XV REUNIÓN TÉCNICA NACIONAL DE Palma de Aceite

25 al 27 de septiembre de 2019 • Bucaramanga, Colombia

Sostenibilidad y eficiencia para la palmicultura colombiana

Análisis económico de alternativas de mecanización para la cosecha de RFF de Palma de Aceite

William Díaz[1], Diego Báez[1], Jarold Cárdenas[1], Óscar Salamanca[1], Elizabeth Ruiz[2], Daniel Munévar[2], Juan Sebastián Hernández[2], Mauricio Mosquera[2]

INPARME S.A.S.[1], CENIPALMA[2]

cenipalma

JUSTIFICACIÓN

- Baja disponibilidad de mano de obra en el Campo.

- La Cosecha participa entre **17 y 20%** de los Costos de Producción de 1 ton RFF (Mosquera et al, 2017)

- Debemos ser competitivos en el Mercado mundial.

- Alto índice de enfermedades laborales por alce de RFF.

Se debe trabajar en incrementar la **Productividad Laboral** en el Cultivo de Palma.

¿Es económicamente eficiente el alce mecanizado de RFF mediante el Grabber´s?

OBJETIVOS

General

- Evaluar los costos del alce de racimos mediante brazo hidráulico ´´Grabber's´´ en temporada de **alta y baja Productividad**.

Específicos

- Realizar el **diagnóstico operativo** de la labor de alce mecanizado.
- Estimar los **rendimientos** de la labor de alce mecanizado.
- Estimar los **costos** económicos inherentes al uso de brazo hidráulico.

METODOLOGÍA

Diagnóstico operativo

Identificación de **macroprocesos** (acciones efectivas), **elementos extraños** (acciones inefectivas) y **ciclos básicos** (acciones frecuentes)

Identificación de factores que generan **fatiga** y demoras

Estudio de tiempos preliminar

Formularios de **tiempos** y variables de **rendimiento** (diagonales recorridas y racimos alzados)

Tamaño de la muestra **más apropiada** según α (1%, 5%, 10%, 15%) y el error de la muestra (1%, 5%, 10%, 15%)

Estudio de tiempos definitivo

Registro de tiempos de **ciclo básico** con cronometraje **continuo**

Cálculo del **tiempo efectivo**, **tiempo inefectivo, tiempo normal** y **tiempo estándar**

Estimación del **rendimiento estándar** de la labor

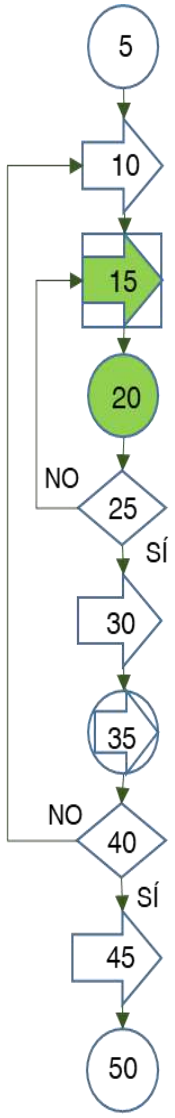
Análisis económico

Estimación de **costos fijos** y **variables** de la máquina

Estimación del **costo unitario** de la labor ($/t-día)

DIAGNÓSTICO OPERATIVO

El diagrama de proceso es **igual** en época de alta y de baja productividad de los lotes



A Alistamiento de la máquina

B Desplazamiento al lote de recolección

C Desplazamiento y búsqueda de racimos

Recoger racimo

¿Zorro lleno?

D Desplazamiento hasta punto de acopio

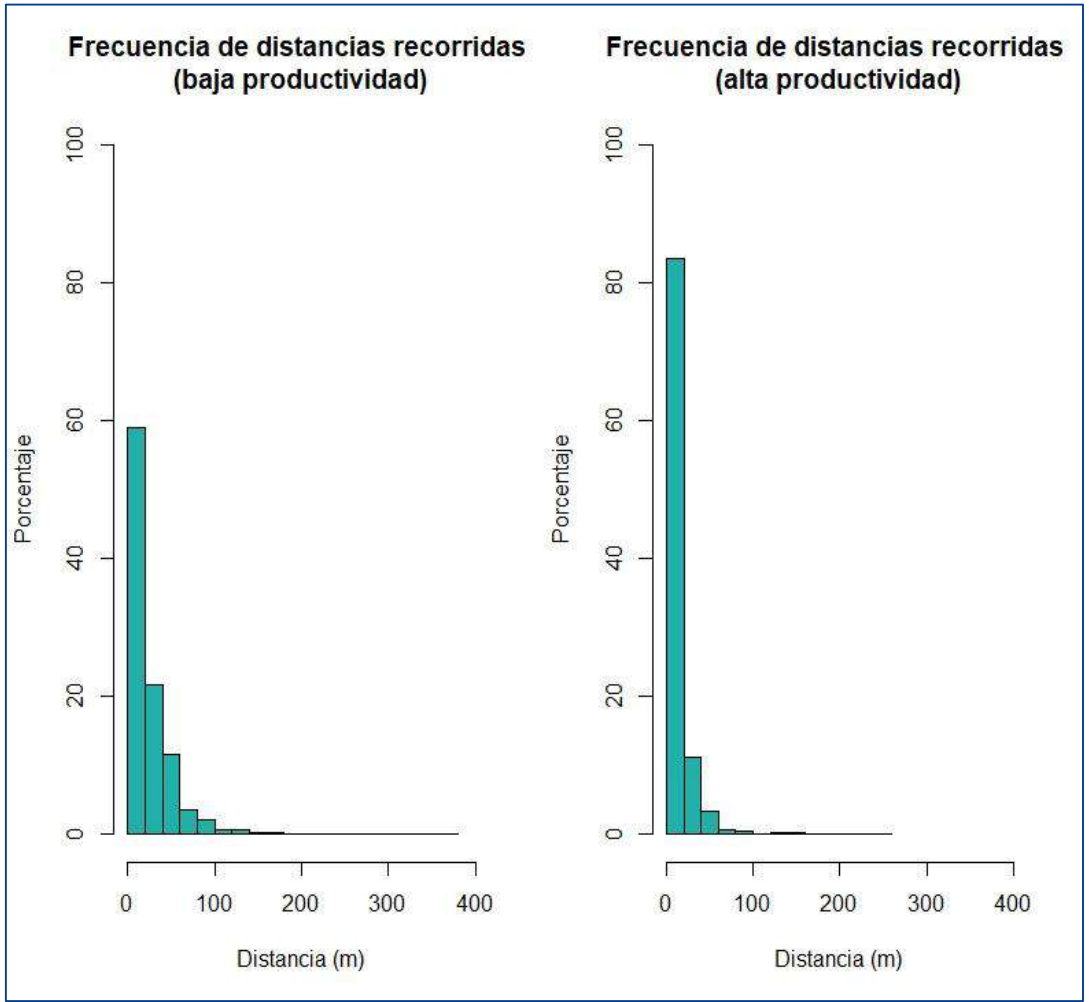
E Vaciar el zorro

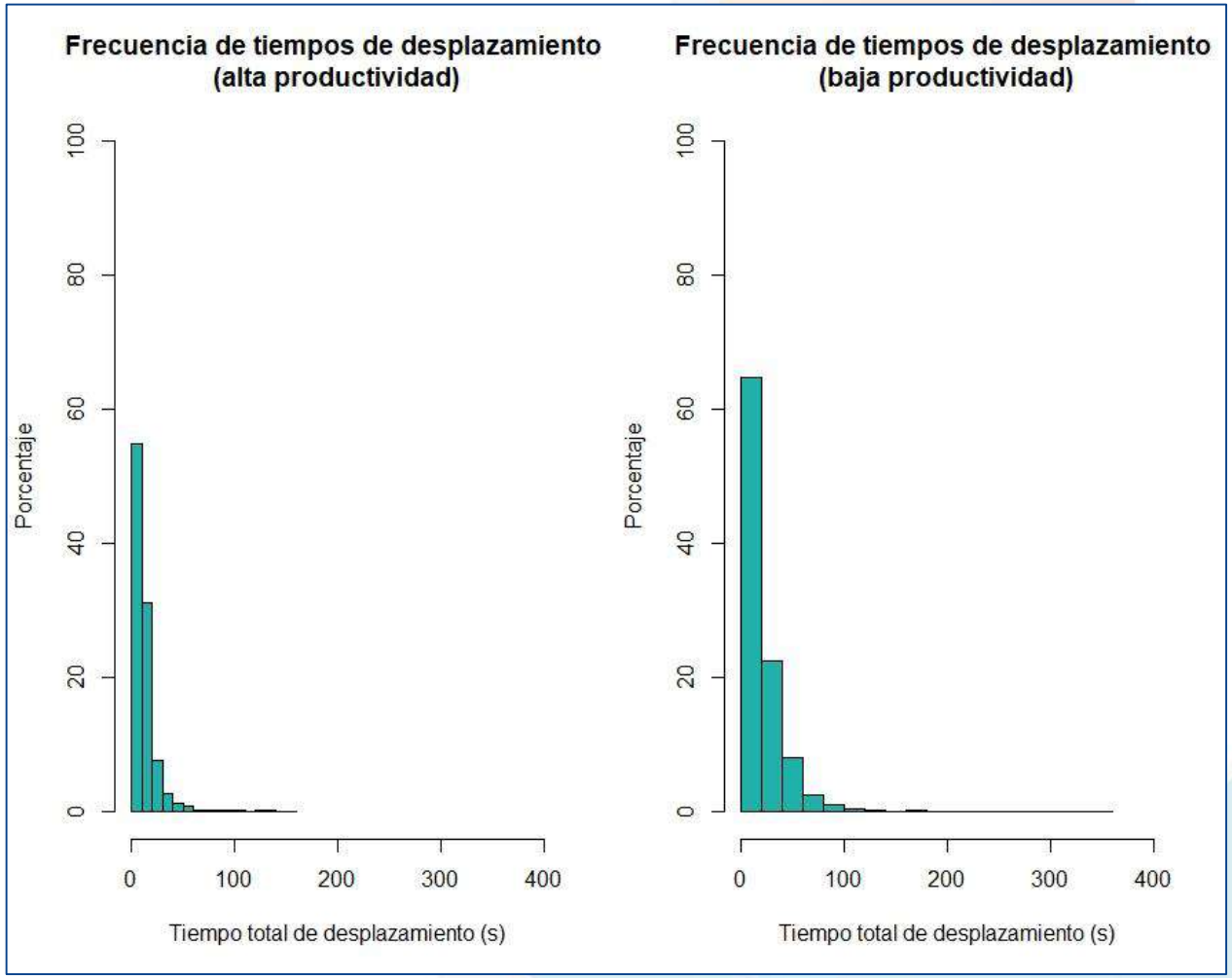
¿Fin de jornada laboral?

Desplazamiento a estacionamiento

F Parqueo de la máquina

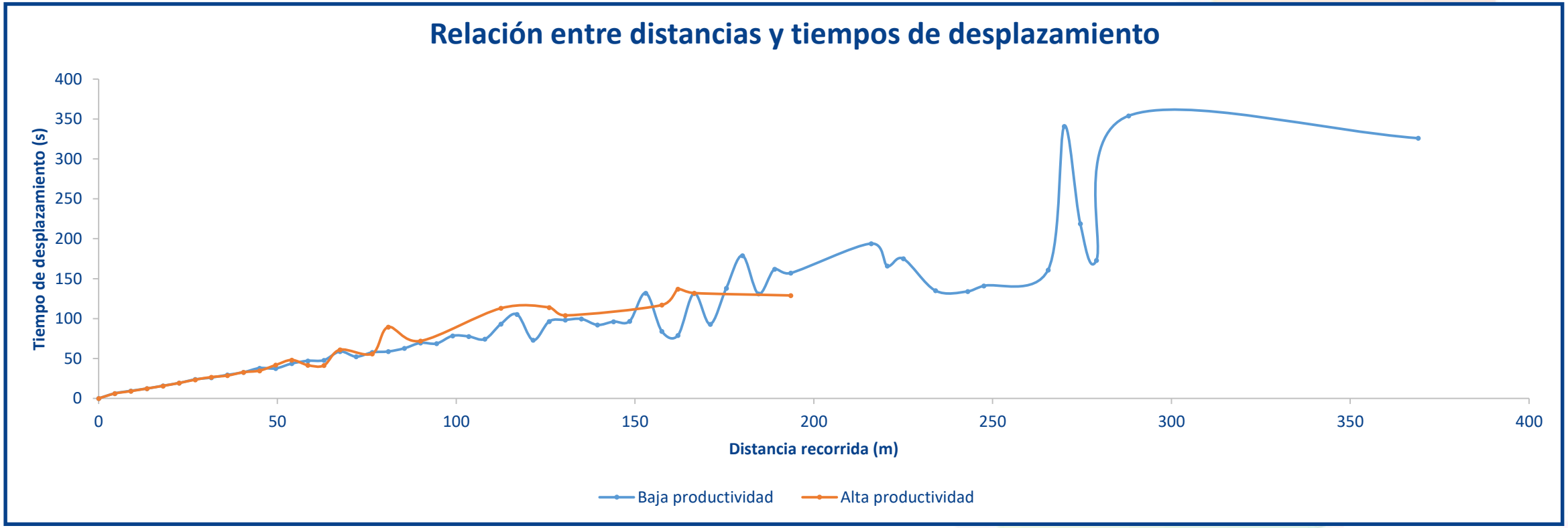
CICLO BÁSICO DE TRABAJO (LLENADO)





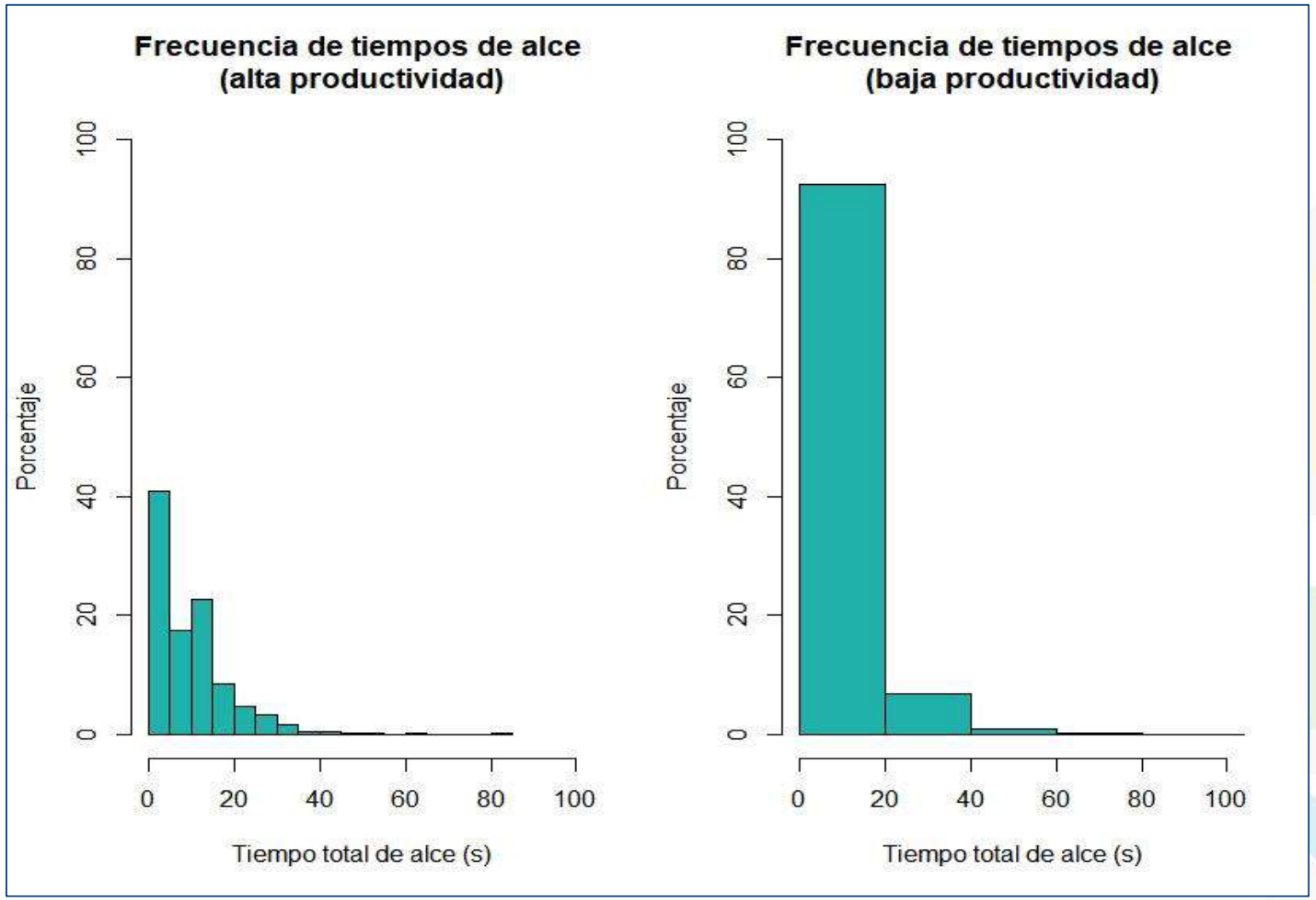
El Ciclo básico de trabajo hace referencia a (**Desplazamiento en lote, búsqueda y recolección de RFF**).

CICLO BÁSICO DE TRABAJO (LLENADO)



En época de **BAJA PRODUCTIVIDAD**, **las distancias máximas recorridas duplicaron** a las de la época de **ALTA PRODUCTIVIDAD.**

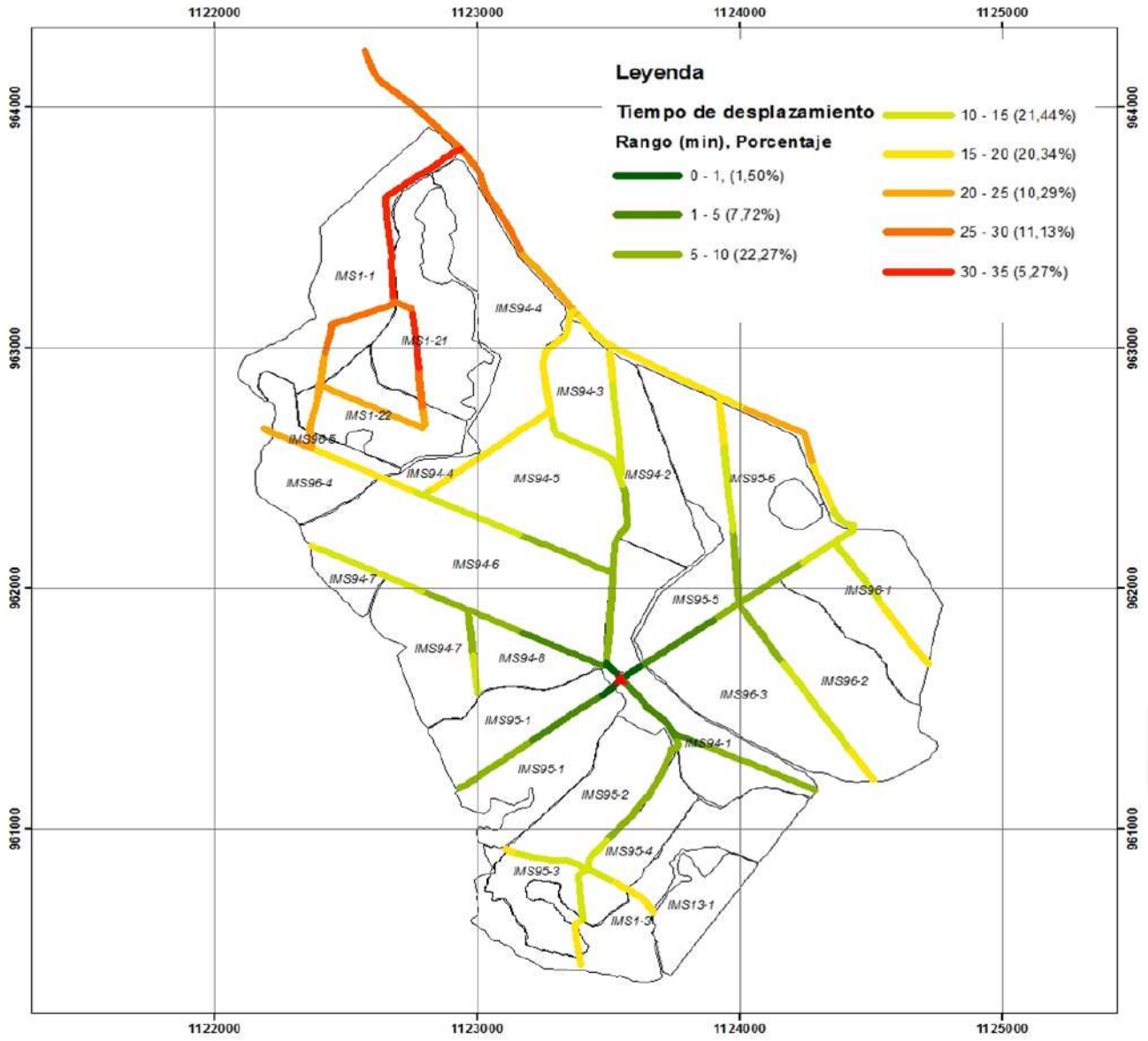
CICLO BÁSICO DE TRABAJO (LLENADO)



Los tiempos de alce totales **más frecuentes** fueron los de **3 segundos.**

CICLO BÁSICO DE TRABAJO (LLENADO)

CICLO BASICO DE TRABAJO (LLENADO)	Alta densidad	Baja densidad
Tiempo medio de desplazamiento (seg/ciclo)	9	14,9
Tiempo medio de alce (seg/ciclo)	5,4	4,9
Tiempo normal del ciclo (seg/ciclo)	**14,4**	**19,8**

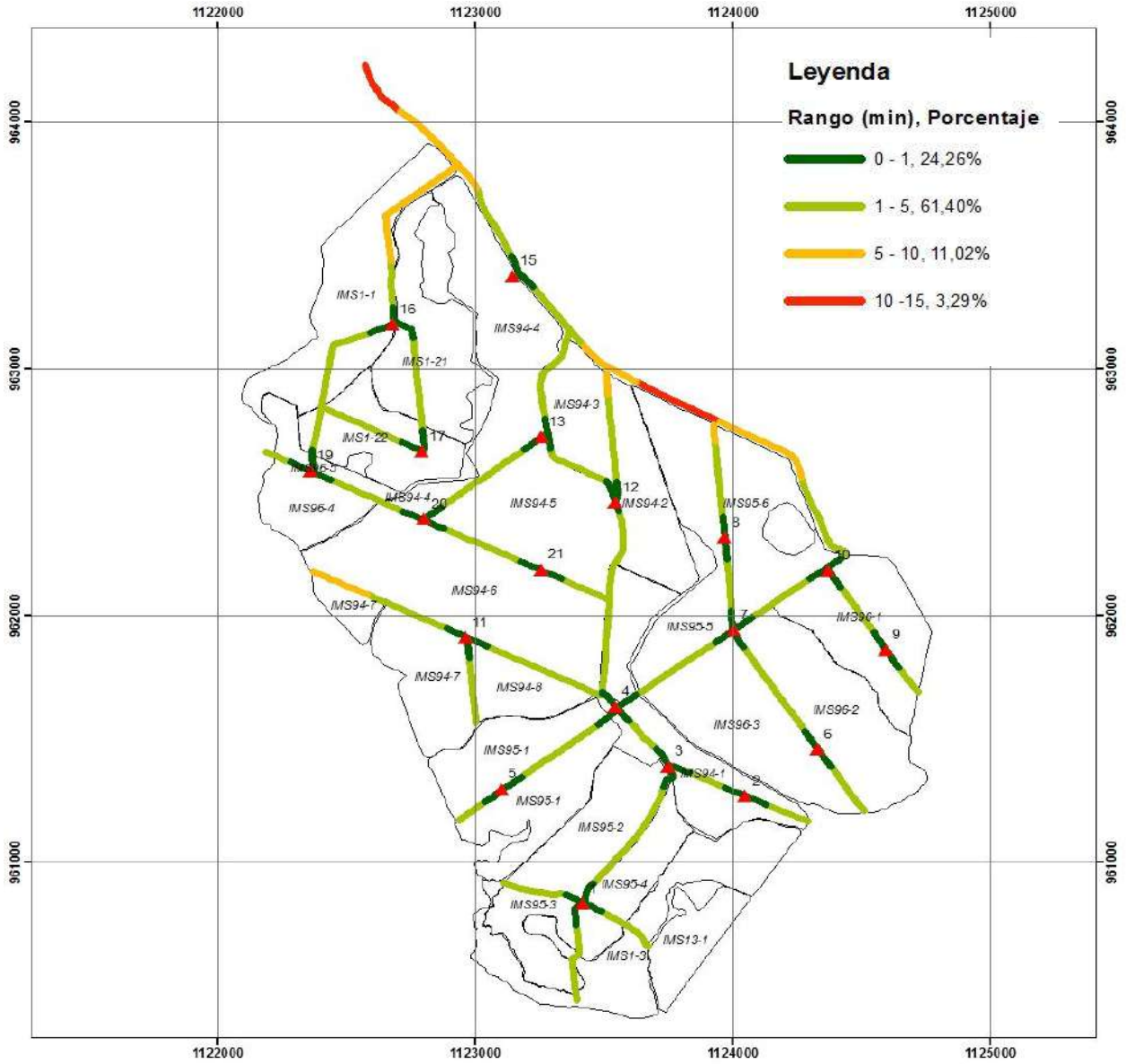


Análisis de redes Finca - lotes

Puntos de partida:
Estacionamiento

Velocidad **constante** por tramo

Vías en las **mismas** condiciones



Análisis de redes Lotes - Acopio

Puntos de partida: Acopios

Velocidad **constante** por tramo

Vías en las **mismas** condiciones

Ponderación de tiempos en función de la longitud

SUPLEMENTOS DE TIEMPO

	Alta productividad	Baja productividad

Necesidades personales

5%

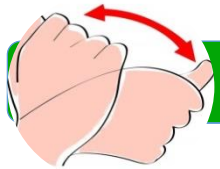
Fatiga básica

4%

Ruido

2% 2%

Tedio



4% 2%

Estrés mental

4% 4%

Temperatura

Parte	TGBH Promedio (°C)	
Pie	29,89	29,41
Cintura	29,58	29,05
Hombros	29,08	28,58
Ambiente	28,14	28,41

Consumo energía tractorista: **1,29 kcal/min**

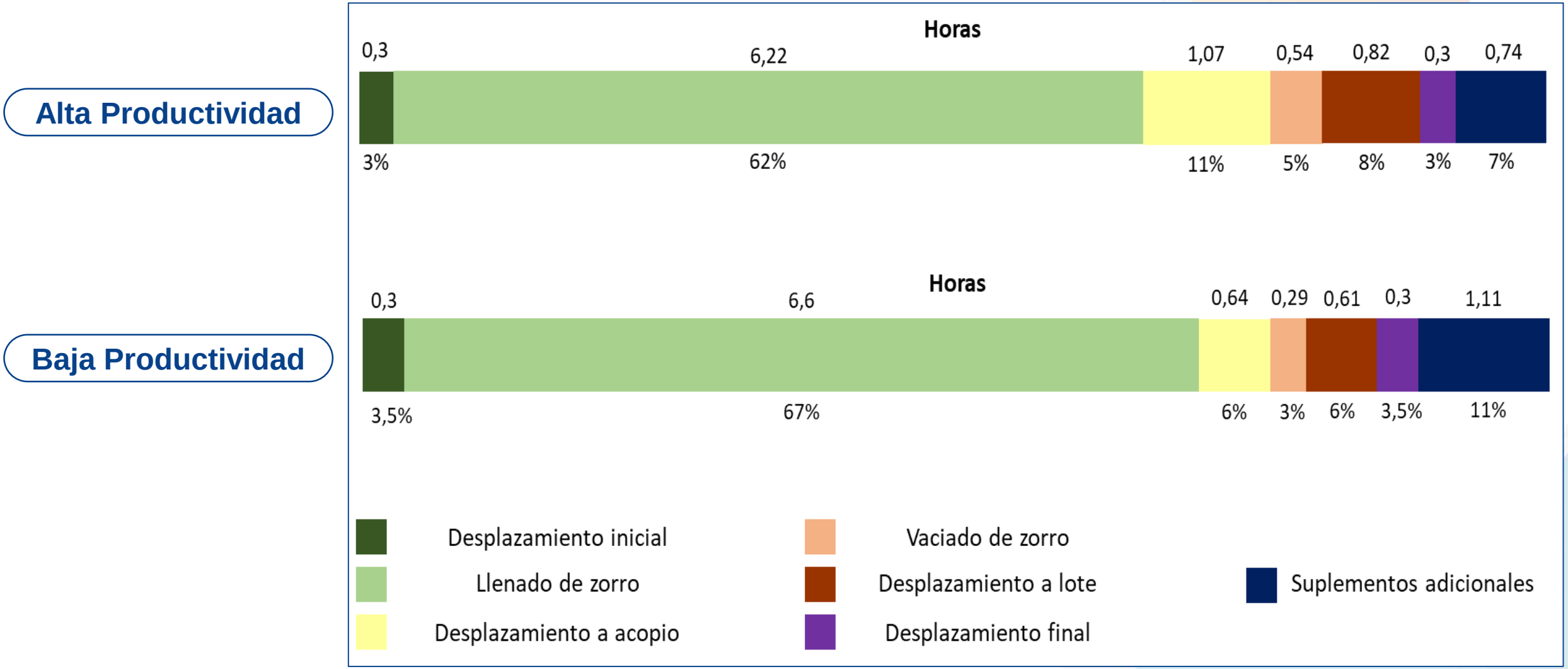
16% 20%

TIEMPO ESTÁNDAR DE LA LABOR

Macroproceso (min/movimiento)	Tiempo normal		Suplemento de tiempo		Tiempo Estándar	
	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja
Alistamiento	5,71	4,31	--	--	5,71	4,31
Abastecimiento	4,86	2,17	--	--	4,86	2,17
Desplazamiento inicial	14,16	15,16	27%	31%	18,04	19,85
Desplazamiento a lote	2,77	2,59	27%	31%	3,53	3,39
Desplazamiento a acopio	3,35	2,54	27%	31%	4,27	3,32
Ciclo básico de trabajo (min/racimo)	0,23	0,33	36%	37%	0,32	0,45
Vaciado	1,39	1,37	27%	31%	1,77	1,79
Desplazamiento final	14,16	15,16	27%	31%	18,04	19,85
Parqueo	0,98	0,60	--	--	0,98	0,60

El tiempo de alistamiento, abastecimiento y parqueo pasan a considerarse como **suplemento de tiempo** asignado a la máquina.

JORNADA ESTÁNDAR DE TRABAJO



RENDIMIENTO ESTÁNDAR

	Alta productividad	Baja productividad
Rendimiento estándar (t/día)	30,5	20,3
Racimos al día	1189	906
Vagones aproximados al día	2,5	1,6
Hectáreas al día	12,7	31,5

El alce mecanizado presenta un **incremento en el rendimiento diario** del 50,2% en época de alta productividad

INVERSIÓN

Erogación	Mecanizado	Semimecanizado
Costo Fijo	Tractor	Tractor
	Grabber's	
	Zorrillo de tijera con alce hidráulico	Zorrillo de tijera con alce hidráulico
	Inversión **$89.500.000**	Inversión **$74.900.000**
Mantenimiento	Repuestos, mano de obra del mantenimiento de máquinas	
Consumibles	0,5 galones/hora	0,5 galones/hora
Financiamiento	Crédito de 8 años, Tasa de interés 8,7% EA	Crédito de 8 años, Tasa de interés 8,7% EA

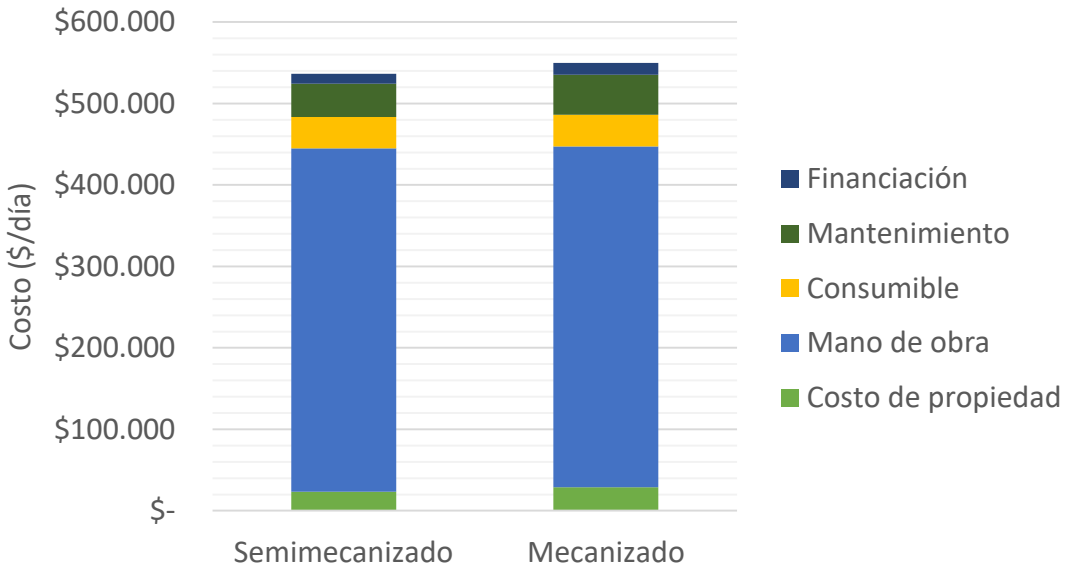
LOGÍSTICA DE COSECHA

Mano de obra				
Labor	Mecanizado		Semimecanizado	
	Alta productividad	Baja productividad	Alta productividad	Baja productividad
Tractorista	1*	1*	1	1
Corteros	6	4	6	4
Alistador de hoja, eliminación de pedúnculo y amontonador de fruto	4	2	4	2
Recolectores de Fruto Suelto	-	-	-	-
Racimero	-	-	2 a 3	1 a 2
Total	**11**	**7**	**13 a 14**	**8 a 9**

* Esta logística de Cosecha Mecanizada es para un solo Graber´s.

COSTOS UNITARIOS

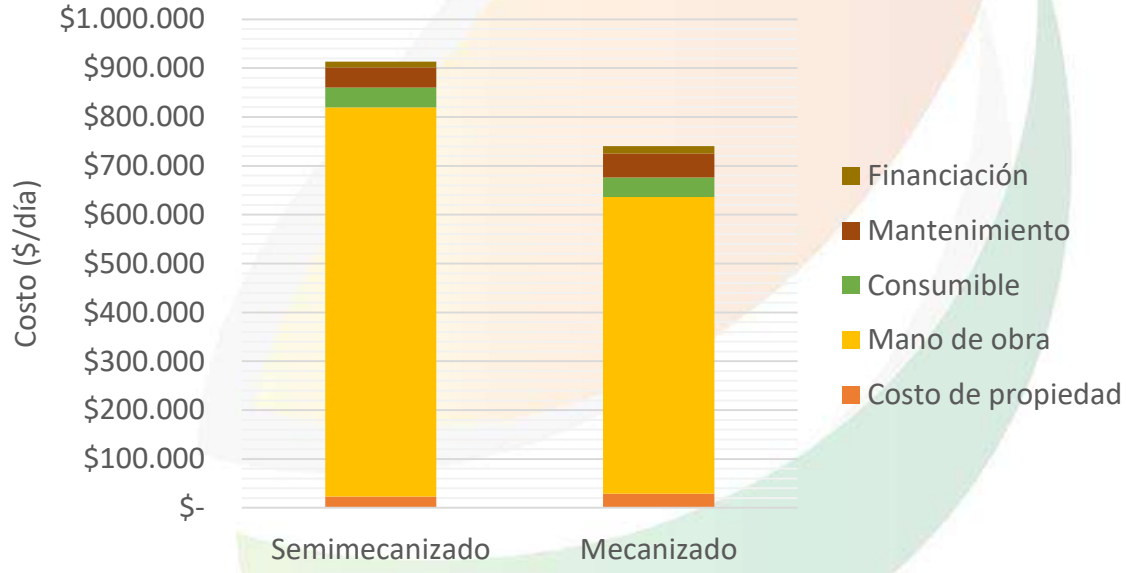
Baja productividad



	Mecanizado	Semimecanizado
Costo Total	$ 549,784	$ 536.712
Rendimiento	20	15
Costo ($/t RFF)	$ 27,083	$ 35.781

El alce semimecanizado es un **24% más** costoso que el **mecanizado**.

Alta productividad



	Mecanizado	Semimecanizado
Costo Total	$ 740.019	$ 913.494
Rendimiento	30	30
Costo ($/t RFF)	$ 24.263	$ 30.450

El alce semimecanizado es un **20% más** costoso que el **mecanizado**.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas

- Optimización de mano de obra.
- Operatividad en condiciones de mal tiempo (Altas precipitaciones).
- Mayor capacidad de carga con el Grabber´s (En relación al peso del racimo).
- Disminución del esfuerzo físico.
- Mayor tiempo efectivo de trabajo (Doble turno).
- Disminución de accidentes de Trabajo.

Desventajas

- Tiempo de entrenamiento.
- Requiere de una adecuada logística.
- Mayor costo de inversión comparado con el semimecanizado.
- No es recomendable para la cosecha en palma con dosel inferior a 2,5 metros.
- Mayor gasto de mantenimiento.

CONCLUSIONES

- El Grabber´s registra **mayores rendimientos** que los sistemas manuales y semimecanizados de alce, lo cual lo convierte en una **alternativa** de competitividad y sustitución tecnológica.
- El **rendimiento** del sistema de alce mecanizado **depende directamente de la productividad.**
- El suplemento de tiempo más importante es el **suplemento por temperatura**, el cual tiene un **efecto directo** y muy sensible en el rendimiento del trabajo del operario.
- El beneficio del uso de las tecnologías mecanizadas en labores demandantes de mano de obra va más allá del valor económico, es un impacto directamente **positivo** sobre el bienestar del trabajador.

AGRADECIMIENTOS

- A la Junta Directiva, Gerencia (Dr. Jose M. Obregón) , Director de Plantación (Ing. Oscar Salamanca) y Compañeros de Inparme S.A.S.

- A los miembros de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma):

  - Elizabeth Ruiz.
  - Daniel Munevar.
  - Juan Sebastián Hernandez.
  - Mauricio Mosquera.

- A mi amigo y compañero Jarold Cárdenas (1967-2019) (QEPD).