



CONFERENCIA NACIONAL SOBRE PALMA DE ACEITE

Un encuentro para vivir el
conocimiento e impulsar
la agroindustria

Método de polinización asistida y concentración de ANA “ácido naftalenacético”, una decisión importante en la productividad de la palma híbrido OXG

Autores: Gustavo Rosero Estupiñán

Sofia Murillo - Fredy López



35
AÑOS

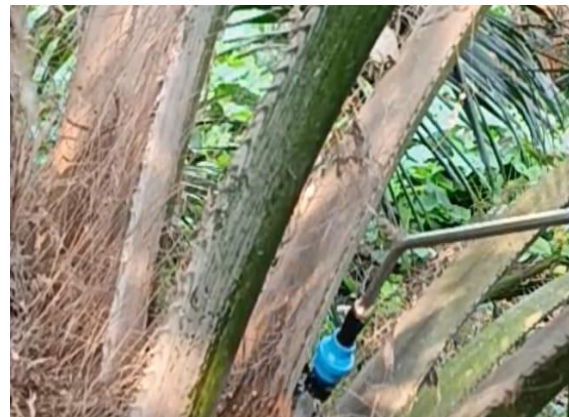


Villavicencio, Parque Las Malocas

22 al 24
de septiembre

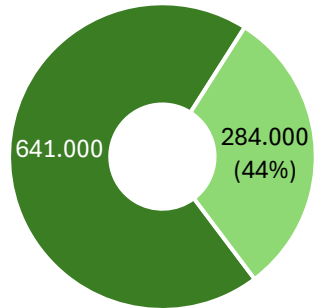
20
26

Justificación



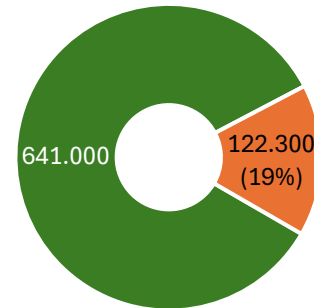
Justificación

Área sembrada palma Colombia



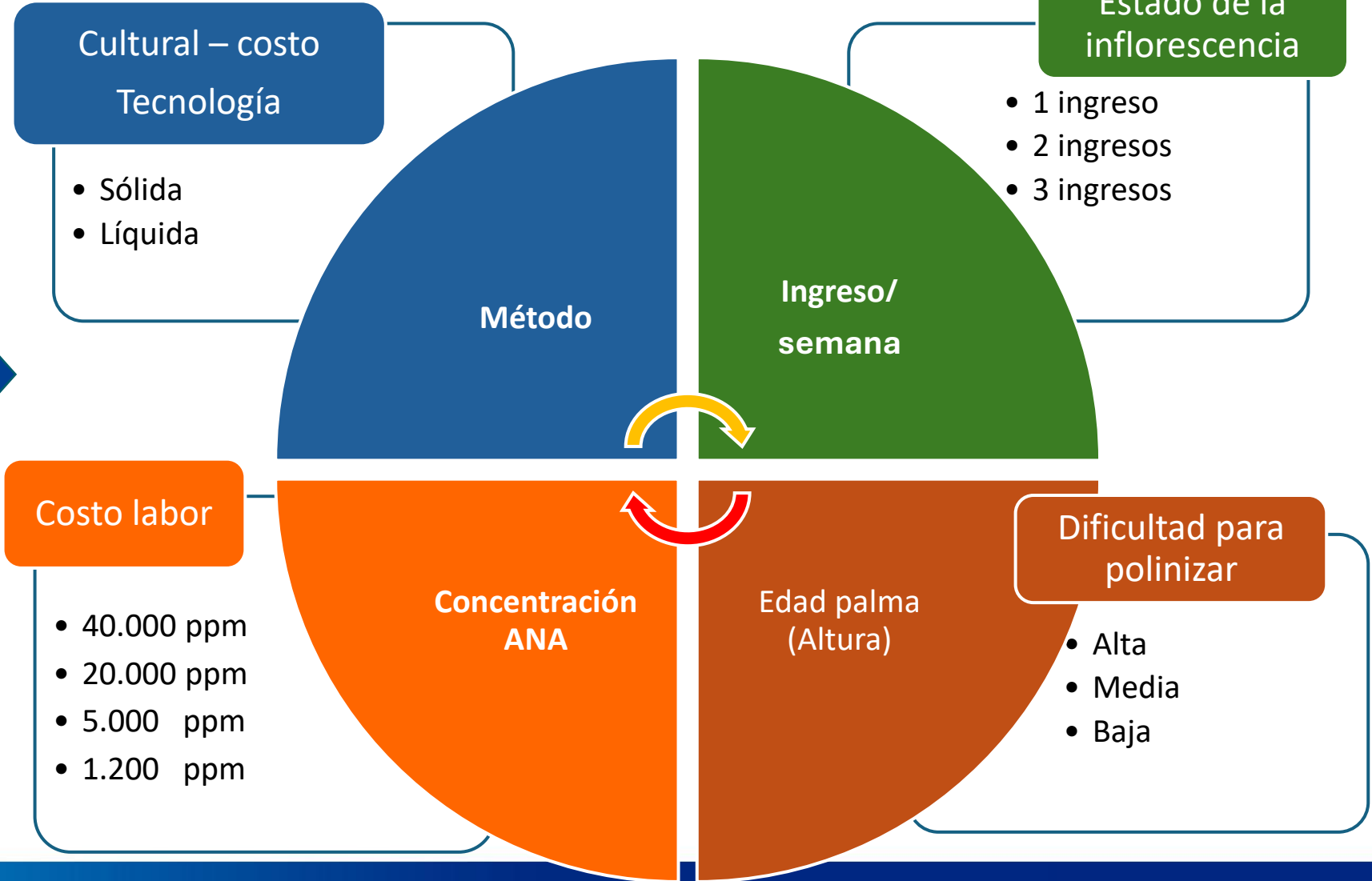
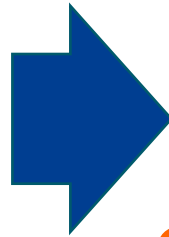
■ Colombia ■ Zona Oriental

Área sembrada palma Híbrido OxG



■ Colombia ■ Híbrido OxG

Fedepalma, 2025



Objetivos

- Comparar los pesos de racimos y sus conformaciones externas en los tratamientos evaluados, en las diferentes localidades.
- Determinar diferencias en los parámetros de conformación de los racimos.
- Cuantificar el potencial de aceite en cada metodología.
- Evaluar el efecto de la interacción de los tratamientos con la edad de las palmas (altura), sobre el peso y aceite calculado.

Metodología

Localización y material vegetal.

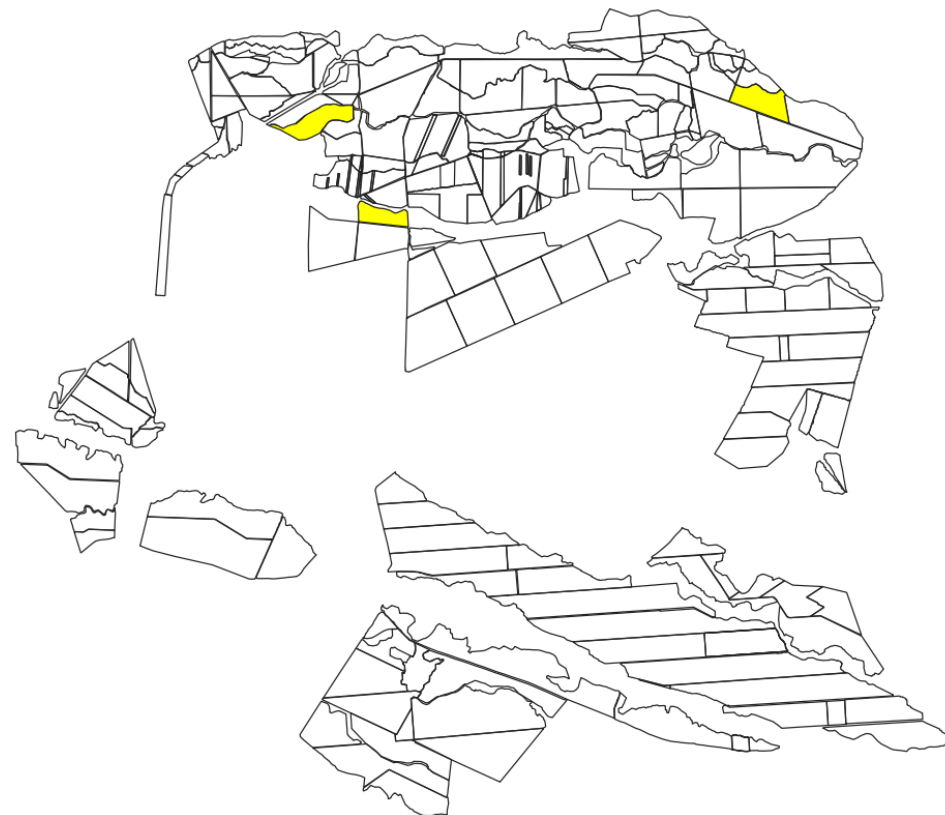
Altitud	Precipitación	Temperatura	HR
			
msnm 308	mm 3200	°C 25 -29	% 72 - 77

Lote		Siembra	Altura	Altura palma (m)	Has
47	Yopalito	2001	Palma alta	4,3 ± 0,51	4,42
22B	Visos	2009	Palma media	3,3 ± 0,38	4,33
73	Pepita	2021	Palma baja	0,9 ± 0,20	4,36

Cultivar: Híbrido OxG (Coarí x La Mé)

Densidad: 128 palmas/ha

Hacienda La Cabaña



Metodología

Tratamientos

Tratamiento	Método	Descripción	Concentración (ppm)	Dosis ANA (mg) o (cc)/ inflorescencia
T1 	Polinización líquida	PL-1.200	1.200	180-250
T2 	Polinización sólida	PS-40.000	40.000	240
T3 	Polinización sólida	PS-20.000	20.000	120
T4 	Polinización sólida	PS-5.000	5.000	30

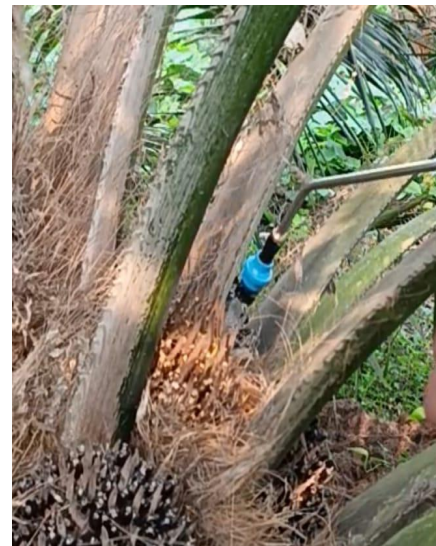
**Ingresos de polinización: 2 veces por semana
3 aplicaciones por inflorescencia**

Diseño experimental: completamente al azar
Tratamientos: 4
Repeticiones: 11 - 7
Localidades: 3 (lotes – altura diferente).
Unidad experimental: Líneas de palmas
Unidad de muestreo: Racimos

Método de polinización

Líquida

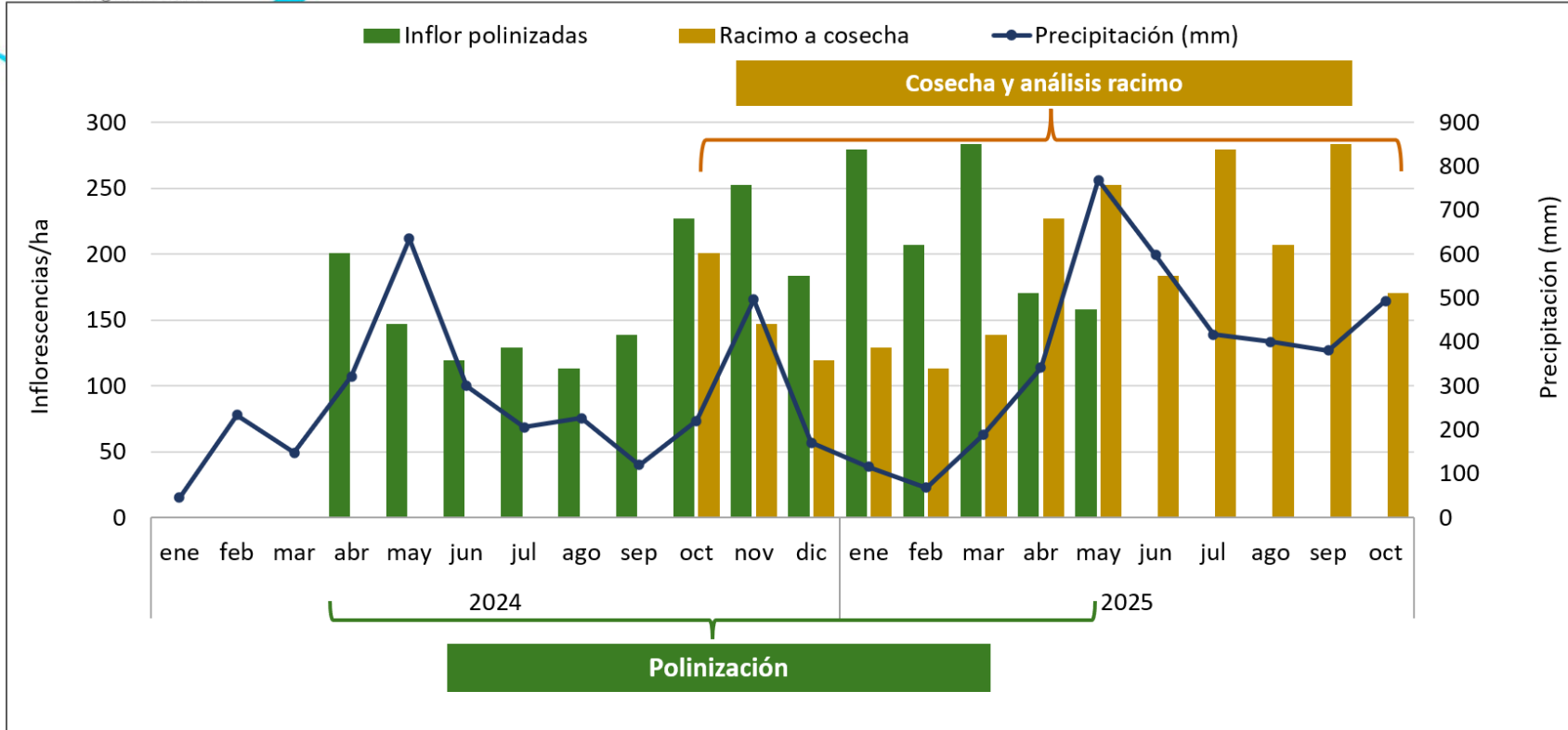
Sólida



Equipo	Bomba de espalda 20 l palanca	Herramienta convencional doble recipiente
Boquilla	Cono hueco	N/A
Descarga	0,4 a 0,6 l/min	
Presión	40 PSI	5,4 PSI
Inflorescencias antesis	ANA	Polen
Inflorescencias posantesis	ANA	ANA

Metodología

Esquema de ejecución de las labores en este ensayo



Variables a evaluar

- ✓ Peso de racimos
- ✓ Conformación externa de frutos.
- ✓ Componentes del racimo
- ✓ Potencial de aceite
- ✓ Kilos aceite

Inicio de polinización: abril de 2024

Inicio de cosecha: octubre de 2024

Duración ensayo: 24 meses

Criterio de cosecha: Cumplir por lo menos con 2 criterios:

Desprendimiento: > 5 frutos

CuarTEAMIENTO: > 80%

Perdida de brillo:

Resultados





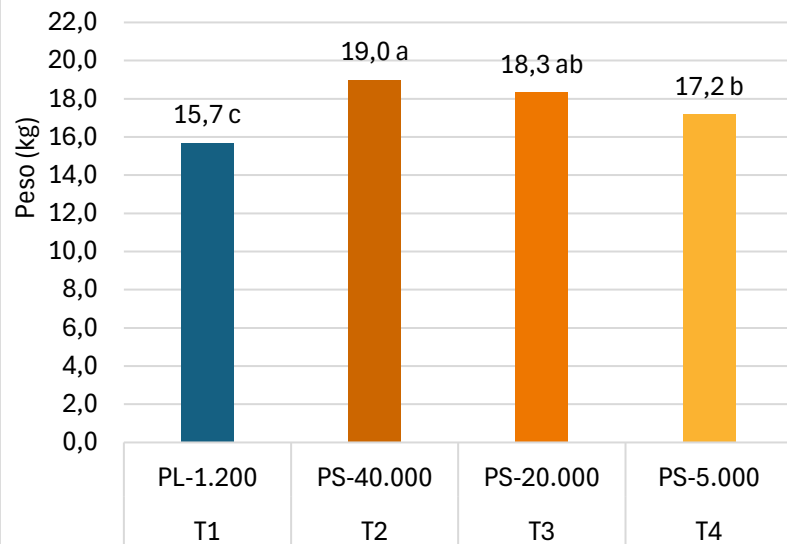
Peso de racimos

Control número de racimos en ensayo Polinización

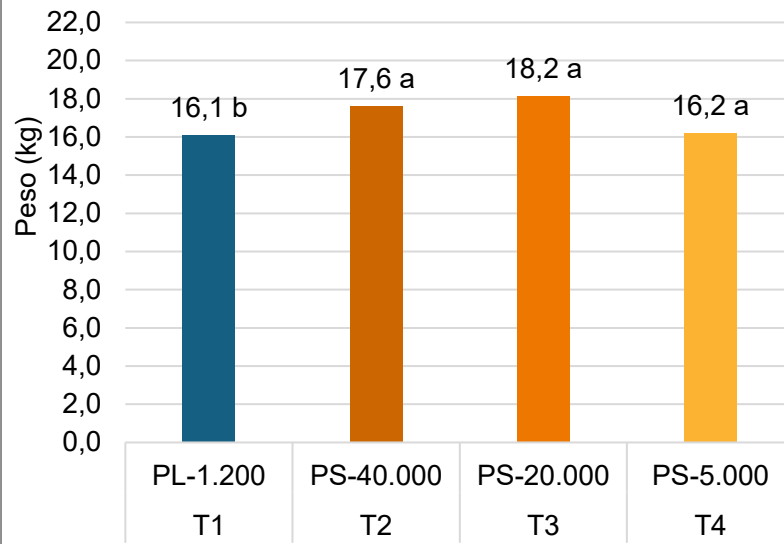
Lote	Tratamiento	Descripción	Racimos campo	Racimos Laboratorio
L47	T1	PL-1.200	671	40
	T2	PS-40.000	765	40
	T3	PS-20.000	654	40
	T4	PS-5.000	687	40
Total L47			2.777	160
L22B	T1	PL-1.200	397	40
	T2	PS-40.000	425	40
	T3	PS-20.000	429	40
	T4	PS-5.000	416	40
Total L22B			1.667	160
L73	T1	PL-1.200	993	40
	T2	PS-40.000	989	40
	T3	PS-20.000	961	40
	T4	PS-5.000	937	40
Total L73			3.880	160
			8.324	480

Peso de racimos

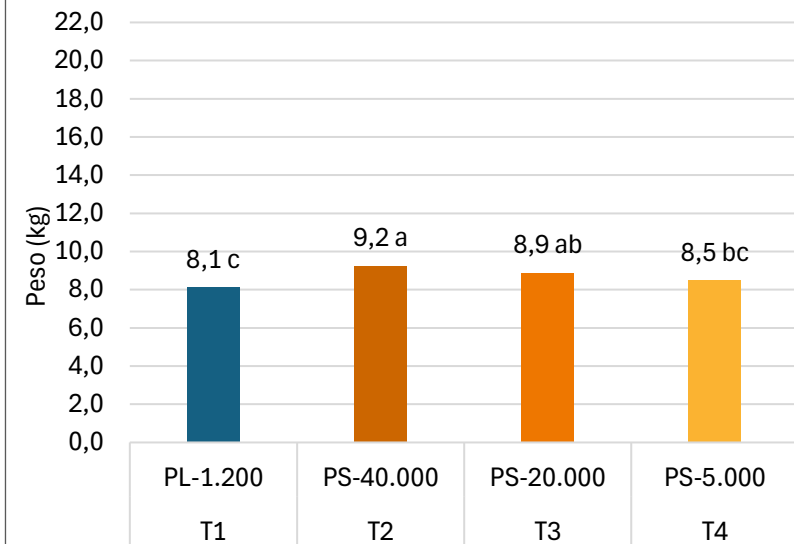
Palma alta (Lote 47)



Palma media (Lote 22B)



Palma baja (Lote 73)



Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$)

PL: Polinización líquida. **PS:** Polinización sólida

Lote	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L47	Peso (Kg)	44	0,54	0,34	8,79

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	84,44	13	6,50	2,73	0,0115
Trat	69,81	3	23,27	9,77	0,0001
Rep	14,63	10	1,46	0,61	0,7898
Error	71,47	30	2,38		
Total	155,91	43			

Lote	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L22B	Peso (Kg)	28	0,78	0,66	6,10

Cuadro de Análisis de la Varianza

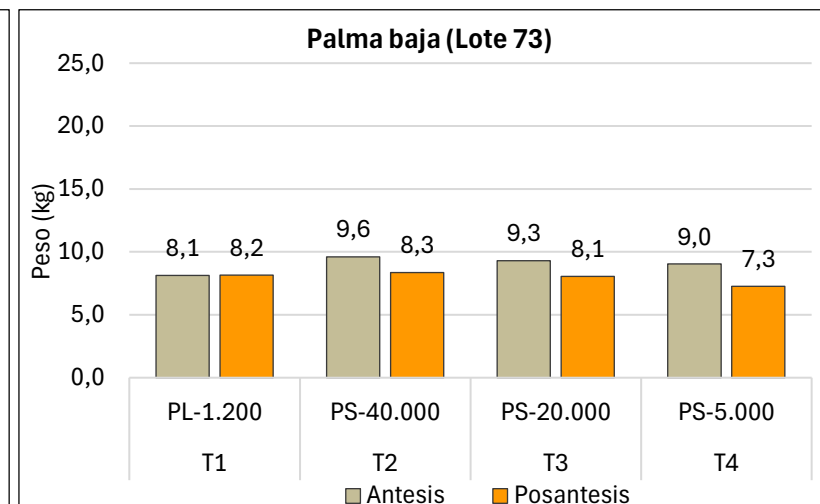
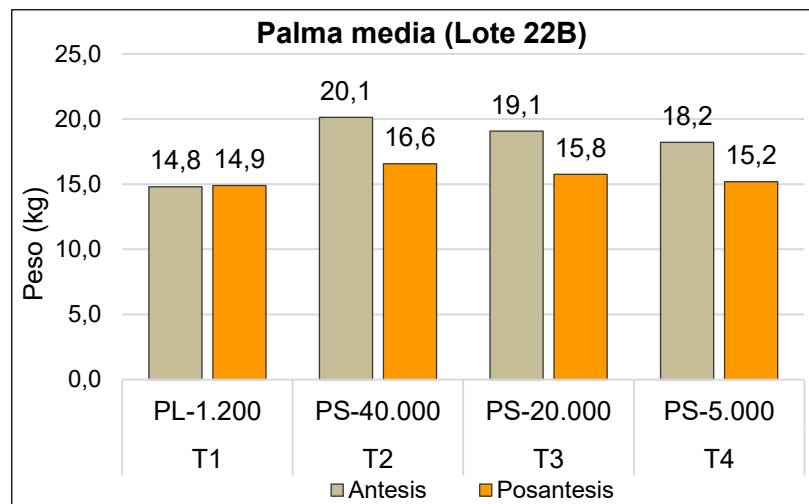
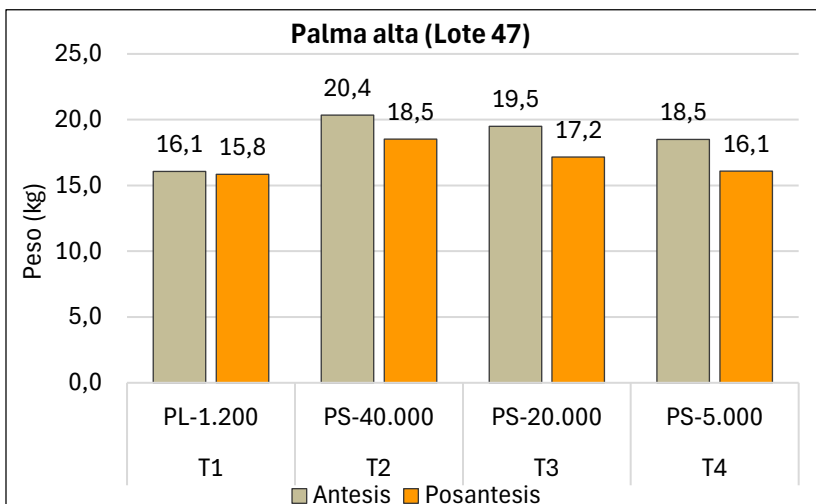
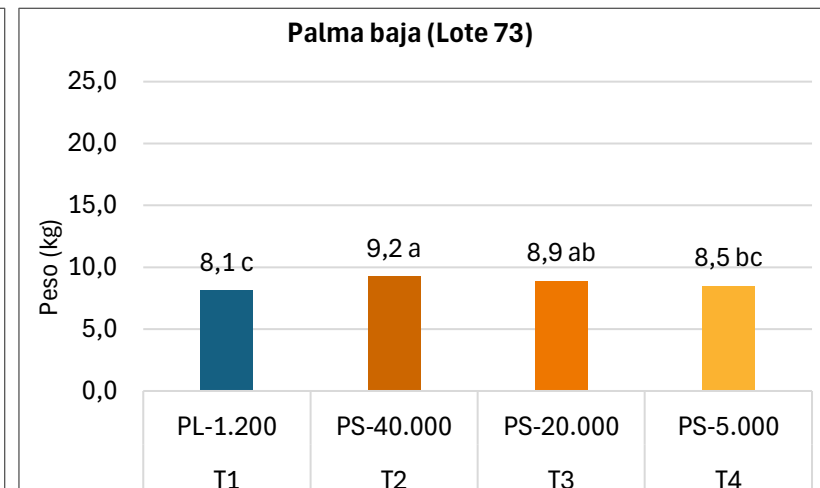
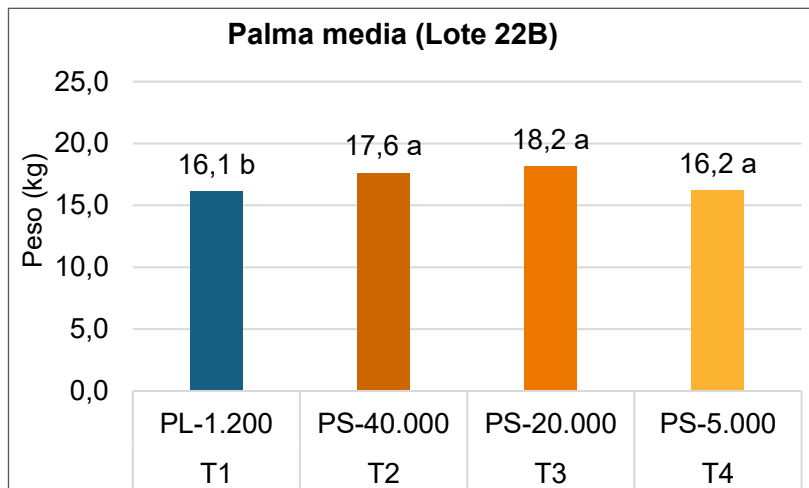
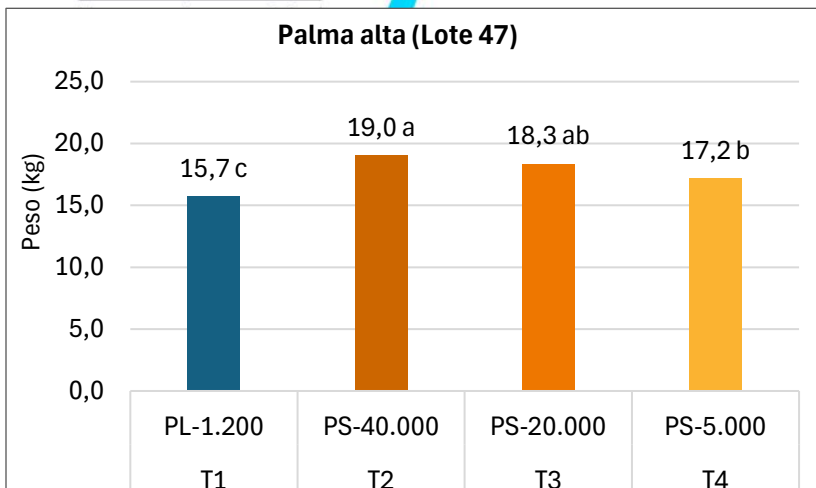
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	67,61	9	7,51	6,90	0,0003
Trat	53,20	3	17,73	16,30	<0,0001
Rep	14,41	6	2,40	2,21	0,0903
Error	19,59	18	1,09		
Total	87,20	27			

Lote	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
L73	Peso (Kg)	28	0,75	0,63	5,13

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,97	9	1,22	6,15	0,0005
Trat	4,76	3	1,59	8,00	0,0013
Rep	6,21	6	1,03	5,22	0,0029
Error	3,57	18	0,20		
Total	14,53	27			

Peso de racimos según estado fenológico de la inflorescencia polinizada



PL: Polinización líquida. **PS:** Polinización sólida

Conformación de frutos externa



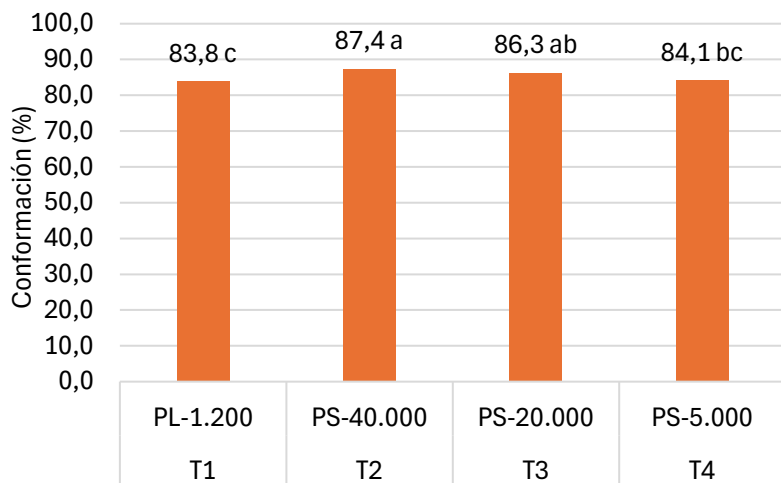
HACIENDA LA CABAÑA S.A

CRITERIOS DE CONFORMACIÓN EXTERNA

TIPOS	Criterio a evaluar	Conformación (%)	Imagen
TIPO 4	Racimos conformados en su totalidad, garantizando la eficacia y calidad de su asistencia en campo.	91 a 100	
TIPO 3	Racimos que cuenten con un tercio sin formación de frutos en su base peciolar.	71 a 90	
TIPO 2	Buena conformación de la mitad del RFF y carece de formación de frutos en su base.	31 a 70	
TIPO 1	Racimos que cuentan con escasos frutos formados.	0 a 30	

Conformación externa de racimos

Lote 47



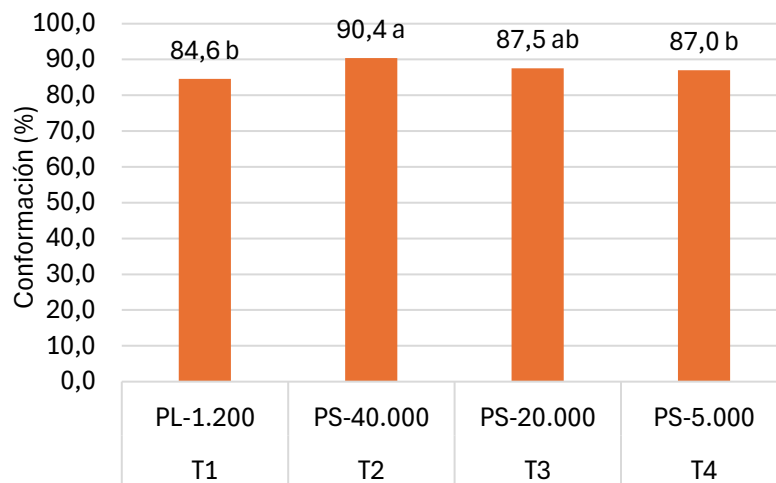
PL: Polinización líquida. **PS:** Polinización sólida

Lote	Variable	N	R²	R² Aj	CV
L47	% Conformación	44	0,49	0,28	4,60

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	399,52	13	30,73	2,26	0,0324
Tratamiento	162,48	3	54,16	3,98	0,0169
Rep	237,04	10	23,70	1,74	0,1171
Error	408,64	30	13,62		
Total	808,16	43			

Lote 22B



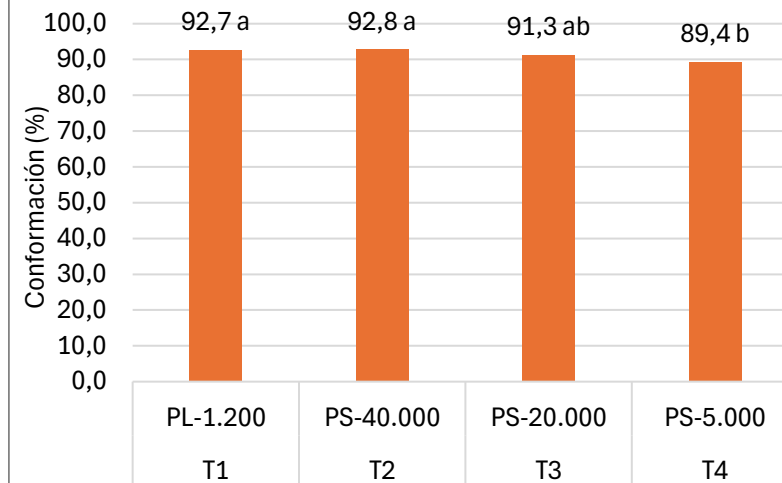
Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$)

Lote	Variable	N	R²	R² Aj	CV
L22B	% Conformación	28	0,59	0,39	3,06

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	185,49	9	20,61	2,93	0,0249
Trat	148,65	3	49,55	7,05	0,0025
Rep	36,84	6	6,14	0,87	0,5332
Error	126,52	18	7,03		
Total	312,00	27			

Lote 73

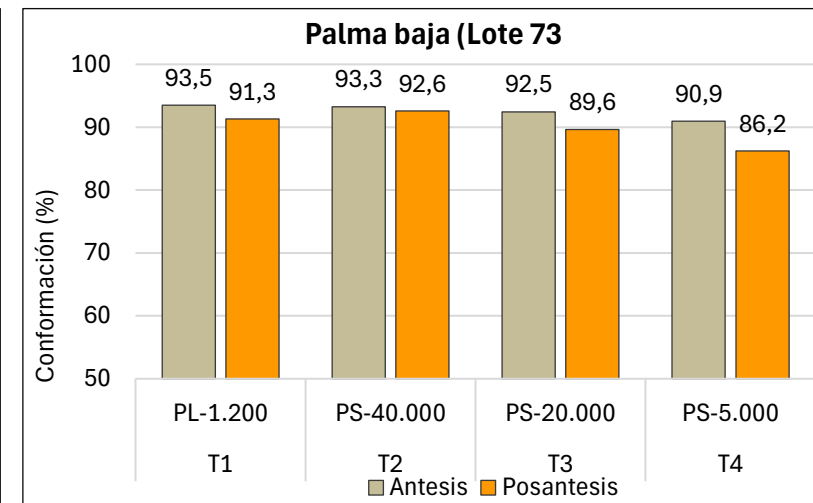
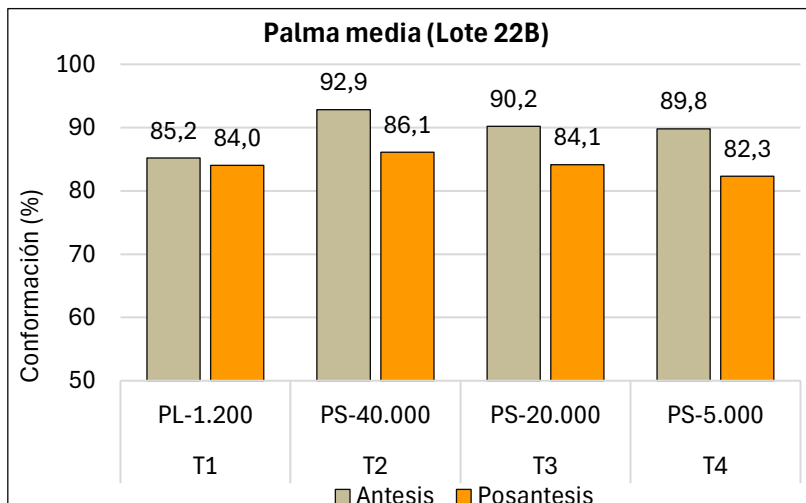
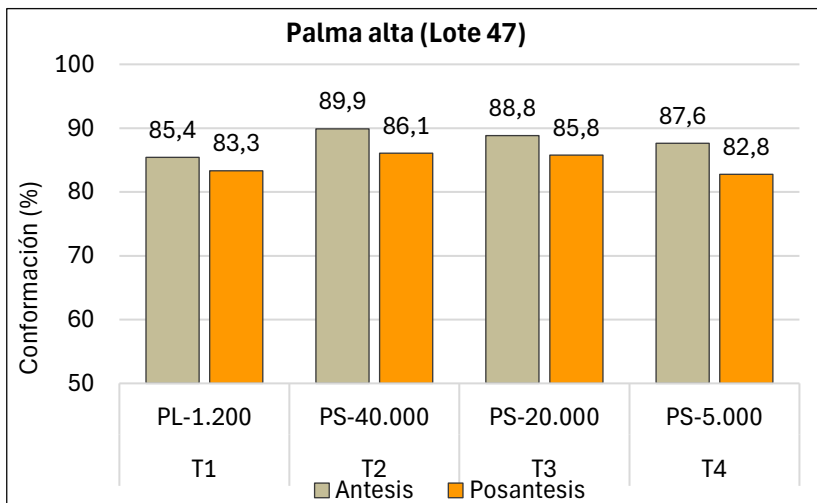
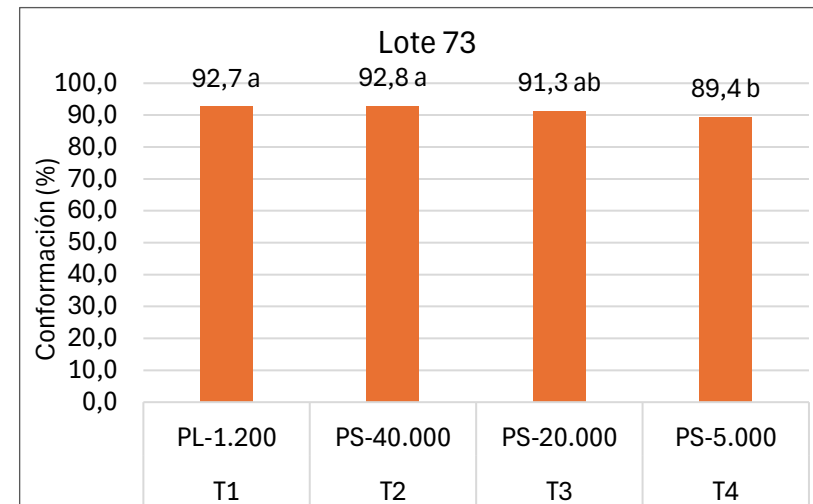
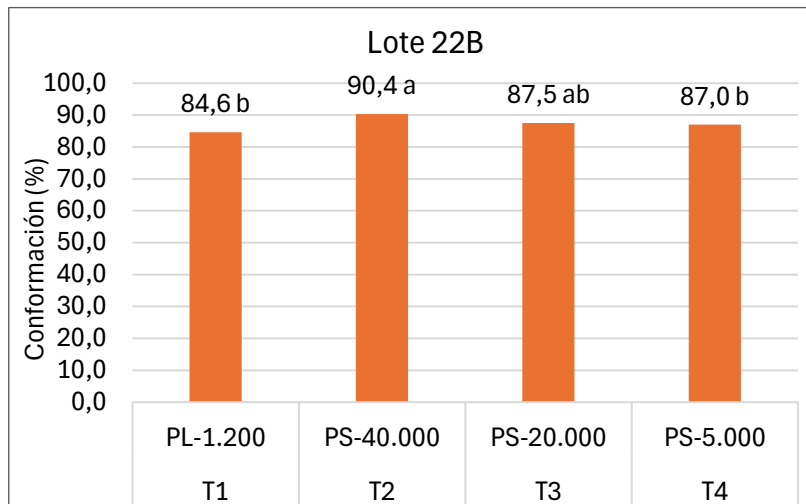
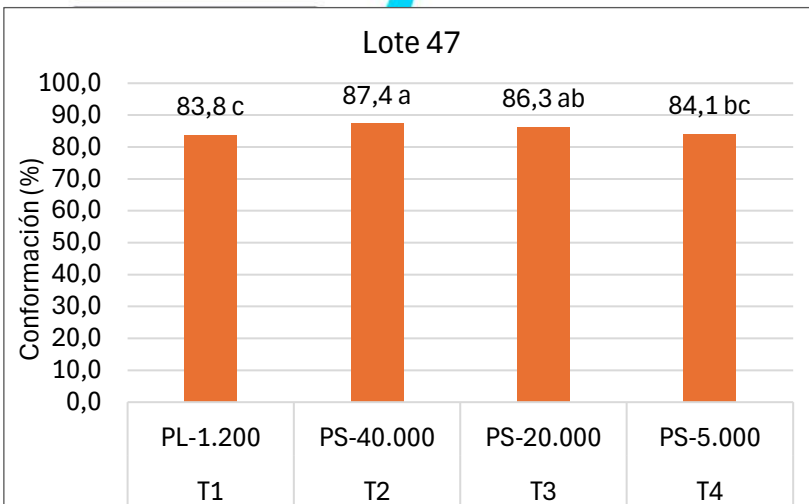


Lote	Variable	N	R²	R² Aj	CV
L73	% Conformación	28	0,57	0,35	2,76

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	150,82	9	16,76	2,63	0,0389
Trat	54,22	3	18,07	2,83	0,0675
Rep	96,60	6	16,10	2,52	0,0597
Error	114,90	18	6,38		
Total	265,72	27			

Conformación externa de racimos según estado fenológico de la inflorescencia polinizada



PL: Polinización líquida. **PS:** Polinización sólida

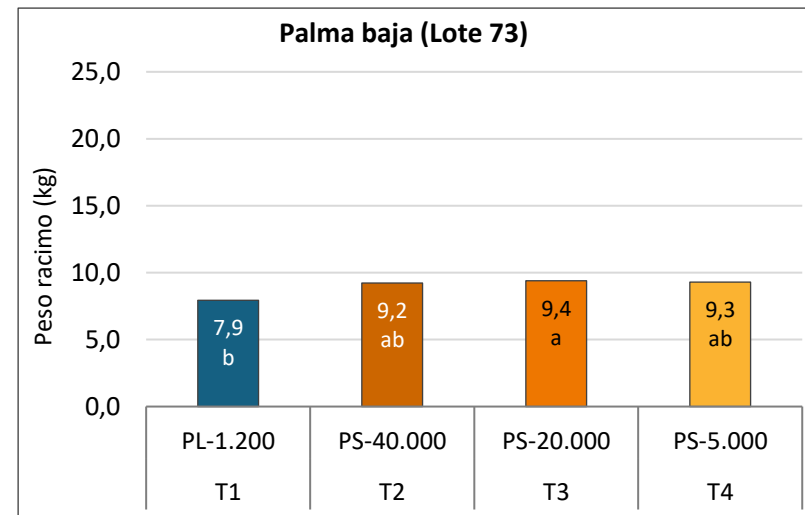
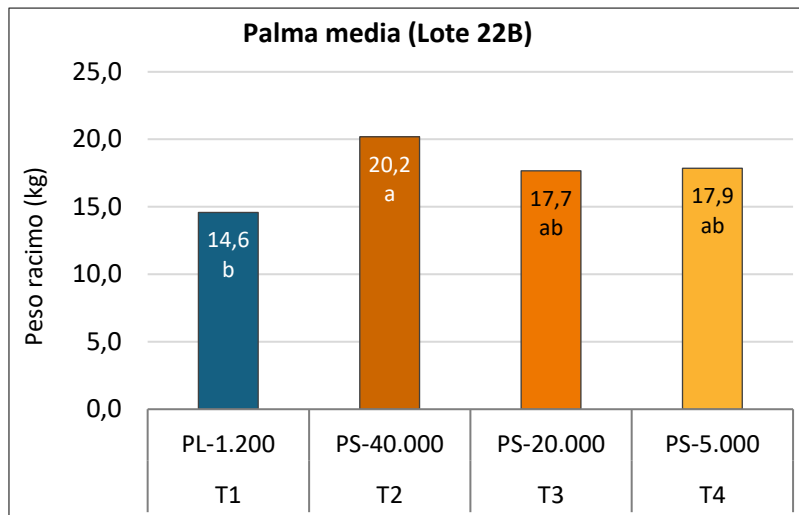
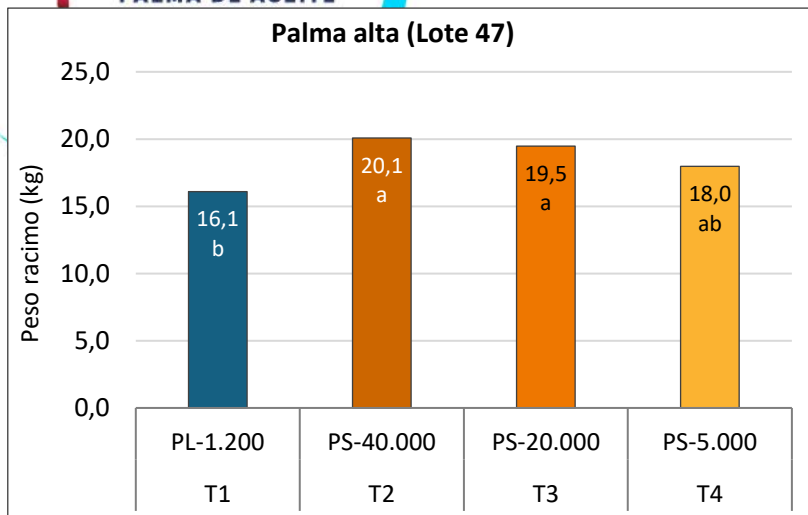
Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$)

Resultados Fase de Laboratorio

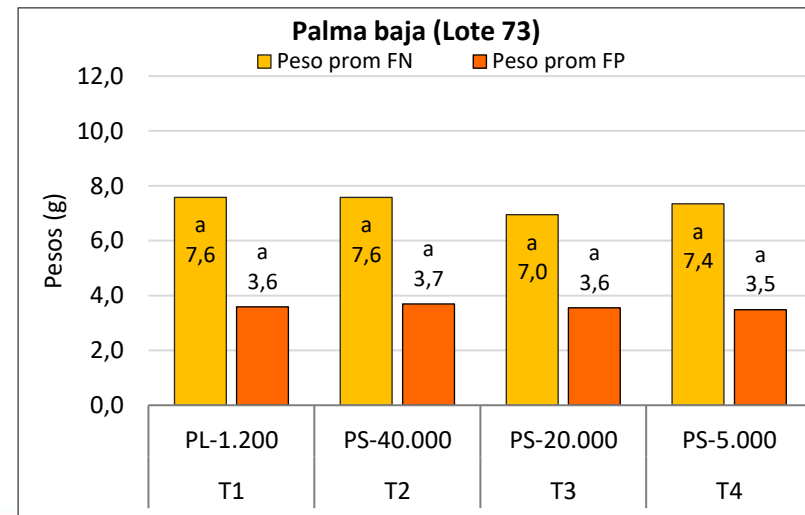
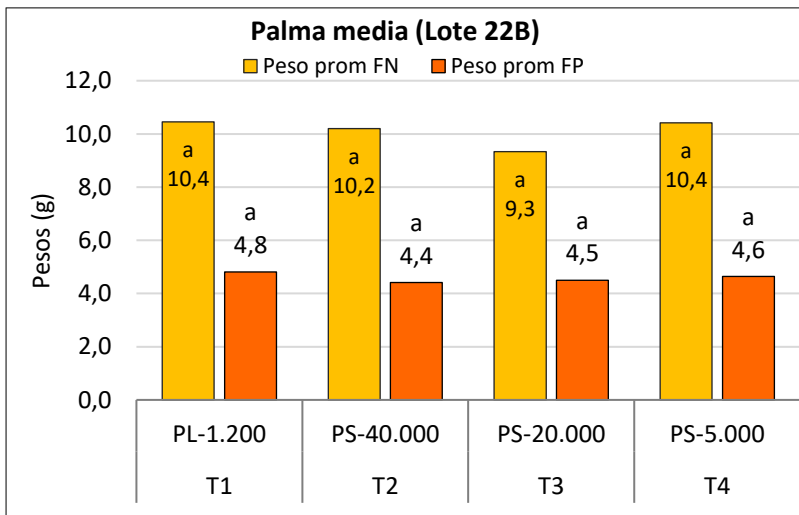
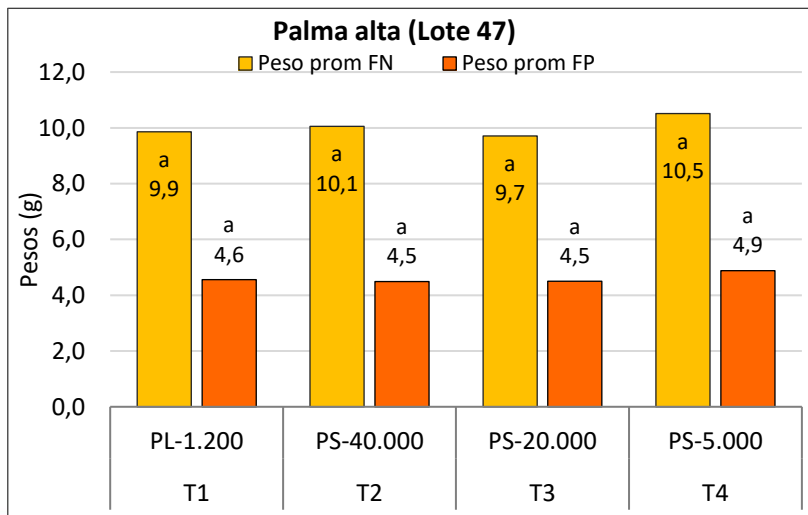
Conformación de racimos y Potencial de aceite



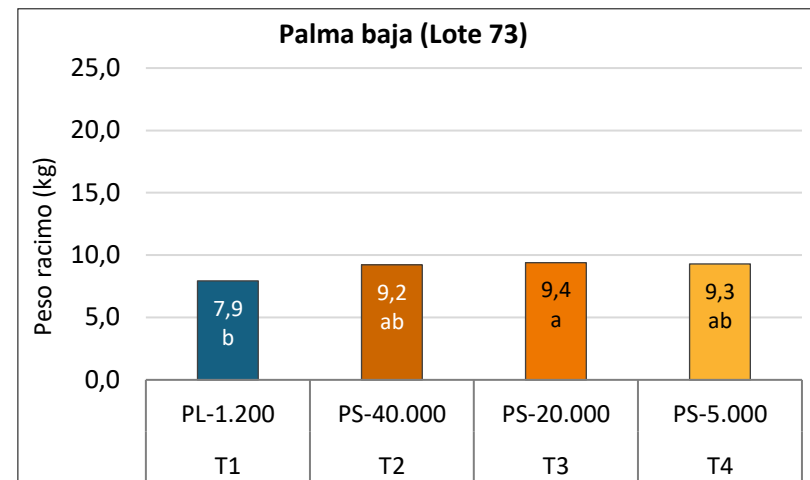
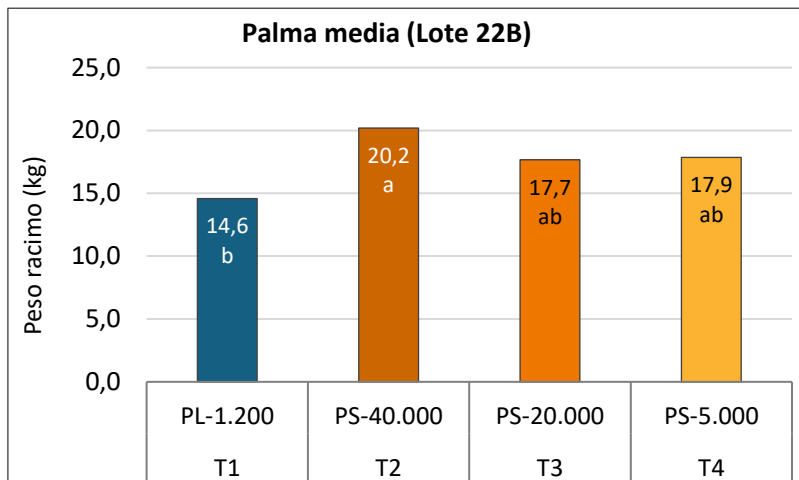
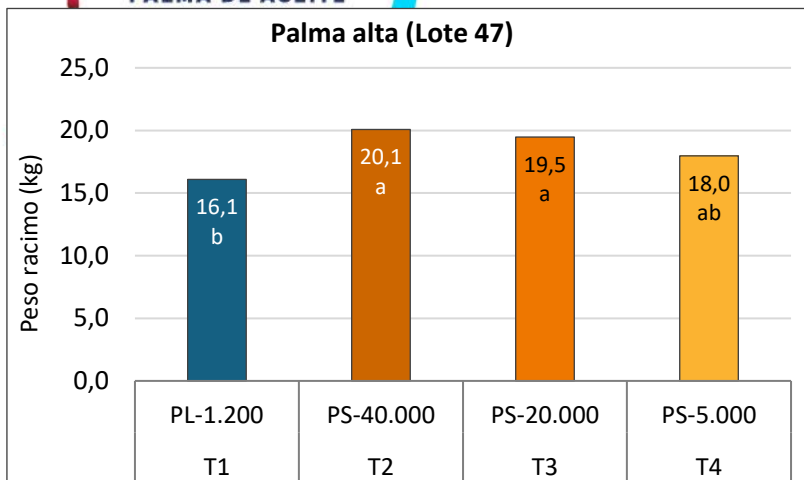
Peso de racimos



Peso de frutos

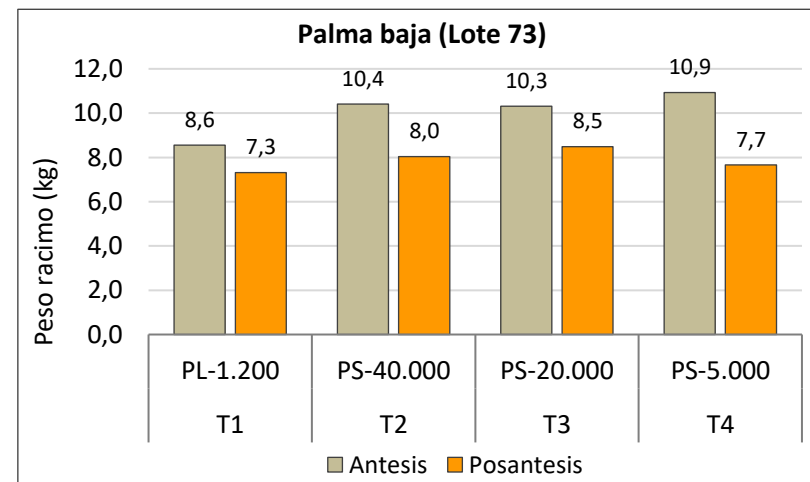
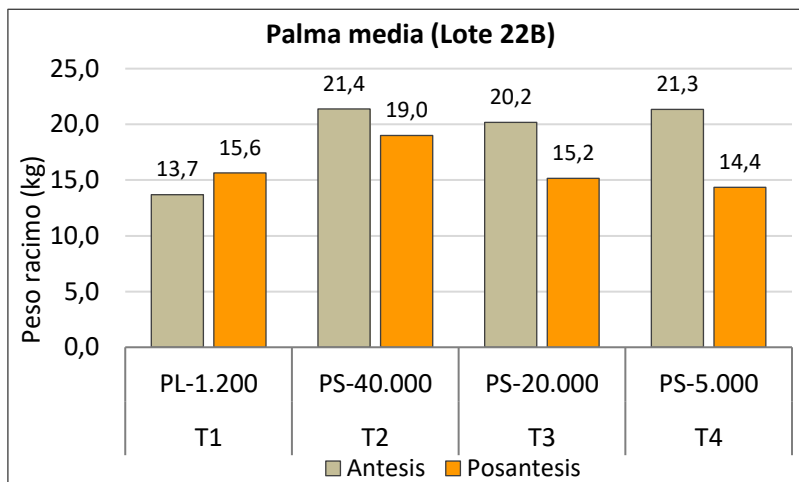
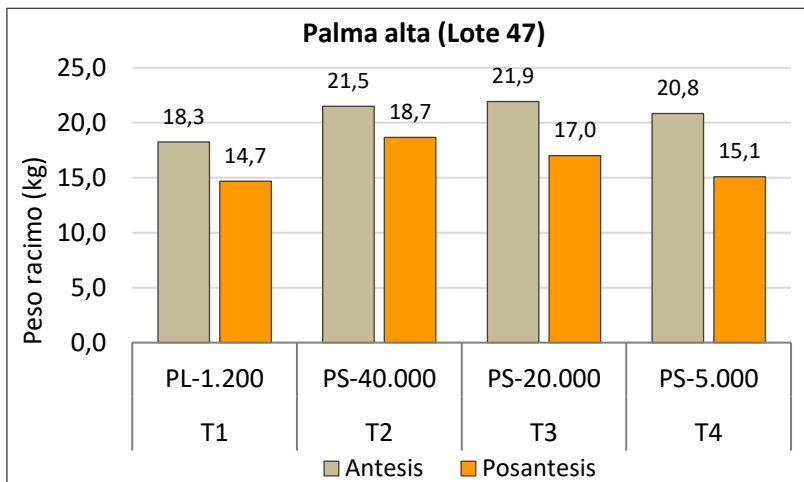


Peso de racimos



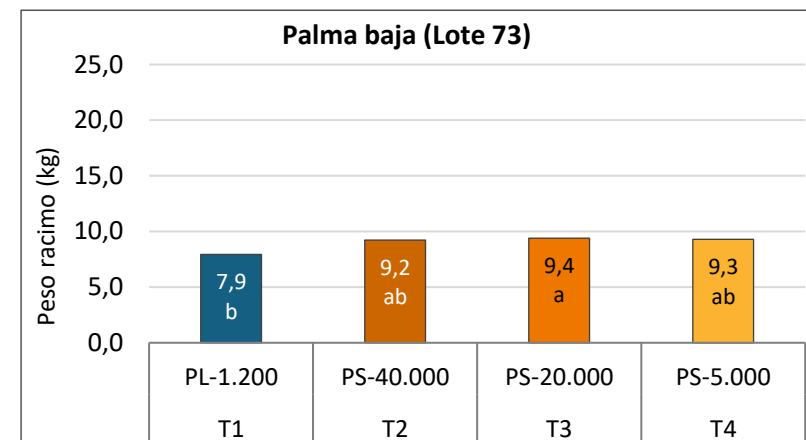
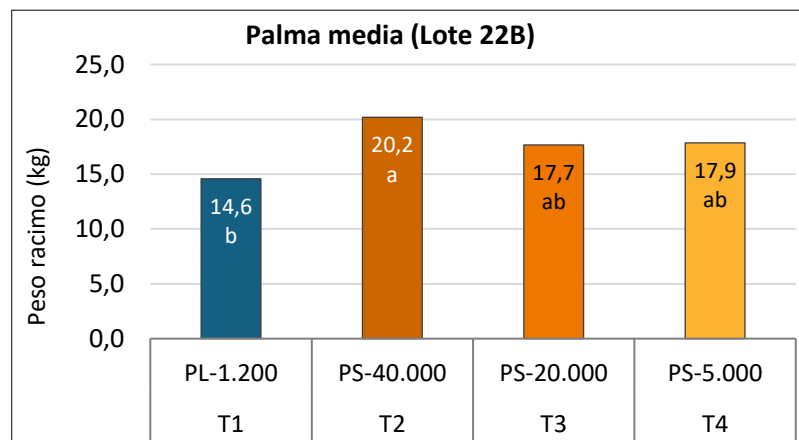
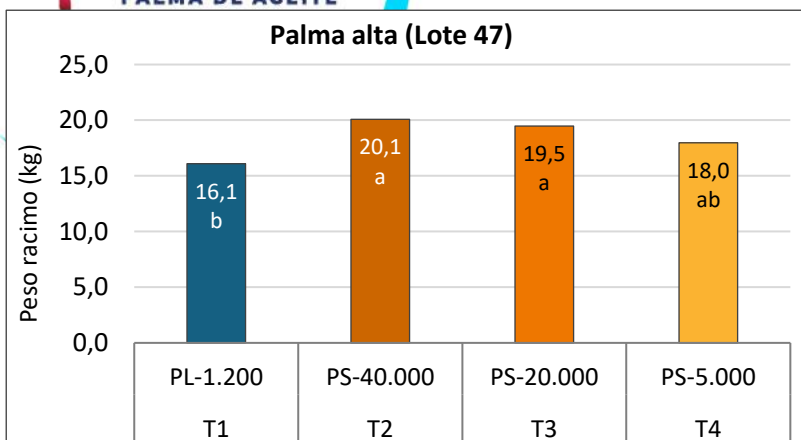
Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p>0,05$)

Peso de racimos por estado de la inflorescencia

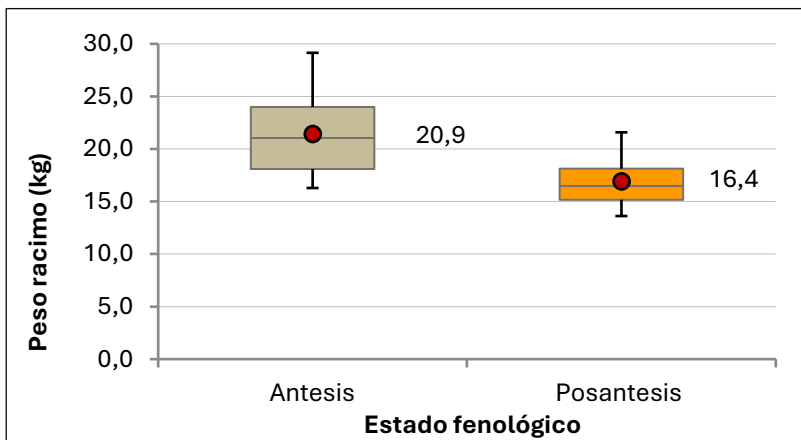


PL: Polinización líquida. **PS:** Polinización sólida

Peso de racimos

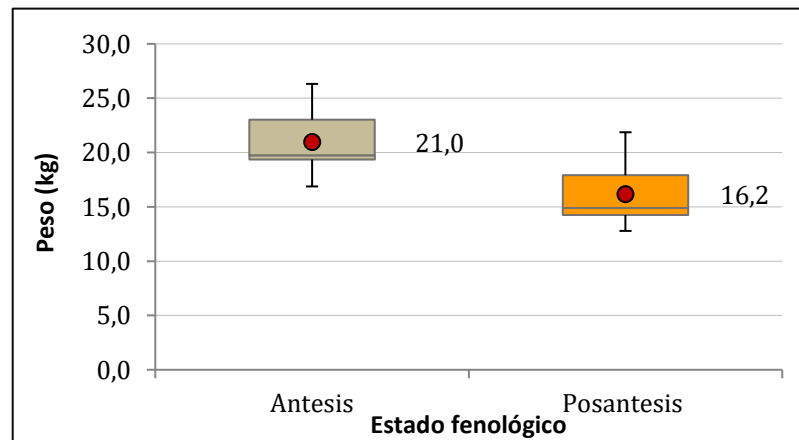


Peso de racimos por estado de la inflorescencia

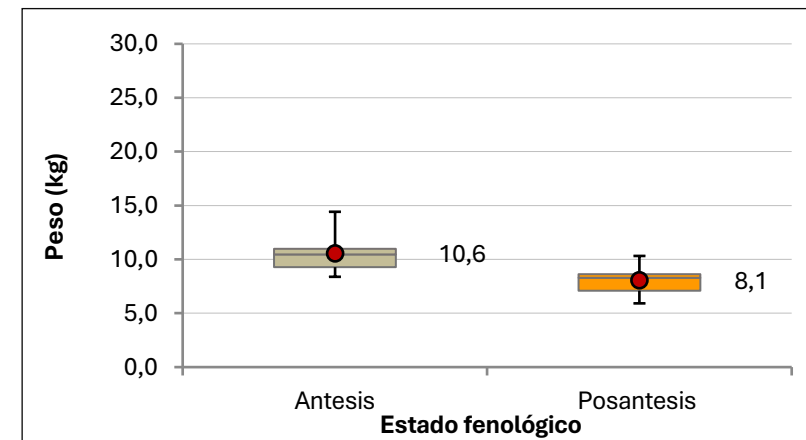


Fuente de variación
Tratamientos
Estado fenológico
Trat*Est fenológico

sig
0,0131
<0,0001
0,9695



0,0145
0,0005
0,0446



0,0467
<0,0001
0,3434

Composición del racimo

Relación del peso de frutos en el racimo (%)

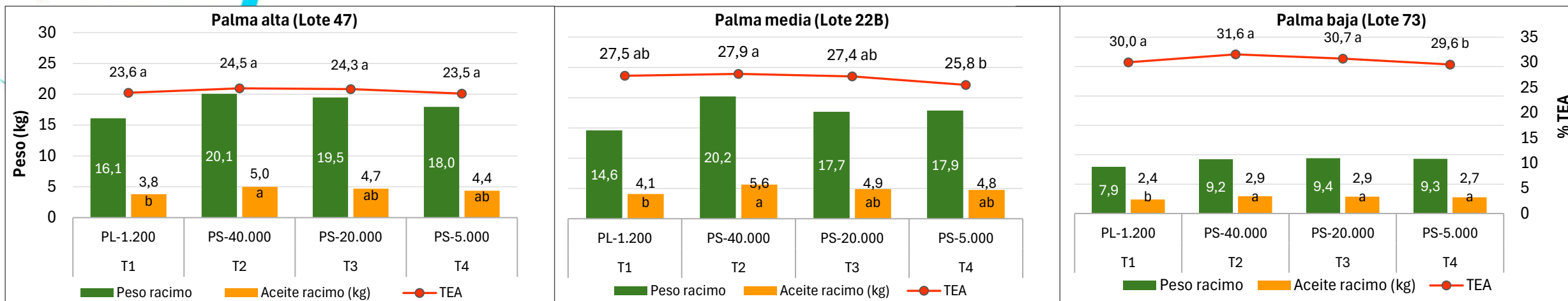
Tratamiento	Descripción	Estado fenológico	Frutos normales			Frutos partenocárpicos		
			Palma alta (Lote 47)	Palma media (Lote 22B)	Palma baja (Lote 73)	Palma alta (Lote 47)	Palma media (Lote 22B)	Palma baja (Lote 73)
T1	PL-1.200	Antesis	11,4 b	0,5 b	0,4 c	48,9 a	62,2 a	67,2 a
	PL-1.200	Posantesis	13,8 b	3,4 b	0,1 c	47,2 a	65,3 a	63,3 a
T2	PS-40.000	Antesis	29,5 a	25,8 a	18,5 b	33,3 b	41,4 c	53,1 b
	PS-40.000	Posantesis	13,6 b	3,4 b	0,4 c	48,6 a	63,3 a	65,9 a
T3	PS-20.000	Antesis	28,5 a	12,1 b	15,9 b	33,6 b	52,3 b	51,0 b
	PS-20.000	Posantesis	14,7 b	4,2 b	1,0 c	50,4 a	60,4 a	67,1 a
T4	PS-5.000	Antesis	34,0 a	26,6 a	32,5 a	28,4 b	38,5 c	37,4 c
	PS-5.000	Posantesis	14,4 b	4,8 b	2,3 c	43,8 a	53,0 b	62,4 a

Existe un aporte importante del peso de los frutos normales en el racimo al mesocarpio total del racimo

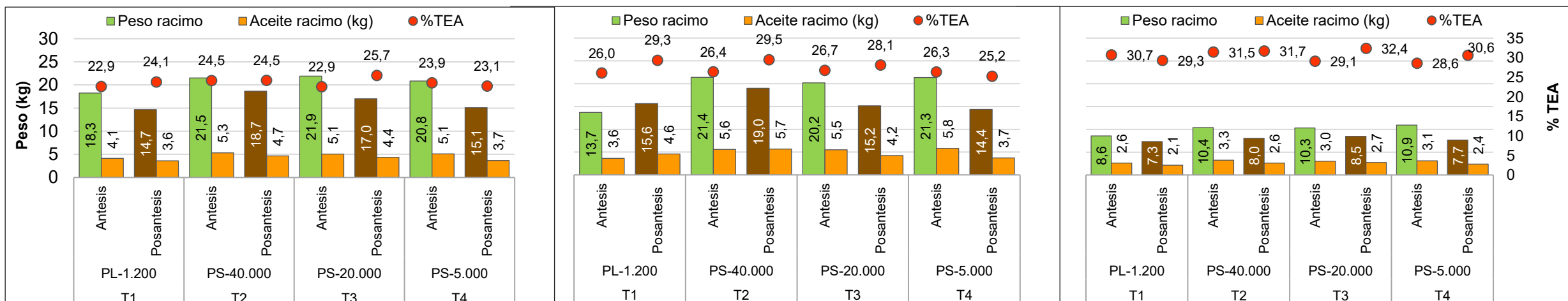
Relación de mesocarpio en el racimo (%)

Tratamiento	Descripción	Estado fenológico	Frutos Normales			Frutos partenocárpicos		
			Palma alta (Lote 47)	Palma media (Lote 22B)	Palma baja (Lote 73)	Palma alta (Lote 47)	Palma media (Lote 22B)	Palma baja (Lote 73)
T1	PL-1.200	Antesis	10,2 b	0,2 c	1,1 c	47,4 a	60,3 a	65,2 a
	PL-1.200	Posantesis	11,9 b	2,3 c	0,1 c	45,8 a	63,3 a	61,4 a
T2	PS-40.000	Antesis	23,6 a	18,1 ab	16,2 b	32,3 ab	40,1 c	51,5 b
	PS-40.000	Posantesis	11,4 b	2,6 c	1,2 c	47,2 ab	61,4 a	63,9 a
T3	PS-20.000	Antesis	21,5 a	8,8 bc	17,5 b	32,5 ab	50,7 b	49,4 b
	PS-20.000	Posantesis	12,4 b	2,8 c	6,1 c	48,9 ab	58,6 a	65,1 a
T4	PS-5.000	Antesis	25,1 a	18,7 a	24,1 a	27,5 b	37,4 c	36,3 c
	PS-5.000	Posantesis	13,6 b	3,1 c	7,2 c	42,4 b	51,4 b	60,5 a

Peso de racimos y TEA Laboratorio



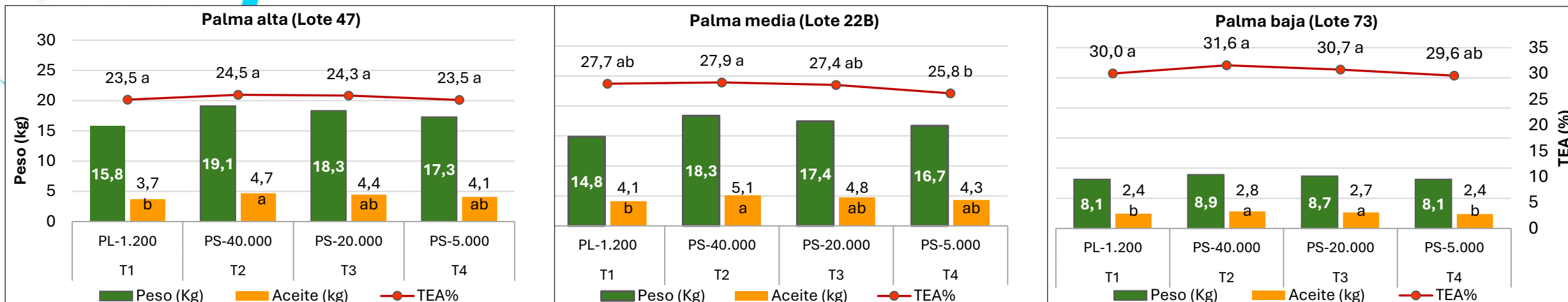
Peso de racimos y TEA Laboratorio por estado de la inflorescencia



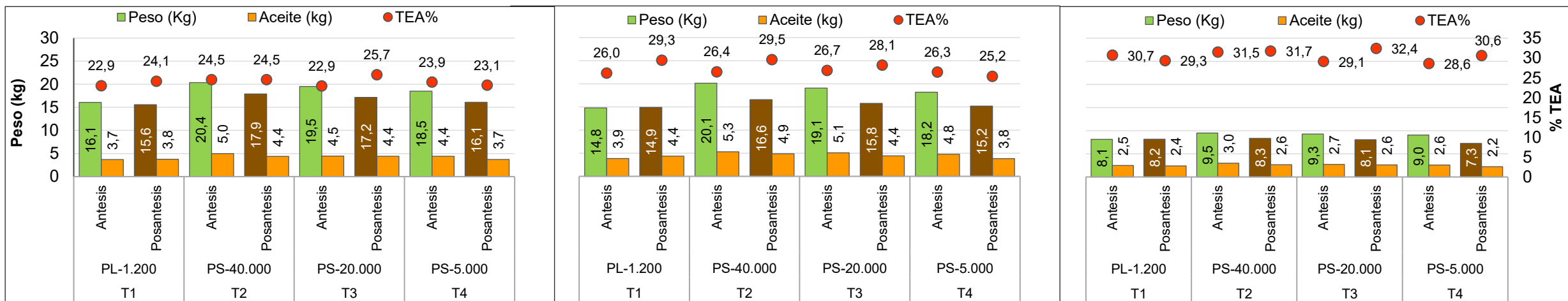
PL: Polinización líquida. PS: Polinización sólida

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$)

Peso de racimos campo y TEA Laboratorio



Peso de racimos campo y TEA Laboratorio por estado de la inflorescencia



PL: Polinización líquida. PS: Polinización sólida

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$)

Efecto de la interacción de la edad de la palma (edad), los métodos de polinización, el estado de la inflorescencia con el peso de racimos

Método de polinización

Altura palma	Siembra	Lote	Sólida	Líquida	% dif
Alta	2001	47	18,6	15,8	18%
Media	2009	22	18,2	14,9	22%
Baja	2021	73	9	8,5	6%

La polinización sólida presenta un mayor peso promedio de racimos en comparación con la polinización líquida en las tres alturas de la palma, con incrementos del 18% y 22% y en una menor proporción en la palma de altura baja del 6%

Estado de la inflorescencia

Altura palma	Siembra	Lote	Método de polinización	Antesis	Post-Ant	% dif
Alta	2001	47	Sólida	19,9	17,5	12%
Media	2009	22		19,6	16,2	17%
Baja	2021	73		9,5	8,2	14%
Alta	2001	47	Líquida	16,1	15,6	3%
Media	2009	22		14,8	14,9	1%
Baja	2021	73		8,1	8,2	1%

El estado de la inflorescencia antesis presenta un mayor peso promedio del racimo cuando se realiza en método sólido con incrementos del 12%, 17% y 14% en orden de altura de la palma alta, media y baja.

Esta diferencia no es tan evidente en el método de polinización líquida.

Efecto de la interacción de la edad de la palma (edad), los métodos de polinización, el estado de la inflorescencia con el peso de racimos, la tasa de extracción de aceite.

Estado de la inflorescencia

Altura palma	Siembra	Lote	Método de polinización	Antesis			Post-Ant			% Dif
				PPR (kg)	TEA (%)	Aceite (kg)	PPR (kg)	TEA (%)	Aceite (kg)	
Alta	2001	47	Sólida	20,0	23,7%	4,7	17,55	22,9%	4,0	15%
Media	2009	22		19,6	26,2%	5,1	16,2	28,8%	4,7	9%
Baja	2021	73		9,4	30,3%	2,8	8,2	32,1%	2,6	8%
Alta	2001	47	Líquida	16,1	22,9%	3,7	15,6	24,1%	3,8	-2%
Media	2009	22		14,8	26,0%	3,8	14,9	29,3%	4,4	-13%
Baja	2021	73		8,1	30,7%	2,5	8,2	29,3%	2,4	3%

Existen diferencias en los contenidos de aceite en racimos polinizados en estado de antesis cuando se polinizan con la metodología sólida; con incrementos del 18%, 10% y 8% en orden de siembra o altura de la palma.

"La aplicación secuencial de Polen seguido de ANA en intervalos cortos combina el éxito del cuajado embrionario natural con una ventana extendida de expansión celular exógena, Fisiológicamente, reprograma la distribución de biomasa dentro del fruto, disminuyendo el espacio del cuesco leñoso y maximizando el grosor del mesocarpio, quien es el único tejido productor de aceite, el resultado directo es un racimo individual de máximo peso físico y con la mayor concentración de aceite extraíble por kilo de fruta."

Romero et al. (2021), Serrani et al. (2007) y Montoya et al. (2023), Cayón et al. (2022)

Conclusiones

El método de polinización sólida se confirma como más eficiente que la líquida en todos los escenarios evaluados.

El tratamiento con mayor concentración sólida se consolida como la mejor alternativa, mostrando ventajas consistentes en peso y contenido de aceite.

La reducción de la concentración de ANA en polinización sólida disminuye progresivamente el peso del racimo, evidenciando un efecto concentración – respuesta.

El estado fenológico influye de manera decisiva en el peso del racimo, en Antesis favorece al peso del racimo, mientras que la Posantesi penaliza el peso pero con potencial de aceite similar en los tratamientos, lo que permite obtener menor contenido de aceite por racimo.

La polinización líquida se mantiene como la opción menos competitiva, con resultados inferiores y sin variaciones relevantes entre estados fenológicos.

La interacción con la edad y altura de la palma modifica el comportamiento productivo, destacando que en palmas jóvenes la eficiencia de extracción puede ser mayor pese a menores valores absolutos de peso y aceite.

Agradecimientos

Gerencia general Subgerencia

Camilo Colmenares
Alejandro Rozo

Directores de proceso

German Espejo – Wilson Mican

Grupo de investigación

Paola Garzón - Yonathan Sanabria.
Miryan Rivera.



HACIENDA LA CABAÑA S.A.

Gracias

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