



21^ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE **PALMA DE ACEITE**

21st International Oil Palm Conference

Intensificación sostenible en la producción de aceite de palma a partir de cultivos sembrados con híbridos OxG en Colombia

Mauricio Mosquera-Montoya, Jhonatan Camperos, Elizabeth Ruiz, Diego Hernández, Alejandra M. García, Liseth E. Vargas, Eloina Mesa, Daniel E. Munévar, Kelly X. Sinisterra, Alexander Biojó, Yeiner Acosta, Hugo Arias

CONTENIDO



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

1. Introducción

2. Polinización artificial a escala comercial: *fruit set*, contenido de aceite y productividad laboral

3. Impacto del punto óptimo de cosecha (POC) sobre la TEA

4. Costos antes y después de la polinización artificial

5. Conclusiones

INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

Gestión de los recursos. Obtener mayor rendimiento de sus cultivos, con la misma extensión de terreno y utilizando menos insumos (FAO, 2025)

Aumento de la productividad, sujeto a: 1) uso eficiente de los insumos, 2) reducción de los impactos ambientales, 3) creación de capital natural y 4) flujo de servicios ecosistémicos (Lerner et al., 2017; Sekaran et al., 202, Prasal 2021)

Integra estrategias, ecológicas, tecnológicas y socioeconómicas para asegurar 1) Producción futura de alimentos, 2) Integridad ambiental. (Prasad et al 2021; Jhariya et al 2021; Storm et al 2024; Zürner, et al 2023)



INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE

Desafíos y Soluciones

Brechas de Rendimiento

Cerrar diferencias entre rendimientos actuales y potenciales, optimizando el uso de agua y nutrientes ([Bajželj et al 2014](#); [Mueller et al 2012](#))

Impacto Ambiental

Reducir emisiones de gases de efecto invernadero y pérdida de biodiversidad mediante el uso de tecnologías y prácticas sostenibles ([Shahmohamadloo et al 2022](#); [Tilman et al 2011](#))

Gobernanza

Formular políticas efectivas que incentiven la sostenibilidad y apoyen las regiones afectadas por el cambio climático ([Staniszewski et al 2023](#); [Gadanakis et al 2015](#))

ANTECEDENTES

Cultivares híbridos de OxG se plantaron a escala comercial (2005-2010), los **criterios de manejo** fueron replicados de *E. guineensis* (Fontanilla et al., 2015)

Polinización

Escasa polinización natural: baja viabilidad polínica y brácteas pedunculares (Hormaza et al., 2010; Prada y Romero, 2012; Socha et al., 2019; Caicedo et al., 2020; Sánchez et al., 2011; Forero et al., 2012)
Resultado: Negocio inviable

Polinización asistida: aplicación de polen *E. guineensis* en antesis (Sánchez et al., 2011; Guataquira et al., 2019)
Resultado: incrementó el PMR y mejoró la conformación RFF

Polinización artificial: 1ª aplicación: polen o ANA. 2ª y 3ª aplicaciones ANA (Daza et al., 2020; Romero et al., 2021; Mosquera et a., 2024)
Resultado: Incrementaron número RFF, mejoró la conformación RFF e incrementó el contenido de aceite

Cosecha

En híbridos OxG las características de **madurez** de los racimos **varían entre cultivares** (Caicedo et al., 2020).

Punto óptimo de cosecha. Criterios de madurez por cruzamiento OxG (Escalas BBCH)
Resultado: incremento en la TEA (Hernández et al., 2020; Sinisterra et al., 2020)

CONTENIDO



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

1. Introducción

2. Polinización artificial a escala comercial: *fruit set*, contenido de aceite y productividad laboral

3. Impacto del punto óptimo de cosecha (POC) sobre la TEA

4. Costos antes y después de la polinización artificial

5. Conclusiones

EVALUACIONES DEL USO DE ANA A ESCALA COMERCIAL



21ª CONFERENCIA INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
 21st International Oil Palm Conference

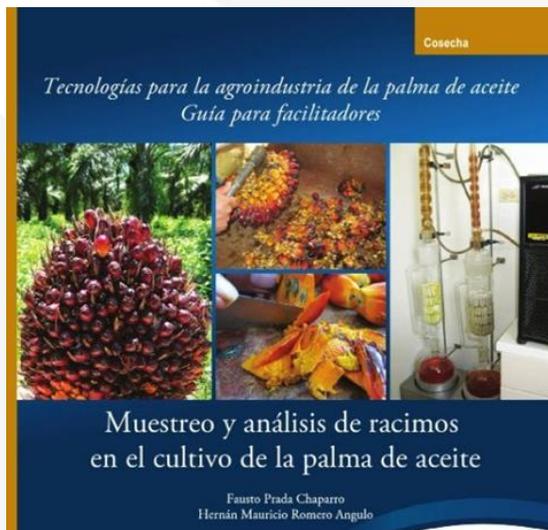
Presentación ANA	Zona	Plantación	Cultivar	Edad cultivo	Aplicaciones	Inflorescencias por hectárea (Densidad)	Dosis por inflorescencia
Mezcla sólida	Central	C1	Coarí x La Mé	13	ANA-ANA-ANA	94	3 g
		C2	Brasil x Djongo	8	ANA-ANA-ANA	122	3 g
		C3	Coarí x La Mé	14	Polen-ANA-ANA	64	3 g
	Oriental	O1	Brasil x Djongo	8	ANA-ANA-ANA	123	3 g
	Suroccidental	S1	Coarí x La Mé	10	ANA-ANA-ANA	60	4,1 g
Suspensión líquida	Central	C2	Brasil x Djongo	8	ANA-ANA-ANA	122	1200 ppm
		C4	Coarí x La Mé	8	ANA-ANA-ANA	112	1200 ppm
	Oriental	O1	Coarí x La Mé	8	ANA-ANA-ANA	123	1200 ppm
	Norte	N1	Coarí x La Mé	5	ANA-ANA-ANA	65	1200 ppm

USO DE ANA A ESCALA COMERCIAL



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

- Efecto de la polinización artificial sobre fruit set y contenido de aceite
- Muestreo RFF
- Análisis de Racimo: Conformación
- Determinación de potencial de aceite (Soxhlet): Potencial de aceite
- Estimación la productividad laboral de la polinización artificial
- Estudio de tiempos y movimientos
- 1. Documentación de la labor
- 2. Diagramas de Proceso
- 3 .Estudio de tiempos: tiempo efectivo de labor, elementos extraños, suplementos, determinación de "tarea justa"



RESULTADOS DEL USO DE ANA A ESCALA COMERCIAL

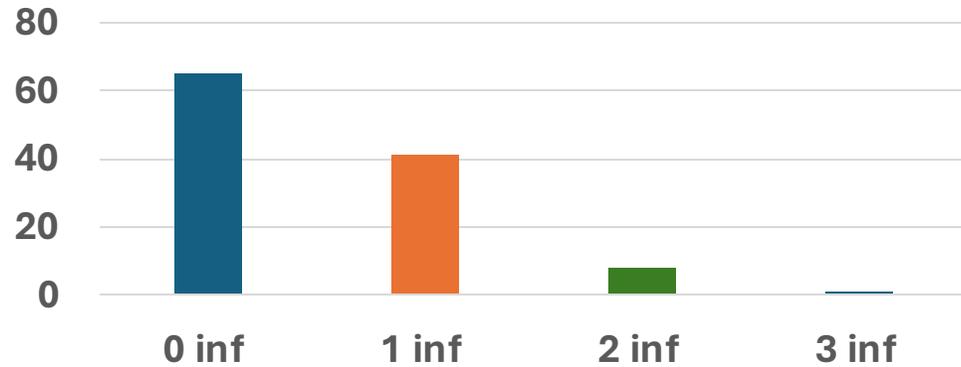


21ª CONFERENCIA INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
 21st International Oil Palm Conference

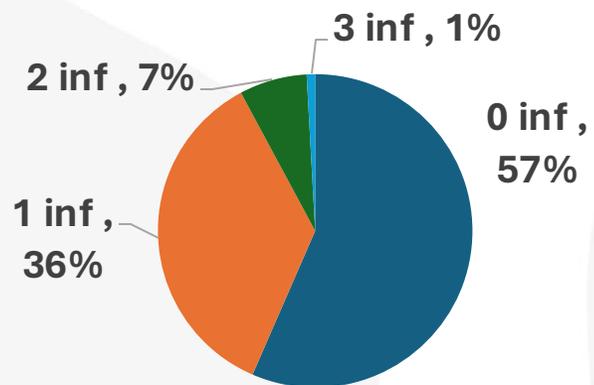
Plantación	Presentación	Aplicaciones	Cultivar	Edad Cultivo	PMR (kg)	Fruit set (%)	Potencial aceite (%)
C1	Sólido	ANA-ANA-ANA	Coarí x La Mé	13	16,0	85,5	24,7
C2	Líquido	ANA-ANA-ANA	Brasil x Djongo	8	16,6	74,4	38,1
	Sólido	ANA-ANA-ANA	Brasil x Djongo	8	13,9	77,1	35,7
C3	Sólido	Polen-ANA-ANA	Coarí x La Mé	14	20,6	88,0	32,0
O1	Líquido	ANA-ANA-ANA	Coarí x La Mé	8	20,1	96,7	30,4
	Sólido	ANA-ANA-ANA	Brasil x Djongo	8	19,6	92,3	30,1
S1	Sólido	ANA-ANA-ANA	Coari x Super Téneras	10	19,5	85,9	28,3
N1	Líquido	ANA-ANA-ANA	Coarí x La Mé	5	14,5	91,4	30,0

60 Inflorescencias a tratar por ha

Número de palmas por categoría en una hectárea



Participación por categoría

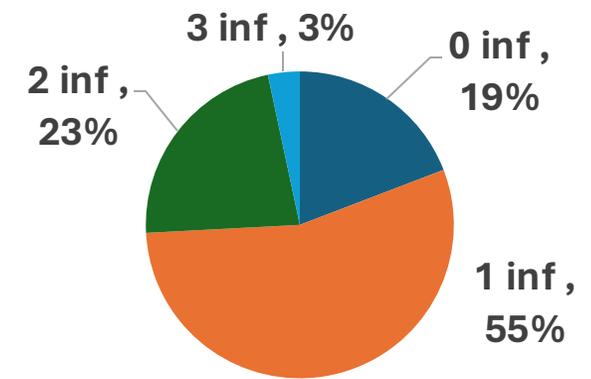


120 Inflorescencias a tratar por ha

Número de palmas por categoría en una hectárea



Participación por categoría



INDICADORES DE RENDIMIENTO LABORAL Y COSTOS PARA LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL



21ª CONFERENCIA INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
 21st International Oil Palm Conference

Densidad de inflorescencias	60 inf/ha (18 † RFF/ha)	120 inf/ha (35 † RFF/ha)
Tiempo para polinización artificial de una hectárea (h/ha)	1,04	1,72
Productividad laboral (ha/hombre en un día)	3,12	2,02
Productividad laboral (inflorescencias/hombre en un día)	188	242
Costo de mano de obra por inflorescencia (USD/inf) para 1 aplicación	0,131	0,099
Costo insumos por inflorescencia (USD/inf) para 1 aplicación	Líquido: 0,024 Sólido*: 0,025	
Costo por aplicación (USD/inf) para 1 aplicación	Líquido: 0,155 Sólido*: 0,156	Líquido: 0,123 Sólido*: 0,124
Costo polinización artificial (USD/ ha al año)	Líquido: 484 Sólido*: 487	Líquido: 768 Sólido*: 774

* Cálculos basados en 5g (práctica actual)

CONTENIDO



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

1. Introducción

2. Polinización artificial a escala comercial: *fruit set*, contenido de aceite y productividad laboral

3. Impacto del punto óptimo de cosecha (POC) sobre la TEA

4. Costos antes y después de la polinización artificial

5. Conclusiones

Plantaciones en donde se realizaron los estudios de punto óptimo de cosecha (POC)

Zona	Plantación	Cultivar OxG	Edad cultivo
Suroccidental	S3	Brasil x Djongo	11
Suroccidental	S2	Cereté x Deli	10
Oriental	O3	Coarí x La Mé	10

1. Línea de base

Los RFF se cortaron de acuerdo con el criterio utilizado en la plantación: **número de frutos naturalmente sueltos**

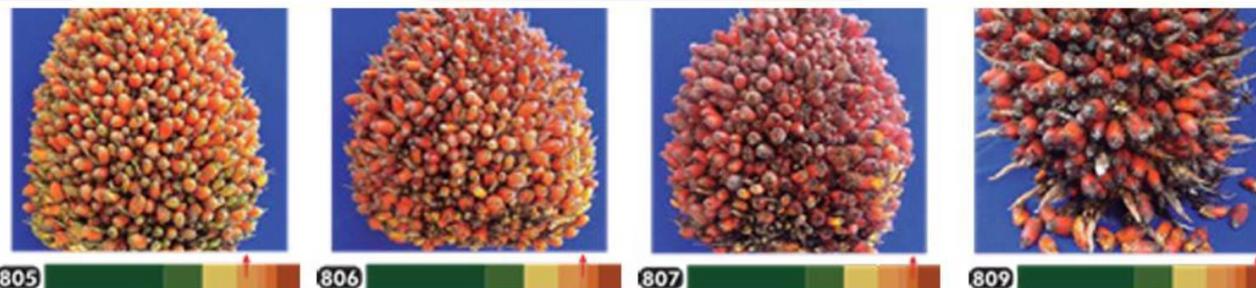
1. Después de implementar POC

Los RFF se cortaron de acuerdo con los criterios POC (2/3): **1) Número de frutos naturalmente sueltos, 2) porcentaje de agrietamiento de frutos y 3) porcentaje frutos opacos**

2. Se clasificaron los RFF según etapa de madurez (Estadio fenológico)

3. Se clasificaron los RFF según Clase (García *et al.*, 2017). Clase I: 90,1% a 100% de frutas, Clase II: 70,1% a 90%, Clase III: 50% a 70%; Clase IV: menos del 50%

4. Se cosecharon suficientes RFF para procesar *batches* en PBP



Estadio	Estadio 805	Estadio 806	Estadio 807	Estadio 809
Desprendimiento	Sin desprendimiento	Bajo	4-10 frutos	Mayor a 20 frutos
Cuarteamiento	Sin cuarteamiento	Bajo	Bajo	Alto (mayor al 60 %)
Opacidad	Con brillo	Con brillo	Sin brillo	Sin brillo
Decisión	No cosechar	No cosechar	Cosechar	Cosechar

Caracterización morfológica escala BBCH de racimos del cultivar Brasil x Djongo (Caicedo-Zambrano *et al.*; 2020 , Romero *et al.*, 2023).



Escala fenológica BBCH para híbrido OxG Coari x La Mé, [Cenipalma \(2022\)](#)

POC: estadío de desarrollo de racimos cortados y TEA industrial (3 plantaciones)



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL**
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

Cereté x Deli (S2)								
Etapas estudio	Línea Base				Después de POC			
Estadío	805	806	807	809	805	806	807	809
Participación (%)	0,5	29	60	10,5	0	0	28	72
TEA	20,2				26,2			
Brasil x Djongo (S3)								
Etapas estudio	Línea Base				Después de POC			
Estadío	805	806	807	809	805	806	807	809
Participación (%)	6	47	43	4	3	15	77	5
TEA	23,6				25,0			
Coarí x La Mé (O3)								
Etapas estudio	Línea Base				Después de POC			
Estadío	805	806	807	809	805	806	807	809
Participación (%)	20	51	11	18	0	2,1	21,3	76,6
TEA	18,4				23,4			

- El corte de racimos con criterios POC, permitió cosechar un mayor porcentaje de racimos maduros (807 y 809)
- El mayor porcentaje de RFF maduros conlleva a un incremento en la Tasa de extracción de aceite

CONTENIDO



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

1. Introducción

2. Polinización artificial a escala comercial: *fruit set*, contenido de aceite y productividad laboral

3. Impacto del punto óptimo de cosecha (POC) sobre la TEA

4. Costos antes y después de la polinización artificial

5. Conclusiones

2018

Indicador 2018	Híbrido OxG
Costo (USD / t APC)	489
t RFF / ha	26
t APC / ha	5,5

2024

Indicador 2024	Híbrido OxG
Costo USD / t APC)	515
t RFF/ha	30
t APC / ha	7,2

En el periodo 2018 a 2024:

El costo de producción del APC incrementó 5%,
mientras que el rendimiento (en APC/ha) incrementó en 31%

CONTENIDO



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

1. Introducción
2. Polinización artificial a escala comercial: *fruit set*, contenido de aceite y productividad laboral
3. Impacto del punto óptimo de cosecha (POC) sobre la TEA
4. Costos antes y después de la polinización artificial
5. Conclusiones

CONCLUSIONES



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

Resultados de **11 estudios** adelantados a **escala comercial**:

- **Efectos de la polinización artificial**: *fruit set* > 74,4%

Promedio potencial de aceite = 31%

- **Presentación del ANA (sólida o líquida)**: ambas permiten obtener **buenos resultados** si se garantizan **dosis y cobertura** adecuadas
- **Productividad laboral**: el número de inflorescencias a tratar determina el rendimiento de los trabajadores. A su vez, la densidad de inflorescencias depende del **rendimiento del cultivo** y de la **estacionalidad** de la producción
- **Punto óptimo de cosecha (POC)**: permite maximizar la cantidad de aceite que se entregará a la planta de beneficio y la rentabilidad del negocio
- **Análisis costo/beneficio**: Entre 2018 (antes de polinización artificial y POC) y 2024, el costo de producción t APC incrementó 5%, mientras que el rendimiento en APC/ha incrementó 31%

REFLEXION FINAL



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

En síntesis, la implementación de la **polinización artificial** y del corte de racimos con **criterios POC**, han permitido: 1) el **uso más eficiente** de los recursos productivos (tierra, mano de obra e insumos) y 2) se ha obtenido **más APC por hectárea**. En otras palabras, el negocio del OxG es un ejemplo de una

INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE

MUCHAS
GRACIAS



21º CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE **PALMA DE ACEITE**

21st International Oil Palm Conference

2025

