

# Evaluación económica de sistemas de drenaje en el cultivo de palma de aceite: análisis de rendimientos y costos

Arley Zapata<sup>1</sup>, Alex Gamba<sup>2</sup>, Elizabeth Ruiz<sup>3</sup>, Miller Ávila<sup>4</sup>, Nólver Arias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Agronomía, Cenipalma, <sup>2</sup>Asohumea, <sup>3</sup>Unidad de Validación de Resultados, Cenipalma, <sup>4</sup>Universidad Surcolombiana. Autor para correspondencia: adzapata@cenipalma.org

## Introducción

El mal drenaje, suelos compactados y alta concentración de arcilla en los horizontes superficiales favorecen la pudrición del cogollo (PC) en el cultivo de palma de aceite, una enfermedad que afecta gravemente la productividad en regiones tropicales. Además, un nivel freático superficial reduce la porosidad del suelo, limitando el crecimiento de las raíces, la absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, y la diferenciación sexual de las inflorescencias, lo que disminuye los rendimientos (Acosta & Munévar, 2003; Peralta *et al.*, 1985). En Colombia, se ha demostrado que mejorar las condiciones de drenaje reduce la incidencia de PC y optimiza la producción, especialmente en suelos con baja aireación, déficit hídrico y texturas arenosas (Acosta & Munévar, 2003; Durán & Ortiz, 1995). Asohumea y Cenipalma han establecido una vitrina de drenaje en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras con el objetivo de documentar y evaluar diferentes sistemas de drenaje implementados en el cultivo de palma de aceite. El objetivo principal es determinar la viabilidad económica y técnica de cinco sistemas de drenaje, considerando costos, rendimientos operativos, manejo del agua y sanidad, para identificar la opción más eficiente y sostenible.

## Metodología

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras, donde se establecieron cinco parcelas con diferentes sistemas de drenaje en un área de 11 ha.

Tabla 1. Condiciones evaluadas.

Sistema	Descripción
(1) Tubería enterrada	Tuberías perforadas (6,5 cm diámetro, 1 m profundidad, grava 26 cm espesor).
(2) Dren topo	Dren topo (60 cm profundidad, 2 pases por calle de tránsito).
(3) Tubería enterrada + dren topo	Combinación de canal entubado y dren topo en las calles de no tránsito.
(4) Canal abierto	Zanjas (1 m profundidad, 1,3 m ancho mayor, 0,2 m ancho menor, 1 canal/4líneas).
(5) Canal abierto + dren topo	Zanjas abiertas combinadas con dren topo en calles de tránsito.

Para cada sistema evaluado se determinaron los costos de instalación, operación y mantenimiento, considerando el uso de maquinaria, mano de obra y materiales. La evaluación económica se realizó mediante el análisis de costos de capital (CAPEX) y operativos (OPEX) en un horizonte de 25 años.

La preparación del lote se detalla en la Tabla 2 a continuación.

Tabla 2. Costos y rendimientos de preparación del suelo.

Tipo de preparación	Rastra	Rotospeed	Acrado de cincel
Condiciones de operación	Solo calles de tránsito para implementación del dren topo	Solo calles de tránsito para implementación del dren topo	Todas las calles, 60 cm de profundidad
Rendimiento (ha/h)	0,5	1,73	0,83
Costo (COP\$/ha)	\$ 36.0.000	\$ 104.046	\$ 337.349

**Construcción:** canales abiertos y tuberías enterradas se excavaron con retroexcavadora; el dren topo se implementó con una uña de retroexcavadora usada, cadena y tubo petrolero soldados.

## Resultados

El análisis comparativo de los sistemas de drenaje evaluados reveló diferencias significativas en rendimientos y costos. Como muestra la Tabla 3, el dren topo exhibe notable superioridad en rendimiento operativo (1.536 ha/h), superando ampliamente al canal abierto (0,147 ha/h) y la tubería enterrada (0,061 ha/h). Aunque el dren topo presenta costos operativos considerables (2.725.250 \$/ha), su bajo CAPEX resulta en el mejor balance económico total (-56 % respecto al sistema tradicional) (Figura 1). La tubería enterrada requiere mayor inversión inicial (8.905.759 \$/ha) pero menores costos de mantenimiento, resultando 59 % más costosa que el canal tradicional. Los sistemas combinados ofrecen beneficios complementarios para el manejo integral del agua, aunque incrementan los costos totales: tubería enterrada con dren topo (+95 %) y canal abierto con dren topo (+30 %) respecto al sistema convencional.

Tabla 3. Rendimientos operativos de los sistemas de drenaje.

Alternativa	Rendimientos (m/h)	Rendimiento (ha/h)
Canal abierto	23.438	0,147
Tubería enterrada	16.055	0,061
Dren topo*	701,82	1.536

\*2 pases en calles de tránsito

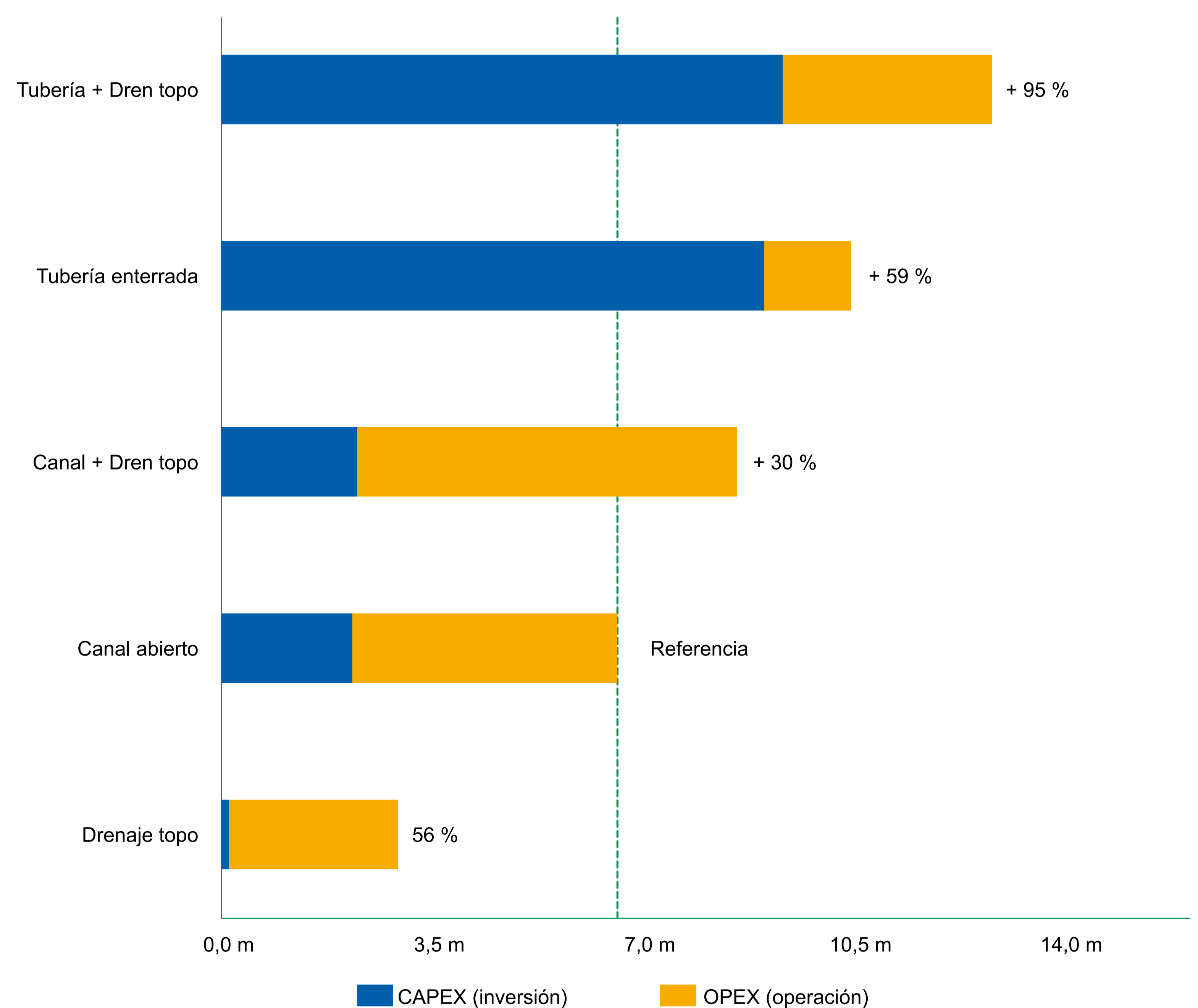


Figura 1. Costos de los sistemas de la vitrina de drenaje. Expresados en millones de pesos colombianos para un periodo de 25 años.

## Conclusión

Los resultados evidencian que cada sistema presenta ventajas específicas según contexto: el dren topo ofrece alta eficiencia operativa y menor costo total, pero requiere mantenimiento frecuente; la tubería enterrada elimina interferencias con la mecanización, aunque implica mayor inversión inicial; mientras que los sistemas combinados optimizan el manejo integral del agua en condiciones críticas. La selección debe considerar características del suelo, régimen hídrico y recursos disponibles para implementación y mantenimiento.

## Referencias bibliográficas

- Acosta, A., & Munevar, F. (2003). Bud Rot in Oil Palm Plantations : Link to Soil Physical Properties and Nutrient Status. *Better Crops International*, 17(2), 22–25.
- Aya, H., & Martínez, G. (2011). Manejo de la pudrición del cogollo de la palma de aceite en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína. *Palmas*, 32(2), 35–44.
- Cristancho, J., Alfonso, O., & Molina, D. (2012). Revisión de literatura sobre el papel del suelo y la nutrición de plantas en la Pudrición del cogollo de la palma de aceite. *Palmas*, 33(2).
- Durán, N., & Ortiz, R. A. (1995). Efecto de algunas propiedades del suelo y la precipitación sobre la producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en Centroamérica. *Agronomía Mesoamericana*, 6, 7–14.
- Peralta, F., Vasquez, O., Richardson, D., Alvarado, A., & Bormenisza, E. (1985). Effect of some soil physical characteristics on yield, growth and nutrition of the oil palm in Costa Rica. *Oléagineux (Paris)*, 40(8), 423–430.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por la financiación de este trabajo. Asimismo, a Asohumea y a los miembros de las empresas participantes que contribuyeron con los datos para el análisis.

La información contenida en este póster es responsabilidad de los autores

CON EL APOYO DEL FONDO DE FOMENTO PALMERO