

**Estudio de tiempos y movimientos para la
labor de corte de racimo de fruta fresca en
Palma Africana (*Elaeis guineensis*) en
Palmares del Castillo S.A. en Río San Juan de
Nicaragua**

Daniel Eduardo Ayón Calvo

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2014**

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGRONEGOCIOS

**Estudio de tiempos y movimientos para la
labor de corte de racimo de fruta fresca en
Palma Africana (*Elaeis guineensis*) en
Palmares del Castillo S.A. en Río San Juan de
Nicaragua**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Daniel Eduardo Ayón Calvo

Zamorano
Noviembre, 2014

Estudio de tiempos y movimientos para la labor de corte de racimo de fruta fresca en Palma Africana (*Elaeis guineensis*) en Palmares del Castillo S.A. en Río San Juan de Nicaragua

Presentado por:

Daniel Eduardo Ayón Calvo

Aprobado:

Ernesto Gallo, M. Sc.
Asesor principal

Ernesto Gallo M. Sc.
Director
Departamento de Administración de
Agronegocios

Raúl Zelaya, PhD.
Decano Académico

RESUMEN

Resumen. La cosecha del racimo de fruta fresca de palma de aceite es una labor condicionada por pendiente, brillo solar, labores de mantenimiento, pluviosidad y tiempo disponible. Palmares del Castillo S.A. (Palcasa) trabaja constantemente por incrementar tasas de extracción en cosecha, así demanda más información científica del aspecto operativo. El rendimiento del operario de corte, en términos de tiempo estándar, era desconocido hasta la realización de este proyecto, nunca se había realizado un estudio de tiempos y movimientos. Se determinó este tiempo estándar y un análisis comparativo para dos métodos distintos de cosecha en palma joven de aceite. Se realizó este estudio en 29 lotes distintos, palma joven, con una pendiente de menos del 10%, en días sin lluvia, en un horario de jornada normal y en lotes con poda reciente y sin poda para comparar resultados. Se realizó una caracterización de labores para 4 operaciones del proceso de cosecha de racimo de fruta fresca. Posterior a un análisis de micromovimientos, se definió el Método A como aquel que realiza la labor de corte de RFF con la labor de poda de mantenimiento previamente realizada y el Método B como aquel que realiza la misma labor, pero sin haber realizado la labor de poda de mantenimiento previamente. Se tomaron 60 muestras para cada método estudiado, se calcularon los suplementos agregados y se determinaron 2 variables de tiempo y 3 de producto (diagonales, racimos y hojas). En todos los casos el Método A resultó ser mas eficiente.

Palabras clave: Costo de oportunidad, métodos de trabajo, tabla de suplementos, tiempo estándar.

Abstract. Palm oil fruit/bunch harvesting operations depend on variables such as: field slope, solar brightness, pruning and other maintenance tasks, rainfall and available labor time. The company Palmares del Castillo S.A. (Palcasa) has been occupied on increasing yields for fruit/bunch field extraction, improving further more to an undeviating perspective, demands a growing outcome of scientific work. Operator's performance, in terms of standard time, was unknown until the completion of this project. This standard time and a comparative analysis for two different harvesting methods on young oil palm is now determined. This study was conducted in 29 different lots, young palm, with a slope of less than 10%, on days without rain, on a normal day schedule and lots with recent pruning and without pruning to compare results. This paper compares two harvesting methods, by analyzing the effect on yields, time invested and a cost-benefit analysis. The results of the experiment indicate, as a unanimous conclusion, that Method A has a better effect on all of the studied categories.

Keywords. Costs, harvesting methods, standard time, supplement table.

CONTENIDO

| | |
|----------------------------------|-----|
| Portadilla..... | i |
| Página de firmas..... | ii |
| Resumen..... | iii |
| Contenido..... | iv |
| Índice de cuadros y figuras..... | v |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 2 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 6 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 41 |
| 5. RECOMENDACIONES | 45 |
| 6. LITERATURA CITADA..... | 44 |

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

| Cuadros | Página |
|---|--------|
| 1. Tiempo cronometrado, Método A..... | 32 |
| 2. Tiempo cronometrado, Método B..... | 32 |
| 3. Cálculo de suplementos..... | 32 |
| 4. Tiempo estándar, Método A..... | 33 |
| 5. Tiempo estándar, Método B..... | 33 |
| 6. Prueba t, significancia estadística..... | 34 |
| 7. Desplazamiento y búsqueda, análisis comparativo..... | 34 |
| 8. Frecuencia y rendimientos de cosecha..... | 35 |
| 9. Cortar hojas y racimos, análisis comparativo..... | 36 |
| 10. Frecuencia de hojas cortadas y participación..... | 37 |
| 11. Costos de oportunidad..... | 40 |

| Figuras | Página |
|--|--------|
| 1. Formato de medición de tiempos para el cortador..... | 3 |
| 2. Suplementos: Postura, vibraciones, ciclo breve, ropa molesta..... | 4 |
| 3. Suplementos: Tensión visual, concentración, presencia de agua..... | 5 |
| 4. Oportunidades de realización de economía mediante la aplicación de ingeniería de métodos y el estudio de tiempos..... | 7 |
| 5. Simbología según ASME..... | 12 |
| 6. Operaciones Marcador..... | 12 |
| 7. Operaciones Cortador..... | 13 |
| 8. Operaciones Recolector..... | 13 |
| 9. Labores de cosecha en Palcasa..... | 19 |
| 10. Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para el alistamiento de semovientes con aperos. I estudio de caso..... | 20 |
| 11. Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para el corte de RFF en palma de aceite joven. II estudio de caso..... | 21 |
| 12. Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para la evacuación de RFF mediante el uso de semovientes. III estudio de caso..... | 22 |
| 13. Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para la evacuación de fruto suelto. IV estudio de caso..... | 23 |
| 14. División en diagonales de un lote de palmas de aceite. Distancias recorridas según metodología de cosecha..... | 25 |
| 15. Poda de mantenimiento (Foto de Rigoberto Roa)..... | 26 |
| 16. Estimación con datos históricos. Operario con desempeño y rendimiento medio..... | 28 |

| | | |
|-----|---|----|
| 17. | Relación típica entre la eficiencia de un trabajador y las horas del día durante trabajo diurno..... | 30 |
| 18. | Relación entre un operario bien acondicionado y otro deficientemente acondicionado en lo referente a capacidad de realización de trabajo..... | 30 |
| 19. | Número de ciclos a estudiar..... | 31 |
| 20. | Histograma de frecuencia en distancia recorrida..... | 35 |
| 21. | Histograma compuesto, RFF cosechados entre diagonales recorridas... | 36 |
| 22. | Histograma de frecuencia en hojas cortadas..... | 37 |
| 23. | Participación total de alpha, Método A..... | 38 |
| 24. | Participación total de alpha, Método B..... | 38 |
| 25. | Curva de rendimiento. Análisis comparativo (A-B)..... | 39 |

1. INTRODUCCIÓN

“La palma de aceite es un cultivo del trópico húmedo, perenne y de rendimiento a largo plazo, con gran importancia en nuestros países Latinoamericanos puesto que corresponde, en su forma de aceite crudo de palma, como materia prima de una cadena de valor que desenlaza en productos con valor agregado de alta cotización, incluso en el mercado internacional” (Fairhurst y Hårdter, 2012). Así, se especula una expansión progresiva para los próximos años en la actividad agrícola y económica.

“El área bajo cosecha se ha incrementado rápidamente en los últimos 30 años en Guatemala, Costa Rica y Honduras, los tres principales países productores de América Central y, en la actualidad, hay planes muy ambiciosos para la expansión de la superficie posterior de la región” (Fairhurst & Hårdter, 2012). En los últimos años Nicaragua ha sido parte de este desarrollo con un resurgimiento de plantaciones de palma de aceite en Cukra Hill, RAAS y El Castillo, Río San Juan donde abundan extensiones territoriales con las condiciones edafo-climáticas adecuadas.

La región del Atlántico tiene los peores registros socio-económicos del país y obedece a un principio de marginación permanente respecto al dinamismo que activa la disminución de la pobreza (aunque lenta) en las regiones Central y del Pacífico Nicaragüense. La población, predispuesta para las funciones que exige por naturaleza la labor del cultivo de la palma de aceite, entra en conflicto por su cercanía fronteriza con Costa Rica, circunstancia geográfica que altera indirectamente la percepción local del mercado laboral, especialmente la de Río San Juan de Nicaragua.

Palmares del Castillo S.A. (Palcasa) es una empresa productora de aceite vegetal de palma, situada en El Castillo, Río San Juan de Nicaragua a 12 km de la comunidad Boca de Sábalo. Palcasa, en el aprovechamiento de las condiciones financieras que genera el escenario Nicaragüense del Trópico Húmedo, encuentra desventajas que surgen de circunstancias socio-económicas, como la escasez de mano de obra y sus costos, pero que se pueden transformar en oportunidades versátiles de amplitud en el costo-beneficio para el largo plazo.

Los objetivos de este estudio son: generar una herramienta de mejoramiento continuo que permite un razonamiento sistemático de los métodos de trabajo utilizados en la labor de corte del racimo de fruta fresca (RFF). Identificar ejecuciones contraproducentes de operarios en el proceso de cosecha, establecer plazos de tiempo requeridos para la ejecución de cada labor de cosecha con base a tiempos estándar, ilustrar un análisis comparativo de rendimientos entre métodos de cosecha según labores de mantenimiento y crear un indicador de costos que sugiere la toma de decisión respecto a los métodos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de tiempos y movimientos para la labor de corte de RFF en el cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis*) se llevó a cabo en la empresa Palmares del Castillo S.A. (Palcasa), que está ubicada en el municipio El Castillo, Rio San Juan de Nicaragua, Nicaragua. Este municipio esta situado al norte del Rio San Juan y al oeste de la Reserva Indio Maíz, contiguo al bosque del trópico húmedo. La superficie cultivada, está dividida en 12 bloques que forman 72 lotes, de distintas edades de palma, en distintas pendientes y con accesibilidad diversificada según la disponibilidad de caminos de tierra.

Métodos. Se realizó una revisión de literatura que enriqueció la ingeniería de métodos y profundizó técnicas especializadas de cosecha para el RFF en Palma Africana (*Elaeis guineensis*), consultando a (Niebel, 1990), a (Fairhurst & Hårdter, 2003) y a (Pérez, 2012).

El estudio se realizó en 29 lotes con condiciones homogéneas: palma joven, con una pendiente de menos del 10%, sin lluvia durante horas laborales, labores de mantenimiento, horario de jornada normal y en lotes con poda de mantenimiento y sin poda para comparar resultados.

En un principio, se visitaron lotes escogidos al azar dentro de este sub-grupo con el propósito de hacer un reconocimiento inicial de todas las labores de campo para la operación de cosecha. De las anteriores labores, se documentaron los procesos de cosecha de palma de aceite joven en forma de estudios de caso y/o caracterización de labores que incluye una lista detallada con los pasos necesarios de ejecución (movimientos) y un diagrama de flujo en bloques para cada proceso. Específicamente, el diagrama de flujo que corresponde al proceso de cosecha para el corte de RFF en palma de aceite joven, detalla para un análisis comparativo del flujo del proceso con ambos métodos (A y B): con la necesidad de poda y corte directo.

Para esclarecer la diferencia entre los dos métodos a comparar, se realizó un breve y sencillo análisis de micromovimientos que está basado en una gráfica que ilustra el desplazamiento y búsqueda para cada elemento por el operario especializado. Luego, se describió de manera escrita el procedimiento para la operación de corte de hojas y racimos.

Una vez descrito el objeto de estudio se procedió a la segunda etapa, la toma de datos. Según la metodología utilizada por los expertos de Cenipalma el operario a investigar debe ser escogido según datos históricos por su record con rendimientos promedio dentro de su cuadrilla de trabajo. Con esta información, se hizo la segunda ronda de visitas a campo, se cumplió el horario normal del jornal en compañía de los operarios asegurando

tomar datos por el jornal semi-completo para obtener resultados que marquen una curva de rendimiento producto de elementos como repetición y/o fatiga. Para tomar los elementos de tiempo, se utilizó un cronometro especializado en función del método de tiempo regresión a cero, para un proceso tan exhaustivo con operaciones tan repetitivas, fue el método mas adecuado en términos de disminuir el margen de error. Se usó un formato de tiempos, adaptado por el autor, de una tabla publicada por Cenipalma (Figura 1) para medición de tiempo para cortador en palma adulta.

cenipalma Formato de medición de tiempos para el CORTADOR

Estudio Número: _____ Fecha: _____ Lote: _____ Año siembra: _____ Palma

Cortador: _____ Meses en el cargo: _____ Metodología:

| Elemento | Desplazamiento y búsqueda | | Alistar herramienta y corte | Tipo | Cortar hojas y racimos | | | Observaciones y descripciones de elementos extraños |
|----------|---------------------------|------|-----------------------------|------|------------------------|---------|-------|---|
| | TC | Diag | TC | | TC | Racimos | Hojas | |
| Ciclo | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | |

Tipo:

- 0 - Lleva el Malayo verticalmente
- 1 - Sube el Malayo sin extensiones
- 2 - Sube el Malayo con 1 extensión
- 3 - Sube el Malayo con 2 extensiones

Verificación de tiempos

Hora de inicio: _____

Hora finalizada: _____

Kilogramos cosechados _____

Racimos cortados _____

Peso promedio del racimo _____

Evaluación de calidad

Racimos verdes _____

Racimos maduros _____

Racimos sobremaduros _____

Total de racimos _____

Palmas cosechadas _____

Palmas sin cosechar _____

Total de palmas _____

Figura 1. Formato de medición de tiempos para el cortador.
Fuente: (Sánchez et al. 2010)

Se realizaron cálculos para obtención del tiempo estándar utilizando las siguientes tablas de suplemento publicadas por la Organización Internacional del Trabajo (Figuras 2-3).

| | Puntos | | Puntos |
|---|--------|--|--------|
| Sentado cómodamente | 0 | Traspalar materiales ligeros | 1 |
| Sentado incómodamente | 2 | Coser con máquina eléctrica o afín | 2 |
| A veces sentado y a veces de pie | 2 | Sujetar el material con prensa o guillotina | 2 |
| De pie o andando sin carga | 4 | Tronzar madera | 2 |
| Subiendo o bajando escaleras sin carga | 5 | Traspalar balastro | 4 |
| De pie o andando con carga | 6 | Trabajar con una taladradora mecánica portátil accionada con una sola mano | 4 |
| Subiendo o bajando escaleras de mano | 8 | Picar con zapapico | 6 |
| Debiendo a veces inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos | 8 | Trabajar con una taladradora mecánica que exige las dos manos | 8 |
| Levantando pesos con dificultad | 10 | Trabajar con una radial eléctrica que exige las dos manos | 8 |
| Debiendo constantemente inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos | 12 | Emplear un martillo perforador sobre hormigón | 15 |
| Extrayendo carbón con un zapapico, tumbado en una veta baja | 16 | | |
| Movimientos o posturas continuos y excesivamente forzados | 16 | | |

| Tiempo medio del ciclo | | | PUNTOS |
|------------------------|------------|---------------|--------|
| c.d.m. | segundos | Diezmilésimas | |
| 16,17 | 9,6-10,2 | 26,66-28,33 | 1 |
| 15 | 9 | 25 | 2 |
| 13,14 | 7,8-8,4 | 21,66-23,33 | 3 |
| 12 | 7,2 | 20 | 4 |
| 10,11 | 6-6,6 | 16,66-18,33 | 5 |
| 8,9 | 4,8-5,4 | 13,33-15 | 6 |
| 7 | 4,2 | 11,66 | 7 |
| 6 | 3,6 | 10 | 8 |
| 5 | 3 | 8,33 | 9 |
| menos de 5 | menos de 3 | menos de 8,33 | 10 |

| | Puntos |
|---|--------|
| Guantes de caucho para cirugía | 1 |
| Guantes de caucho de uso doméstico | 2 |
| Botas de caucho | 2 |
| Gafas protectoras para afilar | 3 |
| Gafas protectoras contra impactos | 3 |
| Casco de protección | 4 |
| Protección auditiva | 4 |
| Careta de protección de soldadura | 5 |
| Guantes de caucho o piel de uso industrial | 5 |
| Peto y manoplas de protección de soldadura | 6 |
| Máscara (para pintar con pistola) | 8 |
| Traje de amianto o chaqueta encerada | 15 |
| Ropa de protección incómoda y mascarilla de respiración | 20 |

Figura 2. Suplementos: Postura, vibraciones, ciclo breve, ropa molesta.
Fuente: (Estellés *et al.* 2013). Adaptado por el autor.

| Distribución | lux | puntos |
|--------------|------|--------|
| 1 | -1% | 1 |
| 2 | -2% | 2 |
| 3 | -3% | 3 |
| 4 | -4% | 4 |
| 5 | -5% | 5 |
| 6 | -6% | 6 |
| 7 | -7% | 7 |
| 8 | -8% | 8 |
| 9 | -9% | 9 |
| 10 | -10% | 10 |
| 11 | -11% | 11 |
| 12 | -12% | 12 |
| 13 | -13% | 13 |
| 14 | -14% | 14 |
| 15 | -15% | 15 |
| 16 | -16% | 16 |
| 17 | -17% | 17 |
| 18 | -18% | 18 |
| 19 | -19% | 19 |
| 20 | -20% | 20 |

| | PUNTOS |
|---|--------|
| Hacer un montaje corriente | 0 |
| Traspalar balastro | 0 |
| Hacer un embalaje corriente | 1 |
| Lavar vehículos | 1 |
| Rellenar de agua una batería | 2 |
| Alimentar troquel de prensa sin tener que aproximar la mano a la prensa | 2 |
| Pintar paredes | 3 |
| Coser a máquina con guía automática | 4 |
| Juntar lotes pequeños y sencillos sin necesidad de prestar mucha atención | 4 |
| Pasar con carrito a recoger pedidos de almacén | 5 |
| Hacer una inspección simple | 5 |

| Factor C6 | PRESENCIA DE AGUA | PUNTOS |
|--|-------------------|--------|
| Operaciones normales de fábrica | | 0 |
| Trabajo al aire libre | | 1 |
| Trabajos continuos en lugares húmedos | | 2 |
| Apomazado de paredes con agua | | 4 |
| Manipulación continua de productos mojados | | 5 |
| Trabajos con agua vapor | | 10 |
| Trabajos con suelo empapado | | 10 |
| Manos en contacto con el agua | | 10 |

Figura 3. Suplementos: tensión visual, concentración/ansiedad, presencia de agua.
Fuente: (Estellés et al. 2013). Adaptado por el autor.

Finalmente, se realizó un análisis estadístico para determinar las diferencias entre ambos métodos haciendo inferencias a partir de los resultados de medias aritméticas y medidas de dispersión como desviación estándar, coeficientes de variación, rango intercuartil. Se realizó una Prueba-t para determinar la significancia de la diferencia estadística. Se interpretó la información con histogramas, gráficos de pastel y líneas de tendencia exponencial.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Revisión de literatura.

Según Niebel (1990):

“Estudio de tiempos. Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuando es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosa y correctamente.

Existe una estrecha asociación entre las funciones del analista de tiempos y las del ingeniero de métodos. Aunque difieren los objetivos de los dos, un buen analista del estudio de tiempos es un buen ingeniero de métodos, puesto que su preparación tiene a la ingeniería de métodos como componente básico.

Para cerciorarse de que el método que se prescribe es el mejor, el ingeniero especialista en estudio de tiempos con frecuencia asume el papel de un ingeniero de métodos. En industrias pequeñas estas dos actividades suelen ser desempeñadas por la misma persona. Obsérvese que el establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes.”

La siguiente tabla (Figura 4) establece las ventajas competitivas que ofrece un estudio de tiempos y movimientos para el departamento de operaciones y métodos de una empresa productiva:

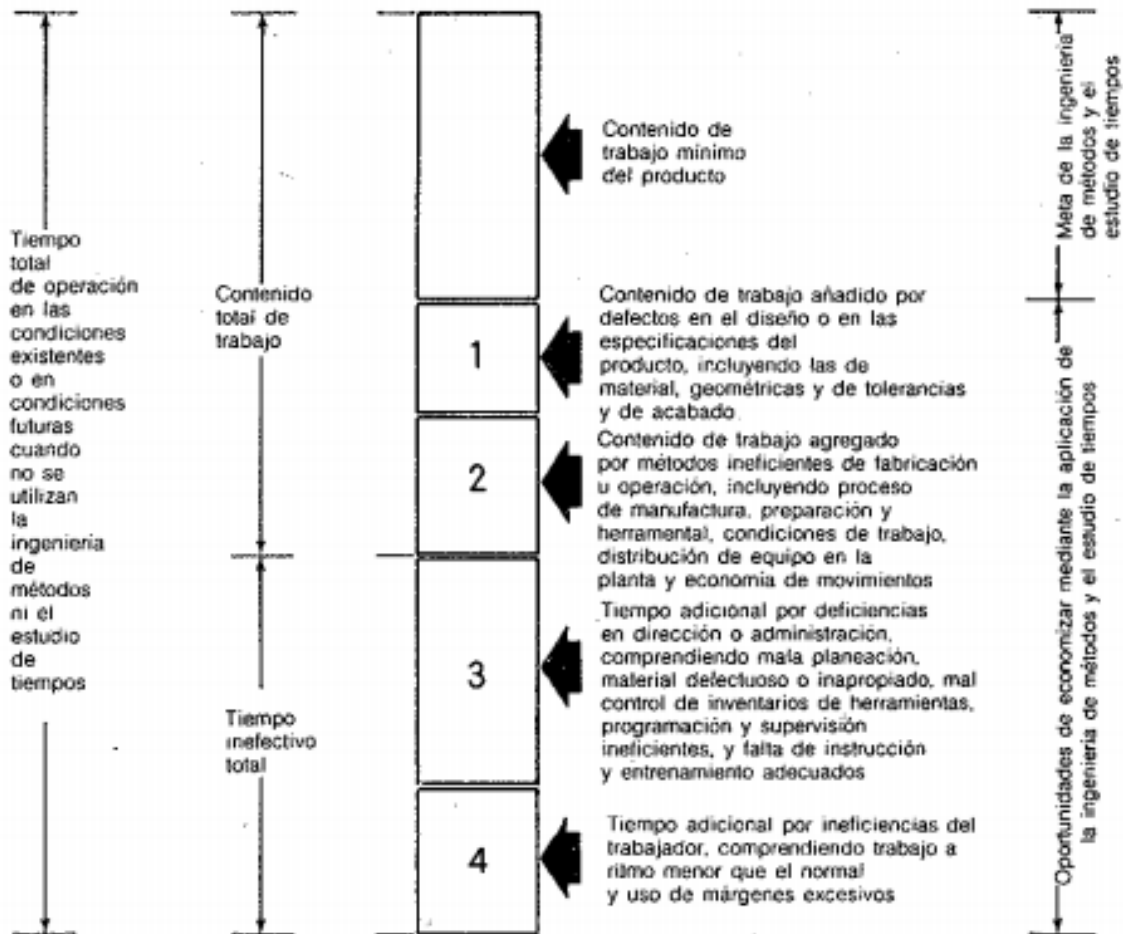


Figura 4. Oportunidades de realización de economía mediante la aplicación de ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.
Fuente: (Niebel, 1990)

Exclusivamente, para las operaciones agrícolas que corresponden al cultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis*), Fedepalma y Cenipalma de Colombia (principal productor e investigador de este cultivo en América) han desarrollado guías instructivas basadas en su experiencia de trabajo y estudio adaptadas de los principios de Niebel.

A continuación presento los conceptos básicos consultados para enriquecer el conocimiento de las operaciones a evaluar en el estudio. Según Fairhurst y Hårdter (2012):

“Cosecha y recolección del fruto. Los objetivos de la cosecha son bastante sencillos, independientemente del método empleado: Todo el fruto disponible en un estado de madurez que dará el rendimiento máximo de aceite de buena calidad y almendras es entregado a la fábrica en buenas condiciones.

I Madurez. La madurez del fruto es un asunto algo discutible ya que siempre debe ser un compromiso entre la madurez en el día de cosecha y la condición del fruto en la siguiente ronda si se deja sin cosechar. Si se ha introducido la combinación correcta de nivel de madurez e intervalo de cosecha, debería haber pocos o ningún racimo demasiado maduro, en cada caso de cosecha y las tasas de extracción serán elevadas.

Cinco frutos sueltos en el suelo antes de la cosecha del racimo o un fruto suelto por kilo del peso del racimo después de la cosecha se denominan estándares de cosecha. Los criterios de madurez de cinco frutos en el suelo son muy difíciles de observar cuidadosamente en el campo ya que a menudo se interpretan como cinco frutos sueltos después del corte. Esto con frecuencia lleva a la cosecha de fruto tierno y a tasas reducidas de extracción de aceite y almendras. Por el contrario, para ejecutar el nivel de madurez de un fruto suelto por kilo del peso del racimo, el supervisor de campo necesitaría conocer el peso promedio del racimo para el campo que se está cosechando.

Algunos investigadores han sostenido que hay poco aumento en el contenido de aceite una vez que el primer fruto suelto ha caído desde el racimo y en una tentativa para reducir los requerimientos de mano de obra para la cosecha, se introdujo ampliamente en Malasia la norma de un fruto suelto por kilo de peso del racimo después de la cosecha. Sin embargo, los datos actuales y la experiencia práctica no respaldan esta práctica, ya que racimos grandes pueden llegar a estar maduros en el ápice del racimo antes de que la parte principal del racimo se aproxime a la madurez. Esta condición llega a ser más obvia en la llamada fractura del extremo del racimo o pudrición del extremo del racimo pero no está confinada a éste. En la práctica, uno de los problemas, con estos niveles bajos de madurez es que un fruto suelto antes del corte rápidamente se convierte en ningún fruto suelto especialmente en donde la mano de obra es escasa y la disciplina relajada.

En una plantación en Sumatra del Norte, se encontró un descenso dramático en la tasa de extracción del aceite cuando se introducía el mismo estándar de madurez. Sin embargo, las tasas de extracción se recuperaron después de la reintroducción del nivel de cosecha del racimo de los cinco frutos sueltos en el suelo.

Con la excepción del estándar de cosecha de un fruto suelto por kilo de peso de racimo, las tasas bajas de extracción de aceite y de almendras están relacionadas más a menudo con el fracaso de ejecutar una norma de madurez antes que en el uso de un nivel incorrecto de madurez. El intervalo de cosecha debe ajustarse al nivel de madurez de manera que un racimo casi maduro no se cosecha no llegue a podrirse o a madurar excesivamente en la próxima ronda de cosecha. Se presenta mucho confusión con respecto a la calidad del fruto cuando el largo de la ronda de cosecha y los niveles de madurez son evaluados aisladamente.

II Tasas de extracción del aceite. Debería evitarse la cosecha de fruto muy maduro porque causa una gran necesidad de mano de obra para la recolección del fruto suelto, así como una gran concentración de ácidos grasos libres en el aceite después del procesamiento. Recíprocamente, la cosecha de frutos que todavía no han madurado bien ocasiona una pérdida de ingreso debido a las bajas tasas de extracción. De este modo, los estándares de madurez y los intervalos de cosecha deberían determinarse según la disponibilidad local de mano de obra.

Mientras la cosecha se lleve a cabo regularmente (esto es, a una frecuencia de alrededor de una vez cada diez días) y el transporte y manipuleo en la fábrica sean eficientes, los niveles de AGL pueden mantenerse $\leq 2\%$ cuando se usan las normas convencionales de madurez. Un contenido menor de AGL puede obtenerse reduciendo el intervalo de cosecha e introduciendo sistemas de transporte y manipulación que reducen al mínimo el daño y lastimadura de sus frutos. Mientras menor sea la manipulación después de la cosecha se conseguirán mejores resultados.

La tasa de extracción de almendras no se afecta considerablemente por la madurez aparte de que el desfrutador de la fábrica no puede sacar los frutos pequeños de los racimos muy tiernos.

III Corte del racimo. El fruto de la palma se cosecha manualmente y actualmente hay muy poca perspectiva de una cosecha mecanizada de los RFF. Para palmas $\leq 4\text{m}$ de altura se usa un podón o cincel; para palmas más altas, una hoz muy afilada se sujeta a un tubo de aluminio o a una vara larga de bambú. En un estudio, el tiempo tomado por el corte del racimo y caminata entre las palmas ocupó el 40% del tiempo de un cosechero; el tiempo restante fue utilizado para la recolección de racimos y frutos sueltos y el transporte dentro del campo. Basándose en esto, un cosechero puede cortar ~ 5 t RFF día-1 (dependiendo del terreno, y la altura y condición de las palmas) otros trabajadores menos calificados pueden emplearse para recoger los frutos sueltos. A diferencia, la producción típica de un hombre que corta y carga el racimo al borde de la carretera es ~ 1.5 t día-1 (ocasionalmente 2 t día-1). A veces se afirman producciones mayores por cosechero, pero en tales casos el cosechero probablemente es apoyado por ayudantes sin paga.

Algunos cultivadores sostienen que la cosecha es más efectiva cuando los cosecheros trabajan en grupos y se los paga como un equipo. Se han aseverado tasas de producción de 3-4 t por jornal, en donde se han introducido la cosecha en equipo y esquema de pago de incentivo apropiado. Los análisis de trabajo han mostrado que producciones tan grandes son imposibles, suponiendo que los cosecheros trabajen por 7.5 horas día-1 y sigan criterios adecuados de madurez, a menos que el equipo de cosecheros sea apoyado por ayudantes sin paga.

Transporte del fruto.

I Transporte del fruto dentro del campo. El método convencional para el cosechero es recoger los RFF cosechados y frutos sueltos en una carretilla para transportarlos al punto de recolección. La recolección ayudada utilizando animales de tiro, animales de carga o vehículos motorizados, sin duda ofrece un campo de acción para aumentar la productividad del trabajador (y en esta forma reducir los requerimientos de mano de obra). Se ha informado de ahorros de 30-40% en insumos de mano de obra en donde se ha introducido el transporte mecanizado del fruto dentro del campo. En Malasia, también se ha informado de pequeños ahorros del costo del orden del 7-10%, pero la ventaja principal ha sido mejorar la productividad en donde la escasez de mano de obra es una limitación muy seria para una cosecha completa. El transporte mecanizado del fruto dentro del campo probablemente no será económico en la mayoría de los países con una gran proporción de plantaciones aparte de Malasia, en donde hay una escasez de mano de obra.

El uso de animales de carga y de tiro, especialmente en donde hay una tradición local y en donde la distancia de transporte dentro del campo es extremadamente larga, es particularmente productivo. Carretas y trineos de bueyes y búfalos se han usado bastante extensivamente y su efecto en la productividad de la mano de obra es similar a la enunciada para el transporte mecanizado del fruto, permitiendo que ambos operadores logren un aumento de ingreso que vale la pena y a las haciendas una mejor productividad. En América del Sur y en las Filipinas, es común el uso de caballos y mulas.”

Según Pérez (2012):

“Metodología para el proceso de la cosecha. Selección del lote a cosechar. De acuerdo con el estado del ciclo de cosecha del lote próximo a cosechar, realice el respectivo alistamiento de equipos y herramientas necesarias para una óptima labor.

Alistamiento del equipo de cosecha para la labor. El equipo de cosecha consta de un semoviente (búfalo o mulo) en buen estado sanitario, con adiestramiento respectivo, carreta y accesorios de corte como cuchillo malayo (malasio), barretón, machetilla y antena (tubo de aluminio), recipiente plástico para recoger el fruto suelto y elementos de seguridad.

Recorrido dentro de la parcela. Inicie el recorrido por la línea 1 (L1) palma 1 (p1), posteriormente pase a la palma 1 (p1) línea 2 (L2) con orientación norte-sur, siguiendo la calle de cosecha (avance en zigzag). Una vez finalizado el recorrido de la calle de cosecha, regrese en sentido contrario entre las líneas 3 y 4 con orientación sur-norte y en zigzag, dejando una calle intermedia (calle de palera), es decir, avanzando únicamente por las calles de cosecha y, de esta forma, hasta recorrer todo el lote.

Visualización de palmas con racimos óptimos para la cosecha. Revise todas las palmas del lote, caminando los platos y observando las coronas detenidamente, para detectar cuál racimo cumple con el criterio de cosecha (desprendimiento natural de frutos en *E. guineensis* y resquebrajamiento del fruto en material híbrido OxG), para que tome la decisión del corte del racimo.

Momento del corte del racimo. Momento del corte del racimo con cuchillo malayo (malasio): Una vez ubicado el racimo maduro, aliste su herramienta para ejecutar el corte dependiendo de la altura de la palma, ubíquese frente a la palma en el costado contrario del sentido de las hojas. Proceda a cortar la hoja de soporte y el racimo maduro.

Momento del corte del racimo en palma joven con palín: El corte de racimos con palín es común en palmas jóvenes.

Poda, corte y ubicación de la hoja de apoyo. Corte la hoja en dos o tres partes con la machetilla. La parte espinosa se ubica en la palera y la no espinosa alrededor del plato.

Corte del pedúnculo. Corte el pedúnculo a ras de los hombros del racimo.

Recolección del racimo. Alce el racimo sin maltratarlo y posteriormente transporte al centro de acopio del lote. Se debe tener cuidado de no sobrecargar la carreta, porque puede sobrepasar la capacidad del semoviente, afectar su salud y ocasionar daño mecánico a la carreta.

Recolección de frutos sueltos. Al momento de cortar y en la caída, el racimo sufre un golpe físico, lo cual genera un desprendimiento de frutos en el plato. Éstos los debe recoger en su totalidad evitando el alce de impurezas (hierbas, palos, rocas, sedimentos, etc.).

Transporte y descargue de los racimos a los centros de acopio del lote. Cuando haya recogido los frutos en la carreta, trásladela al centro de acopio del lote. Los racimos se acomodan para su respectiva evaluación y posterior alce y transporte a la planta de beneficio.”

Diagramas. La simbología para el establecimiento de diagramas de operaciones según ASME es la siguiente:

| Símbolo | Proceso | Actividad de cultivo |
|---------|----------------|--|
| ○ | Operación | Es cuando se produce o efectúa algo. |
| ➡ | Transporte | Es cuando se cambia de lugar o se mueve. |
| □ | Inspección | Es cuando se verifica calidad o cantidad. |
| D | Demora | Es cuando se interfiere o retrasa el paso siguiente. |
| ▽ | Almacenamiento | Es cuando se guarda o se protege. |
| ◇ | Decisión | Es cuando se tiene la opción de seguir realizando la actividad o se pasa a otra. |

Figura 5. Simbología según ASME.

Fuente: (Sánchez et al. 2010)

En lo que refiere a un sistema de cosecha para el cultivo de palma de aceite por división, la literatura revisada establece que la labor se ejecuta con eficacia bajo la acción de tres operarios distintos: el marcador, el cortador y el recolector (Figuras 6,7 y 8).



Figura 6. Operaciones Marcador.

Fuente: (Mosquera et al. 2008)



Figura 7. Operaciones Cortador.
Fuente: (Mosquera et al. 2008)



Figura 8. Operaciones Recolector.
Fuente: (Mosquera et al. 2008)

Caracterización de labores en macromovimientos. Documentación de los procesos de cosecha en palma de aceite joven, Palcasa.

I. Estudio de caso: Alistamiento de semovientes con aperos. En Palcasa, el proceso de aperar los semovientes no es realizada por el recolector de cosecha (tradicionalmente si es), si no, es ejecutado por las personas encargadas de semovientes (vaqueros). Los semovientes están ubicados en sitios específicos dentro de la plantación, para las cuales se ha designado la cantidad de semovientes que albergan según la localidad, época de cosecha y, por lo tanto, la demanda laboral de los lotes aledaños por cosechar. Se cuenta con semovientes de distinta especie; búfalos, mulas y bueyes. Para la realización de esta actividad hay sub-cuadrillas constituidas por 2-5 operarios, según la mulera.

Herramientas:

- Cobijas
- Estinche/Enjalma/Esterillón
- Aperos metálicos
- Aperos de madera
- Zincho
- Nalguera
- Mecate

Nota: La cantidad de las herramientas anteriores está sujeta a la cantidad de semovientes, siendo una de cada tipo para cada semoviente.

En este caso se describe el proceso de alistamiento de semovientes con aperos que corresponde a las operaciones realizadas desde el agrupamiento de los semovientes a la entrega del semoviente apropiadamente ensillado o con su carreta instalada al operario de cosecha (recolector) en el lote donde lo ocupa en su labor.

El proceso de alistamiento de semovientes se divide en cuatro operaciones: (1) desplazamiento a las muleras, (2) búsqueda y agrupamiento de los semovientes fuera del corral, (3) alistamiento de semovientes, (4) traslado y entrega de semovientes al lote demandado.

A continuación se describen las operaciones involucradas en el proceso:

1. Desplazamiento a las muleras. El tiempo de este desplazamiento está en función de la distancia a la estación de semovientes. Los operarios llegan por sus propios medios. Debido a que es la primera operación que se realiza en el día y antecede como requisito a todo el flujo de proceso de la cosecha en Palcasa, el operario debe llegar a la estación temprano en la madrugada, de 3:30 a.m. a 5:00 a.m. dependiendo de la cantidad de semovientes que tenga que alistar cada operario y/ó de la distancia predispuesta entre la estación y el lote de entrega.

2. Búsqueda y agrupamiento de los semovientes fuera del corral. Según la estación, los semovientes pasan la noche en un corral o en un segmento cercado del lote aledaño. El primer operario en llegar a la estación debe entrar al sitio donde pasaron la noche los semovientes y sacarlos con el fin de agruparlos en un espacio mas reducido facilitando así el alistamiento de estos para el y el resto de los operarios por llegar.

3. Alistamiento de semovientes. Esta operación consta de varios pasos para alistar el semoviente adecuadamente:

i. Se escoge al semoviente pretendiendo que este se encuentre de pie, con suficiente espacio para manipular los implementos en torno al animal.

ii. Se coloca la cobija sobre su lomo, asegurándose que este se encuentre bien posicionado y estirado simétricamente.

iii. Se coloca el estinche sobre la cobija cubriendo el espacio central del lomo para formar la base de donde estará colocado el apero.

iv. Si el apero es metálico, se coloca, primero, la parte central (soporte) de este, amarrando un cincho a través de la parte ventral del semoviente, sujetando con nudos ambos extremos con los tubos en cada lado del soporte. De la misma manera se sujeta la nalguera a través de la parte caudal del semoviente, de modo que la cola quede liberada. Luego, se ajustan las dos canastas metálicas independientes sobre el soporte central. Si el apero es de madera forma una sola pieza, que es colocada sobre el estinche y sujetado por un sincho y una nalguera de la misma manera que el apero metálico.

4. Traslado y entrega de semovientes al lote demandado. Finalmente el grupo de semovientes ensillados son llevados por los operarios al lote correspondiente según sea la demanda laboral. En este lote el supervisor de cuadrilla y el recolector de esta misma son quienes reciben, en tiempo y forma, personalmente el semoviente para que su labor sea iniciada. La hora de entrega deberá ser no mas tarde de las 6:00 a.m.

II. Estudio de caso: Corte de Racimos de Fruta Fresca. Esta plantación posee ciclos de cosecha de diez a doce días, con algunas variaciones que extienden este plazo en algunos lotes hasta veinte días. El proceso de corte de racimos de fruta fresca es realizado por operarios especialistas. La cantidad de operarios que entrarán a un lote está determinado por factores variables como época del año, pendiente del lote, edad del lote, ciclo de cosecha, cantidad de fruta disponible, etc. Los operarios responden a un supervisor de cuadrilla. En palma joven la herramienta para cortar racimos es el podón o palín, más comúnmente conocido en Palcasa como macana, es mas eficiente en palmas que aún no han alcanzado la altura que justifica el cambio al cuchillo malayo.

Herramientas:

- Botas de caucho
- Machetes
- Macanas (con cabo de madera o metálico)
- Piedras de afilar lima

En este caso se describe el proceso de corte racimos de fruta fresca que corresponde a las operaciones realizadas desde que el operario se desplaza hacia el lote de su labor hasta que este mismo coloca el racimo en la parte interna de la calle para que sea evacuado.

El proceso de corte de racimos de fruta fresca , en palma joven, se divide en 7 operaciones: (1) desplazamiento a los lotes de cosecha, (2) asignación de área de labor (3) alistamiento de las herramientas, (4) ubicación de racimo maduro, (5) corte y ubicación de hoja, (6) corte de racimo maduro y (7) corte del pedúnculo y ubicación del RFF.

A continuación se describen las labores involucradas en el proceso:

1. Desplazamiento a los lotes de cosecha. En un proceso estandarizado para realizarse en una jornada de 8 horas, el cortador debe presentarse en el lote que ha sido asignado a más tardar a las 6:00 a.m. Para lograr esto se han asignado rutas de transporte que corresponden a la cercanía que tienen los jornaleros con los lotes de cosecha, así, el cortador es transportado en un medio de transporte a su sitio de trabajo.

2. Asignación de área de labor. El supervisor de la cuadrilla asignará un área específica para que cada cortador desarrolle su labor, el cortador deberá ubicarse en los límites de esta zona.

3. Alistamiento de las herramientas corto-punzantes. Antes de entrar al lote, el cortador debe afilar adecuadamente sus herramientas (machete y macana) para alcanzar el desempeño deseado.

4. Ubicación de racimo maduro. El cortador se ubica en la calle de inicio, respecto a su área designada, y se dirige a la palma mas cercana, de tal manera que su desplazamiento sigue un patrón de zigzag, cruzándose de línea a línea en un orden específico. El cortador ubica el racimo maduro que debe cortar.

* Objeto del análisis comparativo:

5. Corte y ubicación de hoja. En palma joven, el cortador de racimos corta las hojas que sean necesarias para facilitar la liberación el racimo. En algunos casos tiene una mejor visión y esto le permite practicar la técnica conocida como robo. El operario corta la hoja en dos o tres secciones y las coloca alrededor del plato.

6. Corte de racimo maduro. El operario derecho sujeta la macana con su mano izquierda en la parte inferior de la sección delantera y con su mano derecha en la parte superior trasera de la herramienta.

7. Corte del pedúnculo. El operario hace un corte con el machete sobre el pedúnculo a la altura de los hombros del racimo. Lo coloca en el borde del plato situado en la parte interna de la calle donde pasará el evacuador.

Nota:

i. El operario vuelve a afilar sus herramientas según el desgaste de cada una.

ii. En la V operación del proceso, se espera que el operario corte 2 o menos hojas. El operario se ve a obligado a cortar mas hojas cuando la palma no ha sido podada anteriormente.

III. Estudio de caso: Evacuación de Racimos de Fruta Fresca (RFF) con el uso de semovientes. En esta plantación hay operarios designados para el proceso de evacuación, sin embargo, a diferencia del proceso tradicional, el evacuador en Palcasa no se hace responsable de buscar y alistar al semoviente. El evacuador debe presentarse en el lote que corresponde a su cuadrilla. La cantidad de operarios que entrarán a un lote está determinado por factores variables como época del año, pendiente del lote, ciclo de cosecha, y cantidad de fruta. La labor de evacuación con semovientes es independiente de la edad de la palma.

Herramientas:

- Botas de caucho
- Semoviente adecuadamente ensillado
- Chuzo

En este caso se describe el proceso de evacuación de RFF que corresponde a las operaciones realizadas desde que el operario se desplaza al lote de su labor hasta el descargue de los RFF en el punto de acopio de cada lote.

El proceso de evacuación de los racimos, con los semovientes, se divide en cuatro operaciones: (1) desplazamiento a los lotes de cosecha, (2) recolección de racimos, (3) desplazamiento al punto de acopio del lote, (4) descargue de los RFF en el punto de acopio. A continuación se describen las operaciones involucradas en el proceso.

1. Desplazamiento a los lotes de cosecha. En un proceso estandarizado para realizarse en una jornada de 8 horas, el evacuador debe presentarse en el lote que ha sido asignado a más tardar a las 6:00 a.m. Para lograr esto se han asignado rutas de transporte que corresponden a la cercanía que tienen los jornaleros con los lotes de cosecha respecto a su residencia, así, el evacuador es transportado en un medio de transporte a su sitio de trabajo. También esta operación surge posterior a la culminación del proceso como un ciclo.

2. Recolección de los racimos. Una vez en el lote, los evacuadores con sus semovientes, ingresan al mismo siguiendo el patrón de trabajo que lleva el cortador, de tal manera que pasan por una calle recolectando los racimos de dos líneas. El desplazamiento forma una trayectoria en U, cuando el evacuador encuentra un racimo o saco de fruto suelto, se detiene, levanta la fruta punzando el racimo con el chuzo (sujetado con dos manos) y descargándolo en el sistema de carga (apero). El saco lo levanta con la técnica tradicional de levantamiento de carga.

3. Desplazamiento al punto de acopio del lote. Cuando el apero del semoviente esta cargado con su máxima capacidad, el evacuador desplaza al semoviente al punto de acopio que corresponde al lote, preferiblemente ubicado en un área seca con espacio que permita el alce del fruto posteriormente.

4. Descargue de los RFF en el punto de acopio. Una vez en este punto, el evacuador descarga los RFF y sacos recolectados sobre el suelo. El primer paso es echar al semoviente (búfalo) para que la maniobra sea mas fácil y eficiente. Los sacos de fruto suelto se levantan manualmente y los RFF con el mismo método del chuzo. Si el apero es de madera, el evacuador, con la parte posterior del chuzo hace una limpieza de fruto suelto sobre las canastas del apero. Si el apero es metálico, el operario desajusta ambas canastas y las voltea sobre los RFF descargados para liberar el fruto suelto.

IV. Estudio de caso: Evacuación de fruto suelto. En esta plantación las personas asignadas para el proceso de evacuación de fruto suelto son, por lo general, mujeres puesto que tradicionalmente ellas han sido quienes se han especializado en esta práctica. Las evacuadoras del fruto suelto son la operarias que fungen como último eslabón del flujo de proceso de cosecha. Estas mismas se presentan en el lote que corresponde a su cuadrilla. La cantidad de operarias que entrarán a un lote está determinada por factores variables como época del año, pendiente del lote, ciclo de cosecha, cantidad de fruta, etc. La labor de evacuación de fruto suelto es independiente de la edad de la palma.

Herramientas:

- Sacos de quintal
- Cabuya/Manila
- Atuendo personal

Operarios:

- Evacuadora de fruto suelto
- Recolector de sacos

En este caso se describe el proceso de evacuación de fruto suelto que corresponde a las operaciones realizadas desde que la operaria se desplaza al lote de su labor hasta el descargue de fruto suelto en el punto de acopio de cada lote.

El proceso de evacuación de fruto suelto, se divide en cinco operaciones: (1) desplazamiento a los lotes de cosecha, (2) recolección de fruto suelto, (3) recolección de sacos de fruto suelto, (4) desplazamiento hasta el punto de acopio, (5) descargue de los sacos de fruto suelto en el punto de acopio.

A continuación se describen las operaciones involucradas en el proceso:

1. Desplazamiento a los lotes de cosecha. En un proceso estandarizado para realizarse en una jornada de 8 horas, la evacuadora debe presentarse en el lote que ha sido asignada a más tardar a las 6:00 a.m. Para lograr esto se han asignado rutas de transporte que corresponden a la cercanía que tienen las jornaleras con los lotes de cosecha respecto a sus residencias, así, las evacuadoras son transportadas en un medio de transporte a su sitio de trabajo.
2. Recolección de fruto suelto. Una vez en el lote las evacuadoras ingresan a la calle que le han asignado, siguiendo el patrón que lleva el evacuador de RFF (en zigzag detrás del cortador), se detiene en cada plato a recolectar el fruto suelto que ha quedado por efecto de las operaciones del cortador de RFF y del recolector de RFF con uso de semovientes.
3. Recolección de sacos de fruto suelto. La misma evacuadora de fruto suelto es quién realiza esta operación (aunque teóricamente hay un operario especialista asignado). Si la evacuadora sabe que detrás de ella viene un evacuador de RFF entonces llena el saco y lo deja al lado de los RFF pendientes de recolección. Si el evacuador de RFF va delante de ella, entonces esta llena los sacos hasta la mitad para poder cargarlos ella misma con mayor facilidad.
4. Desplazamiento hasta el punto de acopio. Cuando los sacos han sido llenados hasta la mitad, las evacuadoras de fruto suelto se encargan de llevarlos hasta el punto de acopio. El primer paso en esta operación es que la evacuadora le hace un nudo sencillo al saco, luego lo levanta con dos manos y lo coloca en su hombro de preferencia (surda o derecha). El paso final es caminar con el saco sobre su hombro desplazándose hasta el punto de acopio designado.

5. Descargue de los sacos de fruto suelto en el punto de acopio. Finalmente, una vez con su saco en el punto de acopio, la evacuadora llena un saco entero por cada dos sacos que ha llevado hasta este punto, es decir, el segundo saco llenado hasta la mitad que lleva en su desplazamiento hasta este punto es descargado dentro del primer saco, para luego cerrarlo. Si el saco de fruto suelto ha sido llevado por el semoviente, el evacuador de RFF lo levanta del lomo del semoviente para colocarlo con dos manos sobre el piso, aledaño al cúmulo de RFF y otros sacos.

Nota:

La tercera operación se ve alterada en su logística por dos factores reincidentes: El primero surge como consecuencia de que los evacuadores de RFF no logran entrar al lote a tiempo (la llegada tardía de los semovientes), las evacuadoras de fruto suelto empiezan su labor antes que el evacuador de RFF, siguiendo al cortador, y omitiendo la recolección del fruto que sobra posterior a la recolección de RFF. El segundo surge como consecuencia de la mala distribución de labores, dándole así un avance colectivo mas rápido a las evacuadoras de fruto suelto que a los evacuadores de RFF (tiene el mismo efecto que el primer factor).

Diagramas de operaciones. Procesos de cosecha en palma de aceite joven, Palcasa.



Figura 9. Labores de cosecha en Palcasa.

Fuente: (Sánchez et al. 2010). Adaptado por el autor.













| Diagrama de operación | Número de actividad | Descripción de la actividad | Operario | Observaciones |
|---|---------------------|---|----------|--|
|  | 05 | Desplazarse a las muleras. | Vaquero | El operario llega por sus propios medios. |
|  | 10 | Buscar y agrupar semovientes. | Vaquero | |
|  | 15 | Ensillar semoviente. | Vaquero | |
|  | 20 | Colocar cobija. | Vaquero | |
|  | 25 | Colocar esterillón. | Vaquero | |
|  | 30 | ¿Apero metálico? Si: Pasar a la actividad 35. No: Pasar a la actividad 40. | Vaquero | Si la decisión es negativa, colocar apero de madera. |
|  | 35 | Colocar parte central, y laterales del apero. Pasar a la actividad 45. | Vaquero | Primero el central posteriormente se cuelgan dos canastas laterales. |
|  | 40 | Colocar apero de madera. | Vaquero | Apero de madera es una sola estructura. |
|  | 45 | Amarrar zapicho y palquera. | Vaquero | |
|  | 50 | ¿Hay mas semovientes por alistar? Si: Regresar a la actividad 15 No: pasar a la actividad 55. | Vaquero | Esto es un determinante respecto al tiempo disponible y la entrega del semoviente en tiempo y forma. |
|  | 55 | Desplazarse al lote. | Vaquero | La distancia determina eficacia en la entrega. |
|  | 60 | Entrega a operario de cosecha. | Vaquero | |

Figura 10. Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para el alistamiento de semovientes con aperos. I estudio de caso.

Fuente: (Sánchez et al. 2010). Adaptado por el autor.













| Diagrama de operación | Número de actividad | Descripción de la actividad | Operario | Observaciones |
|---|---------------------|---|----------|--|
|  | 05 | Desplazarse hacia el lote. | Cortador | Depende de logística. |
|  | | Afilar herramientas de corte, si es necesario. | Cortador | Machete y macana (palma joven). Actividad reincidente. |
|  | 15 | Desplazarse dentro del lote. | Cortador | Zigzag dentro de la calle. |
|  | 20 | Ubicar racimo. | Cortador | |
|  | | ¿Tiene que podar para liberar racimo? Si: pasa a la actividad 30. No: pasa a la actividad 40. | Cortador | En el caso de palma joven es mas fácil "robar" el RFF. |
|  | 30 | Podar hojas. | Cortador | Cuando la palma no ha recibido el mantenimiento adecuado presenta demoras. |
|  | 35 | Cortar y ubicar hojas. | Cortador | 3 segmentos. |
|  | 40 | Cortar racimo. | Cortador | |
|  | 45 | Cortar pedúnculo del racimo. | Cortador | A la altura de los hombros. No desarrollan corte en "V". |
|  | 50 | ¿Fin de la jornada? Si: Pasar a la actividad 55. No: Volver a la actividad 10. | Cortador | |
|  | 55 | Anotación de racimos cortados. | Cortador | Se entrega su código al supervisor conjunto a la cantidad de racimos cortados. |
|  | 60 | Desplazarse a la salida del lote. | Cortador | |

Figura 11. Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para el corte de RFF en palma de aceite joven. II estudio de caso.

Fuente: (Sánchez et al. 2010). Adaptado por el autor.













| Diagrama de operación | Número de actividad | Descripción de la actividad | Operario | Observaciones |
|---|---------------------|--|-----------|--|
|  | 05 | Desplazarse hacia el lote. | Evacuador | |
|  | 10 | Recibir el semoviente. | Evacuador | En ocasiones está tarde. |
|  | 15 | Desplazarse y ubicar el racimo. | Evacuador | En la misma dirección y el mismo patrón de desplazamiento que el cortador. |
|  | 20 | Recoger el racimo. | Evacuador | Haciendo uso del chuzo. |
|  | 25 | ¿Apero lleno? Si: Pasar a la actividad 30. No: Regresar a la actividad 15. | Evacuador | |
|  | 30 | Desplazamiento al punto de acopio. | Evacuador | |
|  | 35 | Descargar RFF. | Evacuador | |
|  | 40 | ¿Apero metálico? Si: pasar a la actividad 45. No: pasar a la actividad 50. | Evacuador | |
|  | 45 | Vaciar fruto suelto | Evacuador | Si es metálico se desajustan las canastas y se voltean. |
|  | 50 | Vaciar fruto suelto. | Evacuador | Si es de madera se limpia el apero con la parte inferior del chuzo. |
|  | 55 | ¿Fin de la jornada? Si: Pasar a la actividad 60. No: Regresar a la actividad 15. | Evacuador | |
|  | 60 | Entrega de semovientes. | Evacuador | |

Figura 12. Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para la evacuación de RFF mediante el uso de semovientes. III estudio de caso
Fuente: (Sánchez et al. 2010). Adaptado por el autor.










| Diagrama de operación | Número de actividad | Descripción de la actividad | Operario | Observaciones |
|---|---------------------|--|------------|--|
|  | 05 | Desplazarse hacia el lote. | Evacuadora | |
|  | 10 | Desplazarse dentro del lote. | Evacuadora | Este es un punto crítico puesto que la distribución de personal debe ser la adecuada y a tiempo. |
|  | 15 | Recoger el fruto suelto. | Evacuadora | La evacuadora recoge el fruto suelto en saco. |
|  | 20 | Llevar el saco al punto de acopio y vaciarlo. | Evacuadora | Debería haber un operario asignado para esta actividad. |
|  | 25 | ¿Es el primer o segundo saco? I: pasar a la actividad 40. II: pasar a la actividad 30. | Evacuadora | |
|  | 30 | Sellar el saco. | Evacuadora | |
|  | 35 | Pesar saco. | Evacuadora | |
|  | 40 | ¿Fin de la jornada? Si: I. Saco sin sellar pasa a la actividad 30. II. Saco sellado pasa a la actividad 45. No: Regresar a la 15. | Evacuadora | |
|  | 45 | Desplazarse a su punto final. | | Anotan su desempeño. |

Figura 13. Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para la evacuación de fruto suelto. IV estudio de caso.

Fuente: (Sánchez et al. 2010). Adaptado por el autor.

Micromovimientos.

Objeto de estudio-II. Estudio de caso: Corte de Racimos de Fruta Fresca.

Continuando con el II estudio de caso: Corte de RFF, se definen los micromovimientos en base a la experiencia visual ajustada por el conocimiento adquirido mediante la literatura consultada. Ya han sido descritas las operaciones del proceso de cosecha de manera escrita y a través del diagrama ilustrado en el Cuadro 15. El formato de tiempos y movimientos determina que los micromovimientos a evaluar son: El desplazamiento del operario y la búsqueda del RFF y la poda de hojas y el corte de las mismas y los RFF.

Desplazamiento del operario y la búsqueda del RFF.

Según Mosquera *et al.* (2008):

“Distancia entre palmas con racimo maduro: dado que la distancia entre palmas con racimos es de gran importancia en el resultado de este estudio, debía considerarse como una variable. De esta manera se estableció como unidad de medida esa distancia: la diagonal.

Por lo general, en los lotes de palma de aceite, las plantas son sembradas a una distancia de 9 m (tresbolillo), formando un triángulo equilátero, con el objetivo de sembrar 143 palmas por hectárea. Esto implica que sobre el plano horizontal existe un ángulo de 60 grados entre palmas y que al trazar sobre una palma una línea imaginaria perpendicular a la línea de palmas, no se encuentre palma.”

Esta operación depende de un movimiento como variable fundamental para el resultado del estudio de tiempos puesto que no en todas las palmas el operario encuentra un RFF y la cantidad de diagonales recorridas en el desplazamiento varía según este factor determinante.

Las siguientes figuras ilustran claramente los movimientos contenidos en la operación de desplazamiento y búsqueda:

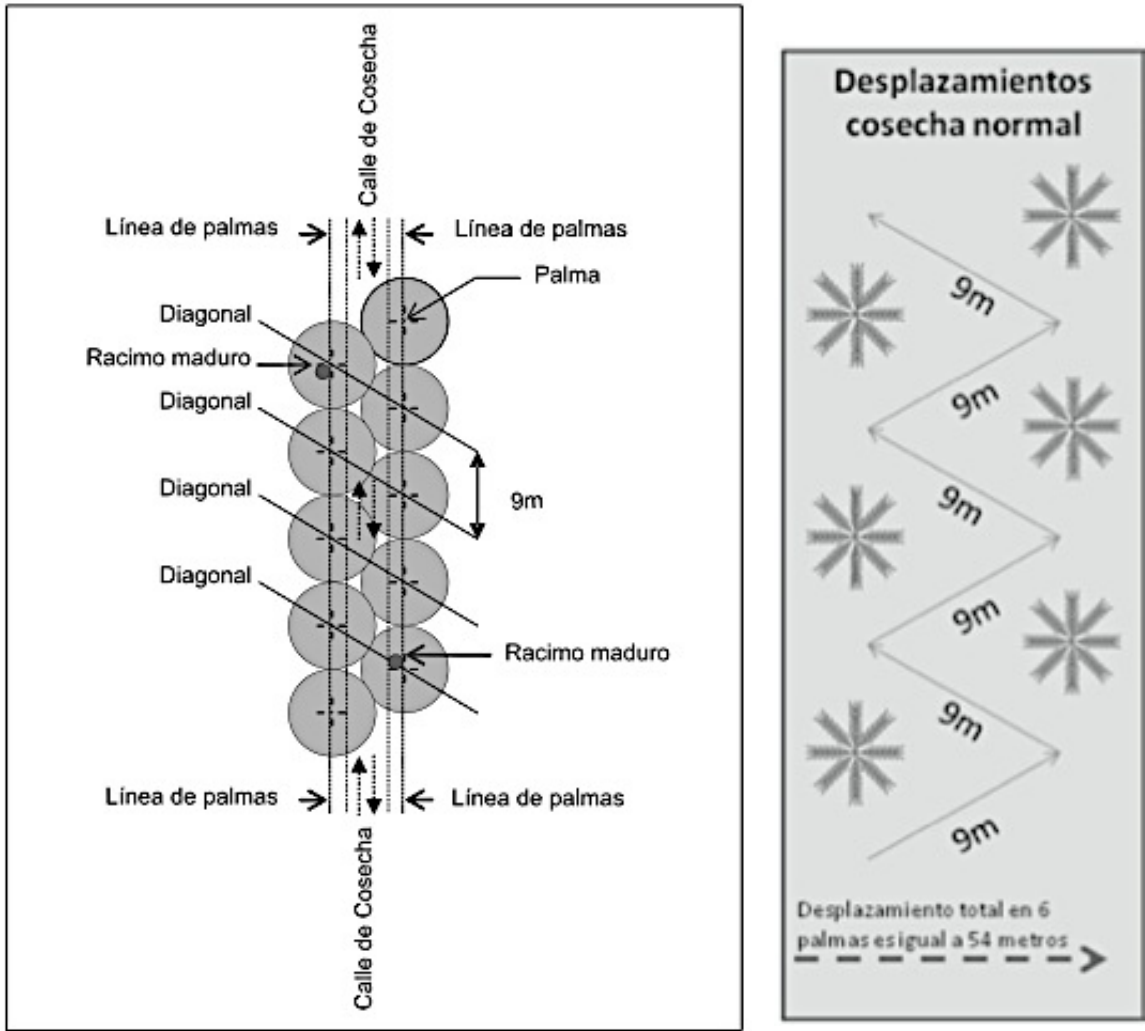


Figura 14. División en diagonales de un lote de palmas de aceite. Distancias recorridas según metodología de cosecha.

Fuente: (Mosquera *et al.* 2008). Adaptado por el autor.

Poda y corte de hojas, corte de RFF. Ya que el objetivo de este estudio es hacer un análisis comparativo entre dos métodos de corte de RFF: uno con la labor de poda de mantenimiento previamente realizada y el otro con la labor de poda de hojas realizada durante la misma operación de corte de hojas y RFF, cabe aclarar conceptos básicos acerca de la poda de mantenimiento y explicar descriptivamente en que consisten ambos métodos de corte.

Según Franco (2010): “La poda consiste en eliminar las hojas que no son funcionales en una palma. Durante sus dos a tres primeros años de vida, el número de hojas se incrementa y acumula en la corona, ya que de esa manera se forma el estípite o tronco. Cuando comienza la fase productiva, el número excesivo de hojas dificulta la cosecha, al obstruir o impedir la maniobrabilidad de las herramientas utilizadas para el corte de los racimos maduros.

Existen dos tipos de poda: la poda de formación y la poda de mantenimiento.

La poda de formación recibe este nombre por ser la primera que se realiza a la palma cuando los racimos están a una altura de 80 centímetros o más del suelo. En ese momento se eliminan todas las hojas inferiores, hasta dejar sólo una hoja debajo de cada racimo maduro y dos debajo los racimos verdes. Al eliminarlas, se puede observar la forma cilíndrica del estípite.

La poda de mantenimiento se realiza periódicamente después de haber hecho la poda de formación. Su objetivo es facilitar la visualización de los racimos durante la labor de cosecha y la maniobrabilidad de las herramientas de corte de fruto en la corona de la palma. Esta labor se puede realizar cada año, cada semestre, o cada vez que se cosecha.”



Figura 15. Poda de mantenimiento (Foto de Rigoberto Roa).
Fuente: (Franco, 2010)

Se observa (Figura 15) que los micromovimientos realizados inician justo cuando el operario ingresa al plato de la planta de palma (a 2.5 metros del estípite). Si el operario es derecho entró a esta zona cargando la macana con su mano derecha, a la altura media entre su rodilla y cintura. Debe estar de pie, lateralmente observando el objeto de la operación, con su pie izquierdo adelante y el derecho atrás, las rodillas deben estar a penas flexionadas, postura firme. Con ayuda de su otro brazo levanta la macana con las dos manos sujetando la parte delantera con la mano izquierda y la parte trasera (donde debe ejercerse mayor fuerza) con la mano derecha, dirigiendo la punta de la macana hacia la hoja o RFF que se debe cortar, el operario mueve su torso en rotación hacia delante para concentrar la fuerza de su cuerpo al nivel del tórax y empujar en su mayor parte con el brazo derecho, siendo la función primaria de su brazo izquierdo dar dirección al ejercicio. Si el operario fuese surdo, toda la ejecución es al sentido contrario.

Análisis comparativo de ambos métodos. Rescatando la Figura 11: Diagrama-Palcasa del proceso de cosecha para el corte de RFF en palma de aceite joven, específicamente las operaciones contenidas en las actividades 25-40, los métodos para realizar el corte de RFF son dos:

- Método A: Labor de poda previamente realizada.
- Método B: Labor de poda realizada por el operario de corte.

El método A ofrece a los operarios encargados de la labor de corte la facilidad de ubicar los RFF no solo mas rápidamente pero con mayor seguridad en la frecuencia, elevando los rendimientos totales al final de la jornada. Normalmente, este mismo método disminuye la cantidad de energía requerida por el operario para cortar uno o mas racimos de fruta fresca, puesto que la cantidad de veces requerida de realizar el ejercicio es menor ya que no debe cortar hojas para liberar el pedúnculo. Incluso cuando se utiliza la técnica del robo, la incomodidad en la postura es mas exigente físicamente, el desgaste físico incrementa. La fatiga generada por el método B en cada ciclo tiene un impacto negativo en el rendimiento acumulado, puesto que por cada planta de palma de aceite cosechada el operario podría haber cosechado mas de una. Se acentúa la acumulación de cansancio normal que afecta exponencialmente la progresión en la eficiencia operativa. Finalmente, el método A será realizado en menor tiempo que el método B, permitiendo al operario en una jornada normal mayor cantidad de tiempos de descanso y la libertad de superar el mínimo de racimos requerido por su acuerdo salarial, lo que se traduce a un mayor nivel de rendimiento general.

Medición de labores.

Estimación con datos históricos. Fontanilla, Martínez, Mosquera, Sánchez e incluso Niebel, hacen referencia a dos métodos para hacer un estudio de tiempos: estimación con datos históricos o medición con tiempo cronometrado. Cualquiera de los dos es válido, sin embargo, en la mayoría de estudios de tiempos para labores de campo en el cultivo de palma de aceite se ha identificado márgenes de error alrededor del 50%, por lo cual en este estudio se decidió utilizar la medición con tiempos cronometrados para generar inferencias estadísticas. Además, los datos históricos de rendimientos generados en Palcasa fueron resultados por unidad cosechada.

La metodología que recomienda la literatura consultada para escoger a los operarios (por cuadrilla) es a través de una investigación tipo entrevista con los jefes de cuadrilla, buscando el operario mas cercano a la labor promedia en rendimiento y desempeño. En este estudio se utilizó una técnica utilizando tablas en Excel con los rendimientos de datos históricos para calcular medias aritméticas resultantes de los datos de los operarios que integran cada cuadrilla, asignando un número de muestra a cada cortador. De esta manera la selección fue la mas precisa posible, asegurando la consistencia y el valor científico. A continuación se presenta el siguiente ejemplo con el motivo de ilustrar el trabajo realizado:

| Supervisor | Elemento | 2007 | | | | |
|-----------------------------------|----------|---------|-----------|--------|--------------------|----------------|
| | | Avance | Hrs. Lab. | Jornal | Rendimiento/jornal | rendimiento/hr |
| Margarito Gonzalez Calderon | 1 | 933.00 | 19.7500 | 3.1563 | 375.0493 | 46.8812 |
| | 2 | 54.00 | 2.0000 | 1.0000 | 108.0000 | 13.5000 |
| | 3 | 293.00 | 12.5000 | 1.0000 | 93.7600 | 11.7200 |
| | 4 | 283.00 | 7.7500 | 1.9688 | 146.0645 | 18.2581 |
| | 5 | 238.00 | 5.0000 | 1.6250 | 190.4000 | 23.8000 |
| | 6 | 350.50 | 10.5000 | 1.0000 | 133.5238 | 16.6905 |
| | 7 | 51.00 | 2.0000 | 1.0000 | 102.0000 | 12.7500 |
| | 8 | 854.50 | 18.7500 | 2.9688 | 332.5079 | 41.5635 |
| | 9 | 789.00 | 21.7500 | 3.1563 | 303.5169 | 37.9396 |
| | 10 | 250.00 | 9.0000 | 1.0000 | 111.1111 | 13.8889 |
| | 11 | 863.50 | 16.7500 | 2.7188 | 374.7273 | 46.8409 |
| | 12 | 775.50 | 21.2500 | 2.8438 | 287.0613 | 35.8827 |
| | 13 | 1051.00 | 26.7500 | 3.5313 | 313.1130 | 39.1391 |
| | 14 | 562.00 | 20.2500 | 2.0938 | 223.5727 | 27.9466 |
| | 15 | 54.50 | 2.0000 | 1.0000 | 109.0000 | 13.6250 |
| | 16 | 578.00 | 16.7500 | 2.2813 | 298.1689 | 37.2711 |
| | 17 | 1031.50 | 23.7500 | 3.1563 | 339.6656 | 42.4582 |

↓

| 2008 | | | | | años | Promedio/hr |
|-----------------|-----------|--------|--------------------|----------------|------|--------------|
| Avance | Hrs. Lab. | Jornal | Rendimiento/jornal | rendimiento/hr | | |
| 100.00 | 6.00 | 0.75 | 133.33 | 16.6667 | 2 | 31.77 |
| 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1 | 13.50 |
| 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1 | 11.72 |
| 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1 | 18.26 |
| 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1 | 23.80 |
| 100.00 | 6.00 | 0.75 | 133.33 | 0.0000 | 2 | 8.35 |
| 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1 | 12.75 |
| 99.00 | 6.00 | 0.75 | 132.00 | 0.0000 | 2 | 20.78 |
| 120.00 | 6.00 | 0.75 | 160.00 | 0.0000 | 2 | 18.97 |
| 114.00 | 6.00 | 0.75 | 152.00 | 0.0000 | 2 | 6.94 |
| 102.00 | 6.00 | 0.75 | 136.00 | 0.0000 | 2 | 23.42 |
| 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1 | 35.88 |
| 104.00 | 6.00 | 0.75 | 138.67 | 0.0000 | 2 | 19.57 |
| 82.00 | 6.00 | 0.75 | 109.33 | 0.0000 | 2 | 13.97 |
| 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1 | 13.63 |
| 106.00 | 6.00 | 0.75 | 141.33 | 0.0000 | 2 | 18.64 |
| 110.00 | 6.00 | 0.75 | 146.67 | 0.0000 | 2 | 21.23 |
| MEDIANA | | | | | | 18.64 |
| PROMEDIO | | | | | | 18.42 |

Figura 16. Estimación con datos históricos. Operario con desempeño y rendimiento medio.

Una vez calculado el promedio final (Figura 16), en RFF por hora, se señaló la mediana para encontrar el elemento (# de muestra u operario) adecuado para proceder con la investigación, por si acaso es necesario estudiar el rendimiento de otros cortadores, se marcaron los dos valores superiores a la mediana, solo los valores superiores puesto que si es necesario medir desempeño y rendimiento se procura obtener resultados que se aproximan a mejorar, tomando la media como punto de partida.

Al analizar la información revisada con mas cuidado, los resultados indicaron un fenómeno operativo. Los valores para el resto de los elementos, no tan cercanos a los valores medios, están disparados. Algunos valores superiores alcanzan casi el doble de la media aritmética y otros no alcanzan ni la mitad. Analizando los valores, números de muestra como rendimientos de RFF/hora, se dedujo que las condiciones laborales tienen que haber sido heterogéneas. Se tomó la iniciativa de realizar gráficos de control para identificar con mayor claridad los valores que podrían indicar variables a tomar en cuenta antes de proceder con la medición de tiempos cronometrados. Sin embargo, los datos históricos proveídos por Palcasa son escasos, solo existen 2 valores muestrales (en algunos casos 1) para cada muestra, lo que sugiere que la media del proceso generada podría no ser constituyente en una población normal. Según Nahmias (2001), “en gráficos de control para variables, específicamente en gráficos de \bar{x} media, el tamaño del sub-grupo o valores muestrales por muestra debe ser, por lo menos, 4 para que el teorema del limite central aplique”.

Se investigaron posibles razones para la inconsistencia de los valores registrados por medio de diálogos con el supervisor de cuadrilla. Las respuestas fueron claras, no existe un método estructural para asignar las calles a los operarios, el registro o anotación de rendimientos es falso, la edad del operario no es adecuada, el servicio de transporte es irregular y los incentivos causan motivación en algunos operarios y en otros no. En general, el control de calidad es pobre.

La información mencionada respecto al control de calidad para la labor de corte de RFF es muy valioso por dos motivos: Son variables que podrían estimular sesgo en un estudio de tiempos y sugiere a Palcasa tomar medidas correctivas en general para el buen funcionamiento de las operaciones.

Estudio de tiempos.

Cálculo del tiempo cronometrado (TC), cálculo de suplementos y tiempos estándares operativos para la labor de corte de RFF en Palcasa. Como medida preventiva al sesgo que podrían ocasionar las variables identificadas por supervisores de cuadrilla, se adecuaron las condiciones de campo bajo las cuales el estudio de tiempos tomó acción. Se organizó la repartición de calles a operar, el operario registró su rendimiento por el investigador, el operario no superó la edad de 40 años, el servicio de transporte se regularizó y se tomó solamente la cosecha de 126 racimos que acumula suficiente labor para el salario mínimo.

En la primera ronda de visitas a campo, efectuada con el motivo de caracterizar las labores se identificó que los operarios llevan su comida al lugar de trabajo. Ya que estos mismos disponen de su tiempo, deciden cuando tomar pausas, descansos, preparación de herramientas y otros tiempos muertos, algunos comen antes de iniciar su jornada laboral y los demás en lapsos de tiempo que varían a lo largo de la jornada laboral. Para la toma de tiempos se estandarizó la labor en términos de descansos y alimentación para semejar un estudio hecho por Niebel. Adicionalmente se suministró agua (antes inexistente) para hidratar adecuadamente al operario.

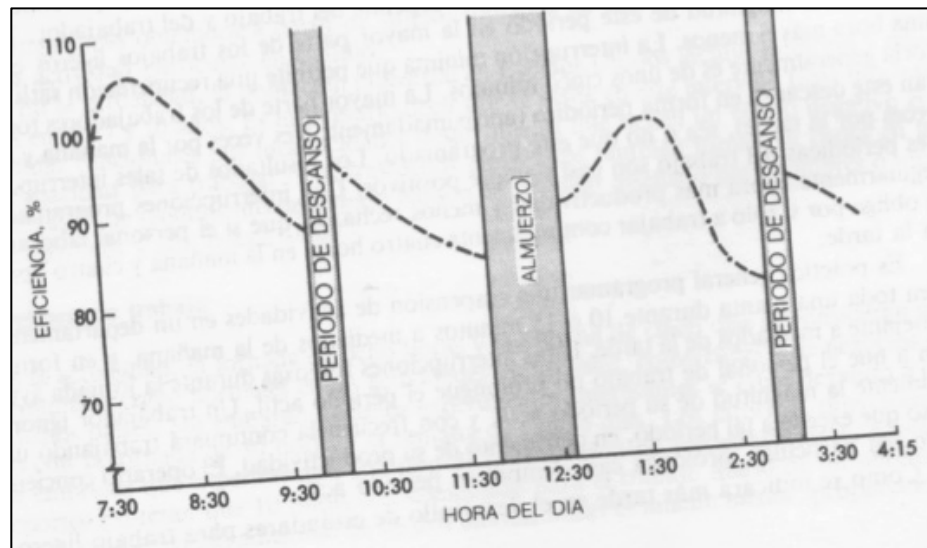


Figura 17. Relación típica entre la eficiencia de un trabajador y las horas del día durante trabajo diurno.
Fuente: Niebel (1990).

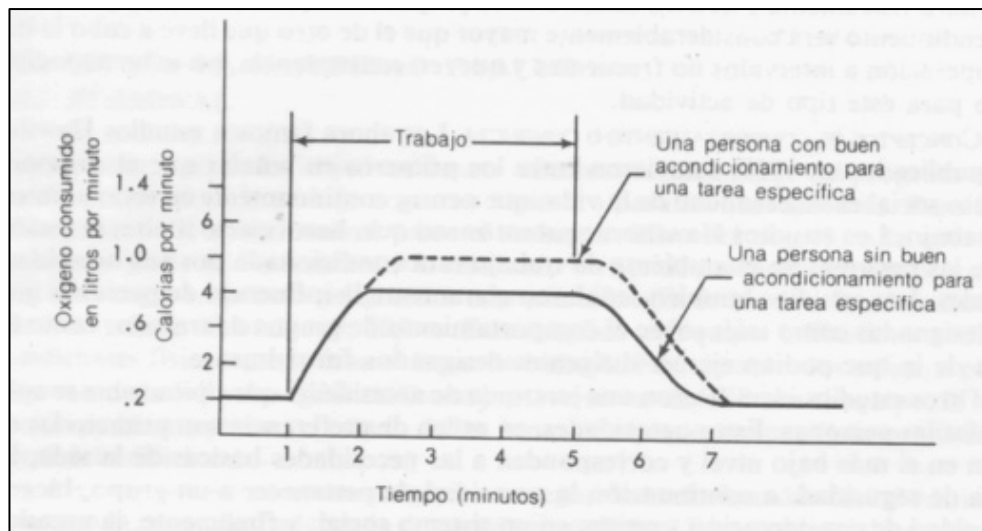


Figura 18. Relación entre un operario bien acondicionado y otro deficientemente acondicionado en lo referente a capacidad de realización de trabajo.
Fuente: Niebel (1990).

El cálculo de tiempo cronometrado se realizó en 29 lotes seleccionados, en conjunto con el jefe de zona de Palcasa, de acuerdo a las condiciones pertinentes, en los meses de Enero-Abril. Según Palcasa, estos 29 lotes equivaldrían a 1840 hectáreas, el avance promedio por operario en un jornal semi-completo sería 7 hectáreas, por lo tanto la cantidad de jornales para cubrir esta superficie es 263 jornales. Se indicó que se tomara datos para el 10% del tamaño de la población que equivaldría a 26 jornales. Por cuestiones de tiempo, logística y rotación de cuadrillas, se tomó la cantidad de 24 jornales, equivalentes a 1200 ciclos para el método A y 1200 para el método B.

Número de ciclos a estudiar. Uno de los temas que ha ocasionado considerables discusiones entre los analistas de tiempos y los representantes sindicales, es el número de ciclos que hay que estudiar para llegar a un estándar equitativo. Puesto que la actividad de un trabajo, así como su tiempo de ciclo, influye directamente en el número de ciclos que deben estudiarse desde el punto de vista económico, no es posible apoyarse totalmente en la práctica estadística que requiere un cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas de elementos individuales. La General Electric Co. estableció la tabla 14-2 como guía para determinar el número de ciclos que deben observarse (Niebel, 1990).

Posteriormente, en revisión de literatura, se descubrió que solamente es necesario estudiar 60 ciclos para cada método.

| <i>Tiempo de ciclo en minutos</i> | <i>Número de ciclos recomendado</i> |
|---------------------------------------|---|
| 0.10 | 200 |
| 0.25 | 100 |
| 0.50 | 60 |
| 0.75 | 40 |
| 1.00 | 30 |
| 2.00 | 20 |
| 2.00- 5.00 | 15 |
| 5.00-10.00 | 10 |
| 10.00-20.00 | 8 |
| 20.00-40.00 | 5 |
| 40.00- en adelante | 3 |

Figura 19. Número de ciclos a estudiar.
Fuente: (Niebel, 1990)

TC.

Cuadro 1. Tiempo cronometrado, Método A

| | | Media |
|------------------------------|------------|-------------|
| Desplazamiento y búsqueda | TC | 10.09 |
| | Diagonales | 2.31666667 |
| Cortar hojas y racimos | TC | 12.52433333 |
| | Racimos | 1.26666667 |
| | Hojas | 1.06666667 |

Cuadro 2. Tiempo cronometrado, Método B

| | | Media |
|------------------------------|------------|------------|
| Desplazamiento y búsqueda | TC | 17.08 |
| | Diagonales | 3.78333333 |
| Cortar hojas y racimos | TC | 49.118 |
| | Racimos | 1.28333333 |
| | Hojas | 2.6 |

De los valores de tiempo cronometrado (Cuadro 1 y Cuadro 2), se obtuvo la densidad de RFF maduro por palma cosechada: 1.275, este es el valor medio de las muestras de ambos métodos.

Cálculo de suplementos.

Cuadro 3. Cálculo de suplementos

| Categorías | Desplazamiento y búsqueda | Corte de hojas y racimos | |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|----------|
| | | Método A | Método B |
| Postura | 6 | 12 | 16 |
| Vibraciones | 0 | 2 | 2 |
| Ciclo breve | 1 | 0 | 0 |
| Ropa molesta | 2 | 2 | 2 |
| Tensión visual | 15 | 7 | 7 |
| Concentración | 0 | 5 | 5 |
| Presencia de agua | 1 | 1 | 1 |
| Subtotal | 25 | 29 | 33 |

Cálculo de tiempos estándar.

Los tiempos estándar fueron calculados mediante la siguiente fórmula: $T_e = TC \cdot (1 + S)$, donde:

Te: Tiempo estándar

TC: Tiempo cronometrado

S: suplemento (%)

De esta manera los valores fueron ajustados a tiempo estándar y algunas medidas de dispersión fueron agregadas (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Tiempo estándar, Método A

| | | Media | Desviación estándar | Cofeciente Variación | Rango intercuartil |
|---------------------------|------------|---------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Desplazamiento y búsqueda | TC | 12.6063 | 6.6578 | 52.8138 | 7.8775 |
| | Diagonales | 2.3167 | 1.3083 | 56.4723 | 2 |
| Cortar hojas y racimos | TC | 16.1564 | 6.8183 | 42.2017 | 10.3750 |
| | Racimos | 1.2667 | 0.4459 | 35.2065 | 1 |
| | Hojas | 1.0667 | 1.0393 | 97.4381 | 2 |

Cuadro 5. Tiempo estándar, Método B

| | | Media | Desviación estándar | Coficiente Variación | Rango intercuartil |
|---------------------------|------------|---------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Desplazamiento y búsqueda | TC | 21.3522 | 9.6819 | 45.3437 | 16.3019 |
| | Diagonales | 3.7833 | 1.9493 | 51.5233 | 4 |
| Cortar hojas y racimos | TC | 65.3269 | 25.4852 | 39.0118 | 36.2175 |
| | Racimos | 1.2833 | 0.4544 | 35.4078 | 1 |
| | Hojas | 2.6000 | 1.1960 | 46.0000 | 1 |

Prueba t.

Cuadro 6. Prueba t, significancia estadística

| | Desplazamiento y búsqueda | | Cortar hojas y racimos | |
|----------------------|---------------------------|-------------|------------------------|------------|
| | TC | Diag | TC | Hojas |
| P-valor | 1.1318E-05 | 4.58103E-06 | 2.99164E-16 | 1.4433E-11 |
| H0: $\mu_1=\mu_2$ | | | | |
| H1: $\mu_1\neq\mu_2$ | | | | |

El valor de α utilizado para evaluar el p-valor es del 5%. Todos los p-valor indican alta significancia estadística, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de $100\alpha\%$. Es decir, hay una diferencia estadísticamente significativa entre los valores μ comparados entre el Método A y el Método B. Los valores muestrales obtenidos de la sub-operación de cortar hojas y racimos, en unidades RFF, no fueron tomados en cuenta para esta prueba puesto que no se esperó una diferencia estadística entre sus valores.

Desplazamiento y búsqueda.

Se atribuyeron los valores de la desviación estándar y el coeficiente de variación en ambos métodos a valores extremos puesto que una vez analizado el rango intercuartíl (que no toma en cuenta valores extremos) la dispersión disminuye. El método A es 41% mas eficiente que el método B en desplazamiento y búsqueda, es decir, se tarda 41% menos tiempo en ubicar una palma con RFF maduro. Además recorre 38.77% menos diagonales o distancia para ubicar el RFF maduro. Esto basado en los tiempos estándar (Cuadro 7).

Cuadro 7. Desplazamiento y búsqueda, análisis comparativo.

| | Método A | Método B | Rendimiento (%) |
|--|----------|----------|-----------------|
| TC medio/palma ubicada (seg) | 12.61 | 21.35 | 40.94 |
| Diagonales/palma cosechada | 2.32 | 3.78 | |
| Palmas recorridas | 139 | 227 | |
| Palmas sin cosechar | 79 | 167 | |
| Distancia recorrida (m) | 1251 | 2043 | |
| Distancia media recorrida (m) | 20.85 | 34.05 | |
| Distancia recorrida/ RFF cosechado (m/RFF) | 16.35 | 26.71 | |
| Densidad de palmas cosechadas (%) | 43.17 | 26.43 | |
| Índice de densidad percibida (RFF/palma recorrida) | 0.5504 | 0.3370 | 38.77 |

Cuadro 8. Frecuencia y rendimientos de cosecha.

| Palmas recorridas | Distancia recorrida (m) | Desplazamiento (seg) | | Frecuencia | | | | RFF cosechados | |
|-------------------|-------------------------|----------------------|-------|------------|-------|----|-------|----------------|----|
| | | A | B | A (%) | B (%) | A | B | | |
| 1 | 9 | 4.86 | 5.97 | 20 | 33.33 | 10 | 16.67 | 23 | 14 |
| 2 | 18 | 8.28 | 9.47 | 18 | 30.00 | 10 | 16.67 | 25 | 14 |
| 3 | 27 | 11.37 | 14.15 | 11 | 18.33 | 9 | 15.00 | 13 | 10 |
| 4 | 36 | 17.74 | 15.96 | 6 | 10.00 | 6 | 10.00 | 7 | 8 |
| 5 | 45 | 25.43 | 25.58 | 4 | 6.67 | 4 | 6.67 | 7 | 6 |
| 6≤ | 54 | 25.59 | 25.95 | 1 | 1.67 | 21 | 35.00 | 1 | 25 |

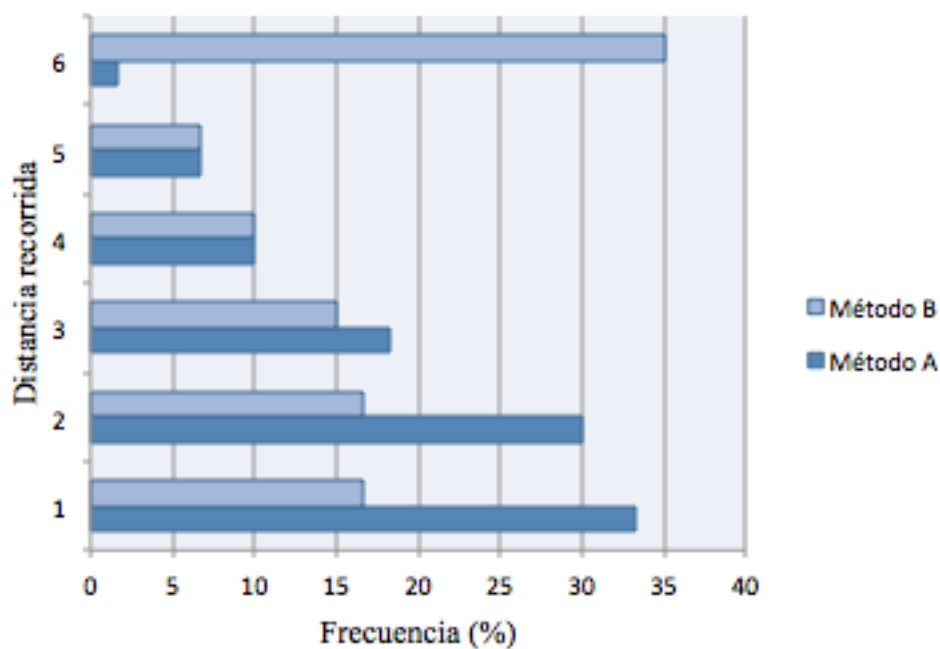


Figura 20. Histograma de frecuencia en distancia recorrida.

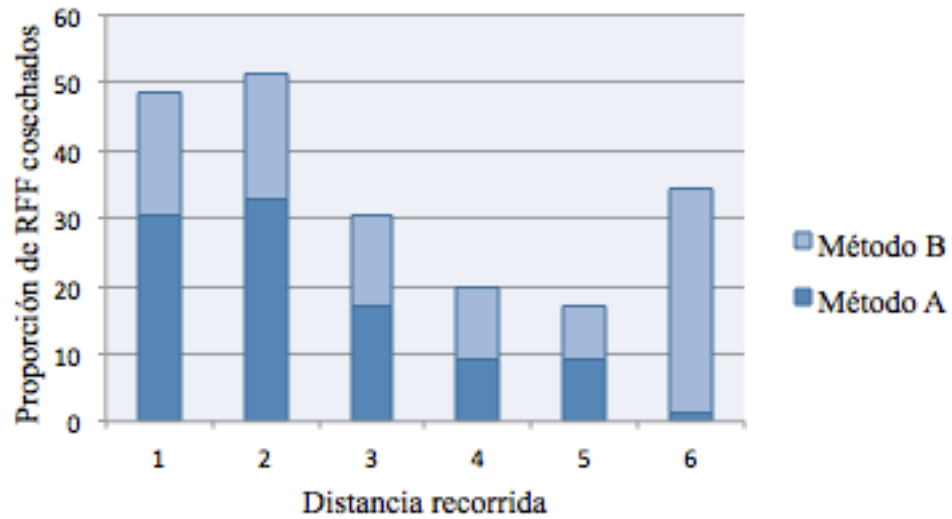


Figura 21. Histograma compuesto, RFF cosechados entre diagonales recorridas.

Cuadro 9. Cortar hojas y racimos, análisis comparativo.

| | Método A | Método B | Rendimiento (%) |
|--------------------------------|----------|----------|-----------------|
| Tc medio/palma cosechada (seg) | 16.16 | 65.33 | 75.27 |
| RFF/palma cosechada | 1.27 | 1.28 | |
| Hojas cortadas/palma cosechada | 1.07 | 2.6 | |
| Hojas cortadas | 64 | 156 | 58.97 |

En el segmento de micromovimientos para el corte de RFF, en el sub-segmento de poda corte de hojas y corte de RFF, se ha descrito (figura 15) un micromovimiento que se le ha llamado en este estudio α . Consiste α entonces básicamente del ejercicio de rotación corporal al sujetar la macana, necesario para cortar una hoja de palma o un RFF. El estudio de tiempos analiza la sub-operación, Cortar hojas y racimos, en función de los micromovimientos. La proporción en que α es utilizado para cortar hojas o cortar RFF es determinante sobre la eficiencia del operario a corto y largo plazo.

Cuadro 10. Frecuencia de hojas cortadas y participación de alpha.

| Hojas cortadas | Frecuencia | | Participación de α en frecuencia | | Participación de α en total de sub-operación | |
|----------------|------------|----------|---|------|---|-------|
| | A (%) | B (%) | A | B | A | B |
| 0 | 20 33.33 | 0 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 23 38.33 | 5 8.33 | 0.49 | 0.47 | 18.78 | 3.92 |
| 2 | 13 21.67 | 33 55.00 | 0.59 | 0.64 | 12.78 | 35.20 |
| 3 \leq | 4 6.67 | 22 36.67 | 0.6 | 0.68 | 4.00 | 24.79 |
| total | | | | | 35.57 | 63.91 |

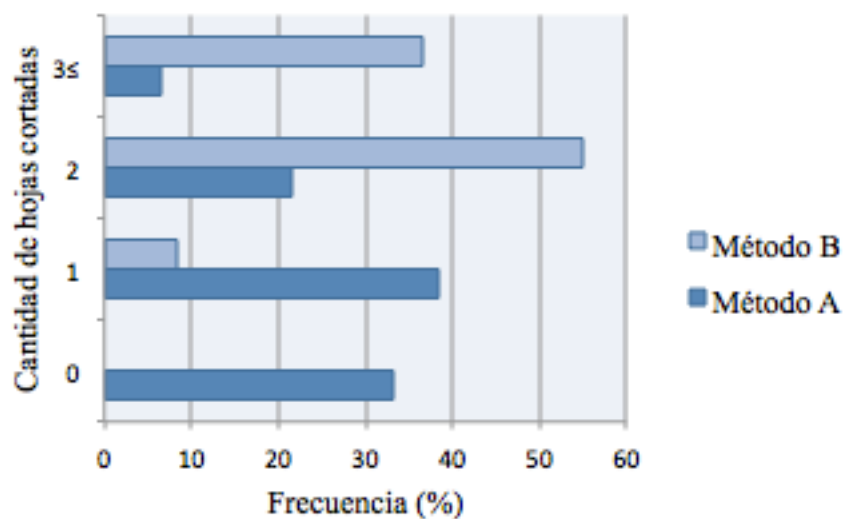


Figura 22. Histograma de frecuencia en hojas cortadas.

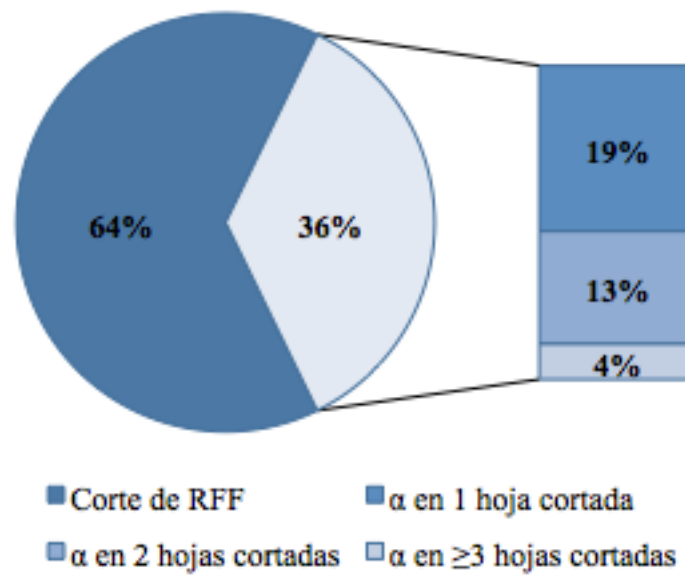


Figura 23. Participación total de alpha, Método A.

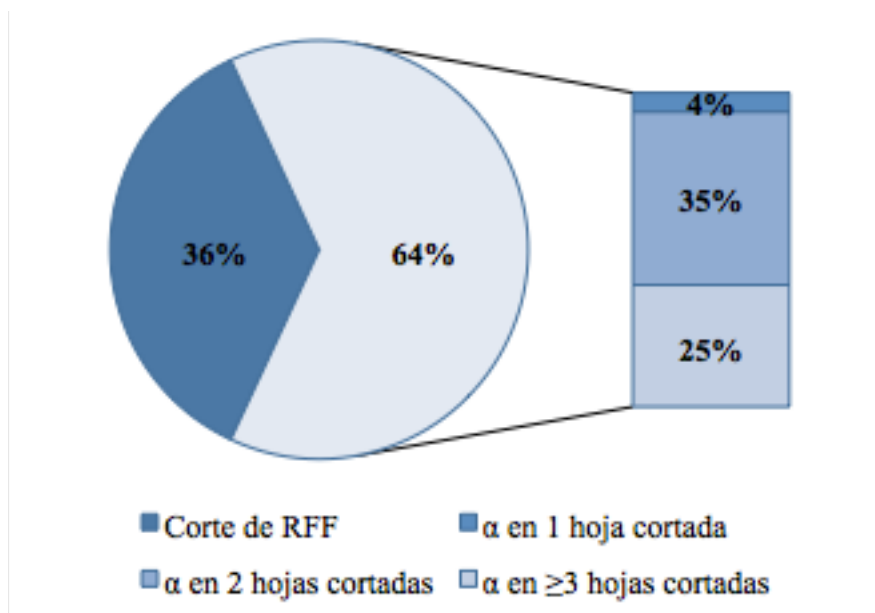


Figura 24. Participación total de alpha, Método B.

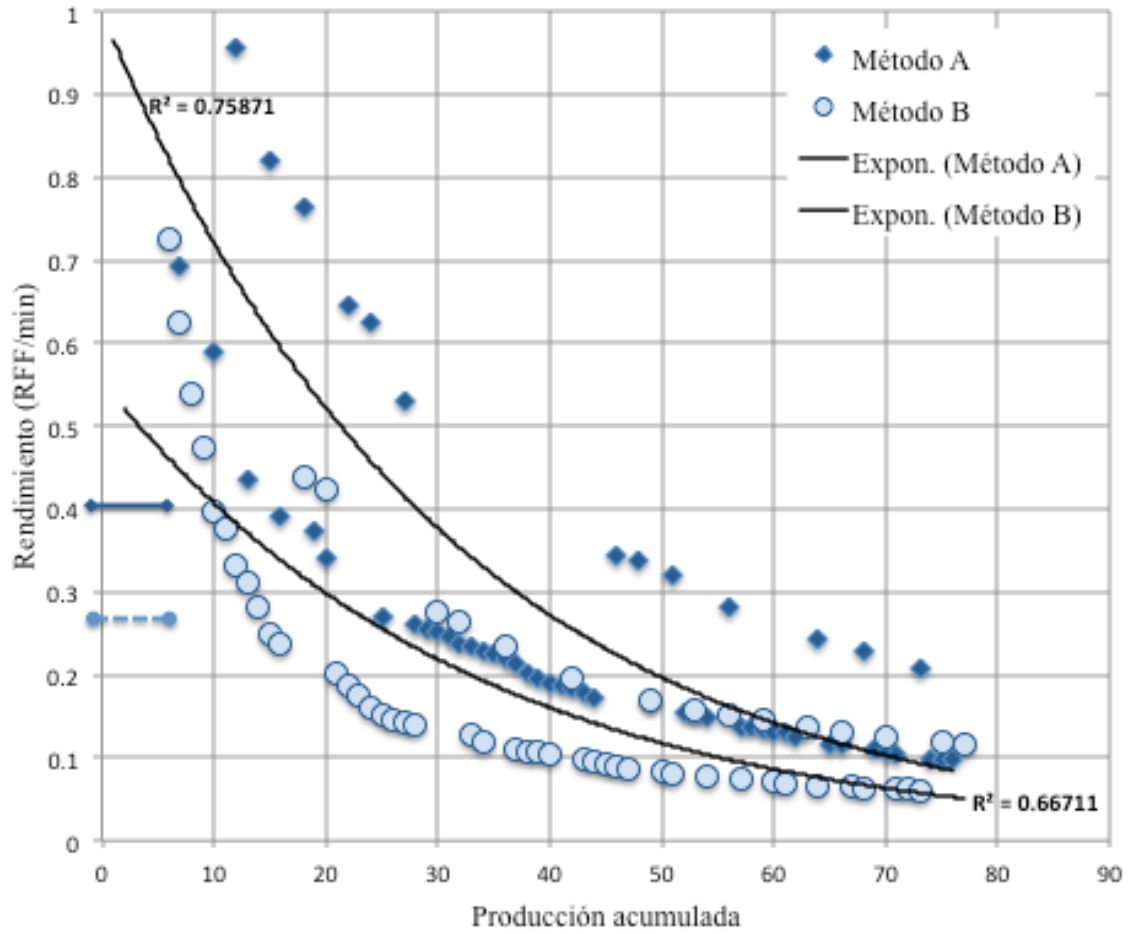


Figura 25. Curva de rendimiento. Análisis comparativo (A-B).

Costos.

Cuadro 11. Costos de oportunidad basado en el salario mínimo de

| | |
|---|--------|
| Salario mínimo al día (\$) | 3.23 |
| Requisito para alcanzar salario mínimo (RFF) | 126 |
| Avance esperado por Palcasa (ha) | 7 |
| Rendimiento esperado en Palcasa del Método B (RFF) | 337.34 |
| Costo del jornal diario con el Método B (\$) | 8.65 |
| Eficiencia total en tiempo del Método A (%) | 66.82 |
| Costo de oportunidad del Método B respecto al tiempo (\$/jornal diario) | 4.69 |
| Costo de oportunidad del Método B en función de RFF perdido (\$) | 5.55 |
| Costo de oportunidad total del Método B (\$) | 10.23 |

4. CONCLUSIONES

- La caracterización de labor el alistamiento de semovientes para el proceso de cosecha en Palcasa indica que no se aplica un método definido para asignar la cantidad de operarios en relación a la demanda de semovientes para la labor de evacuación de RFF, no existe una estructura que asista la logística de transporte según la distancia de cada mulera con el lote que debe ser atendido, la supervisión de este proceso es superficial, no hay inspección diaria y cuando las intervenciones (escasas) detectan deficiencias no se corrigen.
- La labor de corte de RFF para el proceso de cosecha en Palcasa está compuesta por dos sub-operaciones determinantes en el rendimiento final. Estas son el desplazamiento y búsqueda del racimo y cortar hojas y racimos, ambas están sujetas a que el rendimiento obtenido esta directamente relacionado al método de trabajo utilizado para cada una.
- La caracterización de labor para la evacuación de RFF en Palcasa indica una consecuencia grave absorbida por la labor de alistamiento de semovientes, se especula que el rendimiento disminuye a que la labor de alistamiento de semovientes no garantiza la herramienta necesaria para operar en tiempo y forma, alterando hora de inicio de la jornada y condiciones defectuosas en el semoviente.
- La caracterización de labor para la evacuación de fruto suelto para el proceso de cosecha en Palcasa demuestra que las 4 operaciones deben ser integrales siguiendo un orden lógico que es alterado constantemente para la deficiencia presentada nuevamente por la labor de alistamiento de semovientes, además, la descentralización del orden indicado pero no cumplido sugestiona a la operaria de esta labor a dejar fruto suelto en el campo, afectando directamente las tasas de extracción de RFF del campo.
- En la labor de corte de RFF para el proceso de cosecha en Palcasa el tiempo estándar para la sub-operación de desplazamiento y búsqueda en el Método A es de 12.61 segundos y en el Método B 21.35 segundos.
- En la labor de corte de RFF para el proceso de cosecha en Palcasa el tiempo estándar para la sub-operación de Cortar hojas y racimos en el Método A es de 16.16 segundos y 65.33 segundos en el Método B.
- En la sub-operación de desplazamiento y búsqueda el Método A es mas eficiente que el Método B en términos de tiempos estándar en un 40.94%, y es mas eficiente en términos de distancia recorrida en un 38.77%.

- En la sub-operación de cortar hojas y racimos el Método A es mas eficiente que el Método B en términos de tiempos estándar en un 75.27% y es mas eficiente en términos de hojas cortadas en un 58.97%.
- Sobre un salario mínimo de US\$3.23 (85.56 córdobas al día), el costo de oportunidad total de utilizar el Método B en vez del Método A es de US\$10.23 por jornal (1 operario) de 8 horas en la labor de corte de RFF para el proceso de cosecha en Palcasa, asumiendo que las 8 horas se trabajan.
- Sobre un salario mínimo de US\$3.23 (85.56 córdobas al día), el costo de oportunidad total de utilizar el Método B en vez del Método A es de US\$1.28 por hora/jornal (1 operario) en la labor de corte de RFF para el proceso de cosecha en Palcasa.

5. **RECOMENDACIONES**

- Crear un departamento de control de calidad para generar herramientas de mejoramiento continuo que permitan constantemente progresar en términos de rendimiento.
- Realizar estudios de tiempos y movimientos para todas las labores de Palcasa, especialmente para las de cosecha.
- Considerar cambiar el método de evacuación de fruto suelto.
- Utilizar el Método A estudiado en este documento.

6. LITERATURA CITADA

Estellés, S., Palmer, M., Albarracín, J., & Romano, C. 2013. Una revisión de las Tablas de Suplementos de la Organización Internacional de Trabajo (en línea). Consultado 13 de Abril de 2014. Disponible en www.revistadyo.com.

Fairhurst, T., & Härdter, R. 2003. Palma de Aciete Manejo para rendimientos altos y sostenibles. Atlanta: International Plan Nutrition Institute.

Franco, P. 2010. Contexto y sostenibilidad de la agroindustria en la palma de aceite. UNAD. Bogotá: Convenio de Asociación entre Fedepalma, Uniminuto, Unad, Udenar y otros.

Mosquera, M., Fontanilla, C., & Martínez, R. 2008. Identificación de palmas de aceite con racimos maduros antes de la cosecha. El caso de palma en estados tempranos de desarrollo . Palmas , 28.

Nahmias, S. 2001. Production and operation analysis. New York, New York: McGraw-Hill/Irwin.

Niebel, B. 1990. Ingeniería Industrial métodos, tiempos y movimientos. México D.F., México: Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V.

Pérez, P. 2012. Guía de prácticas agrícolas en el cultivo de palma de aceite ya establecido. Bogotá, D.C., Colombia: Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Cenipalma).

Sánchez, A., Fontanilla, C., & Mosquera, M. 2010. Métodos para el desarrollo de estudios de tiempos y movimientos para labores de cultivo en palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite, guía para facilitadores. Bogotá, D.C., Colombia: Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).

