

Identificación de palmas de aceite con racimos maduros antes de la cosecha. El caso de palma en estados tempranos de desarrollo

Identification of Oil Palms with Ripe Bunches Before the Harvest.

The Case of Oil Palm in Early Stages of Development

AUTORES

Mauricio Mosquera Montoya

Economista. MSc.
Economía Agraria.
Investigador Asociado Cenipalma.
mmosquera@cenipalma.org

Carlos Andrés Fontanilla Díaz

Ingeniero de Producción
Agroindustrial.
Investigador Auxiliar Cenipalma.

Ricardo Martínez Becerra

I.A. Agrónomo.
PhD Estadística. Profesor Titular
Universidad Nacional.
Asesor Cenipalma

Palabras CLAVE

Optimización,
Estudio de tiempos y movimientos.

Optimization,
Study of times and movements

Recibido: 6 marzo 2008
Aceptado: 17 marzo 2008

Resumen

Este artículo presenta los resultados de un estudio llevado a cabo en una plantación de palma de aceite en el municipio de Barrancabermeja (Colombia). Su principal objetivo fue el de comparar mediante un análisis de tiempos y movimientos, la factibilidad de implementar una modificación al proceso de cosecha de palma en estados tempranos de desarrollo (edades de tres y cuatro años). La modificación consistió en identificar las palmas de aceite que tenían racimos maduros antes de la cosecha, con el fin de disminuir el tiempo gastado por el cosechero en la búsqueda de racimos en el campo. La meta era mejorar el número de racimos cosechados por trabajador. Los resultados obtenidos muestran que es posible incrementar en 71% el número de racimos cosechados, pero que no es rentable si no se ajusta el pago por el corte de racimos de acuerdo con el incremento en la eficiencia.

Summary

This paper presents the results of a study carried out in an oil palm plantation in the municipality of Barrancabermeja (Colombia). The main objective of this study was to compare through a time and motion study, the feasibility of implementing a modification to the harvest process for oil palm in early stages of development (ages between three and four years). The modification consisted in identifying oil palms with ripe bunches before the harvest, in order to diminish the time spent by the harvester on searching for ripe bunches in the field. The goal was to improve the number of bunches harvested per worker. The results obtained show that it is possible to increase in 71% the number of harvested bunches, but that it is not profitable if the payment for cutting bunches is not adjusted accordingly to the raise in efficiency.

Introducción

El costo de producción del aceite de palma colombiano es alto con respecto al de los países líderes de la agroindustria. Uno de los factores que lo afectan es el mayor precio de la mano de obra en Colombia, con respecto al de los países asiáticos (Fry, 2007). Es muy importante destacar que el valor promedio del jornal en la agroindustria de la palma de aceite es de 26.000 pesos colombianos de 2005 (Fedepalma, 2006), bastante superior al promedio que se paga a trabajadores de otras actividades del agro en Colombia (13.000 pesos). Es decir que la agroindustria puede sentirse orgullosa porque en materia social ha logrado brindar condiciones dignas para las personas que a ella se vinculan (Mosquera y García, 2005).

Sin embargo, con el área sembrada actualmente en Colombia, se tendrá suficiente producción de aceite de palma para abastecer la demanda tradicional de la industria transformadora y la de uso para biocombustibles, lo cual implica que existirá un remanente para la exportación. Por ello, cada hectárea que se siembre en adelante en el país, debe producir aceite de bajo costo y buena calidad.

Es claro entonces que una opción para generar mayor impacto sobre el costo de la tonelada de aceite colombiano es maximizar el aprovechamiento de la inversión en mano de obra que hace el sector, mediante el estudio de alternativas que permitan lograr el incremento de su productividad. Ello es posible mediante dos instrumentos de análisis denominados *estudio de tiempos y estudio de movimientos*, con los cuales se establecen tiempos estándar¹ y métodos específicos de trabajo que propenden por reducir el costo de producción, mediante la eliminación de procesos innecesarios y la optimización de las capacidades de los trabajadores.

Debido a que la cosecha participa con 12% del costo total de una tonelada de aceite (segundo rubro en importancia) y a que la labor de cosecha es intensiva en mano de obra, se consideró importante validar los resultados obtenidos en el estudio de tiempos y movimientos para la cosecha en la Zona Oriental (Mosquera y Fontanilla, 2006), en el cual se introdujo una modificación al método de cosecha (la marcación

de palmas con racimos maduros previa a esta labor), con la cual se logró reducir el costo de cosechar una tonelada de fruto en 2.500 pesos de 2004.

La modificación al proceso de cosecha consiste en que el día anterior a esta actividad, 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. Esta modificación del trabajo induce reducciones del tiempo de búsqueda de racimos en el lote, entre el 15 y 60% de la jornada (Morales, 1999; Mosquera y Fontanilla, 2006), dependiendo de la cantidad de racimos que haya en este, puesto que al existir una mayor cantidad de racimos en el lote, se disminuye la distancia para encontrar un racimo y, por tanto, el tiempo de búsqueda.

En este artículo se presentan los resultados de un estudio llevado a cabo en la Zona Central, en el cual se aplicó la modificación del proceso de cosecha, mediante la marcación de palmas con racimos maduros antes de la cosecha para palma joven. Estudio que en el contexto actual de la agroindustria en el país, es de enorme importancia, ya que en la actualidad están en fase improductiva alrededor de 150.000 ha y ellas van a requerir métodos eficientes de cosecha.

En síntesis, el objetivo de este trabajo fue comparar técnica y económicamente dos métodos de cosecha en palma joven. El del Campo Experimental El Palmar de La Vizcaína (Municipio Barrancabermeja, en Santander), en adelante La Vizcaína y el de marcación previa a la cosecha de palmas con racimos maduros, en adelante Marcación. Ambos implementados bajo las mismas condiciones.

Métodos

Se estudiaron los macro movimientos del proceso de cosecha, mediante el método de observación directa continua, cronometrando los tiempos de duración de los elementos del proceso de corte, recolección y marcación. Para comparar la eficiencia del método de marcación con el de La Vizcaína, en diferentes etapas

1. Tiempo estándar: es el tiempo requerido para llevar a cabo una labor de manera cómoda para un operario promedio, con la capacitación necesaria y un desempeño normal. (Niebel y Freivalds, 2004).

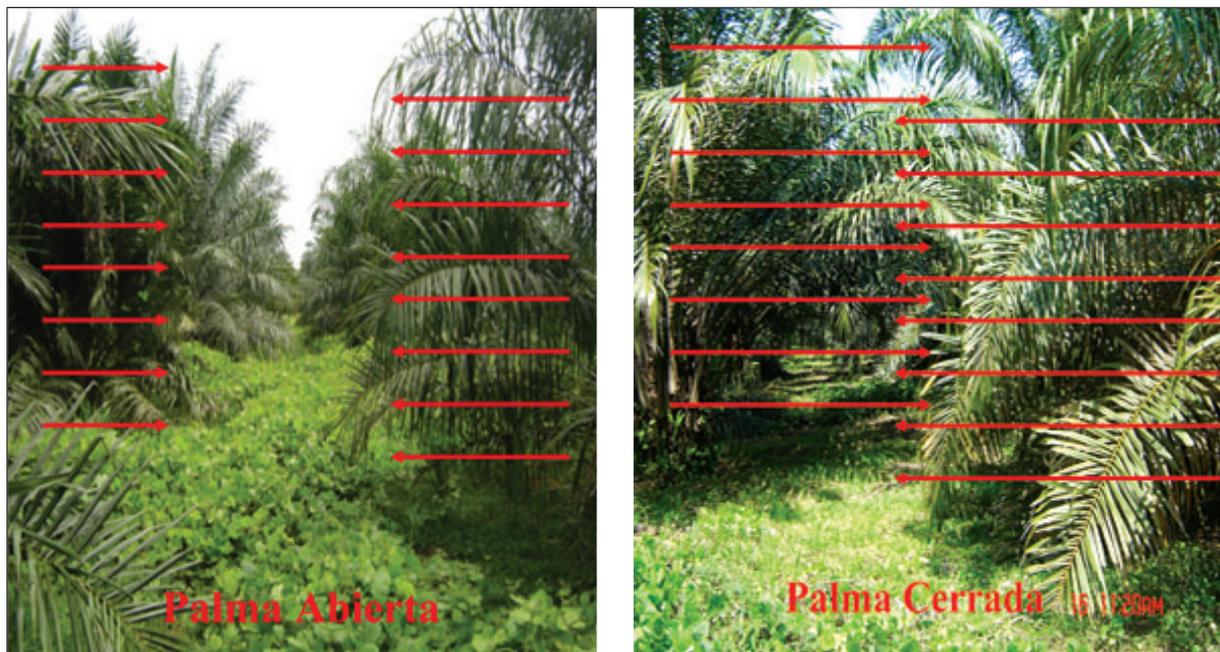


Figura 1. Macro movimientos del proceso de cosecha, mediante el método de observación directa continua.

de la juventud de la palma, se trabajó en lotes con palma joven, cosechados con palín, discriminando dos edades, de acuerdo con la elongación presentada por sus hojas (Figura 1). Los lotes se clasificaron en palma abierta y en palma cerrada. Palma abierta corresponde a siembras 2004, donde las hojas de las palmas no se han alargado lo suficiente como para entrecruzarse; por su parte, palma cerrada corresponde a siembras 2003, donde las hojas están entrecruzadas, y disminuyen la movilidad y la visibilidad dentro del lote.

Se establecieron parámetros adicionales de medición que incluyen criterios de madurez, calidad de la labor y altura de la cobertura vegetal (Kudzú).

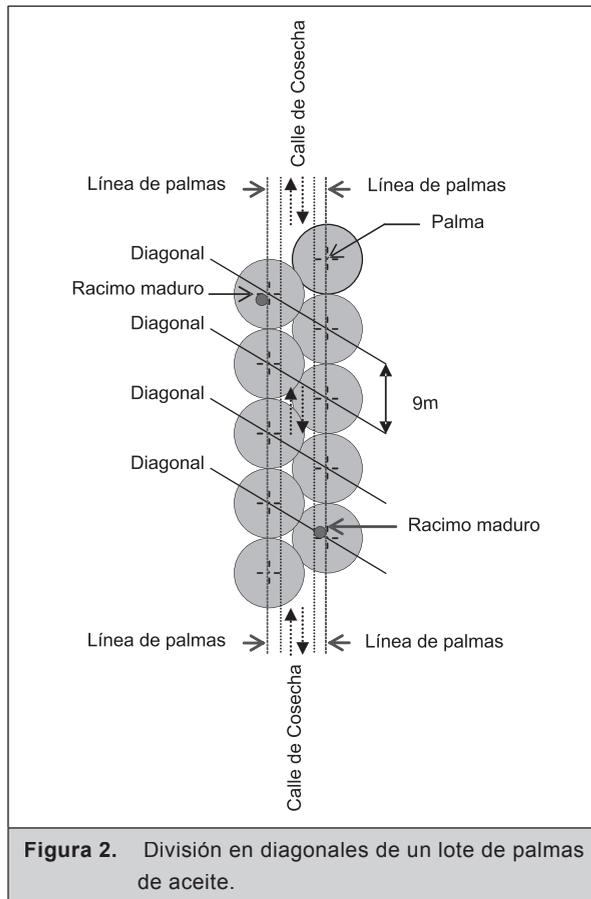
El seguimiento de las labores se hizo a una cuadrilla de dos integrantes (cortador y recolector), que trabajó con los dos métodos de cosecha. Los integrantes de la cuadrilla estaban en condiciones de buena salud, edad entre 25 y 30 años, talla mediana y rendimientos promedio en lo que concierne a número de racimos cosechados por jornada, lo cual se verificó con los datos históricos de pago a las cuadrillas.

La selección del marcador de racimos para este estudio estuvo a cargo de la plantación y se estableció que la persona encargada de los censos de producción fuese quien llevara a cabo la labor.

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 de esa distancia: la diagonal.

Por lo general, en los lotes de palma de aceite, las plantas son sembradas a una distancia de nueve metros (tres bolillos), 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 (Figura 2).

Para registrar el tiempo de desplazamiento del cortador, fue necesario encontrar una unidad de medida que describiera la distancia existente entre palmas con racimos maduros. Si se tomaba el número de palmas como unidad de medida, se corría el riesgo de que las distancias variaran, cuando sobre la misma calle de cosecha se pasara a cosechar de una línea de palmas a la otra. Por esta razón, se decidió utilizar las diagonales como unidad de medida, ya que entre diagonales siempre iba a existir una distancia uniforme de nueve metros. De esta manera, se cuentan las diagonales existentes



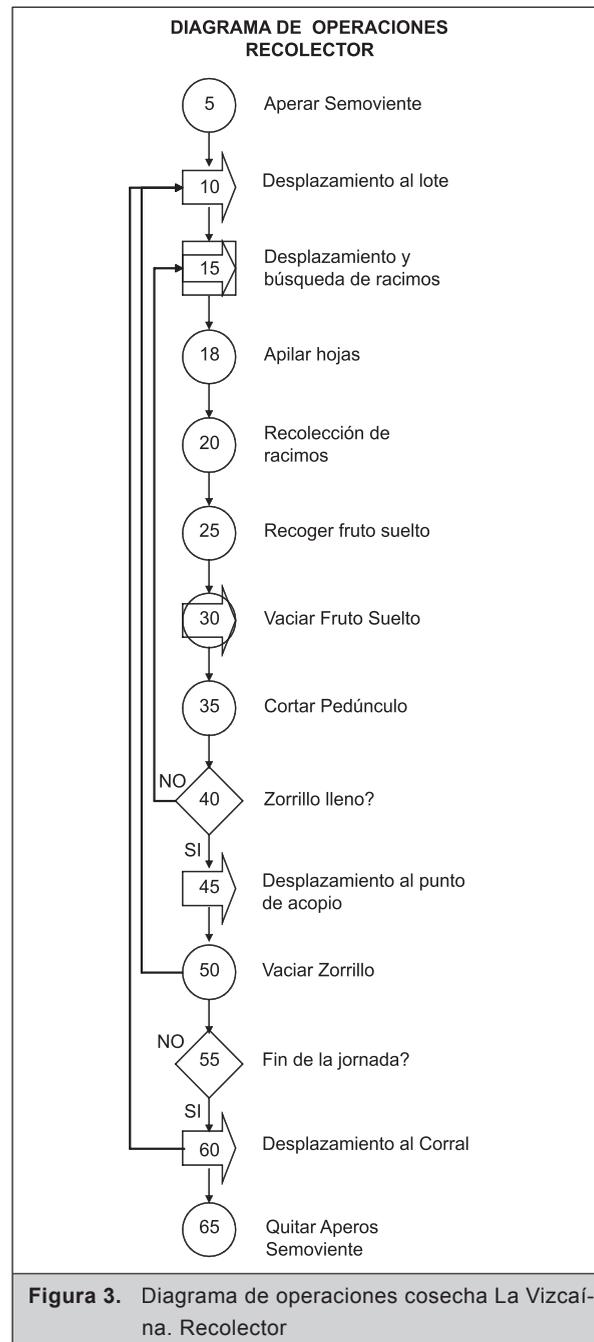
entre una palma con racimo maduro y la siguiente. Como ejemplo, en la Figura 2, se observa que hay una distancia de tres diagonales entre palmas con racimo maduro.

Diagnóstico operativo del sistema de cosecha en el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína

Antes de iniciar el estudio de tiempos y movimientos se realizó un análisis del método de cosecha La Vizcaína. Durante una semana, se observó el trabajo de cinco cuadrillas de cosecha, con el fin de establecer la dinámica operativa de los subprocesos de corte y recolección de fruto (Figuras 3 y 4).

Implementación del sistema de Marcación de racimos en El Campo Experimental Palmar de La Vizcaína

Se elaboraron 600 marquillas con tela impermeable y reflectiva de color naranja (4x30cm) que se adaptaban a amarres de alambre para tejas (Figura 5).



Se llevaron a cabo varias actividades con el fin de implementar el método a probar (Marcación) en el Campo Experimental. Una de ellas fue la de instruir al marcador de racimos, en la manera como debía desplazarse dentro del lote (en zig-zag revisando la parte posterior de las palmas), el día anterior a la cosecha, buscando racimos maduros y marcando aquellas palmas en las que los encuentre. La ubicación de la marquilla se hacía en la parte interna de las hojas que

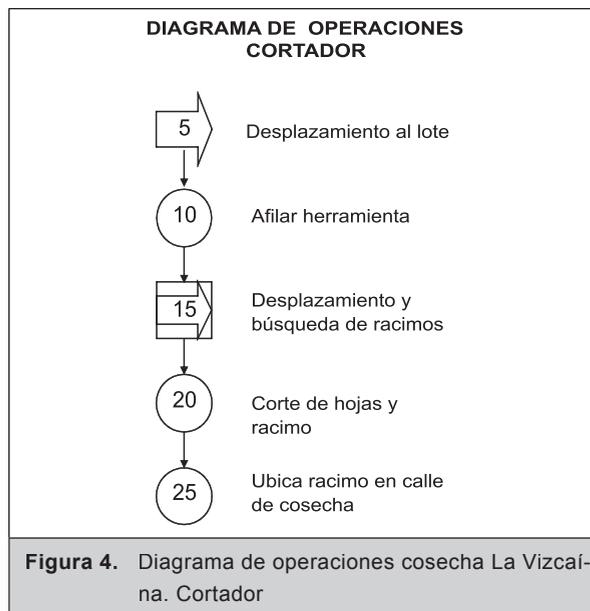


Figura 5. Marquillas.

se extienden sobre la calle de cosecha. Cabe anotar que por ser palma joven, se realizaron jornadas de

identificación de las calles de cosecha, ya que a esta edad no están bien definidas.

Finalmente se instruyó al personal de cosecha en la manera de desplazarse dentro del lote. En el caso del cortador, el desplazamiento deja de ser en zig-zag y se realiza en línea recta buscando las palmas marcadas. En el caso del recolector, también se realiza en línea recta buscando marquillas y racimos ubicados sobre la calle de cosecha

Para garantizar que la Marcación fuera adoptada de forma acertada se hizo seguimiento diariamente, durante dos semanas a cada uno de los operarios, y se verificó la correcta aplicación del método. Se marcaron 150 racimos diarios, en lotes con palma abierta y palma cerrada alternativamente. El resultado de esta etapa es la documentación de los procesos de cosecha con el método de marcación previa de palmas con racimos maduros para cada operario involucrado en el estudio (Figuras 6, 7 y 8).

Estudio de tiempos con cronómetro

Durante el estudio de tiempos con cronómetro se alternó el uso de los métodos en las dos edades de palma joven (tres y cuatro años), durante un periodo de 16 semanas. Todos los días se hicieron las mediciones respectivas de tiempos por subproceso. Durante este periodo, se obtuvieron 17.700 registros de tiempo (Tabla 1) y adicionalmente, se recolectaron 29.000 datos que permitieron clasificar la información y enriquecer el análisis de los métodos.

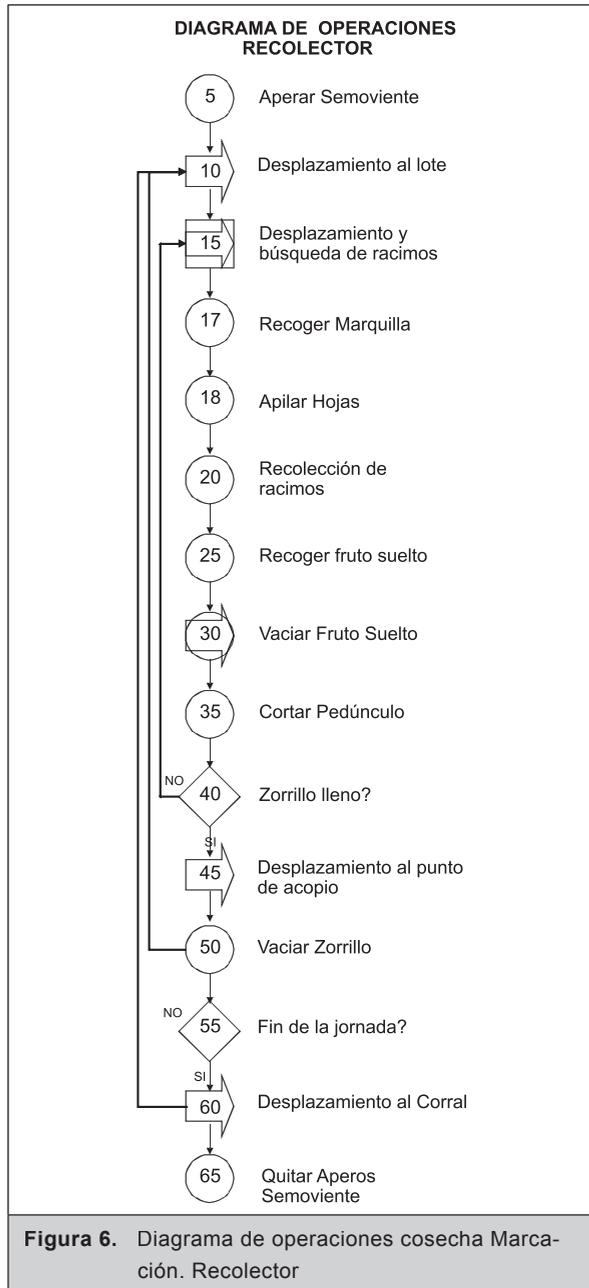
Resultados

Tiempos estándar de cosecha

Con la información obtenida del estudio de tiempos con cronómetro fue posible obtener los tiempos estándar para cada subproceso de cosecha. Inicialmente, se descartaron los registros de tiempo considerados extraños², posteriormente, los registros de tiempo fueron filtrados con intervalos de confianza del 95%, y finalmente, a estos tiempos promedios o normales obtenidos les fueron sumados los suplementos (fatiga por peso y calor y suplementos normales)³.

2. Elemento extraño: se refiere a un registro que no se puede tener en cuenta porque durante la operación se realizó otra actividad diferente a esta, aumentando así el tiempo registrado.

3. Suplementos: porcentaje de tiempo que se adiciona al tiempo normal para conseguir el tiempo estándar, con el objetivo de involucrar el tiempo adicional que se genera en una jornada de trabajo, bien sea por agotamiento o por las necesidades básicas que se puedan presentar durante la



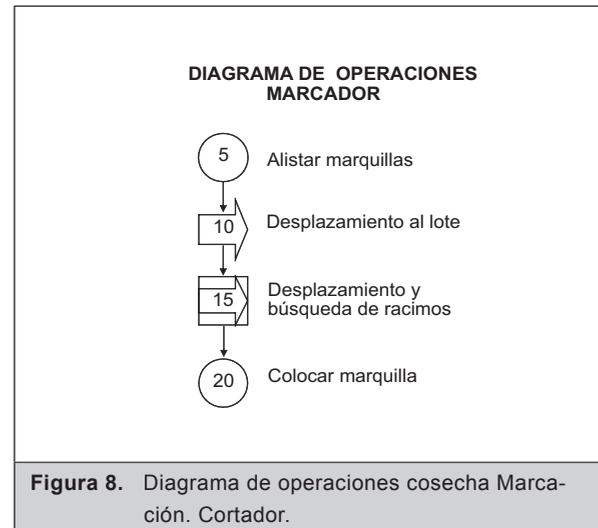
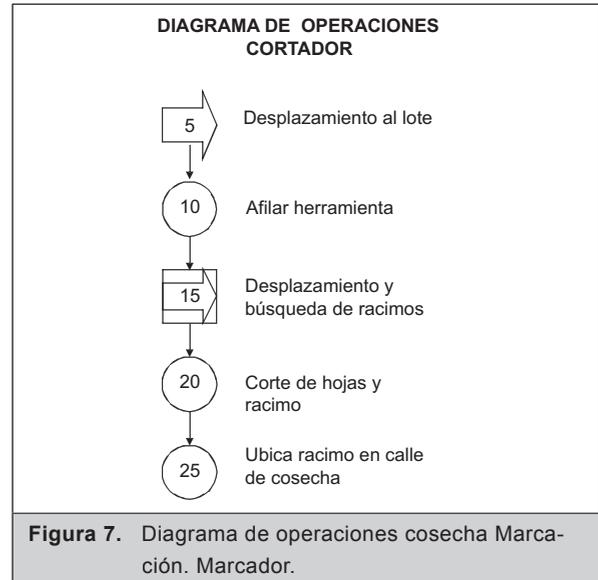
Recolección

Los tiempos estándar del recolector para una jornada de ocho horas y una densidad de racimo⁴ del 20% (Tablas 2 y 3).

Cabe destacar que el número de veces en las que el recolector corta el pedúnculo se considera como el

jornada (Meyers, F. 2000). Los tiempos estándar calculados incluyen suplementos del 78% y 77% para el recolector en palma cerrada y palma abierta, respectivamente. Para el caso de la labor de corte, los suplementos calculados fueron del 80% en ambos casos (palma abierta y palma cerrada).

4. Densidad de racimo = palmas con racimo / total palmas.



número de racimos recolectados. La diferencia entre los dos métodos de cosecha para el recolector está en la inclusión de un nuevo subproceso (recoger marquilla). Sin embargo, al analizar estadísticamente los registros de tiempo, se llegó a la conclusión de que el tiempo de operación del recolector de fruto no se ve afectado. Lo anterior se debe a que dado el tamaño y bajo peso de los racimos, estos se pueden recoger en el balde de recolección de fruto suelto o pueden ser lanzados desde el plato de la palma hacia el zorrillo mientras se recoge el fruto suelto, sin la necesidad de incurrir en desplazamientos adicionales.



Tabla 1. Registros de tiempo obtenidos					
Operario	Edad de Palma	Método cosecha	Ciclos**	Elementos /Ciclo**	Total Registros de tiempo
Cortador	Abierta	La Vizcaína	420	3	1.260
		Marcación	401	3	1.203
	Cerrada	La Vizcaína	568	3	1.704
		Marcación	500	3	1.500
Subtotal				1.889	5.667
Recolector	Abierta	La Vizcaína	239	6	1.434
		Marcación	434	7	3.038
	Cerrada	La Vizcaína	516	6	3.096
		Marcación	385	7	2.695
Subtotal				1.574	10.263
Marcador	Abierta	Marcación	398	2	796
	Cerrada	Marcación	471	2	942
Subtotal				869	10738
Total				4.332	17.668

** Ciclo: Consiste en el conjunto de operaciones o actividades que más se repiten en un subproceso

Tabla 2. Tiempo estándar. Recolector palma abierta							
Recolector Palma Abierta		LV			MR		
Actividad	Descripción de la Actividad	TOP (min)	%	No. veces	TOP (min)	%	No. veces
5	Aperar semoviente	9	2	1	9	2	1
10	Desplazamiento al lote	21	4	4	21	4	4
15	Desplazamiento y búsqueda de racimos y hojas podadas	109	23	346	105	22	352
17	Recoger marquilla	0	0	N/A	0	0	177
18	Recoger hojas y apilarlas en palera	0	0	N/A	0	0	N/A
20	Recoger racimo e introducirlo en el zorrillo	0	0	175	0	0	177
25	Recoger fruto suelto, racimo y marquilla	219	46	175	222	47	177
30	Vaciar fruto suelto en el zorrillo	40	8	175	41	9	177
35	Cortar pedúnculo	36	8	175	37	8	177
45	Desplazamiento al punto de acopio	6	1	3	6	1	3
50	Vaciar fruto en punto de acopio	16	3	3	16	3	3
60	Desplazamiento a bufalera	15	3	1	15	3	1
65	Desaperar semoviente	6	1	1	6	1	1
Total		478	100		478	100	

LV: La Vizcaína

MR: Marcación

TOP: Tiempo de operación expresado en minutos

No. de veces: Cantidad de veces que realiza la actividad en una jornada laboral

De igual manera, se aprovecha el tiempo de pepeo⁵ para recoger la marquilla y una vez se termina de recoger el fruto suelto, se deposita en el zorrillo al mismo tiempo que vacía el balde con el fruto suelto. Es por esta razón, que en las tablas de los tiempos

estándar del recolector no se tiene en cuenta ni el tiempo de recolección de la marquilla, ni el tiempo de recolección del racimo. De otra parte, el recolector está en capacidad de cubrir 4,8 has en palma abierta y 4,5 has en palma cerrada.

5. Pepeo: recolección de fruto suelto.

Tabla 3. Tiempo estándar. Recolector palma cerrada

Recolector Palma Cerrada		LV			MR		
Actividad	Descripción de la Actividad	TOP (min)	%	No. veces	TOP (min)	%	No. veces
5	Aperar semoviente	9	2	1	9	2	1
10	Desplazamiento al lote	21	4	4	21	4	4
15	Desplazamiento y búsqueda de racimos y hojas podadas	111	23	323	108	23	326
17	Recoger marquilla	0	0	N/A	0	0	165
18	Recoger hojas y apilarlas en palera	57	12	327	58	12	330
20	Recoger racimo e introducirlo en el zorrillo	0	0	163	0	0	165
25	Recoger fruto suelto y racimo	182	38	163	183	38	165
30	Vaciar fruto suelto en el zorrillo	33	7	163	33	7	165
35	Cortar pedúnculo	23	5	163	23	5	165
45	Desplazamiento al punto de acopio	6	1	3	6	1	3
50	Vaciar fruto en punto de acopio	16	3	3	16	3	3
60	Desplazamiento a bufalera	15	3	1	15	3	1
65	Desaperar semoviente	6	1	1	6	1	1
Total		478	100		478	100	

LV: La Vizcaína

MR: Marcación

TOP: Tiempo de operación expresado en minutos

No. de veces: Cantidad de veces que realiza la actividad en una jornada laboral

Cuadrilla y división del trabajo

Una práctica muy afianzada en la agroindustria palmera colombiana es que cuando se trabaja en cuadrillas de cosecha (cortador y recolector), el cortador corta racimos, hasta que entiende que ya ha cortado los suficientes para garantizar el jornal propio y el de su compañero. En ese momento, deja de cortar y le colabora al recolector en su trabajo. Cuando esto ocurre, las horas hombre de recolección superan a las de corte en un día de trabajo (Tablas 4 y 5).

Al comparar las Tablas 2 y 3 con las Tablas 4 y 5 se aprecia que cuando el cortador ayuda a la labor de recolección, las horas hombre de recolección aumentan de 8 a 9,5 bajo el método La Vizcaína y de 8 a 10,3 bajo el de Marcación, para el caso de palma abierta. Entretanto, el aumento en las horas hombre de recolección para la palma cerrada se da al pasar de 8 a 9,2 horas bajo el método La Vizcaína y de 8 a 9,8, con el método de Marcación.

Es de esperar entonces, que estos aumentos en las horas hombre de recolección castiguen la labor de corte y por tanto la cantidad de racimos que poten-

cialmente pudieran ser cortados disminuya. Vale la pena recordar que la cantidad de racimos recogidos al final del día, va a corresponder al número de veces en que el recolector corta el pedúnculo. Adicionalmente, para el caso en el que el recolector es ayudado por el cortador el número de racimos cortados es igual al número de racimos recogidos.

Corte

A continuación se presentan los tiempos estándar del cortador para una jornada de ocho horas, es decir, que el cortador no deja de cortar en todo el día para una densidad de racimo del 20%, incluyendo los suplementos (Tablas 6 y 7).

Para el caso del cortador, la diferencia entre los dos métodos de cosecha radica en que con el método de cosecha Marcación, el tiempo de desplazamiento y búsqueda de racimos disminuye (Figuras 9 y 10), dado que busca racimos solamente en las palmas marcadas y no en todas las palmas del lote, como ocurre con el método La Vizcaína. Esta disminución de tiempo permite llegar a un mayor número de palmas con racimo.

**Tabla 4.** Tiempo estándar. Horas hombre de recolección y racimos recogidos en palma abierta

Recolector Palma Abierta		LV			MR		
Actividad	Descripción de la Actividad	TOP (min)	%	No. veces	TOP (min)	%	No. veces
5	Aperar semoviente	9	2	1	9	1	1
10	Desplazamiento al lote	21	4	4	21	3	4
15	Desplazamiento y búsqueda de racimos y hojas podadas	124	22	430	138	22	476
17	Recoger marquilla	0	0	N/A	0	0	241
18	Recoger hojas y apilarlas en palera	0	0	N/A	0	0	N/A
20	Recoger racimo e introducirlo en el zorrillo	0	0	221	0	0	241
25	Recoger fruto suelto, racimo y marquilla	277	48	221	302	49	241
30	Vaciar fruto suelto en el zorrillo	51	9	221	55	9	241
35	Cortar pedúnculo	46	8	221	50	8	241
45	Desplazamiento al punto de acopio	6	1	3	6	1	3
50	Vaciar fruto en punto de acopio	16	3	3	16	3	3
60	Desplazamiento a bufalera	15	3	1	15	2	1
65	Desaperar semoviente	6	1	1	6	1	1
Total		571	100		619	100	0

LV: La Vizcaína

MR: Marcación

TOP: Tiempo de operación expresado en minutos

No. de veces: Cantidad de veces que realiza la actividad en una jornada laboral

Tabla 5. Tiempo estándar. Horas hombre de recolección y racimos recogidos en palma cerrada

Recolector Palma Cerrada		LV			MR		
Actividad	Descripción de la Actividad	TOP (min)	%	No. veces	TOP (min)	%	No. veces
5	Aperar semoviente	9	2	1	9	2	1
10	Desplazamiento al lote	21	4	4	21	4	4
15	Desplazamiento y búsqueda de racimos y hojas podadas	126	23	383	135	23	415
17	Recoger marquilla	0	0	N/A	0	0	210
18	Recoger hojas y apilarlas en palera	69	12	394	73	12	421
20	Recoger racimo e introducirlo en el zorrillo	0	0	197	0	0	210
25	Recoger fruto suelto y racimo	219	40	197	234	40	210
30	Vaciar fruto suelto en el zorrillo	40	7	197	42	7	210
35	Cortar pedúnculo	28	5	197	29	5	210
45	Desplazamiento al punto de acopio	6	1	3	6	1	3
50	Vaciar fruto en punto de acopio	16	3	3	16	3	3
60	Desplazamiento a bufalera	15	3	1	15	3	1
65	Desaperar semoviente	6	1	1	6	1	1
Total		554	100		587	100	

LV: La Vizcaína

MR: Marcación

TOP: Tiempo de operación expresado en minutos

No. de veces: Cantidad de veces que realiza la actividad en una jornada laboral

Tabla 6. Diagrama de flujo de proceso. Cortador palma abierta

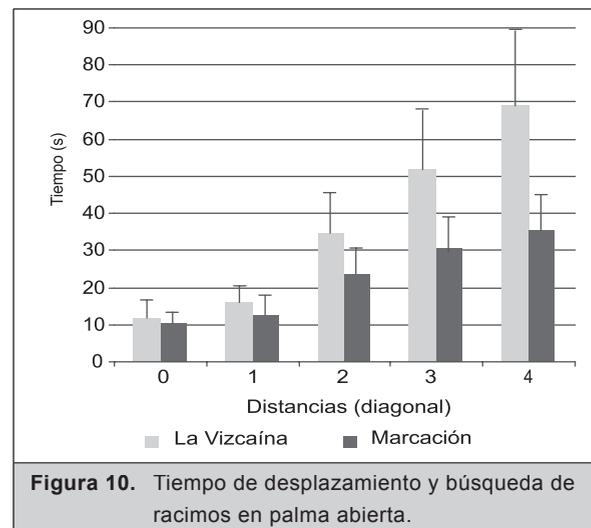
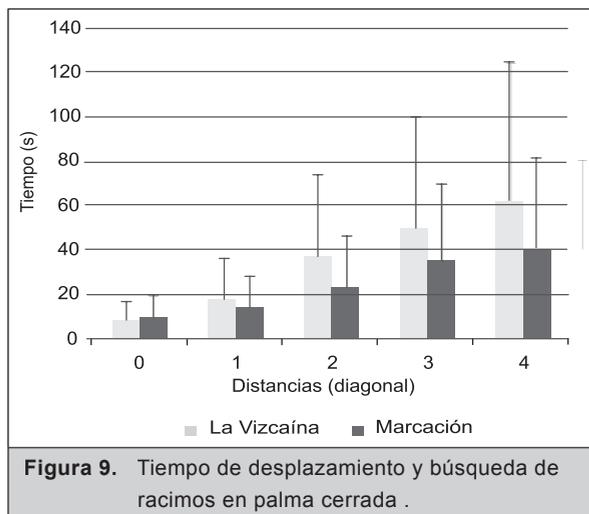
Cortador Palma Abierta		LV			MR		
Actividad	Descripción de la Actividad	TOP (min)	%	No. veces	TOP (min)	%	No. veces
5	Desplazamiento a lote	15	3	1	15	3	1
10	Preparar herramienta	45	9	6	45	9	6
15	Desplazamiento y búsqueda de racimo	260	54	594	226	47	745
20	Corte de hojas y racimo	102	21	939	123	26	1137
25	Ubicar racimo	58	12	313	71	15	379
Total		480	100		480	100	

LV: La Vizcaína
 MR: Marcación
 TOP: Tiempo de operación expresado en minutos
 No. de veces: Cantidad de veces que realiza la actividad en una jornada laboral

Tabla 7. Diagrama de flujo de proceso. Cortador palma cerrada

Cortador Palma Cerrada		LV			MR		
Actividad	Descripción de la actividad	TOP (min)	%	No. veces	TOP (min)	%	No. veces
5	Desplazamiento a lote	15	3	1	15	3	1
10	Preparar herramienta	45	9	6	45	9	6
15	Desplazamiento y búsqueda de racimo	224	47	484	195	41	578
20	Corte de hojas y racimo	151	31	765	174	36	879
25	Ubicar racimo	45	9	255	52	11	293
Total		480	100		480	100	

LV: La Vizcaína
 MR: Marcación
 TOP: Tiempo de operación expresado en minutos
 No. de veces: Cantidad de veces que realiza la actividad en una jornada laboral



Lo anterior se traduce en un mayor número de hectáreas cosechadas y un aumento en el número de racimos cortados diariamente. En efecto, con

una densidad de racimos del 20%, el cortador logra un incremento del 21% de los racimos cortados en palma abierta y del 15% de los racimos cortados en



palma cerrada, es decir, 66 racimos más en 2,1 has adicionales en palma abierta y 38 racimos más en 1,3 has adicionales en palma cerrada.

Efecto de la densidad de racimo en los métodos de cosecha

Como es de esperarse, bajas cantidades de racimos por unidad de área requieren un mayor tiempo de desplazamiento y búsqueda de racimos. En la medida en que la densidad de racimo aumenta, el porcentaje de tiempo destinado a desplazarse y buscar racimos maduros disminuye. Esta es una conclusión fundamental, porque resume la importancia de manejar bien el cultivo, lo cual debe traducirse en mayor cantidad de fruto en los lotes a lo largo del año y tiene un efecto contundente sobre la eficiencia de la labor de la cosecha. En este aparte, se destaca solo el caso de palma abierta pero debe anotarse que ocurre lo mismo en palma cerrada.

Adicionalmente, se observa que sin importar la densidad de racimos, el rendimiento del cortador es mayor con el método Marcación con respecto al de La Vizcaína y que la tasa de crecimiento de la cantidad de racimos cosechados gracias al método de Marcación va disminuyendo en la medida en que aumenta la densidad de racimo.

Análisis estadístico y económico del método de cosecha con marcación previa de palmas con racimos maduros en palma joven

Análisis de regresión lineal múltiple

La información recolectada durante el estudio de tiempos del cortador y del recolector fue analizada mediante el uso de modelos de regresión lineal múltiple. Este modelo se estimó con el paquete estadístico SPSS v15.0. Para ambos modelos, se utilizó el método *stepwise*, el cual excluye aquellas variables que pudieran presentar correlación con las variables más explicativas del modelo.

Modelo de regresión lineal múltiple para el cortador: Este modelo arrojó que las variables explicativas (estadísticamente significativas) del tiempo de operación para la labor de corte son el número de palmas revisadas, el método de cosecha, la distancia existente entre palmas con racimo maduro, la cantidad de

hojas cortadas antes de cortar el racimo y la cantidad de racimos dispuestos en la calle de cosecha. Este modelo presenta un coeficiente de determinación R^2 del 62,2%.

Modelo de regresión lineal múltiple para el recolector: En este caso se determinó que las variables estadísticamente significativas para explicar el tiempo de recolección eran la edad de la palma (abierta o cerrada), el nivel de cobertura, la distancia entre palmas con racimos maduros, el número de hojas cortadas y apiladas, el tiempo de pepeo, el desplazamiento entre el plato y el búfalo para vaciar el fruto suelto, el corte de pedúnculos y el cambio de calle de cosecha (variable binaria que expresa si se continúa en la misma calle o si se pasa a la siguiente). Este modelo presenta un coeficiente de determinación R^2 del 80,5%.

Nótese que la modificación al método de cosecha es estadísticamente significativa para la labor del cortador mientras no lo es para la del recolector.

Evaluación económica

En el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína, con una densidad de racimos del 20%, el cortador dedica 6,4 horas (palma abierta) y 6,7 horas (palma cerrada) a la labor de corte. El tiempo restante, lo utiliza en ayudar a su compañero de cuadrilla (recolector). Ello genera una disminución en el número de racimos que potencialmente podrían ser cortados, que se estima del 42% (92 racimos) en palma abierta y del 29% (58 racimos) en palma cerrada. De otra parte, con la metodología de Marcación aprovechada en su máximo potencial, es decir, que cada integrante de la cuadrilla se dedique a una sola labor, se podría pasar de cosechar 221 racimos a 379 en palma abierta (71% más) y de 197 a 293 en palma cerrada (46% más).

Lo anterior implica que de ser necesario deban incluirse más recolectores. Para palma abierta se haría necesario por cada cortador dos recolectores con su respectivo equipo, mientras que para palma cerrada por cada cuatro cortadores, se requerirían siete recolectores.

Los resultados de la evaluación económica indican que la cosecha con marcación de racimos, incrementa los costos por tonelada de RFF cosechada entre el 5 y el 7% en palma abierta y entre 6 y el 8% en palma cerrada, debido a los jornales pagados por la inclusión del marcador (Tabla 8).

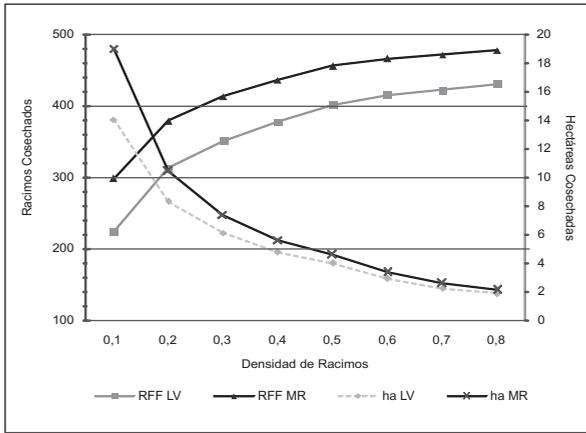


Figura 11. Efecto de la densidad de racimos en la labor de corte en palma abierta.

Según lo anterior, aunque con la inclusión del método Marcación aumenta el rendimiento de la cuadrilla de cosecha, este no es económicamente viable si no se tiene en cuenta que se va a facilitar la labor de corte y, por tanto, se debe hacer un reajuste en el pago al cortador por tonelada. Así se compensaría la mayor cantidad de racimos cortados y el menor esfuerzo que debe hacer para encontrar los racimos a cosechar. Al recolector

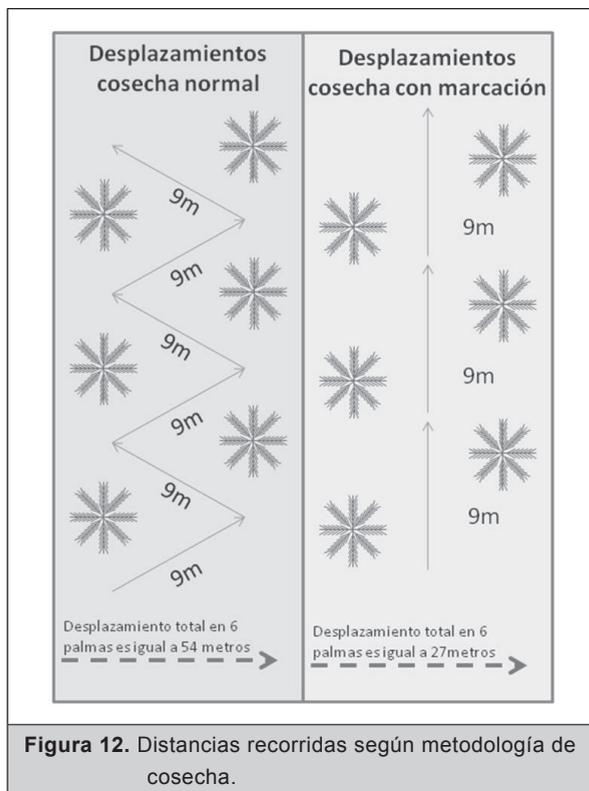
de racimos se le puede seguir pagando lo mismo por tonelada cosechada. Es decir, el jornal pagado a cada integrante de la cuadrilla de cosecha con la adopción de la nueva metodología, será en el peor de los casos, igual al que venía recibiendo y con posibilidad de mejorar en el caso del cortador, cuya labor requiere mayor destreza. Debe anotarse que este sistema de cosecha (división del trabajo y especialización de la mano de obra), se viene realizando en plantaciones como El Borrego (Mosquera y Fontanilla, 2006).

En efecto, el desplazamiento realizado dentro del lote por el cortador durante la cosecha se va a disminuir a la mitad por unidad de área (Figura 12). De esta manera, el cortador está en capacidad de recorrer un mayor número de hectáreas sin hacer desplazamientos más largos con respecto a los que venía realizando habitualmente.

Adicionalmente, falta determinar el impacto que puede generar la Marcación en los indicadores de calidad del fruto, en las pérdidas por los racimos quedados dentro del lote y en la asignación deficiente de recursos. Ello porque al final del día se conocería cuánto fruto hay

Tabla 8. Evaluación económica de las dos metodologías de cosecha. Análisis de sensibilidad según densidad de cosecha

Edad de Palma	Palma Abierta			Palma Cerrada		
Densidad de Racimos	DR 20%	DR 30%	DR 40%	DR 20%	DR 30%	DR 40%
Costos Variables por ton RFF						
Mano de obra cuadrilla	52.000	52.000	52.000	40.000	40.000	40.000
Mano de obra marcador	6.993	6.151	5.592	6.048	5.413	4.961
Costos Fijos por ton RFF						
Mtto búfalos	2.375	2.375	2.375	2.375	2.375	2.375
Mtto zorrillos	915	915	915	915	915	915
Cto fijo animales y zorrillos	920	920	920	920	920	920
Administración	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Costo marquillas	132	132	132	132	132	132
Costo fijo por tonelada RFF (sin marcación)	7.210	7.210	7.210	7.210	7.210	7.210
Costo fijo por tonelada RFF (con marcación)	7.342	7.342	7.342	7.342	7.342	7.342
Incremento en el rendimiento						
Aumento en toneladas cosechadas	72%	71%	71%	49%	49%	49%
Costo fijo por ton RFF considerando aumento en toneladas cosechadas (con marcación)	4.269	4.294	4.294	4.928	4.928	4.928
Disminución en el Costo fijo por ton RFF	2.941	2.916	2.916	2.283	2.283	2.283
Mano de obra del marcador por ton RFF considerando disminución en el costo fijo	4.052	3.235	2.675	3.765	3.130	2.679
Costo total por ton (sin marcación)	59.210	59.210	59.210	47.210	47.210	47.210
Costo total por ton (con marcación)	63.394	62.577	62.017	51.108	50.473	50.021
Aumento en el costo por la metodología	7%	6%	5%	8%	7%	6%



en el campo para recoger al siguiente día, con algún margen de error (habitualmente el 10%).

Recomendaciones

Es de suma importancia resaltar que cualquier ahorro en actividades innecesarias, se traducirá en un mayor rendimiento al final de la jornada. Por ejemplo, en el campo se identificó que cuando se corta el pedúnculo después de haber almacenado los racimos en el zorrillo, se requería mayor tiempo para la labor. Lo cual se explica porque es más difícil ubicarlo sobre la irregularidad de la superficie de apoyo y adicionalmente, si cae entre los espacios vacíos de los racimos es necesario sacar el pedúnculo generando pérdidas innecesarias de tiempo. Lo anterior justifica la necesidad de capacitar al personal de las plantaciones en métodos estandarizados de cosecha, que cierren la posibilidad de que hechos como este atenten contra la eficiencia de la inversión en mano de obra.

Enfatizamos lo expresado en el punto anterior, mediante la estimación del número de racimos que dejarían de recolectarse en una jornada laboral si el recolector hace desplazamientos innecesarios en el campo (ir a dejar exclusivamente la marquilla e ir a dejar exclusivamente

el racimo) y adicionalmente, si corta el pedúnculo en el zorrillo. El resultado es que se puede disminuir la cantidad de racimos recolectados hasta en 18%.

Se recomienda que mientras el marcador se desplaza por el lote aliste cierta cantidad de marquillas para evitar que desperdicie tiempo alistando las marquillas una vez haya identificado los racimos.

Adicionalmente, el marcador debe realizar la búsqueda de racimos en la palma y una vez haya identificado la totalidad de los racimos, colocar la cantidad de marquillas correspondiente a los racimos identificados en las hojas que dan a la calle de cosecha, evitando que realice varios desplazamientos para marcar una misma la palma.

Para poder establecer el efecto de la marcación en la calidad de la labor, en estudios futuros deberá planearse la actividad de tiempos y movimientos de tal manera que siempre se trabajen las mismas áreas (lotes) con el mismo método de cosecha.

Conclusiones

La metodología Marcación tiene efectos estadísticamente significativos en el tiempo de operación de la labor de corte para las dos edades de la palma joven consideradas (palma abierta y palma cerrada). El método propuesto aprovechado en su máximo potencial, permite un aumento en los RFF cosechados hasta de un 71%.

La metodología de Marcación no tiene efecto estadísticamente significativo sobre el tiempo de operación de la labor de recolección para las dos edades de la palma joven (palma abierta y palma cerrada).

Las actividades de la labor de recolección requieren que mientras se recoge el fruto suelto, se recoja el racimo maduro y la marquilla. Lo anterior, sumado a que el pedúnculo sea cortado en el plato de la palma y no en el zorrillo, asegura la eficiencia de la labor.

La necesidad de contar con un marcador de racimos para implementar la Marcación incrementa el costo por tonelada de RFF cosechada. Por ello, el hecho de facilitar el trabajo del cortador hace que el aumento que tiene en eficiencia (mayor cantidad de racimos cortados por jornal) debe reflejarse en una disminución del pago por tonelada cortada. El cortador en el peor de los casos percibiría el mismo ingreso.

A pesar del aumento en las hectáreas cortadas, los desplazamientos que debe hacer el cortador no son mayores, ya que pasa de cosechar haciendo movimientos en zig-zag a desplazarse en línea recta por el lote.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al I.A. Ricardo Botero, Superintendente del Campo Experimental Palmar de La Vizcaína, por su colaboración en la

logística para la realización del estudio, así como a todo el personal del Campo Experimental que participó en el estudio. Adicionalmente, a las entidades financiadoras de este proyecto al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” (Colciencias) (Código No. 7262-327-19527) y al Fondo de Fomento Palmero, administrado por la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma).



Referencias Bibliográficas

- American Conference of Industrial Hygienists ACGIH: TLVs y BEIs. 2001. Threshold Limit Values for Chemical substances and Physical Agents.
- Fedepalma, 2006. Actualización de los costos de producción del aceite de palma. Ed. Fedepalma. Bogotá.
- Acuña, Mauricio. 2006. Discurso en el XXXIV Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. Revista *Palmas*. Bogotá: 27 (2):.92- 99.
- León, Armando; Granados, José F. 2004. Identificación de palmas con racimos a cosechar: una estrategia para incrementar la productividad de la agroindustria de la palma de aceite. Revista *Palmas*. 25 (No. Especial): 476-481.
- Fry, James. 2007. The Competitiveness of Colombian palm oil in the context of today's vegetable oil market. Presentation to the 45th Anniversary Celebrations of
- Fedepalma, on 23rd October 2007. LMC International Ltd, Oxford, UK.
- Meyers, F. 2000. *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. Edita Alfa Omega. Segunda edición. Ciudad de México (México).
- Morales, S. 1999. Descripción, evaluación y mejoramiento del proceso de corte de fruto de la palma de aceite. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Tesis de pregrado.
- Mosquera, M.; García, E. 2005. Impacto social de la agroindustria de palma de aceite. Revista *Palmas*. 26 (2): 4 -11.
- Mosquera, Mauricio; Fontanilla, Carlos. A. 2006. Evaluación de dos metodologías para el proceso de cosecha de palma de aceite. Revista *Palmas*. 27 (1): 4-11.
- Mosquera, Mauricio; Sánchez, CA. 2006. Sistemas de aplicación de fertilizantes químicos en plantaciones colombianas. Revista *Palmas*. 27 (3): 11-20.
- Niebel, B; Freivalds A. 2004. *Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. Edita Prentice Hall. Onceava edición. Bogotá (Colombia).
- Parsons K. 2006. Heat stress standard ISO 7243 and its global application. *Industrial Health*. 44: 368-379.