



CONFERENCIA **NACIONAL** SOBRE **PALMA DE ACEITE**

Un encuentro para vivir el
conocimiento e impulsar
la agroindustria

IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO Y FERTIRRIEGO EN PALMA DE ACEITE: EXPERIENCIA, RETOS Y LECCIONES APRENDIDAS EN LA PLANTACIÓN GREMCA AGRICULTURA Y ENERGIA SOSTENIBLE S.A

Autor: Cristian Andapiña Acosta



35
AÑOS



Villavicencio, Parque Las Malocas

22 al 24
de septiembre

20
26

Contexto agroclimático de la zona

El Copey, Cesar – Condiciones climáticas y comportamiento de las lluvias



El Copey, Cesar



Temperatura media
28 – 30 °C



Precipitación anual
1.100 – 1.500 mm

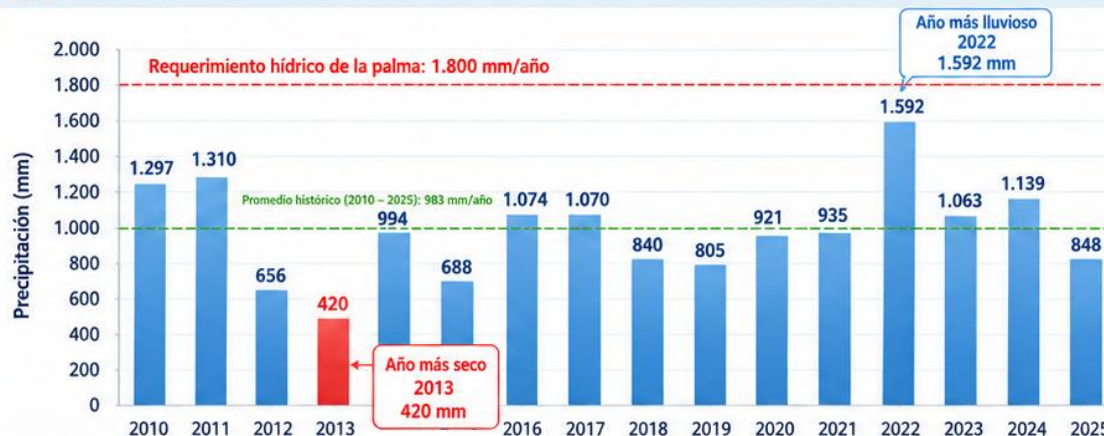


Alta radiación solar

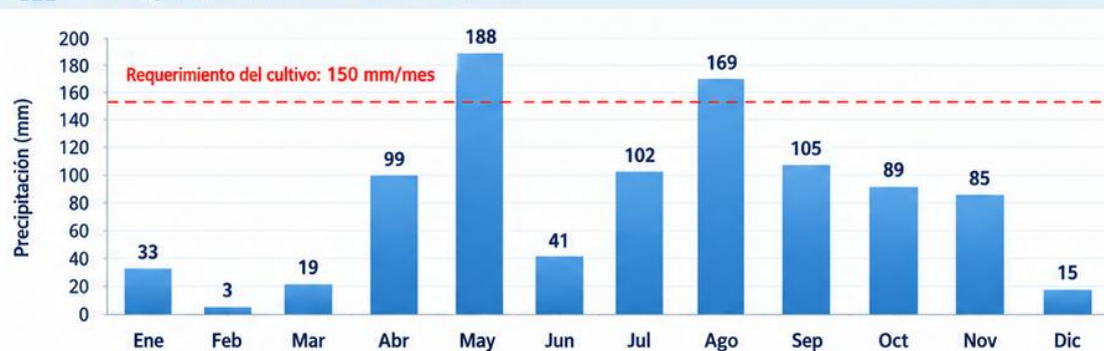


Condiciones tropicales
con marcada estacionalidad
de lluvias

Precipitación anual histórica (2010 – 2025)



Precipitación mensual año 2025



Indicadores clave



Promedio histórico
(2010 – 2025)
983 mm/año



Requerimiento hídrico
de la palma
1.800 mm/año



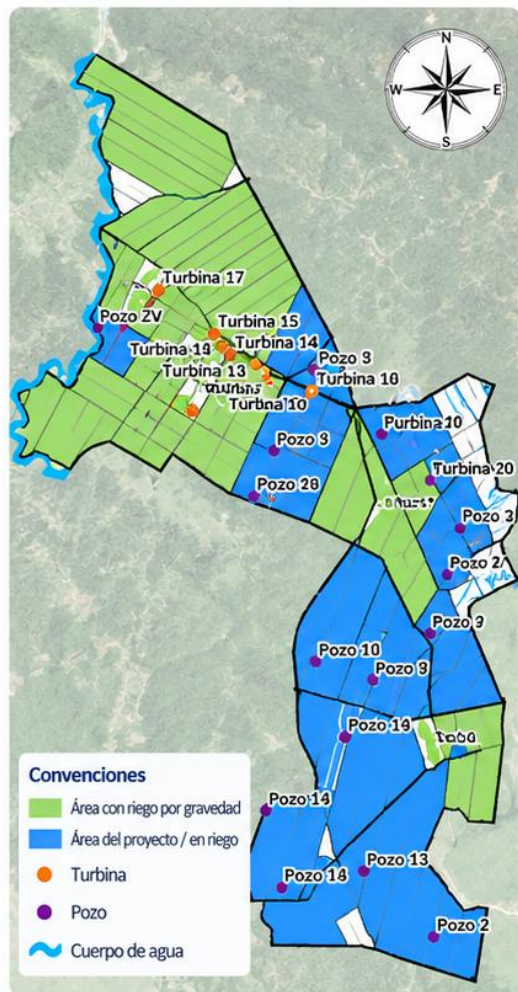
Déficit promedio anual
(2010 – 2025)
818 mm/año



Déficit acumulado
(2010 – 2025)
13.080 mm

Limitaciones del sistema de riego por gravedad

Una operación extensa con retos en el uso y distribución del agua



Lote con riego por inundación



Los lotes permanecían inundados durante el riego, limitando la fertilización, cosecha, polinización y mantenimiento.



Principales limitaciones del sistema de riego por gravedad



Alto consumo de agua
≈ 3 L/s/ha.
Mayor demanda hídrica para atender las áreas.



Baja eficiencia
≈ 40 % de eficiencia.
Altas pérdidas de agua por escorrentía y evaporación.



Baja productividad
Productividades promedio de 16 – 18 toneladas de fruta por hectárea.



Mano de obra
Operación manual.
Mayor personal para compuertas y distribución de agua.



Lotes inundados
Se limitan labores agronómicas como fertilización, cosecha, polinización y mantenimiento.



Baja uniformidad
Exceso y déficit de agua entre sectores, generando desarrollo desigual del cultivo.



Limitaciones en la operación
Dependencia de la disponibilidad del recurso hídrico (nivel de pozos y caudales variables), lo que restringía el área y tiempo de riego.



Altos costos
Mayor consumo de agua y energía.
Costos operativos elevados por la operación y mantenimiento del sistema.

Sistema de riego y fertirriego por goteo de alto caudal automatizado

Tecnología para un uso eficiente del agua, mayor productividad y una operación confiable



Principales beneficios del sistema

Eficiencia hídrica, nutricional y operativa para un cultivo más productivo y sostenible.



Menor consumo de agua

≈ 1 L/s/ha.
Uso eficiente del recurso hídrico.



Fertirriego integrado

Aplicación de nutrientes a través del sistema de riego.



Automatización

Control de sectores, programación de riegos y fertirriego.



Monitoreo remoto

Antenas y RTU para comunicación y seguimiento en tiempo real.



Mayor uniformidad

Aplicación precisa del agua y nutrientes en todo el lote.



Operación más eficiente

Menor dependencia de mano de obra y mejor control del sistema.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO DE ALTO CAUDAL

1 Diseño de plantación



Planificación de lotes,
sectorización y
georreferenciación.

2 Diseño de riego



Diseño hidráulico con
cálculos, presiones y
dimensionamiento.

3 Controlador DREAM



Dictrrol y programación
del sistema de riego y
fertiliriego.

4 Cabezal de filtrado



Filtración del agua para
proteger el sistema y
garantizar su vida útil.

5 Estación de fertiliriego



Preparación y suministro
de soluciones nutritivas.

6 Sistema de inyección



Inyección de fertilizantes
de forma controlada
y precisa.

7 Válvula automática



Control de sectores
de riego de manera
automatizada.

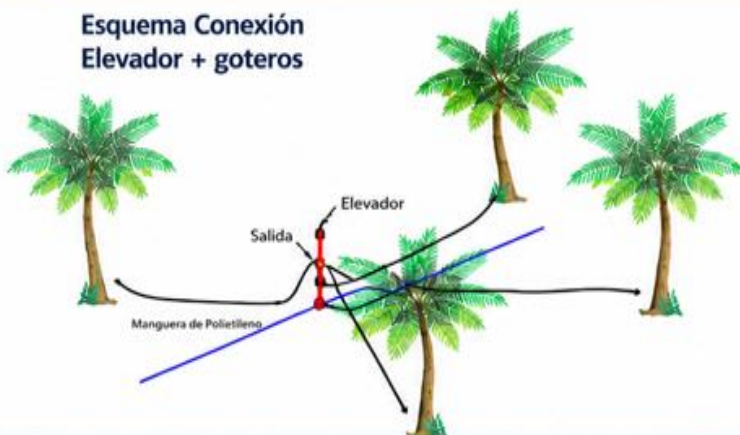
8 Antena / RTU



Comunicación remota
para el monitoreo
y control del sistema.

9 Red de distribución

Esquema Conexión Elevador + goteros



Red de tubería principal,
secundaria y mangueras
de polietileno que llevan
el agua hasta cada palma
mediante elevadores
y goteros.

10 Emisor (goteros)



Emisores autocompensados
de 40 L/h.

Se instalan 3 goteros por palma
(120 L/h por palma), garantizando
una distribución uniforme del agua
y los nutrientes en la zona radicular.

Inversión inicial de los sistemas de riego

Comparativo para 700 ha

Sistema de riego	Costo por hectárea (\$/ha)	Área (ha)	Inversión total (\$)
  Riego por gravedad o superficie	\$ 5.000.000	700 ha	\$ 3.500.000.000
  Riego por goteo de alto caudal	\$ 16.000.000	700 ha	\$ 11.200.000.000
Diferencia de inversión inicial	\$ 11.000.000/ha	700 ha	\$ 7.700.000.000



El sistema de **riego por goteo** de alto caudal requiere **\$ 7.700 millones adicionales de inversión inicial** para las **700 ha**, principalmente por la infraestructura hidráulica, automatización y fertirriego.

Resumen comparativo

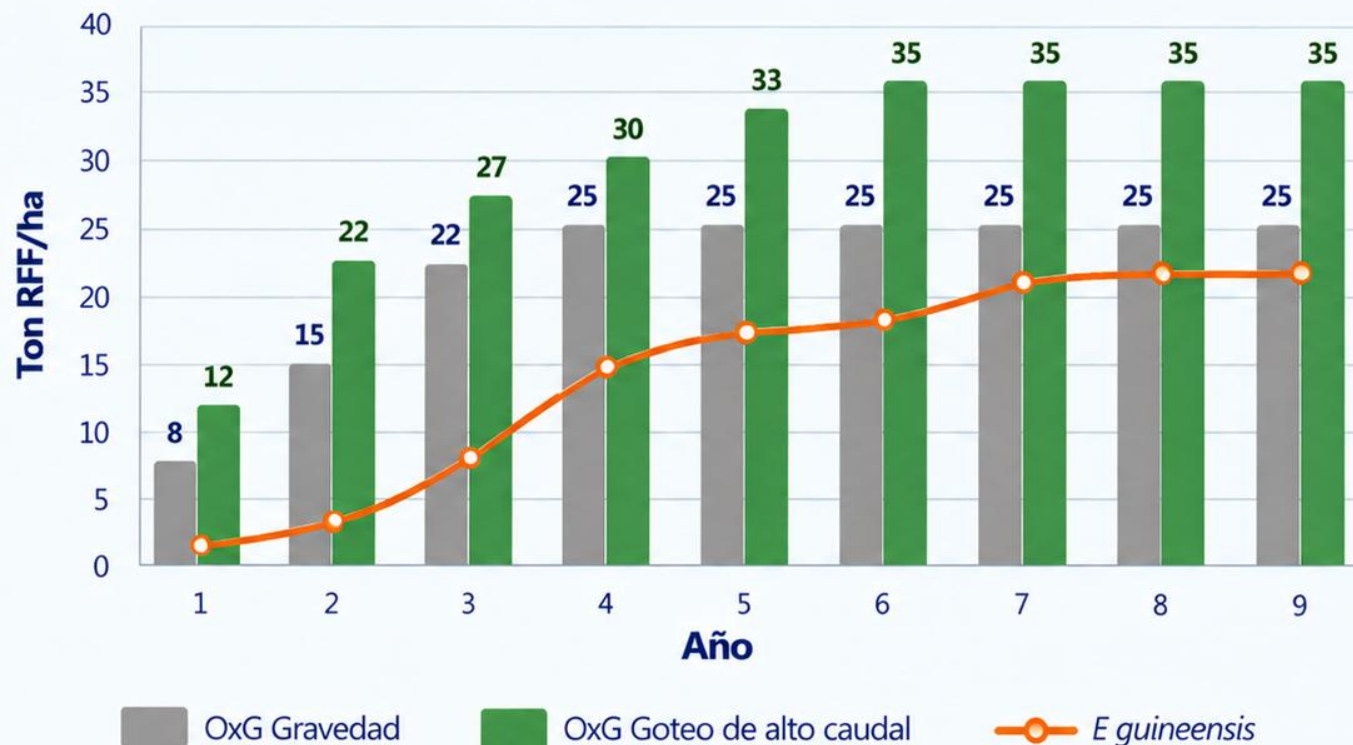
Riego por gravedad vs. riego por goteo de alto caudal (700 ha)

VARIABLE	RIEGO POR GRAVEDAD	RIEGO POR GOTEO DE ALTO CAUDAL	AHORRO CON GOTEO
 AGUA (Volumen)	57.024 m³/ha/año 3 L/s/ha 22 h/día 240 días/año	15.552 m³/ha/año 1 L/s/ha 18 h/día 240 días/año	 72,7 % (41.472 m ³ /ha/año menos)
 ENERGÍA (Consumo y costo)	2.064.768 kWh/año \$ 722.668.800 /año (\$ 350 /kWh)	1.401.216 kWh/año \$ 490.425.600 /año (\$ 350 /kWh)	 32 % \$ 232.243.200 /año menos
 MANO DE OBRA (Personal requerido)	8,75 personas (1 persona / 80 ha) \$ 336.000.000 /año (\$ 3.200.000 /mes)	4,67 personas (1 persona / 150 ha) \$ 179.200.000 /año (\$ 3.200.000 /mes)	 47 % \$ 156.800.000 /año menos
 FERTILIZANTES (Aplicación)	10 kg/palma/año (1.150 kg/ha/año) \$ 2.415.000.000 /año (\$ 3.000 /kg)	7 kg/palma/año (805 kg/ha/año) \$ 1.690.500.000 /año (\$ 3.000 /kg)	 30 % \$ 724.500.000 /año menos

Producción esperada con el riego por goteo vs gravedad

Hasta 10 ton RFF/ha adicionales (≈40 % más producción potencial)

Comparación de la producción por año



PRODUCCIÓN ESPERADA



OxG Gravedad

25 ton RFF/ha



OxG Goteo de alto caudal

35 ton RFF/ha



Incremento potencial

+10 ton RFF/ha



Mejora potencial

+40 %



El riego por goteo de alto caudal incrementa el potencial productivo y estabiliza la producción en **35 ton RFF/ha.**

Errores, aprendizajes y soluciones durante la implementación

Experiencias reales que nos permitieron mejorar y optimizar el sistema de riego

	! DESAFÍO / ERROR IDENTIFICADO	✓ LECCIÓN APRENDIDA / SOLUCIÓN IMPLEMENTADA
1	 CAUDAL INSUFICIENTE DEL EMISOR Se inició con un gotero de 24 L/h, que resultó insuficiente conforme aumentó el desarrollo del cultivo.	 Implementación de mayor caudal Desde el inicio se instalaron mínimo 3 goteros de 40 L/h por palma, garantizando una mejor uniformidad de aplicación.
2	 EMISOR VULNERABLE A DAÑOS El gotero ubicado en la punta de la manguera era cortado durante labores de campo, descompensando el sistema.	 Protección y reubicación de emisores Se instalaron múltiples goteros o elevadores de riego, ubicando los emisores en la mitad de la calle para protegerlos de daños mecánicos.
3	 INTERFERENCIAS EN LA COMUNICACIÓN Se presentaron fallas en la transmisión de órdenes para la apertura y cierre de válvulas, debido a baterías dañadas y mala señal.	 Cableado directo hasta las válvulas Se implementó comunicación mediante cableado, llevando la señal directamente hasta todas las válvulas para mejorar la confiabilidad del sistema.
4	 RESISTENCIA AL CAMBIO La adopción del sistema automatizado generó incertidumbre en el personal operativo.	 Capacitación y acompañamiento Se capacitó e involucró al personal desde las etapas iniciales del proyecto, mostrando los beneficios del sistema.
5	 FALTA DE SEGUIMIENTO OPERATIVO No existían protocolos de mantenimiento, indicadores diarios ni equipos críticos de respaldo.	 Implementación de mantenimiento preventivo Se establecieron protocolos de mantenimiento, indicadores de operación y equipos de respaldo para asegurar la continuidad del sistema.

Recomendaciones para la instalación de un sistema de riego por goteo de alto caudal

1 DISEÑAR PENSANDO EN LA OPERACIÓN

DISEÑOS

Diseño en bloques

Diseño en ajedrez

VS



2 UTILIZAR MATERIALES DE ALTA CALIDAD



3 IMPLEMENTAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO Y FERTIRRIEGO

La continuidad del riego depende de un buen mantenimiento



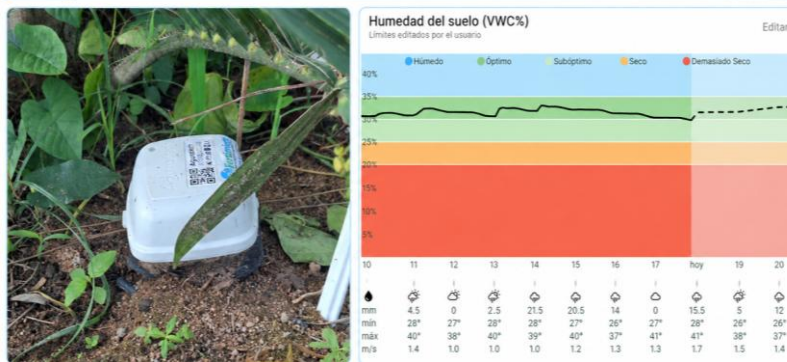
4 CAPACITAR AL PERSONAL PARA UNA OPERACIÓN EFICIENTE

El conocimiento también hace parte del sistema



5 MONITOREAR LA HUMEDAD DEL SUELO PARA UNA TOMA DE DECISIONES OPORTUNA

La información en tiempo real permite optimizar el riego



6 OPTIMIZAR CONTINUAMENTE EL FERTIRRIEGO

Medir para ajustar y mejorar



Decisiones basadas en datos para un fertirriego más eficiente.

Puntos clave

- 1 Monitorear pH y CE.
- 2 Ajustar dosis de fertilizantes.
- 3 Validar calidad del agua.
- 4 Evaluar respuesta del cultivo.

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.