suelos y Aguas del DMSA de la EETP, para sus correspondientes análisis químicos. Para los análisis, se utilizará la mineralización nítrica-perclórica (8 mL HNO₃ - 2 mL HClO₄). El N, será analizado con el método Kjeldahl, el K, Ca y Mg, se determinará en un espectrofotómetro de absorción atómica, y el P, S y B se determinará por turbidimetría.

Con los resultados de concentración de nutrientes en tejidos y la producción de materia seca, se determinará la absorción de macronutrientes, utilizando la Ecuación 1 y para micronutrientes la Ecuación 2.

Ecuación 1.

Absorción macro (mg.planta-1) = Peso materia seca (g.planta-1) x concentración nutriente (mg.g-1)

Ecuación 2.

Absorción micro (mg.planta-1) = Peso materia seca (g. planta-1) x concentración nutriente (mg.g-1)

En la tabla 4, se presentan los resultados de las variables morfológicas (primer registro), donde los materiales genéticos 12-204 X 5-107 y 12-230 X 3B-08, presentaron mayor número de hojas respectivamente (10,9 y 10,8) en dosis alta de fertilizante en comparación con los demás tratamientos. El genotipo 12-230 X 3B-08 alcanzó la mayor circunferencia del tallo (44,0 cm). El material 12-363 X 12-366 mostró mayor diámetro de la corona (214,7 cm), mientras que 12-230 X 3B-08 tuvieron mayor altura de la planta (24,8 cm) e índice de vigor (1398720,7). Mientras que los materiales que sobresalen con dosis baja de fertilizante, con mayor número de hojas 12-204 X 5-107 y 12-439 X 12-366 (10,4 y 10,2); el material 12-204 X 5-107 mostró la mayor circunferencia de tallo (36,3 cm); el material 12-439 X 12-366 presentó el mayor diámetro de corona y altura de planta (213,5 cm y 26,1 cm) y también presentó de mayor índice de vigor.

Tabla 31

Datos morfológicos de los ocho materiales genéticos de palma aceitera (primer registro)

Material genético	Dosis	Número de hojas	Circunferencia de tallo	Diámetro de corona	Altura de planta	Índice de vigor
12-489 X 12-366	baja	9,8	35,2	197,5	23,5	816071,3
12-204 X 5-107	baja	10,4	36,3	187,4	22,3	688936,4
1P-86 X 5-107	baja	9,0	29,5	180,0	19,5	380085,2
12-363 X 12-366	baja	9,3	30,3	170,6	18,1	349823,5
12-439 X 12-366	baja	10,2	35,8	213,5	26,1	941586,5
12-230 X 3B-08	baja	9,8	30,5	183,5	22,8	510506,4
12-457 X 5-107	baja	9,4	31,7	184,7	20,4	563603,4
12-490 X 3B-08	baja	9,4	31,9	174,3	19,0	495818,4
12-489 X 12-366	alta	10,4	36,6	185,1	24,1	733247,4
12-204 X 5-107	alta	10,9	34,7	209,8	24,6	769871,3
1P-86 X 5-107	alta	9,2	29,6	176,3	20,4	410354,8
12-363 X 12-366	alta	9,7	36,5	214,7	23,9	868341,2
12-439 X 12-366	alta	8,5	28,9	161,9	17,6	316478,7
12-230 X 3B-08	alta	10,8	44,0	206,6	24,8	1398720,7
12-457 X 5-107	alta	10,0	33,4	174,6	20,9	534472,5
12-490 X 3B-08	alta	9,8	33,7	208,9	22,0	691944,0

En la tabla 32, se observan los datos registrados, para estimar el área foliar el material 12-439 × 12-366 presentó la mayor longitud (44,4 cm), lo que indica una mayor capacidad de expansión foliar incluso bajo condiciones de baja disponibilidad. El cruce 1P-86 × 5-107 mostró la menor longitud, sugiriendo un desarrollo foliar más limitado en esta condición. En cuanto al ancho del foliolo la variabilidad fue baja, indicando estabilidad morfológica del carácter. En lo que respecta al número de foliolos Destaca nuevamente 12-439 × 12-366, con el mayor número de foliolos (48,3). El área foliar varió entre 3,1 y 4,6 m², con un promedio de 3,7 m². El mayor valor correspondió a 12-439 × 12-366, asociado a foliolos más largos y numerosos.

Bajo una dosis baja, los materiales genéticos expresan diferencias claras en su capacidad de desarrollo foliar. El cruce 12-439 × 12-366 destaca por su mayor área foliar total, lo que sugiere mejor

eficiencia fisiológica y potencial fotosintético en condiciones limitantes. En contraste, materiales como 1P-86 × 5-107 muestran menor expresión foliar, indicando mayor sensibilidad a bajos niveles de nutrición.

Tabla 32

Datos morfológicos para el cálculo de área foliar en ocho materiales genéticos de palma aceitera en dosis baja

DOSIS	Material genético	Longitud	Ancho	Número foliolo	de Área foliar total (m2)
Foliolo (cm)					
BAJA	12-489 X 12-366	39,7	3,9	45,3	3,9
	12-204 X 5-107	40,6	3,7	46,7	3,9
	1P-86 X 5-107	34,3	3,6	44,7	3,1
	12-363 X 12-366	37,7	3,3	45,0	3,1
	12-439 X 12-366	44,4	3,9	48,3	4,6
	12-230 X 3B-08	41,3	3,4	45,3	3,5
	12-457 X 5-107	39,3	3,8	48,0	3,8
	12-490 X 3B-08	40,0	3,5	45,0	3,5
MAX	44,4	3,9	48,3	4,6	
MIN	34,3	3,3	44,7	3,1	
PROMEDIO	39,7	3,6	46,0	3,7	

En la tabla 33, se observan los datos registrados, para estimar el área foliar, el mayor valor en longitud se registró en 12-204 × 5-107 (44,1 cm), evidenciando una buena respuesta al incremento de dosis. El material 12-439 × 12-366 presentó la menor longitud (31,1 cm), lo que sugiere que no todos los genotipos traducen la dosis alta en mayor elongación foliar. En lo que respecta al ancho de foliolo los materiales como 1P-86 × 5-107 y 12-457 × 5-107 alcanzaron los valores máximos (3,9 cm). En número de foliolos los valores más altos se observaron en 1P-86 × 5-107 y 12-457 × 5-107 respectivamente (44,4) y los mayores valores se alcanzaron en 1P-86 × 5-107 y 12-457 × 5-107 (48,3 m²).

Tabla 33. Datos morfológicos para el cálculo de área foliar en ocho materiales genéticos de palma aceitera en dosis alta

DOSIS	Material genético	Longitud	Ancho	Número foliolo	de Área foliar total (m2)
		Foliolo (cm)			
ALTA	12-489 X 12-366	37,9	3,6	34,3	44,7
	12-204 X 5-107	44,1	3,3	37,7	45,0
	1P-86 X 5-107	36,0	3,9	44,4	48,3
	12-363 X 12-366	38,8	3,4	41,3	45,3
	12-439 X 12-366	31,1	3,8	39,3	48,0
	12-230 X 3B-08	41,0	3,5	40,0	45,0
	12-457 X 5-107	38,3	3,9	44,4	48,3
	12-490 X 3B-08	39,4	3,3	34,3	44,7
	MAX	44,1	3,9	44,4	48,3
	MIN	31,1	3,3	34,3	44,7
	PROMEDIO	38,3	3,6	39,4	46,2

Conclusiones

Los resultados confirman que el material genético es el principal determinante del desarrollo foliar, observándose respuestas diferenciadas entre genotipos bajo dosis baja y dosis alta, lo que evidencia una interacción directa entre el potencial genético y el nivel de manejo nutricional.

La aplicación de dosis alta favorece el incremento del área foliar promedio, indicando una mayor superficie fotosintética; no obstante, este efecto es dependiente del genotipo, destacando los materiales 1P-86 × 5-107 y 12-457 × 5-107 por su mayor eficiencia en el aprovechamiento de la fertilización.

El número de foliolos presenta baja variabilidad entre tratamientos, lo que sugiere que este carácter está mayormente controlado por factores genéticos, mientras que las diferencias en área foliar total estuvieron asociadas principalmente a la elongación y expansión de los foliolos.

Referencias

Carrillo Zenteno, M., Cevallos Sandoval, V., Cedeño Garcia, C., Gualoto Gualoto, W., Mite Vivar, Navarrete Parraga, M., Ortega Cedillo, J., Quintero Roman, L., Racine Jaramillo, M., Vera Arizaga, C., Vera Coello, Danilo., Zambrano Marcillo, Silvia., Zambrano Sabando, Walter. (2015). Manual del cultivo de la palma aceitera. Santo Domingo, Ecuador: INIAP,

Estacion Experimental Santo Domingo, Programa de Palma Africana. (Manual Tecnico no. 102). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3871>

Corley, R.H.V., Hardon, J.J. & Tan, G.Y. Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* JACQ.) I. Estimation of growth parameters and application in breeding. Euphytica 20, 307–315 (1971). <https://doi.org/10.1007/BF00056093>

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzales L., Tablada M. Y., Robledo C.W. Infostat versión (2020). Centro de Transferencia Infostat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Garbanzo-León, G., Ramírez-Castrillo, F., & Molina-Rojas, E. (2019). Nutrient absorption in the oil palm variety “Compacta X Ghana” in nursery. Agronomía Costarricense, 43(1), 69-84.

Hammer, O., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (Version 4.0.2) [Software de computador].

Hardon, J. J., Williams, C. N., & Watson, I. (1969). Leaf area and yield in the oil palm in Malaya. *Experimental Agriculture*, 5(1), 25-32.

Loor, R., Casanova, T., y Plaza, L. (2016). Mejoramiento y homologación de los procesos de Investigación validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación Miscelánea N° 433, 1ª ed. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), EET-Pichilingue, Mocache, Ecuador. 103 pp. ISBN: 978-9942-22-103-2.

Ramírez, F; Muñoz, F. 2010. Curva de nutrientes para la etapa de vivero de tres materiales de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) (en línea). Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Santo Domingo, Ecuador. Consultado 08 agosto 2018. Disponible en <http://www.secsuelo.org/wpcontent/uploads/2015/06/2.-FloriaRamirez.-Curva-materiales-vivero.-PALMATICA-Costa-Rica.pdf>.

Salazar, F., Juárez, P. 2013. Requerimiento macro-nutricional en las plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Biociencias, 2 (2): 27-34.

Ejecutar actividades en la determinación del efecto de las aplicaciones de diferentes enmiendas sobre la pudrición del cogollo (PC) en palma aceitera, en campo de productores.

Antecedentes

La PC es una de las enfermedades más devastadoras que afecta a la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Ecuador, comprometiendo gravemente la productividad y sostenibilidad del cultivo. Esta, se caracteriza por la necrosis del meristemo apical, lo que conduce al colapso estructural del cogollo y, eventualmente, a la muerte de la planta. Diversos estudios sugieren la interacción de factores predisponentes abióticos (como estrés hídrico, deficiencias nutricionales y compactación del suelo) y bióticos, destacándose la presencia de microorganismos oportunistas, especialmente hongos como *Fusarium* spp. y *Thielaviopsis* sp. En el contexto ecuatoriano, la PC ha mostrado una alta incidencia en zonas con condiciones edafoclimáticas particulares, siendo un reto fitosanitario prioritario para los productores y técnicos del sector.

Objetivos

Evaluar el rol del calcio (Ca) sobre la morfología y el efecto de las aplicaciones de diferentes enmiendas sobre la pudrición del cogollo (PC) en palma aceitera.

Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolla en dos fincas cultivadas con palma aceitera, ubicadas en la Provincia de Esmeraldas:

San Lorenzo: Propiedad de la empresa “Alespalma”, cultivado con la variedad Amazon, de siete años de edad, en producción, con una población de 128 plantas·ha⁻¹.

La Unión: Propiedad del Ing. Guido Rubio, sembrado con la variedad OxG, de nueve años en producción con una población de 110 plantas ha⁻¹ (con problemas de PC).

Tratamientos

En cada localidad se instaló un ensayo donde se evalúan 12 tratamientos (tabla 34), conformados de 20 plantas por parcela, de las cuales, las seis centrales son consideradas útiles para colecta de información.

Tabla 34

Tratamiento a evaluarse

Tratamientos	Enmiendas	Dosis (t·ha ⁻¹)
1	Testigo	0
2	Testigo Agricultor*	0
3	Carbonato de Ca	1
4	Carbonato de Ca	2
5	Sulfato de Ca	1
6	Sulfato de Ca	2
7	Hidróxido de Ca	1
8	Hidróxido de Ca	2
9	Zeolita Cálcica	1
10	Zeolita Cálcica	2
11	Dolomita	1
12	Dolomita	2

La aplicación de las enmiendas (tratamientos), se realizó de forma fraccionada dos veces al año (en época de lluvia y seca). La cantidad de enmienda por planta dependió de la densidad de siembra de cada localidad, resultando que, para la aplicación de 1 y 2 t·ha⁻¹ en la hacienda Alespalma se aplicó 3,9 y 7,8 kg·planta⁻¹ respectivamente; mientras que, para la hacienda de San Guido 4,5 y 9,1 kg planta⁻¹. Todas las enmiendas aplicadas tenían una medida de tamiz de 200 mesh.

Diseño experimental y análisis estadístico

En cada finca se planteó un DBCA con arreglo factorial 5 x 2 + 2, con tres repeticiones. El ADEVA correspondiente se observa en la tabla 2. Las comparaciones de medias se realizarán mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabla 35

ADEVA del ensayo experimental a aplicarse en cada localidad

Fuente de Variación	de Grados de Libertad
Total	35
Repeticiones	2
Enmiendas (E)	4
Dosis (D)	1
E x D	4
T0 vs resto	1
T1 vs resto	1
Error	22

Variables evaluadas:

Muestreo de suelos: Se colectaron las muestras dos veces en el año, utilizando un barreno, dentro de la gotera de las plantas útiles del ensayo experimental. La muestra compuesta provino de las submuestras de cada planta útil y a profundidades de 0-5, >5-10, >10-15, >15-20 cm. Cada submuestra fue colectada entre 100 y 120 cm de distancia desde el tallo de las plantas.

Muestreo foliar: Seis meses después de aplicadas las enmiendas, se colectaron muestras foliares de la hoja 17, para determinar la concentración de nutrientes. Tanto los análisis de suelos como los de tejidos. Estas muestras fueron llevadas y analizadas en el Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas del DMSA de la EETP del INIAP.

Número de racimos y peso: Se registraron datos del número y peso de los racimos cosechados en cada planta útil de cada tratamiento, de acuerdo al cronograma de cosecha establecido en cada finca.

Estos datos vienen registrándose desde el mes de octubre del 2022 hasta diciembre del 2025. Para el efecto se ha utilizado trípode, lona y balanza.

Severidad de la enfermedad: Para la evaluación de esta variable, se contó con el acompañamiento técnico del Ing. José Farías, adscrito a la EESD.

En cada unidad experimental (planta útil) de las parcelas establecidas, se realizó la calificación de los síntomas visibles de la enfermedad de Pudrición del Cogollo (PC), utilizando como referencia la escala de severidad propuesta por Cenipalma (Martínez, 2008). Esta escala comprende cinco niveles, definidos según el porcentaje del área afectada de la flecha foliar:

- Grado 1: lesiones visibles que afectan entre el 0,1% y el 20% del área de la flecha.
- Grado 2: afectación entre el 20,1% y el 40%.
- Grado 3: afectación entre el 40,1% y el 60%.
- Grado 4: afectación entre el 60,1% y el 80%.
- Grado 5: afectación entre el 80,1% y el 100%.

Las evaluaciones fitosanitarias fueron realizadas con una frecuencia trimestral, en las áreas productivas del ensayo.

Reporte Hda “Alespalma”

Muestreo de suelos a profundidad de 0-5 cm.

La concentración de P y S en suelo se incrementó con la aplicación de 1 t ha⁻¹ de CaSO₄ (51,7 y 26,3 mg·kg⁻¹). La presencia de P se evidenció en mayor medida en el testigo absoluto (46,3 mg·kg⁻¹).

La presencia de Ca Mg y K tuvieron mayores concentraciones en los tratamientos Ca(OH)₂ y zeolita cálcica (12,3; 1,1 y 0,68 cmol·kg⁻¹).

En micronutrientes, el testigo absoluto y agricultor presentó mayor concentración de Fe (182,3 y 178,0 mg·kg⁻¹), en cambio con la aplicación de 1 t ha⁻¹ de CaSO₄ mantuvieron los valores más alto de Zn y Cu (1,9; 1,7 mg·kg⁻¹). Con la aplicación de 1 t de Zeolita cálcica, se evidenció un aumento del pH (6,6) y una disminución total de Al+H y Al (0 cmol·kg⁻¹) en comparación a los tratamientos sin aplicación de enmiendas que presentaron valores de pH inferiores a 4,1 y concentraciones altas Al+H (4,9 cmol·kg⁻¹). La aplicación de enmiendas no aumentó la MO, pero mejoró la relación catiónica de Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K y suma de bases de suelos.

Muestreo de suelos a profundidad de 5-10 cm

La concentración de nitrógeno y fósforo en el suelo aumentaron con la aplicación de 1 t ha⁻¹ de CaSO₄ (25,0 y 38,3 mg·kg⁻¹) respectivamente. La concentración de K se incrementó con la aplicación de Zeolita cálcica 1 t ha⁻¹ (0,60 cmol.kg⁻¹).

La presencia de Ca fue mayor en los testigos (12,0 y 8,7 cmol.kg⁻¹), S y Mg aumentaron con la aplicación de CaSO₄ 1 t ha⁻¹ de (3,6 y 0,9 cmol.kg⁻¹). En micronutrientes, con la aplicación de CaSO₄ 1 t ha⁻¹ presentaron la mayor concentración de Zn, Cu y Fe (2,2; 1,4 y 178,3 mg·kg⁻¹), además con la misma enmienda se observaron valores más altos de Mn y B (47,5 y 0,40 mg·kg⁻¹). Los testigos presentaron un aumento del pH (6,5 y 5,5) y disminución de Al+H y Al (0,5 y 0,4 cmol·kg⁻¹). Con la aplicación de enmiendas CaSO₄, se presentó mayor concentración de MO y la relación de Ca/Mg.

Muestreo de suelos a profundidad de 10-15 cm

La concentración de fósforo en el suelo aumentó con la aplicación de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de CaSO_4 ($41,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

La concentración de K se incrementó con la aplicación de Zeolita cálcica $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($0,70 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$).

La presencia de Ca fue mayor con la aplicación CaSO_4 ($17,3 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$), S y Mg aumentaron con la aplicación de Zeolita cálcica $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de ($25,3$ y $1,1 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$).

En micronutrientes, con la aplicación de CaSO_4 $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ presentaron la mayor concentración de Zn, Cu ($2,0$ y $1,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), con Zeolita cálcica $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ presentó los valores más altos en Fe ($167,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Además, con la misma enmienda se observaron valores más altos de Mn y B ($43,2$ y $0,40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). el Sulfato de calcio $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ presentó el valor más alto del pH ($7,3$) y disminución de Al+H y Al ($0,0 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$). Con la aplicación de Zeolita cálcica, se presentó mayor concentración de MO y la relación de Ca/Mg mejoró con la enmienda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Muestreo de suelos a profundidad de 15-20 cm

El testigo absoluto en la concentración de N, P y K en el suelo presentó los valores más altos respectivamente ($21,3$; $32,7$ y $0,90 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). La concentración de Ca y Mg se incrementó con la aplicación de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de Zeolita cálcica ($16,7$ y $2,1 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$). La dosis de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de CaSO_4 mejoró la disponibilidad de azufre en el suelo ($24,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

En micronutrientes, el testigo absoluto y agricultor presentaron mayor concentración de Zn, Fe y Mn ($1,9$; $169,3$ y $46,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), mientras que la aplicación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) mantuvo valores altos de boro ($6,80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). El tratamiento Zeolita ($1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) mostró un aumento del pH ($7,1$), mientras que con Dolomita ($1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) hubo disminución de Al+H y Al ($0,0 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$). Con la aplicación de enmiendas Zeolita ($1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), se presentó mayor concentración de MO. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) mejoró la relación catiónica de Ca/Mg y Ca+Mg/K. $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$

Tabla 36

Características físicas y químicas (0 a 5 cm de profundidad) en suelos de la Hda. Ales Palma (Primer semestre del 2025)

Tratamiento (t ha ⁻¹)	mg kg ⁻¹		cmol kg ⁻¹		mg kg ⁻¹								cmol kg ⁻¹				dag kg ⁻¹			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	pH	Al+H	Al	MO	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ BASES	
T Abs	23,3	46,3	0,4	3,7	1,1	22,7	1,2	1,1	182,3	27,8	0,4	4,1	4,0	3,6	2,2	3,5	3,0	12,3	9,2	
T Agr	21,0	32,0	0,4	3,0	0,8	18,0	1,1	1,1	178,0	24,6	0,3	3,9	4,9	4,3	1,9	4,4	1,5	7,9	9,3	
CaCO ₃ (1)	16,3	15,3	0,4	3,0	0,6	18,0	1,1	1,0	169,3	21,8	0,3	3,7	5,3	4,9	1,6	12,0	1,6	20,3	14,1	
CaCO ₃ (2)	12,3	7,7	0,3	2,7	0,6	17,0	0,8	1,1	151,0	19,3	0,2	3,7	5,5	5,0	1,5	13,8	1,7	24,5	13,9	
CaSO ₄ (1)	21,0	51,7	0,7	4,0	1,1	26,3	1,9	1,7	174,3	27,4	0,3	4,3	3,6	3,1	2,1	7,4	2,2	19,0	11,4	
CaSO ₄ (2)	18,7	37,7	0,6	3,0	1,0	20,7	1,4	1,4	171,3	19,4	0,3	4,0	4,4	3,9	1,9	9,1	1,3	13,1	11,3	
Ca(OH) ₂ (1)	15,3	18,3	0,5	3,0	0,8	16,3	1,3	1,3	166,0	26,6	0,2	3,9	4,6	4,2	1,7	13,6	1,9	27,0	15,1	
Ca(OH) ₂ (2)	10,3	15,3	0,5	3,0	0,6	13,7	1,0	1,2	153,3	23,3	0,2	3,8	5,2	4,6	1,4	17,9	1,8	32,1	18,8	
Zeolita (1)	22,3	43,3	0,7	12,3	1,0	19,7	1,9	1,2	172,7	32,5	0,4	6,6	0,0	0,0	1,9	5,0	1,6	10,0	10,3	
Zeolita Cálctica (2)	16,7	28,3	0,5	9,0	0,9	17,3	1,6	1,1	154,0	37,4	0,3	5,4	1,2	1,0	2,1	7,0	1,4	11,1	12,1	
CDCM (1)	14,3	24,0	0,5	5,7	0,7	15,3	1,4	1,3	149,7	19,8	0,2	4,7	2,6	2,3	1,9	5,7	3,0	20,1	11,0	
CDCM (2)	13,0	23,0	0,4	4,7	0,6	14,3	1,3	1,2	130,7	18,3	0,2	4,2	3,8	3,2	1,3	8,0	3,2	29,3	19,8	

Tabla 37 Características físicas y químicas (5 a 10 cm de profundidad) en suelos de la Hda. Ales Palma (Primer semestre del 2025)

Tratamiento (t ha ⁻¹)	mg kg ⁻¹		cmol kg ⁻¹		mg kg ⁻¹								cmol kg ⁻¹			dag kg ⁻¹			Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ BASES
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	pH	Al+H	Al	MO							
T Abs	21,0	34,0	0,5	12,0	0,9	22,7	1,3	1,3	150,0	25,9	0,4	6,5	0,5	0,4	1,8	3,9	2,4	10,4	9,1			
T Agr	19,3	20,7	0,4	8,7	0,8	21,7	1,3	1,2	145,7	23,0	0,3	5,5	1,9	1,6	1,6	3,7	1,6	6,8	9,0			
CaCO ₃ (1)	14,7	11,3	0,4	6,0	0,7	17,7	1,2	1,1	139,7	20,9	0,2	4,7	2,9	2,4	1,5	10,9	1,9	21,3	11,9			
CaCO ₃ (2)	11,0	8,7	0,3	4,3	0,6	15,7	1,1	1,0	133,7	22,1	0,2	4,4	3,7	3,1	1,3	11,6	1,9	22,8	11,8			
CaSO ₄ (1)	25,0	38,3	0,4	6,7	0,9	35,3	2,2	1,4	178,3	47,5	0,4	4,5	3,4	2,9	2,3	6,5	1,9	14,5	9,8			
CaSO ₄ (2)	21,7	23,0	0,4	4,3	0,7	24,7	1,9	1,4	176,0	37,8	0,4	4,1	4,4	3,8	2,0	8,2	1,3	11,8	10,4			
Ca(OH) ₂ (1)	18,3	17,0	0,3	4,3	0,6	21,0	1,8	1,4	164,3	35,3	0,3	4,0	3,9	3,4	1,6	11,9	1,7	21,9	11,5			
Ca(OH) ₂ (2)	13,0	13,7	0,3	4,0	0,6	17,0	1,6	1,4	150,3	27,4	0,2	3,9	4,4	3,9	1,4	14,2	1,7	25,4	14,2			
Zeolita (1)	17,0	9,3	0,6	6,3	0,7	30,0	2,1	1,4	166,3	36,5	0,4	4,4	3,6	3,2	2,0	4,8	1,9	11,0	9,0			
Zeolita Cálcica (2)	13,3	7,3	0,5	5,0	0,6	24,7	1,8	1,4	159,7	31,1	0,4	4,2	4,2	3,8	1,7	6,1	1,8	13,1	8,0			
CDCM (1)	11,0	4,7	0,5	4,7	0,6	22,0	1,5	1,2	151,7	28,7	0,3	4,1	2,9	2,6	1,4	5,2	2,6	15,8	9,9			
CDCM (2)	7,0	3,0	0,4	4,3	0,5	17,0	1,3	1,1	134,3	26,6	0,2	4,0	3,2	2,8	1,2	6,5	3,1	23,5	15,8			

Tabla 38

Características físicas y químicas (10 a 15 cm de profundidad) en suelos de la Hda. Ales Palma (Primer semestre del 2025)

Tratamiento (t ha ⁻¹)	mg kg ⁻¹		cmol kg ⁻¹		mg kg ⁻¹								cmol kg ⁻¹				dag kg ⁻¹			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	pH	Al+H	Al	MO	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ BASES	
T Abs	14,0	14,3	0,5	13,0	1,0	18,3	1,8	1,3	146,0	39,5	0,4	6,7	0,7	0,1	1,7	4,9	2,0	11,2	9,3	
T Agr	10,7	9,0	0,5	9,3	0,8	16,3	1,6	1,2	140,3	34,7	0,3	5,6	0,9	0,7	1,7	4,2	1,5	7,2	9,0	
CaCO ₃ (1)	9,0	7,3	0,4	6,3	0,7	13,7	1,5	1,2	133,3	32,0	0,3	4,8	1,4	1,2	1,6	8,8	1,5	13,7	9,4	
CaCO ₃ (2)	6,3	4,7	0,4	4,7	0,7	11,7	1,4	1,1	122,3	30,8	0,2	4,5	2,2	1,8	1,4	8,8	2,0	19,1	9,9	
CaSO ₄ (1)	12,7	41,3	0,6	17,3	0,9	21,3	2,0	1,6	140,0	14,4	0,3	7,3	0,0	0,0	1,9	6,8	2,0	16,0	9,2	
CaSO ₄ (2)	11,7	36,7	0,5	12,0	0,8	20,0	1,8	1,4	134,7	14,4	0,3	6,7	0,9	0,7	1,6	8,4	1,3	12,3	8,6	
Ca(OH) ₂ (1)	11,0	32,0	0,5	9,0	0,7	14,7	1,6	1,3	135,7	13,2	0,2	6,0	1,1	0,8	1,4	8,9	1,7	17,5	8,9	
Ca(OH) ₂ (2)	8,7	16,7	0,4	7,0	0,7	13,3	1,4	1,3	135,0	13,6	0,2	5,1	2,2	1,9	1,2	12,1	1,6	21,0	11,3	
Zeolita (1)	13,3	22,7	0,7	5,7	1,1	25,3	1,9	1,2	167,3	43,2	0,4	4,8	2,7	2,3	2,0	4,8	2,0	11,9	7,7	
Zeolita Cálcica (2)	12,3	16,3	0,5	4,0	0,8	22,7	1,5	1,2	155,3	33,8	0,3	4,3	3,7	3,2	1,7	6,3	1,9	13,7	7,3	
CDCM (1)	9,7	12,0	0,4	3,7	0,8	20,0	1,3	1,1	133,3	33,6	0,2	4,3	2,8	2,3	1,5	5,3	2,5	15,6	8,4	
CDCM (2)	9,0	10,0	0,3	3,7	0,7	16,7	1,1	1,0	116,3	30,0	0,2	4,2	3,7	3,1	1,3	5,9	2,5	17,5	10,7	

Tabla 39

Características físicas y químicas (15 a 20 cm de profundidad) en suelos de la Hda. Ales Palma (Primer semestre del 2025)

Tratamiento (t ha ⁻¹)	mg kg ⁻¹		cmol kg ⁻¹		mg kg ⁻¹								cmol kg ⁻¹				dag kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	pH	Al+H	Al	MO	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ BASES			
T Abs	21,3	32,7	0,9	8,3	1,2	23,3	1,9	1,1	169,3	46,3	0,3	5,4	1,7	1,5	2,1	4,5	2,1	10,9	9,1			
T Agr	16,0	15,0	0,5	6,0	1,0	20,3	1,7	1,0	167,0	34,9	0,3	4,8	2,6	2,1	1,9	4,9	1,3	7,8	9,3			
CaCO ₃ (1)	12,3	12,0	0,4	4,7	0,7	18,7	1,4	0,9	153,0	32,0	0,2	4,5	1,5	1,2	1,6	8,2	1,7	14,6	9,4			
CaCO ₃ (2)	10,0	10,7	0,3	4,0	0,7	14,3	0,9	0,7	118,3	26,2	0,2	4,4	2,1	1,7	1,3	7,3	2,2	17,7	9,0			
CaSO ₄ (1)	14,3	14,0	0,6	8,3	1,5	24,0	1,6	1,1	153,3	29,8	0,3	6,0	0,7	0,5	1,9	7,1	1,9	14,9	9,3			
CaSO ₄ (2)	12,3	12,3	0,5	6,0	1,2	21,7	1,6	1,1	148,3	25,9	0,3	5,1	2,3	1,8	1,8	8,2	1,4	13,6	8,5			
Ca(OH) ₂ (1)	10,0	8,3	0,5	5,3	1,0	19,7	1,5	1,2	141,3	25,1	0,2	4,8	1,6	1,3	1,5	7,0	1,7	13,8	7,9			
Ca(OH) ₂ (2)	8,3	6,0	0,4	4,3	0,8	19,3	1,3	1,1	134,0	24,3	6,8	4,4	2,0	1,7	1,2	9,7	1,9	19,9	10,3			
Zeolita (1)	13,0	21,0	0,6	16,7	2,1	22,3	1,5	1,3	145,0	22,1	0,4	7,1	0,4	0,3	2,1	5,2	2,3	14,3	8,4			
Zeolita Cállica (2)	11,0	10,7	0,6	10,7	1,8	12,3	1,4	1,3	136,0	16,0	0,4	6,5	1,0	0,8	1,8	5,8	2,5	16,9	7,1			
CDCM (1)	9,0	9,3	0,6	8,7	1,5	11,3	1,2	1,3	134,3	15,2	0,3	5,8	0,0	0,0	1,5	5,2	2,2	13,9	7,6			
CDCM (2)	7,3	7,3	0,5	6,3	1,2	9,7	1,2	1,3	119,3	10,7	0,2	5,0	0,8	0,5	1,3	5,3	2,4	15,0	8,8			

Concentración de nutrientes en tejidos foliares de Palma Aceitera en la Hda "Alespalma"

Los resultados muestran un comportamiento nutricional relativamente estable en la mayoría de macronutrientes evaluados, con variaciones moderadas asociadas al tipo de enmienda aplicada. El contenido de nitrógeno se mantuvo dentro de rangos similares entre tratamientos, sin respuestas sobresalientes atribuibles a las fuentes de calcio o acondicionadores. El fósforo mostró ligera mayor disponibilidad con CaCO_3 (1), mientras que el potasio alcanzó su valor más alto en CDCM (1) y CaSO_4 (2), reflejando una mayor eficiencia de estas enmiendas en la disponibilidad del catión y su absorción por el cultivo.

En relación con calcio foliar, el tratamiento CaCO_3 (1) presentó la mayor concentración, lo que evidencia la efectividad del carbonato en mejorar la absorción de este nutriente. El magnesio registró su valor más elevado con Zeolita (1), sugiriendo un efecto favorable de la estructura mineral porosa de la zeolita en la retención e intercambio catiónico. El contenido de azufre se mantuvo levemente superior en el tratamiento testigo absoluto, lo que puede estar vinculado a procesos de mineralización natural y menor interacción con fuentes de calcio aplicadas.

Respecto a micronutrientes, el manganeso y el hierro mostraron altas concentraciones en la mayoría de tratamientos, con el mayor valor de Mn en Testigo Agr y Fe elevado en CaCO_3 (1) y CaSO_4 (2). Esto podría estar asociado a solubilidad incrementada en condiciones de acidez o a menor inmovilización en el complejo de cambio. El boro presentó su concentración más alta en CaCO_3 (2), mientras que el Zn se favoreció con CaSO_4 (1), indicando que estas fuentes de Ca pueden incidir en la movilidad y disponibilidad de elementos menores.

En forma sintética, CaCO_3 (1) destaca como opción para mejorar la absorción de calcio; CaSO_4 y CDCM favorecen la absorción de potasio; mientras que Zeolita (1) presenta ventajas en la retención y disponibilidad de magnesio. La decisión de aplicación debe alinearse al diagnóstico nutrimental del cultivo y a los requerimientos específicos de corrección o mejora de disponibilidad de nutrientes.

Tabla 40

Concentración foliar de nutrientes de la Hda. Ales Palma (Primer semestre del 2025)

Tratamiento (t·ha ⁻¹)	dag·kg ⁻¹						mg·kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
T Abs	2,57	0,13	0,58	0,79	0,39	0,23	22,00	20,33	13,33	144,33	452,00
T Agr	2,53	0,14	0,66	0,83	0,45	0,19	19,33	21,33	13,33	164,00	496,67
CaCO ₃ (1)	2,43	0,15	0,64	0,89	0,38	0,22	23,33	19,33	14,00	167,33	306,00



CaCO ₃ (2)	2,67	0,12	0,67	0,82	0,41	0,17	26,00	21,00	13,33	148,33	413,67
CaSO ₄ (1)	2,60	0,14	0,65	0,83	0,42	0,21	21,00	23,00	13,00	146,67	432,00
CaSO ₄ (2)	2,33	0,14	0,70	0,83	0,38	0,19	24,00	21,67	12,67	167,00	342,67
Ca(OH) ₂ (1)	2,63	0,13	0,66	0,80	0,40	0,21	19,33	21,67	12,00	151,33	398,67
Ca(OH) ₂ (2)	2,67	0,13	0,68	0,85	0,41	0,17	19,67	22,33	13,00	157,67	440,67
Zeolita (1)	2,47	0,13	0,69	0,77	0,46	0,22	24,33	22,00	13,00	154,67	453,33
Zeolita Cállica (2)	2,37	0,14	0,66	0,84	0,42	0,20	20,67	22,00	13,00	151,67	419,67
CDCM (1)	2,60	0,14	0,71	0,79	0,43	0,19	19,33	22,00	12,33	159,33	419,33
CDCM (2)	2,53	0,13	0,63	0,80	0,41	0,20	19,67	20,67	12,33	139,67	362,00
Máximo	2,67	0,15	0,71	0,89	0,46	0,23	26,00	23,00	14,00	167,33	496,67
Mínimo	2,33	0,12	0,58	0,77	0,38	0,17	19,33	19,33	12,00	139,67	306,00
Promedio	2,53	0,13	0,66	0,82	0,41	0,20	21,56	21,44	12,94	154,33	411,39

T Abs: Testigo absoluto; T Agr: Testigo agricultor; CDCM: Carbonato Doble de Calcio y Magnesio

Número de frutos, racimos por planta y rendimiento en los tratamientos de la Hda. "Ales Palma" de enero a diciembre del 2025.

El rendimiento y número de frutos del año 2025 (Tabla 40), mostraron una variabilidad en los tratamientos. La aplicación de Dolomita a (1 t·ha⁻¹) tuvo un efecto en la producción de frutos por planta (8,2), sin embargo, la dolomita cálcica (2 t·ha⁻¹) incrementó el rendimiento (19,9 t·ha⁻¹) en comparación a los demás tratamientos.

Tabla 41

Número de racimos y rendimiento de la Hda. "Ales Palma", año 2025

	Trat	Racimos /planta	Rend· t·ha ⁻¹	Rend. relativo (%)
Testigo	0	5,3	12,1	72,9
TP	0	4,3	10,1	60,4
CaCO ₃	1	5,9	13,3	80,0

CaCO ₃	2	5,8	12,9	77,3
CaSO ₄	1	5,5	15,7	94,5
CaSO ₄	2	4,1	10,3	62,0
Ca(OH) ₂	1	6,4	16,7	100,0
Ca(OH) ₂	2	4,4	10,7	64,3
zeolita	1	5,1	11,4	68,3
zeolita	2	5,9	14,3	85,8
CDCM	1	5,3	12,9	77,2
CDCM	2	3,6	11,2	67,2
	Max	6,4	16,7	100,0
	Min	3,6	10,1	60,4
	Prom	5,1	12,6	75,8

Plantas sanas, enfermas y muertas en los tratamientos de la Hda “Ales Palma” enero a octubre

Durante las fechas de evaluación, no se presentaron cambios en el número de plantas sanas, enfermas y muertas en los tratamientos. Sin embargo, se evidenció que testigo agricultor y carbonato de Ca (1 t·ha⁻¹) presentó mayor número de plantas sanas (18). El mayor número de plantas enfermas presentaron pudrición basal del estípite en los tratamientos testigo absoluto e hidróxido de Ca (1 t·ha⁻¹) con 6 plantas. La aplicación de sulfato de Ca a 1 t·ha⁻¹ mostró un mayor número de plantas muertas (2).

Tabla 42

Estado sanitario de plantas de palma aceitera en la Hda. “Ales Palma”

N° de plantas									
Tratamientos	18/03/2025			17/07/2025			22/10/2025		
	Sanas	Enfermas	Muertas	Sanas	Enfermas	Muertas	Sanas	Enfermas	Muertas
T Abs	12	6	0	12	6	0	12	6	0
T Agr	18	0	0	18	0	0	18	0	0
CaCO ₃ (1)	13	4	1	13	4	1	13	4	1



CaCO ₃ (2)	18	0	0	18	0	0	18	0	0
CaSO ₄ (1)	14	2	2	14	2	2	14	2	2
CaSO ₄ (2)	17	1	0	17	1	0	17	1	0
Ca(OH) ₂ (1)	11	6	1	11	6	1	11	6	1
Ca(OH) ₂ (2)	17	1	0	17	1	0	17	1	0
Zeolita (1)	17	1	0	17	1	0	17	1	0
Zeolita (2)	15	3	0	15	3	0	15	3	0
CDCM (1)	16	1	1	16	1	1	16	1	1
CDCM (2)	16	1	1	16	1	1	16	1	1
Máximo	18	6	2	18	6	2	18	6	2
Mínimo	11	0	0	11	0	0	11	0	0
Promedio	15	2	1	15	2	1	15	2	1

Reporte Hda. "San Guido"

Muestreo de suelos a profundidad de 0-5 cm

La concentración P en suelo se incrementó con la aplicación de 1 t·ha⁻¹ de Zeolita (39,7 mg·kg⁻¹). La presencia de Ca y Mg tuvieron mayores concentraciones en los tratamientos con 2 t·ha⁻¹ de Ca(OH)₂, y dolomita de 1 t·ha⁻¹ respectivamente (15,0 y 2,4 cmol·kg⁻¹). Los niveles de S fueron altos con la aplicación de dolomita en dosis de 2 t·ha⁻¹ (24,0 mg·kg⁻¹). En micronutrientes, el testigo absoluto y agricultor presentaron las mayores concentraciones de Zn y Cu (2,0 y 1,3 mg·kg⁻¹). El Mn y B tuvieron mayor absorción en el testigo absoluto (4,3 y 0,56 mg·kg⁻¹). Se evidenció una neutralización del pH con la aplicación de 2 t·ha⁻¹ de Ca(OH)₂, sin embargo, con la aplicación de Carbonato de Ca, Hidróxido de Ca y Dolomita en dosis baja y alta, mostraron una reducción total de Al y Al⁺ H. La presencia de MO con la aplicación de 2 t·ha⁻¹ de Dolomita sobresalió entre los demás tratamientos con 3,6 dag·kg⁻¹. El hidróxido de Ca y la Dolomita a 2 t·ha⁻¹ mejoró la relación catiónica de Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K y suma de bases de suelos.

Muestreo de suelos a profundidad de 5-10cm

La aplicación de 1 t·ha⁻¹ de hidróxido de calcio alcanzó los niveles más altos entre los tratamientos en el contenido de N y P (60,7 y 34,3 mg·kg⁻¹), además de K (0,23 cmol·kg⁻¹). La presencia de Ca y Mg tuvieron mayores concentraciones edáficas con Ca(OH)₂ y zeolita cálcica 2 t·ha⁻¹ (6,5 y 1,3 cmol·kg⁻¹). Se evidenció

que los niveles de S con la aplicación de Carbonato de Ca $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sobresalió en comparación a los demás tratamientos con valores de $(35,3 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1})$.

En micronutrientes, el testigo absoluto y agricultor presentó mayor concentración de Zn, Cu y Mn ($1,8$; $2,2$ y $2,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), en cambio con la aplicación de $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de CaSO_4 y hidróxido de Ca mantuvieron los valores más alto de Fe ($102,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). En el tratamiento con la aplicación de Dolomita $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, el B mantuvo valores de $(0,33 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1})$. La aplicación de $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aumentó ,9 unidades de pH en comparación al testigo absoluto, así mismo redujo las concentraciones de Al y Al+ H en su totalidad. La presencia de MO con la aplicación de 1 t de Carbonato de Ca sobresalió entre los demás tratamientos con $3,8 \text{ dag} \cdot \text{kg}^{-1}$. Las relaciones catiónicas tuvieron mayor presencia en el Mg/K y Ca+Mg/K ($7,2$ y $43,9$), mientras que Carbonato de Ca a $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ mejoró la relación catiónica de Ca/Mg, y la dolomita a 2 t^{-1} presentó mayor suma de bases de suelos.

Muestreo de suelos a profundidad de 10 a 15 cm

La aplicación de Hidróxido de Ca presentó los mayores valores de concentración en los siguientes macronutrientes: N ($52,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); P ($27,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); K ($2,1 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$) y Ca ($3,7 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$). Los niveles de Mg ($0,77 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$) y S ($31,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) en suelo se incrementó con la aplicación de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de dolomita Ca y $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de carbonato de Ca respectivamente. En micronutrientes, el testigo agricultor presentó mayor concentración de Zn, Cu y Mn ($1,5$; $1,9$ y $1,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), en cambio con la aplicación de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de hidróxido de Ca mejoró la absorción de Fe. El B tuvieron mayor presencia con la aplicación de carbonato de Ca a $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($0,30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). La aplicación de Hidróxido de Ca a $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ y Dolomita con 1 y $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, presentó mayores unidades de pH y menor concentración de Al y Al+ H en el suelo. La presencia de MO con la aplicación de 1 t de Carbonato de Ca sobresalió entre los demás tratamientos con $2,2 \text{ dag} \cdot \text{kg}^{-1}$. Sulfato de Ca $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ e hidróxido de Ca $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ mejoraron la relación de Ca/Mg y suma de bases de suelos. Finalmente, las enmiendas aplicadas mantuvieron niveles inferiores en Mg/K y Ca+Mg/K en comparación al testigo absoluto.

Muestreo de suelos a profundidad de 15 a 20 cm

La concentración de N ($35,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), P ($21,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) y K ($0,19 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$) se incrementó con la aplicación de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de hidróxido de Ca. Se obtuvo mayor concentración de Ca ($2,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) con la aplicación de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de Zeolita cálcica. La presencia más alta de Mg se presentó en el tratamiento con dolomita a razón $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($0,51 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$). En micronutrientes, el testigo absoluto y agricultor presentó mayor concentración de Zn, Cu y Fe ($1,3$; $1,7$ y $79,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), en cambio con la aplicación de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mejoró la concentración de Mn con ($1,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Finalmente, los niveles de B mostraron un incremento con la aplicación de Carbonato de Ca a $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($0,29 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Las aplicaciones a diferentes dosis de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y dolomita aumentaron el pH ($5,4$) y tuvieron los menores valores de Al+H y Al especialmente con la aplicación de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($0,4$ y $0,3 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$). La aplicación de enmiendas aumentó la MO y mejoró la suma de bases de suelos.

Tabla 43

Características físicas y químicas (0 a 5 cm de profundidad) en suelos de San Guido (Primer semestre del 2025)

Tratamiento	mg kg -1		cmol kg -1		mg kg -1								cmol kg -1				dag kg -1			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	pH	Al+H	Al	MO	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ BASES	
T Abs	39,5	27,0	0,14	4,2	1,1	31,6	1,9	2,0	94,5	4,1	0,40	5,6	0,5	0,26	2,2	3,7	8,2	40,0	5,9	
T Agr	34,7	40,6	0,17	3,6	0,6	26,8	1,8	2,3	107,4	2,3	0,33	5,1	1,4	0,80	2,7	5,9	3,7	25,8	5,8	
CaCO ₃ (1)	34,1	27,2	0,25	8,1	0,7	39,6	1,3	1,7	85,8	1,5	0,28	6,2	0,0	0,00	3,8	11,5	3,2	39,1	9,1	
CaCO ₃ (2)	39,6	20,0	0,17	7,9	0,8	34,9	1,3	1,7	85,0	1,1	0,34	6,5	0,0	0,00	2,9	11,8	4,4	50,8	8,9	
CaSO ₄ (1)	53,5	27,3	0,24	3,7	0,7	29,0	1,3	1,5	76,8	1,6	0,26	5,3	0,7	0,45	2,4	6,0	2,8	19,3	5,4	
CaSO ₄ (2)	36,0	34,0	0,18	4,1	0,5	28,9	1,2	1,5	112,9	1,5	0,34	5,1	1,3	0,80	2,6	8,6	2,8	25,6	6,0	
Ca(OH) ₂ (1)	63,3	40,9	0,26	7,5	0,8	29,7	1,6	2,0	107,0	1,4	0,27	6,3	0,0	0,00	3,0	10,6	3,4	32,9	8,6	
Ca(OH) ₂ (2)	47,9	33,3	0,23	10,3	1,0	28,8	1,3	1,7	88,3	1,2	0,21	7,0	0,0	0,00	3,5	12,5	4,1	54,1	11,5	
Zeolita (1)	59,2	36,8	0,20	4,9	0,7	24,0	1,6	1,8	95,5	1,9	0,30	5,6	0,1	0,05	2,3	7,3	3,5	29,1	5,9	
Zeolita Cálctica (2)	53,6	37,3	0,31	4,9	0,7	27,2	1,5	1,4	71,4	1,8	0,30	5,7	0,1	0,03	3,2	7,1	2,3	18,3	6,0	
CDCM (1)	46,0	19,5	0,21	7,1	1,5	30,1	1,3	1,8	73,7	1,3	0,39	6,6	0,0	0,00	2,7	4,7	7,5	42,8	8,9	
CDCM (2)	34,8	34,1	0,22	7,9	2,1	21,7	1,6	2,0	82,0	1,5	0,31	6,9	0,0	0,00	3,3	4,0	10,1	46,2	10,2	

T Abs: Testigo absoluto; T Agr: Testigo agricultor; CDCM: Carbonato Doble de Calcio y Magnesio

Tabla 44

Características físicas y químicas (5 a 10 cm de profundidad) en suelos de San Guido. (Primer semestre del 2025)

Tratamiento	mg kg -1		cmol kg -1		mg kg -1								cmol kg -1		dag kg -1						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	pH	Al+H	Al	MO	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ BASES		
T Abs	33,8	22,4	0,13	4,3	0,9	29,0	1,8	1,7	77,9	2,1	0,27	5,2	0,9	0,5	1,1	4,9	7,2	43,9	6,2		
T Agr	32,4	24,2	0,15	2,6	0,5	24,5	1,6	2,2	100,1	2,0	0,24	5,0	1,5	1,0	2,0	5,8	3,1	21,2	4,7		
CaCO ₃ (1)	28,6	20,0	0,22	6,3	0,6	35,3	1,3	1,5	78,2	1,4	0,23	5,8	0,0	0,0	2,9	10,4	2,8	33,2	7,1		
CaCO ₃ (2)	32,4	19,4	0,16	4,6	0,6	32,4	1,3	1,6	68,3	1,0	0,32	5,9	0,0	0,0	2,1	8,1	3,7	32,9	5,4		
CaSO ₄ (1)	33,1	20,4	0,20	2,8	0,5	28,7	1,1	1,4	75,3	1,4	0,24	5,1	1,1	0,7	2,2	5,2	2,9	17,8	4,6		
CaSO ₄ (2)	34,9	26,8	0,15	3,0	0,4	24,0	1,1	1,5	102,7	1,4	0,28	5,0	1,6	0,9	2,4	8,1	2,5	22,7	5,2		
Ca(OH) ₂ (1)	60,7	34,3	0,23	4,7	0,5	26,0	1,4	2,1	102,7	1,4	0,26	5,6	0,3	0,2	2,6	10,1	2,3	23,6	5,7		
Ca(OH) ₂ (2)	43,9	22,6	0,21	6,5	0,7	27,2	1,3	1,7	72,3	1,1	0,19	6,3	0,0	0,0	2,8	9,7	3,4	36,9	7,4		
Zeolita (1)	44,8	28,7	0,18	4,0	0,5	21,8	1,4	1,6	94,6	1,7	0,26	5,4	0,4	0,1	2,0	7,4	3,1	25,8	5,1		
Zeolita Cálcica (2)	45,8	21,7	0,20	3,3	0,5	25,2	1,1	1,3	69,7	1,6	0,25	5,4	0,6	0,3	2,3	6,7	2,6	20,2	4,6		
CDCM (1)	40,8	17,7	0,18	4,6	1,2	27,7	1,4	1,6	73,0	1,2	0,33	6,0	0,0	0,0	2,6	3,9	6,7	32,2	5,9		
CDCM (2)	32,9	24,5	0,21	6,1	1,3	21,0	1,4	1,7	55,0	1,4	0,28	6,3	0,0	0,0	2,8	5,0	6,2	35,4	7,7		

Tabla 45

Características físicas y químicas 10 a 15 cm de profundidad en suelos de San Guido. (Primer semestre del 2025)

Tratamiento	mg kg -1		cmol kg -1		mg kg -1								cmol kg -1				dag kg -1				Σ BASES
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	pH	Al+H	Al	MO	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K			
T Abs	30,9	18,4	0,11	2,6	0,61	24,9	1,4	1,5	78,7	1,3	0,23	5,1	1,1	0,7	0,9	4,9	5,6	32,8	4,5		
T Agr	27,1	16,5	0,13	2,3	0,40	22,1	1,5	1,9	81,7	1,6	0,20	5,1	1,4	0,9	1,7	5,7	3,1	21,2	4,3		
CaCO ₃ (1)	17,5	14,5	0,16	2,8	0,44	30,1	1,0	1,5	76,1	1,1	0,20	5,3	0,6	0,3	2,2	6,4	2,9	21,2	4,0		
CaCO ₃ (2)	24,0	13,0	0,15	2,9	0,43	31,4	1,0	1,5	66,0	0,9	0,30	5,4	0,4	0,2	1,9	6,8	2,9	22,2	3,8		
CaSO ₄ (1)	33,6	14,6	0,17	2,4	0,42	30,2	1,0	1,3	73,0	1,2	0,25	5,1	1,4	0,8	1,9	6,0	2,5	17,5	4,4		
CaSO ₄ (2)	28,6	19,6	0,13	2,4	0,26	20,6	0,9	1,5	79,5	1,3	0,22	5,0	1,7	1,0	1,6	9,7	2,0	20,7	4,5		
Ca(OH) ₂ (1)	52,1	27,1	0,22	3,7	0,43	23,7	1,4	1,7	95,3	1,3	0,21	5,5	0,3	0,2	2,0	8,5	2,0	19,0	4,7		
Ca(OH) ₂ (2)	33,9	19,8	0,21	3,6	0,49	26,0	1,0	1,7	51,0	1,0	0,17	5,7	0,1	0,0	2,3	7,5	2,4	21,6	4,4		
Zeolita (1)	36,6	17,1	0,16	2,9	0,43	19,0	1,1	1,4	76,8	1,5	0,26	5,3	0,8	0,4	1,7	6,9	2,8	21,7	4,3		
Zeolita Cálctica (2)	39,9	20,1	0,18	2,4	0,45	23,4	0,9	1,3	68,6	1,4	0,22	5,3	0,8	0,5	2,0	5,5	2,7	16,9	3,9		
CDCM (1)	38,5	16,5	0,16	3,2	0,77	24,4	0,9	1,4	54,3	1,1	0,29	5,6	0,1	0,0	2,1	4,2	4,7	24,2	4,2		
CDCM (2)	25,3	16,5	0,19	3,1	0,69	19,8	1,1	1,2	50,1	1,1	0,22	5,7	0,1	0,1	1,7	4,7	3,8	20,8	4,1		

T Abs: Testigo absoluto; T Agr: Testigo agricultor; CDCM: Carbonato Doble de Calcio y Magnesio

Tabla 46

Características físicas y químicas 15 a 20 cm de profundidad en suelos de San Guido. (Primer semestre del 2025)

Tratamiento	mg kg -1		cmol kg -1		mg kg -1								cmol kg -1		dag kg -1					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	pH	Al+H	Al	MO	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ BASES	
T Abs	21,6	15,1	0,10	2,1	0,34	22,7	1,3	1,3	79,5	1,1	0,21	5,1	1,3	0,8	0,8	6,1	3,9	28,1	3,8	
T Agr	22,8	15,9	0,12	2,4	0,39	20,0	1,2	1,7	68,6	1,1	0,17	5,2	1,2	0,7	1,2	6,2	3,3	23,7	4,1	
CaCO ₃ (1)	15,5	7,7	0,14	2,0	0,37	24,6	0,7	1,2	56,7	0,9	0,19	5,3	0,9	0,5	1,9	5,2	2,7	17,3	3,4	
CaCO ₃ (2)	20,3	8,9	0,15	1,8	0,34	29,1	0,9	1,3	47,3	0,7	0,29	5,2	0,8	0,5	1,6	5,2	2,4	14,7	3,1	
CaSO ₄ (1)	28,3	12,9	0,16	2,0	0,33	26,2	0,9	1,3	68,8	0,9	0,26	5,1	1,5	0,9	1,4	6,1	2,2	15,1	4,1	
CaSO ₄ (2)	23,4	14,8	0,13	1,9	0,27	18,4	0,7	1,5	72,2	1,1	0,20	5,0	1,9	1,1	1,1	7,2	2,1	17,2	4,2	
Ca(OH) ₂ (1)	35,6	21,8	0,19	2,2	0,37	20,4	1,1	1,5	67,3	1,2	0,19	5,4	0,4	0,3	1,8	6,6	2,1	14,4	3,2	
Ca(OH) ₂ (2)	30,4	17,2	0,18	2,0	0,38	20,3	0,9	1,4	43,0	0,9	0,14	5,4	0,5	0,3	1,8	5,3	2,2	13,8	3,1	
Zeolita (1)	29,3	12,6	0,15	2,5	0,39	14,0	1,2	1,3	58,1	1,2	0,23	5,3	0,9	0,5	1,3	6,8	2,6	19,3	3,9	
Zeolita Cállica (2)	31,7	14,4	0,15	1,9	0,38	19,6	0,8	1,2	47,6	1,1	0,18	5,2	0,9	0,5	1,7	5,2	2,7	16,0	3,3	
CDCM (1)	30,4	10,2	0,16	2,0	0,50	23,3	0,7	1,3	50,6	1,0	0,25	5,4	0,6	0,3	1,8	4,2	3,2	16,3	3,3	
CDCM (2)	22,3	12,6	0,18	2,1	0,51	16,8	0,9	1,0	32,4	0,9	0,20	5,4	0,6	0,3	1,1	4,2	3,1	15,9	3,4	

Concentración de nutrientes en tejidos foliares de Palma Aceitera en la Hda “San Guido”

Los resultados del análisis foliar muestran variaciones nutricionales asociadas a las diferentes fuentes de calcio evaluadas. El contenido de nitrógeno y fósforo presentó poca variación entre tratamientos, indicando una disponibilidad estable de ambos nutrientes. La aplicación de sulfato de calcio a 1 t ha^{-1} , favoreció la absorción de potasio y de micronutrientes como Fe, Mn, B y Zn, debido al efecto del sulfato en la solubilidad y movilidad de estos elementos.

El mayor contenido foliar de calcio se registró con el tratamiento CaCO_3 (2 t ha^{-1}), evidenciando su efectividad en la corrección de acidez y en la mejora de la absorción del elemento sin afectar negativamente el Mg. Por su parte, los tratamientos con CDCM mostraron un aporte equilibrado y sostenido de nutrimentos, posiblemente relacionado con la mineralización orgánica.

Tabla 47

Concentración foliar de nutrientes de la Hda. San Guido (Primer semestre del 2025)

Tratamiento (t ha ⁻¹)	dag·kg ⁻¹						mg·kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	
T Abs	2,57	0,15	0,76	0,87	0,28	0,19	21,00	16,33	13,33	167,67	62,33	
T Agr	2,80	0,14	0,74	0,91	0,26	0,21	22,33	17,00	13,67	160,00	61,67	
CaCO ₃ (1)	2,30	0,14	0,72	0,86	0,31	0,20	21,00	17,67	13,00	168,67	55,67	
CaCO ₃ (2)	2,57	0,13	0,73	0,97	0,26	0,17	21,00	14,33	13,00	171,33	73,33	
CaSO ₄ (1)	2,43	0,12	0,96	0,84	0,31	0,18	24,33	19,33	13,67	134,33	83,33	
CaSO ₄ (2)	2,53	0,13	0,71	0,89	0,27	0,18	19,67	16,67	13,33	245,00	96,33	
Ca(OH) ₂ (1)	2,53	0,14	0,70	0,87	0,24	0,18	23,33	16,33	13,67	166,00	56,67	
Ca(OH) ₂ (2)	2,30	0,13	0,82	0,90	0,29	0,19	21,33	15,67	14,00	166,00	71,67	
Zeolita (1)	2,67	0,15	0,73	0,85	0,30	0,19	20,00	17,33	13,00	136,00	47,00	
Zeolita Cálcica (2)	2,43	0,14	0,80	0,92	0,29	0,19	21,67	15,00	13,33	160,33	79,67	
CDCM (1)	2,47	0,13	0,68	0,89	0,26	0,18	23,33	13,33	13,67	170,33	52,33	
CDCM (2)	2,67	0,13	0,68	0,87	0,28	0,21	23,00	13,33	13,33	157,67	55,67	
Máximo	2,80	0,15	0,96	0,97	0,31	0,21	24,33	19,33	14,00	245,00	96,33	

Mínimo	2,30	0,12	0,68	0,84	0,24	0,17	19,67	13,33	13,00	134,33	47,00
Promedio	2,52	0,14	0,75	0,89	0,28	0,19	21,83	16,03	13,42	166,94	66,31

T Abs: Testigo absoluto; T Agr: Testigo agricultor; CDCM: Carbonato Doble de Calcio y Magnesio

Producción de la Hda “San Guido”

Los rendimientos y número de frutos del año 2025 mostraron una variabilidad en los tratamientos.

La aplicación de zeolita (2 t ha^{-1}) tiene un efecto en la producción de frutos (6,5), además mejoró el rendimiento ($8,5 \text{ t ha}^{-1}$) en comparación a los demás tratamientos.

Esto evidencia que las aplicaciones zeolita cálcica mejoran las características productivas del cultivo de palma aceitera.

Tabla 48

Número de racimos y rendimiento de la Hda. “San Guido”, año 2025

Trat	Racimos/ planta	Rend t/ha	Rend (%)	relativo
T1	6,4	6,2	72,3	
T2	5,6	5,6	66,0	
T3	5,4	5,4	62,6	
T4	5,0	6,0	69,7	
T5	4,3	5,8	67,5	
T6	5,8	7,8	91,1	
T7	3,7	4,9	56,9	
T8	5,9	7,9	92,2	
T9	4,8	4,6	54,3	
T10	6,5	8,5	100,0	
T11	4,9	7,2	84,4	
T12	5,0	5,6	65,5	
Max	6,5	8,5	100,0	

Min	3,7	4,6	54,3
Prom	5,3	6,3	73,5

Cantidad de plantas sanas, enfermas y muertas en los tratamientos de la Hda. "San Guido" Enero a noviembre.

Durante las fechas de evaluación, se presentaron cambios en el número de plantas sanas, enfermas y muertas en los tratamientos. Se evidenció que, desde la primera evaluación en comparación a la última, la aplicación de Hidróxido de Ca (2 t ha^{-1}), CaCO_3 (2 t ha^{-1}), Zeolita (1 t ha^{-1}), CDCM a (1 y 2 t ha^{-1}) presentó una recuperación de plantas enfermas con valores entre 1 y 3 plantas respectivamente. El mayor número de plantas enfermas presentaron pudrición de cogollo en estadio uno, dos, tres y cráter. El CDCM a 2 t ha^{-1} obtuvo un mayor número de plantas muertas durante los periodos de evaluación.

Tabla 49

Estado sanitario de plantas de palma aceitera en la Hda "San Guido"

Trat	Hda. San Guido								
	17/3/2025			15/7/2025			7/10/2025		
	Sanas	Enfermas	Muertas	Sanas	Enfermas	Muertas	Sanas	Enfermas	Muertas
T Abs	14	2	2	14	1	3	14	1	3
T Agr	12	3	3	13	2	3	12	3	3
CaCO_3 (1)	13	3	2	14	1	3	14	1	3
CaCO_3 (2)	13	2	3	16	0	2	16	1	3
CaSO_4 (1)	12	4	2	16	0	1	17	0	1
CaSO_4 (2)	15	1	2	15	0	2	16	0	2
Ca(OH)_2 (1)	8	5	5	12	2	3	12	1	4
Ca(OH)_2 (2)	16	1	1	17	0	1	17	0	1
Zeolita (1)	12	1	5	11	0	5	13	0	5



Zeolita (2)	9	6	3	12	3	3	13	1	5
CDCM (1)	11	5	2	12	1	4	13	1	4
CDCM (2)	10	2	6	12	0	6	15	0	6
Máximo	16	6	6	17	3	6	17	3	6
Mínimo	8	1	1	11	0	1	12	0	1
Promedio	12	3	3	14	1	3	14	1	3

Referencias

Castellanos, R. J. Z. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Gto, México 186 p.
Cristancho R., Alfonso C., y Molina L. 2012. Revisión de literatura sobre el papel del suelo y la nutrición de plantas en la Pudrición del cogollo de la palma de aceite.

Franqueville, H. de. 2001. La Pudrición del cogollo de la palma aceitera en América Latina. Revisión preliminar de hechos y logros alcanzados. Cirad. 35 p.

Laing, D. (2010). Causa de la pudrición de cogollo en la palma de aceite papel del calcio en una hipótesis abiótica-edáfica. Sociedad ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, 1-25.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press. London, UK.

Martínez, G.; Torres, G. A. 2008. Escala de severidad de la Palma de aceite. Folleto divulgativo. Cenipalma, Colombia. 12 p.

Shaner, G., & Finney, R. E. (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slowmildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology, 67(8), 1051-1056.

Vázquez A., A. 1999. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.

Actividad 3. Evaluar alternativas tecnológicas para el control de marchitez sorpresiva en palma aceitera en la zona de la Amazonia Ecuatoriana.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Pico Rosado Yimmy Trinidad, Jiménez Cumbicus Jessenia Isamar, Pérez Jefferson, Merizalde Víctor, Yáñez Edgar, Vásquez Cecilia
Nombre del proyecto que financió el estudio:	"Enfermedades Letales en la Palma aceitera en Ecuador"
Institución donante:	FIASA
Número de memorando:	INIAP-EESD_DIR-2021-0891- MEM

Antecedentes

El cultivo de palma aceitera en Ecuador representa un eje estratégico para la economía agrícola, con una extensión nacional de 369.406 ha, de las cuales aproximadamente 32.000 ha se localizan en la región amazónica, específicamente en Orellana y Sucumbíos (INEN, 2015). No obstante, la sostenibilidad de estas plantaciones en el Oriente ecuatoriano está severamente limitada por la marchitez sorpresiva. Esta patología, vinculada al protozoario *Phytomonas* sp. y transmitida por el vector *Lincus* sp., se caracteriza por su agresividad y letalidad, lo que exige la implementación de estrategias de manejo integrado que combinen prácticas culturales, nutrición vegetal óptima y controles sanitarios rigurosos (Asipuela, 2014; Cruz, 2014; INPOFOS, 2000).

Dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), el uso de hongos entomopatógenos de los géneros *Beauveria*, *Metarhizium* e *Isaria* se ha consolidado como una alternativa sostenible para reducir la dependencia de insecticidas químicos (Vega et al., 2009). Estos agentes biológicos actúan mediante la colonización del hemocelio del insecto y la liberación de toxinas secundarias que aseguran la mortalidad del hospedero (Zimmermann, 2007). Sin embargo, la eficacia en campo de estos biocontroladores está supeditada a una evaluación estricta de parámetros de calidad en laboratorio, tales como la pureza, la concentración de conidios y la viabilidad, factores determinantes para asegurar su desempeño patogénico (Mascarin & Jaronski, 2016).

Durante el 2024, con la ejecución del ensayo "Integración de prácticas de manejo sobre la incidencia de marchitez sorpresiva en palma aceitera en la Amazonía Norte", se obtuvo la determinación de los niveles de incidencia para cada estrategia evaluada. Se alcanzó una reducción de la enfermedad al 20% mediante el tratamiento T2 (eliminación de plantas afectadas + control biológico), mientras que el manejo basado únicamente en la eliminación de palmas (T1) reportó un 42% de incidencia. Por su parte, el testigo (T5) registró un 38%, y los tratamientos T3 (control químico) y T4 (control químico + biológico) presentaron valores del 24% y 29% respectivamente. Estos datos establecen la línea base técnica que confirma la operatividad del control biológico dentro del esquema de manejo integrado en la región.

Objetivos

Evaluar variables de respuesta del ensayo “Integración de prácticas de manejo sobre la incidencia de marchitez sorpresiva en palma aceitera en la Amazonía Norte”.

Identificar molecularmente el vector *Lincus* spp, transmisor de marchitez sorpresiva en palma aceitera.

Multiplicar y evaluar parámetros de calidad de hongos entomopatógenos utilizados en el ensayo titulado “Integración de prácticas de manejo sobre la incidencia de marchitez sorpresiva en palma aceitera en la Amazonía Norte”.

Metodología

La multiplicación de los hongos entomopatógenos se realiza en la EECA, en el laboratorio de Protección Vegetal, ubicada en la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas, latitud 00° 21' 31.2" S, longitud 76° 52' 40.1" W, altitud de 250 msnm (fuente: datos GPS). Los ensayos en campo se están realizando en plantaciones de palma aceitera de la empresa Palmelina, ubicado en el sector La Mariscal, cantón Joya de los Sachas.

La fase experimental de 2025 mantiene el protocolo de multiplicación de los aislados *Beauveria* sp. (BPAIm010) y *Metarhizium* sp. (MPAS012) en sustrato de arroz esterilizado bajo condiciones de flujo laminar. La calidad de los biocontroladores se determina mediante la evaluación de pureza microscópica, viabilidad de conidios en medio agar-agua tras 18–24 h de incubación y la cuantificación de la concentración en cámara de Neubauer (Mascarin & Jaronski, 2016). Simultáneamente, se continúa con la identificación molecular del vector *Lincus* sp. mediante la extracción de ADN genómico y la amplificación por PCR del gen COI, empleando los cebadores universales de Folmer y verificando los productos de ~650 pb mediante electroforesis en gel de agarosa al 1,5% antes de su secuenciación por el método Sanger (Hebert et al., 2003).

Los ensayos en campo se ejecutan en las plantaciones de la empresa Palmelina utilizando un diseño de bloques con cuatro tratamientos y tres repeticiones: T1 (eliminación de palmas afectadas), T2 (T1 + control biológico), T3 (T1 + control químico) y T4 (T1 + control químico + control biológico). Las aplicaciones de los hongos entomopatógenos y los insecticidas químicos se realizan con bombas atomizadoras a motor, supeditadas al cumplimiento de los parámetros de calidad de UFC y porcentajes de germinación. La evaluación de la incidencia y severidad de la marchitez sorpresiva se registra sistemáticamente para comparar la efectividad de las estrategias integradas frente a los umbrales de daño establecidos en ciclos anteriores.

Resultados

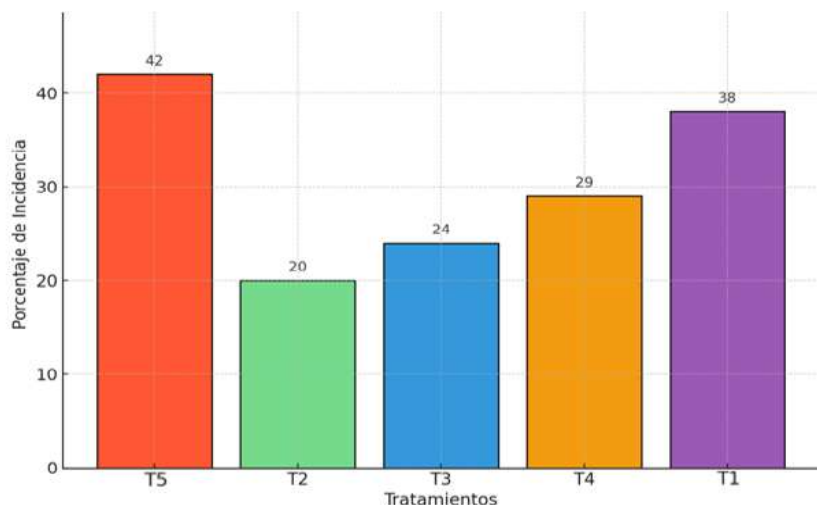
Incidencia de Marchitez sorpresiva

En la figura 22, refleja la variable incidencia en los diferentes tratamientos, Los tratamiento T2 (eliminación de plantas afectadas + control biológico) fue el más efectivo, con un 20% de incidencia, mientras que T5 (Sin control) presentó el mayor porcentaje (42%), el T3 (eliminación de plantas afectadas + control químico) y T4 (eliminación de plantas afectadas + control químico + control biológico) obtuvieron un 24% y 29% de incidencia, respectivamente, demostrando eficacias

intermedias, mientras que el testigo T1 (eliminación de plantas afectadas) alcanzó un 38%. Estos resultados destacan el impacto positivo del control biológico como estrategia clave, ya sea de manera individual o combinada, para reducir la incidencia de esta enfermedad en palma aceitera.

Figura 22

Porcentaje de incidencia de marchitez sorpresiva



Caracterización morfológica del ventor *Lincus* sp.

Identificación: *Lincus curvatus* (Figura 23)

Diagnóstico: Placas mandibulares un poco más largas que el clípeo y no convergentes, lóbulos pronotales espatulados y sobrepasando el límite lateral de los ojos.

Figura 23

Caracterización morfológica de Lincus curvatus





Los resultados mostraron que los dos hongos entomopatógenos alcanzaron altos porcentajes de germinación, que oscilan entre 93,00% y 91,30%, estos resultados indican que los aislados MPAS012 y BPAIm010 tienen un desempeño consistente y potencial para su uso en el control de *Lincus* sp. (Tabla 50).

Tabla 50

Porcentaje de germinación de conidios de los mejores aislados entomopatógenos.

Aislados	% de Germinación
MPAS012	93,00
BPAIm010	91,30

Los aislados tratamientos mostraron uniformidad en el porcentaje de pureza del 99,99%, lo que indica que la presencia de impureza es mínima, significando que los tratamientos estaban libres de bacterias, hongos y levaduras.

Tabla 51

*Porcentaje de pureza de los mejores aislados entomopatógenos para el control de *Lincus curvatus*.*

Tratamientos	% de Pureza
MPAS012	99,99
BPAIm010	99,99

Secuenciación de ADN de *Lincus curvatus*.

La secuencia COI obtenida para el vector analizado no mostró coincidencias específicas en BLAST ni BOLD debido a la falta de registros moleculares para *Lincus curvatus*. Aunque se observaron similitudes con otros Pentatomidae, los porcentajes obtenidos no permiten una identificación taxonómica a nivel de especie. Por tanto, la secuencia generada constituye un aporte inicial a la caracterización molecular del género *Lincus* y servirá como referencia para futuros estudios taxonómicos y epidemiológicos.”



Secuenciación del ADN:

AACTTAAGCTGGAATATATAGCGATCTCCACCTCCTGATGGGTCAAAAAATGATGTATTGAAGTTTCGATCA
GTAAGCAATATTGTAATAGCTCCTGCTAATACAGGTAATGATAAAAGTAGAAGAACTGCTGTGATGCCTAC
TGATCAAAACAAATAATGGAATTGGTTCAGGAGTTATCCCCTTTGGCCGTATATTAATGATTGTTGAAATGAA
ATTTACAGCCCCCTATAATTGAAGAACTCCCACTAAATGGAGAGAGAAAAATAACTAGATCTACTGGTGCTCC
TCTATGGGAAATATTTCTAGATAAAGGGGGATAAACTGTTTCATCCAGTTCCTGCTCCCTTTCTCTTAATCTT
CTTACTATGAGTAGCGTGGTAATGATATATCGGGGGCTCCGATTATTAATGGTACTAGTCAATTGCCAAACC
CTCCAATTATGATAGGTATTACTATAAAGAAAATTATGACAAAGGGCAGGACGCGGTACCAATTACTTTGA
AAATTGATCCGTGCCCAATAATCCTCCCGGGTGCCCAATTCGGTTGGAATAATTGTCCTAATGGCTACCC
CACCAATCCCGAACCATTCCCAAATAAAAGTTAAAGGTTCCCATACTTTTTGATTTGTTTGACACAAAAAAG
AAGGTAGAGGGTCCAATATCTTTATGATTGGTGACAAAGACCCTGATGGGGGCTCGGGTCTAGTGGTCTT
GCTACTACGGTGATGACTGTAATCCCGGTAGGCGGGCGGCCTGGCTCACTCCGTACCGTGACAAATATGG
GCGGACAGCTTGCGGGCCCCGTGGGCTGCCTCACAACCACAGTGTGCCTGCTCACACAGGGTTCATAGAAC
GGGGTGGTCACAGTAGTAATCTGAAGGCTGATTCATAAAGCAATGGTGATGAACAACGCGAACATGCAAC
ATCGTGTTGTGGTGAGGCCTGAGGTCGAGCAAGGCATGGATCTGGTGTCGCCGGGACACTCCGACAGTGC
ACAGTGTAAGTGTCTTTGCCGTGACGGGTGTTCCACCATAGTCCCTTTCTTTTGCTACGATACCTTGTTT
GTCGTGCAGCTGGACGCATGCTGTCAAAAGTGTGACATATCCTGTGTGCCAGCGTGACACACCATCGTAA
CGCGTGCGAGGGATACCCGGATGCTGACAATGCCGCTGTTGACGCACCAAATACAAAGTGGGGTAATACC
ATTGTCTGTCTCATAGCTCTCTCGATCCTGTGTGAACCACACTGAGACCGAGTAACCCAGATTATCTCGGC
ACGACGCTCCTTCTTACGCGTGTCTCGTGATGTCTCTCGCTCTTGTCGCGCGATAAGTTGGACACGCTATGC
GTATCGAAAATGTTGTCTCATTATCTTGTGCGTATTCGCAACCGCAGAAACGTGATTGGATGCAATTGATAT
AGATGAGGTAGTTGATTTTATCTCTTACATACGCACACCAGGACACCCATCTCTGCCTTAGTTGTGGTTCGT
GTCTCTGAATGTGCTCATACTAAAATGTATGCTGAGTAAAT.

Conclusiones

El manejo del ensayo titulado *“La integración de prácticas de manejo sobre la incidencia de marchitez sorpresiva en palma aceitera en la Amazonía Norte”* permitió evaluar de manera efectiva la aplicación de distintos tratamientos, evidenciando que la combinación de eliminación de plantas afectadas y control biológico (T2) fue la estrategia más eficiente al reducir la incidencia de la enfermedad al 20%. En comparación, los tratamientos con control químico presentaron eficacias intermedias, mientras que el tratamiento sin control registró la mayor incidencia (42%), lo que confirma que el control biológico, integrado a prácticas de manejo adecuadas, constituye una herramienta clave para la reducción de la marchitez sorpresiva en el cultivo de palma aceitera.

La secuenciación del gen COI permitió obtener un fragmento de alta calidad para el insecto analizado; sin embargo, la falta de secuencias de referencia para *Lincus curvatus* en bases de datos como GenBank y BOLD impidió su identificación molecular a nivel de especie. Aun así, los análisis evidenciaron afinidad genética con otros miembros de la familia Pentatomidae, confirmando la pertenencia del espécimen a este grupo taxonómico. La secuencia generada constituye un primer registro molecular para el género *Lincus*, aportando información relevante para futuros estudios taxonómicos, epidemiológicos y de vigilancia del vector asociado a enfermedades en palma



aceitera. En cuanto a la identificación morfológica a través de claves taxonómicas se logró identificar al agente ventor *Lincus curvatus*.

Los aislados entomopatógenos MPAS012 y BPAIm010 demostraron una excelente calidad biológica, evidenciada por sus altos porcentajes de germinación (93,00% y 91,30%, respectivamente) y niveles de pureza de 99,99%. Estos resultados confirman que ambos hongos presentan un desempeño consistente y características óptimas para su uso en programas de control biológico de *Lincus* sp., garantizando su eficacia y fiabilidad en condiciones de laboratorio y como potenciales agentes para aplicación en campo.

ACTIVIDAD 4. Evaluación de pruebas de patogenicidad de los agentes micóticos y bacterias de los aislados de *Rhynchophorus palmarum*.

Actividades planificadas en el hito 2	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Evaluación de pruebas de patogenicidad de los agentes micóticos y bacterias de los aislados de <i>Rhynchophorus palmarum</i> .	- Informes mensuales - Aislados de bacterias y Fusarium patógenos

Responsable:	Jessenia Jiménez
Colaboradores	Jefferson Pérez, Cecilia Vasquez, Edgar Yanez, Victor Merizalde, Jimmy Pico
Nombre del proyecto que financió el estudio:	"Proyecto de investigación sobre enfermedades letales en la palma aceitera en Ecuador"
Institución donante:	
Número de memorando:	

Antecedentes

La pudrición del cogollo (PC) emerge como desafío sanitario de gran relevancia en las plantaciones de palma africana en Ecuador. A pesar de los esfuerzos que investigan en el país, persiste la incesable a la etiología de esta enfermedad, como señala Chávez (1986). Se ha observado que *Rhynchophorus palmarum*, un coleóptero, se siente atraído por las lesiones provocadas por la enfermedad en los tejidos jóvenes de la palma, aunque no se ha confirmado su papel en la diseminación de la misma, según evidencias de Moreno et al. (2013). Además, otros artrópodos, como especies de la familia Tettigonidae, han sido asociados con plantas enfermas de PC, tal como menciona Torres et al.

(2008). Esta relación entre artrópodos y la enfermedad plantea la necesidad de realizar investigaciones para comprender mejor su papel y contribuir al establecimiento de un programa de manejo sostenible de la enfermedad.

Durante el 2024, se completaron las pruebas de patogenicidad de 104 aislados bacterianos obtenidos de especímenes de *R. palmarum*. Los resultados determinaron que 98 bacterias no presentan patogenicidad, mientras que 6 aislados mostraron ser patógenos en modelos de papa, zanahoria y tabaco. En cuanto a los agentes micóticos, se evaluaron 35 aislados de *Fusarium* spp. mediante inoculaciones con una suspensión de 1×10^7 UFC/mL. De este grupo, 34 aislados no mostraron efectos visibles; sin embargo, se logró identificar y aislar una cepa de *Fusarium* sp. con patogenicidad confirmada en plantas de tomate. Estos resultados proporcionan una base de siete aislados patógenos (seis bacterianos y uno fúngico) para continuar con las fases de caracterización en el periodo 2025.

Objetivos

Evaluar pruebas de patogenicidad de bacterias de los aislados de *Rhynchophorus palmarum*.

Metodología

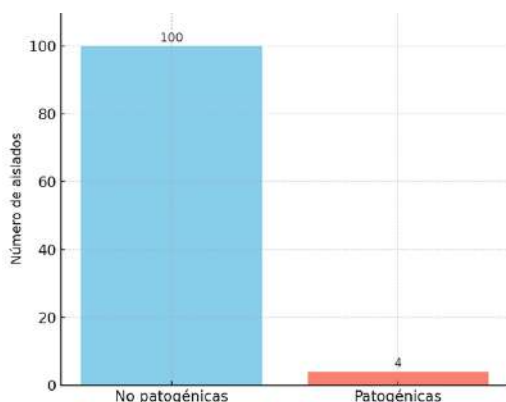
Las pruebas de patogenicidad en tubérculos de papa y de hipersensibilidad en tabaco se ejecutan en el laboratorio de Protección Vegetal de la EECA (00° 21' 31.2" S, 76° 52' 40.1" W). El protocolo técnico aplicado, que incluye la desinfestación superficial con hipoclorito de sodio al 1% V/V y la inoculación de suspensiones bacterianas a una concentración de 1×10^8 UFC/mL, se describe detalladamente en el Informe Anual 2024.

Resultados

En las pruebas de patogenicidad de 104 bacterias aisladas de *Rhynchophorus palmarum*. Como resultado se obtuvo 100 bacterias que no presentaron resultados positivos de ser patógenas y 4 bacterias patógenas, tanto en papa y tabaco.

Figura 52

Aislados de bacterias que presentaron ser patógenas y no patógenas.



Conclusiones

Las pruebas de patogenicidad mostraron que, de 104 bacterias aisladas de *Rhynchophorus palmarum*, solo cuatro fueron patogénicas en papa y tabaco, evidenciando una baja incidencia de bacterias patogénicas.

Recomendaciones

Fortalecer el uso de control biológico, dado que el tratamiento T2 (eliminación de plantas afectadas + control biológico) mostró la menor incidencia de marchitez sorpresiva, se recomienda priorizar esta estrategia en programas de manejo integrado de plagas en cultivos de palma aceitera, especialmente en regiones con alta prevalencia de la enfermedad.

Referencias

Asipuela, R. (2014) Etiología y control de la enfermedad marchitez sorpresiva en híbridos OxG Taisha - PDR. En línea <<http://www.palmardelrio.com/sitio/files/Marchitez%20Sorpresiva%20II%20CONGRESO%20ANCUPA.pdf>>.

Altschul, S. F., Gish, W., Miller, W., Myers, E. W., & Lipman, D. J. (1990). Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215(3), 403–410.

Bernal, A., Guerra, N., & Santos, M. (2020). Ecology and management of hemipteran vectors in tropical perennial crops. *Journal of Plant Protection Research*, 60(4), 345–356.

Cruz, H.R. (2014). Experiencias del manejo de la Marchitez sorpresiva bajo los lineamientos de la RSPO en Tibú, Norte de Santander *Revista Palmas*, 35(4): 111-119.

Chávez, F. (1986). Enfermedades de palma africana en Ecuador y su combate. INIAP 18 p.

Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., & Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3(5), 294–299.

Goettel, M. S., & Inglis, G. D. (1997). Fungi: Hyphomycetes. In L. Lacey (Ed.), *Manual of Techniques in Insect Pathology* (pp. 213–249). Academic Press.

Hajek, A. E., & St. Leger, R. J. (1994). Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annual Review of Entomology*, 39, 293–322.

Humber, R. A. (2012). Entomopathogenic fungal identification. USDA ARS Collection of Entomopathogenic Fungal Cultures.

Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L., & deWaard, J. R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society B*, 270(1512), 313–321.

INEC (Instituto Nacional de estadísticas y censos) (2015). Visualizador de control ESPAC. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Consultado el 13 de noviembre del 2016 en



http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014_2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC_2015.pdf.

INPOFOS (2000). Nutrición y fertilización de pejibaye para palmito, informaciones agronómicas. Recuperado el 22 de febrero de 2011, de INPOFOS: <http://www.inpofos.com/infagronomicas.html>.

Kambhampati, S., & Smith, P. T. (1995). PCR primers for the amplification of four insect mitochondrial gene fragments. *Insect Molecular Biology*, 4(4), 233–236.

Lane, B. S., Trinci, A. P. J., & Gillespie, A. T. (1991). Germination of conidia of *Metarhizium anisopliae*. *Mycological Research*, 95(7), 829–834.

Mascarin, G. M., & Jaronski, S. T. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11), 1–26.

Maldonado, C., & O'Brien, L. (1995). Pentatomidae of Central and South America: Taxonomy and identification challenges. *Entomological Review*, 75(3), 215–230.

Moreno-Chacón, A. L., Camperos-Reyes, J. E., Diazgranados, R. A. Á., & Romero, H. M. (2013). Biochemical and physiological responses of oil palm to bud rot caused by *Phytophthora palmivora*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 70, 246–251.

Ratnasingham, S., & Hebert, P. D. N. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System. *Molecular Ecology Notes*, 7(3), 355–364.

Rodríguez, M. M. L. (2006). Manual para la identificación de bacterias fitopatógenas. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.

Silveira Neto S., Nakano O., Barbin D., Villa-Nova N.A. (1976). Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Brasil

Torres, G., Sarria, G., Varón, F., Martinez, G. (2008). Evidencias circunstanciales de la asociación de especies de la familia Tettigoniidae con el desarrollo de lesiones iniciales de Pudrición del Cogollo de la palma de aceite. *Palmas* 29: 53-61.

Vega, F. E., Goettel, M. S., Blackwell, M., Chandler, D., Jackson, M., Keller, S., & Pell, J. K. (2009). Fungal entomopathogens: New insights on their ecology. *Fungal Ecology*, 2(4), 149–159.

Zimmermann, G. (2007). Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, 17(6), 553–596.

Actividad 4. Determinar la interacción entre artrópodos - enfermedad de importancia económica.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Cañarte Bermúdez Ernesto Gonzalo, Zambrano Zambrano José Fabricio, Pico Rosado Jimmy Trinidad, Jiménez Cumbicus Jessenia Isamar, Arias Mazzini María Fernanda, Defaz Fierro Silvana Rosario, Hernández Saltos Darwin Roberto, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Navarrete Párraga Mercedes Elizabeth, Hidalgo Mata David Adrián
Nombre del proyecto que financió el estudio:	“Enfermedades Letales en la Palma aceitera en Ecuador”
Institución donante:	FIASA
Número de memorando:	INIAP-EESD_DIR-2021-0891- MEM

Muestrear y coleccionar entomofauna que habita en plantaciones de palma aceitera.

En el laboratorio de Entomología de la EEP, durante los meses de febrero a diciembre del presente año, se ha realizado una continua renovación del contenido de alcohol de las muestras recibidas. Esta actividad es fundamental, debido a que los frascos de plástico con los que se reciben las muestras no brindaban la garantía de conservación del alcohol, lo cual puso en riesgo la integridad de los especímenes colectados.

Para identificar los principales órdenes y familias de artrópodos asociados a la palma aceitera de la Amazonia ecuatoriana, se utilizó de forma correcta claves taxonómicas; además, de emplear esquemas, fotos, notas y otras herramientas de consulta. Cuando es necesario, también se utilizó la colección de referencia del laboratorio de Entomología de la estación. Elaboración de planillas para el registro de datos: según la necesidad, se construyeron planillas para el registro de la identificación y cuantificación de los artrópodos presentes en las muestras evaluadas.

Durante este mes se ha procedido a la extracción y consolidación de datos provenientes de las planillas de identificación de los artrópodos, a hojas de cálculo de Excel, con el objetivo de preparar un conjunto de datos estructurados para su subsiguiente análisis estadístico utilizando el software R y ANAFAU. Este proceso involucró la recopilación de información contenida en múltiples planillas, asegurando la integridad y coherencia de los datos para facilitar su posterior análisis cuantitativo riguroso.

Identificación de familias de artrópodos recolectados por medio de trampas cromáticas (amarillas y azules) con diferentes ubicaciones (estrato superior e inferior), asociadas a plantas de palma aceitera. Identificación de familias de artrópodos recolectados con red entomológica, asociadas a

plantas de palma aceitera. Durante los meses de febrero a diciembre de 2025, se procesaron íntegramente 680 muestras correspondientes a estas colectas.

En las tablas 52, 53 y 54 se encuentran el reporte de los órdenes y familias de artrópodos identificados en el cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, pertenecientes a las colectas de agosto a octubre de 2022.

Tabla 52

Órdenes y familias de artrópodos identificados y contabilizadas en 80 muestras, recolectados con red entomológica, correspondientes al periodo de colecta de mayo a diciembre de 2022, en la provincia de Orellana

Orden	Familia	Habito alimenticio	Total
Hemíptera	Cicadellidae	Herbívoro	247
Hemíptera	Pentatomidae	Herbívoro	67
Hemíptera	Coreidae	Herbívoro	64
Hemíptera	Alydidae	Herbívoro	36
Hemíptera	Miridae	Herbívoro	22
Hemíptera	Lygaeidae	Herbívoro	19
Hemíptera	Dictyopharidae	Herbívoro	17
Hemíptera	Cercopidae	Herbívoro	13
Hemíptera	Derbidae	Herbívoro	5
Hemíptera	Cixiidae	Herbívoro	4
Hemíptera	Cydnidae	Herbívoro	3
Hemíptera	Delphacidae	Herbívoro	3
Hemíptera	Membracidae	Herbívoro	3
Hemíptera	Aphididae	Herbívoro	1



Hemíptera	Tingidae	Herbívoro	1
Orthoptera	Tettigonidae	Herbívoro	132
Orthoptera	Acrididae	Herbívoro	61
Orthoptera	Tetrigidae	Herbívoro	55
Orthoptera	Eumasticidae	Herbívoro	24
Orthoptera	Gryllidae	Herbívoro	19
Orthoptera	Tridactylidae	Herbívoro	5
Orthoptera	Pyrgomorphidae	Herbívoro	2
Coleóptera	Chrysomelidae	Herbívoro	80
Coleóptera	Buprestidae	Herbívoro	5
Coleóptera	Ptilodactylidae	Herbívoro	3
Coleóptera	Cerambycidae	Herbívoro	1
Lepidóptera	Microlepidoptera	Herbívoro	16
Lepidóptera	Hesperiidae	Herbívoro	2
Lepidóptera	Nymphalidae	Herbívoro	1
Díptera	Chloropidae	Herbívoro	4
Hymenoptera	Cynipidae	Herbívoro	1
Araneae	Araneidae	Depredador	29
Araneae	Linyphiidae	Depredador	25
Araneae	Pisauridae	Depredador	9
Araneae	Lycosidae	Depredador	6
Araneae	Linyphiidae	Depredador	5
Araneae	Salticidae	Depredador	5
Araneae	Thomisidae	Depredador	3
Araneae	Theridiidae	Depredador	2



Coleóptera	Carabidae	Depredador	9
Coleóptera	Coccinellidae	Depredador	4
Coleóptera	Lycidae	Depredador	1
Díptera	Dolichopodidae	Depredador	4
Díptera	Hybotidae	Depredador	4
Díptera	Asilidae	Depredador	1
Díptera	Empididae	Depredador	1
Hemíptera	Reduviidae	Depredador	5
Hymenoptera	Vespidae	Depredador	1
Neuroptera	Heteronemiidae	Depredador	1
Orthoptera	Tetragnathidae	Depredador	2
Hymenoptera	Berytidae	Parasitoide	23
Hymenoptera	Chalcididae	Parasitoide	9
Hymenoptera	Braconidae	Parasitoide	8
Hymenoptera	Ichneumonidae	Parasitoide	3
Hymenoptera	Eulophidae	Parasitoide	1
Hymenoptera	Eurytomidae	Parasitoide	1
Díptera	Tachinidae	Parasitoide	5
Díptera	Pipunculidae	Parasitoide	2
Díptera	Sphaeroceridae	Saprófago	7
Díptera	Drosophilidae	Saprófago	6
Díptera	Lauxaniidae	Saprófago	3
Díptera	Phoridae	Saprófago	3
Díptera	Sciaridae	Saprófago	3
Díptera	Mycetophilidae	Saprófago	2



Díptera	Chironomidae	Saprófago	1
Díptera	Stratiomyidae	Saprófago	1
Blattodea	Ectobiidae	Saprófago	1
Coleóptera	Nitidulidae	Saprófago	1
Coleóptera	Curculionidae	Polinizador	2
Díptera	Syrphidae	Polinizador	7
Díptera	Ceratopogonidae	Polinizador	2
Himenóptera	Halictidae	Polinizador	3
Himenóptera	Apidae	Polinizador	1
Himenóptera	Formicidae	Omnívoro	24
Total de especímenes			1152

Tabla 53

Órdenes y familias de artrópodos identificados y contabilizadas en 80 muestras, recolectados con red entomológica, correspondientes al periodo de colecta de febrero a octubre 2023, en la provincia de Sucumbíos

Orden	Familia	Habito alimenticio	Total
Hemíptera	Cicadellidae	Herbívoro	250
Hemíptera	Pentatomidae	Herbívoro	105
Hemíptera	Alydidae	Herbívoro	34
Hemíptera	Coreidae	Herbívoro	32
Hemíptera	Miridae	Herbívoro	25
Hemíptera	Delphacidae	Herbívoro	17
Hemíptera	Dyctiopharidae	Herbívoro	12



Hemíptera	Derbidae	Herbívoro	7
Hemíptera	Membracidae	Herbívoro	7
Hemíptera	Cixiidae	Herbívoro	3
Hemíptera	Lygaeidae	Herbívoro	3
Hemíptera	Dictyopharidae	Herbívoro	2
Hemíptera	Cercopidae	Herbívoro	1
Hemíptera	Cidnydae	Herbívoro	1
Orthoptera	Tettigonidae	Herbívoro	146
Orthoptera	Acrididae	Herbívoro	90
Orthoptera	Tetrigidae	Herbívoro	69
Orthoptera	Gryllidae	Herbívoro	32
Orthoptera	Tridactylidae	Herbívoro	12
Orthoptera	Tetragnathidae	Herbívoro	1
Coleoptera	Chrysomelidae	Herbívoro	124
Coleoptera	Ptilodactylidae	Herbívoro	7
Coleoptera	Buprestidae	Herbívoro	6
Coleoptera	Silvanidae	Herbívoro	2
Díptera	Chloropidae	Herbívoro	31
Díptera	Tipulidae	Herbívoro	13
Díptera	Agromyzidae	Herbívoro	4
Lepidóptera	Microlepidoptera	Herbívoro	19
Lepidóptera	Nymphalidae	Herbívoro	4
Lepidóptera	Hesperiidae	Herbívoro	1
Araneae	Araneidae	Depredador	208
Araneae	Pisauridae	Depredador	25



Araneae	Salticidae	Depredador	14
Araneae	Thomisidae	Depredador	3
Araneae	Oxyopidae	Depredador	1
Coleóptera	Carabidae	Depredador	5
Coleóptera	Coccinellidae	Depredador	2
Coleóptera	Staphylinidae	Depredador	1
Díptera	Dolichopodidae	Depredador	37
Díptera	Asiliidae	Depredador	5
Díptera	Empididae	Depredador	2
Hemíptera	Reduviidae	Depredador	7
Hemíptera	Anthocoridae	Depredador	2
Mantodea	Mantodea	Depredador	2
Hymenoptera	Formicidae	Omnívoro	90
Díptera	Tephritidae	Saprófago	23
Díptera	Drosophilidae	Saprófago	17
Díptera	Piophilidae	Saprófago	12
Díptera	Lauxaniidae	Saprófago	6
Díptera	Sciaridae	Saprófago	6
Díptera	Ulidiidae	Saprófago	6
Díptera	Lonchaeidae	Saprófago	1
Díptera	Mycetophilidae	Saprófago	1
Díptera	Phoridae	Saprófago	1
Psocoptera	Elisopidae	Saprófago	4
Psocoptera	Psocidae	Saprófago	1
Coleóptera	Nitidulidae	Saprófago	3



Coleóptera	Anthicidae	Saprófago	1
Coleóptera	Scarabaeidae	Saprófago	1
Blattodea	Ectobiidae	Saprófago	2
Hymenoptera	Braconidae	Parasitoide	19
Hymenoptera	Chalcididae	Parasitoide	11
Hymenoptera	Eulophidae	Parasitoide	8
Hymenoptera	Eurytomidae	Parasitoide	4
Hymenoptera	Encyrtidae	Parasitoide	3
Hymenoptera	Eucoilidae	Parasitoide	3
Hymenoptera	Ichneumonidae	Parasitoide	2
Hymenoptera	Platygastridae	Parasitoide	2
Hymenoptera	Bethylidae	Parasitoide	1
Hymenoptera	Diapriidae	Parasitoide	1
Hymenoptera	Erotylidae	Parasitoide	1
Hymenoptera	Scoliidae	Parasitoide	1
Díptera	Tachinidae	Parasitoide	2
Díptera	Ceratopogonidae	Polinizador	6
Coleóptera	Curculionidae	Polinizador	4
Hymenoptera	Halictidae	Polinizador	1
Díptera	Tabanidae	Hematófago	1
Total de especímenes			1619

Durante este periodo, fue posible además lograr concluir con la identificación y cuantificación de los órdenes y familias de artrópodos recolectados mediante trampas cromáticas (amarillas y azules) ubicadas en los estratos superior e inferior de plantas de palma aceitera con evidencia de enfermedades en la Amazonia ecuatoriana.



Fueron procesadas 520 muestras correspondiente a las colectas de septiembre de 2022 a octubre de 2023 en las provincias de Orellana y Sucumbíos, dicho reporte se puede visualizar en las Tablas 54 y 55.

Tabla 54

Órdenes y familias de artrópodos identificados y contabilizadas en 120 muestras, recolectados con trampas cromáticas (amarillas y azules,) colocadas en el estrato superior e inferior en plantas de palma aceitera, correspondientes al periodo de colecta de agosto de 2022, en la provincia de Orellana

Orden	Familia	Habito alimenticio	Total
Hemíptera	Derbidae	Herbívoro	146
Hemíptera	Cicadellidae	Herbívoro	133
Hemíptera	Aphididae	Herbívoro	37
Hemíptera	Cixiidae	Herbívoro	12
Hemíptera	Cercopidae	Herbívoro	11
Hemíptera	Membracidae	Herbívoro	8
Hemíptera	Delphacidae	Herbívoro	5
Hemíptera	Alydidae	Herbívoro	2
Hemíptera	Achilidae	Herbívoro	1
Hemíptera	Lygaeidae	Herbívoro	1
Coleóptera	Chrysomelidae	Herbívoro	35
Coleóptera	Ptilodactylidae	Herbívoro	19
Coleóptera	Curculionidae: Scolytinae	Herbívoro	8
Coleóptera	Mordellidae	Herbívoro	8
Coleóptera	Buprestidae	Herbívoro	2



Coleóptera	Cerambycidae	Herbívoro	1
Coleóptera	Cleridae	Herbívoro	1
Coleóptera	Eucnemidae	Herbívoro	1
Coleóptera	Tenebrionidae	Herbívoro	1
Díptera	Chloropidae	Herbívoro	61
Díptera	Tipulidae	Herbívoro	2
Hymenoptera	Cynipidae	Herbívoro	7
Hymenoptera	Agaonidae	Herbívoro	2
Lepidóptera	Microlepidoptera	Herbívoro	25
Lepidóptera	Hesperiidae	Herbívoro	2
Orthoptera	Tridactylidae	Herbívoro	19
Orthoptera	Acrididae	Herbívoro	12
Orthoptera	Tettigonidae	Herbívoro	11
Orthoptera	Eumasticidae	Herbívoro	2
Thysanoptera	Thripidae	Herbívoro	1
Coleóptera	Coccinellidae	Depredador	128
Coleóptera	Staphylinidae	Depredador	15
Coleóptera	Corylophidae	Depredador	8
Coleóptera	Lampyridae	Depredador	2
Coleóptera	Carabidae	Depredador	1
Díptera	Dolichopodidae	Depredador	40
Díptera	Drosophilidae	Depredador	5
Díptera	Empididae	Depredador	5
Díptera	Hybotidae	Depredador	2
Araneae	Araneae	Depredador	1



Araneidae	Salticidae	Depredador	3
Hemiptera	Anthocoridae	Depredador	1
Hymenoptera	Formicidae: Ponerinae	Depredador	7
Díptera	Tachinidae	Parasitoide	1
Hymenoptera	Encyrtidae	Parasitoide	27
Hymenoptera	Braconidae	Parasitoide	16
Hymenoptera	Scelionidae	Parasitoide	14
Hymenoptera	Bethylidae	Parasitoide	10
Hymenoptera	Eulophidae	Parasitoide	8
Hymenoptera	Platygastridae	Parasitoide	6
Hymenoptera	Diapriidae	Parasitoide	5
Hymenoptera	Mymaridae	Parasitoide	5
Hymenoptera	Evaniidae	Parasitoide	4
Hymenoptera	Pteromalidae	Parasitoide	3
Hymenoptera	Chalcididae	Parasitoide	2
Hymenoptera	Eucoilidae	Parasitoide	1
Hymenoptera	Eurytomidae	Parasitoide	1
Hymenoptera	Figitidae	Parasitoide	1
Coleoptera	Curculionidae	Polinizador	25
Diptera	Ceratopogonidae	Polinizador	96
Hymenoptera	Halictidae	Polinizador	1
Blattodea	Ectobiidae	Saprofago	10
Coleóptera	Nitidulidae	Saprofago	27
Coleóptera	Languriidae	Saprofago	1
Coleóptera	Lycidae	Saprofago	1



Coleóptera	Silvanidae	Saprofago	1
Dermaptera	Forficulidae	Saprofago	2
Díptera	Phoridae	Saprofago	154
Díptera	Sciaridae	Saprofago	46
Díptera	Clusiidae	Saprofago	16
Díptera	Tephritidae	Saprofago	15
Díptera	Stratiomyiidae	Saprofago	6
Díptera	Lauxaniidae	Saprofago	2
Díptera	Otitidae	Saprofago	2
Díptera	Mycetophilidae	Saprofago	1
Díptera	Psychodidae	Saprofago	3
Hymenoptera	Formicidae	Saprofago	39
Isoptera	Termitidae	Saprofago	17
Orthoptera	Gryllidae	Saprofago	6
Díptera	Tabanidae	Hematofago	3
Total de especímenes			1372

Tabla 55

Órdenes y familias de artrópodos identificados y contabilizadas en 400 muestras, recolectados con trampas cromáticas (amarillas y azules), colocadas en el estrato superior e inferior de plantas en palma, correspondientes al periodo de colecta de noviembre de 2022 a octubre de 2023 en la provincia de Sucumbíos

Orden	Familia	Habito alimenticio	Total
Cicadellidae	Hemíptera	Herbívoro	450



Cixiidae	Hemíptera	Herbívoro	324
Derbidae	Hemíptera	Herbívoro	67
Aphididae	Hemíptera	Herbívoro	39
Delphacidae	Hemíptera	Herbívoro	16
Miridae	Hemíptera	Herbívoro	7
Lygaeidae	Hemíptera	Herbívoro	6
Coreidae	Hemíptera	Herbívoro	4
Membracidae	Hemíptera	Herbívoro	4
Pentatomidae	Hemíptera	Herbívoro	4
Dictyopharidae	Hemíptera	Herbívoro	3
Aleyrodidae	Hemíptera	Herbívoro	2
Cercopidae	Hemíptera	Herbívoro	2
Psyllidae	Hemíptera	Herbívoro	2
Tingidae	Hemíptera	Herbívoro	2
Cydnidae	Hemíptera	Herbívoro	1
Rhopalidae	Hemíptera	Herbívoro	1
Chloropidae	Díptera	Herbívoro	126
Tipulidae	Díptera	Herbívoro	23
Agromyzidae	Díptera	Herbívoro	6
Cloropidae	Díptera	Herbívoro	3
Cynipidae	Hymenoptera	Herbívoro	91
Agaonidae	Hymenoptera	Herbívoro	1
Chrysomelidae	Coleóptera	Herbívoro	63
Ptilodactylidae	Coleóptera	Herbívoro	31
Silvanidae	Coleóptera	Herbívoro	7



Scolytinae	Coleóptera	Herbívoro	6
Cucujidae	Coleóptera	Herbívoro	5
Buprestidae	Coleóptera	Herbívoro	3
Eucnemidae	Coleóptera	Herbívoro	3
Mordellidae	Coleóptera	Herbívoro	3
Curculionidae: Scolytinae	Coleóptera	Herbívoro	2
Elateridae	Coleóptera	Herbívoro	2
Endomychidae	Coleóptera	Herbívoro	2
Tenebrionidae	Coleóptera	Herbívoro	2
Apioninae	Coleóptera	Herbívoro	1
Microlepidoptera	Lepidóptera	Herbívoro	48
Nymphalidae	Lepidóptera	Herbívoro	4
Hesperiidae	Lepidóptera	Herbívoro	2
Tettigonidae	Orthoptera	Herbívoro	38
Tridactylidae	Orthoptera	Herbívoro	15
Acrididae	Orthoptera	Herbívoro	7
Tetrigidae	Orthoptera	Herbívoro	1
Phlaeothripidae	Thysanoptera	Herbívoro	1
Thripidae	Thysanoptera	Herbívoro	1
Phoridae	Díptera	Saprofago	276
Ulidiidae	Díptera	Saprofago	98
Sciaridae	Díptera	Saprofago	54
Cecidomyiidae	Díptera	Saprofago	16
Lauxaniidae	Díptera	Saprofago	13



Otitidae	Díptera	Saprofago	12
Psychodidae	Díptera	Saprofago	12
Mycetophilidae	Díptera	Saprofago	10
Richardiidae	Díptera	Saprofago	10
Tephritidae	Díptera	Saprofago	9
Sphaeroceridae	Díptera	Saprofago	6
Clusiidae	Díptera	Saprofago	5
Drosophilidae	Díptera	Saprofago	5
Sepsidae	Díptera	Saprofago	5
Stratiomyiidae	Díptera	Saprofago	4
Calliphoridae	Díptera	Saprofago	3
Camillidae	Díptera	Saprofago	3
Diptera	Díptera	Saprofago	2
Micetophylidae	Díptera	Saprofago	2
Muscidae	Díptera	Saprofago	2
Dryomyzidae	Díptera	Saprofago	1
Scatopsidae	Díptera	Saprofago	1
Nitidulidae	Coleóptera	Saprofago	13
Phalacridae	Coleóptera	Saprofago	3
Byrrhidae	Coleóptera	Saprofago	1
Scarabaeidae	Coleóptera	Saprofago	1
Ectobiidae	Blattodea	Saprofago	31
Psocidae	Psocoptera	Saprofago	33
Lepidopsocidae	Psocoptera	Saprofago	5
Termitidae	Isoptera	Saprofago	21



Gryllidae	Orthoptera	Saprofago	3
Elisopcidae	Psocoptera	Saprofago	1
Dolichopodidae	Díptera	Depredador	259
Empididae	Díptera	Depredador	15
Hybotidae	Díptera	Depredador	3
Coccinellidae	Coleóptera	Depredador	62
Carabidae	Coleóptera	Depredador	19
Staphylinidae	Coleóptera	Depredador	9
Lycidae	Coleóptera	Depredador	7
Corylophidae	Coleóptera	Depredador	6
Lampyridae	Coleóptera	Depredador	3
Scidmaenidae	Coleóptera	Depredador	1
Anthocoridae	Hemíptera	Depredador	13
Reduviidae	Hemíptera	Depredador	4
Formicidae: Ponerinae	Hymenoptera	Depredador	14
Vespidae	Hymenoptera	Depredador	1
Chrysopidae	Neuróptera	Depredador	1
Mantispidae	Neuróptera	Depredador	1
Libellulidae	Odonata	Depredador	1
Araneidae	Araneae	Depredador	11
Salticidae	Araneae	Depredador	7
Araneae	Araneae	Depredador	4
Braconidae	Hymenoptera	Parasitoide	37
Bethylidae	Hymenoptera	Parasitoide	36
Encyrtidae	Hymenoptera	Parasitoide	33



Eulophidae	Hymenoptera	Parasitoide	22
Chalcididae	Hymenoptera	Parasitoide	18
Scelionidae	Hymenoptera	Parasitoide	16
Tachinidae	Díptera	Parasitoide	6
Diapriidae	Hymenoptera	Parasitoide	5
Platygastridae	Hymenoptera	Parasitoide	4
Eurytomidae	Hymenoptera	Parasitoide	3
Mymaridae	Hymenoptera	Parasitoide	3
Brentidae	Coleóptera	Parasitoide	2
Pteromalidae	Hymenoptera	Parasitoide	2
Eucoilidae	Hymenoptera	Parasitoide	1
Ichneumonidae	Hymenoptera	Parasitoide	1
Torymidae	Hymenoptera	Parasitoide	1
Ceratopogonidae	Díptera	Polinizador	133
Curculionidae	Coleóptera	Polinizador	31
Syrphidae	Díptera	Polinizador	2
Tenthredinidae	Hymenoptera	Polinizador	1
Formicidae	Hymenoptera	Omnívoro	211
Anthicidae	Coleoptera	Omnívoro	3
Culicidae	Díptera	Hematofago	1
Tabanidae	Díptera	Hematofago	6
Total de especímenes			3111

Conservación de colección húmeda de artrópodos asociados a palma aceitera. Después de identificar los artrópodos en las muestras provenientes de la Amazonia ecuatoriana, se lleva a cabo su conservación en frascos de vidrio con alcohol al 70%, conteniendo una etiqueta que posee los datos básicos de orden, familia, localidad, cultivo, fecha.



Durante este periodo se ha procedido a la extracción y consolidación de datos provenientes de las planillas de identificación de los artrópodos, a hojas de cálculo de Excel, con el objetivo de preparar un conjunto de datos estructurados para su subsiguiente análisis estadístico utilizando el software R y ANAFAU. Este proceso involucró la recopilación de información contenida en múltiples planillas, asegurando la integridad y coherencia de los datos para facilitar su posterior análisis cuantitativo riguroso.

En este periodo fue posible la elaboración de un borrador de artículo científico sobre la artrópofauna asociada a palma aceitera con evidencia de PC. Finalmente, en este periodo, también se ha colaborado con otras actividades propias del laboratorio del DPV- Entomología de la EEP.

Conclusiones:

La permanente capacitación y asistencia de parte del Dr. Cañarte, en el uso correcto de claves taxonómicas, y otros esquemas en el Laboratorio de Entomología de la EEP del INIAP, ha sido fundamental para el avance en la identificación de artrópodos asociados a plantas de palma aceitera con evidencia de enfermedades en la Amazonia ecuatoriana.

Durante este periodo, se procesaron 680 muestras recolectadas mediante red entomológica y trampas cromáticas (amarillas y azules) colocadas en los estratos superior e inferior de plantas de palma aceitera con evidencia de pudrición del cogollo. Las muestras provinieron de las colectas realizadas en las provincias de Orellana y Sucumbíos en la Amazonia ecuatoriana.

Durante este periodo, en total se han contabilizado 74 familias, agrupadas en nueve órdenes de artrópodos; correspondiente a las colectas con red entomológica en la Provincia de Orellana, siendo los órdenes Hemíptera, Coleóptera y Hymenoptera los más abundantes.

Durante este periodo, en total se han contabilizado 77 familias, agrupadas en 10 órdenes de artrópodos; correspondiente a las colectas con red entomológica en la Provincia de Sucumbíos, siendo los órdenes Hemíptera, Orthoptera y Araneae los más abundantes.

Durante este periodo, en total se han contabilizado 80 familias, agrupadas en 11 órdenes de artrópodos; correspondiente a las colectas con trampas cromáticas amarillas y azules ubicadas en los estratos superior e inferior de las plantas de palma con evidencia de enfermedades en la Provincia de Orellana, siendo los órdenes Díptera, Hemíptera y Coleóptera los más abundantes.

Durante este periodo, en total se han contabilizado 121 familias, agrupadas en 13 órdenes de artrópodos; correspondiente a las colectas con trampas cromáticas amarillas y azules ubicadas en los estratos superior e inferior de las plantas de palma con evidencia de enfermedades en la Provincia de Sucumbíos, siendo los órdenes Díptera, Hemíptera y Hymenoptera los más abundantes. Se contabilizaron en total 7254 especímenes de artrópodos, agrupadas en siete hábitos de alimentación; siendo los de hábito herbívoros, saprófagos y depredador los más abundantes.

Recomendaciones:

Conservar las muestras permanentemente con un buen nivel de alcohol con la finalidad de evitar su deterioro.

Mantener una colección húmeda de los artrópodos colectados en la Amazonía ecuatoriana como producto de esta investigación.

Evaluación de pruebas de patogenicidad de los agentes micóticos y bacterias de los aislados de *Rhynchophorus palmarum*

Antecedentes

La pudrición del cogollo (PC) emerge como desafío sanitario de gran relevancia en las plantaciones de palma africana en Ecuador. A pesar de los esfuerzos que investigan en el país, persiste la incesable a la etiología de esta enfermedad, como señala Chávez (1986). Se ha observado que *Rhynchophorus palmarum*, un coleóptero, se siente atraído por las lesiones provocadas por la enfermedad en los tejidos jóvenes de la palma, aunque no se ha confirmado su papel en la diseminación de la misma, según evidencias de Moreno et al. (2013). Además, otros artrópodos, como especies de la familia Tettigonidae, han sido asociados con plantas enfermas de PC, tal como menciona Torres et al. (2008). Esta relación entre artrópodos y la enfermedad plantea la necesidad de realizar investigaciones para comprender mejor su papel y contribuir al establecimiento de un programa de manejo sostenible de la enfermedad.

Metodología

El presente estudio se realiza en la EECA, en el laboratorio de Protección Vegetal, ubicada en la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas, latitud 00° 21' 31.2" S, longitud 76° 52' 40.1" W, altitud de 250 msnm.

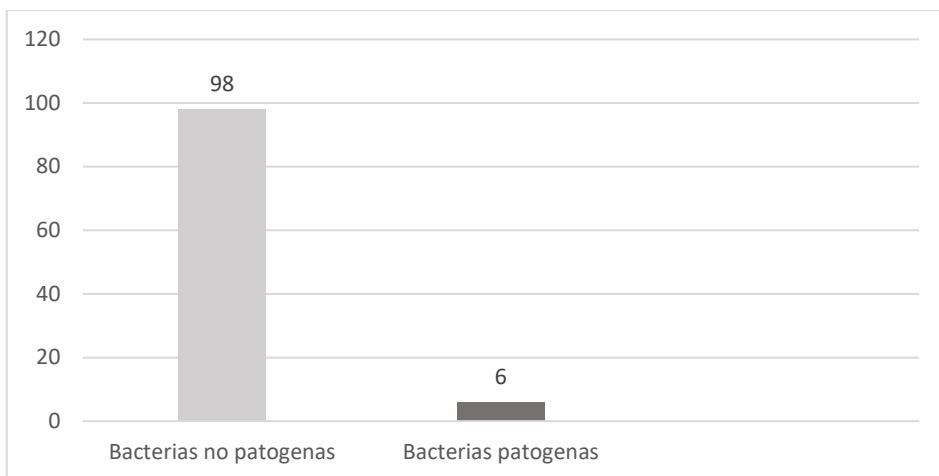
Pruebas de patogenicidad: Pudrición de tubérculo de papa donde se sumergir una papa en un vaso de precipitado que contenga etanol al 70% e hipoclorito de sodio al 1% V/V durante 15 min, dejar escurrir y secar la papa, bajo condiciones asépticas desinfectar superficialmente el tubérculo con etanol al 70%, posteriormente flamear, cortar dos rodajas de papa de aproximadamente 4 mm de grosor y colocarlas en una caja Petri de vidrio con una base de papel filtro, ambos previamente esterilizados, con un bisturí o cuchillo desinfectado o flameado, realizar una incisión en el centro de cada una de las rodajas de papa, se tomó con el asa bacteriológica, previamente flameada, un poco de la cepa bacteriana pura e inocular en el centro de una rodaja.

Hipersensibilidad en tabaco, bajo condiciones asépticas, preparar una suspensión bacteriana a una concentración de 1×10^8 UFC/mL (Unidades Formadoras de Colonias) e inocular en el envés de una hoja de tabaco con ayuda de una jeringa (Rodríguez, 2006).

Resultados

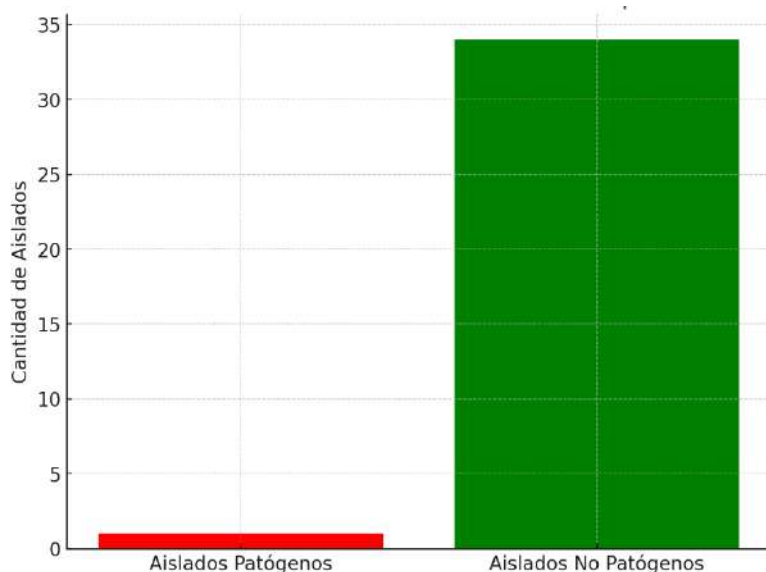
Se llevó a cabo las pruebas de patogenicidad de 104 aislados de bacterias mostrando que 98 bacterias no presentan patogenicidad y 6 bacterias muestran ser patógenas en papa, zanahoria y tabaco, figura 4.

Figura 1: Aislados de bacterias que presentaron ser patógenas y no patógenas.



La inoculación se realizó utilizando una suspensión de *Fusarium* spp. a una concentración de 1×10^{-7} UFC/mL. De los 35 aislados de *Fusarium* spp. evaluados, 34 no mostraron ningún efecto visible tras la inoculación. Sin embargo, uno de los aislados resultó ser patógeno en plantas de tomate, como se muestra en la figura 5.

Figura 2: Aislados de *Fusarium* spp. patógenos y no patógenos en plantas de tomate.



Conclusiones

Se dispone de 6 aislados de bacterias patógenas, procedentes de especímenes de *Rhynchophorus palmarum*.

Se dispone de un aislado de *Fusarium* sp. patógeno, procedentes de especímenes de *Rhynchophorus palmarum*.

Recomendaciones

Fortalecer el uso de control biológico, dado que el tratamiento T2 (eliminación de plantas afectadas + control biológico) mostró la menor incidencia de marchitez sorpresiva, se recomienda priorizar

esta estrategia en programas de manejo integrado de plagas en cultivos de palma aceitera, especialmente en regiones con alta prevalencia de la enfermedad.

Determinar la interacción de entre artrópodos, enfermedades de importancia económica.

Antecedentes

La palma de aceite en el Ecuador se ha constituido en uno de los principales rubros agroindustriales, mostrando un crecimiento sostenido debido a que es un cultivo provechoso y a la alta demanda del mercado de productos y subproductos de la palma de aceite (Carrillo et al., 2015).

El *Rhynchophorus palmarum* es una plaga potencialmente letal, se puede encontrar atacando palmas de todas las edades. Las larvas perforan la copa y el tronco realizando un túnel y la planta puede morir (Corley y Tinker, 2009).

El *R. palmarum* es un insecto muy móvil, capaz de recorrer en poco tiempo grandes distancias favorables para su alimentación y reproducción, y como muchos de su especie por lo general exhibe características como altas tasas de crecimiento y de fecundidad, cualidades excepcionales de dispersión, además de una amplia tolerancia ambiental (Hurtado, Rincón, y Martínez, 2009).

Objetivo específico del TDR (a): monitorear periódicamente trampas para *Rhynchophorus. Palmarum* en plantaciones de palma aceitera en dos localidades en estudio.

Se instalaron trampas para capturas de *R. palmarum*, en dos localidades donde están ubicados los ensayos de investigación de palma aceitera, las que se monitorean cada 21 días, en el periodo antes mencionado se realizó la contabilidad del número total de gualpas capturadas en cada evaluación.

Se realizó el cambio del sustrato alimenticio, (caña de azúcar) y melaza el cual funciona como atrayente. En estos 8 meses de evaluación se registró el número de gualpas capturadas, las cuales se detallan en las tablas 5 y 6, por localidad.

Se observó que, durante los meses evaluados entre marzo y octubre de 2025, la cantidad de insectos varió mensualmente. Además, se registraron las colectas realizadas, alcanzando un total de 330 gualpas, de las cuales 222 fueron hembras y 108 machos, tal como se detalla en la Tabla 5, correspondiente a la parroquia La Unión, sector El Almorzadero.



Tabla 1. Captura de *R. palmarum* en la localidad El Almorzadero.

Incidencia de <i>R.palmarum</i> ensayo El almorzadero 2025			
Mes	# de gualpas hembras capturadas	# de gualpas machos capturados	Total de insectos capturados
Marzo	70	31	101
Abril	13	8	21
Mayo	20	6	26
Junio	37	20	57
Julio	42	19	61
Agosto	27	7	34
Septiembre	1	3	4
Octubre	12	14	26
Total	222	108	330

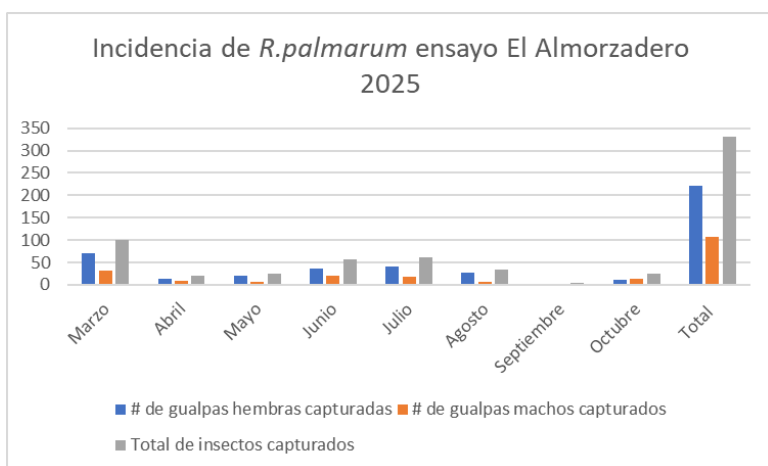


Figura 1. Numero de insectos capturados por mes en el lote del ensayo de Viche se observó que, durante los meses evaluados en el periodo mencionado, la cantidad de insectos varió mensualmente. Además, se registraron un total de 314 gualpas recolectadas, de las cuales 185 fueron hembras y 129 machos, tal como se muestra en la Tabla 6 del sector Viche.

Tabla 2. Captura de *R. palmarum* en la localidad Viche.

Incidencia de <i>R. palmarum</i> ensayo en Viche 2025			
Mes	# de gualpas hembras capturadas	# de gualpas machos capturados	Total de insectos capturados
Febrero	9	13	22
Marzo	18	9	27
Abril	39	24	63
Mayo	36	26	62
Junio	26	18	44
Julio	22	24	46
Agosto	14	6	20
Septiembre	16	3	19
Octubre	5	6	11
Total	185	129	314

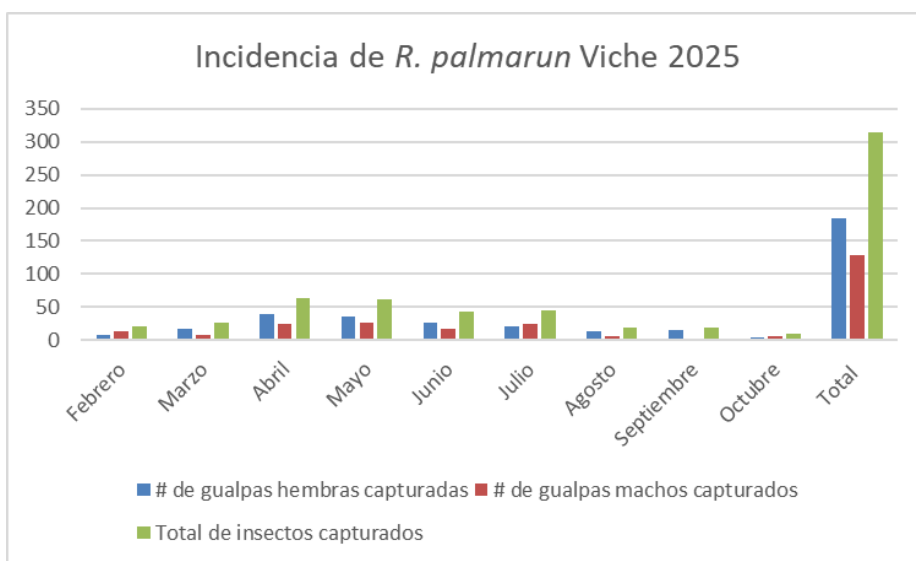


Figura 2. Numero de insectos capturados por mes.

Referencias

- Carrillo, M., Cevallos, V., Cedeño, C., Gualoto, W., Mite, F., Navarrete, M., . . . Zambrano, W. (2015). Manual del Cultivo de la Palma Aceitera (INIAP Ed.).
- Corley, R. H.V., y Tinker, P.B. (2009). La palma de aceite (E. Maldonado & F. Maldonado, Trans. B. P. Ltd Ed. Cuarta edición ed.).

Hurtado, R.E., Rincón, V.O. y Martínez, L.C. (2009). Análisis exploratorio de las capturas de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en lotes afectados por pudrición del cogollo en la zona occidental palmera colombiana. Revista Palmas, 30(3), 36-50.

Identificación de las principales plantas arvenses presentes en el cultivo de palma aceitera en dos localidades en estudio.

Antecedentes

La pudrición de cogollo (PC), es una enfermedad que destruye los tejidos de la planta de palma aceitera lo cual ha incidido en la pérdida de grandes extensiones de plantaciones de los países como Ecuador, Colombia, Brasil y Panamá. En el Ecuador se está reemplazando las plantaciones de Guineensis por híbridos interespecíficos OxG (Maldonado, 2022).

El híbrido OxG está siendo ofertado para los medianos y pequeños productores de palma debido a que presenta tolerancia a la pudrición de cogollo, también sin precoces en su floración después de haber sido llevados a siembra en campo (AGROSAVIA, 2021)

Objetivo

Determinación de las plantas arvenses en la localidad Viche y El Almorzadero en época seca y en época lluviosa.

En cumplimiento del literal 1 numeral 1y2 de termino de referencia TDR se realizaron 2 muestreos de plantas arvenses asociadas al cultivo de palma aceitera en 2 sectores de la provincia de Esmeraldas, los cuales se encuentran ubicados en el Cantón Quinindé – parroquia la Unión en el sector de El Almorzadero en el Predio de la Sra. Ada Córdova. Y en la Parroquia Viche perteneciente también al cantón mencionado, propiedad del Grupo Torres, esta actividad se la realizo en época seca y en época lluviosa en los meses de marzo y agosto del año 2025 A continuación, se detalla la representación de la toma de muestras de plantas arvenses asociadas con el cultivo de palma aceitera que fueron en las 2 localidades tabla 1 - 4.

Tabla 1. Diferentes plantas arvenses asociadas al cultivo de palma aceitera que fueron tomadas en el sector El Almorzadero en época lluviosa

N.º de muestras tomadas	Nombre de las plantas arvenses	Descripción de la planta arvenses	Imagen
1	Achochilla (<i>Momordica charantia</i>)	La <i>Momordica charantia</i> , conocida comúnmente como melón amargo o calabaza amarga, es una planta trepadora tropical de la familia de las cucurbitáceas. Es valorada tanto como alimento por su fruto amargo como por sus usos en la medicina tradicional para tratar la diabetes y otras afecciones, debido a compuestos como la charantina y las saponinas.	
1	Cola de gato (<i>Acalypha alopecuroides</i>)	Es una especie de planta perteneciente a la familia Euphorbiaceae. Son hiervas anuales, que alcanzan un tamaño de 20–60 (–90) cm de alto, erectas, generalmente ramificadas, es una especie común, que se encuentra mayormente en sitios alterados.	



1	Pegador malpica (<i>Achyranthes aspera</i>)	Es una planta dicotiledónea anual, semi - leñosa, erecta de 0.50 a 1.20 m de altura. Raíz pivotante. El tallo es erecto, ramificado, glabro y de color grisáceo. Las hojas son opuestas, delgadas, obovadas y elípticas, de 6 a 10 cm de longitud y son pecioladas. La inflorescencia es una espiga rígida y áspera, de 15 a 40 cm de largo con brácteas y dos espinas. Las flores son de color verde pálido, densas en el ápice y esparcidas en pares hacia la base. El fruto es una cápsula y las semillas son oblongas, de color rojo y espinosas. Se reproduce por semillas. Una planta puede producir hasta 3 000 semillas.	
1	Hierba agria (<i>Paspalum conjugatum</i>)	Es una especie gramínea tropical a subtropical, perenne de la familia de las poáceas, habita comúnmente en áreas abiertas y húmedas con estolones de hasta 3 m de largo; tallos ramificados, las ramas erectas de 20–50 (–100) cm de largo; entrenudos glabros, nudos glabros o pilosos.	



1	Planta de jardín (<i>Asystasia gangetica</i>)	Es un género de plantas con flores perteneciente a la familia Acanthaceae. Son hierbas ascendentes, con un tamaño de hasta 0.3 m de alto; tallos cuadrangulares, pilosos, hojas ovadas a deltoides, inflorescencias en racimos terminales, de hasta 13.5 cm de largo, flores en pedicelos hasta 2 mm de largo.	
1	Cuatro filos (<i>Hyptis lophanta</i>)	Especie nativa de Brasil. Planta dicotiledónea, anual, erecta, de hasta 1 m de altura. Raíz principal pivotante. Tallo cuadrangular con una línea tenue en el centro de cada lado, muy ramificado, dicotómico, con ramas ascendentes en ángulos de 45°, coloración verde y frecuentemente con pigmentación purpúrea; presenta cortos pelos hirsutos. Hojas simples, opuestas, de pares cruzados, pecíolos cuadrangulares muy cortos. Limbo membranáceo de forma irregular generalmente ovalado, de base cortamente atenuada o redonda y ápice agudo con el margen crenado. Inflorescencia en espigas terminales y axilares, largamente	



		pedunculadas, con flores sésiles y de hasta 12 cm de longitud.	
1	Locate de aguas (<i>Panicum trichoides</i>)	Plantas anuales estoloníferas, decumbentes y arigadas en los nudos apoyantes cañas erguidas de 10-60 cm de alto, ramificadas entre nudos oscuros densamente pilosos, vainas mas cortas que los entrenudos, especialmente papilosos, márgenes ciliados, ligulas membranas reducidas	
1	Matemaco (<i>Dymanio cordata</i>)	<i>Drymaria cordata</i> , una hierba anual con propiedades medicinales y de cobertura, y <i>Houttuynia cordata</i> , una planta con sabor a pescado y usos en cosmética, gastronomía y medicina. es una maleza que se puede encontrar en zonas húmedas.	
2	1 2 3 4 Escoba de monte 5 (<i>Sida rhombifolia</i>)	Es una planta selvática de tipo sufrútice erecta, de 1 m de alto, con ramas ascendentes; tallos puberulentos con los tricomas estrellados y diminutos, apareciendo farináceos y hojas más o menos lómbicas, 2,5-9,0 cm de largo, serradas distalmente, agudas u obtusas en el ápice, finamente purulentas en	



		ambas caras o glabrescentes en el haz; estípulas tubuladas, 5-6 mm de largo; pedicelos solitarios en las axilas y más o menos dispersos a lo largo del tallo	
2	Chancapiedra (<i>Phyllanthus niruri</i>)	Es una planta herbácea pequeña de hasta 50 cm, anual y silvestre de origen americano y que ahora puede encontrarse en muchas regiones del mundo.	
2	Trebol morado (<i>Oxalis barrelieri</i>)	Es un género grande dentro de este grupo que incluye más de 550 especies, como la <i>Oxalis barrelieri</i> .	
3	Pata de gallo (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	Es una especie de planta fanerógama de la familia de las poaceas, es una maleza, pasto herbáceo anual, común en terrenos cultivados, bordes de carretera y potreros. Las plantas de tienen raíces fibrosas y además presentan raíces en los nudos inferiores del tallo, el cual es generalmente rastrero y ramificado en la	



		base, teniendo de 3 a 10 dm de largo. Las hojas son lineales, en forma de lanzas, de 5 a 15 cm de largo y de 5 a 10 mm de ancho, con vainas pilosas hacia la base.	
3	Cabezona (<i>Cyperus diffomis</i>)	Es un <u>planta anual</u> de 2 a 6 <u>dm</u> de altura. El tallo es trígono, hojas bien desarrolladas. Tiene una inflorescencia en umbela con las espiguillas en glómérulos. Presenta glumas obovadas a suborbiculares, de hasta 2 mm de ancho, pardas, con la quilla más clara. Su forma biológica es un terófito. Gusta de suelos encharcado.	
5	Kudzu (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	Es una vigorosa enredadera de crecimiento rápido, que presenta potencial de degradar otras plantas por asfixia bajo una manta sólida de las hojas, por el anillado de tallos leñosos y troncos de los árboles, y rompiendo ramas arrancando árboles enteros y arbustos por la fuerza de su peso.	



5	Uchava (<i>Browalia Americana</i>)	Es una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia de las solanáceas, originaria de zonas tropicales de América Latina, desde México y el Caribe, al sur de Perú y Brasil	
5	Cabada de madera (<i>Hordelymus europaeus</i>)	Hordelymus es un género de plantas herbáceas perteneciente a la familia de las poáceas. Es originario de Eurasia.	
5	Ortiga (<i>Urtica dioica</i>)	La ortiga mayor (<i>Urtica dioica</i>) es una hierba cosmopolita de la familia de las Urticaceae originaria de Europa. La característica más conocida de esta ...	
8	Huevo de gato (<i>solanum glaucophyllum</i>)	Es una especie de planta tóxica de la familia de las Solanáceas.	



9	Jjurubeba (<i>solanum nigrum sendt</i>)	Esta planta, también conocida como hierba mora o tomatillo del diablo, se utiliza en medicina tradicional por sus propiedades antisépticas y antiinflamatorias, aunque es muy tóxica debido a la presencia de alcaloides como la solanina. Es crucial evitar el consumo de las partes de la planta, especialmente los frutos inmaduros, ya que pueden ser mortales, aunque en algunas regiones se consumen las hojas maduras y cocidas después de un tratamiento térmico que reduce su toxicidad.	
11	Praguay (<i>Richardia scabra</i>)	Es una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia rubiaceae, esta muy extendida y es nativa de las zonas cálidas de América del sur a menudo se encuentra en hábitats perturbados.	



12	Centavito (<i>Drimaria cordata</i>)	Es una especie de planta con flores de la familia Caryophyllaceae originaria de habitas húmedos en América Latina y África Latina y África y se a introducido en muchos lugares en los trópicos y subtrópicos.	
	Amor seco (<i>Bidens pilosa</i>)	Es una hierba anual con características como tallo cuadrado y hojas opuestas, lobuladas o divididas, que suele crecer hasta 1.5 m de altura. Sus flores se agrupan en inflorescencias tipo capítulo, con flores externas de lígulas blancas y flores internas amarillas.	

Tabla 2. Diferentes plantas arvenses asociadas al cultivo de palma aceitera que fueron tomadas en el sector El Almorzadero en temporada seca

N.º de muestras tomadas	Nombre de las plantas arvenses	Descripción de la planta arvenses	Imagen
-------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------



1	Grama fina (<i>Fimbristylis milioca</i>)	Es una especie del género <i>Fimbristylis</i> , perteneciente a la familia de las poáceas	
1	Pegador malpica (<i>Achyranthes aspera</i>)	Es una planta dicotiledónea anual, semi - leñosa, erecta de 0.50 a 1.20 m de altura. Raíz pivotante. El tallo es erecto, ramificado, glabro y de color grisáceo. Las hojas son opuestas, delgadas, obovadas y elípticas, de 6 a 10 cm de longitud y son pecioladas. La inflorescencia es una espiga rígida y áspera, de 15 a 40 cm de largo con brácteas y dos espinas. Las flores son de color verde pálido, densas en el ápice y esparcidas en pares hacia la base. El fruto es una cápsula y las semillas son oblongas, de color rojo y espinosas. Se reproduce por semillas. Una planta puede producir hasta 3 000 semillas.	

1	Grama (<i>Cynodon dactylon</i>)	También conocida como pasto de sofá en Australia y Nueva Zelanda es una planta de la familia Poaceae nativa del norte de África y sur de Europa.	
1	Chicoria (<i>Pseudelephantopus spicatus</i>)	Es originaria de México, Centroamérica esta especie se encuentra con frecuencia en las orillas de caminos en el trópico. Es resistente al pisoteo. Hojas alternas, a veces algunas basalmente agrupadas formando una roseta, con su parte más ancha hacia el ápice, de hasta 15 cm de largo y hasta 5 cm de ancho, con la base muy angosta y más o menos abrazando al tallo, con el margen ligeramente dentado; hacia el ápice las hojas son cada vez más pequeñas y angostas.	
1	Aramu (<i>Petiveria allicea</i>)	Petiveria es un género monotípico de plantas fanerógamas perteneciente a la familia Petiveriaceae. Su única especie, el anamú, es originaria de	



		Norteamérica, Centroamérica	
1	Cola de gato (<i>Acalypha alopecuroides</i>)	Es una especie de planta perteneciente a la familia Euphorbiaceae. Son hierbas anuales, que alcanzan un tamaño de 20–60 (–90) cm de alto, erectas, generalmente ramificadas, es una especie común, que se encuentra mayormente en sitios alterados.	
2	Boloncillo (<i>Spermacoce</i>)	Es un subarbusto o arbusto reconocido en la familia de las <u>Rubiaceae</u> . Es una planta medicinal cuyos extractos han demostrado diversas propiedades biológicas, como ser antiinflamatorios, antimicrobianos y antioxidantes. Aún se requieren más estudios para comprender completamente sus aplicaciones y beneficios.	
2	No me olvides (<i>Solanaceae</i>)	Las solanáceas son una familia de plantas herbáceas con las hojas alternas, simples y sin estípulas pertenecientes al orden Solanales, de las dicotiledóneas.	



		Comprende aproximadamente 98 géneros y unas 2700 especies, con una gran diversidad de hábito, morfología y ecología.	
2	6 7 Grama Orqueta 8 (<i>Rottboellia cochinchinensis</i>)	Es una especie herbácea de grandes dimensiones perteneciente a la familia de los pastos. Se caracteriza porque puede superar los 2 m	
3	Cabezona (<i>Cyperus luzulae</i>)	Es una especie nativa del continente americano, presentándose desde México hasta Argentina. Es una planta monocotiledónea, herbácea, perenne, rizomatosa, erecta, de 0.20 a 0.50 m de altura. Raíz fasciculada. Tallo triangular sin nudos, de color verde y glabro. Hojas basales e involucrales, en número de 5 a 6, las hojas involucrales son de igual tamaño que las basales y más largas que el tallo. Inflorescencia terminal, blanca - grisácea, en umbelas simples.	



5	Escoba roja <i>(Cuphura racemos)</i>	Es una planta sudamericana de la familia Lythraceae, comúnmente conocida como moradita o siete sangrías es una especie compleja con diversas variaciones morfológicas.	
7	Bella denoche <i>(Mirabilis jalapa)</i>	Es una especie de planta herbácea del género Mirabilis de la familia Nyctaginaceae; es la más cultivada, como planta ornamental.	
8	Epazotillo o (chivo) <i>(Hyptis verticillata)</i>	Es una planta originaria de América tropical, que habita en climas cálidos y semicálidos desde el nivel del mar hasta los 760 m de altitud, asociada a vegetación perturbada derivada de bosques tropicales subperennifolios y perennifolios. Se incluye en los ramos en que barre a las personas cuando se les realiza	



		una limpia para el mal aire.	
8	9 10 11 12 Escoba de monte 13 (<i>Sida rhombifolia</i>)	Es una planta selvática de tipo sufrútice erecta, de 1 m de alto, con ramas ascendentes; tallos puberulentos con los tricomas estrellados y diminutos, apareciendo farináceos y hojas más o menos lómbicas, 2,5-9,0 cm de largo, serradas distalmente, agudas u obtusas en el ápice, finamente purulentas en ambas caras o glabrescentes en el haz; estípulas tubuladas, 5-6 mm de largo; pedicelos solitarios en las axilas y más o menos dispersos a lo largo del tallo.	
8	Kudzu (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	Es una vigorosa enredadera de crecimiento rápido, que presenta potencial de degradar otras plantas por asfixia bajo una manta sólida de las hojas, por el anillado de tallos leñosos y troncos de los árboles, y rompiendo ramas arrancando árboles enteros y arbustos por la fuerza de su peso.	



11	Caminadora (<i>Rottboellia cochinchinensis</i>)	Es una es una gramínea anual erecta, que causa daños a cultivos anuales y perennes, e invade ambientes naturales, se ha observado en claros de bosques, desplazando a la vegetación nativa en vegetación abierta y también otras especies de pastos forrajeros más útiles en potreros. Sus tricomas causan hinchazón en personas y animales pudiendo causar infecciones.	
12	Moradita (<i>Vernonia cinerea</i>)	Es una especie de planta perenne de la familia Asteraceae	
13	Charao (<i>Eragrostis plana</i>)	Hierba perenne de hábito cespitoso, de 40 a 60 cm de alto; parte aérea y sistema radicular muy resistentes a la tracción mecánica, siendo difícil su extracción. Posee macollos erectos, subcomprimidos, achatados en la parte basal.	

Tabla 3. Diferentes plantas arvenses asociadas al cultivo de palma aceitera que fueron tomadas en el sector Viche en temporada lluviosa

1	Gramínea cansangente (<i>Hemolepis aturencis</i>)	Plantas estoloníferas de tallos erectos a ascendentes, que alcanza entre 20 y 45 cm de alto. Se distribuyen del sur de México a Bolivia y Brasil, Venezuela, Trinidad y Guyana. En Costa Rica se localiza en bosque muy húmedo y pluvial, áreas alteradas, pastizales, sabanas, dunas costeras y orillas de ríos	
1	Pegador malpica (<i>Achyranthes aspera</i>)	Es una planta dicotiledónea anual, semi - leñosa, erecta de 0.50 a 1.20 m de altura. Raíz pivotante. El tallo es erecto, ramificado, glabro y de color grisáceo. Las hojas son opuestas, delgadas, obovadas y elípticas, de 6 a 10 cm de longitud y son pecioladas. La inflorescencia es una espiga rígida y áspera, de 15 a 40 cm de largo con brácteas y dos espinas. Las flores son de color verde pálido, densas en el ápice y esparcidas en pares hacia la base. El fruto es una cápsula y las semillas son oblongas, de color rojo y espinosas. Se reproduce por semillas. Una planta puede producir hasta 3.000 semillas.	



1	Planta de jardín (<i>Asystasia gangética</i>)	Es un género de plantas con flores perteneciente a la familia Acanthaceae. Son hierbas ascendentes, con un tamaño de hasta 0.3 m de alto; tallos cuadrangulares, pilosos, hojas ovadas a deltoides, inflorescencias en racimos terminales, de hasta 13.5 cm de largo, flores en pedicelos hasta 2 mm de largo	
1	Cola de gato (<i>Acalypha alopecuroides</i>)	Es una especie de planta perteneciente a la familia Euphorbiaceae. Son hierbas anuales, que alcanzan un tamaño de 20–60 (–90) cm de alto, erectas, generalmente ramificadas, es una especie común, que se encuentra mayormente en sitios alterados.	
2	Escoba roja (<i>Cuphura racemos</i>)	Es una planta sudamericana de la familia Lythraceae, comúnmente conocida como moradita o siete sangrías es una especie compleja con diversas variaciones morfológicas.	
2	Arrocillo (<i>Echinochloa colonum</i>)	Es una planta anual cespitosa y herbácea que alcanza los 60 cm de altura con ramas postradas o ascendentes, nodosas y con hojas de 4-20 cm de longitud con 3-8 mm de ancho. Las inflorescencias en panícula de 2–12 cm de largo, racimos 5–10, de 0.7–3 cm de largo, simples; espiguillas en 4 hileras, 2.3–2.9 mm de largo,	



		agudas o apiculadas; gluma inferior 1–1.5 mm de largo.	
6	cortadera (<i>Cyperus difformis</i>)	Es un <u>planta anual</u> de 2 a 6 <u>dm</u> de altura. El tallo es trígono, hojas bien desarrolladas. Tiene una inflorescencia en umbela con las espiguillas en glomérulos. Presenta glumas obovadas a suborbiculares, de hasta 2 mm de ancho, pardas, con la quilla más clara. Su forma biológica es un terófito.	
10	Tolecitos (<i>Spermacose laevis</i>)	Es una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia rubiaceae, está muy extendida y es nativa de las zonas cálidas de América del sur a menudo se encuentra en habitas perturbadas.	
11	Bolas de gato (<i>Urena Lobata</i>)	Urena lobata es una especie de planta anual, variable, erecta de la familia de las malváceas.	

13	Naranjilla silvestre (<i>Solanum robustum</i>)	Solanum robustum es una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia de las solanáceas.	
13	Cuatro filos (<i>Hyptis lophanta</i>)	Especie nativa de Brasil. Planta dicotiledónea, anual, erecta, de hasta 1 m de altura. Raíz principal pivotante. Tallo cuadrangular con una línea tenue en el centro de cada lado, muy ramificado, dicotómico, con ramas ascendentes en ángulos de 45°, coloración verde y frecuentemente con pigmentación purpúrea; presenta cortos pelos hirsutos. Hojas simples, opuestas, de pares cruzados, pecíolos cuadrangulares muy cortos. Limbo membranáceo de forma irregular generalmente ovalado, de base cortamente atenuada o redonda y ápice agudo con el margen crenado. Inflorescencia en espigas terminales y axilares, largamente pedunculadas, con flores sésiles y de hasta 12 cm de longitud.	

Tabla 4. Diferentes plantas arvenses asociadas al cultivo de palma aceitera que fueron tomadas en el sector Viche en temporada seca



1	Pegador malpica (<i>Achyranthes aspera</i>)	Es una planta dicotiledónea anual, semi - leñosa, erecta de 0.50 a 1.20 m de altura. Raíz pivotante. El tallo es erecto, ramificado, glabro y de color grisáceo. Las hojas son opuestas, delgadas, obovadas y elípticas, de 6 a 10 cm de longitud y son pecioladas. La inflorescencia es una espiga rígida y áspera, de 15 a 40 cm de largo con brácteas y dos espinas. Las flores son de color verde pálido, densas en el ápice y esparcidas en pares hacia la base. El fruto es una cápsula y las semillas son oblongas, de color rojo y espinosas. Se reproduce por semillas. Una planta puede producir hasta 3 000 semillas.	
1	Arrocillo (<i>Echinochloa colonum</i>)	Es una planta anual cespitosa y herbácea que alcanza los 60 cm de altura con ramas postradas o ascendentes, nodosas y con hojas de 4-20 cm de longitud con 3-8 mm de ancho. Las inflorescencias en panícula de 2-12 cm de largo, racimos 5-10, de 0.7-3 cm de largo, simples; espiguillas en 4 hileras, 2.3-2.9 mm de largo, agudas o apiculadas; gluma inferior 1-1.5 mm de largo.	
1	Trepadora (<i>Ruellia Colombiana</i>)	Es una planta nativa de regiones tropicales húmedas, incluyendo Colombia, con propiedades medicinales y un fruto característico que "explota" al madurar.	

2	Boloncillo (<i>Spermacoce</i>)	Es un subarbusto o arbusto reconocido en la familia de las <u>Rubiaceae</u> . Es una planta medicinal cuyos extractos han demostrado diversas propiedades biológicas, como ser antiinflamatorios, antimicrobianos y antioxidantes. Aún se requieren más estudios para comprender completamente sus aplicaciones y beneficios.	
4	Frijol de monte (<i>Phaseolus lathyroides</i>)	Es una leguminosa nativa de América tropical y subtropical, conocida por sus flores de color rojo a púrpura, que se utilizan en algunos lugares para la alimentación animal y para enriquecer el suelo con nitrógeno.	
8	Golondrina (<i>Drymaria cordata</i>)	Es una maleza agresiva y tolerante a la sombra, presente en jardines, agricultura, pastizales y terrenos alterados en zonas.	

10	Pompo (<i>Leonatis nepetifolia</i>)	Es una especie de planta de la familia de las lamiáceas, nativa de las regiones tropicales de África y el sur de India. Llega a crecer hasta 3 m de altura, tiene flores de color naranja, rojo o morado con espinas pronunciadas.	
12	Trebol (<i>Galinsoga parviflora</i>)	Galinsoga parviflora es una especie de hierba de la familia Asteraceae originaria del oeste de América del Sur.	
12	Chancapiedra (<i>Phyllanthus niruri</i>)	Es una planta herbácea pequeña de hasta 50 cm, anual y silvestre de origen americano y que ahora puede encontrarse en muchas regiones del mundo.	
18	Elecho (<i>Pteridium aquilinum</i>)	Pteridium aquilinum, llamado por lo general helecho águila, es una especie de helecho perteneciente a la familia Hypolepidaceae.	

10.1.2 Mejoramiento Genético

Matriz de actividades:

Actividades planificadas	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Caracterizar agronómica, morfológica y molecular de accessiones de <i>Elaeis oleifera</i> colectadas en la Amazonía Ecuatoriana y la conservación de <i>Elaeis guineensis</i> en el Banco de germoplasma	– Evaluadas 33 accessiones y selección de al menos 10 plantas que presenten mejores características agronómicas a rendimiento de fruta fresca, aceite y tolerancia a plagas – Se habrán realizado por lo menos 10 cruzamientos entre las mejores plantas que presenten mayores rendimientos de fruta fresca, aceite y tolerancia a plagas – Se tendrá germinado 10 cruzamientos y plantas establecidos en vivero para sembrar en parcelas en agricultores, universidades o en predios de la EESD – Se tendrá al menos 3 cruzamientos de los progenitores Duras Guineensis establecidos en campo. – Se discriminará en fase de vivero materiales pisíferas en cruzamientos TxP mediante el uso de herramientas biotecnológicas.

Actividad 1. Caracterizar agronómica, morfológica y molecular de accessiones de *Elaeis oleifera* colectadas en la Amazonía Ecuatoriana y la conservación de *Elaeis guineensis* en el Banco de germoplasma.

Responsable :	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Morillo Velasteguí Luis Eduardo, Buitrón Bustamante Johanna Liseth, Zambrano Marcillo Silvia Madelein, Defaz Fierro Silvana Rosario, Hernández Saltos Darwin Roberto, Mala Zambrano Gregory Jair, Zurita Lapo María Gabriela
Nombre del proyecto que financió el estudio:	"Enfermedades Letales en la Palma aceitera en Ecuador"
Institución donante:	FIASA
Número de memorando:	INIAP-EESD_DIR-2021-0891- MEM

Información se encuentra desarrollada en el Hito 2 en las actividades del POA.

Caracterización agronómica, morfológica y molecular de accesiones de *Elaeis oleífera* colectadas en la Amazonia Ecuatoriana y la conservación de *Elaeis guineensis* en el Banco de Germoplasma.

Antecedentes

La palma aceitera, a nivel mundial, es uno de los cultivos de aceite más importantes, uno de los de más alto rendimiento, y segundo más consumido. Una de las principales limitantes de la producción de palma es la enfermedad conocida como pudrición de cogollo (PC). En Ecuador se registró por primera vez en 1974, en la ciudad de Santo Domingo, luego de lo cual se extendió hacia las laderas amazónicas, generando un efecto devastador que resultó en la pérdida de un alto porcentaje de las palmas. Los cultivos de palma se localizan principalmente en la región costa, siendo la provincia de Esmeraldas la que concentra el 44.37% (10 9405 ha) de las 24 6574 ha plantadas y que presenta una mayor área de cultivos afectada por PC (8 2948 ha) de acuerdo al último censo palmero en 2017 (Valarezo, 2022).

Se declaran como plagas a todo organismo que causa daño fisiológico a una planta. En caso de palma africana se presentan las siguientes enfermedades e insectos: Anillo rojo (AR), Marchitez letal (ML), Marchitez sorpresiva (MS), Pudrición del cogollo (PC), *Rhynchophorus palmarum*, y *Strategus aloeus*. (Carrillo *et al.* 2015). La Pudrición del cogollo (PC), es una enfermedad causada por *Phytophthora palmivora*. Puede presentarse en cualquier edad del cultivo. Anillo rojo-hoja corta, es causada por el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, cuyo vector es el insecto conocido como el picudo negro, *Rhynchophorus palmarum*. Marchitez letal (ML), es otra de las enfermedades que el vector del agente causante de la ML es el insecto conocido como el saltahoja de la palma, *Haplaxius crudus*, presente en todas las plantaciones. (FEDEPALMA, 2016).

La palmicultura moderna basa su competitividad en la siembra de materiales mejorados de alta producción. Más del 95% del área palmera en el país corresponde al híbrido intervarietal Tenera de la especie *Elaeis guineensis*, caracterizado por su elevada producción de racimos y tasa de extracción de aceite (ESSD, 2023). En la agroindustria, la rentabilidad de la palma gira en torno a maximizar la extracción de aceite. Este proceso depende tanto de la cantidad de racimos de fruta fresca producidos en el campo como de la eficiencia de la extracción en la planta. Para optimizar el rendimiento por hectárea y garantizar la sostenibilidad del cultivo, es fundamental incrementar la producción de racimos y mejorar continuamente la tasa de extracción de aceite. Esto implica evaluar constantemente la calidad de la fruta y los procesos industriales (Prada y Romero, 2012).

Tabla 1. Análisis de Fruit Set de los lotes de oleíferas de EESD.

LOTE	MES	N.- PLANTA	TOTAL
------	-----	------------	-------



1 ESTACION	JULIO	546, 586, 620, 589, 729, 658, 172, 332, 21, 64, 184, 130, 342, 385, 633, 8, 254, 658, 745, 263, 536, 154, 81, 340, 101, 661, 724, 617, 722, 798	31
	AGOSTO	562, 502, 520, 548, 15, 521, 219, 640, 246, 790, 751, 547, 744, 628, 659, 641, 593	17
	SEPTIEMBRE	122, 72, 745, 413, 90, 734, 72, 601	8
12 PEQUEÑO	JULIO	403, 16, 100, 418, 419, 476, 214, 196, 206, 275, 475	11
	SEPTIEMBRE	25, 332, 178	3
	NOVIEMBRE	130, 201, 356	3
1 PEQUEÑO	AGOSTO	79, 68, 87	3
	SEPTIEMBRE	43, 91, 48, 113	4
TOTAL DE RACIMOS:			80

Tabla 2. Análisis físico y químico de los diferentes lotes investigación de EESD realizados en los 10 meses.

LOTE	MATERIAL	NUMERO DE PLANTA	TOTAL DE RACIMOS REALIZADOS
1 ESTACION	OLEIFERA	ABRIL: 31, 393, 453, 412, 183, 68, 178, 432, 385, 38, 304, 275, 332, 492, 372	16
		MAYO: 296, 154, 189, 412, 372, 465, 454	7
		JUNIO: 355, 511, 280, 65, 540, 325, 606, 512, 506, 606	10
		JULIO: 548, 327, 316, 617, 254, 293, 601, 30	7
		AGOSTO: 86, 195, 240, 743, 757, 789, 725, 36, 481, 75, 413, 651, 797, 618, 784	15
		SEPTIEMBRE: 657, 543, 549, 588, 558, 727, 644, 166, 110	9
		OCTUBRE: 103, 581, 748, 416, 315	5
		NOVIEMBRE: 63, 457	2
		DICIEMBRE: 170, 150, 258, 80, 34, 383, 239, 378, 167, 425, 79, 323, 330	13
1 PEQUEÑO	OLEIFERA	FEBRERO: 50, 58	2
		AGOSTO: 48, 85, 79	3
		OCTUBRE: 82, 100	2
		NOVIEMBRE: 93, 62	2
		DICIEMBRE: 74, 98	2
12 PEQUEÑO	OLEIFERA	FEBRERO: 48, 62, 54, 330, 43, 322, 27, 284	8
		MARZO: 172, 1776	2
		MAYO: 305, 145, 168, 99, 65, 134, 368, 126	8

		JUNIO: 446, 409, 433, 435, 485, 432, 417, 312, 411, 294	10
		JULIO: 311, 275, 441, 272	4
		SEPTIEMBRE: 26, 282, 203, 102, 303, 341	6
		OCTUBRE: 29, 122, 440, 218, 291, 57, 72, 405, 291, 84	10
		NOVIEMBRE: 50, 7, 249, 154, 386, 336, 284, 298	8
INTERCALADO	OxG	MARZO: 479, 125, 207, 65, 206, 137, 335, 562, 378, 301, 448, 519	12
		ABRIL: 520, 450	2
		MAYO: 332	1
		AGOSTO: 271	1
		OCTUBRE: 433, 449, 380	3
		NOVIEMBRE: 129, 137	2
15		FEBRERO: 107, 69, 106	3
		MAYO: 69, 80, 106	3
6A2		JUNIO: 70, 44	2
		OCTUBRE: 126, 44, 71	3
7B		JUNIO: 71, 27, 7, 75	4
		SEPTIEMBRE: 120, 121	2
		OCTUBRE: 332, 114, 101	3
VICHE		SEPTIEMBRE: 124, 66, 63, 114	4
		OCTUBRE: 170, 115, 24, 133	4
TOTAL DE ANALISIS			200

Tabla 3. Listado de muestras de aceite recolectado y de análisis de tiempo de fusión de los ácidos grasos provenientes de las diferentes colectas de EESD

LOTE	MES	N.- PLANTA	TOTAL
1 ESTACION	ABRIL	100, 60, 741	3
	JUNIO	459, 154, 296, 332, 384, 372, 540, 511, 275, 355, 280, 325	12
	SEPTIEMBRE	90, 413, 122, 117	4
	OCTUBRE	414, 586, 89, 652	4
	DICIEMBRE	487, 386, 739, 277, 130, 652, 450, 294, 100, 170, 150	11
12 PEQUEÑO	ABRIL	455, 438, 117	3
	JUNIO	145, 446, 409, 435, 485	5

	SEPTIEMBRE	25, 178, 43	3
	OCTUBRE	57, 291, 122	3
	DICIEMBRE	184, 338, 396, 261, 441, 184, 425, 10	8
1 PEQUEÑO	ABRIL	86	1
	OCTUBRE	113, 91, 48	3
TOTAL DE 60 MUESTRAS			

Tabla 5. Detalle de reporte mensual de consumo de Éter de petróleo en el proceso químico de aceite de palma

Consumido de Éter de Petróleo	
MES	CANTIDAD CONSUMIDA ML
ENERO	0
FEBRERO	0
MARZO	1680
ABRIL	2090
MAYO	3480
JUNIO	0
JULIO	3240
AGOSTO	5640
SEPTIEMBRE	5310
OCTUBRE	5450
NOVIEMBRE	2800
TOTAL CONSUMIDO:	29690

Conclusiones y recomendaciones:

- Para el OE1, se cumplió con en el producto a) el procesamiento de 184 trampas de captura de *Rhynchophorus palmarum* de los diferentes lotes de ESSD.
- Para el OE2, se cumplió con el producto b) se presentó 3 de 3 registros de datos de la recolección incrementando la base de datos con el registro de recolección de muestras de racimos con características de peso y grado de madurez óptimas. El producto c) parte del OE2, se ejecutó con la cosecha de los lotes de investigación y se presentó una matriz mensual de datos de producción (peso y número de racimo) con registros por tratamiento de los materiales dispuestos en los ensayos de investigación del PPA de la EESD.
- El producto d) parte del OE2, se cumplió con 61 de 50 recopilaciones de datos procedentes de la evaluación de antesis en las inflorescencias femeninas de individuos seleccionados de diferentes accesiones de oleíferas de la EESD.
- Para el cumplimiento del OE3, con respecto al producto e) se realizó 80 análisis de proceso de "fruit set" y con respecto al producto f) se elaboró 1 informe de resultados de los análisis

de “fruit set” realizados en los racimos procedentes de los individuos evaluados en sus inflorescencias femeninas desde el periodo de antesis.

- Para el cumplimiento del OE4 con el producto g), se realizó 200 análisis físicos (separación de los componentes del racimo de palma; clasificación, muestreo y conteo de frutos; cocinado y prensado del fruto; decantación de muestras; registro de datos generados de las actividades de análisis físico) y 200 análisis químicos (separación de mesocarpio y nuez de los frutos muestreados; determinación de humedad de la muestra; molido de muestra de mesocarpio seco; toma de muestra de mesocarpio molido en 2 repeticiones por material, extracción de aceite por proceso Soxhlet.
- Se cumplió el OE5 del producto h), con 60 análisis de tiempo de fusión de ácidos grasos en muestras provenientes de los procesos de análisis y disponibles en el stock del Laboratorio de extracción de aceite de la EESD.
- Para el OE6, se cumplió con el producto i), se colectó 60 muestras de aceite debidamente identificadas, obtenidas de las diferentes accesiones de oleíferas de la EESD.
- El cumplimiento del OE7, correspondiente al producto j), se cumplió con la presentación de 1 informe sobre la presencia de las principales enfermedades en los lotes de colectas de oleíferas de la EESD, en el mes de julio de 2025.
- Para el OE8, con el producto k) se realizó 1 registro de participación como apoyo en la toma de datos para la evaluación de precocidad, altura de planta, emisión foliar en híbridos promisorios establecidos en 2023 en Finca Nueva de la EESD en el mes de abril de 2025.
- Para el OE9, con el producto l) se realizó 1 registro de participación como apoyo en la toma de datos para la evaluación del estado fitosanitario de híbridos promisorios establecidos en 2023 en Finca Nueva de la EESD en el mes de junio 2025.
- Para el cumplimiento del OE10, con el producto m), se realizó 11 reportes del uso de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización, que justifican el utilizado en el proceso de análisis químico de aceite de palma. Para el cumplimiento del OE11 producto n), se presentó 11 informes, 1 mensualmente en el que detallen las actividades llevadas a cabo durante el período correspondiente.

Identificación molecular de genotipos Pisífera en plantas provenientes de un cruzamiento de palma aceitera del INIAP

Antecedentes

La palma aceitera (*Elaeis guineensis*) es un cultivo de gran importancia económica mundial debido a su alta productividad y eficiencia en el uso del suelo (Murphy *et al.* 2021, Chiriaco *et al.* 2023, Bakewell-Stone 2023). El gen SHELL (Sh) juega un papel crucial en la determinación de características como el rendimiento de aceite y la resistencia a enfermedades. Investigaciones previas han demostrado que la identificación y selección de alelos específicos del gen Sh pueden mejorar significativamente los programas de mejoramiento genético de la palma aceitera (Astorkia *et al.* 2020, Singh *et al.* 2022).

El requerimiento de amplias extensiones de palma con fines experimentales es insostenible y su disminución se hace posible a través del uso de herramientas de Biología Molecular (López de Armentia 2017). Para que se simplifique la discriminación del material vegetativo que se espera obtener, se han creado primers diseñados especialmente para cada tipo de fruto (Ritter et al. 2016, Bakewell-Stone 2023). Se han llevado a cabo varias investigaciones para detección del gen SHELL. No obstante, resulta esencial emprender un análisis de validación de los marcadores reportados que posibilite discernir entre las distintas fuentes de Pisíferas y su posible aplicación (Astorkia et al. 2020).

En este contexto, resulta de importancia enfocarse en la identificación molecular de genotipos Pisífera en un cruzamiento de palma aceitera del INIAP, aplicando una técnica molecular eficiente y confiable para identificar estos genotipos en etapas tempranas de desarrollo, lo que permitiría acelerar los procesos de selección y mejorar la eficiencia de los programas de mejoramiento genético. Esta investigación se basa en estudios previos que han demostrado la utilidad de marcadores moleculares para identificar alelos específicos del gen Sh, utilizando la técnica específica Tetra primer ARMS-PCR que valide el cruzamiento e identifique los genotipos de interés en las progenies estudiadas.

Objetivos

Objetivo General.

Aplicar la técnica molecular Tetra primer ARMS-PCR para la identificación de genotipos Pisífera en un cruzamiento del Programa de Palma Africana del INIAP.

Objetivos específicos.

Realizar la validación del cruzamiento para confirmar la asignación genética de la descendencia.

Identificar genotipos Pisífera a través de la técnica molecular Tetra primer ARMS-PCR en las progenies en estudio.

Metodología

Obtención de muestras

Para abordar el objetivo uno, se extrajeron muestras de las descendencias de la población en estudio, se recolectaron diez gramos de tejido foliar de la parte apical de cada planta, en algunos casos del primordio foliar, y se almacenaron en bolsas herméticas previamente acondicionadas con 100 gramos de gel de sílice deshidratado para su secado y preservación.

Se complementó la recolección de las muestras con la toma de tejido del estípite de las plantas progenitores de la población del cruzamiento en estudio, estas muestras se envolvieron en papel aluminio y se sumergieron en nitrógeno líquido para conservar la muestra y evitar la degradación del tejido vegetal, tal y como lo describen Morillo y Miño Castro (2011).

Para el logro del objetivo dos, se utilizó el material genético proveniente de las mismas muestras colectadas para el objetivo uno para su posterior análisis.

Extracción, cuantificación y validación de ADN

Se extrajo ADN de material vegetal obtenido de las muestras de las plantas de la población en estudio (descendientes y progenitores). Para todas las muestras, tanto de tejido foliar tierno, como de muestras de pseudotallo de las plantas progenitoras, se pulverizó el tejido con nitrógeno líquido y se empleó el protocolo reportado por Souza et al. (2012), que consiste en lavados del tejido pulverizado con un tampón sorbitol rico en antioxidantes y para la extracción de ADN se utilizó solución de CTAB (Bromuro de Cetil Trimetil Amonio - detergente iónico).

Confirmación de la asignación genética en la descendencia mediante análisis de paternidad para validación del cruzamiento.

El proceso de genotipaje de las muestras de ADN validadas de palma, fueron amplificadas con diez marcadores microsatélites (SSRs) seleccionados (Bhagya et al. 2018). La preparación de la reacción de amplificación con la metodología M13-tailing se detallan en Morillo y Miño Castro (2011).

A partir de la preparación de geles de poliacrilamida al 3.5 %, se realizaron las corridas electroforéticas para la visualización de los productos amplificados en el analizador de ADN LI-COR 4300s con tampón TBE 1X. Los productos PCR se diluyeron con tampón de carga Blue Stop en proporción 1:1, se desnaturalizaron a 95 ° C durante 5 minutos y se cargaron 1 µL en el gel. Las imágenes de los geles obtenidos se analizaron y se registraron los datos con el software SAGA-GT.

Se realizó la lectura y depuración de los datos, se obtuvo una matriz de datos de genotipo para cada muestra analizada con cada primer SSR. Para el análisis estadístico, se empleó la matriz de datos genotípicos, en el programa Cervus 3.0, que permite realizar el análisis de parentesco en poblaciones de plantas y animales (Marshall et al. 1998).

Identificación de Pisíferas a través de la técnica molecular Tetra primer ARMS-PCR en las progenies en estudio.

Se empleó la técnica Tetra Primer ARMS-PCR, mediante amplificación multiplex, para identificar polimorfismos SNPs y generar un patrón de amplificación para la diferenciación de genotipos. Para ello se contó con primers específicos diseñados, según los lineamientos de Collins y Ke (2012). Para la amplificación de los productos PCR obtenidos de los 49 individuos provenientes del cruzamiento en estudio se eligió una de las combinaciones de los primers diseñados y probados, se llevó a cabo la PCR utilizando una solución de mezcla preelaborada GoTaq Master Mix Total Green (Promega, M712) de acuerdo a las recomendaciones de Medrano y De Oliveira (2014).

Resultados



Genotipado del cruzamiento TxP con marcadores microsatélites SSR. Los productos de amplificación obtenidos con metodología SSR-M13 se hacen visibles en el secuenciador LI-COR 4300s que utiliza electroforesis vertical en geles de acrilamida. El genotipado de las muestras se realizó con diez marcadores SSR, obteniendo una matriz de datos genotípicos para el análisis de asignación genética consiguiente, los resultados se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz de datos genotípicos para el análisis de asignación genética.

	mEgCl E246	mEgCl E246	mEgCl R217	mEgCl R217	mEgCl R3328	mEgCl R3328	mEgCl R0894	mEgCl R0894	SMG0 0156	SMG0 0156	mEgCl R0163	mEgCl R0163	mEgCl R0555	mEgCl R0555	mEgCl R0782	mEgCl R0782	mEgCl R1713	mEgCl R1713	mEgCl R2813	mEgCl R2813
PAD_229	258	288	198	198	159	171	180	188	252	269	145	147	220	220	159	159	254	258	218	218
MAD_545	248	258	198	216	159	171	184	186	269	269	131	147	220	220	187	189	246	250	210	210
c2p1	248	258	198	198	159	171	186	188	269	269	147	147	220	220	159	187	-1	-1	210	218
c2p2	248	258	198	216	159	159	184	188	269	269	131	147	220	220	159	189	250	258	210	218
c2p3	258	288	198	198	159	159	184	188	252	269	131	147	220	220	159	189	250	254	210	218
c2p4	248	258	198	216	171	171	180	184	269	269	147	147	220	220	159	187	250	258	210	218
c2p5	248	258	198	216	159	171	184	188	252	269	131	147	220	220	159	187	250	258	210	218
c2p6	248	258	198	216	171	171	186	188	252	269	147	147	220	220	159	187	246	254	210	218
c2p7	248	288	198	198	159	159	184	188	252	269	131	145	220	220	159	187	250	254	210	218
c2p8	248	258	198	198	171	171	184	188	252	269	147	147	220	220	159	189	250	258	210	218
c2p9	248	258	198	198	171	171	186	188	252	269	147	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p2_0	248	258	198	216	159	159	180	186	252	269	131	147	220	220	159	187	246	254	210	218
c2p2_1	258	258	198	198	159	171	186	188	269	269	131	147	220	220	159	187	250	254	210	218
c2p2_2	258	258	198	198	159	171	184	188	252	269	147	147	220	220	159	189	246	258	210	218
c2p2_3	248	258	198	198	171	171	184	188	252	269	147	147	220	220	159	187	250	258	210	218
c2p2_4	248	288	198	198	159	171	186	188	252	269	147	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p2_5	248	258	198	198	159	171	184	188	269	269	131	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p2_6	248	258	198	198	159	159	180	186	269	269	131	147	220	220	159	189	246	258	210	218
c2p2_7	258	258	198	198	159	159	184	188	252	269	147	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p2_8	248	258	198	198	159	159	186	188	269	269	131	147	220	220	159	187	246	254	210	218
c2p2_9	258	288	198	216	159	171	180	184	252	269	147	147	220	220	159	187	250	258	210	218
c2p3_0	258	258	198	198	159	171	186	188	252	269	147	147	220	220	159	187	246	254	210	218
c2p3_1	258	258	198	198	159	159	184	188	269	269	131	147	220	220	159	187	250	254	210	218
c2p3_2	258	258	198	198	159	159	180	184	269	269	131	147	220	220	159	187	250	254	210	218
c2p3_3	258	288	198	198	159	159	180	184	252	269	131	145	220	220	159	189	246	258	210	218
c2p3_4	258	258	198	198	159	171	184	188	252	269	131	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p3_5	248	258	198	198	159	171	-1	-1	252	269	131	145	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p3_6	258	258	198	198	159	171	-1	-1	269	269	147	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p3_7	258	288	198	198	159	171	180	186	269	269	147	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p3_8	258	258	198	198	159	159	180	184	269	269	147	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p3_9	248	258	198	216	159	171	180	186	269	269	147	147	220	220	159	187	246	254	210	218
c2p1_8	248	288	198	216	159	159	180	184	269	269	131	147	220	220	159	189	250	258	210	218
c2p1_9	248	258	198	198	159	159	184	188	269	269	131	147	220	220	159	187	250	258	210	218

9	248	288	198	216	159	159	180	184	252	269	131	145	220	220	159	189	250	258	210	218
c2p4																				
0	248	258	198	198	159	159	180	186	252	269	131	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p4																				
1	248	258	198	198	159	159	186	188	269	269	131	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p4																				
2	248	288	198	198	159	159	186	188	252	269	131	147	220	220	159	187	246	254	210	218
c2p4																				
3	248	288	198	198	159	159	184	188	269	269	131	147	220	220	159	189	246	254	210	218
c2p4																				
4	248	258	198	216	159	159	180	186	252	269	131	147	220	220	159	189	246	254	210	218
c2p4																				
5	258	288	198	198	171	171	180	184	269	269	147	147	220	220	159	187	246	258	210	218
c2p4																				
6	248	258	198	216	159	159	184	188	252	269	131	145	220	220	159	187	250	254	210	218
c2p4																				
7	248	258	198	198	171	171	180	188	269	269	147	147	220	220	159	189	250	254	210	218
c2p4																				
8	258	288	198	198	159	171	184	188	252	269	147	147	220	220	159	189	246	258	210	218
c2p4																				
9	258	288	198	216	159	171	186	188	269	269	147	147	220	220	159	187	246	254	210	218

De acuerdo a los resultados de datos del genotipado, se realizó un análisis de las frecuencias alélicas, obteniendo como Media (Mean) para la Frecuencia de Alelo Mayoritario (MAF) de 0,60484914 esto indica que el alelo más común en todos los marcadores utilizados, está presente en el 60,5 % de la población alélica. De acuerdo a la media de frecuencia alélica mayoritaria, es significativamente superior a 0,5 pero está lejos de 1, revelando un nivel moderado a alto de polimorfismo como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Matriz de análisis de frecuencias presentes en diez marcadores SSRs.

No.	Marker	Major Allele Frequency	Genotype No	Sample Size	No. of obs.	Allele No	Availability	Gene Diversity	Heterozygosity	PIC
1	megcie246	0,519607843	4	51	51	3	1	0,60380623	0,784313725	0,5301914
2	megcir217	0,833333333	2	51	51	2	1	0,27777778	0,333333333	0,2391975
3	megcir3328	0,647058824	3	51	51	2	1	0,4567474	0,392156863	0,3524383
4	megcir0894	0,326530612	6	51	49	4	0,9607843	0,73448563	1	0,6855752
5	smg00156	0,705882353	2	51	51	2	1	0,41522491	0,588235294	0,329019
6	megcir0163	0,696078431	4	51	51	3	1	0,45194156	0,509803922	0,3899589
7	megcir0555	1	1	51	51	1	1	0	0	0
8	megcir0782	0,5	4	51	51	3	1	0,61111111	0,980392157	0,5354938
9	megcir1713	0,32	6	51	50	4	0,9803922	0,7352	1	0,6863165
10	megcir2813	0,5	3	51	51	2	1	0,5	0,960784314	0,375
Mean		0,60484914	3,5	51	50,7	2,6	0,9941176	0,47862946	0,654901961	0,4123191

El valor medio de MAF 0,605 se correlaciona directamente con el valor medio del Contenido de Información Polimórfica (PIC), que es de 0,412. El PIC es un indicador de la utilidad de un marcador. Se muestra que los marcadores con baja MAF: megcir0894 con 0,326 y megcir1713 con 0,32 son los que expresan el PIC más alto: 0,686 y 0,685 respectivamente, haciéndolos altamente informativos. Por otra parte, los marcadores que expresan más alto MAF: megcir217 con 0,833 y smg00156 con 0,705 tienen los PIC más bajos 0,239 y 0,329 respectivamente.

La heterocigosidad observada fue mayor en cinco de los diez marcadores utilizados (megcie246, megcir0894, megcir0782, megcir1713 y megcir2813), variando entre el valor más alto 1 y 0,784. Para los marcadores smg00156 y megcir0163, ambos valores fueron similares, con unas diferencias de 0,588 y 0,509, respectivamente. Sin embargo, en el caso de los marcadores megcir217, megcir3328 y megcir0555 resultaron inferiores a 0,5 de heterocigosidad observada.



El genotipado de las muestras se realizó con diez marcadores SSR para el análisis de asignación genética. En la Figura 1, se observa la amplificación de las muestras de las progenies, analizados con dos marcadores, en uno de los geles obtenidos.

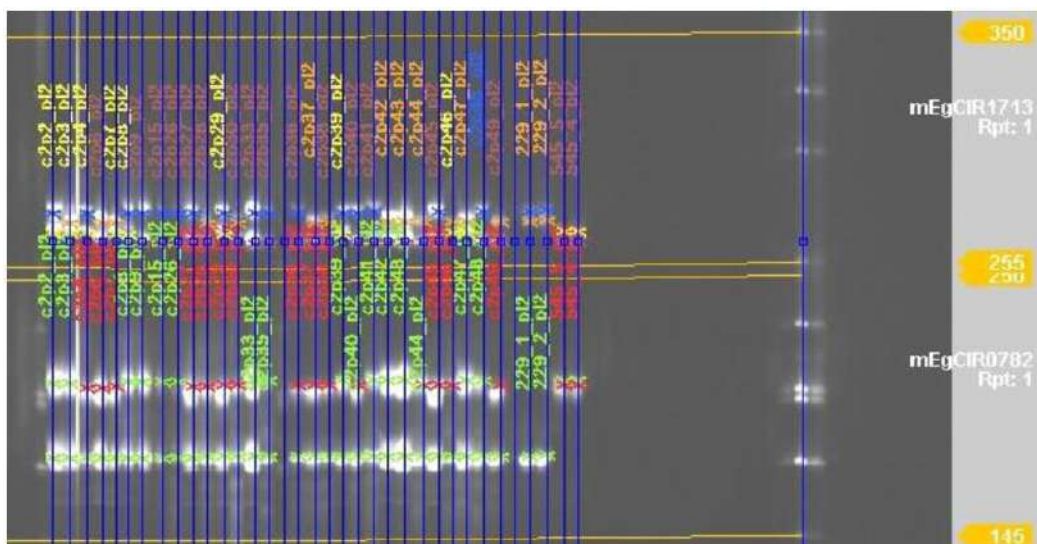


Figura 1. Fotodocumentación de corrida electroforética de las progenies, analizados con dos de los diez marcadores SSR (mEgCIR1713 y mEgCIR0782) en equipo LICOR 4300s.

Confirmación de la legitimidad del cruzamiento con análisis de asignación genética. Los resultados de corridas realizadas en el equipo LI-COR 4300S generó una matriz que fue ingresada en el programa SAGA-GT para el análisis y genotipado. Posteriormente los resultados son procesados en el programa CERVUS 3.0.

Los resultados del análisis de asignación genética con el programa CERVUS 3.0, el análisis identificó los casos de asignación genética en 100 % de información genética asignada a los dos progenitores del INIAP, los alelos de los progenitores siempre están presentes en todas las progenies, los resultados comparativos confirman que las plantas de la progenie corresponden a la cruce de los parentales.

En la Tabla 3 se detallan los resultados arrojados por el programa CERVUS 3.0 encontrados en los 49 individuos evaluados, la puntuación LOD/ DELTA LOD positiva significa una alta probabilidad de que el padre y la madre candidatos resulten en efecto los progenitores.

Tabla 3. Resultados de la asignación para diez progenies de la descendencia de un cruzamiento TxP del INIAP



Offspring ID	Loci typed	First candidate ID	Loci typed	Pair loci compared	Pair loci mismatching	Pair LOD score	Second candidate ID	Loci typed	Pair loci compared	Pair loci mismatching	Pair LOD score	Trio loci compared	Trio loci mismatching	Trio LOD score	Trio Delta	Trio confidence
c2p1	9	PAD_229	9	9	1	-5,24E+00	MAD_545	9	9	1	-4,06E+00	9	1	-3,91E+00	0,00E+00	*
c2p2	9	PAD_229	9	9	0	-3,23E+00	MAD_545	9	9	0	1,74E+00	9	0	2,29E+00	2,29E+00	*
c2p3	9	PAD_229	9	9	0	-8,55E-02	MAD_545	9	9	0	-9,69E-01	9	0	2,76E+00	2,76E+00	*
c2p4	9	PAD_229	9	9	0	-1,40E+00	MAD_545	9	9	0	1,01E+00	9	0	3,03E+00	3,03E+00	*
c2p5	9	PAD_229	9	9	0	-2,37E+00	MAD_545	9	9	0	7,20E-01	9	0	2,38E+00	2,38E+00	*
c2p6	9	PAD_229	9	9	0	-8,86E-01	MAD_545	9	9	0	3,52E-01	9	0	3,22E+00	3,22E+00	*
c2p7	9	PAD_229	9	9	0	2,08E+00	MAD_545	9	9	0	-1,46E+00	9	0	5,01E+00	5,01E+00	*
c2p8	9	PAD_229	9	9	0	-7,74E-01	MAD_545	9	9	0	-6,24E-02	9	0	2,42E+00	2,42E+00	*
c2p9	9	PAD_229	9	9	0	-7,74E-01	MAD_545	9	9	0	-7,25E-01	9	0	1,75E+00	1,75E+00	*
c2p10	9	PAD_229	9	9	0	-8,04E-01	MAD_545	9	9	0	-1,73E+00	9	0	7,14E-01	7,14E-01	*

Identificación de Pisíferas a través de la técnica molecular Tetra primer ARMS-PCR en las progenies en estudio. Del análisis de las amplificaciones realizadas a la población de TxP, a través del Tetra primer ARMS-PCR, resultó una matriz de datos binarios según se observa en la Tabla 4, por lo que la inferencia de estos genotipos se realizó mediante un análisis de presencia o ausencia de alelos asignados para genotipo Pisífera.

Tabla 4. Matriz de datos binarios de presencia o ausencia de alelos exclusivos para palmas *Pisíferas*

Offspring ID	PISÍFERA 602 bp y 357 bp	DURA 602 pb y 291 bp	TENERA 602 pb y 291 bp
C2P1	0	1	1
C2P2	0	1	1
C2P3	0	1	1
C2P4	0	1	1
C2P5	0	1	1
C2P6	0	1	1
C2P7	0	1	1
C2P8	0	1	1
C2P9	0	1	1
C2P10	0	1	1
C2P11	0	1	1
C2P12	0	1	1
C2P13	0	1	1
C2P14	0	1	1
C2P15	0	1	1
C2P16	0	1	1
C2P17	0	1	1
C2P18	0	1	1
C2P19	0	1	1
C2P20	0	1	1
C2P21	0	1	1
C2P22	0	1	1
C2P23	0	1	1
C2P24	0	1	1
C2P25	0	1	1
C2P26	0	1	1
C2P27	0	1	1
C2P28	0	1	1
C2P29	0	1	1
C2P30	0	1	1
C2P31	0	1	1
C2P32	0	1	1
C2P33	0	1	1
C2P34	0	1	1
C2P35	0	1	1
C2P36	0	1	1
C2P37	0	1	1
C2P38	0	1	1
C2P39	0	1	1
C2P40	0	1	1
C2P41	0	1	1
C2P42	0	1	1
C2P43	0	1	1
C2P44	0	1	1
C2P45	0	1	1
C2P46	0	1	1
C2P47	0	1	1
C2P48	0	1	1
C2P49	0	1	1

El análisis de las 49 progenies mediante Tetra primer ARMS-PCR indicaron una alta uniformidad en el perfil de patrones observados en las muestras analizadas. En la Figura 2 se observa uno de los geles obtenidos.

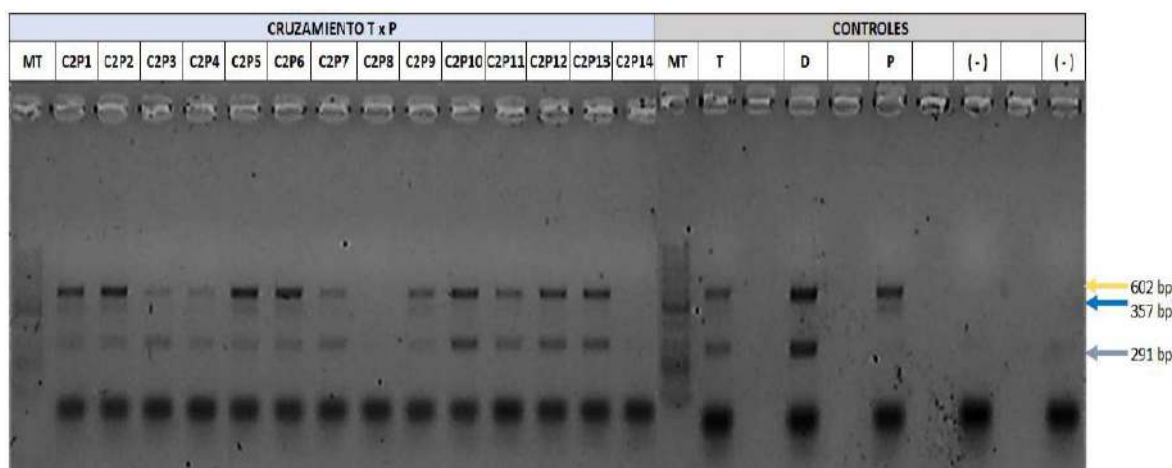


Figura 2. Resultado de corrida electroforética con Tetra primer ARMS-PCR en fotodocumentación, de acuerdo a los controles, las Teneras y Duras presentan dos amplicones 602 y 291 bp, mientras que para identificación de Pisíferas presentan dos amplicones 602 y 357 bp.

La técnica no reveló la presencia de genotipos Pisíferas, la no amplificación de patrones moleculares de Pisíferas, en la totalidad de muestras analizadas sugiere que la frecuencia de este genotipo en la población estudiada es nula. Los resultados fueron contrastados con tres controles correspondientes a genotipos Pisífera, Dura y Tenera del banco activo del INIAP-EESD. Este resultado obtenido se explica en la sección de discusión.

Conclusiones

Del genotipado del cruzamiento TxP con 10 marcadores microsatélites SSRs, se pudo concluir que los materiales son recombinantes en función de los progenitores analizados y el polimorfismo observado resultó de nivel moderado a alto, es decir los marcadores son informativos y el polimorfismo observado resultó eficiente para el análisis de asignación genética.

Del análisis de asignación genética se confirmó la legitimidad del cruzamiento TxP realizado en el INIAP. Los progenitores de la cruce se asignaron con 100 % de correspondencia para los 10 marcadores SSR analizados, y confirmaron a los materiales PAD_229-13A y MAD_545-4B como parentales de la progenie analizada.

Del análisis con la técnica Tetra primer ARMS-PCR se confirmó la identidad del genotipo Pisífera en el cruzamiento validando la detección, pero no identificó genotipos Pisífera en la progenie evaluada.

Recomendaciones



El estudio validó la utilización de la técnica Tetra primer ARMS-PCR en la progenie analizada, sin embargo, no detectó plantas Pisífera debido al sesgo del tamaño de muestra. Investigaciones futuras deberán incluir nuevos cruzamientos y un análisis de un número mayor de muestras (semillas).

Así mismo es recomendable explorar la secuenciación del gen Sh en el parental Pisífera que se utilice para descartar cualquier variabilidad que pudiera afectar la detección con los primers utilizados en este estudio.

El análisis con la técnica Tetra primer ARMS-PCR, propone una alternativa de método rápido y económico, haciéndolo factible y atractivo para el uso rutinario a gran escala. Será necesario un análisis de costos para su implementación como tecnología de selección de plantas tipo Pisífera en nuevos cruzamientos.

Referencias

- Astorkia, M; Hernández, M; Bocs, S; Ponce, K; León, O; Morales, S; Quezada, N; Orellana, F; Wendra, F; Sembiring, Z; Asmono, D; Ritter, E. (2020). Analysis of the allelic variation in the Shell gene homolog of *E. oleifera* and design of species specific Shell primers. *Euphytica* 216(1). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-019-2538-7>.
- Bakewell-Stone, P. (2023). *Elaeis guineensis* (African oil palm) (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://cabidigitallibrary.org>.
- Chiriaco, MV; Galli, N; Santini, M; Rulli, MC. (2023). Risk of deforestation and potential greenhouse gas emissions from vegetable oils' expansions for food use. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-10063>.
- Collins, A; Ke, X. (2012). Primer1: Primer Design Web Service for Tetra-Primer ARMS-PCR. *The Open Bioinformatics Journal* 6(1). DOI: <https://doi.org/10.2174/1875036201206010055>.
- López de Armentia. (2017). Mapeo por asociación mediante genes candidatos en Palmera de Aceite Africana (*E. guineensis* Jacq.) (en línea). s.l., s.e. Consultado 5 may 2024. Disponible en <http://hdl.handle.net/10810/28064>.
- Marshall, TC; Slate, J; Kruuk, LEB; Pemberton, JM. (1998). Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology* 7(5). DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.1998.00374.x>.
- Medrano, RFV; De Oliveira, CA. (2014). Guidelines for the tetra-primer ARMS-PCR technique development. *Molecular Biotechnology* 56(7). DOI: <https://doi.org/10.1007/s12033-014-9734-4>.
- Morillo, E; Miño Castro, GM. (2011). INIAP-Estación Experimental Santa Catalina (en línea). Quito, s.e. Consultado 26 may 2024. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/848>.
- Murphy, DJ; Goggin, K; Paterson, RRM. 2021. Oil palm in the 2020s and beyond: challenges and solutions. s.l., BioMed Central Ltd, vol.2. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43170-021-00058-3>.
- Ritter, E; de Armentia, EL; Erika, P; Herrero, J; Niggrum, YP; Santika, B; Endang, Y; Sarimana, U; Sembiring, Z; Asmono, D; Hernandez, M. 2016. Development of a molecular marker system

to distinguish shell thickness in oil palm genotypes. *Euphytica* 207(2). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-015-1553-6>.

Souza, HA; Muller, LA; Brandão, RL; Lovato, MB. 2012. Isolation of high quality and polysaccharide-free DNA from leaves of *Dimorphandra mollis* (Leguminosae), a tree from the Brazilian Cerrado. *Genetics and molecular research : GMR* 11(1). DOI: <https://doi.org/10.4238/2012.March.22.6>.

Caracterización molecular de plantas de palma aceitera americana (*Elaeis oleífera* H.B.K. Cortés) de tipo dura del banco de germoplasma de INIAP.

Antecedentes

Una de las limitantes en América del Sur para la producción de racimo de fruta fresca de palma especie *E. guineensis* es el problema fitosanitario denominado Pudrición de Cogollo (PC). Los Programas de Mejoramiento Genético en la búsqueda de genotipos tolerantes y/o resistentes a PC han encontrado en la palma aceitera americana (*Elaeis oleífera* H.B.K. Cortés) una alternativa para la obtención de híbridos interespecíficos que contrarrestan en campo la pérdida de plantas por este problema (Alvarado et al. 2013).

En este contexto el Programa de Palma Africana de la EESD del INIAP entre los años 2004 y 2009 en conjunto con personal del Malaysian Palm Oil Board investigadores de la EECA y EESC, colectaron semillas de plantas oleíferas en la amazonía ecuatoriana resultando un banco de recursos genéticos. Además, según registro del Programa de Palma Africana la introducción de palmas oleíferas en el INIAP inició en 1988, con la donación de semillas por parte de CORPOICA, actualmente AGROSAVIA, que han sido base para la creación de nuevas duras oleíferas con mejores características genéticas.

En el año 2022 se aprobó el Proyecto con el FIASA denominado “Enfermedades Letales en Palma Aceitera en Ecuador” donde se incluye la caracterización molecular de las plantas duras oleíferas que se encuentran en el banco de recursos genéticos de la EESD, por lo que el Departamento de Biotecnología de EESC ha realizado en este periodo la colecta de 260 muestras de las diferentes accesiones de oleíferas completando el muestreo.

Objetivos

Objetivo general.

Caracterizar molecularmente accesiones de palma aceitera dura oleífera conservadas en el banco de germoplasma de la EESD.

Objetivos específicos.

Caracterizar molecularmente accesiones de palma aceitera dura oleífera conservadas en el banco de germoplasma de la EESD.

Extraer y validar el ADN de las muestras colectadas.



Metodología

Características del sitio

La presente investigación se llevará a cabo en la EESD y en el laboratorio de Biología Molecular del Departamento Nacional de Biotecnología, localizado en la EESC del INIAP, cuyas ubicaciones se describen a continuación.

Provincia:	Pichincha	Santo Domingo
Cantón:	Mejía	La Concordia
Parroquia:	Cutuglagua	La Concordia
Sitio:	EESC	EESD
Altitud:	3057 m	235 m
Latitud:	00.3688340 S	0°0137,5" S
Longitud:	078.555596 W	79°2242,7" W

Factores en estudio

Número de bandas genotipadas y peso en pares de bases ordenadas en una matriz como resultado de la corrida electroforética con los marcadores moleculares microsatélites (SSR), utilizando la tecnología M13 Tailing en el equipo LI-COR® 4300s.

Unidad experimental

Representada por cada una de las muestras de ADN extraídas de los materiales de *Elaeis oleifera* para los análisis.

Manejo específico del experimento

Muestras biológicas: Durante el 2025 se completó la toma de muestras en la EESD y EECA con los que se concluyó con este proceso. El tejido foliar fue conservado en bolsas herméticas con 100 g sílica gel.

Avance de resultados

Un total de 260 muestras fueron colectadas en el año 2025, estas fueron trasladadas al Departamento de Biotecnología donde en el primer trimestre de 2026 serán analizadas.

A la fecha se ha realizado la extracción y validación de 40 muestras de ADN.

Referencias

Alvarado, A., Escobar, R., & Henry, J. (2013). El híbrido OxG Amazon: una alternativa para regiones afectadas por Pudrición del cogollo en palma de aceite. *Palmas*, 34, 305-314.

Zaki, N. M., Singh, R., Rosli, R., & Ismail, I. (2012). *Elaeis oleifera* genomic-SSR markers: exploitation in oil palm germplasm diversity and cross-amplification in Arecaceae. *International journal of molecular sciences*, 13(4), 4069-4088.

10.1.3 Epidemiología de la PC en palma aceitera

Matriz de actividades

Actividades planificadas	
Actividades	Indicador de Resultado
1. Curva de progreso y desarrollo de modelos de simulación de la PC en palma aceitera en zonas afectadas	– Se conocerá la curva de progreso y desarrollo de la PC en palma aceitera para la zona de Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas
2. Análisis espacial de la PC en zonas de influencia de la EESD	– Se determinará los mecanismos de dispersión de la PC

Actividad 1. Curva de progreso y desarrollo de modelos de simulación de la PC en palma aceitera en zonas afectadas.

Responsable:	Ortega Cedillo Digner Santiago
Colaboradores:	Vera Danilo, Defaz Silvana, Hernández Roberto, Zambrano Silvia, Mala Gregory, Zurita Gabriela, Mendoza Jacinto
Nombre del proyecto que financió el estudio:	“Enfermedades Letales en la Palma aceitera en Ecuador”
Institución donante:	FIASA
Número de memorando:	INIAP-EESD_DIR-2021-0891- MEM

Introducción

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) constituye uno de los cultivos perennes de mayor importancia económica en las regiones tropicales, con amplia expansión en Asia, África y América Latina. En Ecuador, el cultivo ha adquirido especial relevancia en la provincia de Esmeraldas, particularmente en el cantón Quinindé, donde ha transformado el sistema agrícola local y generado una fuerte dependencia económica y social del monocultivo palmero (Montero-de-la-Cueva & Caicedo-Aldaz, 2022).

No obstante, esta especialización productiva ha incrementado la vulnerabilidad del sistema frente a enfermedades devastadoras, entre las cuales la pudrición de cogollo (PC) se reconoce como la más

destruictiva. La PC ha sido responsable de la pérdida de extensas áreas de palma aceitera en América tropical, provocando colapsos productivos y económicos en Colombia, Ecuador, Brasil y Surinam (De Franqueville, 2003; Torres et al., 2016). En Ecuador, se estima que la superficie afectada supera las 90.000 ha, con pérdidas acumuladas superiores a 150 millones de dólares y un impacto directo sobre la estabilidad socioeconómica de las zonas palmeras (Intriago et al., 2023).

El desarrollo y progreso de la PC están fuertemente condicionados por factores ambientales propios del trópico húmedo, como altas precipitaciones, temperaturas elevadas y drenaje deficiente, los cuales favorecen la producción de esporangios, la liberación de zoosporas y la reinfección recurrente del cogollo (MAG–INIAP, s. f.). A estos factores se suman elementos de manejo agronómico, como la permanencia de plantas enfermas en campo y el uso de materiales genéticos susceptibles, que incrementan la presión de inóculo y aceleran el avance epidémico (Tupaz-Vera et al., 2021).

A pesar de la magnitud del problema, en el cantón Quinindé la mayoría de decisiones de manejo frente a la PC se han basado en observaciones empíricas o medidas reactivas, sin contar con análisis epidemiológicos cuantitativos que describan la dinámica temporal de la enfermedad bajo condiciones locales. En este contexto, el presente estudio se orientó a caracterizar la dinámica epidemiológica de la pudrición de cogollo en dos plantaciones comerciales del cantón Quinindé,

Antecedentes

La pudrición de cogollo ha sido reconocida desde hace décadas como una de las principales limitantes sanitarias de la palma aceitera en América Latina. Brotes severos registrados desde finales del siglo XX han demostrado su capacidad para causar pérdidas masivas de plantas y el abandono de extensas áreas productivas (De Franqueville, 2003). En Ecuador, la enfermedad se reporta desde la década de 1970 y ha mostrado una expansión progresiva en la franja occidental del país, particularmente en zonas de alta concentración palmera como Quinindé.

Diversos estudios han documentado que la PC presenta un comportamiento epidemiológico típico de enfermedades políciclicas, con múltiples ciclos de infección favorecidos por ambientes húmedos y cálidos. En estos sistemas, la velocidad de incremento de la incidencia y la acumulación del daño están estrechamente relacionadas con la presión de inóculo, la susceptibilidad del hospedero y la persistencia del patógeno en el agroecosistema (Campbell & Madden, 1990; Madden et al., 2007).

En el cantón Quinindé, la PC ha generado profundas transformaciones productivas. La severidad de las epidemias ha impulsado procesos de reconversión agrícola, principalmente hacia cacao, como respuesta al colapso sanitario y económico de plantaciones de palma aceitera (Intriago et al., 2023). Sin embargo, estos procesos se han dado sin una base epidemiológica sólida que permita identificar etapas de la epidemia, niveles de riesgo relativo o diferencias entre localidades y materiales genéticos.

Estudios recientes destacan que la susceptibilidad de los materiales Guineensis es generalmente mayor frente a la PC, mientras que los híbridos interespecíficos Oleífera × Guineensis presentan, en promedio, una menor predisposición epidemiológica, aunque no una resistencia completa (Torres

et al., 2016; Barcelos et al., 2015). Estas diferencias genéticas, combinadas con factores ambientales y de manejo, pueden dar lugar a escenarios epidemiológicos contrastantes dentro de una misma región.

En este contexto, el análisis epidemiológico cuantitativo, basado en indicadores como incidencia, área bajo la curva de progreso de la enfermedad y tasa aparente de infección, constituye una herramienta fundamental para comprender la dinámica de la PC y orientar estrategias de manejo adaptadas a cada escenario productivo (Vanderplank, 1963; Jeger, 2004).

Objetivos

Objetivo general.

- Caracterizar la dinámica espacio-temporal de la pudrición de cogollo en dos plantaciones comerciales de palma aceitera del cantón Quinindé, mediante el análisis de la incidencia, la carga epidémica acumulada y la tasa aparente de infección, con el fin de generar insumos técnicos para el manejo fitosanitario de la enfermedad.

Objetivos Específicos.

- Cuantificar la incidencia trimestral de la pudrición de cogollo en las plantaciones de Viche y El Almorzadero durante el periodo comprendido entre 2022 y 2025.
- Estimar la severidad de la enfermedad en las dos localidades
- Comparar el riesgo relativo de la pudrición de cogollo entre Viche y El Almorzadero y analizar sus implicaciones epidemiológicas y de manejo.

Metodología

Área de estudio

El estudio se desarrolló en dos plantaciones comerciales de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) ubicadas en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, Ecuador. La zona corresponde a un clima húmedo tropical, caracterizado por precipitaciones elevadas y temperaturas medias altas durante todo el año, condiciones que favorecen el desarrollo y la dispersión de patógenos asociados a la pudrición de cogollo. Las localidades evaluadas fueron la parroquia Viche y el sitio El Almorzadero, parroquia La Unión, ambas representativas de áreas con alta presión histórica de la enfermedad.

Características de las parcelas y material vegetal

En la localidad de Viche se evaluó una plantación establecida en septiembre de 2018, compuesta por materiales híbridos Oleífera × Guineensis. La parcela estuvo conformada por 180 plantas distribuidas con un marco de plantación de 9 × 9 m, bajo un sistema de tres bolillos. La ordenación

espacial consistió en seis columnas con treinta plantas cada una, lo que permitió un seguimiento epidemiológico completo a escala de parcela.

En El Almorzadero se evaluó una plantación establecida en el año 2021, conformada por materiales comerciales tipo Tenera (*Elaeis guineensis*). En esta localidad se monitorearon 163 plantas bajo manejo agronómico convencional del productor. Los materiales Guineensis son considerados de susceptibilidad moderada a alta frente a la pudrición de cogollo, lo que incrementa la probabilidad de una progresión epidémica acelerada bajo condiciones ambientales favorables.

En ambas localidades se adoptó un enfoque censal, considerando a cada planta como unidad de evaluación, sin replicación experimental formal. Este diseño es apropiado para enfermedades letales y de rápida progresión, donde la pérdida de la unidad productiva es irreversible y el interés principal es describir la dinámica real de la epidemia en condiciones de finca.

Manejo agronómico

El manejo agronómico de las parcelas se mantuvo conforme a las prácticas habituales implementadas por cada productor, incluyendo fertilización, control de malezas, manejo de drenajes, podas sanitarias y labores culturales generales. No se aplicaron tratamientos experimentales ni medidas diferenciadas de control fitosanitario durante el periodo de evaluación, con el objetivo de caracterizar la dinámica natural de la enfermedad sin interferencias externas.

Esquema de muestreo y frecuencia de evaluación

Las evaluaciones fitosanitarias se realizaron de forma trimestral desde el cuarto trimestre de 2022 hasta el cuarto trimestre de 2025. En cada evaluación se inspeccionó la totalidad de las plantas de cada parcela, registrando la condición sanitaria individual de cada palma. Este esquema generó una serie temporal continua y suficientemente extensa para el análisis del progreso epidémico y la estimación de indicadores acumulativos.

Diagnóstico fitosanitario de la pudrición de cogollo

El diagnóstico de la pudrición de cogollo se basó en la observación de síntomas característicos de la enfermedad, incluyendo pudrición acuosa o fétida del cogollo, colapso de hojas jóvenes con apariencia de “sombilla”, necrosis del tejido meristemático y muerte progresiva de la corona. Con base en estos criterios, cada planta fue clasificada en una de dos categorías: planta sana o planta afectada por pudrición de cogollo.

Evaluación de la severidad de la enfermedad

En las plantas diagnosticadas como afectadas se evaluó la severidad de la enfermedad mediante una escala ordinal de cinco categorías, donde 0 correspondió a plantas sin síntomas, 1 a plantas con síntomas iniciales, 2 a daño moderado del cogollo, 3 a colapso severo del cogollo y 4 a plantas

muertas o con destrucción total del meristemo apical. La severidad fue registrada de manera individual para cada planta afectada en cada evaluación trimestral.

Variables epidemiológicas analizadas

La variable central del estudio fue la incidencia de la pudrición de cogollo, calculada como el porcentaje de plantas afectadas respecto al total de plantas evaluadas en cada localidad y periodo de evaluación. A partir de la incidencia se estimó la proporción de plantas afectadas, utilizada para los análisis epidemiológicos posteriores.

Se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad como un indicador de la carga epidémica acumulada en cada localidad, integrando la proporción de plantas afectadas y el tiempo transcurrido entre evaluaciones mediante el método trapezoidal.

Adicionalmente, se ajustó un modelo logístico linealizado al progreso temporal de la incidencia, con el fin de estimar la tasa aparente de infección para cada localidad. La pendiente del modelo representó la velocidad de incremento de la enfermedad a lo largo del tiempo.

Finalmente, se estimó el riesgo relativo de la enfermedad entre El Almorzadero y Viche, comparando la incidencia observada en ambas localidades durante los mismos periodos de evaluación, como medida de la probabilidad relativa de afectación.

Procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron organizados en series temporales por localidad y procesados mediante análisis descriptivo y epidemiológico. Se construyeron curvas de progreso de la enfermedad, se calcularon los indicadores epidemiológicos y se interpretaron los resultados desde un enfoque comparativo entre localidades. Dado que el estudio se basó en poblaciones censales sin replicación experimental, el análisis se centró en la interpretación epidemiológica de los patrones observados, más que en pruebas estadísticas inferenciales clásicas.

Resultados

Incidencia de la pudrición de cogollo

La incidencia de la pudrición de cogollo mostró un incremento progresivo en ambas localidades durante el periodo de evaluación comprendido entre 2022 y 2025, aunque con diferencias marcadas en la magnitud y velocidad de avance de la epidemia.

En la localidad El Almorzadero, la incidencia se incrementó desde valores iniciales de 17,18 % en el primer trimestre de 2023 hasta alcanzar 67,48 % en el cuarto trimestre de 2025. Este comportamiento evidenció un progreso epidémico acelerado y sostenido, con un aumento acumulado cercano a 50 puntos porcentuales en el periodo evaluado. El incremento más

pronunciado se registró durante los primeros trimestres de evaluación, lo que sugiere una rápida expansión inicial de la enfermedad asociada a una alta presión de inóculo y a la susceptibilidad del material vegetal.

En la localidad de Viche, la incidencia fue considerablemente menor durante todo el periodo de estudio. Los valores aumentaron desde 2,78 % en el cuarto trimestre de 2022 hasta 22,22 % en el cuarto trimestre de 2025. Aunque la tendencia fue claramente ascendente, la velocidad de incremento fue más moderada y no se evidenció una fase de saturación de plantas susceptibles durante el periodo evaluado.

La comparación entre localidades mostró que El Almorzadero presentó incidencias superiores a Viche en todos los trimestres analizados, con diferencias crecientes hacia el final del periodo, lo que indica un escenario epidemiológico más severo en la primera localidad.

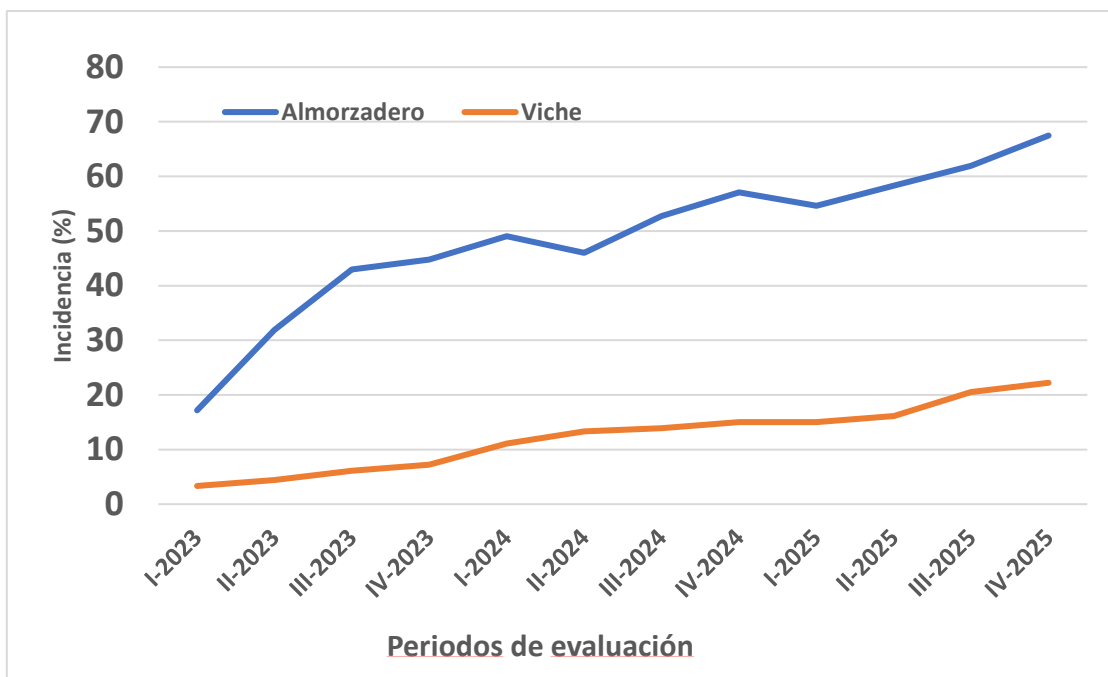


Figura 1.- Incidencia de la PC durante dos años de evaluación en las localidades de Viche y el Almorzadero

Severidad de la enfermedad

La severidad de la pudrición de cogollo aumentó de manera progresiva en ambas localidades, reflejando una intensificación del daño en las plantas afectadas conforme avanzó la epidemia.

En El Almorzadero, los valores promedio de severidad pasaron de niveles bajos en las primeras evaluaciones a valores elevados durante los años 2024 y 2025, situándose predominantemente en las categorías correspondientes a daño severo del cogollo, colapso del meristemo apical o muerte

de la planta. Este patrón indica que la mayoría de las plantas afectadas evolucionaron rápidamente hacia estados avanzados de la enfermedad.

En Viche, la severidad también alcanzó valores elevados en las plantas enfermas, con promedios similares a los observados en El Almorzadero durante las evaluaciones finales. No obstante, dado que el número de plantas afectadas fue menor, la carga total de daño acumulado en la parcela fue inferior.

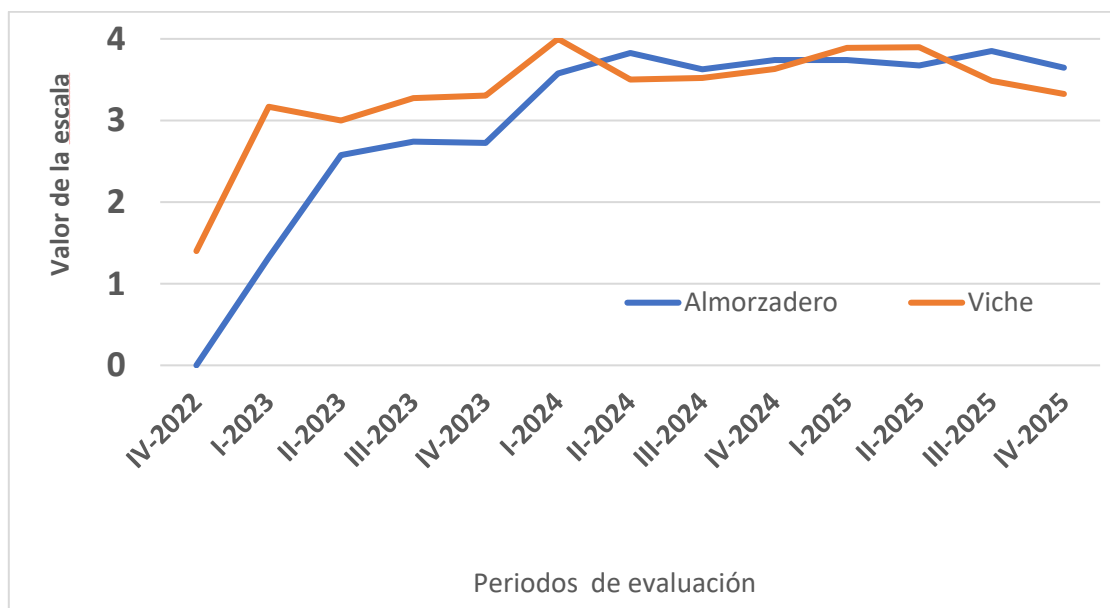


Figura 2.- Severidad de la PC durante dos años de evaluación en las localidades de Viche y el Almorzadero

Estos resultados indican que, aunque la severidad a nivel de planta fue comparable entre localidades, la principal diferencia epidemiológica estuvo determinada por la proporción de plantas afectadas.

Área bajo la curva de progreso de la enfermedad

El análisis del área bajo la curva de progreso de la enfermedad permitió cuantificar la carga epidémica acumulada en cada localidad integrando la incidencia y el tiempo.

Para la incidencia, el valor de AUDPC en El Almorzadero fue de aproximadamente 5,42 unidades proporción trimestre, mientras que en Viche fue de 1,39. Esto indica que la carga epidémica acumulada en El Almorzadero fue cerca de cuatro veces mayor que la registrada en Viche durante el periodo de estudio.

El análisis del AUDPC asociado a la severidad mostró una tendencia similar, con valores acumulados considerablemente más altos en El Almorzadero, confirmando una mayor intensidad y persistencia del daño en esta localidad.

Tasa aparente de infección

El ajuste del modelo logístico al progreso temporal de la incidencia permitió estimar la tasa aparente de infección en ambas localidades. En El Almorzadero se obtuvo una tasa aproximada de 0,62 $\text{logit}\cdot\text{año}^{-1}$, mientras que en Viche la tasa estimada fue de aproximadamente 0,76 $\text{logit}\cdot\text{año}^{-1}$.

Estos valores sugieren que, aunque la epidemia en El Almorzadero se encontraba en una fase más avanzada y con mayor proporción de plantas afectadas, la velocidad relativa de incremento de la enfermedad en Viche fue comparable e incluso ligeramente superior, lo que indica una epidemia activa en expansión.

Riesgo relativo entre localidades

El riesgo relativo calculado como la razón entre la incidencia de El Almorzadero y la de Viche fue consistentemente mayor que uno durante todo el periodo de evaluación. No obstante, se observó una tendencia decreciente del riesgo relativo a lo largo del tiempo, reflejando que la incidencia en Viche fue aumentando de manera progresiva y reduciendo la brecha epidemiológica entre ambas localidades.

Este comportamiento sugiere que, aunque El Almorzadero mantuvo una mayor probabilidad de afectación durante todo el periodo, la situación epidemiológica en Viche evolucionó hacia un escenario de mayor riesgo relativo conforme avanzó la epidemia.

Conclusiones

La Pudrición del Cogollo (PC) presentó un comportamiento epidemiológico diferenciado entre las dos localidades, determinado principalmente por las condiciones ambientales y edáficas, confirmando la influencia crítica del ambiente en el desarrollo de la enfermedad.

La localidad con mayor precipitación y deficiente drenaje registró una mayor incidencia y progresión más rápida de la PC, mientras que en la localidad con mejores condiciones de drenaje la enfermedad se mantuvo más focalizada y de avance lento.

En ambas localidades, la enfermedad mostró una distribución espacial agregada, con formación de focos que actuaron como centros de dispersión secundaria, destacando la importancia del manejo temprano de focos.

El incremento de la PC estuvo asociado a periodos de alta humedad, lo que permite identificar momentos críticos para el monitoreo y la intervención oportuna.

Los resultados confirman que el manejo de la PC debe basarse en estrategias diferenciadas por localidad, sustentadas en análisis epidemiológicos, para reducir el riesgo de epidemias y las pérdidas productivas.

Recomendaciones

Se recomienda implementar estrategias de manejo diferenciadas según el escenario epidemiológico identificado en cada localidad. En El Almorzadero, donde la enfermedad se encuentra en una fase avanzada y con alta carga epidémica acumulada, es prioritario fortalecer las acciones de manejo integrado, incluyendo la eliminación oportuna de plantas severamente afectadas, la reducción de la presión de inóculo y el mejoramiento de las condiciones de drenaje y manejo sanitario del cultivo.

En la localidad de Viche, donde la epidemia se encuentra en una fase de expansión temprana, se recomienda intensificar las actividades de monitoreo fitosanitario y detección temprana, con el fin de limitar la transmisión interplanta y retrasar el avance de la enfermedad. La adopción de medidas preventivas oportunas resulta clave para evitar la transición hacia un escenario de alta incidencia.

Se sugiere considerar la selección y uso de materiales genéticos con menor predisposición epidemiológica a la pudrición de cogollo, especialmente en nuevas plantaciones o procesos de renovación, como una estrategia de mediano y largo plazo para reducir el riesgo sanitario.

Es recomendable incorporar el análisis epidemiológico como una herramienta permanente dentro de los programas de manejo fitosanitario del cultivo de palma aceitera en el cantón Quinindé, utilizando indicadores como incidencia, progreso temporal y carga epidémica acumulada para la toma de decisiones técnicas.

Finalmente, se recomienda utilizar la información generada en este estudio como base para el diseño de modelos de riesgo local, la planificación territorial del cultivo y la formulación de estrategias integradas de manejo de la pudrición de cogollo, articuladas entre productores, instituciones técnicas y autoridades del sector agrícola.

Referencias

- Barcelos, E., Rios, S. de A., Cunha, R. N. V., Lopes, R., Motoike, S. Y., Babiychuk, E., Skirycz, A., & Kushnir, S. (2015). Oil palm natural diversity and the potential for yield improvement. *Frontiers in Plant Science*, 6, 190. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00190>
- Bergamin Filho, A., & Amorim, L. (2011). Epidemiology of plant diseases. En G. M. G. Lima, J. M. Michereff, & M. J. Dalla Pria (Eds.), *Plant disease epidemiology* (pp. 3–21). Springer.
- Campbell, C. L., & Madden, L. V. (1990). *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley & Sons.
- De Franqueville, H. (2003). Oil palm bud rot in Latin America. *Experimental Agriculture*, 39(3), 225–240. <https://doi.org/10.1017/S0014479703001263>
- García-Gaona, M., Botero-Rozo, D., Araque, L., & Romero, H. M. (2024). The dynamic interaction between oil palm and *Phytophthora palmivora* in bud rot disease: Insights from

- transcriptomic analysis and network modelling. *Journal of Fungi*, 10(3), 164.
<https://doi.org/10.3390/jof10030164>
- Intriago, F., Intriago, F., & Intriago, M. (2023). Reconversión de cultivo: de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) a cacao (*Theobroma cacao*) en Quinindé, Ecuador. *Ideas y Voces*, 3(2), 68–82.
<https://doi.org/10.60100/bciv.v3i2.111>
- Jeger, M. J. (2004). Analysis of disease progress as a basis for evaluating disease management practices. *Annual Review of Phytopathology*, 42, 61–82.
<https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.42.040803.140427>
- MAG–INIAP. (s. f.). Guía técnica para el manejo de la pudrición de cogollo en palma de aceite. Ministerio de Agricultura y Ganadería / Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador.
- Madden, L. V., Hughes, G., & van den Bosch, F. (2007). *The study of plant disease epidemics*. APS Press.
- Montero-de-la-Cueva, A. M., & Caicedo-Aldaz, J. (2022). Efectos económicos y sociales del monocultivo de la palma africana en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. *Revista Economía y Política*, 19(2), 45–67.
- Nutter, F. W. (1997). Quantifying the temporal dynamics of plant virus epidemics: A review. *Crop Protection*, 16(7), 603–618. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(97\)00033-4](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(97)00033-4)
- Shaner, G., & Finney, R. E. (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67, 1051–1056.
- Torres, G. A., Sarria, G. A., Varón, F., Coffey, M. D., Elliott, M. L., & Martínez, G. (2016). Bud rot caused by *Phytophthora palmivora*: A destructive emerging disease of oil palm. *Phytopathology*, 106(7), 739–748. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-15-0243-RVW>
- Tupaz-Vera, A., Ayala-Díaz, I. M., Rincón, V., Sarria, G., & Romero, H. M. (2021). An integrated disease management of oil palms affected by bud rot results in shorter recovery times. *Agronomy*, 11(10), 1995. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101995>
- Vanderplank, J. E. (1963). *Plant diseases: Epidemics and control*. Academic Press.