

Impacto de la mecanización en la demanda laboral y la rentabilidad económica en cultivos de palma de aceite

Elizabeth Ruiz-Álvarez¹, Arley David Zapata², Mauricio Mosquera-Montoya¹, Nólver Arias², Alexandre Cooman

¹Unidad de Validación de Resultados de Investigación. ²Programa de Agronomía. Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma

Introducción

La disminución de trabajadores en el sector agrícola es una tendencia global preocupante, en 1996 el 46 % de la fuerza laboral se dedicaba a la agricultura, para el 2022 este porcentaje disminuyó hasta el 27 % (Dedieu *et al*, 2022). Esta escasez de mano de obra afecta la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos en todo el mundo.

En Colombia, la agroindustria de la palma de aceite refleja este desafío, caracterizándose por una alta dependencia del trabajo humano (1 trabajador por cada 7 a 10 ha) (Ruiz *et al*, 2024), herramientas manuales y animales de carga. Se estima que la elevada demanda de mano de obra contribuye entre el 30 % y el 40 % del costo de producción de una tonelada de racimos de fruta fresca (RFF) (Mosquera *et al*, 2023). Este estudio analiza cómo las alternativas de mecanización disponibles en Colombia actualmente impactan la demanda laboral y la rentabilidad económica de los sistemas de producción de palma de aceite.

Objetivo

Estimar el impacto potencial de las decisiones tecnológicas frente a la adopción de maquinaria agrícola en la demanda de mano de obra y rentabilidad de sistemas de producción de palma de aceite.

Metodología

Población y muestra

- Subzona de Cumaral y Bajo Upiá
- Población:** 63 plantaciones, 35.583 ha
- Muestreo estratificado:** nivel de confianza del 5 % y error muestral del 15 %

Recolección de datos y análisis

- Cuestionario sobre adopción de alternativas de mecanización por proceso productivo, rendimientos y costos de inversión y operación.
- Planteamiento de escenarios potenciales de análisis, de acuerdo con las dinámicas de adopción de mecanización de zona.
- Análisis económico y estimación de demanda de mano de obra (pesos reales de 2024, precio pagado por t RFF: \$ 650.000, jornal \$ 117.000)

Escenario de análisis

- Tres niveles de mecanización.
 - Mecanización básica
 - Mecanización de uso común
 - Mecanización *benchmark*
- Cinco niveles de productividad de los cultivos: 15, 20, 25, 30, 35 t RFF/ha/año

Indicadores

- Demanda laboral (jornales/ha/año)
- Valor presente neto
- TIR (TIO 8 %)
- Periodo de recuperación de la inversión
- Relación beneficio costo
- Costo de producción de largo plazo (\$/t RFF)

Resultados

Demanda de mano de obra

Las estimaciones de demanda de mano de obra se basaron en los rendimientos laborales reportados por las plantaciones (Tabla 1), así como información de las configuraciones de cuadrillas de personal asociada a cada máquina y de la frecuencia con las que se realizan las labores en un año. En la Tabla 1 se presentan únicamente las labores que generan diferencias en los escenarios respecto al uso de la tecnología de mecanización empleada. Sin embargo, el análisis consideró la demanda de mano de obra de procesos que se realizan exclusivamente con recurso humano como los monitoreos de plagas y enfermedades, las podas, el transporte de la fruta.

Tabla 1. Equipos y máquinas empleados en cada escenario por proceso de cultivo.
* El rendimiento de la cosecha se expresa en t RFF por hombre al día.

Proceso de cultivo	Escenario	Alternativa de mecanización	Rendimiento (ha/hombre/día)
Plateos	1	Bomba de espalda manual	4,9
	2	Guadañadora B45	2,2
	3	Tractor Kubota 7040 + Rotospeed lateral	10
Control de malezas en calle	1	Guadañadora B45	2,2
	2	Tractor Kubota 7040 + Rotospeed central	12
	3	Tractor Kubota 7040 + Rotospeed central	12
Aplicación de pesticidas	1	Tractor 45 HP + Pulverizador de cañón	5,2
	2	Tractor 45 HP + Pulverizador de cañón	5,2
	3	Tractor 75 HP + Atomizador electrostático	40
Cosecha	1	Corte y recolección manual + semoviente	1,4 - 2,0*
	2	Tractor Kubota 4400 + Zorrillo de descarga hidráulica	1,5 - 2,5*
	3	Tractor Kubota 4400 + Grabber + Zorrillo de descarga hidráulica	1,8 - 3,0*
Drenaje	1	Manual + Pala	0,19
	2	Retroexcavadora 90 HP	11,5
	3	Retroexcavadora 90 HP	11,5
Fertilización	1	Manual + Semoviente	4
	2	Tractor 75 HP + Voleadora	12,4
	3	Tractor 60 HP + Fertilizadora de tasa variada	29,3

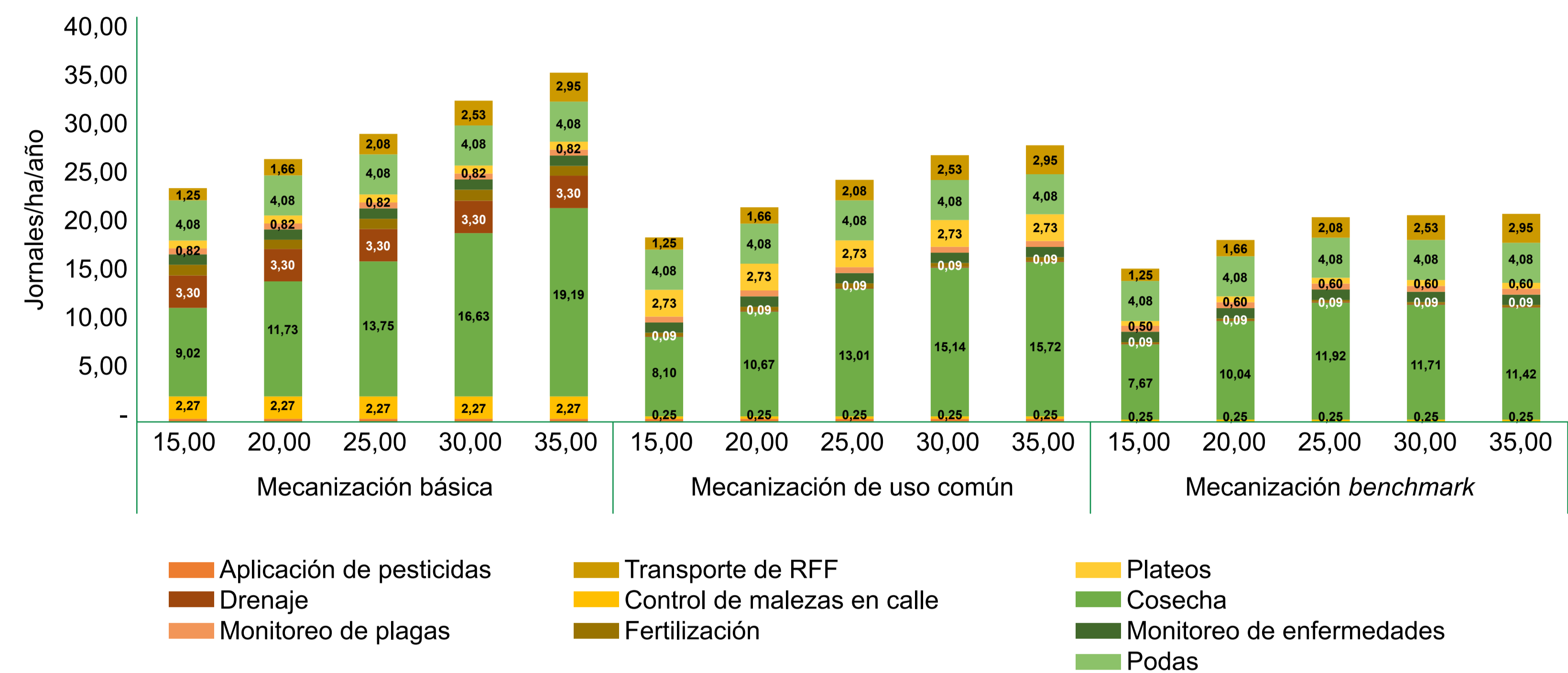


Figura 1. Demanda de mano de obra por escenario (en jornales por hectárea al año).

La Figura 1 muestra la demanda de mano de obra en tres escenarios, considerando distintos niveles de productividad en los cultivos. Los equipos *benchmark* optimizan la productividad laboral, reduciendo la demanda de mano de obra entre un 20 y un 40 % dependiendo del nivel de productividad de los cultivos. Estas reducciones están principalmente asociadas al proceso de cosecha, siendo más evidentes en cultivos de alta productividad (a lo largo del año), donde los sistemas de cosecha con alce mediante grabber ofrecen un rendimiento superior en comparación con cultivos de menor productividad.

Análisis económico

Tabla 2. Indicadores económicos por escenario.

Descripción	Productividad (t RFF/ha/año)	TIR	VPN	Costo total LP	Beneficio/costo	Recuperación de la inversión (año)
Mecanización básica	15	6,2 %	3.169.808	580.724	1,32	12,54
	20	9 %	2.423.943	526.172	1,47	12,30
	15	12 %	13.023.118	478.117	1,64	9,81
	30	13 %	19.908.226	446.607	1,80	9,94
	35	15 %	32.302.159	425.848	1,84	8,97
Mecanización de uso común	15	7,8 %	387.601	553.099	1,4	13,8
	20	9,7 %	4.699.542	509.395	1,5	12,78
	25	13 %	15.317.741	464.556	1,70	10,06
	30	13 %	23.015.077	430.885	1,88	10,18
	35	16 %	36.569.908	407.533	1,9	9,2
Mecanización <i>benchmark</i>	15	9 %	1.891.236	529.765	1,48	12,51
	20	11 %	7.092.905	490.869	1,61	11,20
	25	13 %	17.853.733	448.633	1,77	10,29
	30	14 %	27.579.275	406.581	2,02	10,47
	35	17 %	42.392.636	381.455	2,11	9,41

*No se incluyen costos asociados a carga impositiva, únicamente se incluyeron gastos asociados al financiamiento de las máquinas – no de todo el sistema productivo

La Tabla 2 evidencia que la mecanización *benchmark* proporciona los mejores indicadores financieros en todos los niveles de productividad, especialmente en producciones altas (30-35 t RFF/ha/año) donde alcanza una TIR del 14-17 %, un beneficio costo superior a 2.0 con 35 t RFF/ha. Las estimaciones realizadas asumen un comportamiento óptimo de las máquinas a lo largo del año, lo que implica trabajo continuo sin paradas, configuración óptima de equipos de trabajo, personal capacitado, rutas de acceso adecuadas, cumplimiento de la programación de labores de acuerdo con la planificación, mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas.

Conclusión

A mayor productividad del cultivo, mayor es la ventaja comparativa de implementar sistemas de mecanización avanzada, optimizando no solo la eficiencia laboral sino también la rentabilidad global del sistema productivo de palma de aceite.

Referencias bibliográficas

- Dedieu, R., Nettle, R., Schiavi, S., Srairi, M., Malanski, P. 2022. Which perspectives for work in agriculture? Food for thought for a research agenda. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. DOI 10.3389/fsufs.2022.857887.
- Mosquera, M., Ruiz, E., Munévar, D. Índice de costos para la palma de aceite (ICPA). 2023. *Revista Palmas*. Volumen 44. 3, 56 – 69
- Ruiz, E., Mosquera, M., Zapata, A., Munévar, D. 2024. Indicadores de productividad laboral en cultivos de palma de aceite en Colombia en 2023. *Infografía*. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/142882>

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por la financiación de este estudio.

La información contenida en este póster es responsabilidad de los autores

CON EL APOYO DEL FONDO DE FOMENTO PALMERO