

Evaluación técnica de dos sistemas de evacuación de fruto en el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína

Technical Evaluation of Two Fruit Evacuation Systems in Research Station Palmar de La Vizcaína



AUTORES

Jhon Sebastián Castiblanco

Auxiliar de Investigación

Carlos Fontanilla

Auxiliar de Investigación

Estefanía Betancourt

Pasante Sección

Economía Agrícola

Mauricio Mosquera

Jefe Sección Economía Agrícola

Palabras CLAVE

Tiempos y movimientos,
Estandarización, Capacidad instalada.

Times and movements,
Standardization, Installed capacity.

Recibido: 25 de febrero 2010

Aceptado: 18 de marzo 2010

Resumen

El objetivo de este documento es presentar una evaluación técnica comparativa entre los sistemas de alce manual de fruto de palma de aceite y cable vía, montados en el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína. Estas son dos alternativas diferentes de poscosecha usadas para el transporte interno en el cultivo de palma de aceite. Mediante herramientas de la Ingeniería de Métodos, fue posible estimar tiempos estándar, capacidades de los sistemas y productividad del trabajo en ambos sistemas.

Summary

The aim of this paper is to show a technical evaluation among Hand Lifting and Cable Way at the Research Station Palmar de La Vizcaína. Those are two different post-harvesting alternatives for the Fresh Fruit Bunches internal transportation used in oil palm crop. By the using of Process Engineering methods, it was possible to estimate standard times, capacities of the systems and productivity of labor.

Introducción

La agroindustria de la palma de aceite en Colombia presenta una amplia variedad de tecnologías y métodos destinados a manipular el fruto durante la cosecha y la poscosecha. En la actualidad no se tiene claridad sobre la conveniencia de una u otra tecnología con relación a las condiciones de la plantación en la que se pretenda implementar. Parte del origen de esta dificultad deriva de la exigua cantidad de trabajos de investigación que señalen las bondades y las dificultades de los diferentes sistemas según las condiciones de cada plantación.

El manejo inadecuado en esta temática, por consiguiente, implica que se multipliquen los costos de administración y operación en la cosecha y evacuación del fruto, que se utilice mano de obra excesiva en regiones donde esta se tipifica por su escasez, que se generen cuellos de botella en la manipulación de los racimos de fruta fresca (RFF), que se tengan pérdidas en calidad y cantidad de fruto, entre otros. En este sentido es menester adelantar estudios que faciliten el reconocimiento de escenarios ideales para cada tecnología existente, tanto en materia técnica como económica.

En el cultivo de la palma de aceite en Colombia se usan varios tipos de sistemas para manipular el fruto en campo y estos tienen distinta aceptación según las zonas de cultivo o la disponibilidad de recursos del agricultor. Entre los más utilizados se destacan el alce manual, las mallas y las plumas, los tractores hidráulicos y el cable vía y, sobre estos, como se ha mencionado, no hay suficiente claridad en cuanto a sus ventajas y desventajas y en cuanto al impacto que tiene sobre el rendimiento de los trabajadores.

Con el objetivo de definir las cualidades de los sistemas alce manual y cable vía, así como los inconvenientes que estos pueden presentar, se estableció durante 2009 un experimento en las instalaciones del Campo Experimental Palmar de La Vizcaína (en adelante CEPV), con la finalidad de contrastar en términos técnicos y económicos los sistemas mencionados. Al hacer uso de la división natural que tiene el CEPV, en dos bloques de cultivo, se implementó el cable vía en el Bloque 2, y se dejó como testigo el Bloque 1, donde se utiliza el sistema de alce manual. En el presente artículo se señalan los resultados que en materia de

ingeniería de métodos arrojó el estudio, indicando las principales conclusiones técnicas que se obtuvieron del mismo. Los resultados de los modelos económicos se señalarán en otro artículo.

Para efectos de presentación del artículo se muestra de manera resumida la metodología utilizada en el estudio, se precisan los resultados obtenidos en materia de estandarización de las tareas, capacidades de los sistemas y logística de cosecha y se presentan al final algunas conclusiones.

Metodología

Normalización del cable vía y diseño de las mediciones

Para poder comparar los sistemas en evaluación se hicieron mediciones y se obtuvieron datos en campo durante 2009. Para tal efecto se emplearon herramientas de la ingeniería de métodos, buscando obtener inferencias en torno al desempeño técnico que implicaba la operación de los sistemas.

En este orden de ideas, se hizo uso de técnicas utilizadas en estudios de tiempos y movimientos con el fin de hacer seguimiento a la evolución de las tareas ejecutadas por los operarios, optimizar los puestos de trabajo, estandarizar labores en el cultivo, identificar cuellos de botella y definir las capacidades máximas que tienen las diferentes tecnologías. Con estos resultados se obtuvo un diagnóstico de la operatividad de los sistemas y se contribuyó en la definición de ventajas y desventajas de los mismos.

Para empezar, es preciso aclarar que el sistema de alce manual se ha utilizado tradicionalmente en el CEPV (desde 2006), mientras que el cable vía apenas comenzó a utilizarse en 2009. Es por ello que antes de evaluar el sistema cable vía, fue preciso llevar a cabo un proceso de implementación con el fin de normalizar el sistema, estableciendo las condiciones de operación estándar para que los registros a tomar fueran confiables. Si bien se proyectó emplear técnicas de tiempos y movimientos a ser realizadas una vez normalizado el sistema, en la práctica se hizo uso de estas herramientas para efectuar seguimiento al proceso de aprendizaje en algunos puestos de trabajo.

Se debe mencionar que la normalización del sistema cable vía y el tiempo que se destinó a optimizar su



funcionamiento, estuvieron relacionados con la pretensión de garantizar que los trabajadores de uno y otro sistema estuviesen en condiciones de ser comparados. Es decir, dado que el alce manual se ha utilizado hace cerca de cuatro años en el CEPV, y el cable vía es un sistema recientemente montado, el paso inicial consistió en hacer que los operarios estuvieran lo suficientemente relacionados con el sistema, y que conocieran los mejores métodos de trabajo en dicho sistema, como ya sucedía en el alce manual.

Se comenzó, por consiguiente, haciendo seguimiento a cada puesto de trabajo para identificar las actividades rutinarias llevadas a cabo por los operarios, con la finalidad de dividir toda la tarea en elementos que serían evaluados con tiempos y movimientos. Mientras se hizo este reconocimiento, se diseñaron y rediseñaron, según los nuevos requerimientos y las modificaciones propuestas a las labores, formatos de toma de tiempos que sirvieron para la captura de información en campo.

En los formatos se registró, junto a los tiempos de operación, información que buscaba explicar, por lo menos en parte, el comportamiento de la magnitud registrada. Así, al registro de, por ejemplo, el tiempo de descargue de un zorrillo en el cable vía, se lo acompañó de la cantidad de racimos que fueron descargados y la dificultad de cargue del cable donde se encontraba el operario. Así, se buscaba que la información recolectada tuviera, cuando así fuera posible, la razón de su magnitud dependiendo de sus variables explicativas.

Toma de tiempos

Habiéndose identificado las particularidades de cada tarea y consolidado los formatos definitivos de tiempos, se identificaron las cuadrillas con los rendimientos promedio para hacer seguimiento a ellas. Este ejercicio se hizo para el cable vía, ya que en este escenario había una mayor disponibilidad de cuadrillas de corte, por lo que fue necesario revisar los históricos de rendimiento y seleccionar los operarios con la productividad más confiable.

Una vez hecho esto, se procedió a capturar la información. Así, el registro definitivo de tiempos se hizo con dos finalidades, el seguimiento al aprendizaje en algunos puestos de trabajo (especialmente al tractorista y al basculero) y la estandarización de los puestos de trabajo. Para uno y otra fue preciso, durante un semestre, acompañar la ejecución de las tareas de los trabajadores de cinco puestos de trabajo: cosecheros en cable vía y en alce manual, tractorista y basculero del cable vía y alzadores.

La metodología usada en el seguimiento de las actividades con herramientas de tiempos y movimientos fue la de tiempos continuos con el fin de obtener una mayor exactitud en los registros. La elección de esta técnica de medición obedece a que, dado que los ciclos medidos en el estudio eran demasiado largos, no era recomendable simplemente eliminar los tiempos que incluyeran elementos extraños. Se optó entonces por cuantificar el elemento extraño para descontarlo de la tarea evaluada y para esto, la mejor técnica disponible fue la de medición con tiempos continuos.

Así, se identificaron, durante la ejecución de las tareas por parte de los operarios, elementos extraños que creaban ruido en los registros capturados, para hacer más manejable la información al hacer el análisis estadístico¹, y para identificar macro y micromovimientos innecesarios que generaban pérdidas de tiempo e ineficiencia en los trabajadores. El tiempo que duraban los elementos extraños, se descontó de la duración de ejecución de cada tarea, con miras a obtener tiempos normales de operación. A estos tiempos normales se adicionaron suplementos para estimar tiempos estándar de operación y con base en ellos estimar capacidades de los sistemas en evaluación.

Ahora bien, cabe citar que durante el ejercicio de captura de información se hizo análisis previo de la misma, con la finalidad de definir cuáles eran los puestos de trabajo prioritarios para hacerles seguimiento. A algunos, sin embargo, se les hizo seguimiento según las características propias de la cosecha y las particularidades de algunos puestos. En efecto, cuando solo se encontraba en campo un cosechero al que

1. El lector que no está relacionado con los estudios de tiempos y movimientos, debe tener presente la importancia de los elementos extraños. Estos son tiempos registrados en el mismo formato de tiempos utilizado para hacer seguimiento a los puestos de trabajo, y se encuentran dentro de alguna de las tareas (elementos) efectuadas por el operario, pero que no se encuentran dentro de las actividades proyectadas a realizar. Habiéndose cuantificado la duración del elemento extraño (como puede ser, por ejemplo, la caída de la herramienta de trabajo del operario al suelo) se descuenta del tiempo de duración de la tarea a la que se estaba haciendo seguimiento, con el fin de obtener el verdadero tiempo que debía durar la tarea en mención.

no se le estaba haciendo seguimiento, se optaba, en la medida de lo posible, por acompañar otro puesto de trabajo donde hubiese un operario al que se le estuviera haciendo seguimiento.

Estimación de suplementos

Para el caso de los suplementos, debe recordarse que estos son adiciones que se hacen a los tiempos capturados en campo, con miras a cubrir demoras de los trabajadores por fatiga, necesidades personales, entre otros. En el caso del estudio realizado, se tuvieron en cuenta tanto los de tipo constante como los variables. Con respecto a los primeros, se incluyeron los de necesidades personales y los de fatiga básica, mientras que de los segundos se usaron los de condiciones atmosféricas y los de uso de fuerza muscular. En cuanto a las condiciones atmosféricas, se debe recordar que este suplemento se compone de dos ítems, que son el consumo de energía al trabajar (w) y la temperatura global de bulbo húmedo (TGBH). De estas variables, establecidas por Niosh (1986), deriva la fórmula que establece el suplemento, esta es:

$$SD = e^{-41.5 - 0.0161w + 0.497TGBH}$$

En cuanto al uso de fuerza muscular, siguiendo a Meyers (2000: 171), se usó 5% de suplemento por cada aumento de 10 libras en el peso levantado por el individuo para los trabajos en que se requiere aplicar dicho suplemento. En el estudio de tiempos realizado en el CEPV la referencia fueron los 13 kg de peso promedio que tenían los racimos durante las mediciones, por lo que el suplemento de fuerza muscular en el alce de racimos equivalió al 13%.

Dicho esto, vale la pena indicar que los suplementos variables dependen de la naturaleza del trabajo que realiza el operario, lo que implica que las variables aquí

señaladas tendrán una magnitud diferente dependiendo de la operación realizada. Así, se aplican distintos suplementos si el trabajo es de oficina o de campo. En la Tabla 1 se resumen los datos de W y TGBH, así como los suplementos por calor y fuerza para trabajos activos, muy activos y para el ejercicio sencillo de caminar (útil para algunos puestos de trabajo).

En síntesis, los suplementos por cada labor de los diferentes puestos de trabajo se resumen en las Tablas 2 y 3. Estos valores fueron los que se asignaron a los tiempos normales de operación para estandarizar las labores de evacuación de fruto en ambos sistemas².

Una vez definidos los suplementos y habiendo terminado la obtención de registros de tiempos en campo, la información se organizó y se filtró, eliminando los tiempos que estaban asociados a situaciones atípicas, dejando los tiempos normales una vez descontados los elementos extraños. Sobre estos se aplicaron los suplementos para encontrar los tiempos estándar, que fueron el objetivo principal del estudio de tiempos y movimientos.

Con tiempos estándar disponibles se estimaron dos tipos de capacidades: cantidad máxima de toneladas que puede transportar un tractor de cable vía en un día, y tiempo mínimo de llenado de una volqueta en los dos sistemas en estudio. En cuanto a lo primero, estimar la capacidad del tractor en una jornada implica definir qué actividades debe realizar el tractorista. En este sentido se definieron tres puestos de trabajo: tractorista especializado, que es aquel que solo transporta mallas en el campo y las lleva a la plataforma; tractorista-basculero, que es quien además de transportar, descarga las mallas en el vehículo en la plataforma y; operario único, que, cumpliendo con las anteriores funciones, además arma las mallas en el campo.

Tabla 1. Estimación de suplementos variables según dificultad de la labor

LABOR	W (kcal/min)	TGBH (F)	Suplemento calor (%)	Suplemento fuerza (%)
Activa	6,65	80,98	31,84	33,00
Muy activa	9,10	80,98	33,12	94,25
Caminar (5 km/h)	4,20	80,98	30,61	NA

2. En Niebel y Freivalds (2004) se explica porqué los suplementos constantes de necesidades personales y fatiga básica se calculan como 5 y 4% respectivamente.

**Tabla 2.** Suplementos para el sistema cable vía

SISTEMA CABLE VÍA								
Suplemento	Cochero Cable					Báscula	Tractor	
	Alistamiento 1		Llenado mallas	Alistamiento 2		Ciclo	Armado Mallas	Alistamiento de mallas y de tractor
	Sin desp. (%)	Con desp. (%)		Sin desp. (%)	Con desp. (%)			
Clasificación	Estar de pie	Caminar	Activa	Estar de pie	Activa	Activa	Activa	Estar de pie
Necesidades Personales	5	5	5	5	5	5	5	5
Fatiga básica	4	4	4	4	4	4	4	4
Condiciones Atmosféricas	29,59	30,61	31,84	29,59	31,84	31,84	31,84	20,59
Uso de fuerza muscular	0	0	13	0	0	0	0	0
TOTAL	38,59	39,61	53,84	38,59	40,84	40,84	40,84	38,59

Tabla 3. Suplementos para el sistema alce manual

SISTEMA TRADICIONAL					
Suplemento	Cosecha tradicional			Volqueta	
	Desplazamiento (%)	Alistamiento (%)	Descargue (%)	Cargue de racimos (%)	Alce de pepa (%)
Clasificación	Caminar	Activa	Activa	Activa	Activa
Necesidades personales	5	5	5	5	5
Fatiga básica	4	4	4	4	4
Condiciones atmosféricas	30,61	31,84	31,84	31,84	31,84
Uso de fuerza muscular	0	0	13	13	5
TOTAL	39,61	40,84	53,84	53,84	45,84

Los cálculos realizados para cada puesto de trabajo se llevaron al escenario del CEPV y a un diseño teórico de una plantación de 352 hectáreas, para verificar las modificaciones que tienen lugar cuando se lleva el tractor aéreo a un área mayor.

Resultados

Tiempos estándar

Como se ha mencionado, el objetivo principal del estudio fue estandarizar las labores de los diferentes puestos de trabajo. Este ejercicio de obtención de tiempos estándar, además de ser una finalidad en sí mismo, se torna en un insumo ideal para hacer estimaciones de otro orden, como las capacidades a que se hizo mención anteriormente. Dichas estimaciones se evaluarán más adelante.

Sobre lo primero, se aplicaron los suplementos mostrados en las Tablas 2 y 3 para estimar los tiempos estándar en cada uno de los elementos de los diferentes puestos de trabajo. Esta información se resume en las Tablas 4, 5, 6, 7 y 8.

Capacidad de evacuación del tractor aéreo

Ahora, como se mencionó, los tiempos estándar son un insumo para definir capacidades de los sistemas en evaluación. Al respecto, se encontró información atinente a la cantidad máxima de toneladas que puede transportar un tractor aéreo en una jornada laboral³. Para tal efecto, se plantearon algunos supuestos de operación (idónea) con el fin de llevar a cabo las estimaciones. Es de resaltar que las estimaciones que se presentarán están estrechamente relacionadas con

3. El lector debe recordar que en un viaje, un tractor aéreo de 10 hp, puede arrastrar una carga máxima de 5 toneladas. Así, lo que define la cantidad total de fruto transportado es la cantidad de viajes, la distancia a los lotes y la disponibilidad de fruto a transportar.

Tabla 4. Tiempos estándar para el cosechero en el alce manual

Cosechero sistema tradicional					
Elemento	1.Desplazamiento inicial	2. Alistamiento inicial	3. Descargue de carramoto	4. Alistamiento final	5. Desplazamiento final
Unidad	seg/diagonal	seg	seg/racimo	seg	seg/diagonal (9 m)
Tiempo Normal	12	45,9	4,2	55,7	12,5
Mínimo	8,2	4,1	3,2	9,7	8,6
Máximo	17,5	116,5	5,1	150,2	20,3
Des. Est.	2,1	25,2	0,5	29,2	2,8
Suplemento	39,61%	40,84%	53,84%	40,84%	39,61%
Tiempo Estándar	16,7	64,6	6,4	78,4	17,4

Tabla 5. Tiempos estándar para el cargue de volqueta en alce manual

Cargue de volqueta						
Elemento	1. Desplaz.	2. Alistamiento Inicial	3. Cargue de volqueta		4. Alce de pepa	5. Alistamiento final
Unidad	seg/metro	seg	1 operario	2 operarios	seg/palada	seg
			(seg/rac)	(seg/rac)		
Tiempo Normal	0,3	191,0	9,2	5,0	17,4	116,8
Mínimo	0,1	50,0	3,0	1,7	5,0	16,5
Máximo	0,6	706,9	21,0	9,7	47,2	584,0
Des. Est.	0,1	129,5	3,9	1,9	9,4	106,3
Suplemento	0%	0%	53,84%	53,84%	45,84%	0%
Tiempo Estándar	0,3	191,0	14,2	7,78	25,4	116,8

Tabla 6. Tiempos estándar para el cosechero en el cable vía

Cosechero cable vía					
Elemento	1. Alistamiento inicial		2. Llenado de mallas	3. Alistamiento final	
	Con desp.	Sin desp.		Con desp.	Sin desp.
Unidad	seg/m	seg	seg/racimo	seg/m	seg
Tiempo Normal	4,1	24,5	10,5	3,1	19,9
Mínimo	1,1	2,5	7,5	1,0	3,1
Máximo	10,9	53,6	16,4	7,2	65,0
Des. Est.	2,6	17,9	2,18	2,0	15,6
Suplemento	39,61%	38,59%	53,84%	40,84%	38,59%
Tiempo Estándar	5,7	34,0	16,2	4,3	27,6

el diseño y el tamaño de la plantación. Para el lector puede ser útil conocer el diseño del cable vía del CEPV (Figura 1), ya que como entenderá, el mismo está relacionado con la capacidad encontrada.

Para definir esta capacidad se usaron las velocidades del tractor encontradas por medio de GPS y los tiempos estándar obtenidos en las diferentes actividades

de tractorista y basculero. Los supuestos de operación más importantes que se plantearon fueron:

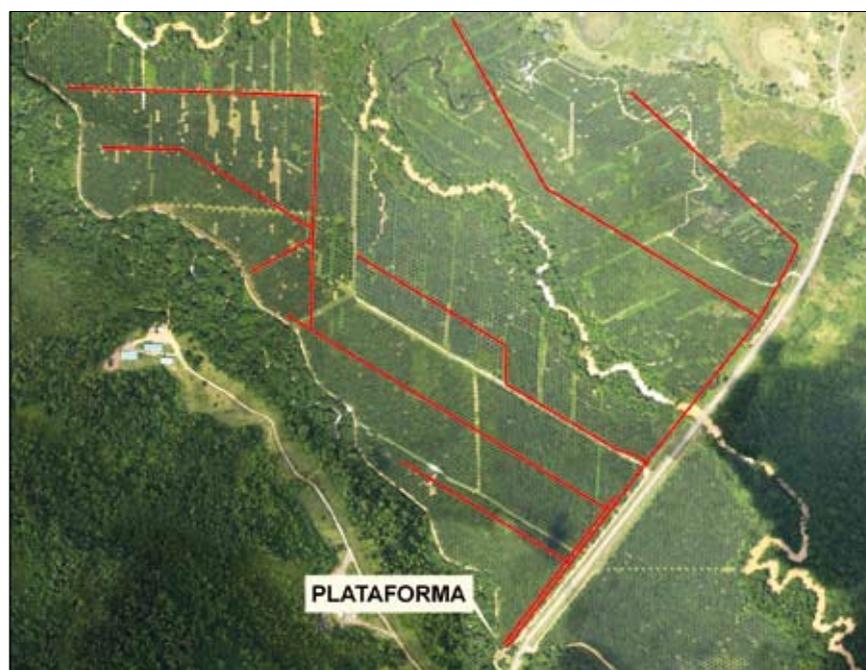
Se asumió que la labor del tractorista es independiente del comportamiento de la cosecha. Por tanto el resultado de la capacidad de evacuación no guarda relación con los rendimientos de la actividad de cosecha. Esto implica que si, por ejemplo, se estima en

**Tabla 7.** Tiempos estándar para el basculero en el cable vía

Basculero				
Elemento	1. Descargue de mallas	2. Desarme inicial	3. Pesaje	4. Desarme final
Unidad	seg/malla	seg/malla	seg/malla	seg/malla
Tiempo Normal	11,4	7,1	5,1	16,1
Mínimo	4,9	4,4	3,1	10,5
Máximo	16,5	10,	7,7	27,9
Des. Est.	1,8	1,19	0,7	2,6
suplemento	40,84%	40,84%	40,84%	40,84%
Tiempo Estándar	16,08	9,9	7,2	22,6

Tabla 8. Tiempos estándar para el tractorista en el cable vía

Tractorista					
Elemento	1. Alistamiento de mallas		2. Armado de mallas		Alistamiento tractor
	1 operario	2 operarios	1 operario	2 operarios	
Unidad	seg/malla	seg/malla	seg/malla	seg/malla	seg
Tiempo Normal	12,3	7,9	57,3	34,1	66,5
Mínimo	4,4	4,6	45,2	26,5	49,0
Máximo	23,3	14,0	83,2	45,7	95,3
Des. Est.	4,5	2,6	8,1	4,1	13,6
suplemento	38,59%	38,59%	40,84%	40,84%	38,59%
Tiempo Estándar	17,0	11,0	80,70	48,1	92,2

**Figura 1.** Diseño del cable vía en el bloque 2 del CEPV. (Foto de Cenipalma).

40 la cantidad de toneladas evacuadas por el tractor al día, es preciso tener suficientes cuadrillas para que cosechen a tiempo esas 40 toneladas.

Se determinó que las cuadrillas tienen entre sí y a lo largo de la jornada el mismo ritmo de trabajo, de manera tal que el tractorista siempre encuentra en cada lote igual cantidad de mallas a ser transportadas.

Se usó el inventario de mallas disponibles en el CEPV (150 unidades). Es decir, si se hubieran asumido, por ejemplo, 300 mallas, la cantidad de desplazamientos del tractorista hubieran disminuido, pero no tendría suficiente lógica desde el punto de vista del costo de equipos.

Se supuso que al finalizar el transporte de mallas vacías en el último lote existían mallas llenas disponibles en el primero, al cual se llevó equipo de transporte en un inicio. Esto implica que la decisión del tractorista es la de acudir de inmediato al primer lote e iniciar un recorrido de recolección de mallas llenas.

El ejercicio de determinación de capacidad del tractor, expresado en toneladas/día, se hizo, como se mencionó arriba, para el CEPV y para un diseño de plantación de 352 hectáreas, para definir la disminución en la capacidad. Los resultados, señalados en la Tabla 9, permiten efectuar varias inferencias.

Primero, como es de suponer, que entre más tareas se asignen al tractorista, menos toneladas puede evacuar en un día. Segundo que, con las hectáreas de el CEPV (88 ha), evacuar 47,4 toneladas en un día, como es el caso del tractorista especializado, no es recomendable dado el nivel de producción del

bloque en estudio. Optar por esta opción implicaría incurrir en costos adicionales por tener que pagar un basculero aparte y tener muchas cuadrillas (aproximadamente 10) para que corten 47,4 toneladas en un día para cosechar todo el bloque en un par de días. Tercero, que con la cantidad de toneladas evacuadas en un día en época pico, que puede ser hasta de 25 toneladas, vale la pena pensar en el esquema descrito en el escenario 2.

Ahora, cuando se comparan las cifras obtenidas entre los dos tamaños de plantación, se evidencia una disminución en la capacidad de evacuación al día, entre mayor es el área cubierta por el cable vía. Es preciso señalar que entre más grande es la plantación más urgente se hace la necesidad de vincular un tractor adicional y no habría inconveniente para programar la movilidad de las dos máquinas en el cable. De esta forma aumentaría considerablemente la capacidad definida. La disminución señalada en la tabla se centra en el margen de 5 a 8 toneladas entre los tres puestos de trabajo estudiados.

Se deben resaltar tres aspectos, primero que estas capacidades se obtuvieron desde los lotes más lejanos a la plataforma o punto de acopio, ya que hacerlo sobre los más cercanos sería sobreestimar la capacidad encontrada. Segundo, que aumentar el tamaño de la plantación indefinidamente no disminuye la capacidad del tractor, ya que desde un área determinada (que define el inversionista, ya que la decisión es monetaria) es más recomendable habilitar otro punto de acopio que acortaría las distancias recorridas. Y tercero, que el palmicultor puede usar estas cifras de capacidad como

Tabla 9. Capacidad de evacuación del tractor aéreo del cable vía

Área de plantación	Ítems evaluados	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
		Tractorista especializado	Tractorista-basculero	Único operario
88 ha	Tiempo total (h)	7,81	8,32	7,68
	Total mallas evacuadas	296	196	156
	Toneladas	47,36	31,36	24,96
352 ha	Tiempo total (h)	8,15	7,45	8,12
	Total mallas evacuadas	248	155	124
	Toneladas	39,68	24,8	19,84



criterio de decisión solo si conoce los rendimientos de sus cuadrillas de corte, el nivel de producción de sus lotes y la capacidad instalada en cosecha.

Capacidad de llenado de vehículo

Ahora, se definió también, con los tiempos estándar encontrados, el tiempo de llenado de un vehículo con la misma cantidad de RFF en ambos sistemas para ser transportados a la planta de beneficio. Para el sistema tradicional un operario de cosecha arroja la fruta desde el zorrillo al piso (Figura 2), para que posteriormente una cuadrilla de alce lo recoja del suelo al vehículo, mientras que el cable vía simplemente usa la fuerza de la gravedad para colocar el fruto directo al vehículo sin precisar de alzadores para tal tarea (Figura 3). La velocidad de llenado se considera un buen indicador de la eficiencia de los dos sistemas en evaluación.

Con respecto a este indicador, se definieron tiempos de llenado de volqueta en el sistema tradicional con dos operarios, uno de los cuales destinaba la mitad de su tiempo a amontonar el fruto dentro de la volqueta,



Figura 2. Evacuación manual de fruto.



Figura 3. Evacuación de fruto mediante cable vía.

mientras el otro lanzaba racimos hacia el interior de la misma. Para este sistema no se consideró desplazamiento de la volqueta. En los datos encontrados para el cable, se supuso un operario dedicado exclusivamente a la plataforma y, adicionalmente, se consideró que siempre tenía fruto disponible para descargar en el vehículo. Como se mencionó en la metodología, los tiempos estándar presentados incluyen los suplementos que, para el caso del cargue en la volqueta se estimaron entre 45,8 y 53,84% y para el cargue en cable vía de 40,8%. Los datos se presentan de dos formas para cada uno de los sistemas. Se definieron cuántas horas se requería para llenar una volqueta de 13 toneladas en ambos sistemas, con los suplementos aquí mencionados, pero también se halló este dato con un suplemento de 9%. La razón de hacer esto es que si los operarios van a llenar una sola vez el vehículo seguramente van a incurrir en el tiempo reportado con el suplemento de 9%; es decir, tardarían aproximadamente 3,16 horas, mientras que si durante toda la jornada llenaran vehículos sin parar, incurrirían en mayores suplementos (por influencia del calor, uso de fuerza, entre otros), y el tiempo de llenado de un vehículo aumentaría a 4,38 horas (Tabla 10).

Con respecto al cable vía, se hizo el mismo ejercicio, se encontraron los datos con 40,8% de suplemento por calor y uso de fuerza y con 9% de suplemento por fatiga básica y necesidades personales. El tiempo de llenado se presenta en la Tabla 11.

Así, para llenar un vehículo de 13 toneladas mediante el sistema cable vía, se necesitaría de 1,2 horas, con los mayores suplementos. Se debe tener en cuenta, no obstante, que para que se cumplan estos tiempos debe haber suficiente fruto disponible cerca a la plataforma o punto de acopio, y el tractorista debe ser lo suficientemente ágil para mantener al basculero con mallas llenas en su puesto de trabajo. Estas cifras de llenado del cable implican dos operarios en el sistema. Si para áreas pequeñas se hace uso de uno, la cantidad de tiempo destinado a llenado aumenta considerablemente.

Lo que se nota cuando se contrastan las cifras de llenado en ambos sistemas, por consiguiente, es que, considerando dos operarios en el alce manual, la reducción en tiempo de llenado del vehículo es de 70,33% cuando se usa el sistema cable vía. Es preciso

Tabla 10. Capacidad de llenado de vehículo con alce manual

2 OPERARIOS					
% suplemento	Cargue de racimos		Alce de pepa		Tiempo llenado
	seg	Racimos	seg	No. Palas	horas
45,8 a 53,84	10.221,2	930	5.551,0	218	4,38
9	7.242,1	930	4.148,8	218	3,16

Tabla 11. Capacidad de llenado de vehículo con cable vía

Llenado en plataforma					
% suplemento	seg/malla	racimos	racimo /malla	mallas	T Llenado horas
40,80	55,9	930	12	78	1,2
9	43,3	930	12	78	0,9

insistir en que para ello debe haber fruto suficiente en las mallas, lo que exige buena coordinación en la llegada de la volqueta al punto de acopio para que disminuya sus tiempos de espera. Lo anterior conduce a afirmar que el tiempo de espera de la volqueta en la plataforma de descargue depende estrechamente de la cantidad de equipos de transporte de que se disponga, ya que el tener pocas mallas implica tener que descargar frecuentemente en la volqueta, conduciendo esto a que la volqueta deba esperar menos tiempo. La decisión de invertir en más equipos de transporte y disminuir los tiempos de espera del vehículo corresponde, de nuevo, al inversionista del proyecto.

Logística de cosecha

Los sistemas de alce de fruto se han ubicado en la cadena de la palma de aceite en el eslabón denominado tradicionalmente poscosecha. Su éxito depende en gran medida, como es de suponer, de la forma en que se lleva a cabo la cosecha y en que ambos eslabones se concatenen. Como ejercicio adicional, se utilizaron los tiempos estándar para verificar la mejor disposición que se debe dar a las cuadrillas de cosecha en el campo para poder sacar un mayor provecho al sistema cable vía.

En este sentido, se estimó la capacidad de evacuación de fruto del tractor aéreo en las instalaciones del CEPV, simulando cosecha en cuatro lotes con diferente ubicación de las cuadrillas de corte en campo. Se quería ver la influencia de los desplazamientos del tractor en la cantidad de trabajo efectivo que este podía tener en una jornada laboral. El paso inicial fue ubicar cuatro cuadrillas de cosecha en lotes separados y estimar la cantidad de toneladas que transportaría el tractor en este escenario, enfrentándolo con la cantidad de toneladas que se presentaron antes, correspondientes a cuatro cuadrillas en lotes consecutivos. Los resultados del ejercicio están en la Tabla 12. En esta se muestra que, para las condiciones del CEPV, ubicar cuadrillas consecutivamente, aumenta la capacidad de evacuación de fruto, en el caso de un tractorista especializado, en 22,4 toneladas en un día. La explicación de esto radica en que cuando las cuadrillas están muy dispersas, la mayoría del tiempo el tractor se está desplazando con mallas vacías hacia los lotes y no está evacuando fruto del campo. Por ello es que, para potenciar los rendimientos del sistema cable vía, es preciso que la coordinación entre cosecha y poscosecha sea un compromiso de la administración.

Tabla 12. Comparación de rendimientos de tractor según ubicación de cuadrillas de corte

Escenario	Especializado		Tractorista-Basculero		Único operario	
	Tiempo (h)	Peso (t)	Tiempo (h)	Peso (t)	Tiempo (h)	Peso (t)
Lotes dispersos	7,5	25,0	8,2	22,4	7,8	17,9
Lotes contiguos	7,8	47,4	7,6	31,4	7,1	25,0



Conclusiones

El componente operativo del estudio comparativo realizado en el CEPV ha ofrecido información técnica útil sobre el desempeño de los dos sistemas en evaluación. En cuanto a las capacidades estimadas para estos, se encontró que en condiciones óptimas de operación, el sistema cable vía presenta una mejor respuesta a la evacuación rápida y efectiva de fruto del campo hasta el vehículo (camión o volqueta).

El estudio ha permitido, también, conocer más acerca del sistema cable vía, que se presenta como una tecnología que recientemente se viene utilizando en palma de aceite en Colombia y sobre la cual se conoce poco acerca de sus beneficios y dificultades.

Es preciso aclarar que, si bien los resultados de la evaluación técnica de los dos sistemas son un criterio decisorio para el inversionista que quiera colocar recursos en cualquiera de las dos opciones aquí

presentadas, este componente debe estar acompañado de la evaluación económica sobre ambos sistemas. Esto se hace con el fin de construir para el palmicultor un completo marco que permita entender en una dimensión más compleja las bondades y dificultades, tanto operativas como económicas, de los dos sistemas en evaluación. En esta temática, se elaboraron tres modelos económicos que cierran la evaluación de los sistemas, los cuales se presentarán en otro artículo.

Agradecimientos

Los autores deben expresar su agradecimiento al Fondo de Fomento Palmero, al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia, la Tecnología Francisco José de Caldas (Colciencias), Proyecto Código 7262-403-20623, contrato 422-2007 y al personal de Centro Aceros S.A. que facilitó la implementación del sistema cable vía en el CEPV.

Bibliografía

Meyers, F. 2000. *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. 2ª Ed. México: Prentice Hall.

Niebel, B.; Freivalds, A. 2004. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Onceava edición. Bogotá: Editorial Alfaomega.

Niosh. 1986. *Criteria for a Recommended Standard for Occupational Exposure to Hot Environments*. Washington, DC: National Institute for Occupational Safety and Health, Superintendent of Documents.

