

Prácticas de manejo y costos de producción de la palma de aceite híbrido OxG en plantaciones de la Zona Oriental y Suroccidental de Colombia*

Management Practices and Production Costs of OxG Hybrid Oil Palm Plantations at the Colombian Eastern and South-Western Area

CITACIÓN: Ruíz, E., Fontanilla, C., Mesa, E., Mosquera, M., Molina, D. y Rincón, A. (2015). Prácticas de manejo y costos de producción de la palma de aceite híbrido OxG en plantaciones de la Zona Oriental y Suroccidental de Colombia. *Palmas*, 36(4), 11-29.

PALABRAS CLAVE: fertilización, polinización, cosecha, QFD, referenciación competitiva.

KEY WORDS: Fertilization, pollination, harvest, QFD, benchmarking.

RECIBIDO: agosto de 2015.

APROBADO: septiembre de 2015.

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

ELIZABETH RUIZ ÁLVAREZ

Auxiliar de Investigación. Área de Economía Agrícola y Biometría, Cenipalma
eruiz@cenipalma.org

CARLOS FONTANILLA DÍAZ

Investigador Asociado. Área de Economía Agrícola y Biometría, Cenipalma

ELOINA MESA FUQUEN

Responsable de la Sección de Biometría. Área de Economía Agrícola y Biometría, Cenipalma

MAURICIO MOSQUERA MONTOYA

Líder del Área de Economía Agrícola y Biometría, Cenipalma

DIEGO LUIS MOLINA

Investigador Asistente. Programa de Agronomía, Cenipalma

ÁLVARO RINCÓN RINCÓN

Investigador Asistente. Programa de Agronomía, Cenipalma

Resumen

Se realizó un estudio de *benchmarking* en empresas que han plantado *E. oleifera* x *E. guineensis* (OxG) con el objetivo de identificar las prácticas que contribuyen al máximo cumplimiento de los requisitos establecidos por las plantas de extracción de aceite de palma, y cómo estas prácticas son llevadas a cabo por los cultivadores de palma de aceite que reportan los mejores resultados. Tales resultados fueron evaluados mediante el uso de indicadores construidos con personal técnico de la agroindustria colombiana de la palma de aceite.

Las prácticas documentadas en este trabajo son: nutrición mineral, polinización asistida y cosecha de los racimos de fruta fresca (RFF); todas tienen efecto en el proceso de formación del racimo y en el contenido de aceite de los frutos. Nueve empresas demostraron buenos indicadores respecto a estas tres actividades, por lo que se decidió visitarlas. El objetivo fue indagar las razones detrás de los buenos resultados registrados por estas empresas.

Con respecto a la nutrición mineral, los requerimientos nutricionales para palmas OxG son aún desconocidos. En consecuencia, la mayoría de las compañías que ha plantado OxG usan el mismo criterio utilizado para plantaciones de *E. guineensis* y tienden a añadir una cantidad adicional de 30 % de los nutrientes, dada la mayor arquitectura de las palmas OxG. Los costos promedio de la nutrición mineral para palmas OxG en la Zona Oriental son unos 1,8 millones de pesos por hectárea, mientras que en la Zona Suroccidental este valor es alrededor de 1,4 millones.

La polinización asistida es vista como una práctica obligatoria dada la baja germinabilidad del polen de palmas OxG. Los costos de esta práctica se encuentran en un rango de 0.8 a 1.4 millones de pesos por hectárea, cuyo mayor porcentaje corresponde a costos por mano de obra. Por lo tanto, antes de sembrar híbridos OxG debe asegurarse la existencia de suficiente mano de obra disponible.

Por último, con respecto a la cosecha, el principal hallazgo es que el ciclo de cosecha oscila entre 15 a 25 días y el pago por tonelada cosechada de RFF es similar al que suele pagarse para la cosecha de materiales *E. guineensis*. Los costos de cosecha oscilan entre 28 y 77 pesos por kilogramo, dependiendo de la edad de las palmas (entre más joven, más caro).

Abstract

A benchmarking study was carried out on companies that have planted *E. oleifera* x *E. guineensis* (OxG), with the aim of identifying the practices that contribute the most in meeting the requirements set by oil palm mills, and how these practices are carried out by those oil palm growers reporting the best results. These results were assessed by means of using indicators built with technical staff from the Colombian oil palm agroindustry.

Three practices are documented on this paper: mineral nutrition, assisted pollination and harvest of Fresh Fruit Bunches (FFB). All of them have an effect on bunch formation process and on the oil content of the fruits. Nine companies have showed good indicators regarding these three activities, so it was decided to visit them with the aim of finding out the reasons behind the good results.

Regarding the mineral nutrition, it must be said that the nutritional requirements for OxG palms are still unknown. In consequence, most companies that have planted OxG are using the same criterion used for *E. guineensis* plantations, adding an extra 30% amount of nutrients, considering the greater architecture of OxG palm trees. The average costs of mineral nutrition for OxG palms at the Eastern Zone are about 1.8 million Colombian pesos per hectare while at the South Western zone, this value is around 1.4 million Colombian pesos per hectare.

The assisted pollination is seen as a mandatory practice given the low germinability of OxG palms pollen. The costs of assisted pollination are in the range from 0.8 to 1.4 million pesos per hectare, whose main portion is related to labor cost. Thus, before planting an OxG plantation, the availability of enough labor force is a key aspect to be considered.

Finally, regarding the harvest, the main finding is that harvest cycle ranges from 15 to 25 days, and the payment per ton of FFB is similar to the one that used to be paid for harvesting *E. guineensis* fields. Harvests costs oscillate between 28 to 77 pesos per kilogram, depending upon the age of the palms (the younger the most expensive).

Introducción

El híbrido interespecífico es el resultado del cruzamiento de *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, estos materiales comenzaron a ser objeto de estudio en los años setenta, despertando el interés en la comunidad palmera a finales de los noventa porque algunos cruzamientos mostraron tolerancia a la Pudrición del cogollo (PC) y mantenían producciones superiores a 30 t de racimos de fruta fresca (RFF) por hectárea al año (Genty & Ujueta, 2013). En 2011, se estimó que el 6,4 % del área sembrada en palma en el país estaba establecida con materiales híbridos, correspondiente a 24.930 ha, de las cuales el 43 % estaba sembrado en la Zona Oriental y el 17 % en la Zona Suroccidental (Fedepalma, 2013); igualmente, se resalta que en términos de proporción del área sembrada en cada zona, el híbrido representa una pequeña fracción en la Zona Oriental (7 %), mientras que en la Suroccidental, para 2011, se evidenciaba un 27 % del área sembrada con diferentes materiales híbridos (Fedepalma, 2013).

En la comunidad palmera persisten múltiples interrogantes sobre el manejo agronómico que requieren estos materiales, así como las implicaciones en términos económicos que traen su establecimiento y solo algunas empresas tienen experiencia en su manejo. Con el fin de brindar información sobre el manejo agronómico requerido por los híbridos OxG, se realizó un ejercicio de Referenciación Competitiva en empresas productoras de palma de aceite híbrido OxG (plantaciones de las Zonas Oriental y Suroccidental).

Desde el punto de vista metodológico la Referenciación Competitiva inició con la visita a plantas extractoras (compradores de fruta de híbrido), en donde se identificaron las necesidades de su negocio con respecto a la materia prima (RFF) para ser eficientes; posteriormente, en un trabajo con directores agronómicos de 12 empresas que tienen siembras de materiales híbrido, se priorizaron aquellas prácticas del cultivo que contribuyen a cumplir las necesidades de la planta de beneficio respecto de la materia prima. Una vez se identificaron tales prioridades, se visitaron las empresas con el objetivo de calificar su desempeño en cada una de las prioridades definidas, por medio de indicadores previamente definidos,

una vez calificadas las empresas, se seleccionaron aquellas que obtuvieron un puntaje sobresaliente (nueve plantaciones), y en estas empresas se llevó a cabo el diligenciamiento de cuestionarios detallados sobre cada una de las prácticas priorizadas (nutrición, polinización y cosecha).

Como producto de esta fase se cuenta con la descripción de los aspectos que realizan las empresas sobresalientes en las prácticas priorizadas, considerando información como frecuencias de labores, costos y aspectos que han facilitado su desempeño en campo.

Este documento muestra los aspectos que se encontraron como relevantes respecto a las prácticas de manejo prioritarias en cada plantación; sin embargo, no debe constituirse como una recomendación de prácticas, puesto que en este trabajo no se validó su efectividad.

Metodología

Se realizó un ejercicio de Referenciación Competitiva con empresas productoras de híbrido OxG de las Zonas Oriental y Suroccidental de Colombia en el que participaron plantaciones dispuestas a compartir información sobre el manejo agronómico y comportamiento de sus cultivos. Este ejercicio se realizó en cuatro etapas que se definen a continuación:

Identificación del cliente y sus necesidades

El cliente directo del cultivo de palma de aceite híbrido OxG lo constituye la planta de beneficio. Se entrevistó a directores de las plantas que procesan este tipo de fruta (Guaicaramo S.A., Hacienda La Cabaña S.A., Agropecuaria Santa María S.A., Extractora Sur del Casanare, Salamanca Oleaginosas S.A., Astorga S.A. y Palmas de Tumaco S.A.), con el objetivo de identificar sus necesidades respecto a la fruta del híbrido; es decir, aquellas condiciones y características que debe tener esta fruta para que la extracción de aceite sea la adecuada. El procedimiento que se siguió para identificar tales factores se presenta en la Figura 1 (Mosquera *et al*, 2008) (Fontanilla *et al*, 2010).

Figura 1. Identificación de factores críticos de éxito.



Identificación de prácticas de cultivo prioritarias y determinación de indicadores de desempeño

Una vez fueron identificadas las necesidades de la planta de beneficio, se empleó la metodología *Quality Function Deployment* (QFD), para realizar una priorización de las prácticas del cultivo que contribuyen a satisfacer las necesidades identificadas. Para ello, se realizaron dos talleres de priorización con los directores agronómicos (agronomo/tomador de decisiones) de las plantaciones participantes en las Zonas Oriental y Suroccidental, en los cuales se determinaron aquellas prácticas que contribuyen a resolver las necesidades de la planta respecto de la materia prima. Por medio de una matriz tipo *House of Quality* (HOQ) (Bernal *et al.*, 2009) se establecieron relaciones numéricas entre las prácticas de cultivo y la oferta de valor de la fase agrícola a las necesidades de la planta de beneficio. Una fuerte relación entre la práctica de cultivo y las ofertas de valor implica que la práctica es importante para conseguir las necesidades de la planta (Molina, 2013).

Una vez establecidas las prácticas prioritarias de cultivo, se planteó un conjunto de indicadores que permitiese comparar el desempeño de cada empresa frente a las demás con respecto a cada práctica del cultivo priorizado, un listado anexo (Anexo 1) muestra los indicadores que fueron evaluados en las 12 plantaciones.

Identificación de empresas con mejor desempeño

Se encuestaron doce empresas participantes (Hacienda La Cabaña S.A., Guaicaramo S.A., Unipalma de

los Llanos, Palmas del Casanare, Palmeras Santana, Agropecuaria Santa María, Palmas de Tumaco S.A.S., Oleaginosas Salamanca S.A., Central Manigua S.A., Astorga S.A., Agrigan, Palmas de Santa Fe Ltda.), para indagar sobre información que permitiese valorar el desempeño de las empresas en las prácticas priorizadas. La herramienta para la toma de la información correspondió a un cuestionario que incluyó aspectos propios de la planeación, ejecución y seguimiento realizado a cada labor; como resultado, se seleccionaron las empresas que se visitarían para identificar las prácticas de manejo que se están realizando y con las cuales han obtenido un desempeño sobresaliente¹. En el Anexo 1 se presentan los indicadores que se tuvieron en cuenta para la calificación de las empresas.

Visita de reconocimiento de experiencias de manejo agronómico en empresas con mejor desempeño

Fueron visitadas las plantaciones que sobresalieron en las prácticas priorizadas (aquellas que obtuvieron una calificación más alta de acuerdo con los criterios de evaluación para cada una), con el objetivo de documentar las prácticas de manejo que han desarrollado y que las plantaciones consideran les han permitido obtener desempeños sobresalientes. Con la información recogida en las visitas y en los cuestionarios, se estimaron costos asociados de los procesos priorizados para el cultivo.

¹ Cabe destacar que en algunos de los casos la falta de la entrega de la información fue causal para que las calificaciones dadas a las empresas no fueran sobresalientes.

Resultados

Factores críticos de éxito de la planta de beneficio

Las plantas de beneficio cuentan con una amplia gama de objetivos (Tabla 1), en donde los factores críticos de éxito son considerados como aquellos aspectos clave para el desempeño de los objetivos estratégicos de las plantas; la Tabla 1 revela aquellos que fueron encontrados en las plantas de beneficio de las zonas Oriental y Suroccidental y que se limitan a exigencias sobre la materia prima (RFF). Así, las plantas extractoras de las dos zonas palmeras, coinciden en demandar que la producción de los cultivos sea sostenida en

el tiempo, produzcan racimos con alto contenido de aceite y que el costo de producción sea competitivo.

Oferta de valor del cultivo para atender los FCE de la planta de beneficio

La oferta de valor que puede ofrecer el cultivo OxG orientada a dar cumplimiento a los factores críticos de éxito identificado en los talleres de priorización realizados en las zonas Oriental y Suroccidental, se resume a continuación (Tabla 2).

Por su parte, el ordenamiento de las prácticas que en mayor medida contribuyen al cumplimiento de la oferta del cultivo hacia la planta de beneficio se presenta en la Tabla 3.

Tabla 1. Factores críticos de éxito de plantas extractoras de aceite de dos zonas palmeras.

Objetivos de la planta extractora	Factores críticos de éxito	
	Zona Oriental	Zona Sur Occidental
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar ingresos • Rentabilidad del negocio • Nivel de inventarios adecuado • Reducir pérdidas • Mercados rentables • Eficiencia de la planta 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto contenido de aceite en los racimos • Volumen de fruta adecuado • Tiempo de entrega • Costo razonable de fruta • Regularidad en la entrega de la fruta • Separación de la fruta de híbrido y de <i>E. guineensis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto contenido de aceite en los racimos • Costo razonable de fruta • Tiempo de entrega • Volumen de fruta adecuado • Sostenibilidad de la entrega de la fruta en el largo plazo

Fuente: Información recolectada por el equipo de Economía Agrícola de Cenipalma, - documentos internos.

Tabla 2. Oferta de valor de las plantaciones de híbrido.

Zona Oriental	Zona Suroccidental
<ol style="list-style-type: none"> 1. Porcentaje de extracción aceite 2. Volumen estable de producción 3. Madurez adecuada de la fruta 4. Conformación de racimos 5. Separación de materiales* 6. Oportunidad en la entrega de la fruta 7. Pedúnculos cortos 8. Mínimo de impurezas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Porcentaje de extracción de aceite 2. Oportunidad en la entrega de la fruta 3. Madurez adecuada de la fruta 4. Separación de materiales* 5. Volumen estable de producción 6. Conformación de racimos

* Separación en la entrega de la fruta entre materiales *E guineensis* y OxG.

Tabla 3. Prácticas priorizadas en el cultivo de híbrido para dos zonas palmeras.

Proceso	Oriental	Suroccidental
Selección de material	2	3
Selección de tierras	8	
Vivero	11	9
Adecuación de tierras	10	10
Siembra	12	7
Mantenimiento	5	11
Sanidad	7	6
Nutrición	4	4
Manejo de aguas	6	8
Polinización	3	2
Cosecha	1	1
Alce, transporte y entrega	13	5
Renovación	9	

Ordenamiento: 1= proceso de cultivo con mayor contribución al cumplimiento de la oferta de valor en las condiciones tecnológicas actuales.

La práctica de mayor prioridad correspondió a la cosecha porque se relaciona directamente con tres de las demandas de la planta de beneficio (Tabla 1), la calidad de la fruta al afectar directamente el porcentaje de aceite que se extrae dependiendo de la época de corte, el volumen y el tiempo de entrega necesarios para que la planta de beneficio cuente con inventario de fruta para trabajar.

La segunda práctica seleccionada como prioritaria fue la polinización asistida, que afecta directamente la producción de racimos al estar relacionada con la conformación de los mismos (% de frutos normales, % de frutos partenocarpicos y % de abortos) y con la formación de aceite en el racimo. Igualmente, la polinización afecta el volumen entregado, el costo de producción, la sostenibilidad en la entrega de la fruta y su regularidad.

Cabe resaltar que aunque la selección de materiales ocupa la tercera posición en prioridad, no se consideró ya que la investigación en este aspecto es aún incipiente debido al poco tiempo de liberación de estos materiales. Por tal motivo, se continuó trabajando con la cuarta práctica, correspondiente a la nutrición; este proceso al igual que la polinización, contribuye a la consecución de los factores de éxito de la planta

de beneficio como la calidad de la fruta, el volumen de entrega, el costo de la fruta y la sostenibilidad en el largo plazo de la entrega de materia prima por parte de los proveedores.

Plantaciones con desempeño sobresaliente en el manejo de los híbridos OxG

De las 12 empresas visitadas y a las que se les aplicó el cuestionario, nueve de ellas presentaban un desempeño sobresaliente en alguna de las prácticas priorizadas. La Tabla 4 presenta información de las generalidades de los híbridos sembrados en estas plantaciones.

Descripción de prácticas de manejo en empresas seleccionadas

Debido a que las visitas a las empresas se realizaron durante el periodo 2012-2013, la información que aquí se describe representa las prácticas de manejo realizadas por las empresas para ese periodo. Cabe aclarar que la información de costos de producción y de productividad de los materiales fue actualizada a valores de 2014.

Tabla 4. Materiales, áreas y edades de siembra de híbridos sembrados en plantaciones visitadas.

Zona	Plantación	Materiales sembrados (cruzamientos)	Área sembrada (ha)*	Año de siembra
Oriental	A	Unipalma: Oleíferas del Brasil x Parentales de <i>E. guineensis</i> (Congo Mixto, Econa, Mongana, Nifor, Yongo y Yongo x Avros)	780	2004 - 2008
	B	Manicoré	3.600	1996 - 2012
		La Cabaña (Coari x La Mé)		
		Material Indupalma (Coari x La Mé)		
	C	Material Cabaña (Coari x La Mé)	3.258	1991-1998 2001 - 2012
	D	(Coari x La Mé)	642	2006, 2008, 2010, 2011
E	Material Cabaña (Coari x La Mé)	210	2004, 2010	
Suroccidental	F	Material Cabaña (Coari x La Mé)	266	2007-2010
	G	(Coari x La Mé)	270	2008,2009
		Material Amazon (ASD)	768	2009,201
		Unipalma	335	2011
	H	Material Cabaña (Coari x La Mé)	500	2008, 2009
		Material Unipalma	400	2009
		Material Amazon (ASD)	385	2010
	I	Embrapa	150	2005
		ASD	1.487	2010
		Corpoica	249	2009,201
		Unipalma	1.491	2009, 2010
Indupalma (Coari x La Mé)		750	2010	
Cabaña (Coari x La Mé)		47	2009	
Total			15.588	

*Información tomada en el año 2012.

En adelante, el documento presenta secuencialmente las prácticas que las plantaciones realizan en la fertilización como actividad necesaria para el crecimiento de las palmas y la formación de flores; seguidamente se discuten aquellas prácticas y costos relacionados con la polinización asistida, práctica de la cual depende en gran medida la correcta conformación de racimos y, en consecuencia, la producción de aceite, para finalizar con la cosecha, la cual corresponde a una práctica crítica puesto que defectos en

ella pueden afectar el resultado de las demás realizadas a lo largo del proceso de cultivo.

Fertilización

La fertilización participa en la estructura de costos de los híbridos aproximadamente con el 23 % de los costos de producción. Debido a su alta participación en los costos de producción, realizar un adecuado manejo de esta condiciona la rentabilidad del negocio. A

continuación se describen aquellos aspectos que han resultado relevantes en entorno de los híbridos.

Planeación

Esta sección aborda la prescripción de los planes de fertilización de acuerdo con los objetivos de productividad establecidos por las gerencias y con el estado de los cultivos. Para ello, se requiere cuantificar los nutrientes que están en el suelo y en la planta, así como las cantidades extraídas de nutrientes considerando las producciones obtenidas y las producciones esperadas.

Muestreo y análisis foliar

Se observó que en ocho de las nueve plantaciones que realizan los muestreos y análisis foliares de los híbridos OxG, lo hacen con la misma frecuencia y detalle que en palmas de *E. guineensis*, en la actualidad no se ha desarrollado una manera diferente para hacerlo en los híbridos. Las muestras se toman anualmente, siendo cada una representativa de 20 a 50 ha y cada muestra está conformada en promedio por cinco submuestras.

De otra parte, se encontró que en la mayoría de las plantaciones visitadas se realiza la nivelación foliar de nutrientes con base en los niveles críticos de referencia identificados para los materiales *E. guineensis*. En dos de las nueve plantaciones se consideran estos mismos niveles críticos foliares y se añade entre el 20 y 30 % más de fertilizante, al considerar una mayor cantidad de materia seca producida y un mayor potencial de producción de racimos en los materiales híbridos.

Muestreo y análisis de suelos 4,939 mm

Se encontró que cinco de las nueve plantaciones visitadas realizan muestreos de suelos cada tres años, dos plantaciones cada dos años y las restantes indicaron realizar estos análisis con otras frecuencias. Por lo general, una muestra de suelos puede representar entre 10 y 33 ha, esto depende de la homogeneidad que exista entre los suelos de la plantación y la conformación de lotes con características similares.

Proyección de la producción. Otro criterio para prescribir la fertilización es considerar la reposición de nutrientes extraídos por la cosecha, para lo cual

las empresas emplean los censos de producción, siete de las nueve plantaciones mantienen la realización de esta práctica, dos de las siete, realizan los censos de producción con la misma metodología que en materiales *E. guineensis*; es decir, cuentan el número de racimos, inflorescencias femeninas y masculinas, entre el 5 y 10 % de las palmas de cada lote, con una frecuencia de cuatro meses en líneas de palma fijas. En las otras cinco plantaciones la metodología empleada para proyectar la producción se realiza a partir de registros del número de inflorescencias polinizadas, peso promedio de racimos según la edad de la palma y un porcentaje de error que resulta de la diferencia entre el número de inflorescencias polinizadas y los racimos que efectivamente se han desarrollado, así se han acercado a estimar las producciones futuras y han utilizado la información resultante de la polinización asistida para un doble propósito.

Ejecución de la labor

En esta etapa se referencian las cantidades de fertilizante aplicadas, los fraccionamientos realizados y algunos aspectos de manejo del personal que realiza la labor.

Cantidades de fertilizante aplicadas

Se solicitó a las plantaciones seleccionar un lote sembrado con un material híbrido e indicar información sobre las cantidades y fuentes de fertilizantes empleadas históricamente. De esta manera, se compiló información de seis plantaciones participantes para los primeros siete años de edad de la palma. Para este rango de edades y para materiales Coari x La Mé, se obtuvieron dosis promedio, máximas y mínimas de fertilizante aplicado por palma, lo cual se observa en la Tabla 5.

En la Zona Oriental en promedio en el año 1 aplican 3 kg de fertilizante por palma (estos 3 kg podrían equivaler teóricamente a la aplicación de 700 g de urea, 700 g de DAP, 640 g de MgCl y 960 g de KCl, según las recomendaciones del Impofos (1998) para fertilización en palma de aceite), incrementando hasta 11 kg en el año 7. En la Zona Suroccidental se observa un comportamiento similar en este aspecto, iniciando con aplicaciones

Tabla 5. Cantidad de fertilizante* aplicado por palma en plantaciones de Zona Oriental y Suroccidental.

Edad	Zona Oriental				Zona Suroccidental			
	Kg/palma/año			Producción promedio (t/ha)	Kg/palma/año			Producción promedio (t/ha)
	Promedio	Mínimo	Máximo		Promedio	Mínimo	Máximo	
1	3,1	1,8	5,6		2,5	2,0	2,8	
2	4,6	3,2	5,6		3,6	2,0	4,7	
3	6,4	3,1	9,5	6	6,2	6,1	6,3	2
4	6,4	3,0	9,6	13	6,6	4,7	8,6	6
5	7,0	4,5	10,0	17	7,4	4,7	9,5	10
6	7,8	6,2	11,0	24	8,4	4,7	10,5	15
7	11,0	7,2	18,0	31	8,9	4,7	12,0	22

* Respecto de las fuentes de fertilizante que reportaron las plantaciones se encontró que en la mayoría de los casos en los primeros años se emplearon fuentes simples (DAP, KCl, UREA, SAM, BORAX Y KIESERITA, SULFOMAG), posteriormente en edades mayores se emplearon fuentes compuestas como el 16-6-31, el 13-15-24-4 y complementan con fuentes simples.

de 2,5 kg de fertilizante por palma, sin embargo en el año 7 la diferencia con la Zona Oriental es de 2 kg de fertilizante menos, con aplicaciones de 8,9 kg por palma en promedio.

La información de la Tabla 5 considera promedios de tres plantaciones en cada una de las zonas; sin embargo, el rango entre máximos y mínimos aplicados en cada zona da cuenta del desconocimiento de las plantaciones entorno a las cantidades de fertilizante a aplicar; por ejemplo, en el año 7 del cultivo, el mínimo aplicado fue de 7 kg/palma mientras que el máximo duplica esta cantidad en la Zona Oriental. El mismo comportamiento se observa en la Zona Suroccidental en el año 7, pero allí el máximo aplicado triplica la cantidad mínima.

Al respecto Cenipalma en colaboración con las plantaciones y en proyectos cofinanciados por Colciencias y el International Plant Nutrition Institute (IPNI), cuentan con ensayos encaminados a identificar los requerimientos nutricionales del híbrido Coari x La Mé y *Elaeis oleifera* x Mongana en diferentes zonas palmeras y en diferentes edades de las palmas.

Fraccionamiento de los fertilizantes durante el año

La totalidad de las plantaciones visitadas realizan entre dos y cuatro fraccionamientos en el año de las fuentes de fertilizante que aplican a los híbridos. En la Tabla 6 se relaciona el número de fraccionamientos que realizan dependiendo del nutrimento que aplican.

Tabla 6. Número de Fraccionamientos de fertilizantes.

Plantación	N	P	K	Mg	B
A	3	3	3	3	3
B	3	3	3	3	3
C	2	2	2	1	3
D	3	3	3	3	3
E	3	3	3	3	3
F	2	2	2	2	2
G	4	4	4	4	2
H	3	3	3	3	2
I	2	4	2	2	4

Costos de la fertilización

Si bien el trabajo se realizó en 2012, el aspecto relacionado en este acápite fue actualizado en 2014, la información corresponde a estudios internos sobre costos de producción a empresas productoras de palma de aceite híbrido. El costo de la fertilización se calculó teniendo en cuenta la cantidad de fertilizante que se aplica por palma de acuerdo con las edades (1 a 7 años), y el precio² de los insumos entregados por las plantaciones. De igual manera se estimó el costo de mano de obra para la aplicación de estos insumos.

En la Tabla 7 se observa el costo de fertilización promedio para las zonas Oriental y Suroccidental, también se relacionan los costos máximos y mínimos. Se encontró que el costo de la fertilización alcanza \$ 1.780.757/ha/año en promedio en la Zona Oriental en el año 7, lo que corresponde a la aplicación de en promedio 1,27 t/ha/año de fertilizante. Sin embargo, el mínimo para esta edad es de \$ 1.139.489/ha/año (0,8 t/ha de fertilizante), mientras que el máximo casi triplica este valor, alcanzando los \$ 2.952.950/ha/año (2 toneladas de fertilizante por hectárea). Respecto al interrogante sobre los requerimientos reales de fertilización para estos materiales, se deduce que el desconocimiento de este importante factor puede llegar en algunos casos a disminuir la rentabilidad del negocio.

En el caso de la zona Suroccidental, el costo promedio de fertilización para el año 7 se calculó

en \$ 1.425.572/ha/año, con aplicaciones de fertilizante de 1 t/ha/año, en esta zona la diferencia entre el costo mínimo y el máximo también es considerable, siendo de aproximadamente 50 %, aplicando mínimos de 0,5 t/ha de fertilizante y máximos de 1,3 t/ha de fertilizante por ha.

Polinización asistida

Los híbridos son materiales que debido a sus condiciones fisiológicas requieren polinización asistida durante toda su vida útil, por lo cual un inversionista que desee sembrar estos materiales debe considerar la disponibilidad de mano de obra en la zona.

Requerimientos de mano de obra

Realizar polinización asistida implica contar con operarios que además de polinizar, realicen otras labores como alistar insumos y materiales, supervisar la labor de polinizadores y apoyar sus labores. En la Tabla 8, se muestran los requerimientos de mano de obra que tienen las nueve plantaciones visitadas entorno de la labor de polinización, así como los rendimientos y el área que cubren.

Como se observa en la Tabla 8, el área asignada a cada operario se encuentra entre 8 y 12 ha al día, a las cuales deben entrar cada dos a tres días durante todo el año. Las diferencias en el área asignada al polinizador entre las plantaciones obedecen a la edad de las pal-

Tabla 7. Costos de fertilización.

Edad	Zona Oriental (\$/ha/año)			Zona Suroccidental(\$/ha/año)		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
1	506.592	303.732	862.090	411.736	319.930	467.341
2	794.607	525.924	946.700	587.450	319.930	750.019
3	1.056.775	525.924	1.603.030	906.673	753.755	995.352
4	1.171.263	525.924	1.963.104	1.068.329	753.755	1.353.550
5	1.107.539	611.909	1.687.400	1.152.693	753.755	1.394.884
6	1.209.859	783.878	1.822.392	1.330.268	813.134	1.633.519
7	1.780.757	1.139.489	2.952.950	1.425.572	878.451	1.764.745

2 Los precios tomados incluyen el valor del flete de transporte del fertilizante hasta la plantación.

Tabla 8. Rendimientos y área cubierta por personal que labora en la polinización.

Plantación	Polinizadores	Supervisores	Auxiliares
	Rendimientos (ha/jornal)	Área cubierta por supervisor (ha)	Área cubierta por auxiliar (ha)
A	10-12	1.250	325
B	10	-	240
C	9-11	-	-
D	10	-	-
E	8.5-9.6*	1.400	200
F	7-10	-	-
G	10	1.701	-
H	12	900	225
I	10 -12**	1.038	207

* 8.5 ha en palma inferior a los 5 años y 9.6 ha en palma mayor de 7 años

** 12 ha en lotes con topografía plana y 10 ha en lotes con dificultad de tránsito.

mas, a la dificultad de tránsito en el terreno, así como a la calidad de la labor del operario y a la cantidad de inflorescencias en estado de antesis que se encuentren en el lote, sobre el último aspecto Fontanilla *et al*, (2015) encontraron tendencias a la baja del rendimiento de los polinizadores conforme aumentó la cantidad de inflorescencias por hectárea en estado antesis. El personal de supervisión se encarga de coordinar la logística de la labor como la asignación del personal, la entrega de insumos y equipos y la supervisión de la calidad. En las plantaciones hay un supervisor por cada 900 a 1.700 ha. En algunas plantaciones, existe el cargo de auxiliar de supervisión (uno por cada 200 a 300 ha) quien verifica el cumplimiento y calidad de la labor.

Costos asociados a la labor de polinización

En la Tabla 9 se relacionan los costos reportados por las plantaciones participantes. El costo promedio en las plantaciones de la Zona Oriental fue de \$ 1.032.003 /ha, que incluye la mano de obra de polinización y supervisores de la misma, los insumos (polen + talco), el costo de administración y el transporte de los operarios, así como bonificaciones monetarias pagadas para incentivar la labor. El mayor rubro en la polinización corresponde a la mano de obra, que alcanza el 80 % de la participación del total de costos, en las condiciones de esta zona los jorna-

Tabla 9. Costos de polinización

Zona	Plantación	Costo (\$/ha)	Nº de veces en el año que ingresan a una hectárea
Oriental	A	962.500	150
	B	1.100.000	156
	C	1.033.000	156
Suroccidental	G	883.894	---
	H	700.000	156
	I	845.988	156

les pagados alcanzan los \$ 45.000/día (valor pagado al operario, prestaciones sociales y transporte de los operarios desde municipios cercanos a las plantaciones, en recorridos que llegan a los 45 minutos).

Respecto a los insumos, polen y talco, se encontró que representan alrededor del 12 % del costo de la labor, con aplicaciones que van desde 300 hasta 600 gramos de polen por hectárea/año y una relación de polen talco de 1:10, es decir, por cada gramo de polen se emplean 10 gramos de talco.

En el caso de las plantaciones de la Zona Suroccidental, los costos son más bajos debido a que en la Oriental la competencia por encontrar mano de obra para esta labor ha hecho que entre los factores que suben el costo se encuentren, el transporte de operarios desde pueblos aledaños hasta las plantaciones y el pago de bonificaciones por realizar labores de alta calidad; sin embargo, sería de interés ahondar con más detalle en estas diferencias en un trabajo posterior.

Acciones tomadas por las plantaciones frente a la problemática de falta de mano de obra para la labor de polinización asistida

Debido al alto requerimiento de mano de obra para esta labor y a las dificultades para su consecución en las zonas palmeras, las plantaciones han implementado estrategias para facilitar la consecución de recurso humano, tales como:

- Pago de bonificaciones por cumplimiento de objetivos o promociones de cargos. Se realizan pagos extras de dinero por desempeños sobresalientes en la labor de polinizar, o polinizadores con buen desempeño son promovidos a cargos de auxiliares y supervisores.
- Transporte a los lotes. Algunas plantaciones como las A, B y C ofrecen transporte a los empleados desde las cabeceras municipales hasta los lotes.
- Capacitación del personal. La plantación H plantea que se debe hacer capacitación y concienciación sobre la labor de polinización antes de que el operario ingrese a laborar, esto garantiza que si existe falta de operarios en un día, los operarios

que asisten cubran las áreas que debía polinizar el operario faltante.

- Bienestar para el hogar. La polinización es realizada mayormente por mujeres. Para ellas el cuidado de los hijos es imperativo, por lo que algunas plantaciones han aunado esfuerzos en colaborar con el aspecto social de la familia de las polinizadoras cabeza de familia, particularmente facilitando el cuidado de los hijos de las polinizadoras.

Supervisión de la labor

Este mecanismo garantiza que la labor se realice con los estándares adecuados, al respecto, las plantaciones han considerado diferentes métodos para garantizar que se haga de una manera efectiva y eficiente. Las plantaciones han encontrado que la revisión de la labor se debe hacer al día siguiente de la polinización y se deben evaluar diferentes formas de recorrer los lotes para la revisión, lo que favorece que el polinizador realice la actividad en toda el área y no solo en zonas que tradicionalmente se evalúan.

Adicionalmente, las plantaciones evalúan varios aspectos relacionados con la efectividad de la labor, para lo cual desarrollaron indicadores que permiten tener control sobre la actividad. Particularmente las plantaciones B, C, H evalúan los siguientes aspectos: 1) Calidad de la labor en Zona Oriental y cobertura en la Zona Suroccidental (cuántas inflorescencias efectivamente se polinizaron en relación con el total de inflorescencias polinizadas+no polinizadas+ayudadas); 2) Confianza en el operario a través de la discrepancia de información reportada por los operarios que realizan la polinización y por los supervisores; 3) Calidad de la aplicación de polen a la inflorescencia, la cual evalúa aspectos como la apertura de las brácteas pedunculares y la homogeneidad del polen aplicado; 4) Nivel de asistencia de los polinizadores el cual permite identificar aspectos relacionados al ausentismo en esta labor, 5) Cumplimiento del programa de polinización que permite evaluar que las áreas programadas para polinizar efectivamente lo estén.

Los indicadores adicionales que brindan información sobre la labor, se constituyen en medios para bonificar o castigar con dinero la labor de los operarios.

Cosecha

En el tema de la cosecha, las plantaciones mantienen el mismo sistema tradicional empleado para materiales *E. guineensis*, sin embargo un elemento importante corresponde al punto óptimo de cosecha, ya que cada material de los híbridos ha manifestado tener un momento diferente para cosechar y maximizar la cantidad de aceite en el racimo.

Punto óptimo de cosecha y ciclos establecidos

Cosechar los RFF de híbrido OxG en su punto óptimo de madurez, permite conseguir el mejor balance entre mayor contenido de aceite posible y menores pérdidas por fruto suelto. Algunos criterios establecidos por las plantaciones para identificar el estado de madurez de los frutos en los híbridos de cruzamiento Coari x La Mé, se presentan en la Tabla 10.

Contrario a lo que ocurre en materiales *E. guineensis*, en los cuales se sugiere realizar la cosecha de un mismo lote entre ocho y diez días, en las plantaciones visitadas, el ciclo de cosecha de los materiales OxG se encuentra alrededor de los 20 días, lo que podría representar menores costos de la cosecha gracias a la menor cantidad de pases a realizar en un año. Los criterios de cosecha en su mayoría están asociados a

la identificación visual del cuarteamiento de los frutos así como el desprendimiento de la fruta.

Cenipalma ha venido trabajando en la identificación del punto óptimo de cosecha en diferentes materiales de híbrido. Al respecto, Hormaza *et al*, 2010 describieron la etapa fenológica de crecimiento de los híbridos y señalan los estadios de maduración de palmas híbrido OxG material Coari x La Mé; así, se referencia el estadio 809 como aquel en el que ocurre la maduración del fruto y el racimo, este ocurre entre los 152 y 160 días después de la antesis, y entre las características del racimo se encuentran el color naranja intenso, desprendimiento de fruta y presencia de estrías organizadas en forma circular alrededor de la zona apical del fruto.

Costos de cosecha y rendimientos de la labor en los híbridos

La labor de cosecha junto con el transporte de la fruta participa aproximadamente con el 20 % del costo total de producción del cultivo híbrido OxG. La Tabla 11 relaciona los costos de tarifas pagadas en la cosecha en seis de las nueve plantaciones. Tales costos incluyen el corte y la recolección sin incluir costos de alce ni de transporte de la fruta. Guardando las proporciones de compensación económica de cada región palmera, el principal factor determinante del costo de la cosecha

Tabla 10. Ciclos de cosecha empleados por las plantaciones en materiales híbridos.

Plantación	Cruzamiento	Ciclo de cosecha	Criterio de cosecha
A	-----	22 días	CuarTEAMIENTO generalizado de los frutos del racimo.
B	Coari x La Mé	25 días	CuarTEAMIENTO de la mitad de los frutos del racimo y dos frutos sueltos en el plato.
C	Coari x La Mé	22 días	CuarTEAMIENTO generalizado de los frutos del racimo.
D	Coari x La Me	20 días	Desprendimiento de un fruto del racimo observado en el plato.
E	Coari x La Me	20 días	CuarTEAMIENTO de los frutos del racimo.
F	Coari x La Me	15 días	CuarTEAMIENTO de los frutos del racimo.
G	Coari x La Me	20 días	CuarTEAMIENTO de los frutos del racimo. Cuando tienen duda sobre el estado de madurez de un racimo, se toma una muestra de un fruto del racimo, si el fruto es aceitoso, el racimo es cortado.
H	Coari x La Me	18 días	
I*	Coari x La Me	-	

*La información sobre el criterio de cosecha en esta plantación no fue compartida.

Tabla 11. Tarifas pagadas en la cosecha de híbridos jóvenes.

Plantación	Año 3		Año 5		Año 7	
	(\$/Kg de RFF*)	Producción (t/ha)	(\$/Kg de RFF)	Producción (t/ha)	(\$/Kg de RFF)	Producción (t/ha)
A	147	7	116	12	62	24
B	94	3	81	18	38	35
C	115	6	55	18	49	29
G	49	3	28	14	28	26
H	60	2	45	10	30	29
I		2	153	11	77	30

*RFF: Racimos de fruta fresca.

responde a la productividad. En este orden de ideas, el primer año de producción para el caso de las plantaciones de la Zona Oriental (A-C), las tarifas pagadas por la cosecha se encuentran entre los \$ 94,7 y los \$ 146,8/kg, para producciones de entre 3 y 7,5 t/ha por año; para los siete años de edad, las tarifas pagadas en esta zona se encuentran entre \$ 38 y \$ 62/kg cosechado, la menor tarifa se encuentra en producciones de 35 t/ha por año, mientras que la mayor se observó en la plantación A, que para la misma edad alcanza las 24 t/ha por año.

En el caso de las plantaciones de la Zona Suroccidental (G-I), las tarifas pagadas en el primer año se encuentran entre \$ 49 y \$ 60/kg, considerando producciones entre 2 y 3 t/ha/año; para edades de siete años las tarifas pagadas están entre \$ 28 y \$ 76/kg, la menor tarifa pagada se encontró en la plantación G que alcanza las 25 t/ha, mientras que el mayor valor se paga para producciones de 29 t/ha. Si bien el principal determinante del costo de la cosecha es la productividad, algunas situaciones de la plantación como la topografía, la dificultad para acceder a los lotes y el estado de mantenimiento de estos, e inclusive la morfología exuberante del follaje³ en estos materiales, pueden hacer que los rendimientos en la labor disminuyan y, por tanto, el costo por tonelada cosechada incremente.

3 En algunas plantaciones con siembras de híbrido Coari x La Mé entre los 3 y 10 años de siembra de las palmas, se realiza una práctica denominada despunte con el objetivo de evitar el traslape entre las hojas de las palmas y facilitar labores como la cosecha. Esta labor se ha pagado hasta en \$ 140 por palma, realizada con frecuencias de entre 1.5 a 3 veces en el año. Llegando a costar esta labor \$ 48.720/ ha en el año.

Producción

Respecto de las producciones, las mayores se encontraron en las condiciones de la Zona Oriental, donde inician en el año 3 con producciones de 5 t/ha/año en promedio, llegando a producir en promedio 32 t/ha en el año 7. En condiciones de la Suroccidental (Figura 2), se encontró que en tres plantaciones, en el tercer año inician producciones de 2 t/ha, llegando a producir en el año 7 en promedio 22 t/ha.

La diferencia en las producciones en las dos zonas, según discusiones con técnicos de las plantaciones, surgen de la concurrencia de varios aspectos entre los que se destacan: un mayor periodo de androgénesis especialmente en plantaciones de la Zona Suroccidental que posee siembras de materiales Coari x La Mé, lo cual retrasó el inicio de la producción, adicionalmente en esta zona se han presentado ataques de *Sagalassa valida*, lo cual constituye un factor limitante para el desarrollo de raíces. Otros aspectos se encuentran relacionados con las menores cantidades de fertilizante que se aplican en la Zona Suroccidental (Tabla 5), como consecuencia de la crisis económica que se mantiene en las plantaciones de la esta zona. De igual manera, la mayor proporción de suelos en los que se sembró híbrido fueron de Lomerio, los cuales se caracterizan por su baja fertilidad natural.

Conclusiones

En el marco del proyecto Referenciación Competitiva a empresas productoras de palma de aceite híbrido OxG, cofinanciado por Colciencias, se busca identifi-

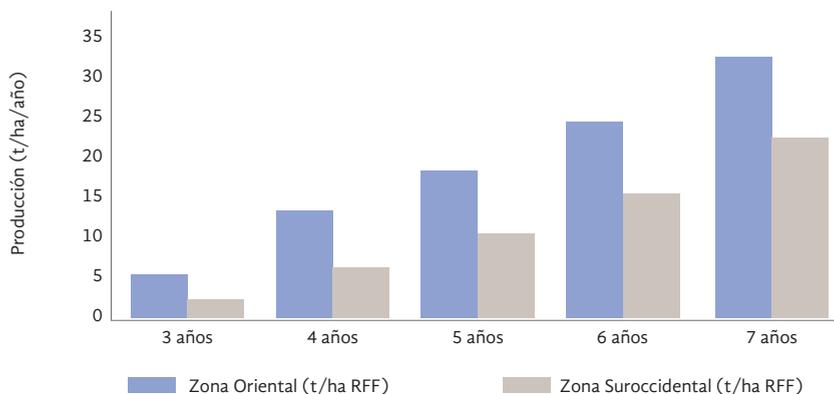


Figura 2. Producción de RFF* de las plantaciones de la Zona Oriental y Suroccidental (t RFF/ha).

*RFF: Racimo de fruta fresca.

car y validar prácticas promisorias de manejo de estos materiales, considerando sus amplias diferencias con los materiales *E. guineensis*. Se empleó la metodología *Quality Function Deployment* (QFD), que permitió dirigir la identificación de prácticas promisorias con las necesidades del cliente de la fruta de híbrido, es decir de las plantas de extracción de aceite.

Se identificaron tres prácticas como clave para una producción adecuada de fruta y con alta calidad: la nutrición mineral, la polinización y la cosecha, sobre estas se identificaron puntos clave para su manejo, tales como requerimiento de mano de obra, rendimientos, costos y algunos puntos desarrollados por las plantaciones para optimizar estas prácticas.

Respecto a la nutrición, las plantaciones han optado por realizar la planificación y ejecución de la fertilización sin mayores diferencias que las realizadas en materiales *E. guineensis*, considerando los mismos criterios entorno de diagnóstico y prescripción de la fertilización, así como de la frecuencias y épocas de aplicación. Sin embargo, se observaron grandes diferencias respecto de las cantidades de fertilizante que se aplican, por ejemplo, en la Zona Oriental mientras las mínimas cantidades aplicadas en palmas mayores a los siete años corresponden a 7,2 kg/palma, el máximo aplicado llega a los 11 kg/palma; igualmente, en la Zona Suroccidental el mínimo aplicado corresponde a 4,7 kg, mientras el máximo llega a los 12 kg/palma. Estas amplias diferencias dan cuenta de la necesidad de contar con criterios sobre los requerimientos nutricionales de estos materiales.

El costo de la fertilización promedio en la Zona Oriental para palmas mayores a los siete años, se estimó en \$ 1.780.757 y para la Suroccidental de \$ 1.425.572,

estos costos se encuentran muy relacionados con los costos de fertilización en materiales *E. guineensis*. En ambos casos la fertilización se constituye como el rubro de mantenimiento de las palmas de mayor participación, llegando a participar con un 23 a 24 %.

En el tema de la polinización, es conveniente indicar que es una labor propia de los materiales híbridos y que debe ser llevada a cabo durante todo su ciclo de vida; los costos de esta labor van desde \$ 700.000/ha hasta \$ 1.100.000/ha de acuerdo con las cifras entregadas por las plantaciones. De este valor aproximadamente el 90 % corresponde a la mano de obra de los polinizadores, los cuales dependiendo de las condiciones de las plantaciones tienen rendimientos que van desde 8 hasta 12 ha por día. Es de considerar que sin la aplicación del polen la producción de racimos es muy baja o nula, por lo que más allá de su rentabilidad se constituye como una necesidad en la siembra de estos materiales.

Frente a la cosecha, la principal inquietud responde a los criterios y ciclos adecuados para cosechar, ya que las plantaciones están utilizando ciclos de cosecha de 20 días en promedio, concentrándose en criterios de identificación visual como el cuarteamiento generalizado de la fruta y, en algunos casos, el desprendimiento. Las tarifas pagadas en la cosecha de estos materiales en palmas mayores a los siete años se encuentran entre \$ 28 y \$ 77 /kg.

Agradecimientos

Agradecimiento especial a Colciencias y al Fondo de Fomento Palmero (FFP), por el financiamiento del proyecto “Estudio de Referenciación competitiva a las empre-

sas productoras de palma de aceite híbrido (OxG) alto oleico, código 7262-502-27157”, a las plantaciones participantes (Hacienda La Cabaña S.A., Guaicaramo S.A., Unipalma de los Llanos, Palmas del Casanare, Palmeras Santana, Agropecuaria Santa María, Palmas de Tumaco S.A.S., Oleaginosas Salamanca S.A., Central Manigua S.A.) por sus valiosos aportes para construir una palmiticultura productiva. Un agradecimiento especial a los ingenieros José Luis Quintero, Juan Carlos Vélez y Nubia Rairán, por su apoyo en la logística de las actividades realizadas. Agradecemos también a los doctores Jorge Torres, Iván Ayala y Nolver Arias, por sus valiosos comentarios que han fortalecido el documento.

Anexo 1

Indicadores que se emplearon para valorar el desempeño de las plantaciones en las prácticas de fertilización, polinización y cosecha.

Criterios para indicadores de cosecha

A continuación se presentan los indicadores de desempeño planteados para el proceso de cosecha, se ofrece una breve descripción de los mismos y se explica el criterio utilizado para:

Indicadores de cosecha

Nombre del indicador	Descripción	Criterio de ordenamiento
Costo de cosecha (\$/t RFF)	Se refiere al costo total pagado en contraprestación de la cosecha de una tonelada de aceite.	La plantación con el menor costo de cosecha en lotes de condiciones similares de producción es la que ocupa la primera posición.
Rendimiento de la mano de obra (kg/hombre-día)	Se refiere a la productividad de la mano de obra expresada en la cantidad (en kg) de RFF cosechados en un día, dividido entre todos los operarios que participaron directamente en la cosecha de la fruta.	La plantación con el mayor rendimiento de la mano de obra en lotes de condiciones similares de producción es la que ocupa la primera posición.
Calidad de la cosecha (%)	Se refiere al porcentaje de RFF en condiciones no deseables que se despachan de campo a la planta. Las condiciones no deseables son: racimos verdes y podridos porque disminuyen el porcentaje de extracción y sobremaduros porque estos pueden generar pérdidas de fruto suelto en campo.	La plantación con el menor porcentaje de RFF en condiciones no deseables es la que ocupa la primera posición.
Manipulación de la fruta (No. Golpes)	Se refiere a la cantidad de golpes que sufren los RFF hasta que son despachados desde el cultivo para la planta de beneficio.	La plantación en la que los RFF son despachados a planta de beneficio con un menor número de golpes es la que ocupa la primera posición.
Cumplimiento del programa de cosecha (%)	Se refiere a la proporción de cosechas que se realizan dentro del rango de tiempo propuesto institucionalmente sobre el total de cosechas efectuadas (aquellas que están dentro del ciclo y aquellas que no lo están).	La plantación con la proporción más alta de cumplimiento es la que ocupa la primera posición.
Diferencia entre lo proyectado y lo cosechado (%)	Se refiere a la diferencia porcentual entre la producción esperada y la producción obtenida.	La plantación con la menor diferencia porcentual es la que ocupa la primera posición.

Crterios para indicadores de polinizaci3n

Para polinizaci3n se definieron tres grupos de indicadores, a saber: aquellos relacionados con los cos-

tos y rendimientos de la labor, los relacionados con el control que las plantaciones realizan sobre esta labor y finalmente los relacionados con la expresi3n biol3gica de la polinizaci3n.

Indicadores de polinizaci3n (*costos y rendimientos en la labor*)

Nombre del indicador	Descripci3n	Criterio de ordenamiento
Costo de la labor (\$/ha)	Se refiere al costo de la labor de polinizaci3n, este incluye mano de obra, insumos y equipos.	La plantaci3n con el menor costo de polinizaci3n es la que ocupa la primera posici3n.
Área recorrida por un polinizador (ha/día)	Se refiere al área encomendada al operario de polinizaci3n en una jornada de trabajo.	La plantaci3n con la mayor área asignada es la que ocupa la primera posici3n.
Área asignada a un supervisor (ha)	Se refiere al área de la plantaci3n asignada a un supervisor para que efectúe la verificaci3n de las actividades relacionadas con polinizaci3n.	La plantaci3n con la mayor área asignada es la que ocupa la primera posici3n.
Área asignada a un auxiliares (ha)	Se refiere al área de la plantaci3n asignada a un auxiliar de polinizaci3n para que efectúe las labores propias de su cargo relacionadas con polinizaci3n.	La plantaci3n con la mayor área asignada es la que ocupa la primera posici3n.

Indicadores de polinizaci3n (*control a la labor*)

Nombre del indicador	Descripci3n	Criterio de ordenamiento
Cumplimiento del programa de polinizaci3n (%)	Promedio del registro diario del área polinizada / área programada	La plantaci3n con el mayor porcentaje es la que ocupa la primera posici3n.
Calidad de la polinizaci3n (%)	Promedio del registro diario de Inflorescencias polinizadas / (Inflorescencias polinizadas + no polinizadas)	La plantaci3n con el mayor porcentaje es la que ocupa la primera posici3n.
Calidad de aplicaci3n del polen (%)	Promedio del registro de (Inflorescencias bien aplicadas / Inflorescencias bien aplicadas + mal aplicadas)	La plantaci3n con el mayor porcentaje es la que ocupa la primera posici3n.
Nivel de asistencia de los polinizadores (%)	Promedio del registro diario de Jornales efectivos / Jornales programados.	La plantaci3n con el mayor porcentaje es la que ocupa la primera posici3n.
Índice de confianza	Comparaci3n del reporte del polinizador y del supervisor respecto de informaci3n concerniente a la polinizaci3n.	La plantaci3n con el mayor porcentaje es la que ocupa la primera posici3n.

Criterios para indicadores de fertilización

Indicadores de fertilización

Categoría de indicadores	Indicador	Criterio de calificación
<i>Caracterización de suelos y su uso en el manejo del cultivo.</i>	Análisis de suelos y construcción de UMAS	5 = Dispone de estudios detallados de suelos y ha diseñado UMAS. 3= Dispone estudios de suelos pero no detallados y realiza UMAS. 2= Dispone de estudios de suelos pero no han diseñado UMAS. 0 = No tiene ni estudios de caracterización, ni han diseñado UMAS.
<i>Muestreo foliar y su uso en el manejo del cultivo</i>	Toma de muestras foliares (Tomado de Franco <i>et al</i> , 2012)	4 = Las palmas de muestreo foliar aparecen marcadas en el campo, en una densidad de 10 x 10 a 12 x 12 y las muestras son tomadas anualmente. 2= Las palmas de muestreo foliar no están marcadas en el campo, pero si se toman muestras cada año para el análisis de laboratorio. 0 = No se toman muestras foliares.
	Medición de crecimiento vegetativo y generación de niveles críticos foliares propios.	4 = Realiza medición del crecimiento vegetativo en un área significativa de la plantación y la emplea para desarrollar sus propios niveles críticos. 2= Realiza medición del crecimiento vegetativo en algún área de la plantación y la emplea para desarrollar sus propios niveles críticos. 0 = No realiza mediciones de crecimiento vegetativo.
	Nivelación foliar de nutrientes.	4 = Realiza la prescripción de la fertilización teniendo en cuenta la nivelación foliar. 0 = Realiza la prescripción de la fertilización sin tener en cuenta la nivelación foliar.
<i>Muestreo de suelos y su uso en la prescripción de la fertilización</i>	Toma de muestras de suelos. (Tomado de Franco <i>et al</i> , 2012)	5 = Los sitios para el muestreo de suelos corresponden con las palmas de muestreo foliar marcadas en el campo, en una densidad de 10 x 10 a 12 x 12 y se toman cada dos o tres años. Otra calificación de acuerdo a si cumplen cada uno de los 4 criterios para cumplir con la calificación de 5.
	Nivelación de suelos	4 = Se realizan análisis de suelos, se pueden verificar y se hace una nivelación de nutrientes en el suelo. 2= Se realizan análisis de suelos, se pueden verificar pero no se hace una nivelación de nutrientes en el suelo. 0 = No se realiza nivelación a los suelos.
<i>Proyección de la producción</i>	Censo de producción	5 = Se realizan censos de producción. 0 = No se realizan censos de producción.
	Uso de censos de producción en la prescripción de la fertilización.	5 = Se usan los censos de producción para labores asociadas a la fertilización. 0 = No se usan los censos de producción para labores asociadas a la fertilización del cultivo.
	Uso de registros históricos de producción en la prescripción nutricional.	5 = Usa registros históricos de producción para la prescripción de la fertilización. 0 = No se usa registros históricos de producción para la prescripción de la fertilización.

Categoría de indicadores	Indicador	Criterio de calificación
Uso de información climática y épocas de aplicación de fertilizantes	Registros de información climática (precipitación)	5 = Posee registros de precipitación. 0 = No posee registros de precipitación.
	Selección de épocas de aplicación con base en información climática. (Tomado de Franco <i>et al</i> , 2012)	4 = Los fertilizantes solubles se aplican durante meses de 150 a 200 mm y los no solubles en cualquier época del año. 0 = Todos los fertilizantes se aplican en cualquier época del año.
Ejecución del plan nutricional	Fraccionamiento de la fertilización. (Tomado de Franco <i>et al</i> , 2012)	4 = Se hacen fraccionamientos más de dos veces por año de las fuentes N, K, Mg, P y B. 2= Se hacen fraccionamientos al menos dos veces por año de las fuentes N, K, Mg, P y B. 0 = No hay fraccionamientos
Seguimiento, evaluación y ajuste al programa nutricional	Eficiencia de la fertilización	1 = Cuantifica la eficiencia de la fertilización. 0 = No cuantifica la eficiencia de su fertilización.
	Seguimiento a deficiencias nutricionales por lote o UMA.	1 = Realiza seguimiento a las deficiencias nutricionales. 0 = No realiza seguimiento a la eficiencia de la fertilización.

Referencias bibliográficas

- Bernal, L., Dornberger, U., Suvelza, A., & Byrnes, T. (2009). *Quality Function deployment (QFD) for services*. Leipzig: International SEPT Program.
- Fontanilla, C., Pachón, S., Castiblanco, J., Mosquera, M. y Sánchez, C. (2010). *Referenciación competitiva a los sistemas de evacuación y alce de fruta*. Boletín Técnico Número 25. Bogotá: Cenipalma.
- Fontanilla, C., Rincón, V., Mesa, E., y Mariño, D. (2015). *Estimación del rendimiento de la mano de obra en labores de cultivo de palma de aceite: caso de polinización asistida*. Documento de Trabajo Sin Publicar.
- Franco, P., Arias, N. y B. J., 2012. *Calificación del nivel tecnológico de las plantaciones de palma de aceite*. Bogotá: Cenipalma, Fedepalma, Flipa, CFC.
- Genty, P. y Ujueta, M. (2013). *Relatos sobre el híbrido interespecífico de palma de aceite OxG - Coari x La Mé: esperanza para el trópico*. Bogotá: Fedepalma.
- Molina, H. (2012). *Facilitación del proceso de identificación de los procesos prioritarios de manejo del híbrido OxD en el campo de acuerdo con las necesidades de los productores de las Zonas Oriental y Sur Occidental*. Cali, Colombia: s.n.
- Mosquera, M., Díaz, D. y García, E. (2006). Estudio de referenciación competitiva en el proceso de cosecha en la Zona Oriental. *Palmas*, 27(2), 35-44.
- Rincón, S., Hormaza, P., Moreno, L., Prada, F., Portillo, J., García, J. y Romero, H. M. (2013). Uso de las etapas fenológicas de los frutos y características fisicoquímicas del aceite para determinar el momento óptimo de cosecha en híbridos interespecíficos de palmas OxG. *Palmas*, 34(2), 21-33.
- Sánchez, A., Daza, E. y Romero, H. M. (2011). *Polinización asistida en palma de aceite*. Bogotá: Fedepalma.