

Mecanización en palma de aceite: aportes al presente y futuro de la productividad de la agroindustria

Arley Zapata

Elizabeth Ruiz

Nolver Arias

Mauricio Mosquera

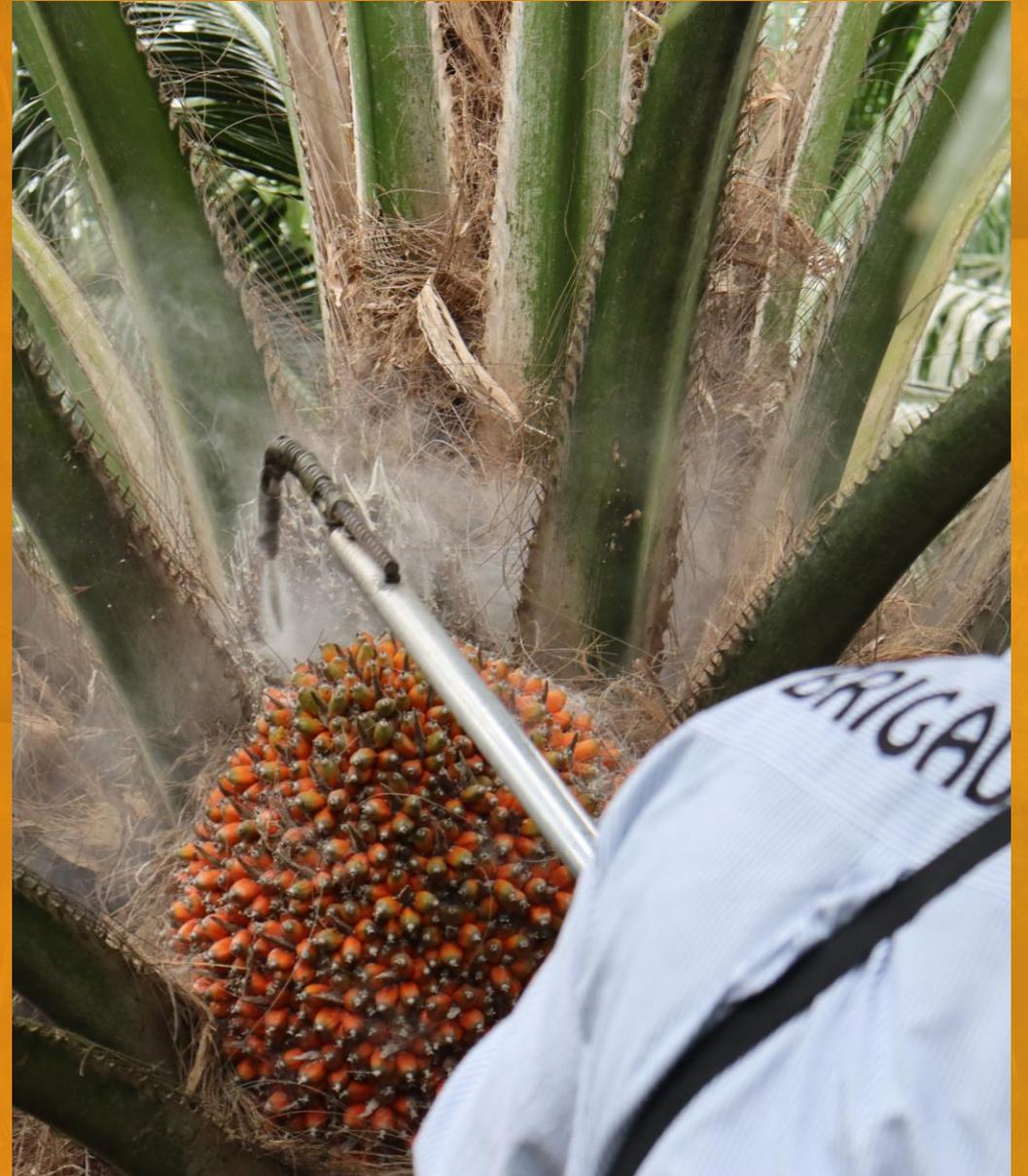




Contenido

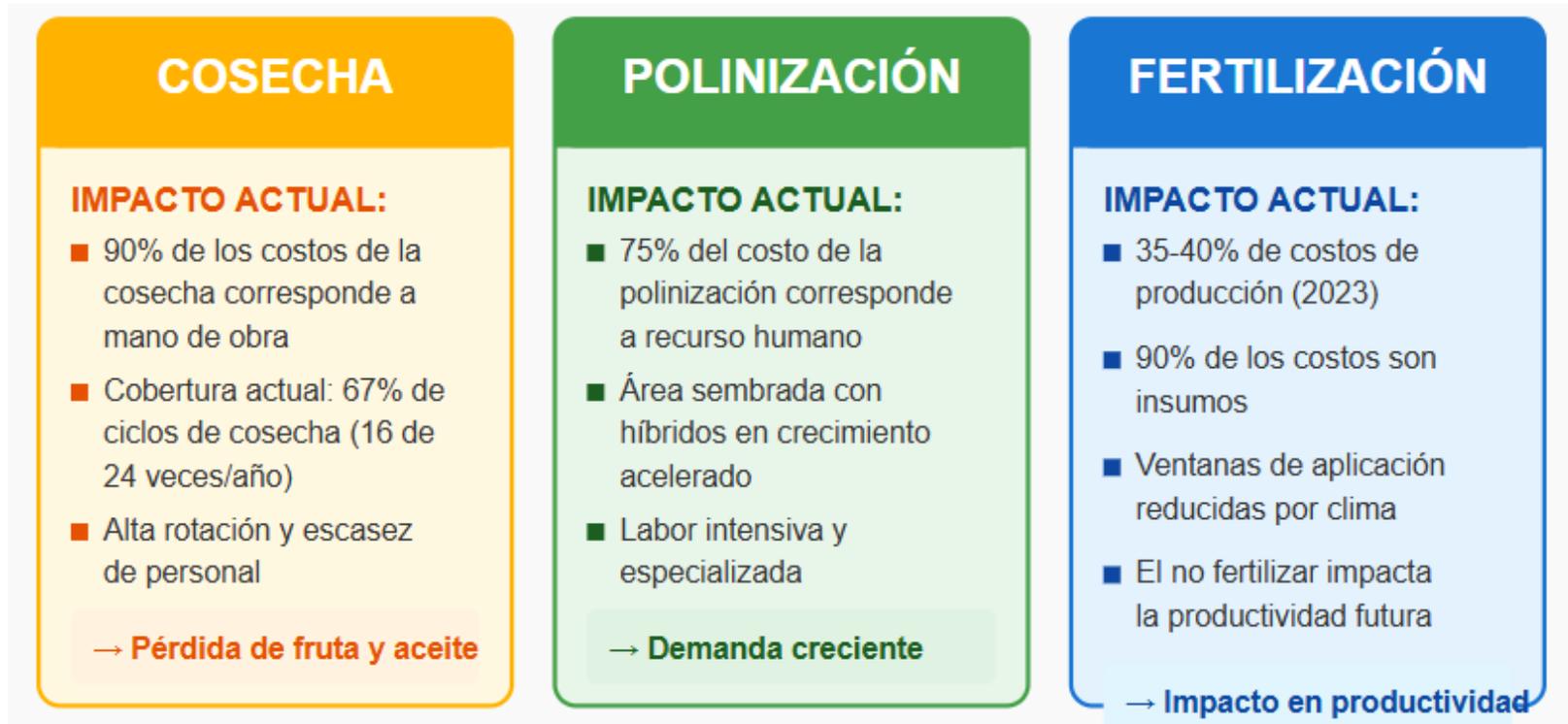
- 1 Contexto
- 2 Avances de la mecanización en el cultivo de palma de aceite en Colombia
- 3 Impacto de los niveles de mecanización en la productividad laboral y rentabilidad
- 4 Brechas y desafíos
- 5 Tendencias de mecanización y automatización

1 Contexto



Demanda de mano de obra

- 1300 millones de personas trabajan en agricultura en el mundo (World Bank, 2022)
- El porcentaje de trabajadores para el sector agropecuario paso de contribuir con el **46% en 1996 a 27% en 2022)**
- Demanda de mano de obra en palma de aceite:
Colombia: 1 trabajador para 7.1 a 11.3 ha
Malasia: 1 trabajador por cada 8 ha



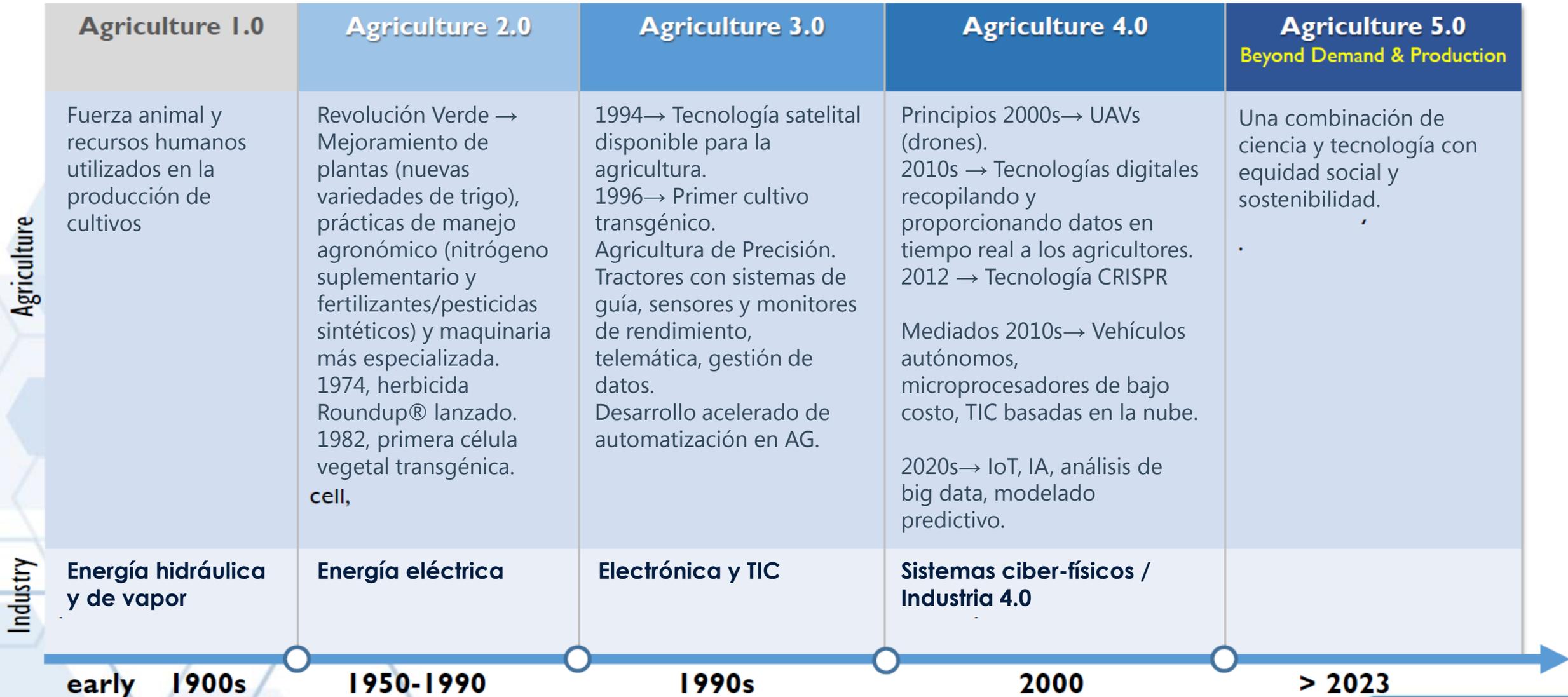
Ruiz et al, 2024



Estrategias para optimizar el recurso humano

- Administración de la mano de obra (determinación de jornadas y salarios justos)
- Logística (planificación de labores)
- **Mecanización Agrícola**

Evolución de la mecanización en la agricultura



Beneficios de la mecanización

PRODUCTIVIDAD & EFICIENCIA

 Incrementa productividad **35-50%** en los cultivos

 Facilita **puntualidad y calidad** en operaciones críticas

 Reduce **pérdidas poscosecha** y mejora trazabilidad

 Base para **automatización** y agricultura 4.0

FACTOR HUMANO & FUTURO

 Reduce **esfuerzo físico** y mejora condiciones laborales

 Aumenta **seguridad en campo** y facilita labores

 Hace el sector **más atractivo** para nuevas generaciones

 Mejora **calidad de vida** del trabajador rural

COSTOS & COMPETITIVIDAD

 Reduce costos operativos **15-44%** según tecnología

 Cierra brecha: Colombia **20% más costoso** que Malasia

 Mitiga **escasez laboral** crítica en zonas rurales

La mecanización sostenible puede:

 **Aumentar** productividad de la tierra

 **Crear** oportunidades laborales

 **Reducir** huella ambiental

2

Avances de la mecanización en el cultivo de palma de aceite en Colombia





Digitalización del monitoreo fitosanitario con formularios móviles (Cibertraker)

Caracterización de alternativas mecanizadas para la fertilización: esparcidores de alce, de tiro

- Caracterización del grabber y fertilizadora de tasa variada
- Caracterización de equipos de aspersion (atomizador electrostático, nebulizadora, pulverizador de canon, drones)

- Caracterización de equipos de polinización
- Primer prototipo polinizador mecanizado



Evaluación de alternativas de cosecha mecanizada: tractores, mallas, cable vía.

Caracterización de cortadores mecanizados para cosecha, cirugías de PC y podas en palma con menos de 5 m

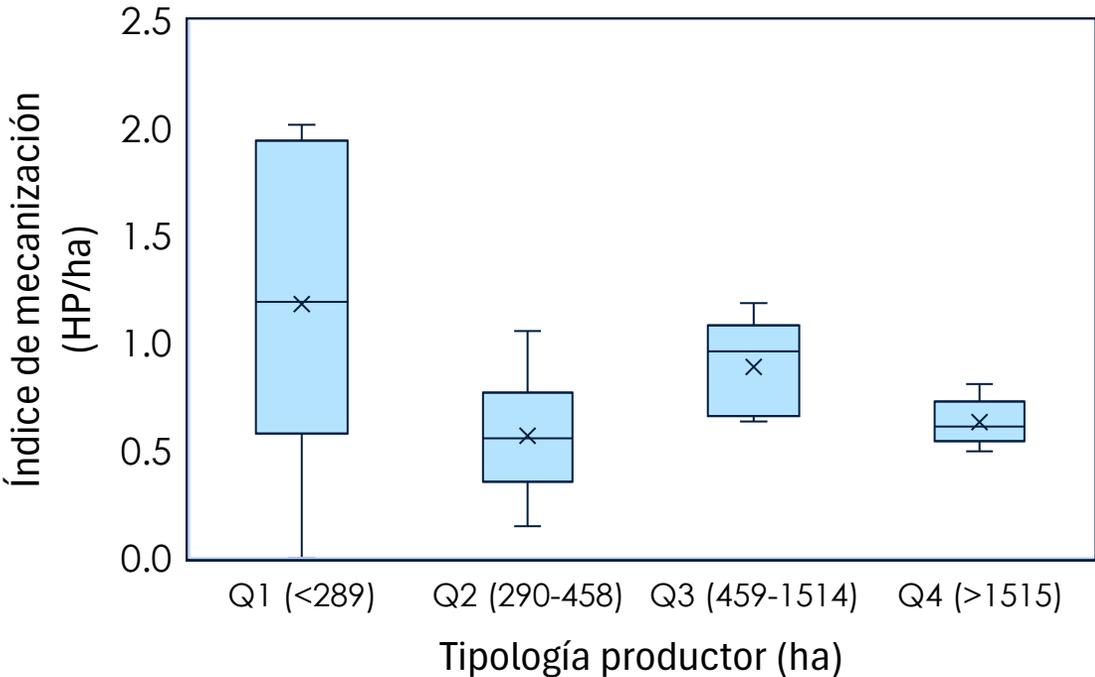
Estandarización técnica: Metodologías para calibración y evaluación de equipos para aspersion y polinización

- Análisis técnico, económico y ambiental de alternativas de mecanización
- Estudio de adopción

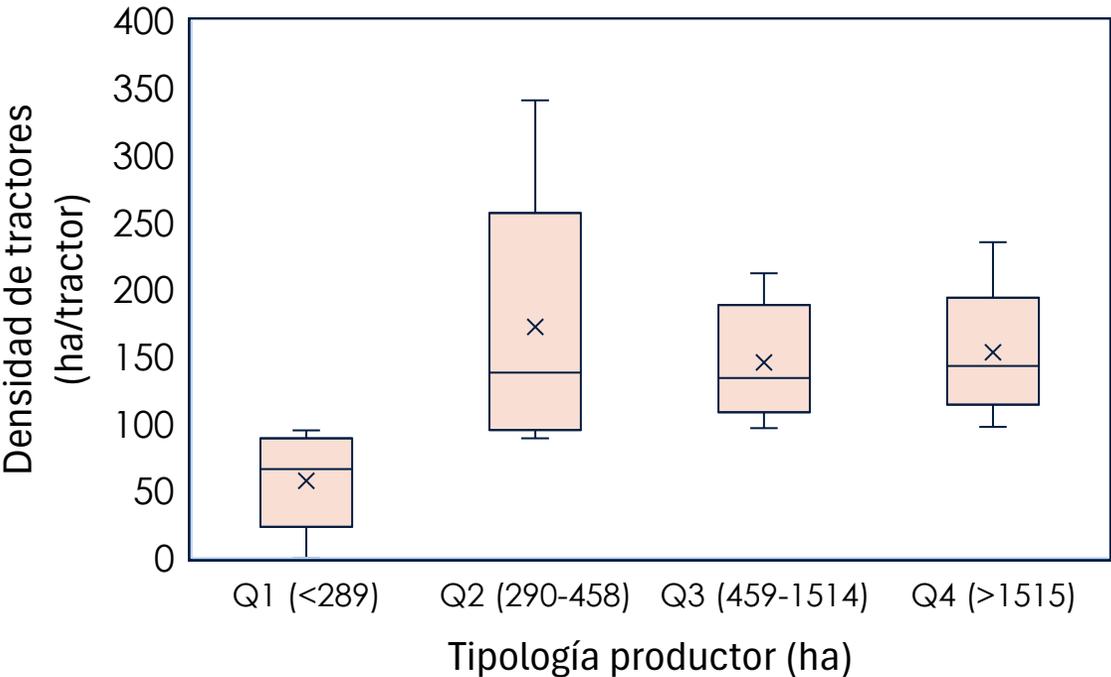


Estado actual del nivel de mecanización agrícola en Colombia

$$\text{Índice de Mecanización} = \frac{\text{Potencia disponible (HP)}}{\text{Área (ha)}}$$



Disponibilidad de tractores



Plantaciones mas pequeñas tienen a tener un menor índice de mecanización y adicionalmente un tractor tiende a cubrir menos área

Adopción de tecnologías de mecanización

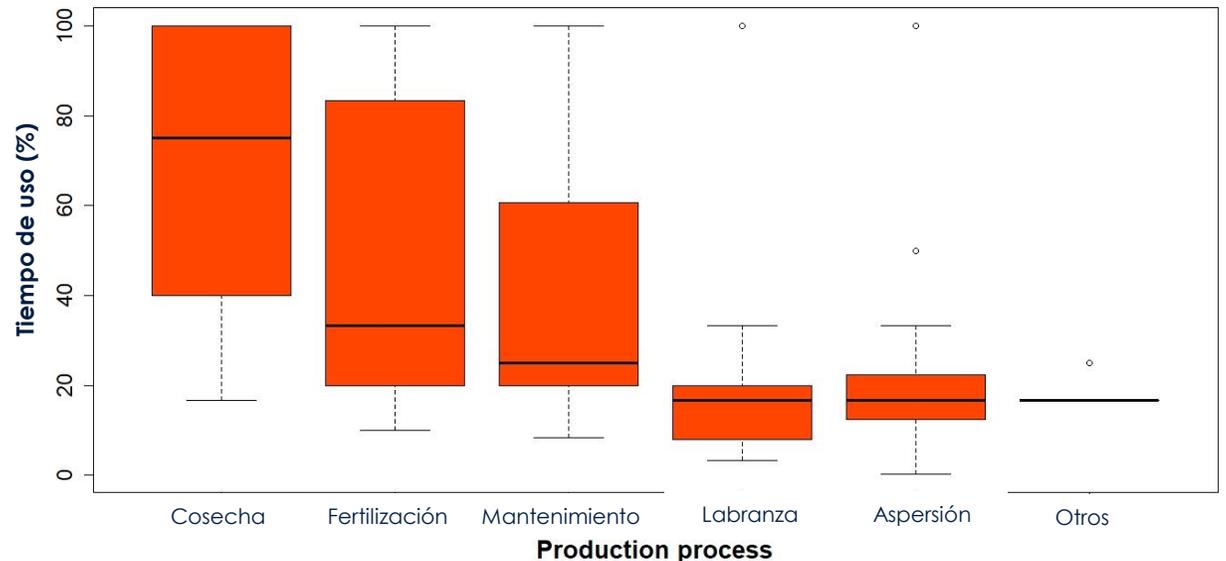
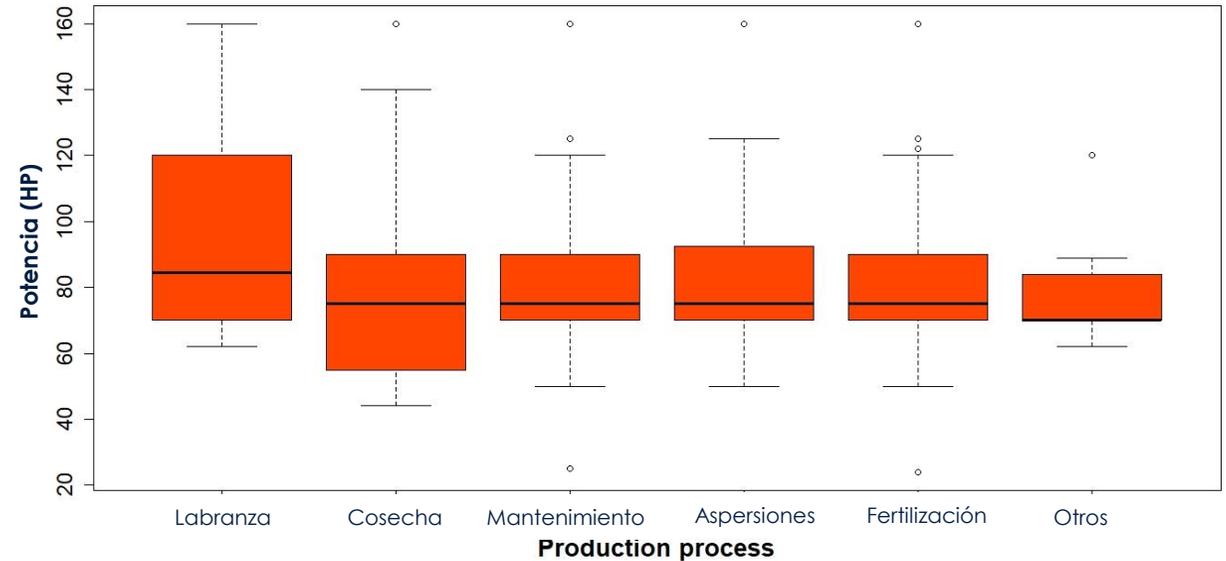
Proceso	Equipo	Plantaciones con el equipo (%)	Potencia requerida (HP)	Rendimientos (ha/h)	Costo (\$/hora)	Costo (\$/ha)
Aspersión	Pulverizadora de cañón	70	45	2.0	59,744	29,872
	Bomba de espalda a motor	26	1.07 - 3.89	1.0	14,393	14,393
	Termonebulizadora	9	40	3.8	57,558	15,147
	Nebulizadora	9	40	4.4	63,035	14,326
	Pulverizadora de cañón articulado	9	70	2.1	78,588	37,423
	Atomizadora electrostática	13	75	5.0	158,414	31,683
	Semiestacionaria	17	40	1.25	61,363	49,090
Fertilización	Fertilizadora tasa variada	4	60	7.5	184,612	24,615
	Voleadora	39	75	1.9	86,038	45,283
	Esparcidor	4	80	1.0	77,456	77,456
	Encaladora	17	60	2.24	50,007	22,730
	Big bag	4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Cosecha	Cuchillo mecanizado	17	13	1.25	20,642	16,514
	Tractor + Grabber	9	44	2.5 - 3.8	43,069	13,673
	Tractor + Zorrillo	96	44	1.8 - 3.1	61,415	25,067
Labranza	Arado de cincel rígido	26	120	0.6	118,920	198,200
	Arado de discos	22	100	1.0	123,206	123,206
	Arado subsolador	4	120	s.i.	119,704	s.i.
	Arado vibratorio de cinceles	4	130	s.i.	127,325	s.i.
	Cenitandem	4	100	0.6	91,880	153,133
	Pulidor	4	90	s.i.	104,615	s.i.
	Rastra de discos	52	100	1.05	121,893	116,089
	Rastra de clavos	4	100	s.i.	107,293	s.i.
Manejo de arvenses	Guadañadora	70	2	0.28	14,464	51,657
	Herbi	4	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	Rolo	48	120	1.0	92,835	92,835
	Rotospeed central	78	60	1.5	63,978	42,652
	Rotospeed lateral	17	60	1.3	64,359	49,507
Mantenimiento	Retroexcavadora	57	N.A.	1.4	145,140	100,967
	Zanjadora	52	90	1.8	102,177	56,765
	Taipa	13	120	1.8	85,079	47,266
	Ditcher	9	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
	Dondi	0	95	s.i.	137,186	s.i.

No siempre las tecnologías con mejores rendimientos y menores costos son las adoptadas

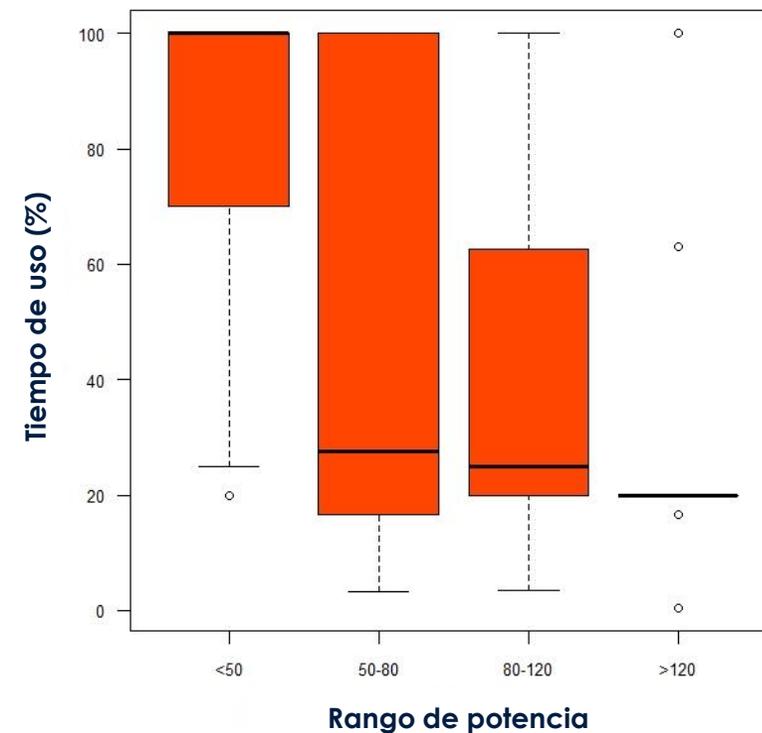
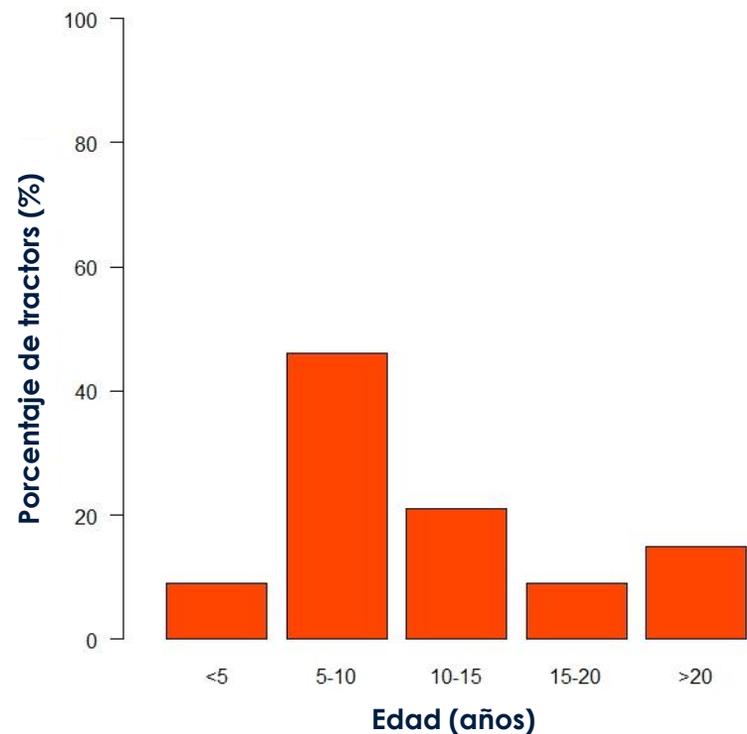
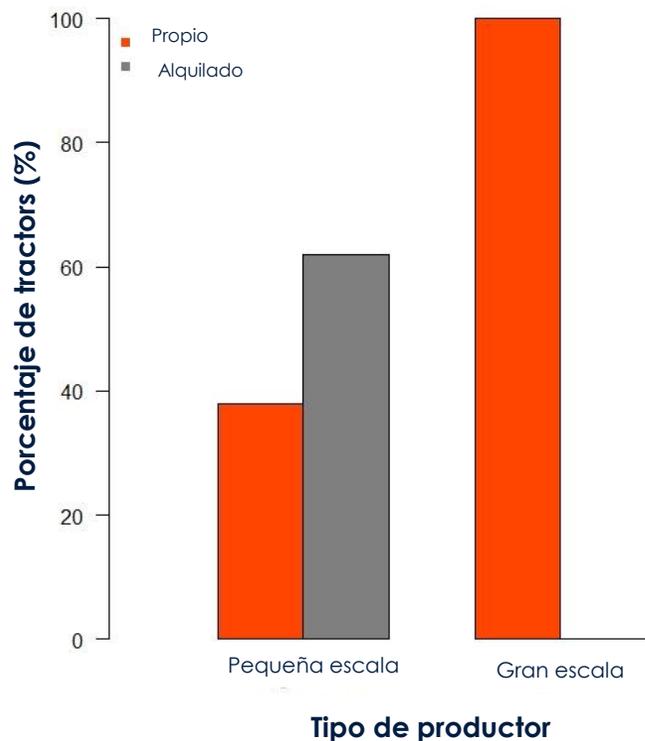
Características de los tractores en los procesos productivos

Recomendaciones prácticas:

- **Compra optimizada:** Usar tractores de potencia media (70–80 HP) para cosecha y fertilización. Alquiler de maquinaria de alta potencia para labranza y ocasional.
- Considerar el alquiler de tractores de mayor potencia para las labores de mayor requerimiento de potencia y menos uso como la labranza.



Características de tractores usados en palma de aceite



El alquiler de tractores resulta una alternativa interesante que permite acceder a tecnología moderna en corto plazo

El bajo tiempo de uso anual de los tractores y equipos adoptados en algunos procesos, puede convertir las oportunidades de beneficio en pérdidas.



Zapata et al, 2023

Mecanización de las aspersiones foliares



Tecnologías de aspersiones de productos sanitarios

Figura	Alternativa tecnológica	Potencia requerida (HP)	Rendimientos (ha/hora)	Consumo de combustible (gal/hora)	Costo (\$/hora)	Costo (\$/ha)
A	Tractor + pulverizador de cañón	45	2,0	1,07	59.744	29.872
B	Bomba de espalda a motor	1,07 - 3,89	1,0	0,13	14.393	14.393
C	Tractor + termonebulizadora	40	3,8	0,41	57.558	15.147
D	Tractor + nebulizadora	40	4,4	0,95	63.035	14.326
E	Tractor + pulverizadora de cañón articulado	70	2,1	1,66	78.588	37.423
F	Tractor + atomizadora electroestática	75	5,0	1,78	158.414	31.683
G	Tractor + semiestacionaria	40	1,25	0,35	61.363	49.090



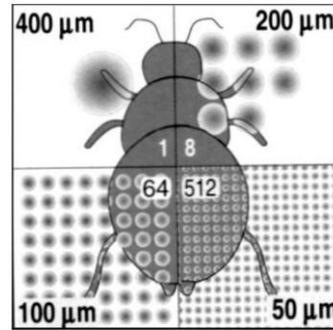
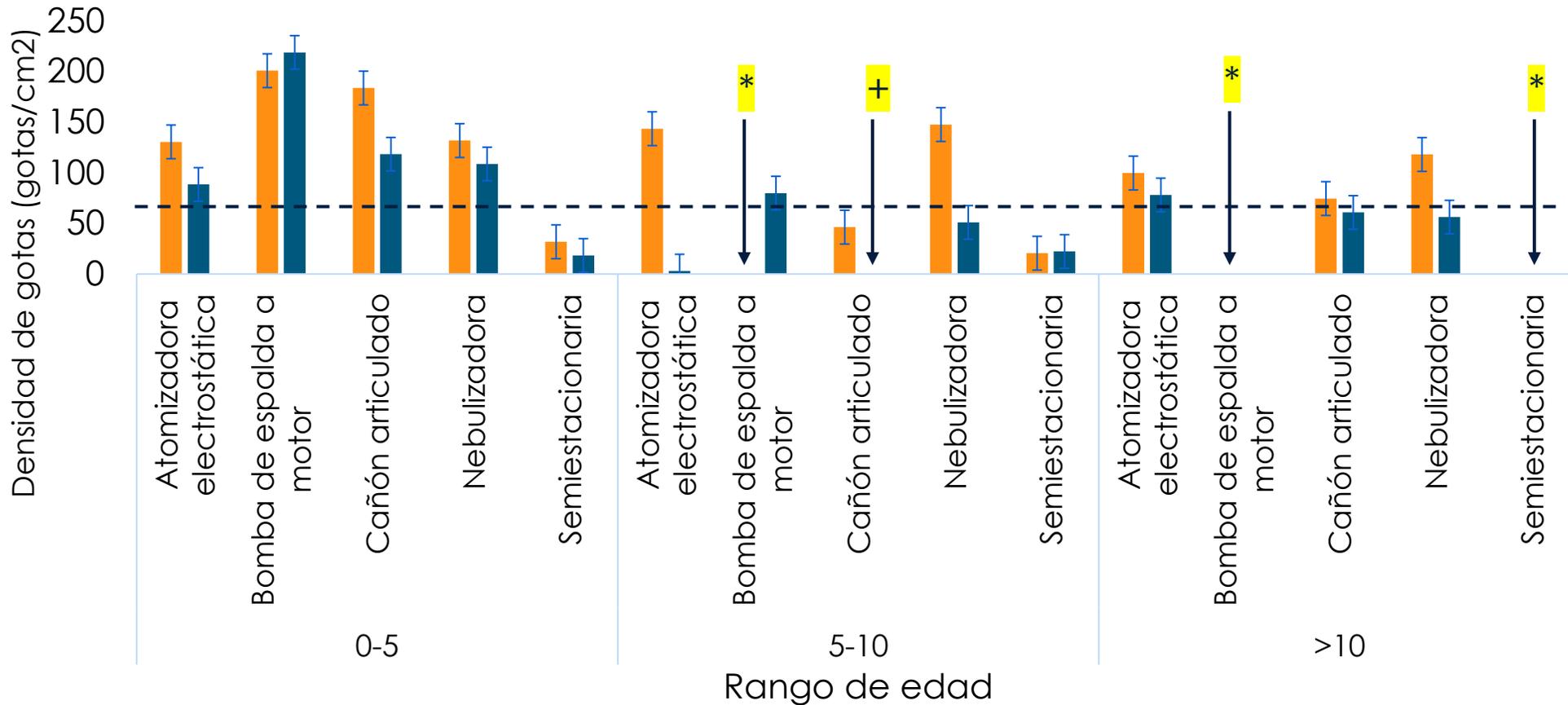
Equipos como atomizadores electrostáticos que incrementan el rendimiento en 2.5 veces los equipos mas adoptados como los pulverizadores de cañón



Equipos para aspersiones de productos sanitarios

Calidad de la aplicación

■ E. Guineensis ■ OXG



*No viable por altura
+No viable por afectaciones hojas

No todos los equipos son para trabajo en todas las condiciones. En palmas de porte alto, los atomizadores electrostáticos y las nebulizadoras logran mejor cobertura foliar.

Aspersiones de productos sanitarios

Estandarización técnica: Metodologías para calibración y evaluación de equipos para aspersión

Calibración de equipos de aspersión en el cultivo de palma de aceite



Área de Entomología-Dirección de Extensión

Luis Guillermo Montes-Bazurto
Juan Carlos Vélez Zape
Alex Enrique Bustillo Pardey

Con el apoyo del Fondo de Fomento Palmero



Evaluación de la calidad de las aspersiones en cultivos de palma de aceite



Programa de Agronomía, Unidad de Validación de Resultados, Dirección de Extensión

Arley David Zapata Hernández
Diego Alejandro Hernández Rendón
Nolver Atanacio Arias Arias
Juan Carlos Vélez Zape
Jorge Avelino Rodríguez



CON EL APOYO DEL FONDO DE FOMENTO PALMERO



Equipos para la labor polinización



Caracterización de equipos de polinización

	Pera de caucho	Insufladora de globos	Insufladora de colchones	Espolvoreador a Matabi	Bomba de espalda	Polinizador motorizado
						
Peso (g)	115,2	1048	1205	3000	4000	2787
Capacidad (g)	149,3	130 - 240	130 - 240	7000	20 L	150
Flujo (m/s)	1,3	5,0	5,0	6,3	na	15
Caudal aire (CFM)	0,1	0,5	0,5	5,3	na	2.5
Presión (psi)	0,5	5	3	1	40 psi	0.5
Caudal másico (g/acc)	0,065	0,07	0,2	1,3	23,5 mL/s	0.16 g/s
Acc. para aplicar 3 g	46,2	42,9	15	2,3	6 s*	12 s**

Se presenta alta variación de los diferentes parámetros de operación entre los equipos de polinización.

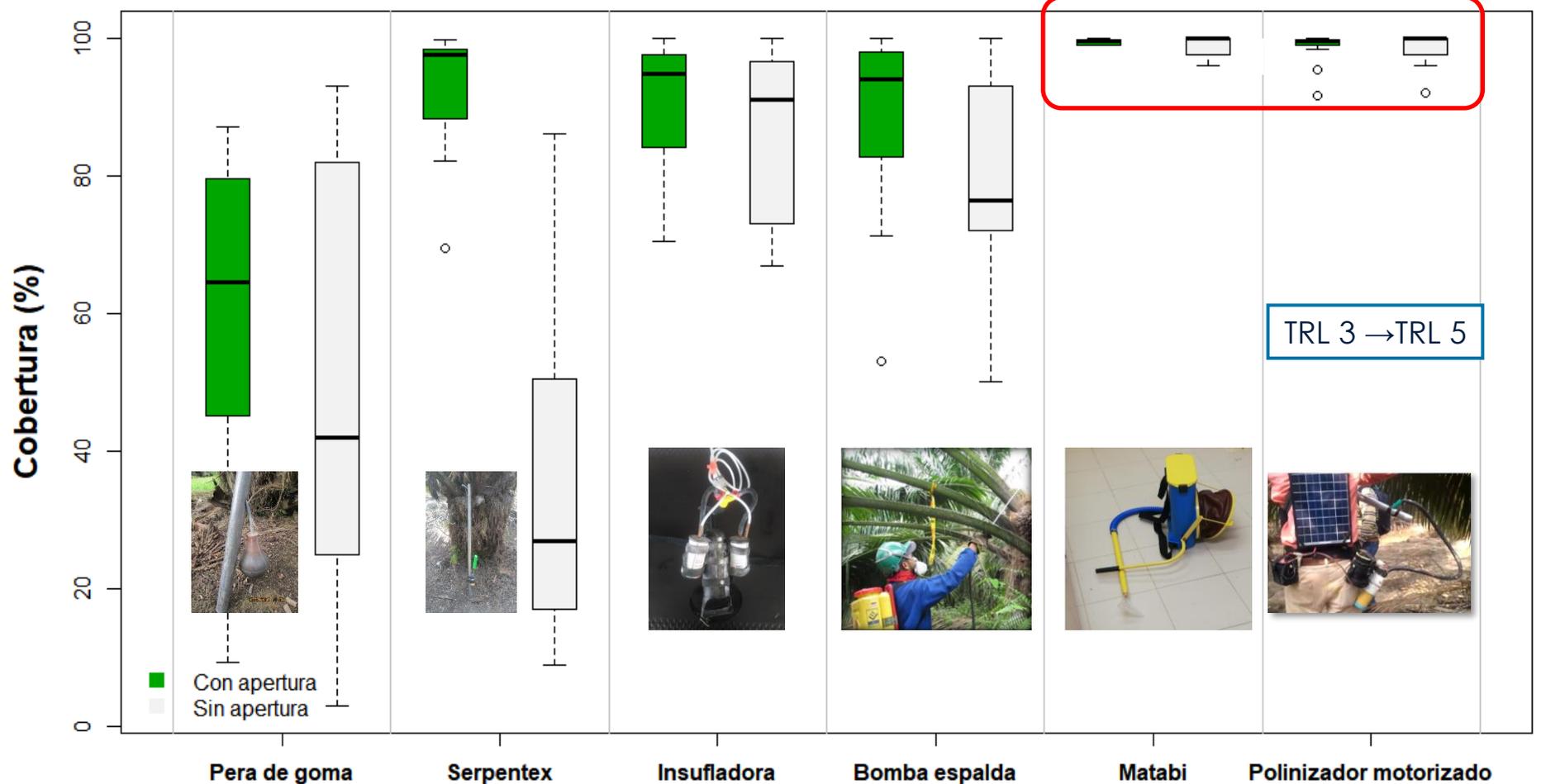
*Para aplicar 150 ml

** Para aplicar 2.2 g

Caracterización y desarrollo de equipos de polinización



Cobertura (trazador fluorescente): número de botones florales con la presencia de producto en cada una de las raquilas de la inflorescencia



El polinizador motorizado y la espolvoreadora Matabi presentan coberturas por encima del 90% y su vez, las menores variabilidades con y sin apertura de brácteas.

Mecanización de la fertilización



Tecnologías mecanizadas para la fertilización

Figura	Alternativa tecnológica	Potencia requerida (HP)	Rendimientos (ha/hora)	Consumo de combustible (gal/hora)	Costo (\$/hora)	Costo (\$/ha)
A	Tractor + fertilizadora tasa variada	60	7,5	2,92	184.612	24.615
B	Tractor + voleadora	75	1,9	3,65	86.038	45.283
C	Tractor + esparcidor	80	1,0	1,9	77.456	77.456
D	Tractor + encaladora	60	2,24	1,43	50.007	22.730



Equipos para la fertilización como la voleadora de tasa variada que puede alcanzar rendimientos de aproximadamente 60 ha/jornada comparada con las 15 ha/jornada de la tecnología mas adoptada



Fertilización: ajustes en el proceso de fertilización con la fertilizadora de tasa variada



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Ancho de aplicación de 20 a 36 metros.
- Sistema de distribución bidisco de 2 ó 4 paletas.
- Trocha de 1,8 - 2,1 metros.

Antes



Ajuste en el ancho de aplicación



Ahora

VCOM/FERT:

Computadora con pantalla táctil de 7 pulgadas y un GPS de precisión que permite una aplicación constante independiente de la velocidad de desplazamiento del tractor logrando una dosificación uniforme en el lote. También es posible realizar aplicaciones a tasa variada con mapas de prescripción. Genera mapas de registro de actividades donde detalla tiempos de trabajo, parada, traslado, velocidad, dosis aplicada y otros para su posterior análisis.

CONTROL

CALIDAD

EFICIENCIA



Ajuste en el proceso de suministro de fertilizante



- Evitar pérdidas por escorrentía en las calles de tránsito
- Oportunidad en la aplicación

Fertilizadora de tasa variada: factores a considerar en su adopción



Personal

- Capacitación
- Reorganización de equipos de trabajo
- Preferencia para operarios tractoristas



Rentabilidad

- Mayor inversión inicial
- Menor costo unitario de la labor por mayor productividad
- Oportunidad de aplicación



Administración

- Personal especializado en reparación y mantenimiento
- Personal especializado en la operación
- Logística de suministro



Otros

- Servicios posventa
- Cultivos de porte alto
- Cobertura acompañante para evitar pérdidas





Mecanización del manejo de arvenses

Tecnologías mecanizadas para el manejo de arvenses

Figura	Alternativa tecnológica	Potencia requerida (HP)	Rendimientos (ha/hora)	Consumo de combustible (gal/hora)	Costo (\$/hora)	Costo (\$/ha)
A	Guadañadora	1,68	0,28	0,12	14.464	51.657
B	Tractor + rolo	120	1	2,85	92.835	92.835
C	Tractor + roto speed central	60	1,5	1,43	63.978	42.652
D	Tractor + roto speed lateral	60	1,3	1,43	64.359	49.507



A B



Se evidencia cómo para el manejo de arvenses en el plato de la palma, el roto speed lateral presenta rendimientos 4,6 veces superiores a la guadañadora



C D



Zapata et al, 2024

Mecanización de la cosecha



Sistemas de cosecha

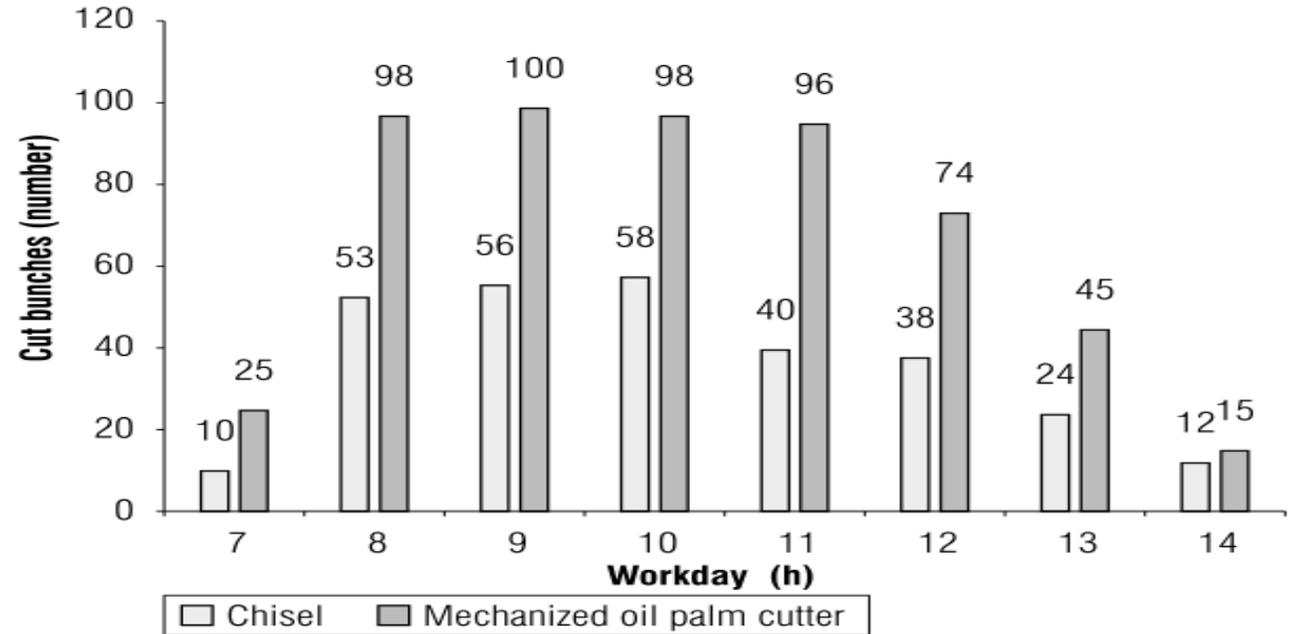
Sistema	Conformación de cuadrillas	Rendimiento † RFF por hombre al día		Fuente	Demanda laboral (jornales/ha/año)
		70% de RFF	30% de RFF		
Corte manual y alce manual – semoviente	1 C /1 o 2 A	2	1.4	Fontanilla <i>et al</i> , 2010, Mosquera <i>et al</i> , 2023	13.86
Corte manual y alce con tractores y zorrillo de descarga hidráulica	4 C/2 A/2 R/1 tractorista	1.8	1.6	Fontanilla <i>et al</i> , 2010, Mosquera <i>et al</i> , 2023	13.55
Corte y alce manual y transporte con cable vía	7 C/7 A /1 tractorista	1.95	1.3	Castiblanco <i>et al</i> , 2010	13.28
Corte manual y alce con Tractor + Grabber	7 C/3 Ac/1 tractorista	2.3	1.6	Sierra, 2010 Munévar <i>et al</i> , 2020	11.79
Corte mecanizado y alce con semoviente (palma menos de hasta 5 m)	1 C/2 R	3.3	2.5	Ruiz <i>et al</i> , 2021	8.19

Tecnologías para el corte: Palínes mecanizados



Palmeiras Colombia
Palma menor a 3 metros

Productividad laboral



Palín malayo

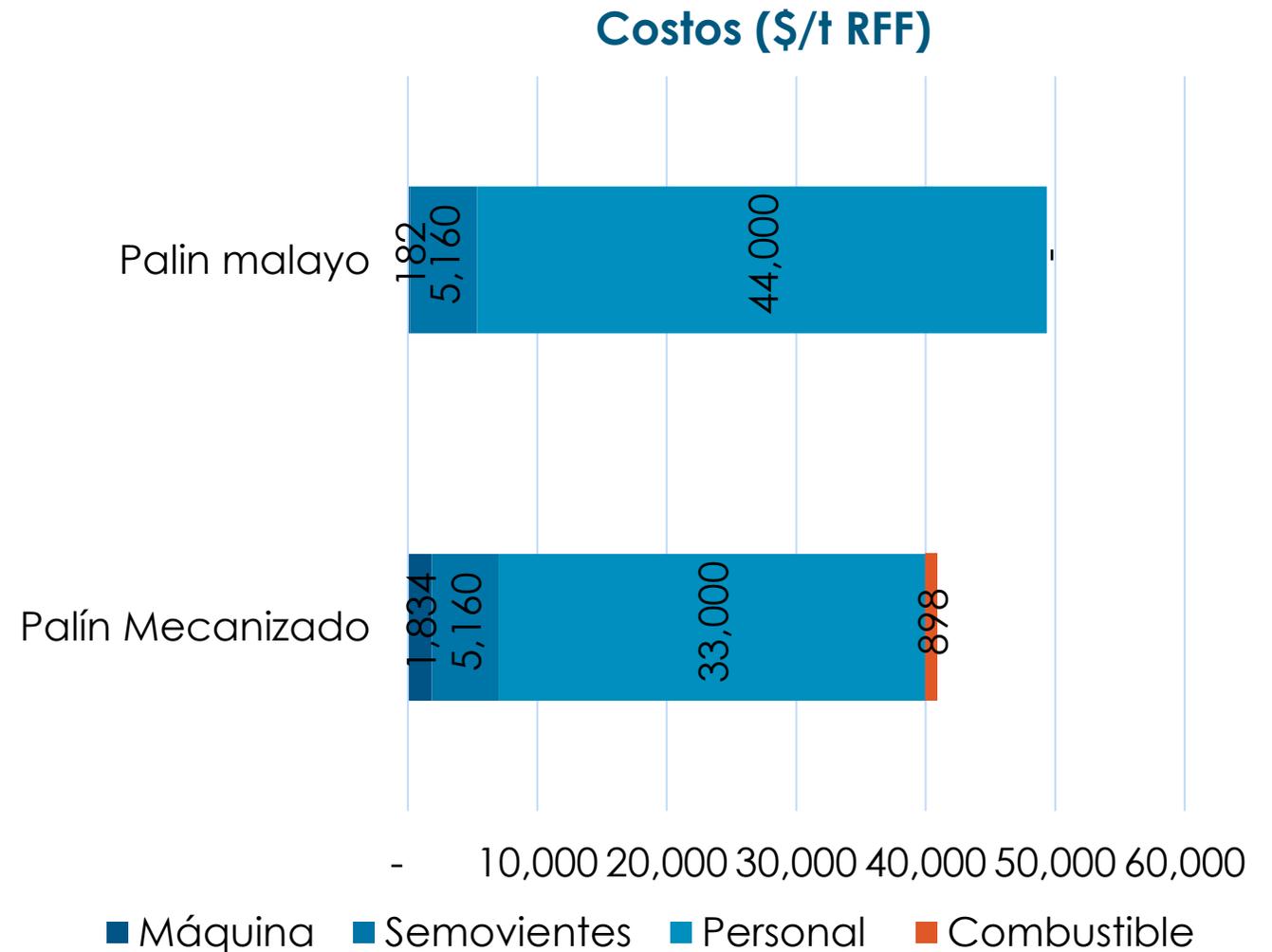
291 RFF cortados (5 t)
2.5 t RFF/hombre al día

Cortador mecanizado

551 RFF cortados (10 t)
3.3 t RFF/hombre/día

Configuración de equipos de trabajo

Sin cortador mecanizado	Con cortador mecanizado
1 cortero	1 cortero
1 recolector	2 recolectores
1 búfalo - carreta	2 búfalos - carreta
1 palín malayo	1 cortador mecanizado



Factores de éxito: cortadores mecanizados



Ruiz et al, 2021

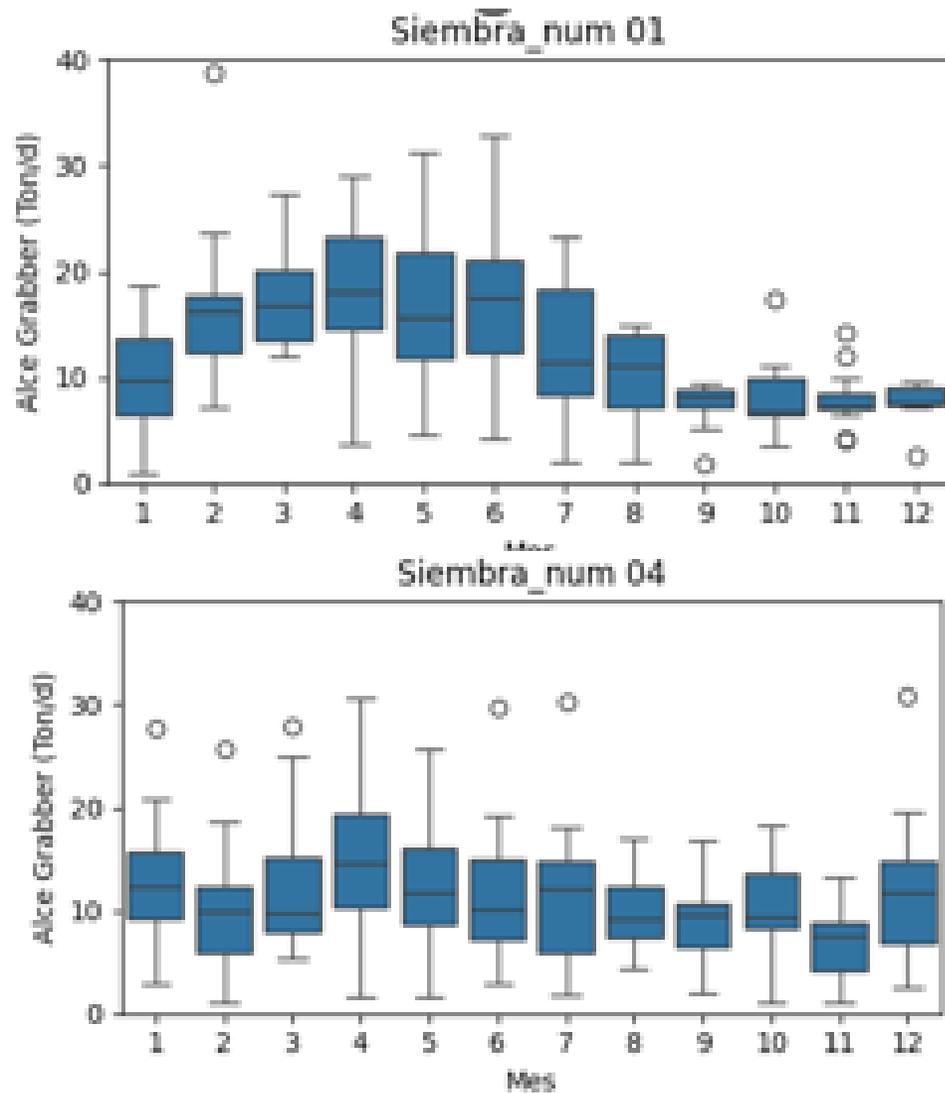
Tecnologías para recolección: Alce mediante grabber



Sistema de cosecha	Tractor		Tractor + Grabber	
	30%	60%	30%	60%
Densidad de cosecha (RFF/ha)				
Cortadores	4	4	7	7
Recolectores	2	2	0	0
Encallador	2	2	3	4
Conductor	1	1	1	1
Total	9	9	11	12

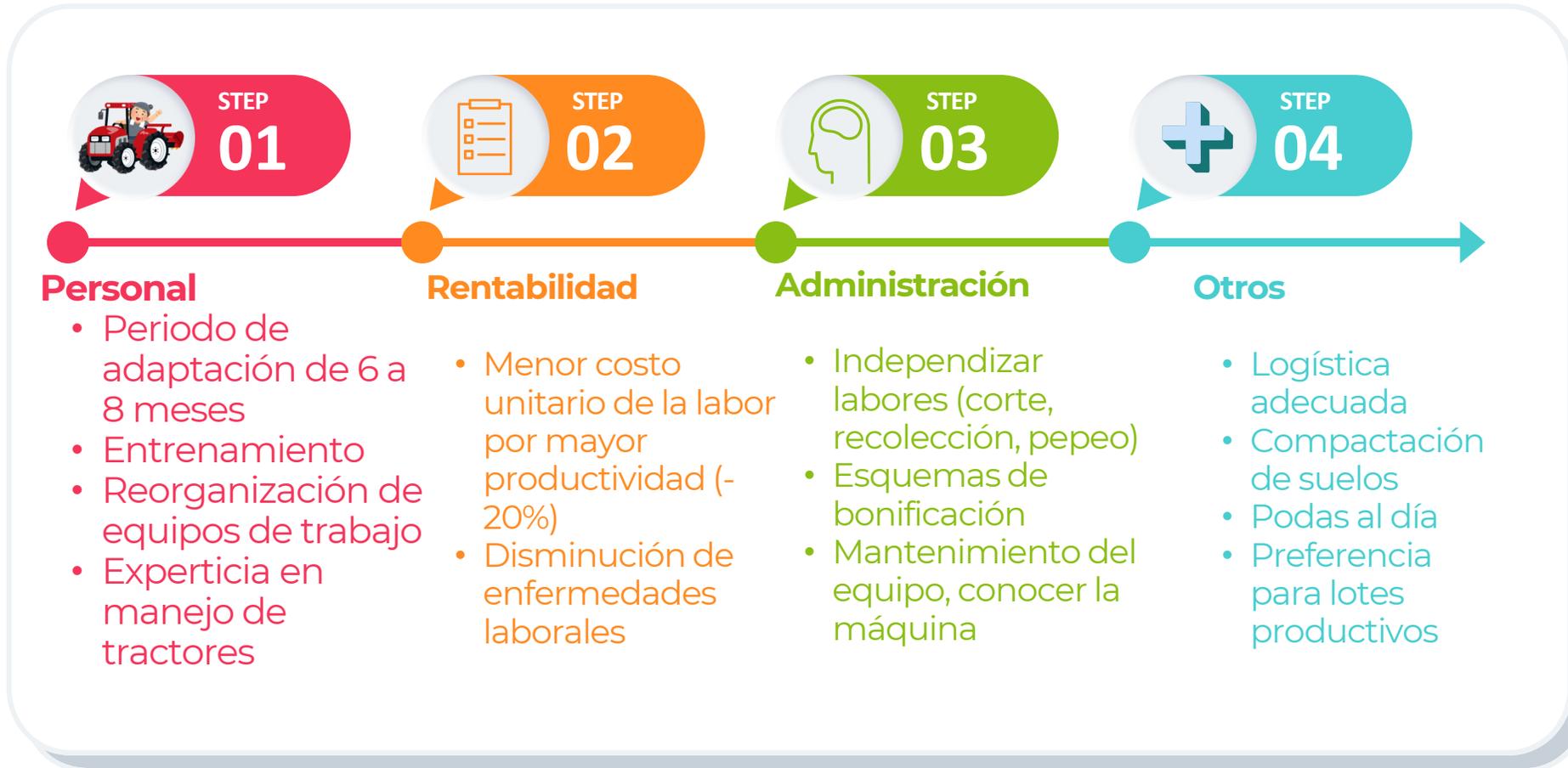
Inparme S.A

Sistema de cosecha	Tractor		Tractor + Grabber	
	30%	60%	30%	60%
Densidad de cosecha	30%	60%	30%	60%
Toneladas cosechadas (t RFF)	15.3	20	20.3	30.1
Hectáreas cosechadas (ha)	12.96	8.47	22.28	12.82
t de RFF cosechadas por día (t FFB/hombre/día)	1.53	2.00	1.69	2.32
Costo (\$/t RFF)	59.280	44.480	46.740	33.820



- Algunas plantaciones están reportando rendimientos de **3.5 † RFF** por hombre al día con el grabber.
- Las condiciones de productividad y estacionalidad afectan la productividad laboral con cualquier tecnología de cosecha.
- Es preciso configurar los equipos de trabajo de acuerdo a la disponibilidad de RFF.

Factores de éxito: Grabber



Mosquera et al, 2023



3

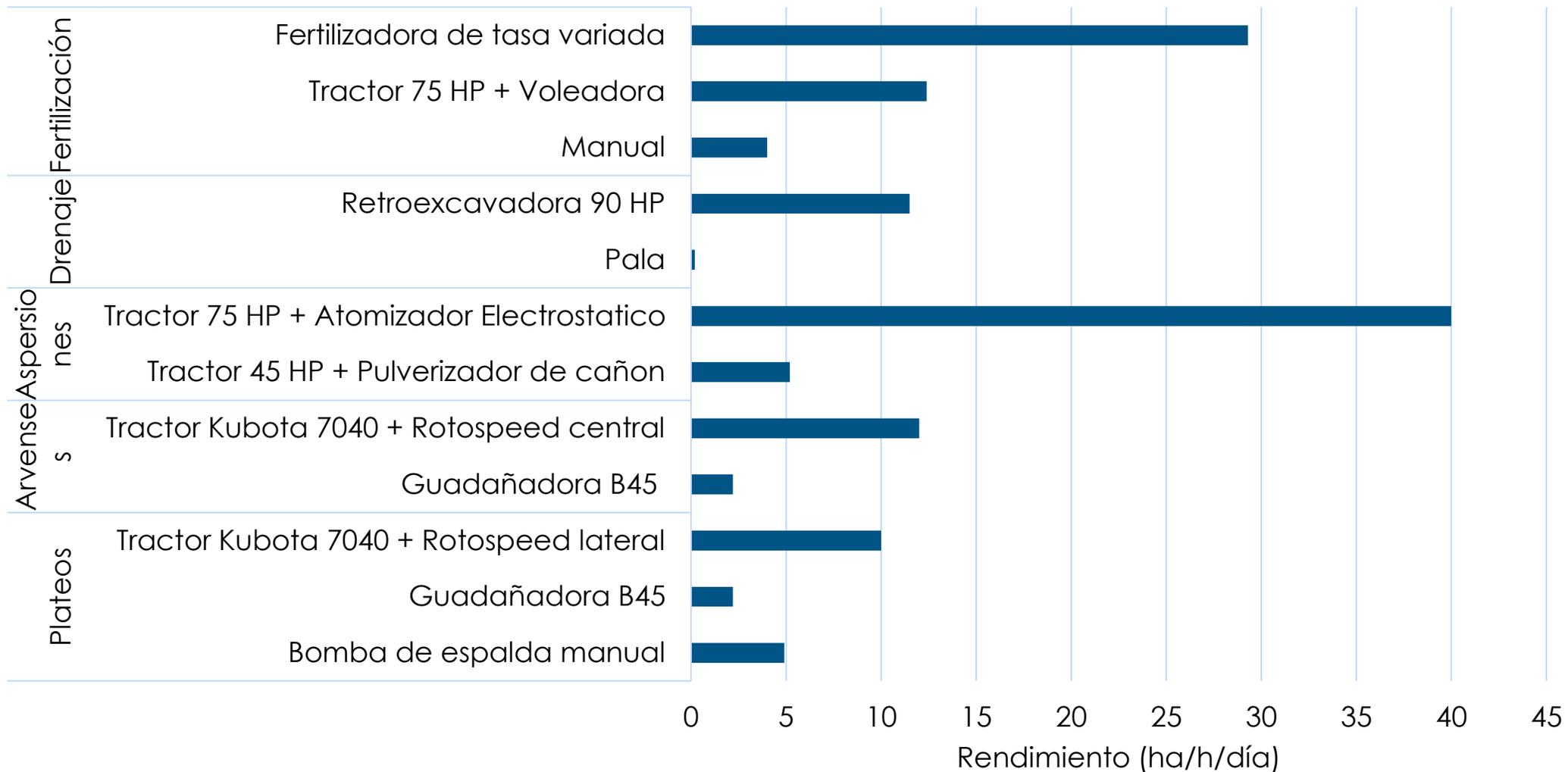
Impacto de los niveles de mecanización en la productividad laboral



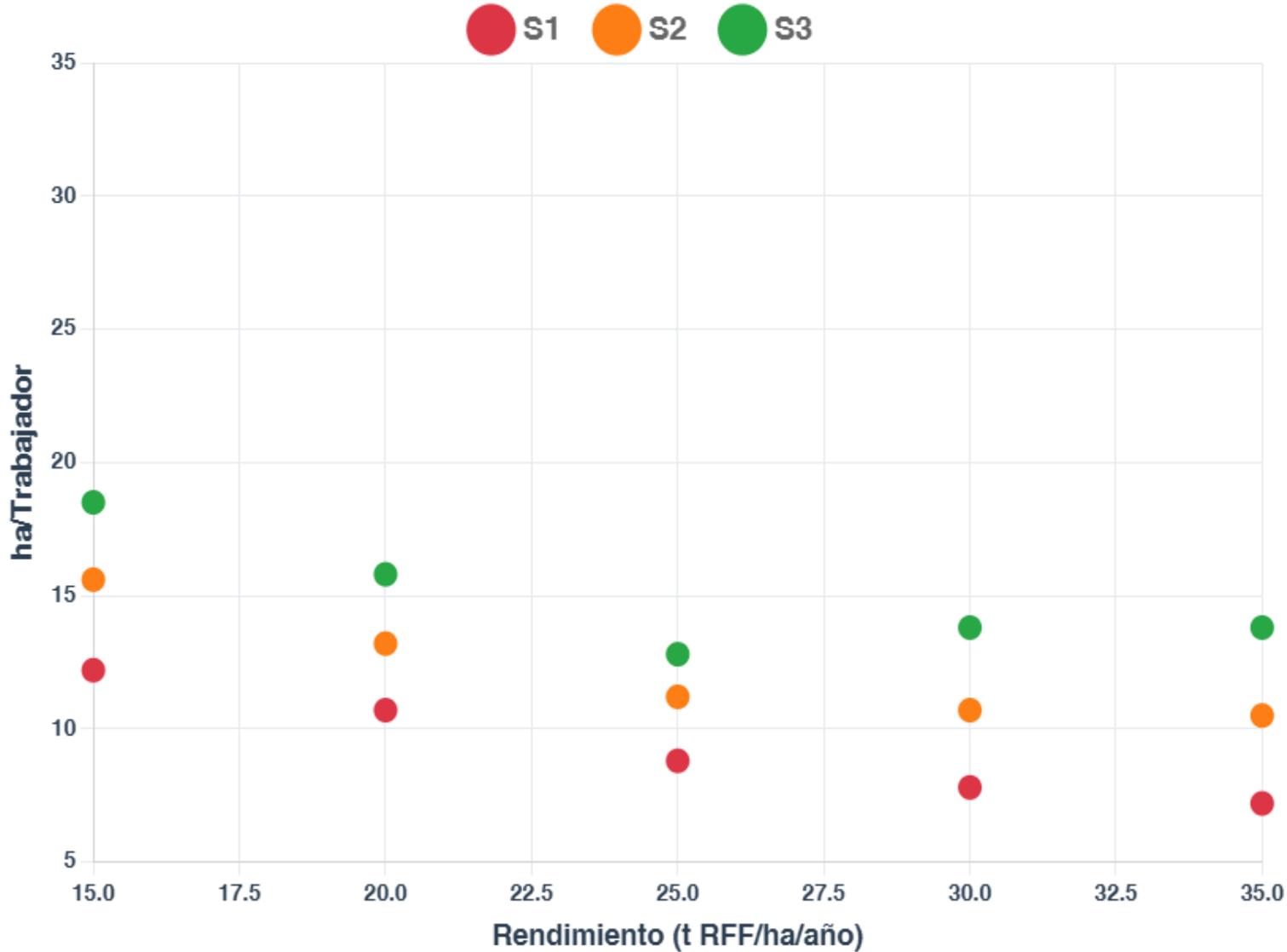
Escenarios de mecanización para áreas en donde es posible mecanizar

PROCESO DE CULTIVO	MECANIZACIÓN BÁSICA	MECANIZACIÓN USO COMÚN	MECANIZACIÓN BENCHMARK
 PLATEOS	Bomba de espalda	Guadañadora B45	Tractor Kubota 7040 + Rotospeed lateral
 CONTROL DE MALEZAS EN CALLE	Guadañadora B45	Tractor Kubota 7040 + Rotospeed central	Tractor Kubota 7040 + Rotospeed central
 APLICACIÓN DE PESTICIDAS	Tractor 45 HP + Pulverizador cañón	Tractor 45 HP + Pulverizador cañón	Tractor 75 HP + Atomizador Electrostático
 COSECHA	Corte manual + semoviente	Tractor Kubota 4400 + Zorrillo hidráulico	Tractor Kubota 4400 + Grabber + Zorrillo hidráulico
 DRENAJE	Pala	Retroexcavadora 90 HP	Retroexcavadora 90 HP
 FERTILIZACIÓN	Manual	Tractor 75 HP + Voleadora	Fertilizadora de tasa variada

Impacto en productividad laboral



Impacto en área cubierta por trabajador



Escenarios de Mecanización:

- **S1:** Mecanización básica
 - **S2:** Mecanización de uso común
 - **S3:** Mecanización benchmark
-
- **S1:** 7-12 hectáreas/trabajador
 - **S2:** 10-15 hectáreas/trabajador
 - **S3:** 13-18 hectáreas/trabajador

Impacto en indicadores económicos



Productividad del cultivo	Escenario	TIR	VPN	Costo total EA	Costo total LP	Beneficio/costo	Payback period (años)	
15 t RFF	Mecanización básica	4,7%	-	5.216	529.360	602.656	1,26	14,71
	Mecanización de uso común	7,8%	-	460.136	476.426	553.792	1,40	12,78
	Mecanización benchmark	9,0%		1.889.408	451.992	529.360	1,48	11,30
25 t RFF	Mecanización básica	7,0%	-	2.882.976	496.784	570.080	1,33	13,07
	Mecanización de uso común	8,9%		2.900.000	460.136	533.432	1,44	11,72
	Mecanización benchmark	9,7%		5.334.320	443.848	517.144	1,50	11,29
35 t RFF	Mecanización básica	11,2%		13.140.344	443.848	504.928	1,49	10,43
	Mecanización de uso común	13,1%		22.717.688	399.056	464.208	1,66	9,64
	Mecanización benchmark	14,1%		28.540.648	370.552	435.704	1,79	9,29

Cada peso invertido en mecanización retorna hasta \$1.79. Con productividades de 35 t RFF/ha, la mecanización benchmark genera una TIR del 14.1%. La pregunta no es si podemos permitirnos mecanizar, sino si podemos permitirnos **NO hacerlo**

4

Brechas y desafíos



Brechas y desafíos para mecanizar en palma de aceite

1

FACTOR HUMANO

- Escasez de recurso humano capacitado
- Transición lenta hacia la automatización
- Resistencia al cambio tecnológico
- Rotación de personal especializado

2

TECNOLOGÍA

- Limitaciones operativas actuales
- Infraestructura de conectividad
- Adaptabilidad a condiciones variables
- Mantenimiento y soporte técnico

3

CAPITAL Y LOGÍSTICA

- Altos costos de implementación
- Problemas logísticos en campo
- Acceso limitado a financiación

4

MEDIO AMBIENTE

- Equilibrio mecanización-sostenibilidad
- Impacto en suelos (compactación)
- Adaptación a condiciones climáticas
- Huella de carbono



PRINCIPALES BARRERAS IDENTIFICADAS

Compactación de suelos • Falencias en administración de la mecanización • Déficit de servicio post-venta •
Percepción de altos costos



Zapata et al, 2023

5

Tendencias en mecanización y automatización



La experiencia de el sector cañero en la mecanización de la cosecha



- En 2022, el **74%** del área cosechada fue **mecanizada** y el **26%** en cosecha **manual** (tardaron más de 10 años en llegar a estas cifras).
- Tuvieron que adoptar maquinaria producida en otras partes del mundo
- Pasaron de cosechar 3 toneladas por día a **35 toneladas por día**
- La cosecha mecanizada permite trabajar tres turnos al día.

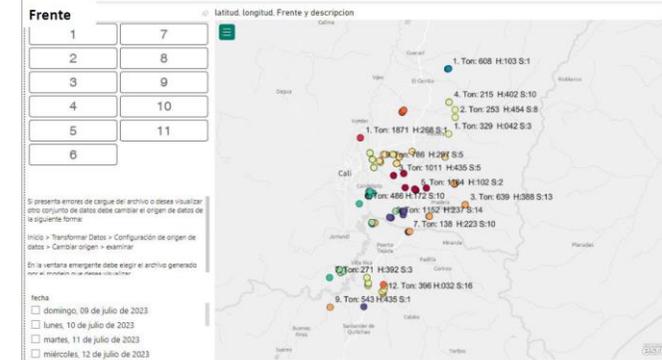


Lecciones aprendidas del sector Cañero

- **Renovación Tecnológica Continua:** Inversión sistemática cada 5 años
- **Planificación Centralizada:** Coordinación estratégica de operaciones
- **Cultura de Mecanización:** Ecosistema integral de soporte técnico
- **Capital Humano:** Reconversión de operarios manuales a tecnólogos
- **Núcleo Técnico Especializado:** Equipos multidisciplinarios
- **Diseño de Plantación:** Optimización agronómica para operaciones mecanizadas

Programador de Cosecha

analitica@cenicana.org 



Se impactó la eficiencia en la gestión de:

- 1) La asignación óptima de los frentes de cosecha
- 2) La ruta óptima de la cosecha
- 3) La maximización del cumplimiento de la molienda

Se minimizaron costos de operación

CAÑA TRANSPORTADA



Estrategias de palma en el mundo para mecanizar

CORTO PLAZO
(1-3 años)

MEDIANO PLAZO
(3-5 años)

LARGO PLAZO
(7-15 años)

MARCOP

Cosecha

MEJORAS

Herramientas de cosecha
(peso y vibración)

FUSIÓN

Detección de RFF
Comunicación de datos

ROBOTIZACIÓN

Automatización avanzada
Sistemas robóticos

SD GUTHRIE

Aplicaciones Químicas

MÁQUINAS

Pulverizaciones
Compost, labranza, herbicidas

OPTIMIZACIÓN

Tiempos de respuesta
Vehículos no tripulados

COSECHA INTELIGENTE

Tractores híbridos
Drones, brazos robóticos

FELDA

Transporte interno

MAIC

Carretillas eléctricas
Mini tractores

EXPANSIÓN

Masificación MAIC
Agricultura de precisión

IOT INTEGRAL

Robotización, Búfalos mecánicos
Carretillas motorizadas

AGROPALMA

Gestión de Plantación

DIGITALIZACIÓN

Monitoreo camiones
Cobertura 4G

ANALÍTICA

Corte mecanizado
Análisis de datos

PROYECCIÓN

Sistemas integrados
Automatización total

Ecosistemas de trabajo

5 Innovation Platforms

~10,000

Startups in Ecosystem

>100

Companies/Institutions*



United States



Argentina



U.K



Europe



India



Malaysia



Indonesia



Tecnologías emergentes en Malasia (1/3)

Desafíos de los equipos actuales

- El terreno irregular y los tipos de suelo dificultan la adopción universal de una sola tecnología.
- Equipos aún no cubren palmas más altas de 8 m (meta: llegar a 15 m).
- Vibración excesiva, peso elevado y autonomía limitada de baterías en herramientas motorizadas.



C-KAT



CANTAS



TRACK TYPE HARVESTING MACHINE



WHEEL TYPE HARVESTING MACHINE



LFC Mark I



LFC Mark II



Roller Picker

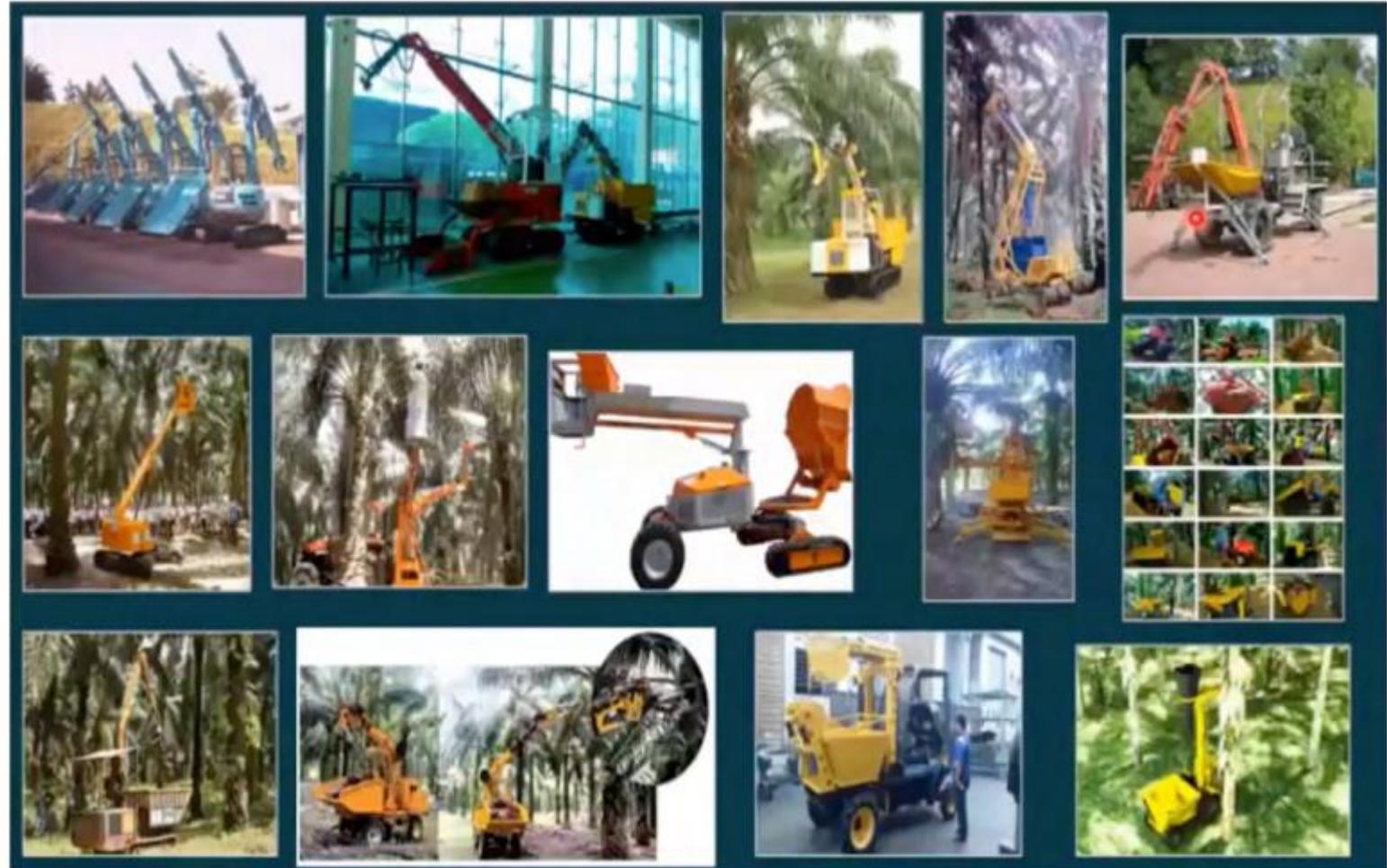


LFC Mark III

Tecnologías emergentes en Malasia (2/3)

Equipos para cosecha

- Varios prototipos han sido desarrollados por MPOB (Malaysian Palm Oil Board) y otras instituciones con diferentes conceptos.
- El desempeño y capacidad ha sido reportado como similar a sistema tradicional.
- Aún no ha logrado ser atractivo de adoptar por parte del sector.
- Es necesario adoptar la tecnología de automatización para obtener mejores resultados



Tecnologías emergentes en Malasia (3/3)

Evacuación y transporte RFF

- Transmisión hidrostática. Potencia hidráulica en las cuatro ruedas.
- Equipado con brazo de agarre, configuración de dirección múltiple, articulado, baja presión sobre el suelo, tipo de oruga, pivote alto, elevación de tijera, etc.
- Capaz en todo tipo de suelos y terrenos.
- Rango de precios de 50 kRM (12 k usd) a 150 kRM (35,2 kUSD).
- Productividad de 15 a 40 ton/día. Eficiencia se incrementa entre un 20 - 30% y reducción del 20% en los costos operacionales.



AUTONOMOUS MECHANICAL BUFFALO GRABBER

PROTOTYPE



Experiencia de Malasia – Avances y desafíos

Capacitación y Formación

Palm Oil Training Centers - Iniciativa gubernamental para capacitar jóvenes en mecanización

+2%

Aumento en disponibilidad de recurso humano especializado

- ✓ Formación de operadores semi-calificados
- ✓ Enfoque en tareas mecanizadas
- ✓ Atracción de jóvenes al sector

Equipos Destacados

Cintas Eléctricas- Cortadores automatizados

Transportadores Compactos - Carretillas motorizadas y colectores

Pulverizadores Mecanizados- Inyectores y drones

Desarrollo vs Adopción Tecnológica

MPOB (Malaysian Palm Oil Board) ha desarrollado más de 50 tecnologías

Tecnologías Desarrolladas: 50+

100%

Uso Comercial: Menos del 20%

< 20%

Grandes Desafíos de la Mecanización

Vibración Excesiva
Problemas de ergonomía

Peso Elevado
Dificultad de manejo

Autonomía Limitada
Restricciones operativas

Limitación de Altura
No disponible para palma >8m

Terrenos Irregulares
Diversos tipos de suelos

Adaptabilidad
Diferentes condiciones

Conclusión Clave

“La mecanización deber ser una **tarea del gremio**” – La experiencia de Malasia demuestra que el éxito requiere de **colaboración** entre gobierno, sector privado y academia para superar desafíos técnicos y aumentar la adopción tecnológica.

Tecnologías emergentes en Colombia



Mini Dumper (cosecha)

- Capacidad: 1 ton
- Velocidad: 6.5 km/h
- Potencia: 13.5 HP
- Sistema alce hidráulico



Bomba de espalda eléctrica (polinización)

- Sistema líquido
- Capacidad: 18 litros
- Jornal para apertura + jornal para aplicación



Drone (aspersión)

- Capacidad 20 litros
- Altura vuelo 1-5 metros dosel
- Usos recomendados: Vivero y palma joven. En palma adulta presenta limitaciones para aspersiones puntuales



Crawler Dumper (cosecha)

- Capacidad: 5 ton
- Potencia: 50 HP
- Sistema alce hidráulico
- Posibilidad adaptación grabber



Sopladora eléctrica (polinización)

- Sistema sólido
- 4 velocidades
- 5 tipos de Boquilla
- Reemplaza bomba de aire tradicional



Carreta autovolteo tracción animal (cosecha)

- Capacidad: 1 ton
- Peso: 780 kg



Semiestacionaria (polinización)

- Capacidad: 250 – 1000 l
- Bomba semiestacionaria
- Tracción animal
- Dos operarios por calle



Giro Cero

- Rendimiento: 850 palmas jornal
- Limitaciones: suelos húmedos, terrenos irregulares

6

Mensajes finales



Mensajes para llevarnos en la agroindustria

La mecanización es un sistema no una tecnología “Bisrat Getnet – FACASI Project – CIMMYT”, la mecanización requiere infraestructura como carreteras, gasolineras, concesionarios de repuestos, centros de mantenimiento, centros de capacitación y políticas adecuadas.

01 ADMINISTRACIÓN Y LOGÍSTICA

- ▶ Diseño de puestos de trabajo especializados
- ▶ Estandarización de procesos y procedimientos
- ▶ Sistema de supervisión técnica continua
- ▶ Optimización de la cadena logística
- ▶ Planificación estratégica de operaciones
- ▶ Control de calidad en procesos mecanizados

02 CAPACITACIÓN TÉCNICA

- ▶ Entrenamiento especializado en maquinaria
- ▶ Desarrollo de cultura de mecanización
- ▶ Formación técnica continua para operarios
- ▶ Centros de formación integral especializados
- ▶ Certificación de competencias técnicas
- ▶ Programas de actualización tecnológica

03 MECANIZACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN

- ▶ Adopción de alternativas tecnológicas disponibles
- ▶ Implementación de prácticas sostenibles
- ▶ Sistemas de administración digital
- ▶ Sensores y monitoreo en tiempo real
- ▶ Herramientas digitales de gestión
- ▶ Diseños optimizados de plantación

04 INFRAESTRUCTURA DE APOYO

- ▶ Conectividad y comunicaciones
- ▶ Telecomunicaciones para IoT agrícola
- ▶ Suministro confiable de energía
- ▶ Acceso a financiamiento especializado
- ▶ Servicios técnicos regionales
- ▶ Red de distribución de repuestos

Agradecimientos





Mensajes para Colombia palmera en línea

- Dimos un repaso por las tecnologías de mecanización disponibles, su nivel de adopción y sus características operativas como la conformación del equipo de trabajo, rendimientos y costos.
- Resaltamos cuales son esos equipos benchmark que son mas eficientes y tienen un mayor impacto en la productividad laboral.
- Fertilizadora de tasa variada, Grabber, cortadores mecanizados, atomizador electrostático (alternativas que incrementan la productividad laboral, condiciones para su uso)
- Mostramos los resultados de comparación de diferentes niveles de mecanización y su impacto en la productividad laboral y costos donde resaltamos que:

- ✓ El escenario de mecanización benchmark evidencia una reducción en la demanda laboral 26-46% versus sistemas básicos, constituyéndose en la opción mas rentable

Dentro de los factores que facilitan la adopción tenemos:

- Identificar equipos livianos para no maltratar el suelo, que fueran probados para las condiciones de suelos, eficiencia operativa, tiempo en averías.
 - Curva de aprendizaje de 6 a 8 meses. Para que un operario alcance los rendimientos esperados. Personal calificado que conoce la labor, personal con actitud para aprender. Desarrollo de habilidades necesarias. Las curvas para implementación de tecnologías, varía por condiciones sociodemográficas.
 - Proceso de implementación de mediano a largo plazo
 - Motivación al personal con metodologías de pago: mejores ingresos de acuerdo a una mayor productividad laboral y calidad
 - Retos: baja disponibilidad de personal capacitado para las labores, bajo conocimiento de las empresas sobre componentes de las máquinas.
-
- 70% de los cultivadores son medianos y pequeños, por lo que esquemas económicos de tercerización de la mecanización son necesarios
 - Necesidad de capacitación
 - El alquiler de maquinaria en grandes productores ayuda en temas fiscales, menores costos de mantenimiento y permite acceso a tecnología más moderna
 - La mecanización es un sistema no una tecnología "Bisrat Getnet – FACASI Project – CIMMYT", la mecanización requiere infraestructura como carreteras, gasolineras, concesionarios de repuestos, centros de mantenimiento, centros de capacitación y políticas adecuadas.