

**Análisis comparativo de dos sistemas de  
cosecha en Palma Africana (*Elaeis  
Guineensis*) en la empresa INDESA**

**José Estuardo Meré Dalponte**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

ZAMORANO  
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

**Análisis comparativo de dos sistemas de  
cosecha en Palma Africana (*Elaeis  
Guineensis*) en la empresa INDESA**

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

Presentado por

**José Estuardo Meré Dalponte**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2010

# **Análisis comparativo de dos sistemas de cosecha en Palma Africana (*Elaeis Guineensis*) en la empresa INDESA**

Presentado por:

Jose Estuardo Meré Dalponte

Aprobado:

---

Marcos A. Vega, M.G.A.  
Asesor principal

---

Ernesto Gallo, M.Sc., M.B.A.  
Director  
Carrera Administración de  
Agronegocios

---

Fredy Arias, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Meré J. 2010. Análisis comparativo de dos sistemas de cosecha en Palma Africana (*Elaeis Guineensis*) en la empresa INDESA. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 23 p.

El mercado cada año se vuelve más competitivo, las empresas se vuelven cada vez más eficientes y buscan la optimización de los recursos para así lograr maximizar utilidades, por estos y muchos otros factores, INDESA se ve obligada a disminuir los costos de cosecha ya que dichos costos representan el 49% de los costos de producción. El método tradicional consiste en tener un solo centro frutero al medio de seis hileras del cultivo, esto hace poco eficiente la cosecha debido a que las personas deben transportar los racimos cosechados en las palmas de los surcos extremos y surcos medios, al centro frutero que es donde pasan recogiendo el racimo. Con la intención de disminuir costos, se introdujo un nuevo sistema de cosecha el cual incluye: marcación previa y recolección en surcos en surcos alternos. El método de surcos alternos consiste en pasar de un centro frutero por cada seis hileras, a tener tres centros fruteros por cada seis hileras, siendo más eficiente ya que las personas no deben transportar el racimo cosechado. La marcación previa consiste en que un trabajador marca un día antes los racimos aptos para la cosecha del próximo día, con esto se logra una mayor eficiencia en la búsqueda de racimos a la hora de cosechar. Se elaboró un formato para la toma de datos en campo, lo cual permitió comparar cinco variables: tiempo en llenar una canasta, tiempo en encontrar racimos, racimos cosechados, racimos cosechados y costo por hectárea por mes. Los principales resultados del estudio reflejan que con un nivel de confianza del 95% existen diferencias estadísticamente significativas entre la media de las variables antes mencionadas. Al utilizar el nuevo sistema el costo de cosecha por hectárea se reduce en Q.9.21 por hectárea por mes. Con base en el análisis estadístico se determinó que el nuevo sistema es más eficiente en las cinco variables determinadas. El costo de cosecha por hectárea se redujo en Q 9.21 por hectárea por mes.

**Palabras clave:** Análisis estadístico, costo de cosecha, costo de producción, marcación previa, surcos alternos.

**CONTENIDO**

Portadilla.....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>7. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>22</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Formato para la toma de datos. ....	10
2. Análisis estadístico para el tiempo en minutos para llenar una canasta de dos toneladas bajo dos diferentes sistemas de recolección. ....	13
3. Análisis estadístico para el tiempo en minutos para encontrar racimos optimos para la cosecha. ....	15
4. Análisis estadístico para los racimos cosechados por día para cada uno de los sistemas. ....	16
5. Análisis estadístico para las hectáreas recorridas por día con los dos diferentes sistemas de recolección. ....	17
6. Análisis estadístico para el tiempo en minutos para llenar una canasta de dos toneladas bajo dos diferentes sistemas de recolección. ....	19
Figura	Página
1. Flujo de procesos sistema tradicional. ....	12
2. Flujo de procesos sistema nuevo. ....	12
3. Análisis gráfico para el tiempo en minutos para llenar una canasta de dos toneladas bajo dos diferentes sistemas de recolección. ....	14
4. Análisis gráfico para el tiempo en minutos para encontrar racimos óptimos para la cosecha. ....	15
5. Análisis gráfico para el tiempo en minutos para encontrar racimos para la cosecha. .	16
6. Hectáreas recorridas. ....	18
7. Análisis gráfico para la comparación en costos por hectárea por mes en cosecha para los dos sistemas de cosecha. ....	19
Anexo	Página
8. Anexo 1 Box-Whisker Tools. ....	23
9. Anexo 2. Formato utilizado para la toma de datos. ....	23

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento es un análisis comparativo dentro del área agrícola, específicamente de cosecha del cultivo de palma africana (*Elaeis Guineensis*) de la Empresa Inversiones de Desarrollo Sociedad Anónima, INDESA. La empresa se encuentra ubicada a 250 kilómetros desde la Ciudad de Guatemala por la carretera al atlántico.

Las plantaciones de palma africana (*Elaeis Guineensis*) se iniciaron en el año de 1997 con 20 hectáreas iniciales con almacigo, tecnología, prácticas de cultivo y sistemas de cosecha, procedente de Costa Rica. En la actualidad la INDESA cuenta con alrededor de 4,500 hectáreas.

Las fincas de dicha empresa se dedican a la producción de aceite vegetal y sus derivados extraídos de la palma africana (*Elaeis Guineensis*). El análisis comparativo de dos sistemas de cosecha se realizó en las fincas: Río Zarco, Chabiland, Pataxte, y Chapin, todas estas localizadas en el municipio de El Estor, departamento de Izabal, Guatemala.

Se implementaron dos nuevos métodos de cosecha, marcación previa y sistema de surcos alternos, con el propósito de reducir costos de producción específicamente en el área de cosecha ya que los mismos representan el 49% del total de los costos de producción. Otro factor de suma importancia por el cual se realizó el estudio comparativo de sistemas de cosecha fue que estaba llegando mucha fruta verde a la planta de extracción, esto genera una pérdida a la empresa debido a que deben cubrir costos fijos en la planta extractora de aceite.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El mercado cada año se vuelve más competitivo, las empresas se vuelven cada vez más eficientes y buscan la optimización de los recursos, las empresas buscan lograr maximizar utilidades, la oferta aumenta, los precios en el mercado mundial no son constantes, se da el ingreso de nuevos competidores, por estos y muchos otros factores INDESA se ve obligada a disminuir los costos de cosecha para así lograr maximizar utilidades y ser una empresa cada vez más competitiva.

Los costos de cosecha en dicha empresa representan alrededor del 49% de los costos de producción. Sin duda el 49% representa un alto porcentaje del costo en una actividad donde existe un amplio margen de mejora ya que hay distintos sistemas de cosecha que se pueden adaptar a las fincas de la empresa INDESA.

## **1.2 ANTECEDENTES**

INDESA ha mantenido un sistema de cosecha desde sus inicios en el año de 1997, que fue introducido por consultores de Costa Rica, este sistema consta de tener un solo Centro Frutero al medio de seis hileras del cultivo. Con el nuevo sistema cambia el tipo de cosecha para así lograr disminuir los costos de producción. El método consiste en pasar de un centro frutero por cada seis hileras, a tener tres centros fruteros por cada seis hileras, este sistema es llamado Surcos Alternos, y la marcación previa que consiste en que una persona pasa un día antes marcando las palmas con racimos aptos para la cosecha, el día de la cosecha los cortadores no deben buscar por todas las palmas, solo deben buscar la marca para así cosechar solo los frutos aptos para la cosecha.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

La importancia potencial del análisis comparativo de dos sistemas de cosecha en el cultivo de palma africana (*Elaeis Guineensis*) es determinar cuál es el sistema apropiado para aumentar la extracción de aceite y reducir los costos de producción específicamente en el área de cosecha, ya que este ámbito representa el 49% de los costos de producción.

Otro problema identificado en la plantación de las fincas de la empresa INDESA era la cosecha de racimos que no están óptimos para la misma, este problema se da debido a que los cortadores observan el racimo y lo cosechan sin que esté listo, y esto afecta la extracción del aceite en la planta, ya que un fruto verde tiene una extracción menor a la de un fruto maduro. Para evitar cosecha de fruto verde se implementó un método llamado 'marcación previa' el cual consiste en que el día anterior a la cosecha, una persona se desplaza por el lote, haciendo una revisión exhaustiva de cada palma y va marcando con cintas de colores llamativos aquellas que tienen racimos maduros. Con ello se logra que el cortador no tenga que caminar en zig-zag dentro de los lotes, sino que se desplace en línea recta y llegue directamente a las palmas marcadas.

### **1.3.1 Limitantes**

- El estudio se realizó del mes de enero al mes de abril, estos meses son una época de baja producción.
- Mano de obra poco calificada.
- Debido que es una empresa privada existen datos confidenciales.

### **1.3.2 Alcances**

- Determinar si el sistema de surcos alternos y marcación previa es el sistema ideal de cosecha de Palma Africana (*Elaeis Guineensis*) para reducir costos de producción y mejorar tiempos y movimientos en la empresa INDESA.
- El tipo de investigación es Aplicada ya que utilizada para mejorar rendimientos y descriptiva debido a que mide ciertas características en una muestra o población.

## **OBJETIVOS**

### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

Comparar el desempeño en costos de dos sistemas de cosecha en palma africana (*Elaeis Guineensis*) en la empresa Inversiones de Desarrollo en Guatemala.

### **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico del sistema tradicional de cosecha en las fincas Río Zarco, Chabiland, Pataxte, y Chapin.
- Determinar los flujos de procesos para el sistema de cosecha tradicional y sistema nuevo.
- Determinar un formato de medición de tiempos y movimientos para las actividades de cosecha de palma africana (*Elaeis Guineensis*) con los dos sistemas propuestos.
- Recopilar datos de campo para la cosecha de Palma Africana (*Elaeis Guineensis*). con los dos sistemas de cosecha.
- Analizar estadísticamente el desempeño del sistema tradicional y los sistemas propuestos para cosecha utilizando los datos recopilados.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 COSECHA DE PALMA AFRICANA (*ELAEIS GUINEENSIS*)**

Acorde con Salas, R. (2001) Es una de las actividades más importantes en las plantaciones de la palma africana aceitera y el éxito de la misma dependerá de una planificación racional. Esta labor representa cada año aproximadamente el 32% de los costos de producción en promedio en esta industria, e involucra el 50% del personal que trabaja en la plantación, incluyendo la mano de obra que labora en la planta extractora.

La producción de racimos, con las variedades disponibles en el mercado, se inicia entre los 30 y los 36 meses de plantada en el campo.

La cosecha en la palma se realiza durante todo el año y para su ejecución es conveniente conocer los siguientes aspectos: frecuencia de cosecha, maduración óptima y controles de cosecha.

La frecuencia de cosecha o ciclos de cosecha, se refieren al intervalo entre cosechas en un mismo lote y está asociada con la edad de la palma, con el material genético utilizado, con las condiciones climáticas de la región. En general, los ciclos oscilan entre siete a 12 días en palmas jóvenes y entre nueve y 15 días en plantas adultas; en épocas lluviosas, los ciclos son más frecuentes que en épocas secas. La maduración óptima de racimos se refiere al momento en que logra mayor contenido de aceite en el racimo y menor porcentaje de ácidos grasos libres.

Los criterios utilizados para tratar de cosechar racimos con maduración óptima son: cambio de coloración de los frutos de violeta a anaranjado y otro criterio muy utilizado en las plantaciones, es cuando se desprenden aproximadamente dos frutos por cada kilogramo de racimo.

#### **2.1.1 Controles de cosecha**

Para lograr un máximo rendimiento y óptima calidad del aceite extraído en la planta, es conveniente que en las plantaciones se lleven registros rigurosos de los siguientes parámetros: racimos maduros sin cortar, racimos maduros cortados y dejadas en los círculos o en los centros fruteros, racimos inmaduros cortados, frutos sueltos sin recoger de los círculos y de los centros fruteros, esto con la finalidad de establecer los niveles de tolerancia de los mismos y en base a los resultados obtenidos, hacer los ajustes correspondientes.

### **2.1.2 Transporte de los racimos y frutos sueltos a la planta extractor**

El transporte de los racimos y frutos sueltos debe hacerse de tal forma que se mantenga un flujo constante de materia prima que alimente a la planta extractora, evitando en lo posible la acumulación de grandes volúmenes de racimos en la factoría que pueda traer como consecuencia disminución de la calidad del aceite por aumento de la concentración de los ácidos grasos libre en el producto final. Salas, R. (2001).

## **2.2 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

### **2.2.1 ESTUDIO DE TIEMPOS**

Según Molina, 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 cuándo 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. El establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes en centros de trabajo.

Tomando los tiempos: hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil. En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

### **2.2.2 ESTUDIO DE MOVIMIENTOS**

Acorde con Alcalá, J. (2008) Frank B. Gilberth fue el fundador de la técnica moderna del estudio de movimientos, la cual se puede definir como el estudio de los movimientos del

cuerpo humano que se utilizan para realizar una labor determinada, con la mira de mejorar esta, eliminando los movimientos innecesarios y simplificándolos, y estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima. El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micros movimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas. Alcalá, J. (2008)

### **2.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN**

Según el depósito de documentos de la FAO (2006) los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto. Esto significa que el destino económico de una empresa está asociado con: el ingreso. El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente.

### **2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

#### **2.4.1 Definiciones**

- Media aritmética

Acorde con Lopez, C. (2009). En matemáticas y estadística, la media aritmética (también llamada promedio o simplemente media) de un conjunto finito de números es igual a la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos. Cuando el conjunto es una muestra aleatoria recibe el nombre de media muestral siendo uno de los principales estadísticos muestrales. Expresada de forma más intuitiva, podemos decir que la media (aritmética) es la cantidad total de la variable distribuida a partes iguales entre cada observación. Aritmética puede ser denominada como centro de gravedad de una distribución, el cual no está. Por ejemplo, si en una habitación hay tres personas, la media de dinero que tienen en sus bolsillos sería el resultado de tomar todo el dinero de los tres y dividirlo a partes iguales entre cada uno de ellos. Es decir, la media es una forma de resumir la información de una distribución (dinero en el bolsillo) suponiendo que cada observación (persona) tuviera la misma cantidad de la variable. También la media necesariamente en la mitad. Una de las limitaciones de la media es que se ve afectada por valores extremos; valores muy altos tienden a aumentarla mientras que valores muy bajos tienden a reducirla, lo que implica que puede dejar de ser representativa de la población.

- Varianza

En teoría de probabilidad, la varianza de una variable aleatoria es una medida de su dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media. Está medida en unidades distintas de las de la variable. Por ejemplo, si la variable mide una distancia en metros, la varianza se expresa en metros al cuadrado. La desviación estándar, la raíz cuadrada de la varianza, es una medida de dispersión alternativa expresada en las mismas unidades. Hay que tener en cuenta que la varianza puede verse muy influida por los valores atípicos y se desaconseja su uso cuando las distribuciones de las variables aleatorias tienen colas pesadas. En tales casos se recomienda el uso de otras medidas de dispersión más robustas.

- La desviación estándar o desviación típica

Es una medida de centralización o dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. Se define como la raíz cuadrada de la varianza junto con este valor, la desviación típica es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable. Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que es necesario conocer también la desviación que representan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad a la hora de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

- Las medidas de dispersión

También llamadas medidas de variabilidad, muestran la variabilidad de una distribución, indicando por medio de un número, si las diferentes puntuaciones de una variable están muy alejadas de la media. Cuanto mayor sea ese valor, mayor será la variabilidad, cuanto menor sea, más homogénea será a la media. Así se sabe si todos los casos son parecidos o varían mucho entre ellos. Para calcular la variabilidad que una distribución tiene respecto de su media, se calcula la media de las desviaciones de las puntuaciones respecto a la media aritmética. Pero la suma de las desviaciones es siempre cero, así que se adoptan dos clases de estrategias para salvar este problema. Una es tomando las desviaciones en valor absoluto (desviación media) y otra es tomando las desviaciones al cuadrado. Lopez, C. (2009).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN**

La investigación de sistemas de cosecha en Palma Africana (*Elaeis Guineensis*) se realizó en la empresa Inversiones de Desarrollo Sociedad Anónima, INDESA, ubicada a 250 kilómetros al norte de la Ciudad de Guatemala por la carretera al atlántico. La investigación se realizó específicamente en cuatro fincas: Río Zarco, Chabiland, Pataxte, y Chapin, todas estas localizadas en el municipio de El Estor, departamento de Izabal, Guatemala.

#### **3.2 MATERIALES**

- Información sobre tipos de cosecha.
- Formatos para la toma de datos en campo.
- Cronómetro.
- Lapicero.
- Reloj.

#### **3.3 MÉTODOS**

En el mes de enero del año 2010, se realizó el siguiente formato, con el objetivo de realizar un mejor control de cosecha y así lograr evaluar los distintos métodos utilizados en las distintas fincas con el fin de determinar cuál es el sistema que genera mejores rendimientos para lograr disminuir costos de cosecha.

El estudio se realizó en cuatro fincas de INDESA, estas fueron: Río Zarco, Chabiland, Pataxte y Chapin, se encontraba un trabajador dedicado especialmente a tomar los datos requeridos en el formulario realizado, previamente, estas personas fueron capacitadas en el uso y aplicación del formulario de control de cosecha, a cada trabajador se le brindaron seis formularios para realizar la toma de datos correspondiente a la finca donde fueron asignados, bajo la supervisión de los caporales de cosecha. Luego de recopilar los datos, los mismos fueron ingresados y evaluados a una base de datos en Excel.

Cuadro 1. Formato para la toma de datos.

CONTROL DE COSECHA INDESA 2010										
Finca:		Hora de inicio: :		Hora de finalizacion: :		Fecha:		Traccion:		
Seccion:		Lote:		Pante:		C/F:		Numero de palmas:		
Cortadores:		Bueyeros:		Cargadores:		total de trabajadores:		Racimos cosechados:		
Tiempos y conteos de racimos										
cosecha racimo		llenar canasta/#racimos		descargar canasta gon o camion		llevar rac de extremo a CF		llevar rac de med a CF		Tiempo en encontrar racimos

Fuente: autor

El formato realizado cuenta con 21 tipos de datos, que sirvieron para determinar los costos de cosecha para comparar el nuevo sistema con el sistema tradicional.

## **4. RESULTADOS**

Al momento de realizar la comparación de los Sistemas de cosecha en palma africana (*Elaeis Guineensis*) se determinaron cinco variables, estas son: Tiempo en llenar una canasta de dos toneladas, tiempo en encontrar racimos, racimos cosechados, hectáreas recorridas, costo por hectárea por mes.

Para cada actividad se tomó distinta cantidad de datos debido a la repetición de las actividades. Los formatos tenían 70 líneas para colocar los datos recogidos en campo. La información del tiempo en llenar una canasta se obtuvo alrededor de 70.01 al 75.87 % de los datos debido a que es una actividad que se repite con menor frecuencia que las demás actividades. El tiempo en encontrar racimos es una actividad que se repite con mayor frecuencia, de la cual se obtuvo datos entre 9.33 y 11.9%. En racimos cosechados se obtuvo el 100% debido a que de este dato se lleva control por parte del área de investigación y desarrollo de la empresa. La información de hectáreas recorridas se recopiló en un 100% ya que los datos se obtienen de las palmas recorridas por día/las palmas por hectárea que en este caso son 143 palmas/ha.

### **4.1 FLUJO DE PROCESOS**

Se realizó un flujo de procesos para el sistema tradicional y para el nuevo sistema.

#### **4.1.1 Flujo de procesos sistema tradicional**

La Figura 1 muestra el flujo de procesos en el sistema tradicional para evaluar cada uno de los pasos que se realizan en este para así lograr identificar las posibles mejoras en el proceso.

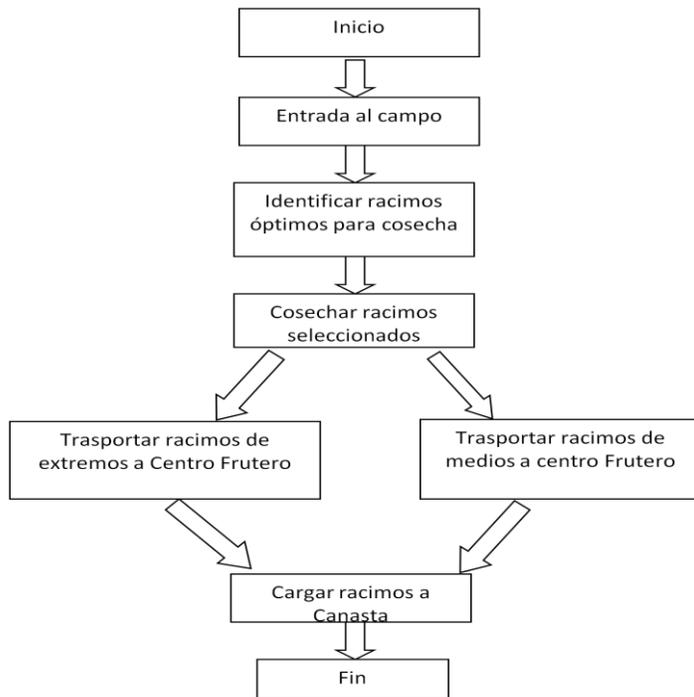


Figura 1. Flujo de procesos sistema tradicional

#### 4.1.2 Flujo de procesos sistema nuevo

Se realizó el flujo de procesos para el sistema nuevo con las mejoras realizadas en el proceso de la cosecha.

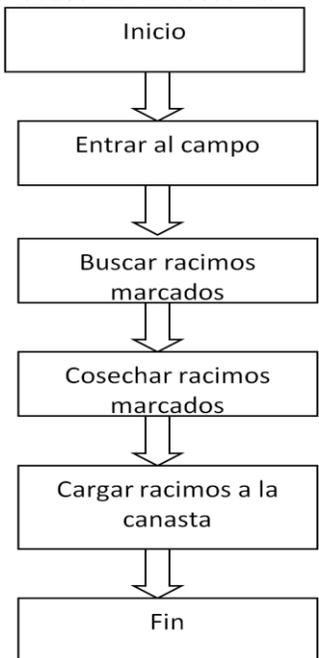


Figura 2. Flujo de procesos sistema nuevo.

Con el nuevo sistema se eliminaron tres pasos estos son: transportar racimos de extremos a centros fruteros, transportar racimos de medio a centro frutero y buscar racimos.

## 4.2 TIEMPO EN LLENAR UNA CANASTA

Este tiempo es importante debido a que los movimientos cambian con el nuevo sistema, ya que con el nuevo sistema cuenta con tres centros fruteros en surcos alternos y el anterior solamente cuenta con un centro frutero.

Los datos de obtuvieron de un total de 1,448 repeticiones en el sistema tradicional y un total de 879 para el nuevo sistema. Se tomaron más datos en el sistema tradicional ya que se evaluó más área que en el nuevo sistema. El cuadro 2 representa la estadística descriptiva para el tiempo necesario para llenar una canasta de dos toneladas bajo dos diferentes sistemas de recolección. Se observa que con el nuevo sistema en promedio se necesita 12.29 minutos y con el sistema tradicional se necesita 32.27 minutos. Por lo tanto el nuevo sistema permite llenar una canasta en menor tiempo, lo cual hace la operación más eficiente. Además se observa que, el utilizar el nuevo sistema resulta en menor variación ya que la desviación estándar en el sistema tradicional (9.28 minutos) es mayor a la desviación estándar en el nuevo sistema (3.82 minutos), en consecuencia se puede deducir que al utilizar el nuevo sistema, la operación para llenar una canasta se hace más estándar. La variación en ambos modelos es similar y por debajo del 40%, lo que implica que los datos del muestreo pueden representar el comportamiento de toda la cosecha.

Cuadro 2. Análisis estadístico para el tiempo en minutos para llenar una canasta de dos toneladas bajo dos diferentes sistemas de recolección.

	Sistema	
	TRADICIONA	NUEVO
Media	32.27	12.292
Varianza	86.175	14.618
Desviación Estándar	9.283	3.823
Mediana	32.133	12.267
Moda	35	8.667
Mínimo	15	1.15
Máximo	54.9	24.533
Rango	39.9	23.383
1st Cuartil	24.967	8.733
3rd Cuartil	38.8	14.7
Rango Intercuartil	13.833	5.967
C.V	28%	31%

La figura 3 conocida como Box-Whisher Plot se observar fácilmente como se encuentran distribuidas las medidas de tendencia central para el tiempo necesario para llenar una canasta. El comportamiento refleja que el nuevo sistema permite llenar una canasta en menos tiempo que el sistema tradicional, haciendo la operación más eficiente. El Anexo x muestra una explicación profunda de cada uno de los componentes del Box-Whisher Plot. Llenar una canasta de dos toneladas (Minutos)

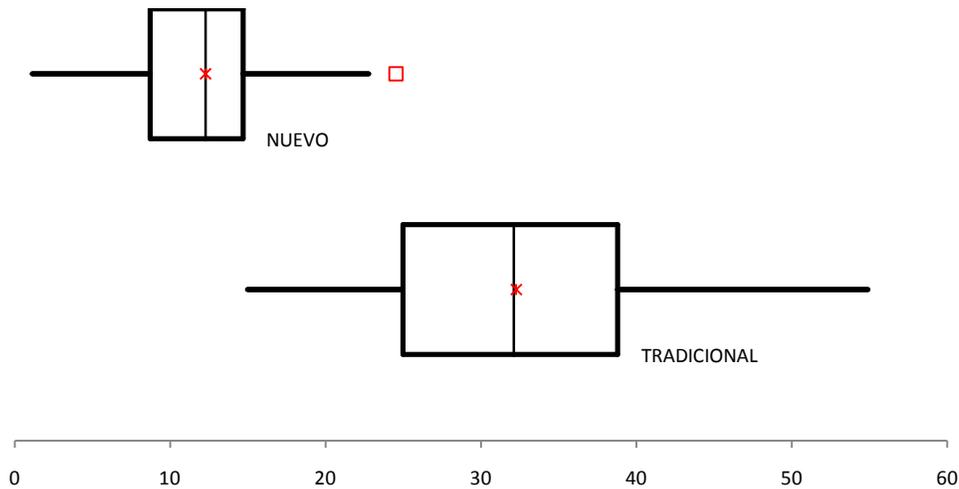


Figura 3. Análisis gráfico para el tiempo en minutos para llenar una canasta de dos toneladas bajo dos diferentes sistemas de recolección

### 4.3 TIEMPO EN ENCONTRAR RACIMOS

Este tiempo es importante debido a que el nuevo sistema consta de una marcación previa de las plantas que tienen racimos listos para la cosecha. Bajo el sistema tradicional esto las personas deben estar buscando racimos que estén listos para cosecha y esto hace perder mucho tiempo.

Los datos recopilados en campo para el análisis estadístico del tiempo en encontrar racimos fueron en el sistema tradicional 3,643 repeticiones y en el nuevo sistema 2,978 repeticiones.

El cuadro 3 muestra que con el método de la marcación previa, el encontrar los racimos aptos para cosechar se vuelve más fácil de localizar, ya que las personas van directamente a donde está la marca y no tiene que estar buscando racimos para luego cosecharlos, esto se evidencia en el tiempo promedio necesario para encontrar el racimo, el cuál es menor en el nuevo sistema (0.1869 minutos) que el tiempo necesario utilizando el sistema tradicional (0.7410 minutos), logrando así ser más eficientes en el proceso. Además se observa que utilizando el nuevo sistema el proceso se hace más estándar (menor varianza en el nuevo sistema que en el tradicional). La variación en ambos modelos está por debajo del 40%, lo que implica que los datos del muestreo pueden representar el comportamiento de toda la cosecha.

Cuadro 3. Análisis estadístico para el tiempo en minutos para encontrar racimos óptimos para la cosecha.

	SISTEMA	
	TRADICIONAL	NUEVO
Media	0.6272	0.1484
Varianza	0.0604	0.0028
Desviación Estándar	0.2457	0.0531
Mediana	0.6000	0.1333
Moda	0.3167	0.1000
Mínimo	0.3167	0.1000
Máximo	1.1667	0.2667
Rango	0.8500	0.1667
1st Cuartil	0.4000	0.1000
3rd Cuartil	0.8333	0.2000
Rango Intercuartil	0.4333	0.1000
C.V	39%	36%

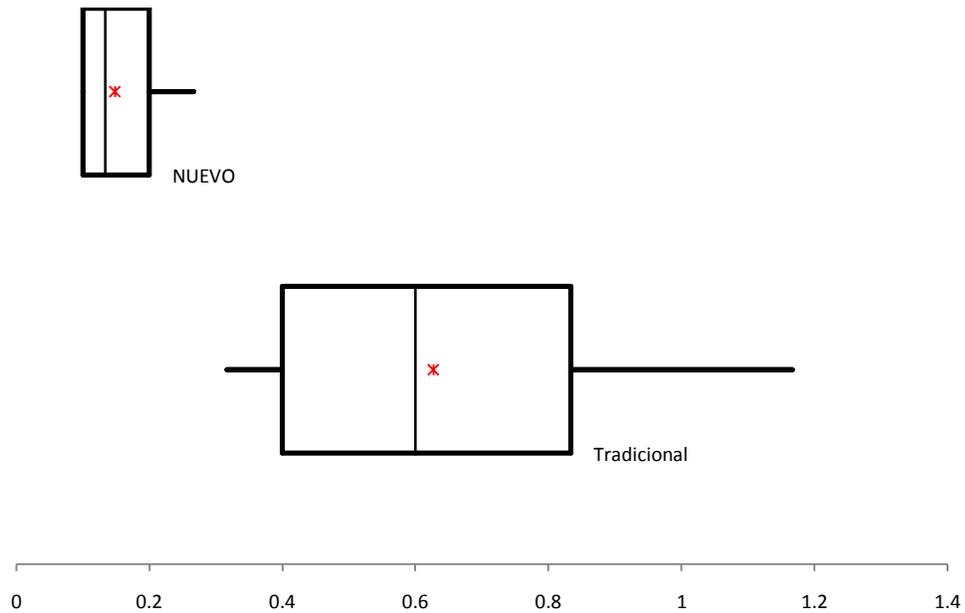


Figura 4. Análisis gráfico para el tiempo en minutos para encontrar racimos óptimos para la cosecha.

En el Box-Whisker Plot se observa claramente que el utilizar el nuevo sistema de cosecha, se reduce el tiempo para encontrar un racimo, haciendo el proceso más eficiente.

#### 4.4 RACIMOS COSECHADOS

Los racimos cosechados nos dan la eficiencia de los trabajadores por día, comparando el sistema tradicional con nuevo sistema. Los datos recopilados en campo para el análisis estadístico del total de racimos cosechados por día fueron para el sistema tradicional 204 repeticiones y en el nuevo sistema 68 repeticiones. El cambio es debido a que el sistema tradicional se obtiene los datos de 3 fincas y el nuevo sistema de solo una finca.

Cuadro 4. Análisis estadístico para los racimos cosechados por día para cada uno de los sistemas.

	Sistema	
	Tradicional	Nuevo
Media	636.32	924.54
Varianza	52386.66	51506.76
Desviación Estándar	228.88	226.95
Mediana	625	900
Moda	600	1230
Mínimo	90	610
Máximo	1437	1690
Rango	1347	1080
1st Cuartil	473	750
3rd Cuartil	750	988
Rango Intercuartil	277	238
C.V	35.00%	24.00%

Con el nuevo sistema se cosechan 924.54 racimos promedio por día con el sistema tradicional 636.32, siendo más eficiente el nuevo sistema. La variación en ambos modelos está por debajo del 40%, lo que implica que los datos del muestreo pueden representar el comportamiento de toda la cosecha.

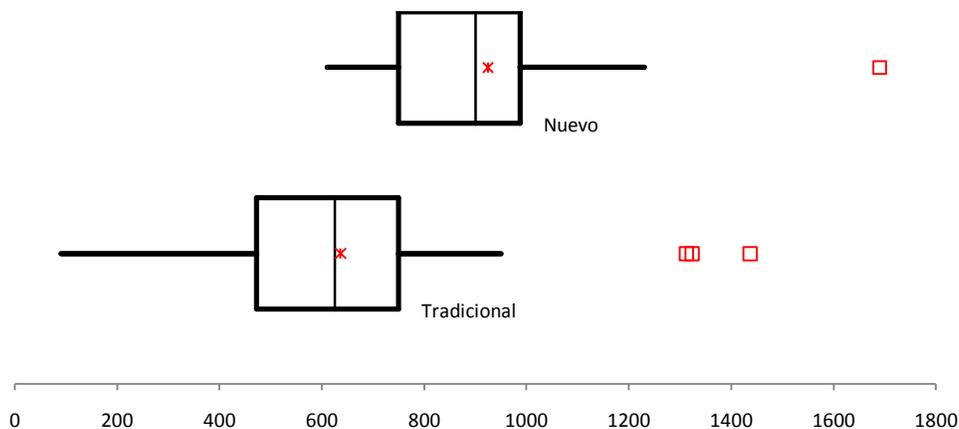


Figura 5. Análisis gráfico para el tiempo en minutos para encontrar racimos para la cosecha.

En el Box-Whisker Plot se observa claramente que el utilizar el nuevo sistema de cosecha, aumentan los racimos cosechados por día, haciendo el proceso más eficiente. Con el nuevo sistema se obtienen datos más agrupados, logrando mayor control en la cosecha.

#### 4.5 HECTÁREAS RECORRIDAS

Con las hectáreas recorridas podremos determinar si los surcos alternos y la marcación previa del nuevo sistema harán que los trabajadores recorran menos hectáreas y así poder abrir el ciclo de cosecha para lograr disminuir costos de producción. Para determinar las hectáreas recorridas se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Hectárea recorrida} = \frac{\text{número de palmas recorridas}}{143 \text{ palmas por hectárea}}$$

Los datos recopilados en campo para el análisis estadístico del total de hectáreas recorridas por día fueron en el sistema tradicional 204 repeticiones y en el nuevo sistema 68 repeticiones. El cambio es debido a que el sistema tradicional se obtiene los datos de 3 fincas y el nuevo sistema de solo una finca.

En el cuadro 5 se determina estadísticamente que el nuevo sistema de surcos alternos y marcación previa, proporcionan mayor facilidad para el obrero, ya que recorren menos hectáreas para cosechar racimos, abren el ciclo de producción y así se logran disminuir costos de cosecha. La variación en ambos modelos es similar y por debajo del 40%, lo que implica que los datos del muestreo pueden representar el comportamiento de toda la cosecha.

Cuadro 5. Análisis estadístico para las hectáreas recorridas por día con los dos diferentes sistemas de recolección.

	SISTEMA	
	Tradicional	Nuevo
Media	20.749	13.23
Varianza	33.443	13.778
Desviación Estandar	5.783	3.712
Mediana	20.21	13.14
Moda	20.21	8.392
Mínimo	8.392	6.294
Máximo	34.839	21.119
Rango	26.448	14.825
1st Cuartil	16.853	11.699
3rd Cuartil	23.832	14.748
Rango Intercuartil	6.979	3.049
C.V	27%	28%

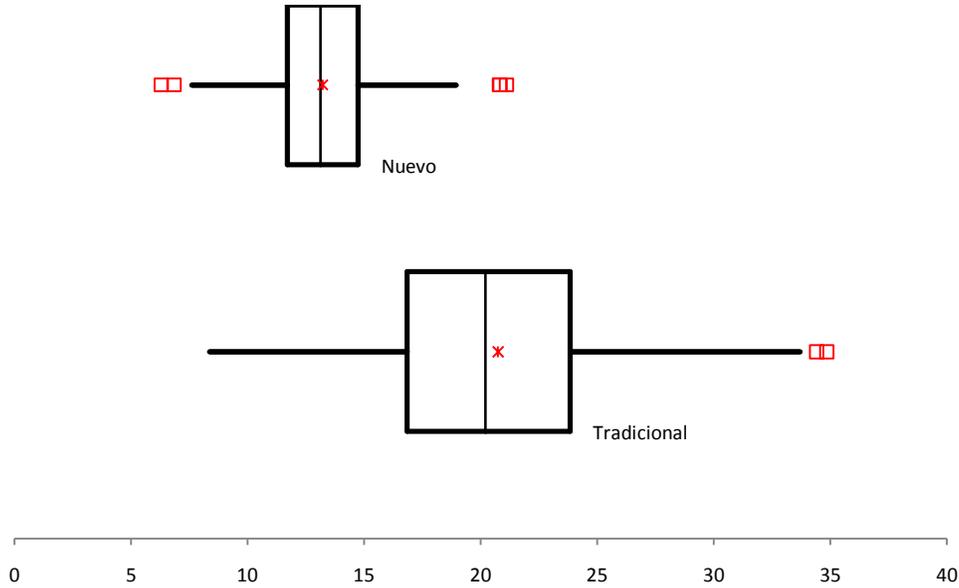


Figura 6. Hectáreas recorridas.

Como se muestra en el Box-Whisker Plot los trabajadores recorren menos hectáreas para cosechar más racimos, esto se debe a que el nuevo sistema se vuelve más eficiente por la marcación previa de las plantas con racimos y al método de colecta de surcos alternos.

#### 4.6 COSTO POR HECTÁREA POR MES

Se determinó el costo por hectárea por mes debido a que en la palma africana se hacen ciclos de cosecha para esto para reducir el fruto verde en campo, bajo el sistema tradicional el ciclo es de cada 14 días, (esto se refiere a que cada 14 días se va pasar por un área específica para cosechar); con el nuevo sistema el ciclo se abre a cada 25 días, así logrando mayor eficiencia de los trabajadores, y disminuyendo costos de cosecha.

El costo de por hectárea por mes se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por hectárea por mes} = \text{total mano de obra} * \text{suelo minimo} * \frac{\text{horas trabajadas}}{\text{hectáreas recorridas}}$$

El cuadro 7 muestra el análisis estadístico del costo por hectárea por mes en quetzales de dos sistemas de cosecha. Se observa que cosechar con el nuevo sistema, resulta en un costo promedio de Q 38.14 /ha/mes y con el sistema tradicional un costo promedio de Q 47.35 /ha/mes. Lo anterior evidencia que utilizar el nuevo sistema permite ahorros promedio por concepto de cosecha de Q 9.21 /ha /mes. Al mismo tiempo se observa que con el nuevo sistema existe menor variación en el costo promedio por hectárea (desviación estándar menor que la obtenida con el sistema tradicional). La variación en ambos modelos es similar y por debajo del 40%, lo que implica que los datos del muestreo pueden representar el comportamiento de toda la cosecha.

Cuadro 6. Análisis estadístico para el tiempo en minutos para llenar una canasta de dos toneladas bajo dos diferentes sistemas de recolección.

	Sistema	
	Tradicional	Nuevo
Media	47.35	38.14
Varianza	179.81	113.16
Desviación estándar.	13.41	10.64
Median	45.51	37.72
Moda	47.02	26.17
Máximo	21.09	17.39
Mínimo	83.19	59.08
Rango	62.09	41.69
1st Cuartil	36.83	30.33
3rd Cuartil	55.07	46.79
Rango Intercuartil	18.24	16.47
C.V	28%	27%

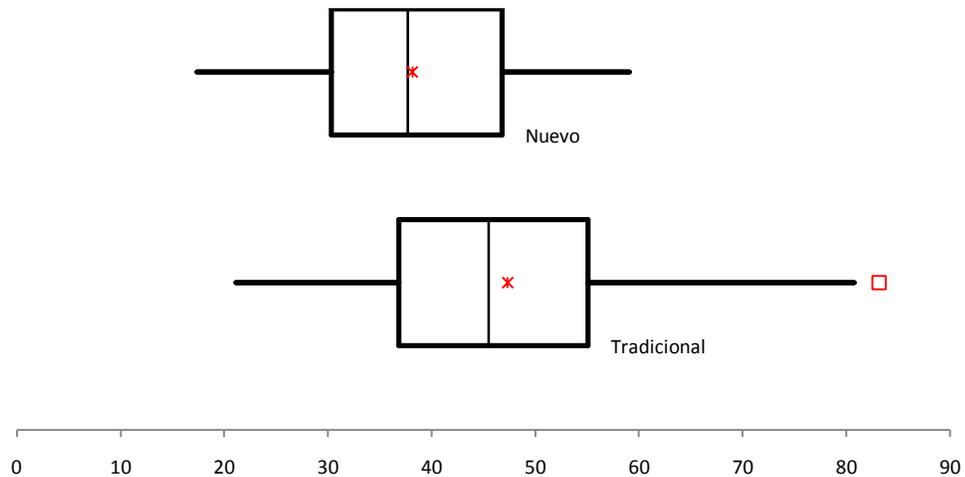


Figura 7. Análisis gráfico para la comparación en costos por hectárea por mes en cosecha para los dos sistemas de cosecha.

La figura anterior muestra el Box-Whisker Plot de las medidas de tendencia central para el costo por mes de cosechar una hectárea. Se observa claramente que el costo promedio al utilizar el nuevo sistema es menor que el costo promedio resultante de utilizar el sistema tradicional.

## 5. CONCLUSIONES

- Con base en el flujo de procesos se determinó que con el nuevo sistema se reducen dos variables: tiempo en llevar racimo de extremo a centro frutero y tiempo en llevar racimos de medios a centro frutero, lo que determina más eficiente al nuevo sistema en cuanto a movimientos.
- Se realizó un diagnóstico del sistema tradicional de cosecha de palma africana (*Elaeis Guineensis*) en las fincas Rio Zarca, Pataxte, Chabiland y Chapin. Con base en el diagnóstico realizado se determinó que existe un amplio margen de mejora en el sistema tradicional.
- Se seleccionaron dos sistemas alternativos para ser comparados con el sistemas tradicional en las fincas de la empresa INDESA, estos métodos fueron surcos alternos y marcación previa.
- El formato determinado proporciona 21 distintas variables con las cuales se lograron obtener nuevos datos para una comparación más exacta. Se compararon ambos sistemas, los datos más significativos y en los cuales se indago fueron: tiempo en llenar una canasta, tiempo en encontrar racimos, racimos cosechados por día, hectáreas recorridas por día, costo de cosecha por mes.
- Se recopilaron datos en campo con el sistema tradicional y con el nuevo sistema, la finca seleccionada para la medición de los datos con el nuevo sistema fue la finca Chapin.
- Se determinó que el sistema idóneo para la cosecha de palma africana en la empresa Inversiones de Desarrollo S.A. es el nuevo sistema propuesto, ya que en todas las áreas indagadas es más eficiente que el método tradicional y los costos de cosecha por hectárea por mes se redujeron en Q9.21 por hectárea por mes.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Debido a que la finca Chapín fue la finca utilizable para el nuevo sistema y este obtuvo mejores resultados en cuanto a eficiencia en tiempos y en costos, adaptar el sistema de surcos alternos y marcación previa a las demás fincas de la empresa Inversiones de Desarrollo S.A.
- Realizar el diagnóstico de cosecha durante todos los meses del año para lograr datos más exactos.

## **7. LITERATURA CITADA**

Facultad de Agronomía, UVC. 2001 Palma aceitera africana. (En línea) Venezuela.  
Consultado el 4 de sep. 2010 Disponible en:  
<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/seguncuentr/rsalas.htm>

Deposito de documentos de la FAO. 2006. Costos de producción. (En línea) Costa Rica.  
Consultado el 16 sep. 2010 Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm>

Mi tecnológico, 2009. Estudio de movimientos. (En línea) México.  
Consultado el 17 sep. 2010 Disponible en:  
<http://www.mitecnologico.com/Main/4DefinicionEstudioDeMovimientosYEstudioDeTiempos>

ESADO, 2000. Estadística, medidas de tendencia, dispersión central. (En línea) España.  
Consultado el 23 sep 2010 Disponible en:  
<http://tgrajales.net/tendencial.pdf>

