

Un método para definir la estrategia de transferencia de tecnología a proveedores de fruta de palma de aceite*

A Method for Defining the Strategy for Technology Transfer to Oil Palm Fruit Providers

CITACIÓN: Ruíz, E., Mosquera, M., Mesa, E., Moreno, E., Medina, C., & Malagón, V. (2018). Un método para definir la estrategia de transferencia de tecnología a proveedores de fruta de palma de aceite. *Palmas*, 39(2), 47-58.

PALABRAS CLAVE: adopción de tecnología, análisis de correspondencias múltiples, análisis de conglomerados, mejores prácticas agrícolas.

KEYWORDS: Technology adoption, multiple correspondence analysis, cluster analysis, best agricultural practices.

RECIBIDO: enero de 2018.

APROBADO: marzo de 2018.

* Artículo de investigación científica y tecnológica.

ELIZABETH RUÍZ

Asistente de investigación. Economía Agrícola y Biometría, Cenipalma
eruiz@cenipalma.org

MAURICIO MOSQUERA MONTOYA

Investigador Titular. Economía Agrícola y Biometría, Cenipalma

ELOINA MESA FUQUEN

Investigadora Asociada. Economía Agrícola y Biometría, Cenipalma

EDUARDO MORENO

Ingeniero Agrónomo, Agroince

CAMILO MEDINA

Ingeniero Agrónomo, Agroince

VÍCTOR MALAGÓN

Ingeniero Agrónomo, Agroince

Resumen

Este estudio se realizó en plantaciones de proveedores de fruta de un núcleo localizado en la Zona Central palmera de Colombia y tuvo como objetivo identificar la adopción de prácticas agrícolas en lotes de plantaciones de palma de aceite. Como enfoque metodológico se utilizaron los datos obtenidos al calcular el índice de balance tecnológico (IBT) propuesto por Cenipalma. Sin embargo, este estudio fue más allá y empleó un análisis de correspondencias múltiples (ACM) con el fin de determinar cuáles prácticas se destacan en la adopción o la falta de adopción de tecnologías. Los lotes estudiados fueron agrupados mediante análisis de conglomerados (AC) en relación con las prácticas adoptadas. Este último análisis permitió la conformación de tres grupos, de los cuales se recopiló información sobre costos para la estimación de ingresos netos y costos unitarios. Los resultados indican que existe baja adopción de prácticas relacionadas con establecimiento, fertilización y cosecha de racimos. Además, se encontró que el costo de producir una tonelada de

racimos de fruta fresca (RFF) resultó inferior entre 2,5 y 8 %, en la medida en que se adopta tecnología. En ese sentido, la adopción de tecnologías para cultivos de palma de aceite permite un mayor ingreso neto anual. Este trabajo contribuye a la transferencia de tecnología, mediante la utilización de técnicas estadísticas para priorizar las tecnologías a ser transferidas a los cultivadores de palma de aceite que proveen fruta a Núcleos Palmeros, aportando con ello al cierre de brechas en el rendimiento de la palma de aceite en Colombia.

Abstract

This study was carried out in lots of oil palm fruit providers from a nucleus located at the Colombian Central Zone, and was aimed at identifying the adoption of agricultural practices in oil palm plantations. Data collected when calculating the Index for Measuring the Adoption of Technology (IMAT) proposed by Cenipalma was used as methodological approach. However, this study goes further and analyses data by means of Multiple Correspondence Analysis (MCA) in order to determine which practices stand out in terms of adoption or lack of adoption. Based on the adoption of practices, the studied lots were grouped into clusters by means of cluster analysis (CA), resulting in three clusters from which we collected information on costs. This allowed the estimation of unit costs and net income for each lot. Results show a lack of adoption of practices related to crop establishment, fertilization and fresh fruit bunches (FFB) harvesting. Additionally, it was found that the cost of producing a ton of FFB in lots with high levels of technology adoption was 2.5 to 8% lower when compared with lots with low adoption levels. Therefore, the adoption of technologies enables a higher annual net income. This work contributes to technology transfer, through the use of statistical techniques to prioritize technologies to be transferred to oil palm growers who provide fruit to oil palm nucleus, thereby contributing to bridge yield gaps.

□

Introducción

La adopción de tecnología en las actividades agropecuarias permite enfrentar los factores que limitan la obtención de rendimientos potenciales de los cultivos. De esta manera, el rendimiento de los cultivos es el resultado de considerar tanto los factores que limitan su buen desarrollo como la tecnología implementada para atenuar el impacto de los mismos. Al establecer un proyecto productivo suelen coexistir diferentes limitantes para la obtención de altos rendimientos, por ende, es necesario identificar los factores limitantes e implementar estrategias de manejo que permitan superarlos.

En plantaciones de palma de aceite se ha identificado que algunos de los factores que más limitan o reducen la productividad del cultivo son: la disponibilidad de recurso hídrico, el manejo inadecuado de la nutrición y la presencia de plagas y enfermedades

(Euler *et al.*, 2016; Sanz, Mosquera & Beltrán 2017; Woittiez, Slingerland & Giller, 2016).

Franco, Arias & Beltrán (2014) desarrollaron un método que permite calificar la adopción de tecnología en cinco procesos de manejo de la palma de aceite mediante la evaluación de prácticas asociadas a dichos procesos. La medición de la adopción de prácticas permite focalizar estrategias de transferencia de tecnología orientadas a solucionar aquellos aspectos de mayor necesidad que impactan directamente la productividad del cultivo. Esto es especialmente importante para empresas que brindan asistencia técnica a grupos de proveedores de fruta, en las cuales resulta vital priorizar los temas que deben transferirse al productor.

Por lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo determinar si la evaluación de la adopción de tecnología en plantaciones de proveedores de fruta de palma de

aceite permitiría focalizar las estrategias de transferencia de tecnología dirigidas a estos productores. En ese sentido, se buscó identificar asociaciones entre la adopción de prácticas de manejo del cultivo de la palma de aceite y los rendimientos obtenidos (t RFF/ha) en plantaciones de proveedores de fruta, con el fin de identificar aquellos aspectos del manejo tecnológico de los cultivos en los que se debe focalizar la transferencia tecnológica, contribuyendo así a incrementar los rendimientos de los cultivos. Adicionalmente, se estimó el costo por tonelada y se analizó la relación entre adopción de tecnología y el resultado económico.

La recolección de información se realizó en lotes de fincas pertenecientes a cultivadores de palma de aceite que proveen RFF al mismo Núcleo Palmero, el cual se encuentra localizado en la Zona Central, específicamente en la región del Sur del Cesar. En el caso de este núcleo, el personal técnico brinda asistencia técnica a sus proveedores y las fincas cuentan con administradores, quienes se encargan de tomar las decisiones sobre el manejo de los cultivos.

La investigación que aquí se presenta sintetiza los resultados de un ejercicio de muestreo sucedido por la recolección de información detallada sobre las prácticas implementadas en los lotes seleccionados, para lo cual se emplearon métodos de análisis estadístico y económico. El aporte de este trabajo es la presentación

de la aplicación de una metodología para la priorización de prácticas de manejo de cultivos de palma de aceite en las que se deben enfocar las estrategias de transferencia tecnológica dirigidas a los grupos de proveedores de los Núcleos Palmeros.

Este artículo se organiza como sigue: inicialmente se presenta un acápite que describe las metodologías empleadas para el desarrollo de la investigación; posteriormente, se presentan y discuten los resultados obtenidos; finalmente, se formulan las conclusiones obtenidas a partir del trabajo de investigación realizado.

Metodología

Este aparte del documento describe de manera general la metodología empleada. La Figura 1 presenta una síntesis de los métodos empleados en esta investigación. Para una aproximación detallada de las técnicas utilizadas consultar Mosquera, Ruiz & Mesa (2017), Ruiz *et al.* (2017).

Muestreo

La población estudiada correspondió a 288 lotes de fincas de proveedores de fruta de un núcleo de la Zona Central palmera. Las plantaciones de los productores

Figura 1. Métodos empleados en el estudio.

Etapa 1: preparación

- Planeación de la investigación.
- Muestreo poblacional.

Etapa 2: medición de la adopción de tecnología

- Empleando los lineamientos de la Guía de calificación de nivel tecnológico de las plantaciones de palma de aceite de Franco *et al.* (2014).

Etapa 3: estimación de costos de producción

- Empleando los lineamientos del Manual para el registro de costos en plantaciones de palmicultores de pequeña y mediana escala de Mosquera *et al.* (2014).

Etapa 4: análisis de la información

- Análisis estadístico empleando técnicas multivariadas (análisis de correspondencias múltiples y análisis de conglomerados).
- Análisis económico (estimación de costo unitario de producción [$\$/t$ RFF] y estimación de ingreso neto).

tenían áreas de siembra desde 20 hasta 500 hectáreas (ha). Para el muestreo se estratificaron los lotes considerando como criterio de agrupación la edad de siembra. En el muestreo solo fueron incluidos los lotes con cultivos en etapa adulta con el fin de evitar la inclusión del efecto de la edad sobre la productividad.

Para calcular el tamaño de la muestra (número de lotes para levantar información) se consideró la variable “Incidencia de la Pudrición del cogollo (PC)”, debido a que esta se encuentra asociada al manejo agronómico del cultivo (drenajes, agua para riego, balance de nutrientes, manejo de malezas) y a que no se contaba con la variable de producción a nivel de lote para los lotes de interés. Lo anterior obedece a que parte integral de la estrategia de control de la PC es la prevención, la cual se logra por medio de un buen manejo agronómico. Adicionalmente, se consideró un margen de error de 25 % y un nivel de confiabilidad de 85 %.

Medición del nivel de adopción tecnología

El método empleado para la medición del nivel de adopción de tecnología fue desarrollado por Franco *et al.* (2014), el cual consiste en la medición de la adopción de diferentes prácticas para el manejo de cinco procesos del cultivo: *i)* establecimiento de plantaciones, *ii)* labores culturales (manejo de malezas), *iii)* manejo nutricional, *iv)* manejo sanitario y *v)* cosecha (Figura 2). Para cada una de estas prácticas Franco *et al.* (2014) desarrollaron una serie de criterios que permiten evaluar su adopción en campo. Con base en el cumplimiento de estos criterios se califica el nivel de adopción.

En ese orden de ideas, se considera que una práctica ha sido adoptada cuando en el lote se verifica el cumplimiento de todos los criterios, en cuyo caso se asigna la calificación: alta. Si para determinada práctica el lote no cumple con los criterios planteados, entonces se considera que no hay adopción y se asigna calificación: baja. Finalmente, si para determinada práctica en el lote se cumplen algunos criterios, pero no todos, se considera que la práctica es parcialmente adoptada y se asigna la calificación: intermedia (Ruiz *et al.*, 2017).

De acuerdo con lo anterior, el cumplimiento de los criterios con los cuales se realizaría la calificación de la medición de adopción tecnológica fue llevado

a cabo por los asistentes técnicos de los proveedores de fruta, dado que son ellos quienes, debido a sus frecuentes visitas a las plantaciones, conocen el estado de adopción de las diferentes prácticas. Igualmente, se buscó evidencia que permitiera tener certeza sobre el cumplimiento de los criterios. Tal evidencia correspondió, por ejemplo, a los mapas con levantamientos altimétricos y la distribución de redes de drenaje y riego en las plantaciones, resultados de análisis foliares y de suelos, documentos con la conformación de UMA, balances de nutrientes realizados para las plantaciones, y otro tipo de evidencia pertinente a cada uno de los criterios evaluados.

A diferencia del método desarrollado por Franco *et al.* (2014), el presente trabajo no otorga puntuaciones para cada práctica con el fin de obtener un porcentaje total de adopción de tecnología, sino que asigna una calificación cualitativa, tal como se describió anteriormente. Las calificaciones otorgadas a cada práctica fueron analizadas utilizando el análisis de correspondencias múltiples, técnica estadística indicada para el análisis de datos cualitativos que se describe más adelante.

En la Figura 2 se muestran los procesos (establecimiento, labores culturales, manejo nutricional, manejo sanitario y cosecha) y las prácticas asociadas a cada proceso que son susceptibles de medición de adopción tecnológica. Por su parte, la Tabla 1 muestra un ejemplo de los criterios considerados para la calificación de la práctica de “calidad de la fruta cosechada”. Así, para cada práctica se consideraron tres categorías de adopción con base en la calificación obtenida.

Análisis de datos

Debido a la naturaleza cualitativa de los datos obtenidos en los lotes muestreados, es decir, las calificaciones de las prácticas evaluadas según adopción (alta, intermedia y baja), se empleó el análisis de correspondencias múltiples (ACM) y el análisis de conglomerados (AC) para analizar la información recolectada. El primero de estos consideró la calificación dada a cada práctica y buscó encontrar asociaciones entre tales categorías, con el objetivo de reducir la dimensionalidad de las 25 prácticas evaluadas e identificar aquellas categorías que más generaron variabilidad entre la muestra.

El análisis de conglomerados se realizó a partir de las coordenadas generadas en el ACM, con el propósito de agrupar los lotes por similitud en cuanto a nivel de adopción de tecnología y rendimiento (t RFF/ha). Para los grupos conformados (tipologías) fue posible identificar aquellas prácticas en las que los criterios deben ser ajustados, lo cual corresponde a los temas que deben ser fortalecidos por parte de la Unidad de Asistencia y Auditoría Técnica, Ambiental y Social del núcleo.

Estimación de costos de producción e ingreso neto

Los ejercicios para la estimación de costos de producción e ingreso neto se realizaron para cada una de las tipologías establecidas en el ACM. Para la estimación

del costo unitario se emplearon métodos propios de la ingeniería económica. Por tanto, se recolectó información detallada sobre labores realizadas, frecuencia, rendimiento, tarifas pagadas e insumos empleados (cantidades y precios). Así mismo, se indagó por el rendimiento de los cultivos durante todas las etapas (establecimiento, etapa improductiva, etapa de desarrollo y etapa adulta). El costo unitario se estimó como la razón entre la sumatoria de los costos de las etapas consideradas por hectárea y la sumatoria de las toneladas de RFF que se producen en una hectárea a lo largo de su vida económica, la cual se asumió en 30 años (Ecuación 1).

$$\text{Costo} \left(\frac{\text{pesos}}{\text{t RFF}} \right) = \frac{\sum \text{costos durante 30 años}}{\sum \text{de t de RFF durante 30 años}} \quad (\text{Ec. 1})$$

Figura 2. Procesos y prácticas susceptibles de medición de adopción.

Establecimiento	Labores culturales	Manejo nutricional	Manejo sanitario	Cosecha
<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones edafoclimáticas • Topografía • Diseño de riego y drenaje • Unidades de Manejo Agronómico (UMA) • Preparación (química y física de suelos) • Leguminosas 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de malezas en platos • Manejo de malezas en calles • Podas • Disposición de residuos • Mantenimiento de infraestructura (canales de drenaje y/o riego) 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo foliar y de suelos • Censos de producción • Eficiencia de la fertilización • Fraccionamiento de fertilizante • Época de aplicación de fertilizantes • Medición de crecimiento vegetativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Censo y seguimiento a plagas y enfermedades • Oportunidad en el control de plagas y enfermedades • Calidad del follaje y el área foliar 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterio y ciclo de cosecha • Recolección de fruta • Calidad de la fruta cosechada

Tabla 1. Ejemplo de calificación de la práctica de calidad de la fruta cosechada.

Calificación	Criterios de calificación
Alta	El fruto cosechado no presenta racimos verdes, sobremaduros, ni podridos. Tienen los pedúnculos recortados, un bajo porcentaje de impurezas y la formación de frutos fértiles es superior a 80 %.
Intermedia	El fruto cosechado presenta racimos verdes y sobremaduros en porcentajes aceptables para la planta extractora, así como pedúnculos recortados y un bajo porcentaje de impurezas.
Baja	El fruto cosechado presenta racimos verdes, sobremaduros y podridos. No tiene pedúnculos recortados y presentan un alto porcentaje de impurezas.

En lo que concierne a la estimación del ingreso neto, se decidió enfocar el análisis en la palma adulta con el fin de evitar el efecto de la edad del cultivo sobre el ingreso neto. En otras palabras, se consideró la naturaleza perenne de la palma de aceite, de acuerdo con la cual se requiere de una alta inversión inicial y un tiempo de espera para que el cultivo llegue a la madurez. Naturalmente, en este lapso excluido del análisis los costos son muy superiores al ingreso. En síntesis, solo se tomó el costo anual y el ingreso anual proveniente de la venta de RFF para una hectárea del cultivo en etapa adulta. El cálculo del ingreso neto se realizó de acuerdo con lo señalado en la Ecuación 2. Es de mencionar que se consideraron los precios reales promedio pagados por una tonelada de fruta en los últimos diez años, debido al largo plazo del negocio, lo cual hace necesario considerar las fluctuaciones históricas de los precios pagados por la fruta.

$$\text{Ingreso neto } \left(\frac{\text{pesos}}{\text{ha}} \right) = \left(\text{precio } \left(\frac{\text{Pesos}}{\text{t RFF}} \right) * \text{cantidad } \left(\frac{\text{t RFF}}{\text{ha}} \right) \right) - \text{costo de producción } \left(\frac{\text{Pesos}}{\text{ha}} \right) \quad (\text{Ec. 2})$$

Resultados

La investigación inició con la definición de una muestra de proveedores sobre la cual se realizaría la evaluación del nivel de adopción de tecnología. A continuación, se precisa el tamaño de muestra estimado.

Muestreo

El muestreo se realizó sobre lotes de 81 plantaciones de pequeña y mediana escala (20-500 ha) que proveen

fruto a un Núcleo Palmero. La población total estaba conformada por 288 lotes, de los cuales se seleccionaron 33, cuya extensión asciende a 403,4 ha. La Tabla 2 muestra la cantidad de lotes muestreados de acuerdo con la edad de la palma.

Medición de adopción tecnológica

La Tabla 3 ilustra el porcentaje de lotes que obtuvo alguna de las calificaciones posibles (baja, intermedia o alta) en cada uno de los procesos objeto de evaluación. Esta misma tabla muestra el porcentaje de los 33 lotes de la muestra con respecto a la adopción de la tecnología según los procesos evaluados.

Al analizar la información de la Tabla 3 se observa que en la fase de establecimiento del cultivo se presentan gran parte de las falencias, puesto que 79 % de los productores no lleva a cabo la adopción de las tecnologías disponibles. Frente al tema, cabe anotar que las fallas relacionadas con el establecimiento de cultivos suelen ser muy difíciles de corregir una vez el cultivo ha sido puesto en marcha (Fairhurst, 2015).

Por otro lado, las cifras correspondientes al manejo nutricional del cultivo arrojan que 100 % de los productores optan por la no adopción de tecnologías o por una adopción parcial de las recomendaciones en materia de fertilización. Considerando la naturaleza crítica de este proceso en lo que tienen que ver con el rendimiento del cultivo (Fairhurst, 2015), este asunto se constituye como una de las temáticas principales a ser abordadas en las actividades de transferencia de tecnología. Es muy importante anotar que los efectos de la mejoría en estas prácticas no serán visibles de

Tabla 2. Muestreo de lotes.

Estrato	Descripción de estrato	Núcleo A	
		Población (N)	Muestra (n)
1	6 ≤ edad ≤ 10	137	16
2	11 ≤ edad ≤ 15	88	10
3	Edad ≥ 16 años	63	7
Total (N° de lotes)		288	33
Error		25 %	
Confiabilidad		85 %	

Tabla 3. Porcentaje de lotes de acuerdo con la calificación tecnológica por proceso evaluado.

Proceso	Baja	Intermedia	Alta
Establecimiento	79 %	15 %	6 %
Labores culturales	21 %	66 %	12 %
Manejo nutricional	79 %	21 %	0 %
Sanidad		88 %	12 %
Cosecha	60 %	40 %	0 %

manera inmediata, sino que, por el contrario, deben pasar al menos dos años para evidenciar incrementos importantes en esta variable.

Con respecto al control de maleza y la poda, se evidenció que 21% de los lotes de la muestra no sigue los criterios establecidos, mientras que 66 % lo hace de manera deficiente. Naturalmente, esto tiene implicaciones en la realización de las tareas del cultivo, especialmente sobre la calidad de la cosecha. Esta es otra de las áreas en la que se pueden esperar mejoras con un plan de transferencia de tecnología que permita a los proveedores de fruto comprender las bondades de llevar a cabo un manejo ceñido a las mejores prácticas.

Con relación al manejo fitosanitario, se encontró que 88 % de los lotes reporta una adopción intermedia de tecnología, mientras que 12 % cuenta con un nivel alto de adopción de tecnologías. Este resultado es consecuencia de que la región en la cual se encuentran el Núcleo Palmero analizado y sus proveedores, fue considerada como área de avance de la Pudrición del cogollo en la Zona Central colombiana para la fecha de estudio. Por lo anterior, se han impulsado campañas de promoción para el correcto manejo fitosanitario de los cultivos, con la participación de la gerencia del núcleo, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Cenipalma. Los resultados en este aspecto indican que las estrategias planteadas están dando frutos. Desde luego, la meta para estos indicadores debe ser que 100 % de los productores adopten la tecnología disponible, ya que se trata de una situación que representa una seria amenaza para el negocio palmero.

Finalmente, en lo que tiene que ver con la cosecha, se encontró que este proceso es susceptible de mejora

en todos los lotes, debido a que en la mayoría de los casos estudiados la adopción de prácticas asociadas a la cosecha se lleva a cabo de manera parcial. Este es un aspecto sobre el cual se pueden tomar medidas inmediatas, que permiten evidenciar un efecto positivo en el corto plazo.

Análisis de datos

Análisis de correspondencias múltiples (ACM)

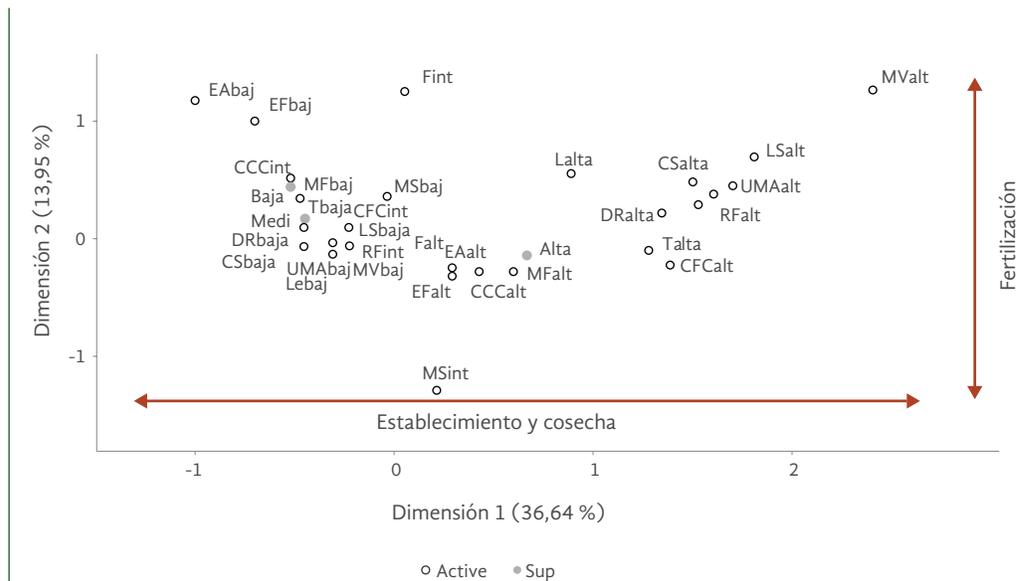
Este análisis se llevó a cabo con las calificaciones obtenidas en cada una de las prácticas y en cada uno de los lotes seleccionados en la muestra (Figura 3). El análisis permitió identificar que las prácticas responsables de explicar la mayor parte de la variabilidad, en términos de la adopción de los criterios evaluados, corresponden a aquellas relacionadas con los procesos de establecimiento, manejo nutricional y cosecha de la fruta¹.

Específicamente, en lo que se refiere al establecimiento del cultivo, las prácticas en las que se evidenció un nivel más bajo de adopción son: establecimiento de coberturas leguminosas, caracterización físico-química de suelos, diseño de Unidades de Manejo Agronómico (UMA) y establecimiento de sistemas de drenaje.

En lo que concierne a la nutrición del cultivo, las prácticas que mostraron una menor adopción fueron la incorporación en la prescripción de fertilizantes de mediciones atinentes al crecimiento vegetativo del cultivo y la toma de muestras para análisis físico-químico del suelo.

1 Para mayor información sobre este análisis ver el trabajo de Ruíz (2017).

Figura 3. Análisis de correspondencias múltiples.



Finalmente, las prácticas asociadas a la cosecha en las cuales se evidenció una adopción parcial son: el manejo de ciclos adecuados, el corte de fruta con criterios de calidad y la recolección adecuada.

Este análisis permite identificar las principales fallencias respecto a prácticas que deberían ser adoptadas por los proveedores de fruto. Con esta información, el núcleo puede establecer su estrategia de transferencia tecnológica con un enfoque hacia los aspectos por mejorar. Tal estrategia puede estar apoyada en el desarrollo de planes de formación de capacidades en los productores, jornadas de capacitación, metodologías participativas, desarrollo de parcelas demostrativas y otras actividades relacionadas que permitan la difusión de los aspectos que se desea transferir a los productores.

A continuación, se plantea la pregunta de si todos los productores requieren difusión en todas las tecnologías mencionadas. Naturalmente, la adopción de tecnologías es diversa, y dado que es poco estratégico llevar un mensaje sobre algo que ya es de conocimiento del productor, es muy importante tratar de determinar el público objetivo para cada tema. Es allí donde cobra importancia la metodología estadística de análisis de conglomerados.

Análisis de conglomerados (AC)

Este análisis permitió identificar cinco conglomerados de lotes según la adopción de las prácticas

que hicieron la diferencia en el ACM. En este documento se caracterizan tres de ellos, a saber: C1, C2 y C3; en adelante, estos serán denominados como tipologías. Adicionalmente, se provee información con respecto al promedio de rendimientos obtenidos por los lotes que pertenecen a cada conglomerado. La obtención de los rendimientos se realizó en el mismo momento de la calificación de adopción tecnológica.

En la Tabla 4 las letras indican si la práctica fue adoptada (A), parcialmente adoptada (I) o no adoptada (B) para cada uno de los conglomerados. La calificación del conglomerado con respecto a cada una de las prácticas se determinó de acuerdo con la categoría predominante de adopción (es decir, A, I y B).

El conglomerado 3 (C3) agrupa los lotes que adoptaron todas las prácticas evaluadas, los cuales corresponden con aquellos que reportaron los rendimientos más altos de la muestra (promedio de 34 t RFF/ha/año). Entretanto, el conglomerado 1 (C1) agrupa lotes en los que prima la no adopción de las tecnologías que hicieron la diferencia, cuyos rendimientos promedio fueron de 21 t RFF/ha/año. Finalmente, en el conglomerado 2 (C2) se registran rendimientos promedio de 25 t RFF/ha/año, así como bajos niveles de adopción de prácticas de establecimiento de cultivos y de adopción de la mayoría de las prácticas de manejo nutricional.

Tabla 4. Caracterización de grupos por su adopción de tecnología y rendimientos*.

Categoría	C1	C2	C3
Rendimiento promedio (t RFF/ha)	21	25	34
Evaluación de condiciones edafoclimáticas	B	B	A
Estudios topográficos	B	B	A
Diseño de sistemas de drenaje y riego	B	B	A
Diseño y adecuación de UMA	B	B	A
Preparación de suelos	B	B	A
Coberturas leguminosas	B	B	A
Muestras foliares	B	A	A
Muestras de suelos	B	B	A
Eficiencia de la fertilización**	B	A	A
Fraccionamientos de fertilizante	A	A	A
Época de aplicación de fertilizante	B	A	A
Medición de crecimiento	B	B	A
Criterio y ciclo de cosecha	I	I	A
Recolección de fruto	I	I	A
Calidad de Fruto	I	I	A

* Las prácticas señaladas corresponden a aquellas que generaron variabilidad entre los conglomerados. Así, en lo relacionado con el manejo sanitario y de malezas, no se encontró variabilidad en los grupos.

** De acuerdo con los resultados de los balances de nutrimentos realizados en las plantaciones.

Nota: las letras indican si la práctica fue adoptada (A), parcialmente adoptada (I), o si no fue adoptada (B).

Análisis económico

Costo por tonelada de fruto

Se levantó información de costos por hectárea de cada una de las etapas del cultivo por conglomerado², es decir, según prácticas adoptadas (Tabla 5). En los lotes agrupados en el conglomerado con mayor adopción tecnológica (3), el costo de las etapas de producción resulta superior al de los otros dos conglomerados. Por ejemplo, el costo de establecimiento fue 18 % superior para este conglomerado cuando se compara con el costo estimado para los conglomerados con menor adopción tecnológica. Igualmente, el costo de manejar la etapa

adulta, resultó ser 32 % superior al costo estimado en el conglomerado con menor adopción tecnológica (1), y 23 % superior cuando se compara el conglomerado con una adopción parcial de tecnología (2).

Adicionalmente, se consideró la curva de productividad de cada conglomerado con el fin de tener el agregado de la producción de fruto en una hectárea de palma en 30 años.

El mayor costo de producción en el conglomerado 3 se explica por un mayor costo de labores como la fertilización, debido a que en los lotes de este conglomerado se emplean mayores cantidades de fertilizantes de síntesis química. En consecuencia, a mayor rendimiento del cultivo (t RFF/ha) incrementan los costos asociados a la cosecha y el transporte de fruto. En lo que concierne al costo unitario, es decir, el costo de

2 Para profundizar en el detalle de los costos para cada etapa, ver Ruíz (2017).

producir una tonelada de fruto, se evidenció que este rubro presenta un comportamiento contrario al del costo por unidad de área como consecuencia de una mayor productividad (Figura 4).

En efecto, el costo unitario en el C3 resultó ser 5 y 10 % inferior al de los conglomerados en donde se presenta una menor adopción de tecnología (C2 y C3, respectivamente). Lo anterior indica que si bien la adopción de tecnologías requiere de mayor inversión, una productividad superior compensa la inversión realizada, dando como resultado un menor costo unitario (Figura 4).

Ingreso neto

Para cada uno de los conglomerados se estimó el ingreso neto promedio de una hectárea de palma en etapa adulta. Se consideraron dos escenarios de precio: i) el promedio del precio real pagado por una tonelada

de fruta del periodo 2006-2015 y ii) el promedio del precio real para el mismo periodo menos una desviación estándar (disminución de 15 %). En ambos casos el ingreso neto es superior entre 35 y 45 % para C3, es decir, el conglomerado de lotes con la mayor adopción tecnológica (Tabla 6).

Conclusiones

En este trabajo se presenta una metodología que facilita determinar la agenda de trabajo del equipo técnico de un Núcleo Palmero con sus proveedores de fruto. Por una parte, en la primera fase de medición de la adopción de tecnología se establecen las principales falencias tecnológicas de los lotes de sus clientes, con lo cual es posible vislumbrar cuáles son las tecnologías a enfatizar durante la realización de actividades de transferencia tecnológica. Por otro lado, en la segunda fase de la medición se hace un análisis estadístico que

Tabla 5. Costos asociados a cada uno de los conglomerados por hectárea (cifras en pesos colombianos).

Costos (\$/ha/año)	Conglomerado 1	Conglomerado 2	Conglomerado 3
Establecimiento	5.217.695	5.233.785	6.365.167
Etapa improductiva	2.475.358	2.848.864	3.447.448
Etapa de desarrollo	4.175.776	4.716.226	5.968.852
Etapa adulta	4.432.993	5.049.544	6.554.932

Figura 4. Costo unitario vs. costo por unidad de área.

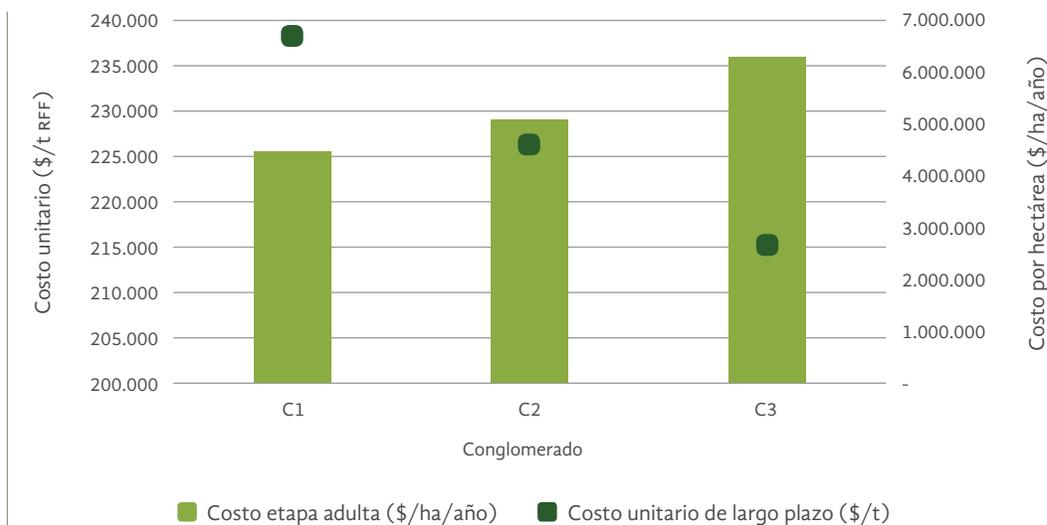


Tabla 6. Ingreso neto considerando diferentes escenarios de precios (cifras en pesos colombianos).

Precio (\$)	C1	C2	C3
	Ingreso neto (\$/ha/año en palmas adultas)		
356.970/t RFF ¹	3.043.698	3.499.541	5.571.758
303.017/t RFF ²	1.910.685	2.206.917	3.737.356

¹ Precio real promedio para el periodo 2006-2015.

² Precio real promedio para el periodo 2006-2015 menos la desviación estándar.

permite agrupar los lotes según las prácticas adoptadas. Esto permite al equipo técnico del núcleo enfocar los grupos que requieren recibir transferencia tecnológica mediante estrategias diferentes a las habituales.

En lo que concierne a los resultados de esta metodología, la cual fue aplicada a los proveedores de fruta de un núcleo de la Zona Central, se relacionan las siguientes reflexiones. En primer lugar, la palma de aceite es un cultivo a largo plazo, lo que implica que las decisiones del agricultor deben ser tomadas considerando este hecho. En ese orden de ideas, desde la etapa de establecimiento, pasando por la de desarrollo y la de madurez del cultivo, se debe incorporar la tecnología disponible requerida para cada caso. Por otra parte, los resultados de este trabajo evidencian que la adopción de tecnología se asocia con la obtención de altos rendimientos en los lotes de proveedores estudiados. Además, se encontró que manejar una hectárea utilizando

tecnología disponible es más costoso por unidad de área. Sin embargo, la cantidad de fruto obtenido en una hectárea bien manejada permitió reducir el costo de producir una tonelada de racimos de fruto, que es, en últimas, lo que vende el productor. Esto confirma que la adopción de tecnología contribuye a subsanar las limitantes que afectan el buen desarrollo de un cultivo de palma de aceite. Así, a pesar de que la adopción de tecnología representa una mayor inversión inicial y un mayor costo por hectárea en etapas subsecuentes, un alto nivel de adopción hace que el negocio sea más rentable y sostenible.

Lo anterior va de la mano con un incremento en el ingreso neto del productor. En concreto, las plantaciones maduras que hacen uso de la tecnología disponible logran rendimientos de 34 t RFF/ha, los cuales son superiores a los de plantaciones manejadas con menores índices de adopción de tecnología.

Referencias bibliográficas

- Euler, M., Hoffmann, M., Fathoni, Z., & Schwarze, S. (2016). Exploring yield gaps in smallholder oil palm production systems in eastern Sumatra, Indonesia. *Agricultural Systems*, 146, 111-119. doi: /10.1016/j.agsy.2016.11.005.
- Franco, P., Arias, N., & Beltrán, J. A. (2014). *Calificación del nivel tecnológico de las plantaciones de palma de aceite en Colombia*. Bogotá: Cenipalma.
- Mosquera, M., Ruíz, E., Fontanilla, C. A., Beltrán, J. A., & Arias, N. (2014). *Manual para el registro de costos en plantaciones de palmicultores de pequeña y mediana escala*. Bogotá: Cenipalma/FLIPA.

Mosquera, M., Valderrama, M., Fontanilla, C. A, Ruíz, E., Uñate, M., & Rincón, F. (2016). Costos de producción de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia en 2014. *Palmas*, 37(2), 37-53.

Mosquera, M., Ruiz, E., & Mesa, E. (2017). Economic Assessment of Technology Adoption in Oil Palm Plantations from Colombia. *International Journal of Financial Research*, 8(3), 74-84.

Ruiz, E. (2017). *Brechas en el rendimiento en lotes de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq) de cultivadores de pequeña y mediana escala en el Sur del Cesar y Santander* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Ruiz, E., Mesa, E., Mosquera, M., & Barrientos, J. (2017). Technological factors associated with oil palm yield gaps in the Central Region in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 35(2), 256-264. doi: 10.15446/agron.colomb.v35n2.61894.

Sanz, J., Mosquera, M., & Beltrán, J. A. (2017). Closing yield gaps for small-and-medium-scale oil palm producers: improvin cultivation practices. In: *Achieving sustainable cultivation of oil palm* Volume 2. Cambridge, UK: Burleigh Dodds Science Publishing,

Woittiez, L., Slingerland, M., & Giller, K. (2015). Yield Gaps in Indonesian Smallholder plantations: Causes and solutions. *Proceddings PIPOC 2015* (p. 793).



SU ÉXITO **CRECE** CON NUESTROS MATERIALES DE SIEMBRA

- Amazon

(Híbrido compuesto)

- Buena extracción de aceite (>21%)
- Alta tolerancia a pudriciones de cogollo
- Bajo nivel de descarte en vivero
- Alta precocidad
- Crecimiento vertical muy lento
- Polen autocompatible

- Variedades de alta densidad

Densidad de siembra de 160 - 170 palmas/ha
Evolution Blue, Themba, Supreme, Challenger y Avalanche

- Precocidad y alta producción de racimos
- Menores costos de cosecha y mayor vida comercial de la plantación

- Clones de alta densidad

Mayor densidad de siembra (Hasta 180 palmas/ha)
Titán, Tornado, Sunrise, Sabre y Drake

- Alta tasa de extracción de aceite (26%)
- Plantaciones altamente uniformes



Respaldados por un sólido programa de investigación y una de las más amplias colecciones de germoplasma en el mundo.

Garantizamos:

- La más alta calidad
- 99.9% de pureza de téneras
- Precocidad y alto rendimiento sostenido



- 4 variedades para diferentes necesidades

- Spring (Variedad Premium) - La Mé (Variedad Estándar) - Kigoma (Variedad Especial) - Bamenda (Variedad Especial)