



IV CONGRESO PALMERO CPAL 2023

SANTO DOMINGO DEL CERRO

LA ANTIGUA GUATEMALA - 2023



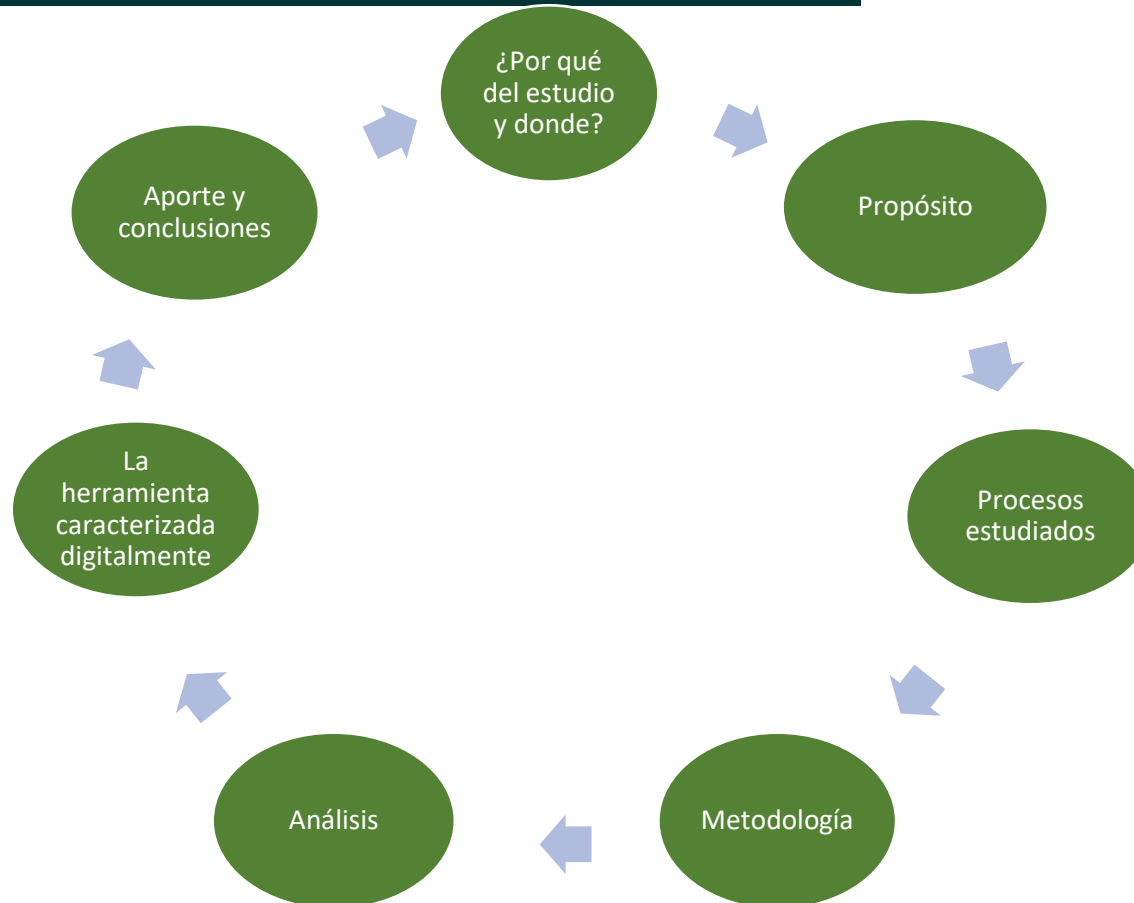


CARACTERIZACIÓN DIGITAL, DE INDICADORES DINÁMICOS DE RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA PARA PROCESOS “ABC” DE LA PALMA ACEITERA: ESTRATEGIA DE PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL TRABAJO PALMERO

Ing. Industrial Juan Luis Pernalete Olarte

Octubre, 2023

Contenido



CARACTERIZACIÓN DIGITAL, DE INDICADORES DINÁMICOS DE RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA, PARA PROCESOS “ABC” DE LA PALMA ACEITERA: ESTRATEGIA DE PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL TRABAJO PALMERO

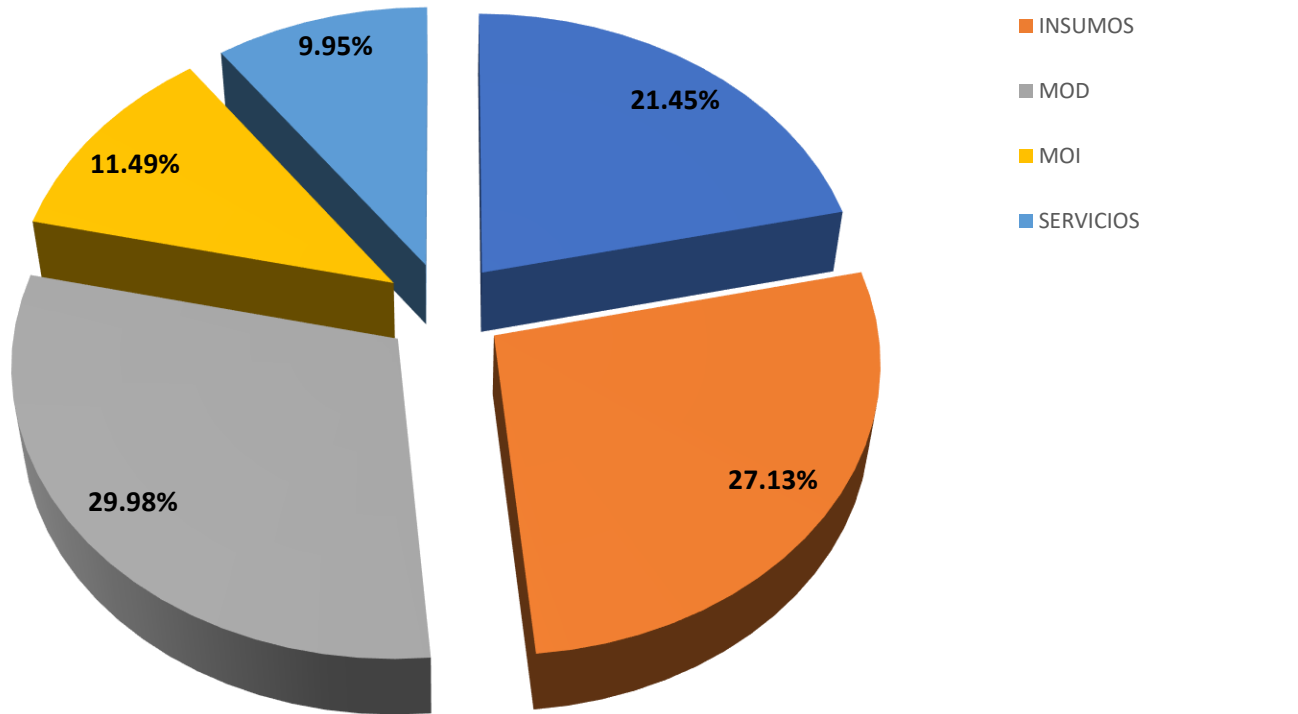
¿Por qué del estudio y donde?



Fuente: Google Maps

¿Por qué del estudio y donde?

Distribución % gastos área Agrícola



- **COSTO DE LA MOD**



CARACTERIZACIÓN DIGITAL, DE INDICADORES DINÁMICOS DE RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA, PARA PROCESOS “ABC” DE LA PALMA ACEITERA: ESTRATEGIA DE PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL TRABAJO PALMERO

¿Por qué del estudio y donde?

| AREA/ACTIVIDAD | INDICADOR ACTIVIDAD | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2010 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| AREA 1 | 1005 | 1005 | 1105 | 1075 | 1055 | 449 | 424 | | |
| CHAPIA ENTRE CALLE | 125 | 125 | 125 | 100 | 100 | 100 | 70 | | |
| CHAPIA PLATEO | | | 100 | 100 | 80 | 70 | 70 | | |
| PLATEO QUÍMICO | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 204 | 204 | | |
| PODA DE PALMA | 80 | 80 | 80 | 75 | 75 | 75 | 80 | | |
| AREA 2 | | | | 1075 | 1055 | 449 | 424 | 344 | 344 |
| CHAPIA ENTRE CALLE | | | | 100 | 100 | 100 | 70 | 70 | 70 |
| CHAPIA PLATEO | | | | 100 | 80 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| PLATEO QUÍMICO | | | | 800 | 800 | 204 | 204 | 204 | 204 |
| PODA DE PALMA | | | | 75 | 75 | 75 | 80 | | |
| AREA 3 | | | | | 1055 | 449 | 424 | 344 | 344 |
| CHAPIA ENTRE CALLE | | | | | 100 | 100 | 70 | 70 | 70 |
| CHAPIA PLATEO | | | | | 80 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| PLATEO QUÍMICO | | | | | 800 | 204 | 204 | 204 | 204 |
| PODA DE PALMA | | | | | 75 | 75 | 80 | | |

Fuente: Datos propios

- COSTO DE LA MOD
- INDICADORES MOD

¿Por qué del estudio y donde?



- COSTO DE LA MOD
- INDICADORES MOD
- MOD
PROTAGONISTA,
REGULADOR DE
CALIDAD

¿Por qué del estudio y donde?



- **MIGRACIÓN**

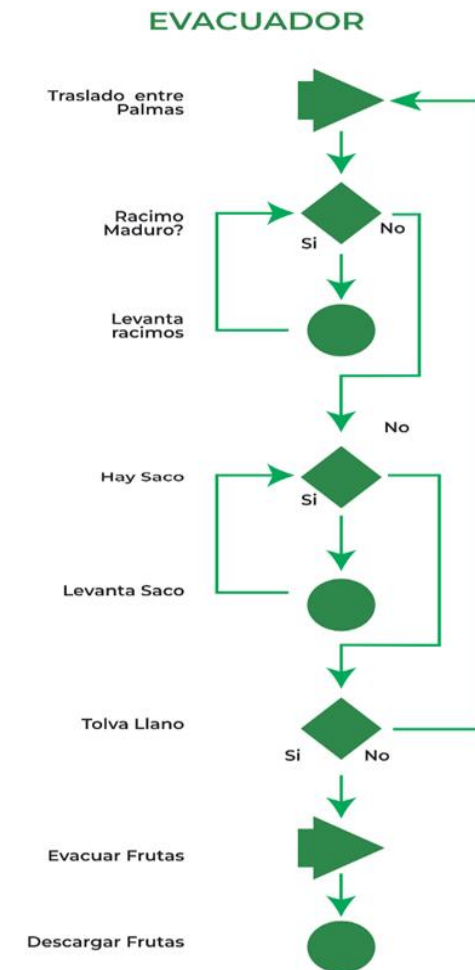
Propósito

GENERAL

Crear alternativas de indicadores de rendimiento de la mano de obra, de manera dinámica, con bases metodológicas sólidas, al alcance de la Palmicultura. Que permita modelar los procesos y tomar decisiones técnicamente mas acertadas, en sintonía con la sostenibilidad de la mano de obra en el trabajo palmero.



Procesos estudiados



Metodología



Movimientos y tiempos

Algoritmos



Ergonomía



Metodología



Metodología

| Fecha | Lote | Palma recorrida | Edad | Act | Equipo | Tempo Estandar (Seg) | Atributo Edad |
|------------|--------|-----------------|------|-----|----------------------|----------------------|---------------|
| 31/05/2021 | 113018 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 8.36 | 5 |
| 31/05/2021 | 113018 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 11.5 | 5 |
| 31/05/2021 | 113018 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 10.45 | 5 |
| 31/05/2021 | 113018 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 37.62 | 5 |
| 31/05/2021 | 113018 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 48.07 | 5 |
| 31/05/2021 | 113018 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 31.35 | 5 |
| 24/05/2021 | 415006 | 1 | 6 | | carreta metal búfalo | 28.88 | 4 |
| 24/05/2021 | 415006 | 1 | 6 | | carreta metal búfalo | 10.4 | 4 |
| 24/05/2021 | 415006 | 1 | 6 | | carreta metal búfalo | 21.95 | 4 |
| 24/05/2021 | 415006 | 1 | 6 | | carreta metal búfalo | 11.55 | 4 |
| 24/05/2021 | 415006 | 1 | 6 | | carreta metal búfalo | 10.4 | 4 |
| 31/05/2021 | 112019 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 10.45 | 5 |
| 31/05/2021 | 112019 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 10.45 | 5 |
| 31/05/2021 | 112019 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 9.41 | 5 |
| 31/05/2021 | 112019 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 24.04 | 5 |
| 31/05/2021 | 112019 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 9.41 | 5 |
| 31/05/2021 | 112019 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 11.5 | 5 |
| 31/05/2021 | 112019 | 1 | 8 | | carreta metal búfalo | 11.5 | 5 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 12.1 | 3 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 47.3 | 3 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 12.1 | 3 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 30.8 | 3 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 46.2 | 3 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 33 | 3 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 38.5 | 3 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 56.1 | 3 |
| 7/08/2021 | 516004 | 1 | 5 | | carreta metal búfalo | 64.9 | 3 |

Metodología

Diseño del lote:

- Palmas promedio por hilo.
- Cantidad de hilos hasta el centro de acopio.
- Densidad de siembra.
- Palmas reales en el campo

Diseño proceso:

- Dosis, tamaño del dosificador y de la caneca de aplicación (fertilización).
- Número de hojas a podar (poda).
- Diámetro del plato y cantidad (%) de maleza (control de maleza)
- Capacidad de carga (peso) del equipo de evacuación, frecuencia o densidad de fruta madura, peso promedio de los RFF, desprendimiento o frutos sueltos.

Metodología



Movimientos y tiempos

Algoritmos

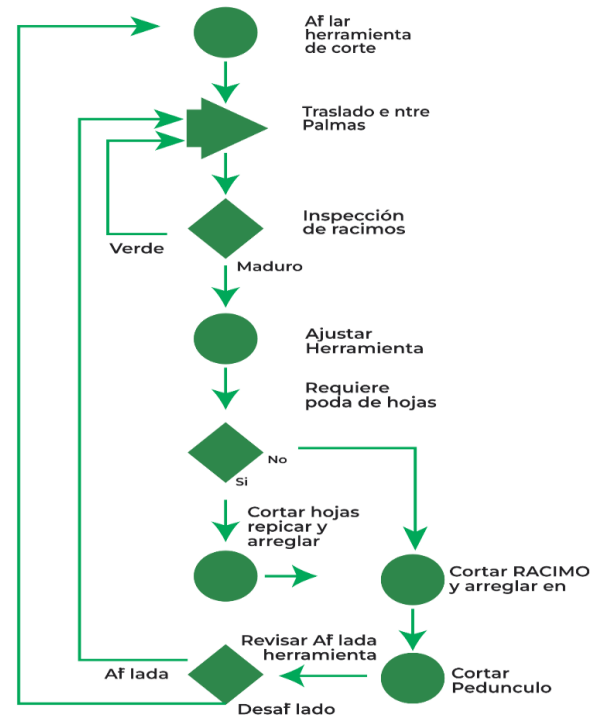


Ergonomía

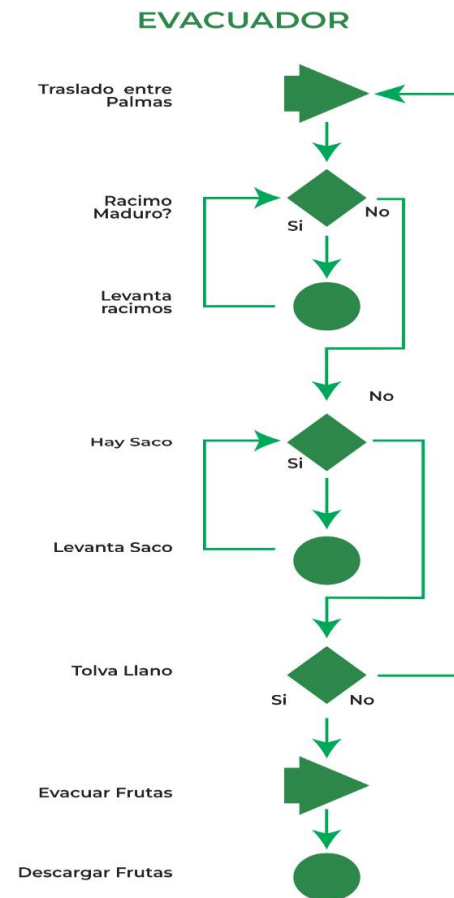
Metodología



CORTERO

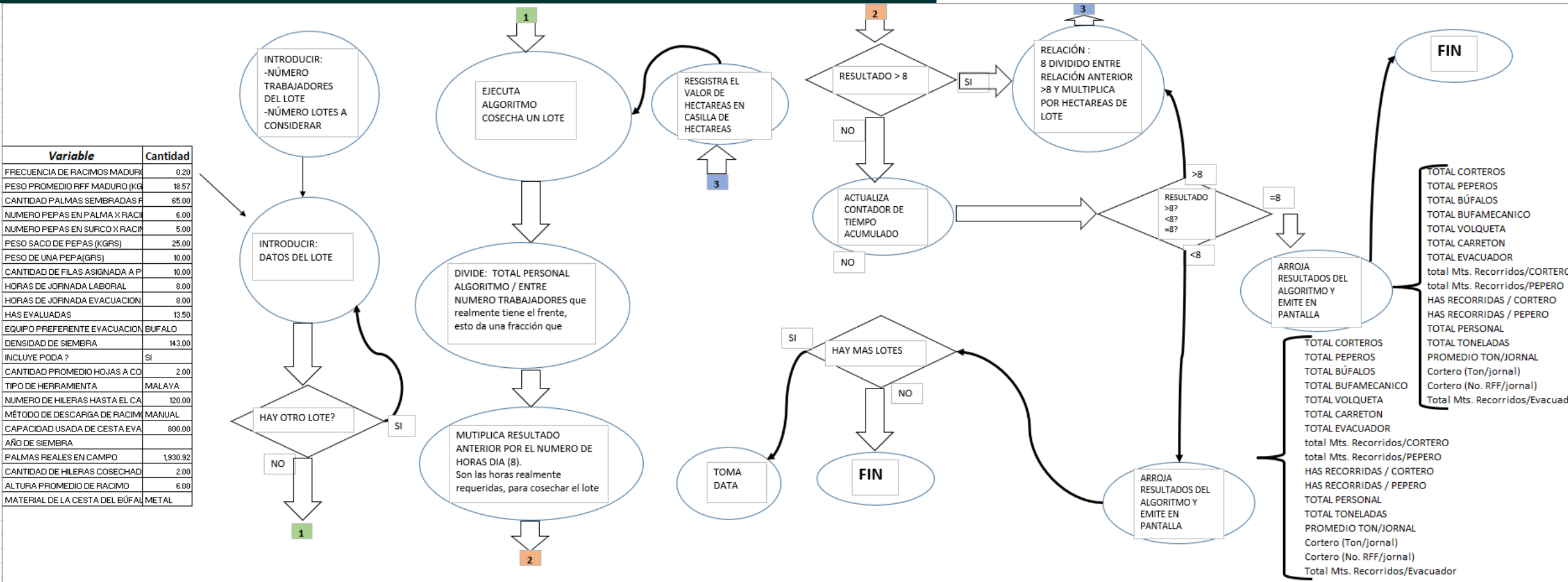


Metodología



Metodología

Algoritmo 1 de la cosecha

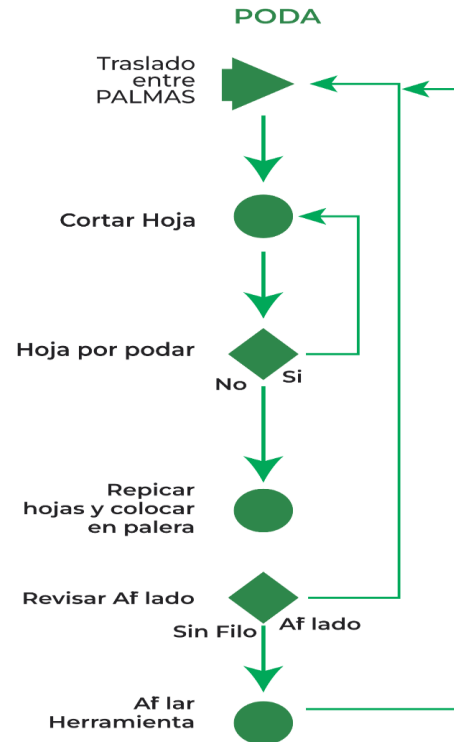


FIN

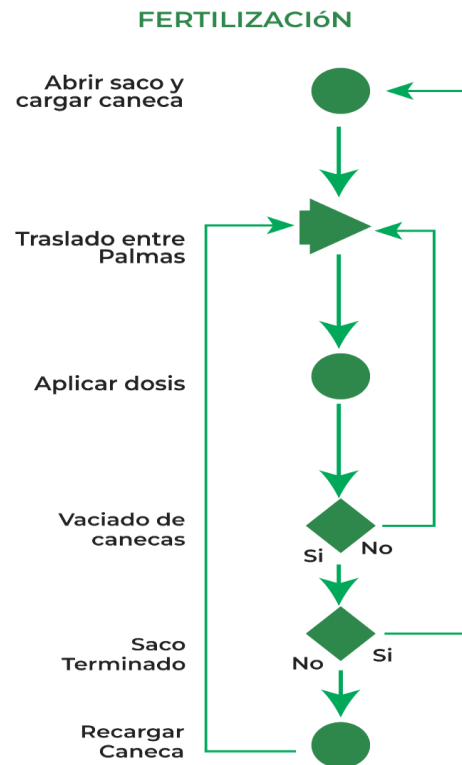
- TOTAL CORTEROS
- TOTAL PEPEROS
- TOTAL BÚFALOS
- TOTAL BUFAMECANICO
- TOTAL VOLQUETA
- TOTAL CARRETON
- TOTAL EVACUADOR
- total Mts. Recorridos/CORTERO
- total Mts. Recorridos/PEPERO
- HAS RECORRIDAS / CORTERO
- HAS RECORRIDAS / PEPERO
- TOTAL PERSONAL
- TOTAL TONELADAS
- PROMEDIO TON/JORNAL
- Cortero (Ton/jornal)
- Cortero (No. RFF/jornal)
- Total Mts. Recorridos/Evacuador

- TOTAL CORTEROS
- TOTAL PEPEROS
- TOTAL BÚFALOS
- TOTAL BUFAMECANICO
- TOTAL VOLQUETA
- TOTAL CARRETON
- TOTAL EVACUADOR
- total Mts. Recorridos/CORTERO
- total Mts. Recorridos/PEPERO
- HAS RECORRIDAS / CORTERO
- HAS RECORRIDAS / PEPERO
- TOTAL PERSONAL
- TOTAL TONELADAS
- PROMEDIO TON/JORNAL
- Cortero (Ton/jornal)
- Cortero (No. RFF/jornal)
- Total Mts. Recorridos/Evacuador

Metodología



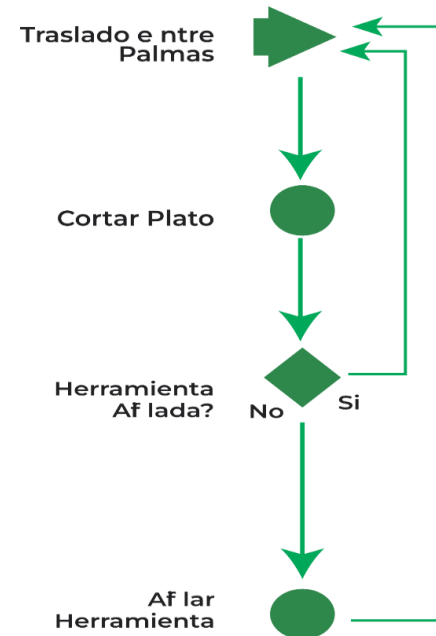
Metodología



Metodología



PLATEO MANUAL



Metodología

Tamaño de la muestra

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Análisis

Libro de Datos

StatAdvisor

StatGallery

StatReporter

Comentarios del StatFolic

Regresión Múltiple - TIEN

Regresión Múltiple - TIEN

Regresión Múltiple - TIEN

Regresión Múltiple - TIEN

Selección del Modelo de

Regresión Múltiple - TIEN

Regresión Múltiple - TIEN

Regresión Múltiple - TIEN

Regresión Múltiple - TIEMPO ESTANDAR (SEG)

Error estándar del est. = 3.91028
 Error absoluto medio = 2.77804
 Estadístico Durbin-Watson = 0.778228
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.602028

El StatAdvisor
 La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre TIEMPO ESTANDAR variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$TIEMPO\ ESTANDAR\ (SEG) = 4.43085 * RACIMOS + 8.8394 * SACOS + 1.23085 * atributo\ de\ edad$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 88.4285% de la variabilidad en TIEMPO ESTANDAR (SEG). El e: Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 88.2491%. El estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 3.91028. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas obs seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 2.77804 es el valor promedio de los residuo: de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se pre: archivo de datos.

Residuos Atípicos

| Fila | Y | Predicha | Residuo | Residuo Estudentizado |
|------|------|----------|---------|-----------------------|
| 108 | 11.0 | 2.4617 | 8.5383 | 2.22 |
| 112 | 11.0 | 2.4617 | 8.5383 | 2.22 |
| 113 | 11.0 | 2.4617 | 8.5383 | 2.22 |
| 114 | 12.1 | 2.4617 | 9.6383 | 2.52 |
| 123 | 11.0 | 2.4617 | 8.5383 | 2.22 |
| 127 | 16.5 | 6.89255 | 9.60745 | 2.51 |
| 128 | 20.9 | 11.3234 | 9.5766 | 2.53 |
| 131 | 25.3 | 11.3234 | 13.9766 | 3.80 |

El StatAdvisor
 La tabla de residuos atípicos enlista todas las observaciones que tienen residuos Estudentizados mayores a 2, en valor absoluto. Los residu Estudentizados miden cuántas desviaciones estándar se desvia cada valor observado de TIEMPO ESTANDAR (SEG) del modelo ajustado, todos los datos excepto esa observación. En este caso, hay 8 residuos Estudentizados mayores que 2, pero ninguno mayor que 3. Es conv examinar detenidamente las observaciones con residuos mayores a 3 para determinar si son valores aberrantes que debieran ser eliminados d tratados por separado.

Gráfico de TIEMPO ESTANDAR (SEG)

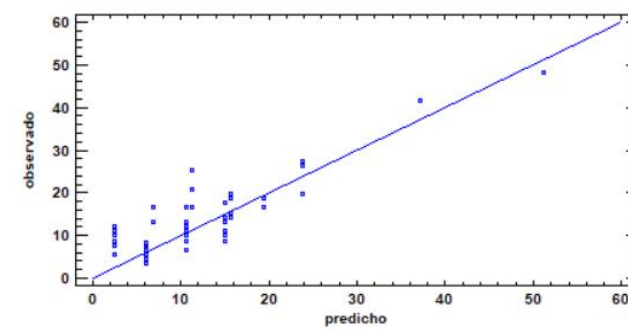
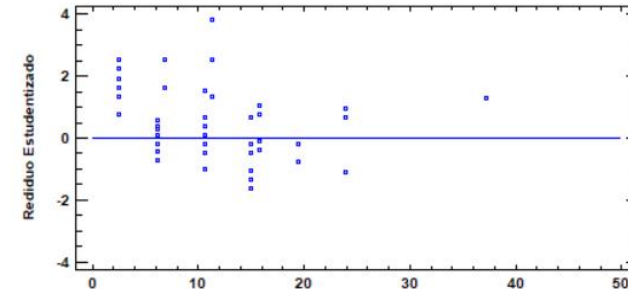


Gráfico de Residuos





CARACTERIZACIÓN DIGITAL, DE INDICADORES DINÁMICOS DE RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA, PARA PROCESOS “ABC” DE LA PALMA ACEITERA: ESTRATEGIA DE PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL TRABAJO PALMERO

Análisis

TIEMPO ESTANDAR RECORRER UNA PALMA (SEG)= $7.5578+7.13116*\text{RACIMOS}+6.98214*\text{SACOS}+0.231653*\text{peso RFF}$

TIEMPO ESTANDAR DESCARGAR UN RACIMO A MANO (SEG)= $0.272409*\text{peso racimos} + 0.00544899*\text{ATRIBUTO EQ.}$

TIEMPO ESTANDAR FERTILIZADO (SEG)= $0.299382*\text{DOSIS KGRS.} +2.71082*\text{NUMERO EVENTOS}$

TIEMPO ESTANDAR CHAPIAR CALLE= $9.24683 + (2.83586 * \text{AREA EFECTIVA})$

Análisis

Hipótesis matemática relacionada con la evacuación de fruta

Que postula esta hipótesis:

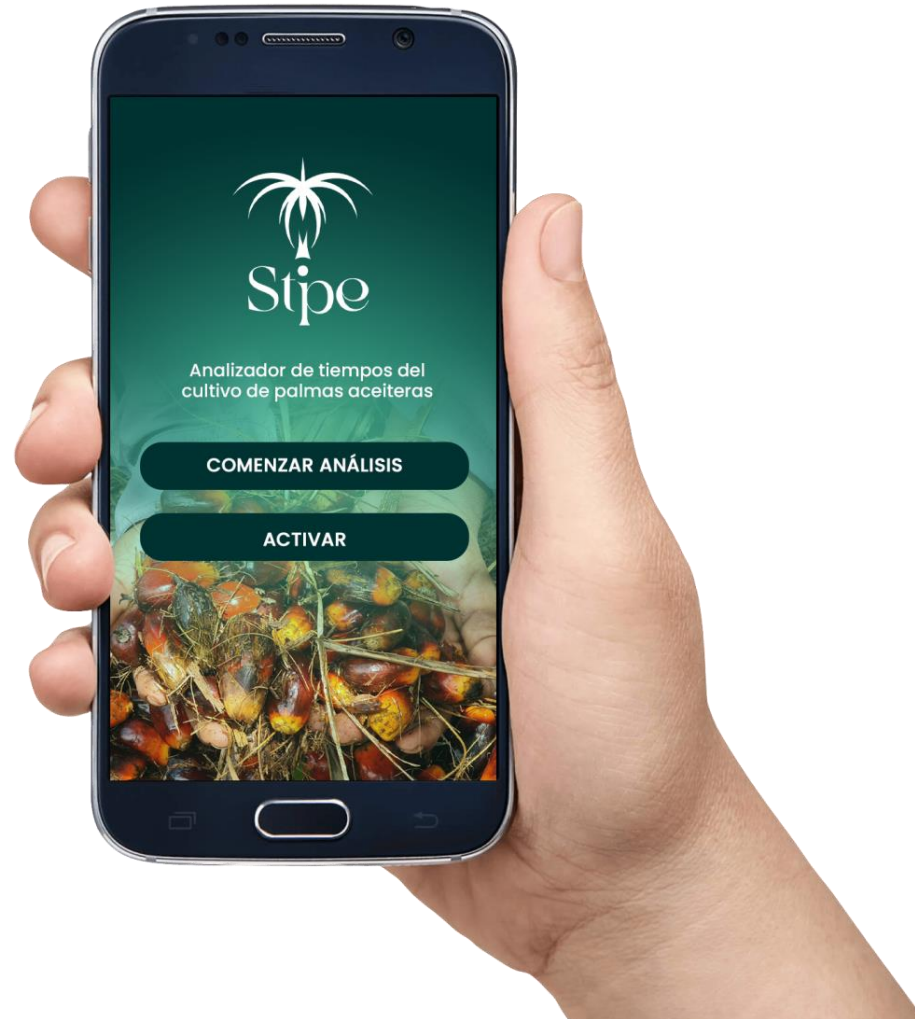
“Durante cada ciclo de evacuación de fruta, el equipo de evacuación recorrerá el número de palmas promedio sembradas por calle, más el número de hilos promedio que hay hasta el centro de acopio de la fruta”

Análisis

Hipótesis matemática relacionada con la evacuación de fruta



La herramienta caracterizada digitalmente



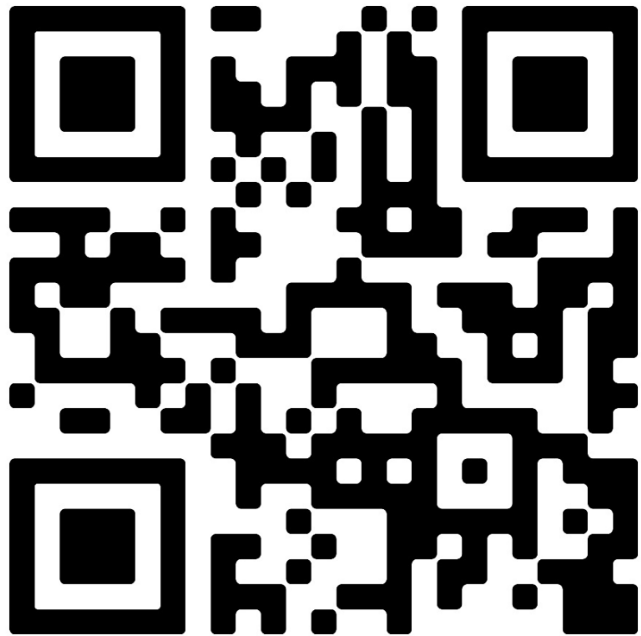


CARACTERIZACIÓN DIGITAL, DE INDICADORES DINÁMICOS DE RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA, PARA PROCESOS “ABC” DE LA PALMA ACEITERA: ESTRATEGIA DE PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL TRABAJO PALMERO

Aporte y conclusiones

- **Aporte genuino para el balance de recursos de los tres subprocesos de la cosecha: corte de racimos, evacuación de los racimos y pepenado de frutos sueltos; de una manera mas eficiente, con un sólido basamento técnico.**
- **Esta investigación culmina con una herramienta digital de indicadores de rendimiento de la mano de obra para los procesos de: poda, fertilización, control de malezas y cosecha de palma aceitera, llamada “Stipe”, al alcance de todos los miembros de la comunidad de la palma aceitera y de los estudiosos de sus procesos.**
- **La aplicación de los estudios de tiempos y movimientos, en sinergia con modelaciones estadísticas, puede describir mediante algoritmos el comportamiento de los procesos y reflejar claramente indicadores de rendimiento, que sirvan para cualquier momento estacional y de edad; reduciendo la incertidumbre en la productividad de la mano de obra y los potenciales conflictos asociados al trabajo justo; cuando se toman decisiones muy intuitivas y menos técnicas.**
- **Esta herramienta digital resultante, puede perfectamente ser probada y validada en función de su soporte técnico, para constituirse en un instrumento de sostenibilidad de la mano de obra en la industria de la palma aceitera y de apoyo a los procesos de certificación como RSPO.**

Aporte y conclusiones



stipeorg@gmail.com

juanluispernalete4@gmail.com



CARACTERIZACIÓN DIGITAL, DE INDICADORES DINÁMICOS DE RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA, PARA PROCESOS “ABC” DE LA PALMA ACEITERA: ESTRATEGIA DE PRODUCTIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL TRABAJO PALMERO

Aporte y conclusiones

“Cada vez que en la ciencia hay un acierto, se generan miles de desaciertos. Esos miles de desaciertos no se toman como fracasos, se consideran posibilidades”

Autor desconocido

