



La polinización artificial con reguladores de crecimiento incrementa la producción de aceite en híbridos interespecíficos OxG

Hernán Mauricio Romero*, Edison Daza, Norman Urrego, Yurany Rivera, Ivan Ayala

* Coordinador Programa de Biología y Mejoramiento y Director de Investigación, Cenipalma.
Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia



 **19th**
International
OIL PALM
Conference

INNOVATION AND SUSTAINABILITY

IN OIL PALM

nourishing people and protecting the planet

September 26th, 27th, and 28th 2018
Cartagena de Indias Convention Center, Colombia

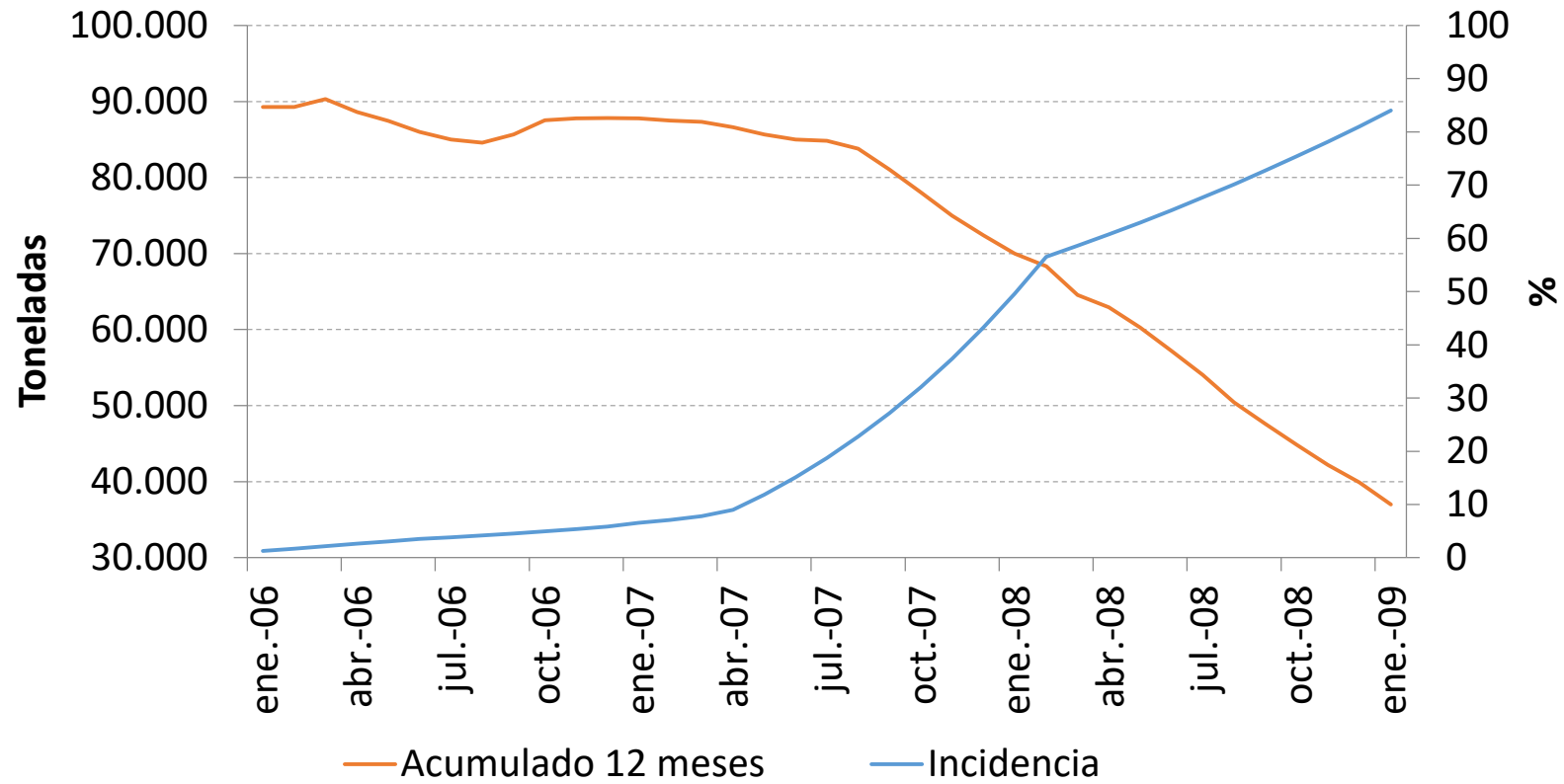
Pudrición del cogollo (PC)



Phytophthora palmivora



Incidencia de la PC vs Producción en Tumaco



Área Perdida por
PC: **37,900 ha**
Pérdida Económica:
844 millones USD

Área Perdida por
PC: **35,200 ha**
Pérdida Económica:
1.138 millones USD



Área Perdida por PC: **2,000 ha**
Pérdida Económica: **52 millones USD**

Área eliminada por PC
Magdalena: **875 ha**
Pérdida Económica:
22 millones USD

Área Perdida por
ML: **3,850 ha**
Pérdida Económica:
100 millones USD

Los híbridos interespecíficos OxG son resistentes a la PC (Tumaco 2013)



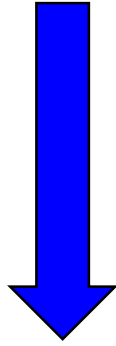
Híbridos del Sinú sembrados en C.I El Mira en 1977. Foto W. Tolosa 28-05-2013



Elaeis oleifera



Elaeis guineensis

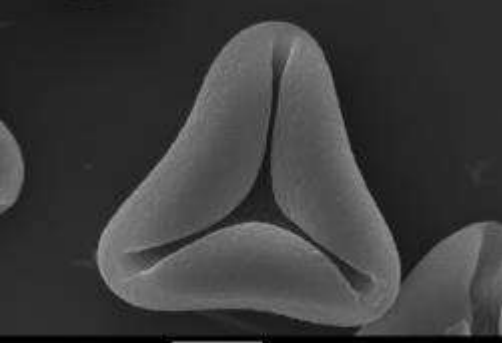
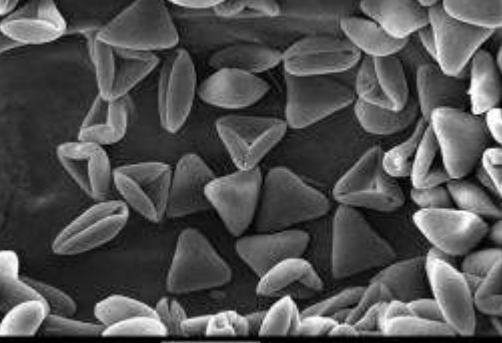
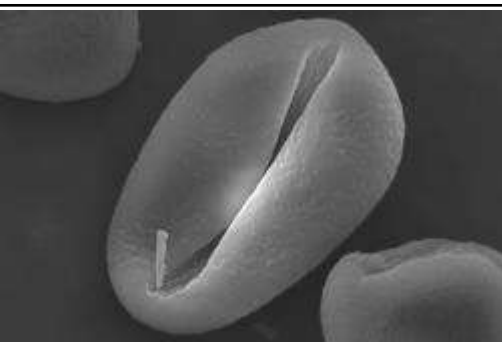

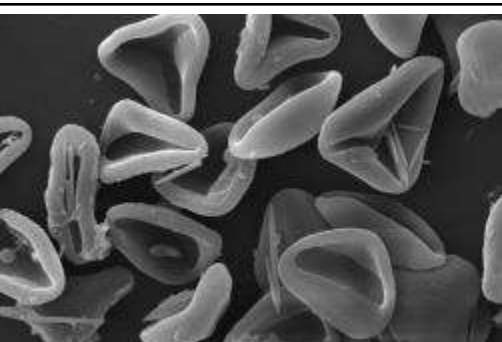
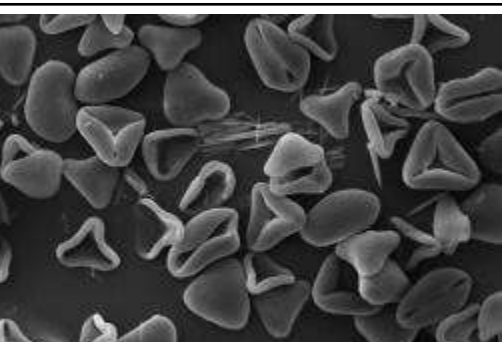


**Interspecific Hybrid
Oleifera x Guineensis**

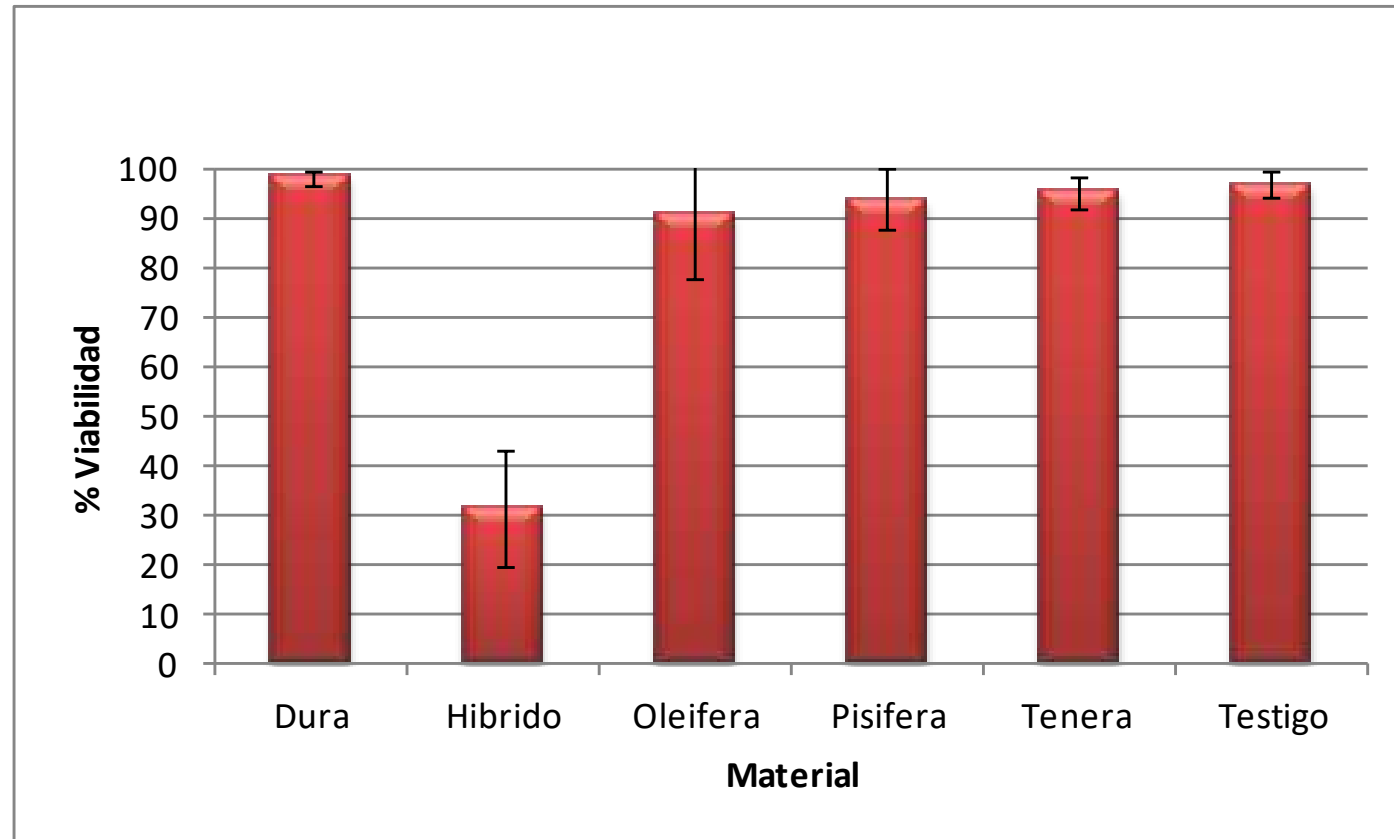
Coarí
Manaos
Taisha
Brasil

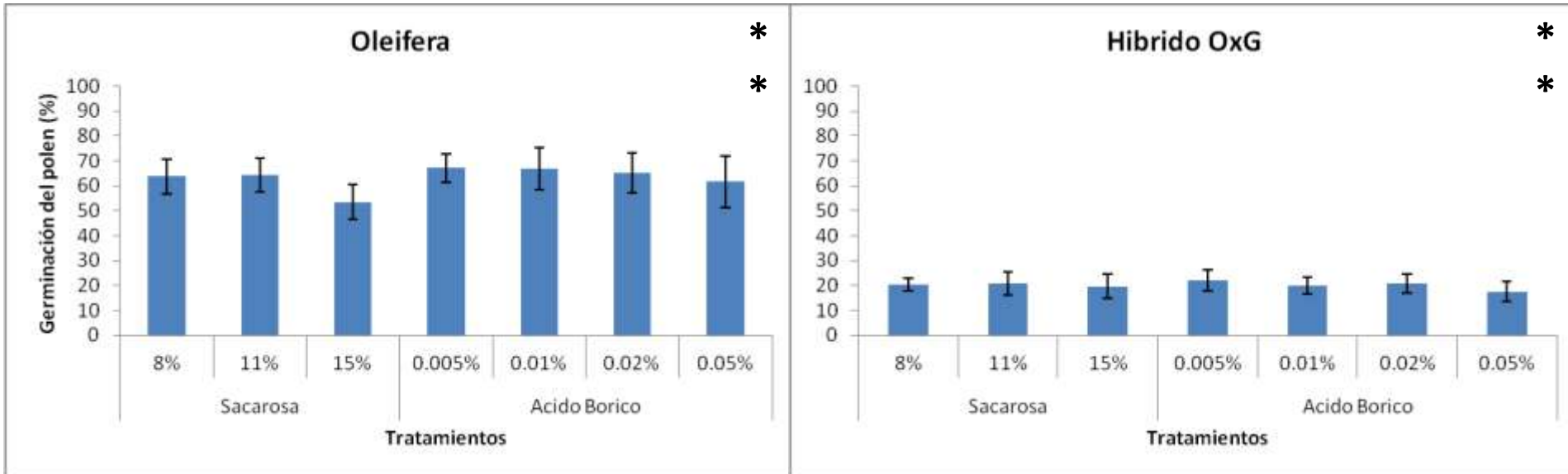
LaMé
AVROS
Compacta
Ekona

MORFOLOGÍA DEL POLEN

<p><i>Elaeis guineensis</i> Jacq. tipo <u>Comercial</u></p> <p>Forma: Triangular redondeado</p> <p>Tamaño: Medio ($37.4 \pm 0.2 \mu\text{m}$)</p> <p>Apertura: Tricotomosulcada</p> <p>Ornamentación: Rugular perforada</p>	 <p>20kV X2,300 10µm UNIANDES</p>	 <p>20kV X500 50µm UNIANDES</p>
<p><i>Elaeis oleífera</i> Cortes</p> <p>Forma: Elipsoide</p> <p>Tamaño: Medio ($41.7 \pm 0.3 \mu\text{m}$)</p> <p>Apertura: Monosulcada</p> <p>Ornamentación: Rugular perforada</p>	 <p>20kV X2,200 10µm UNIANDES</p>	 <p>20kV X500 50µm UNIANDES</p>
<p>Hibrido interespecífico OxG</p> <p>Forma: No definida. $\Delta, O, \Delta x O$.</p> <p>Tamaño: Medio ($36.3 \pm 0.3 \mu\text{m}$)</p> <p>Apertura: No definida</p> <p>Ornamentación: Perforada</p>	 <p>20kV X1,000 10µm UNIANDES</p>	 <p>20kV X500 50µm UNIANDES</p>

VIABILIDAD DEL POLEN TINCIÓN CON ACETOCARMIN





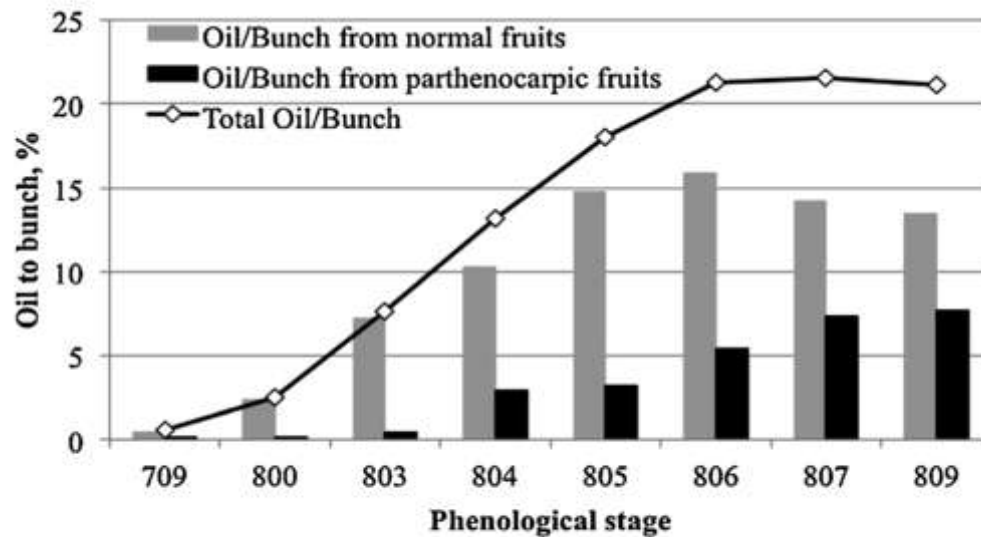
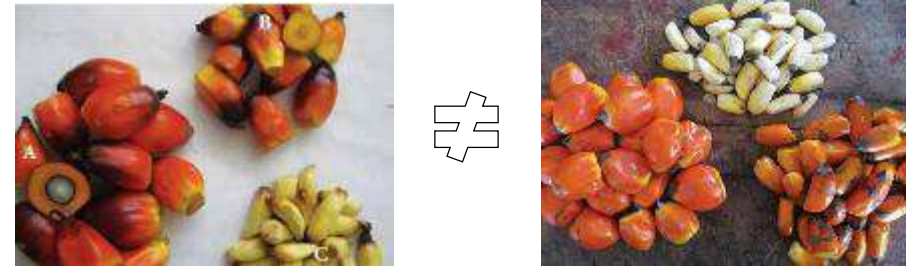
Promedio del porcentaje de germinación *in vitro* por material. *Barras de error estándar con diferente letra son significativamente diferentes de las otras de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$). ** No hay diferencias estadísticas.

Polinización Asistida



Partenocarpia en híbridos OxG

Partenocarpia: *E. guineensis* ≠ Híbrido OxG



AR Total = 21%

ARfn = 13,5%

ARfp = 7,5%

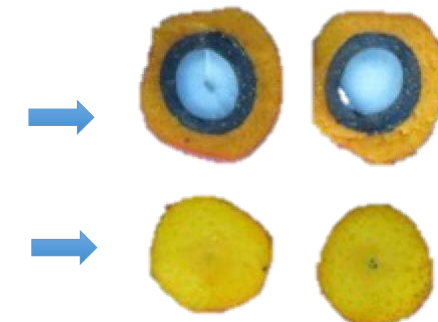
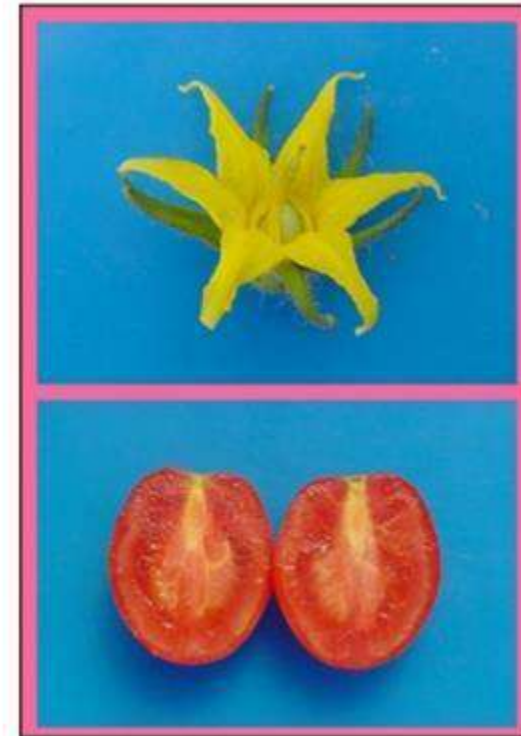
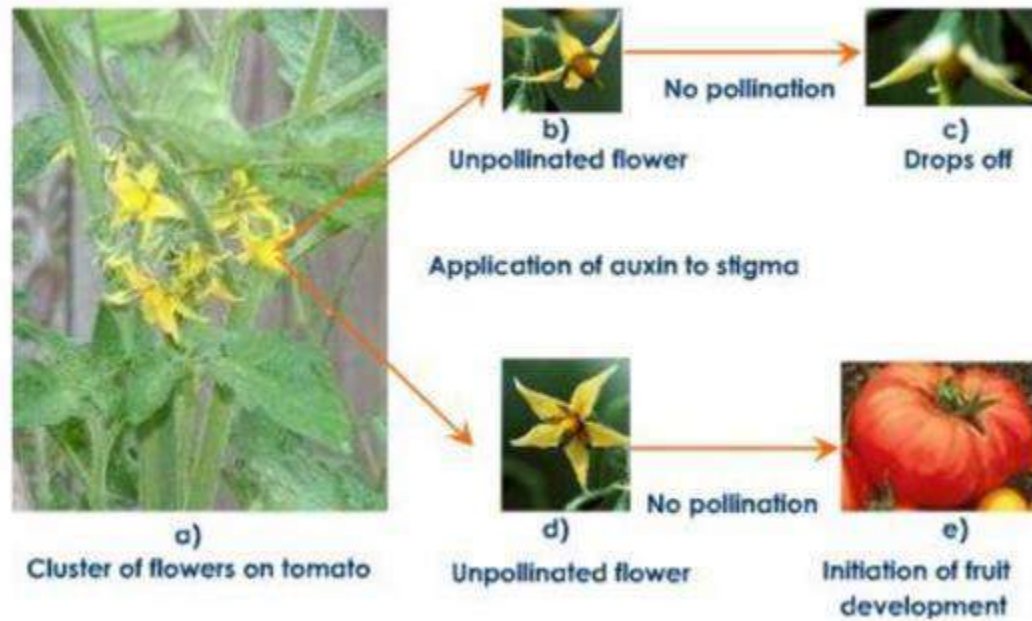


Fig. 4. Changes in oil to bunch concentration from normal and parthenocarpic fruits according to the phenological stage.

Los frutos partenocárpicos aportan el 35 % del total de aceite por racimo

¿Qué es un fruto partenocárpico?



- ✓ Partenocarpia → Fruto sin semillas
- ✓ Auxina → Crecimiento de los frutos → Alargamiento celular
- ✓ La partenocarpia se puede inducir artificialmente mediante la aplicación de reguladores de crecimiento a los ovarios / estigmas

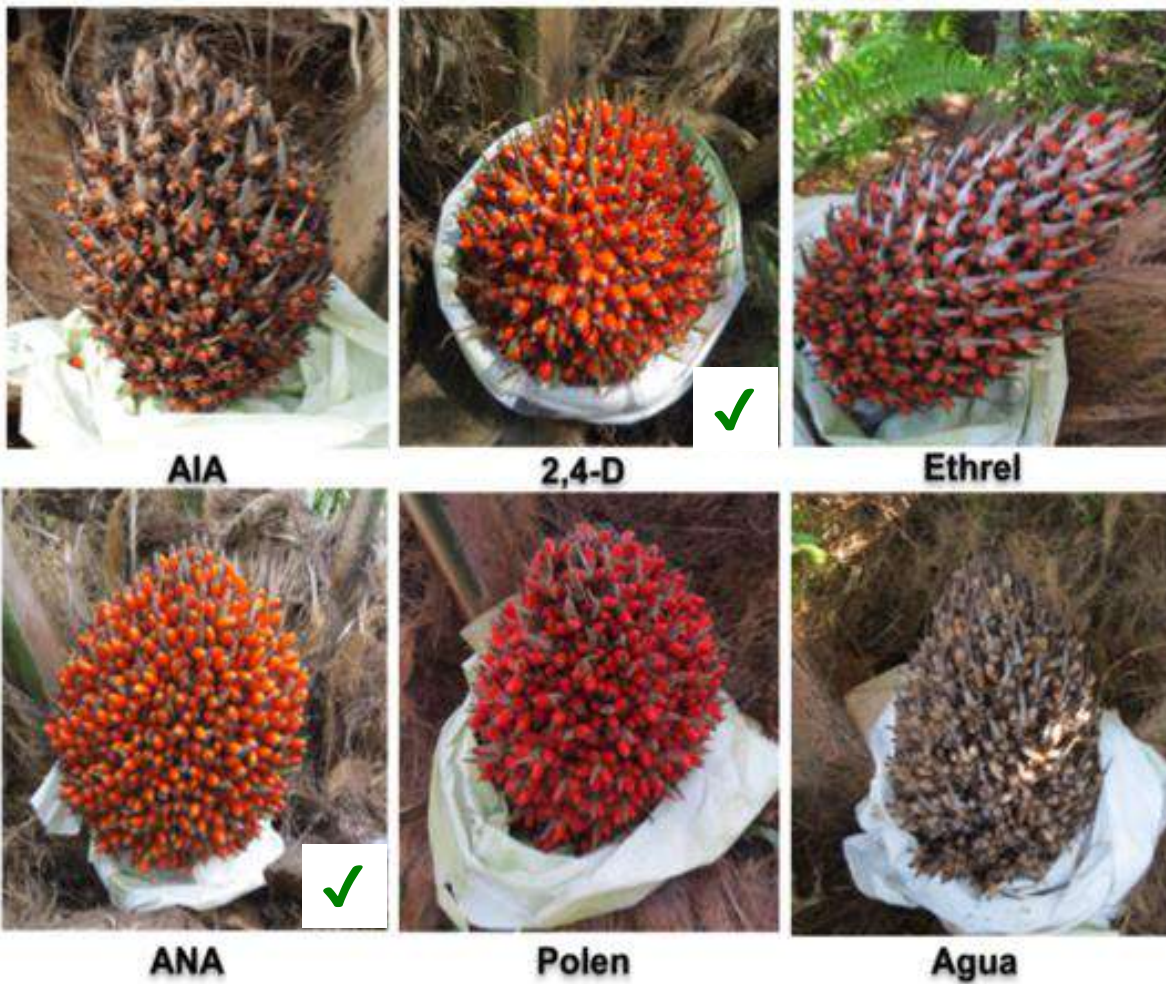


EVALUACIÓN DEL USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO SOBRE LA FORMACIÓN DE FRUTOS PARTENOCÁRPICOS EN EL HÍBRIDO INTERESPECÍFICO OXG

OBJETIVO GENERAL

- Establecer el efecto del uso de reguladores de crecimiento sobre la inducción de frutos partenocárpicos en híbridos interespecíficos OxG, como alternativa a la polinización asistida.

Selección del regulador de crecimiento adecuado para la inducción de partenocarpia



Reguladores auxínicos como el **ácido naftalenacético (ANA)** y el **2,4-D** estimulan la formación de frutos partenocárpicos en híbridos OxG.

Concentración adecuada para la aplicación

Se encontró un mayor efecto en el **peso de los racimos** y en el **contenido de aceite**, en función del aumento en la concentración de ANA, obteniendo los valores más altos con las concentraciones de 600 y **1200 ppm**, logrando compensar la ausencia de frutos normales con cuesco y almendra, con frutos partenocárpicos de mayor tamaño y peso.



ANA
50 ppm



ANA
100 ppm



ANA
200 ppm



ANA
300 ppm



ANA
600 ppm



ANA
1200 ppm

Estados fenológicos adecuados para la aplicación de fitohormonas



Pre-antesis (EF:603)



Antesis (EF:607)



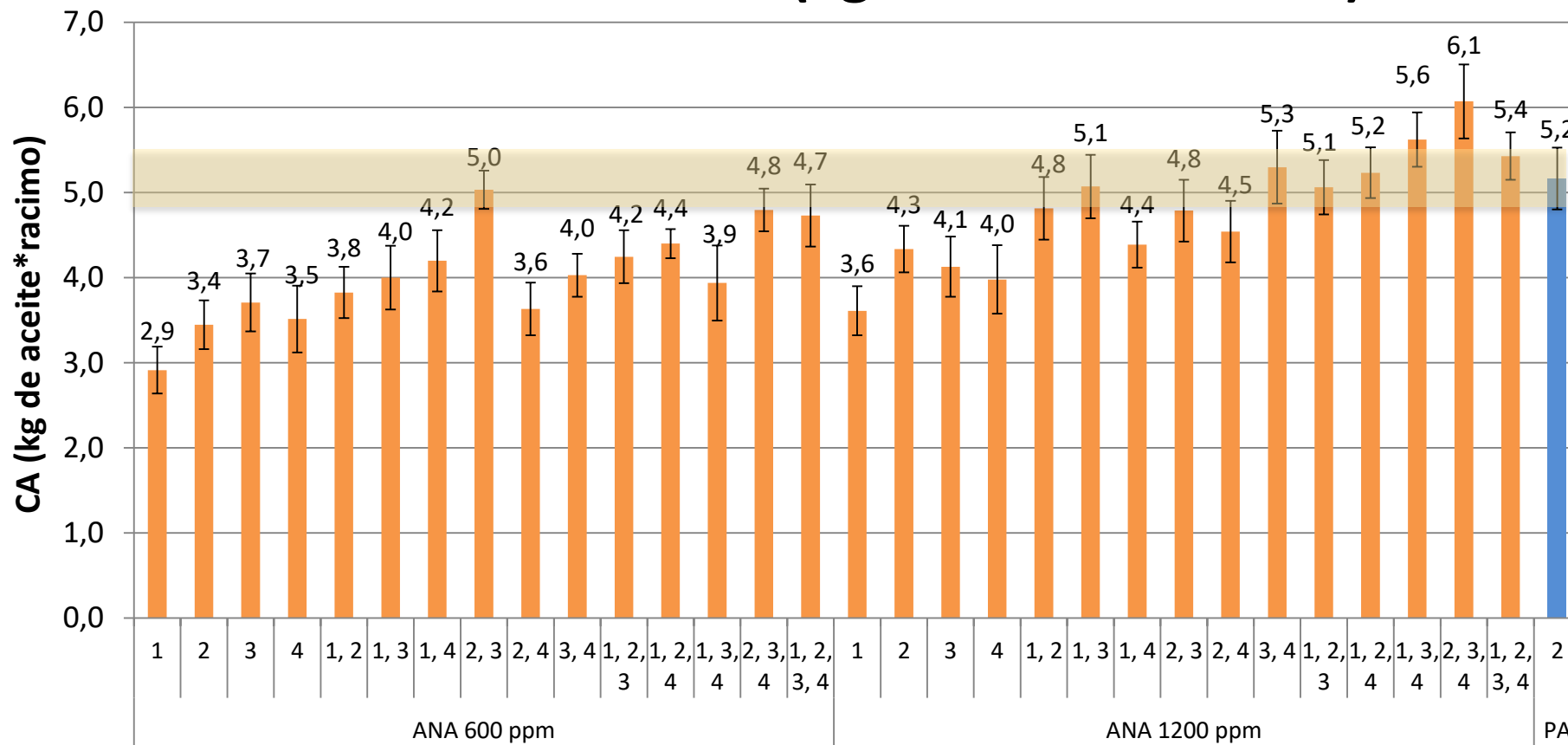
Antesis + 7 días (EF:609)



Antesis +14 días (EF:703)

La aplicación de ANA entre dos y **tres** veces por inflorescencia, **en TODOS los estados fenológicos** considerados, permite obtener racimos con un peso y extracción de aceite similares a los alcanzados mediante la polinización asistida.

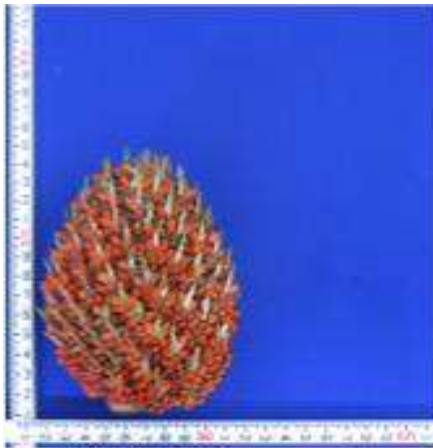
Contenido de aceite (kg de aceite*racimo)



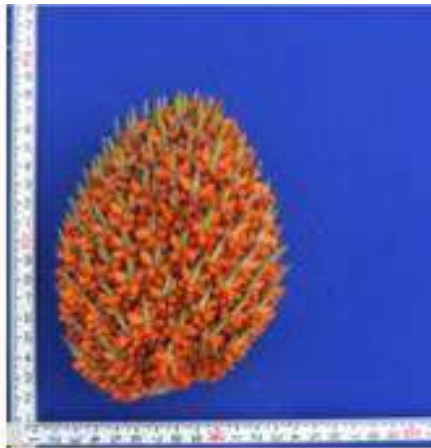
1: Pre – antesis 3; 2: Antesis; 3: 7dda; 4: 15 dda

Tratamientos de ANA a 1200 ppm aplicados entre dos y tres veces, mostraron contenidos de aceite similares a los obtenidos mediante polinización asistida (PA).

Número de aplicaciones por inflorescencia



ANA 600 ppm - 1 aplicación



ANA 600 ppm - 2 aplicaciones



ANA 600 ppm - 3 aplicaciones



ANA 600 ppm - 4 aplicaciones



ANA 1200 ppm - 1 aplicación



ANA 1200 ppm - 2 aplicaciones



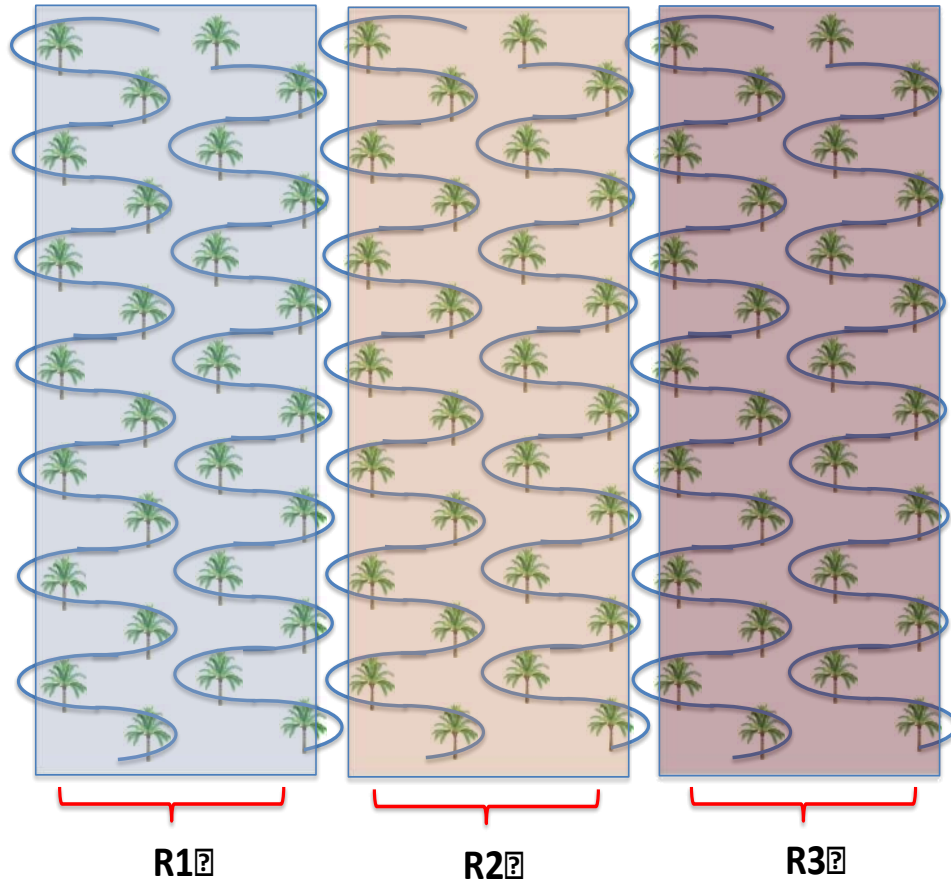
ANA 1200 ppm - 3 aplicaciones



ANA 1200 ppm - 4 aplicaciones

**EVALUACIÓN DEL USO DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO
(ANA) SOBRE LA FORMACIÓN DE FRUTOS
PARTENOCARPICOS EN HIBRIDOS O_xG EN
APLICACIONES SEMICOMERCIALES**

Diseño Experimental



- ✓ Bloques completos al azar (BCA), con tres (3) repeticiones.
- ✓ Cada bloque corresponde a un sector del lote conformado por cuatro (4) líneas ("U" de cosecha).
- ✓ Cada tratamiento se aplicará durante 6 meses.

Aplicación del regulador

Para las aplicaciones se viene realizando la apertura de las brácteas pedunculares de manera similar a como se hace en la polinización asistida convencional

- ✓ Uso de fumigadora de espalda
- ✓ Uso de regulador de presión de 29 psi
- ✓ Uso de boquilla de cono sólido

Componente	Cantidad/L de solución
ANA (g)	1,2
Etanol (mL)	25
Tween 80 (mL)	2
Coadyuvante (Carrier) (mL)	2,5
Cosmoaguas (g)	0,5



Estados fenológicos de inflorescencias a tratar



Antesis parcial (<20%)



Antesis completa (80-100%)



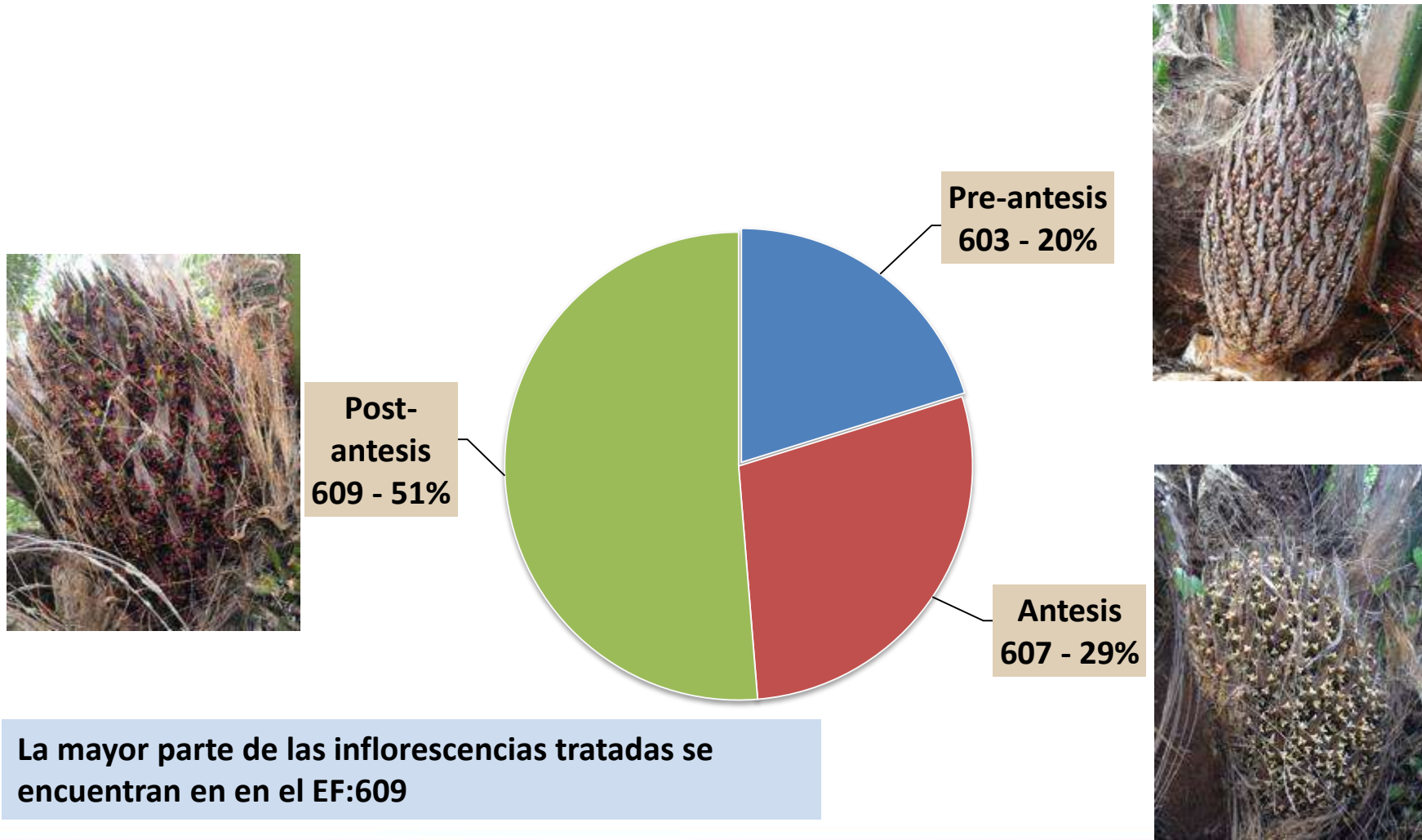
Post –antesis (60%)

Las aplicaciones estarán enfocadas únicamente en inflorescencias en antesis (Parcial o completa) y en las de post – antesis.

Tratamientos evaluados en la plantación Monterrey

Trat.	Volumen (mL)	N. de aplicaciones	Agua	Frecuencia
1	100 - ARK	2	Tratada	1 pase semanal
2	100 - Bio-M.Z.	2	Tratada	1 pase semanal
3	100 - ARK	3	Tratada	1 pase semanal
4	100 - Bio-M.Z.	3	Tratada	1 pase semanal
5	100 - Bio-M.Z.	3	Botellon	1 pase semanal
6	Polinización industrial	Según plantación	N/A	3 pases/semana
7	Polen y ANA*	2	Tratada	3 pases/semana Polen -(EF:607) 1 pase semanal ANA (EF:609)
8	Polen y ANA*	2	Tratada	1 pase semanal Polen -(EF:607) 1 pase semanal ANA (EF:609)

Inflorescencias encontradas con una frecuencia de aplicación semanal



La mayor parte de las inflorescencias tratadas se encuentran en en el EF:609

Promedios de número de inflorescencias y número de aplicaciones por ha /semana

Tratamiento	Producto	Aplicaciones	Número de inflorescencias	Número de aplicaciones
1	Bio M.Z.	2	50	98
2	Ark Pharm	2	52	102
3	Bio M.Z.	3	51	149
4	Ark Pharm	3	48	141
5	Bio M.Z.	3	51	150
6	Polen	2	45	90
Total 2 aplicaciones			51	100
Total 3 aplicaciones			50	147

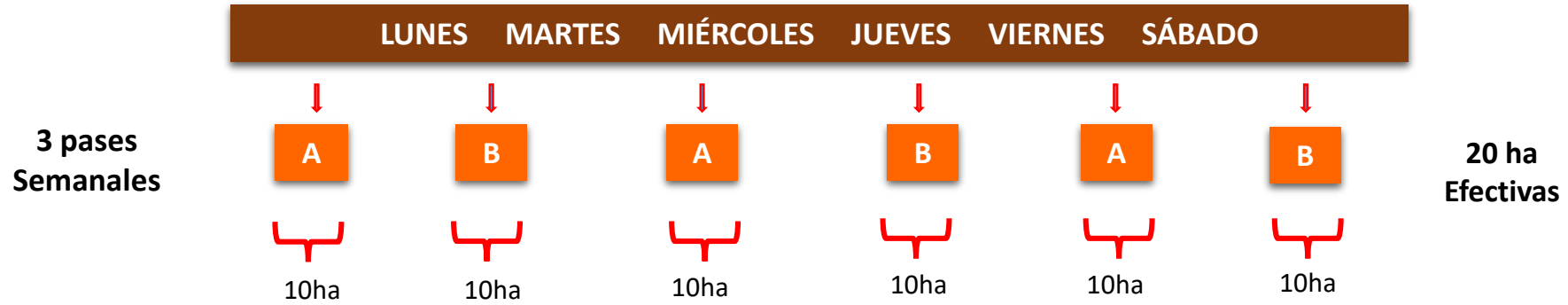
Eficiencia de aplicación entre el 95 y el 100 %



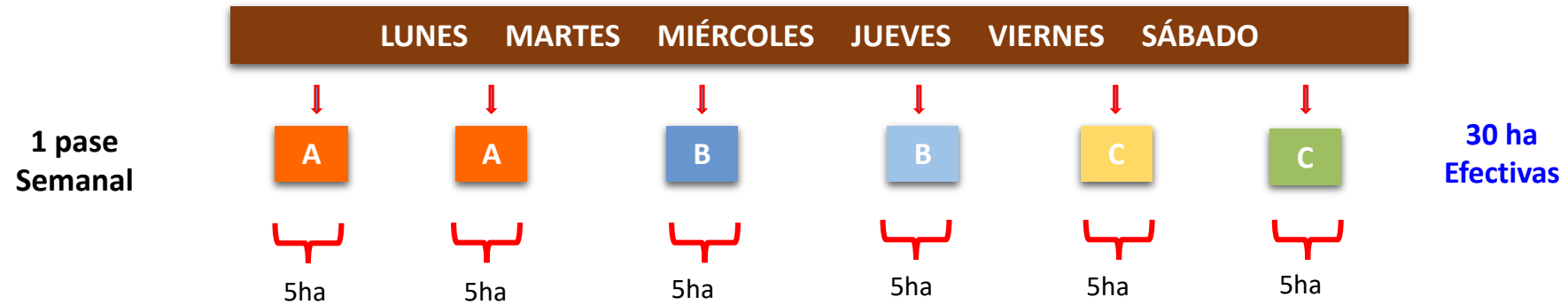
Con una frecuencia de aplicación semanal, el número de inflorescencias a tratar por hectárea aumentó a 50, y teniendo en cuenta los refuerzos que se deben hacer (2 o 3), el número de aplicaciones se duplica y triplica. Se maneja un rendimiento de 5 ha/jornal/día que equivalen a **30 ha** efectivas por semana.

Ciclo de aplicación con ANA

Polinización tradicional



Propuesta con ANA



Aumento en el área efectiva cubierta por operario

FORMACIÓN DE RACIMOS TRATADOS CON ANA



T1: Ark 2 aplic.



T2: Bio m-z 2 aplic.



T3: Ark 3 aplic.



T4: Bio m-z 3 aplic.



T5: Bio m-z 3 aplic.



T6: Polen 2 aplic.



T7: Polen (3) + ANA



T8: Polen (1) + ANA

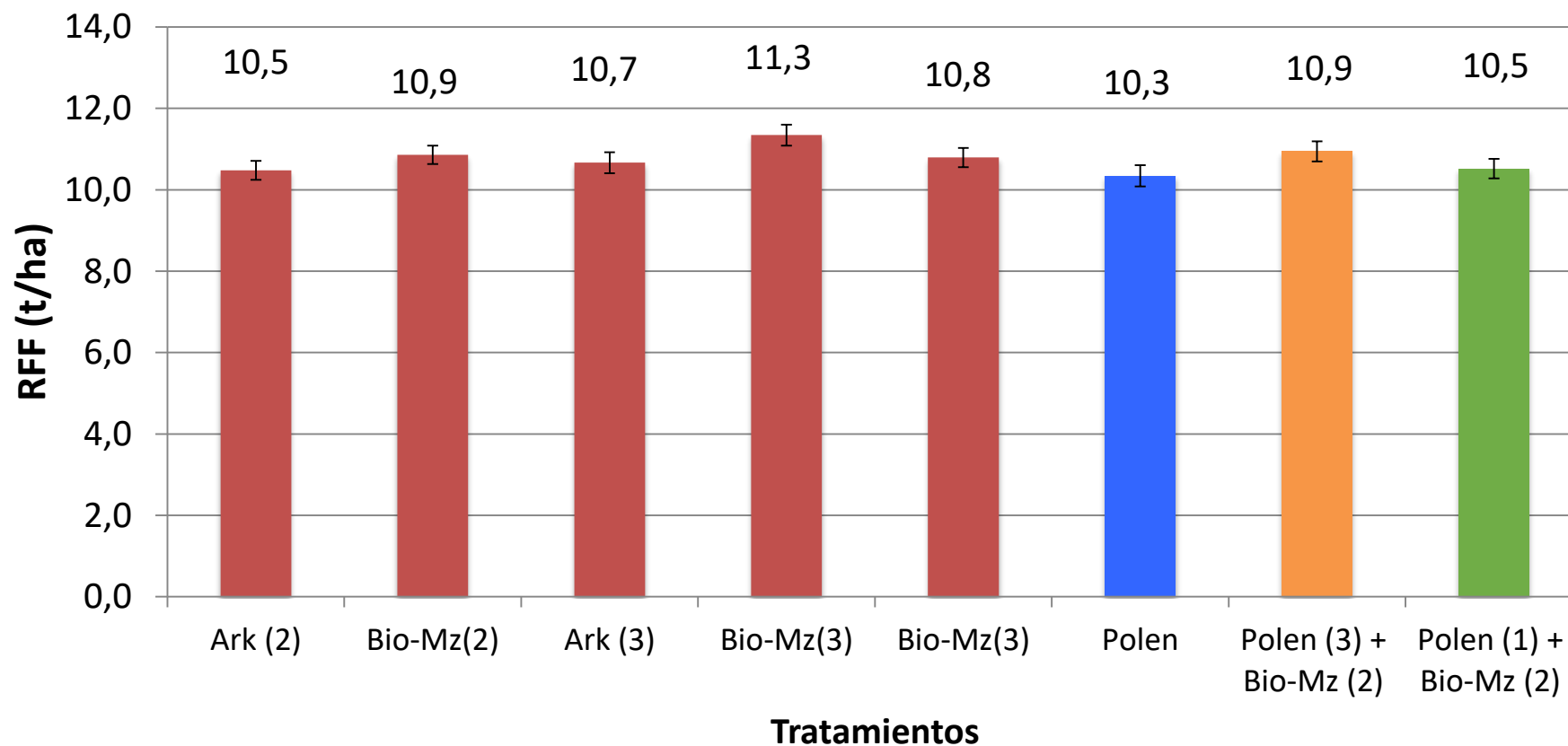
Cosecha de racimos tratados



Registros de producción



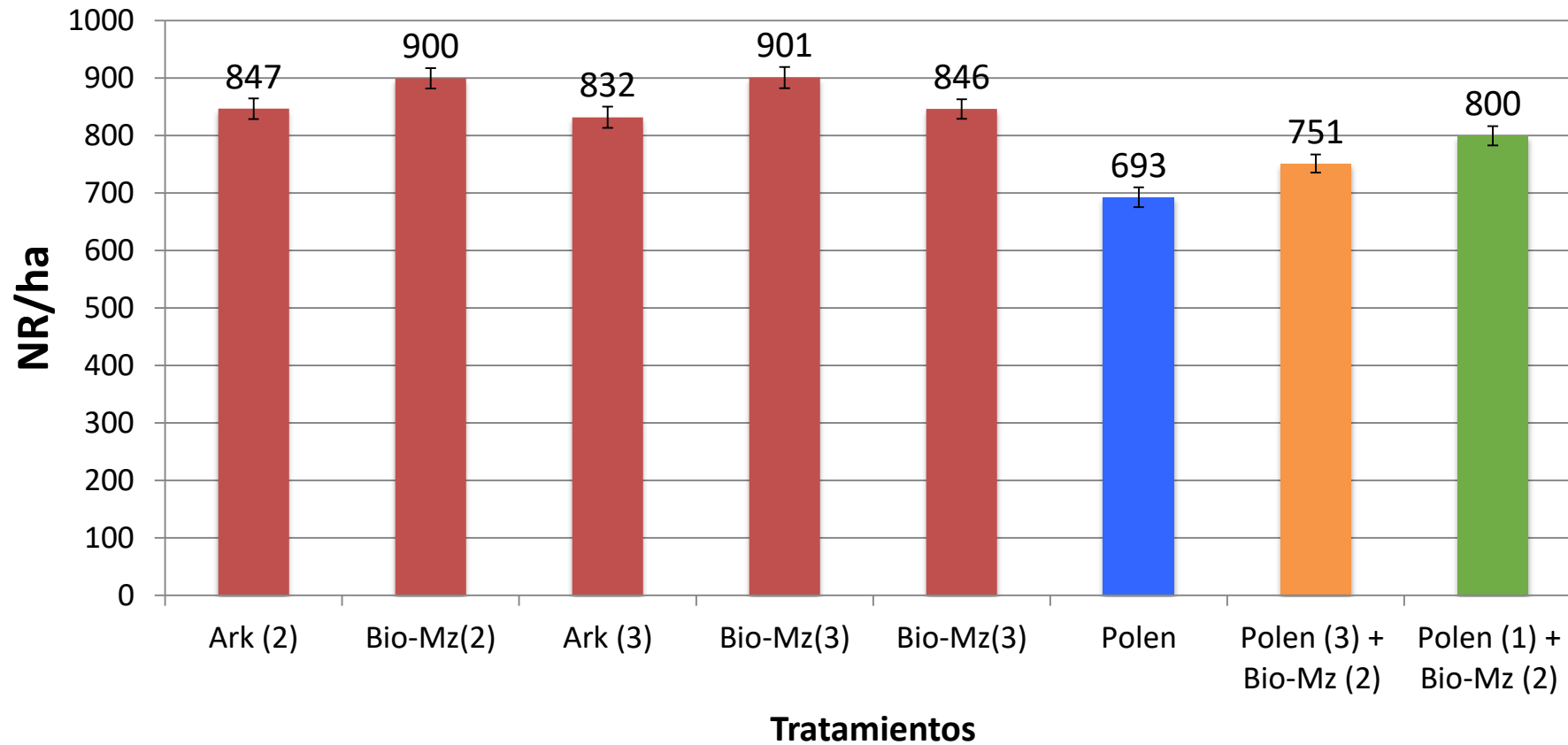
Racimos de fruta fresca (ton/ha)



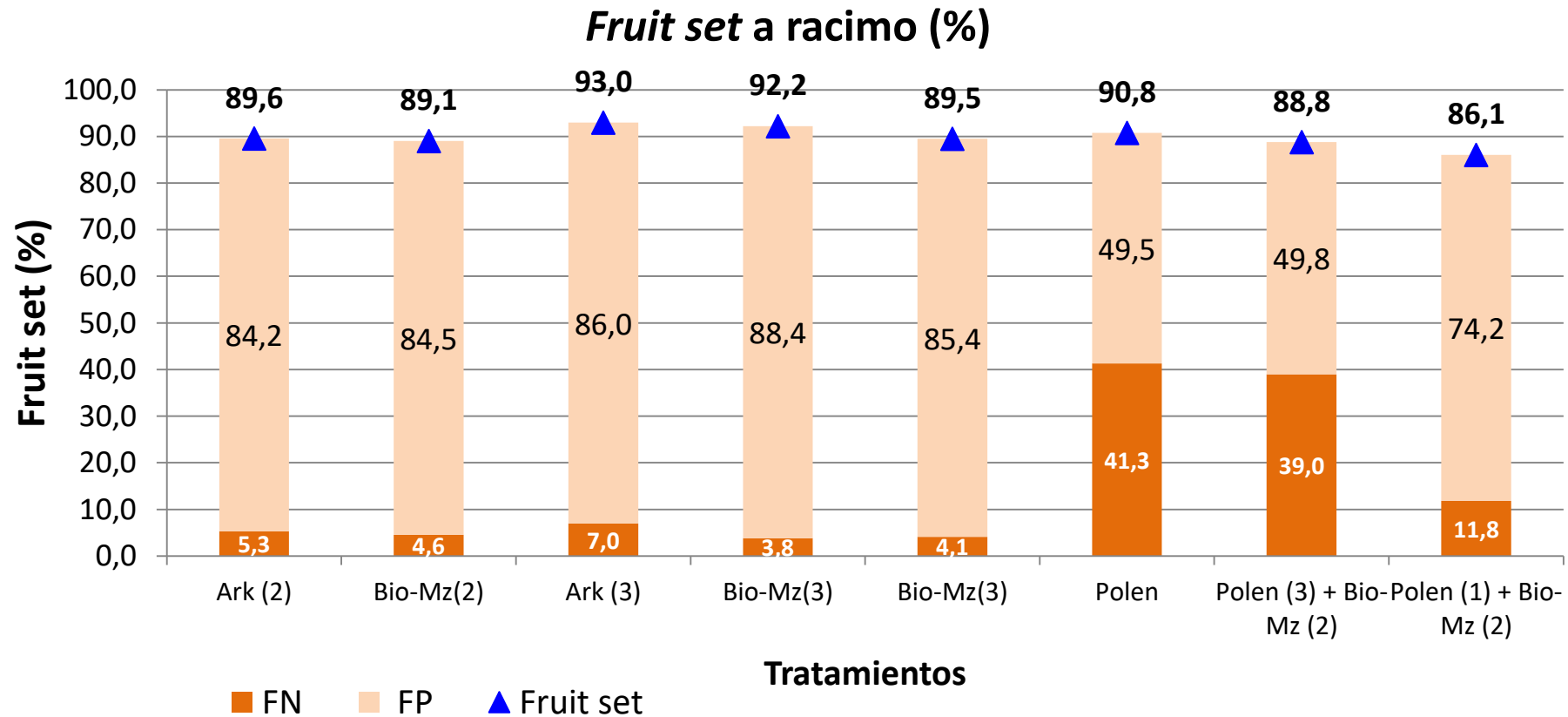
Registros de producción



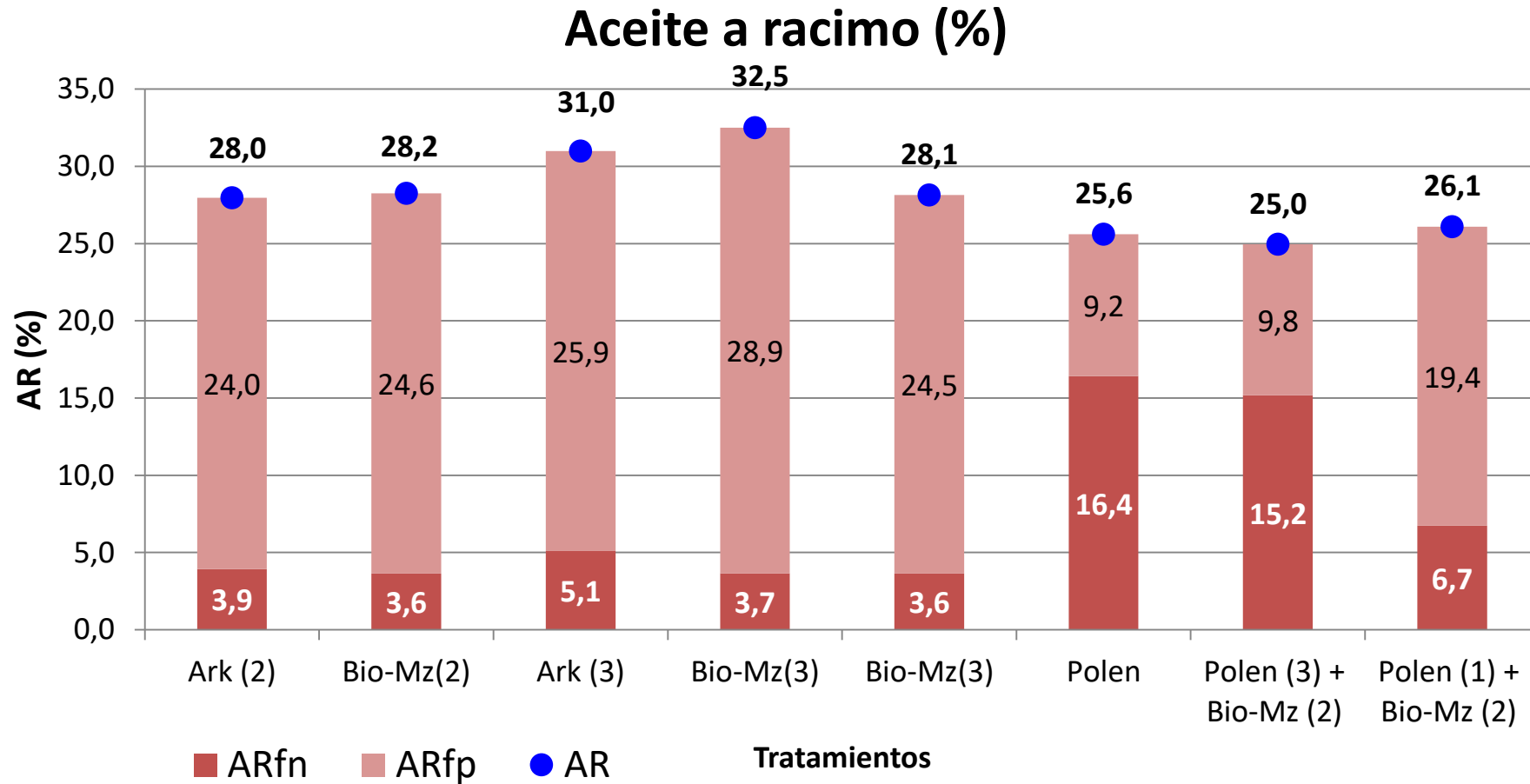
Número de racimos por hectárea



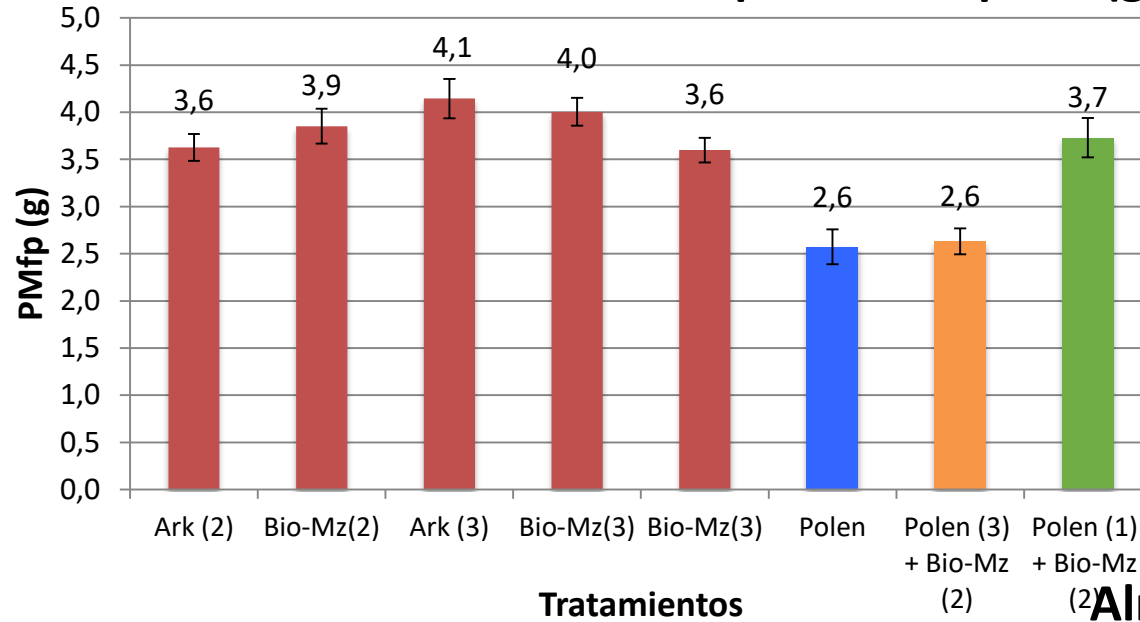
Análisis de racimo



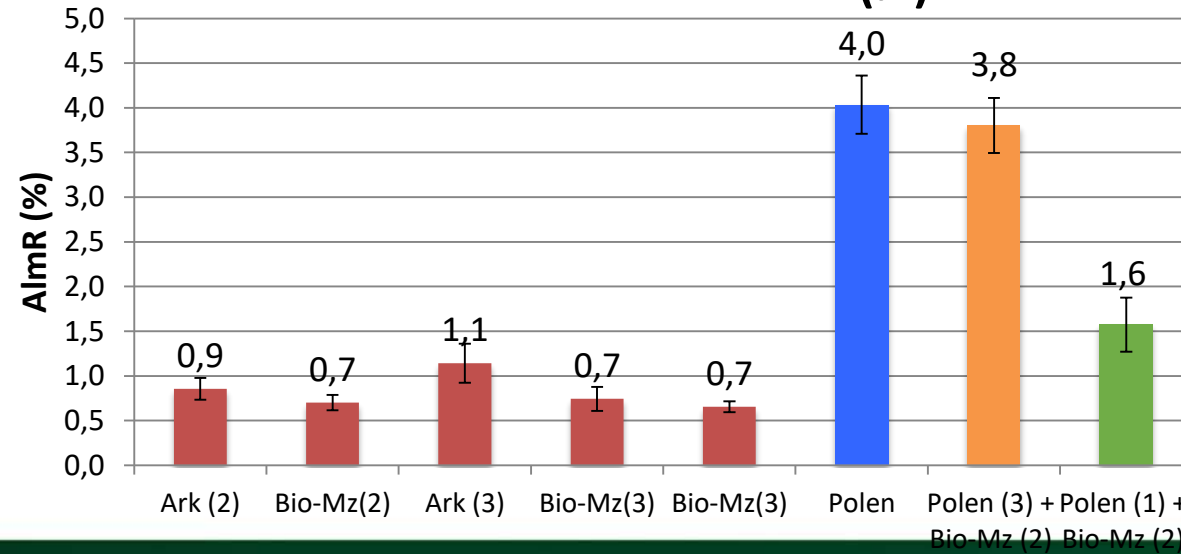
Análisis de racimo



Peso medio de frutos partenocárpicos (g)

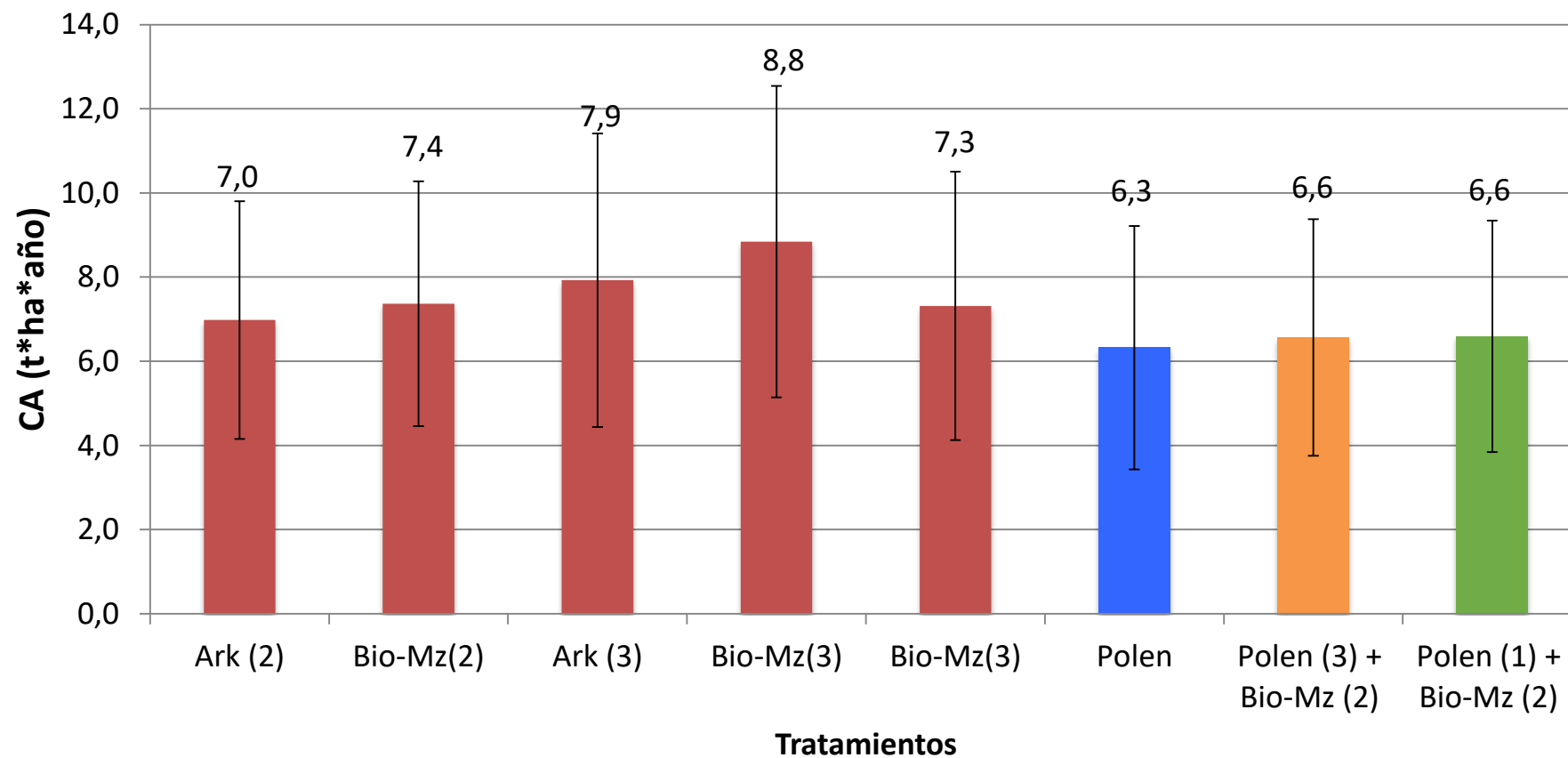


Almendra a racimo (%)



Análisis de racimo

Contenido de aceite a racimo (t*ha*año)



Calidad en la aplicación



ANA

Polen

Aplicación Comercial (Ecuador)

Lotes	Descripción de tratamientos
Lote: F646	ANA Soluble (100 mg) - Polvo, sin destapar brácteas pedunculares
Lote: G345	ANA Soluble (100 mg) - Polvo, destapando brácteas pedunculares
Lote: H126	ANA Soluble (100 mg) - Líquido, sin destapar brácteas pedunculares
Lote: H226	ANA Soluble (100 mg) - Líquido, destapando brácteas pedunculares

Aplicación Comercial (Ecuador)



Aplicación Comercial (Ecuador)

Tratamiento	Aceite a racimo (%)	Recuperación de almendra (%)
ANA Soluble 60 mg + 50 mg Polen	26,00	2,40
ANA Soluble 120 mg + 50 mg Polen	26,80	1,40
ANA Soluble 180 mg + 50 mg Polen	26,60	1,50
ANA Soluble 240 mg + 50 mg Polen	34,20	0,90
Polinización tradicional	21, 5	0,90

Resultados de la evaluación de la relación de mezcla para el uso de ANA en polvo

Aplicación Comercial (Ecuador)

Balance de pérdidas en planta

PARÁMETROS EVALUADOS	ANA LÍQUIDA		ANA SOLIDA		PROMEDIO
	H2-26	H1-26	F6-46	G3-45	
	(Sin destape)	(Con destape)	(Sin destape)	(Con destape)	
PERDIDA TOTAL (%)	2,1	1,6	1,8	1,6	1,8
EXTRACCIÓN (TEA) (%)	24,1	28,5	25,5	24,2	25,3
POTENCIAL DE ACEITE (%)	26,3	30,1	27,3	25,8	27,1
EFICIENCIA (%)	91,8	94,6	93,3	93,7	93,2
FRUTO PROCESADO (Ton)	49,6	31,7	45,0	45,0	171,3

Evaluación del uso de ANA en la formación de frutos partenocárpicos en el híbrido OxG



Evaluación del uso de ANA en la formación de frutos partenocárpicos en el híbrido OxG



Brasil x Djongo

Impacto Uso Polinización Artificial

	POLINIZACION TRADICIONAL	POLINIZACION ARTIFICIAL	IMPACTO DE LA ADOPCION
COSTO LABOR (ha/año)	1.100.000	1.147.401	(3.008.000.000)
Inflorescencias recuperadas(%)	85	95	53.072.640.000
TEA	18	25	218.534.400.000
Palmiste	0.30	0.11	(33.196.800.000)
TOTAL			\$235.376.576.000 USD 78.458.859

Si asumimos 64.000 ha en producción, 30 ton/ha/año, precio tonelada aceite, USD 542

Conclusiones

- Se puede inducir la formación de frutos partenocárpicos en híbridos interespecíficos OxG aplicando reguladores de crecimiento de tipo auxinas, siendo especialmente notoria la respuesta con ácido naftalenacético
- Las aplicaciones de ANA incrementan la productividad de la mano de obra para la polinización en un 33%
- Las aplicaciones de ANA incrementan la TEA entre 5 y 8 puntos porcentuales
- El uso de la tecnología podría significar ingresos adicionales de cerca de 80 millones de dólares para los palmicultores colombianos

Agradecimientos

- FFP administrado por Fedepalma por la financiación
- Plantaciones Villa Claudia, Monterrey, Palmeiras, Palesema





Gracias