

Costos de producción para empresas que adoptan mejores prácticas en el año 2020



Mauricio Mosquera Montoya, Elizabeth Ruiz Álvarez,
Daniel E. Munévar, María C. Estupiñán, Lizzeth Díaz,
Anderson Guerrero, Silvia L. Cala, Sonia M. Sierra

Boletín Técnico No. 42

Costos de producción para empresas que adoptan mejores prácticas en el año 2020

Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma
Bogotá, abril de 2022

Boletín Técnico No. 42

Costos de producción para empresas que adoptan mejores prácticas en el año 2020

Publicación del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, cofinanciada por el Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma.

Alexandre Patrick Cooman

Director General

Autores

Mauricio Mosquera Montoya

Elizabeth Ruiz Álvarez

Daniel E. Munévar

María C. Estupiñán

Lizzeth Díaz

Anderson Guerrero

Silvia L. Cala

Sonia M. Sierra

Coordinación editorial

Yolanda Moreno M.

Diagramación

Fredy Johan Espitia Ballesteros

Impresión

Estudio 45-8 S.A.S.

Cenipalma

Calle 98 # 70-91. Piso 14

PBX: (57-601) 313 8600

www.cenipalma.org

Bogotá, D. C., Colombia

Abril de 2022

ISBN: 978-958-8360-89-8

Presentación

Las cifras de producción global de aceite de palma crudo (APC) indican que en el Sudeste Asiático se producen casi nueve de cada diez toneladas. Colombia, en 2020, participó con 1,6 millones de toneladas, lo que equivale a poco menos del 2 % de la producción mundial. De otra parte y según el estudio de Lans and Mill Co. (LMC), el costo unitario de producción para 2020 en Indonesia fue de USD 337/t APC; el de Malasia, USD 332/t APC y el de Colombia, de USD 525/t APC. Ello indica que el costo de producir en Colombia era de un 56 % y un 58 % superior al de Indonesia y al de Malasia, respectivamente.

Cuando se analizan los rubros de costo de una tonelada de APC se encuentra que en el país, el establecimiento de una plantación, el manejo del cultivo, la cosecha (incluido el transporte del fruto a la planta de beneficio) y el proceso de extracción son más costosos que los de los países líderes de la agroindustria (LMC, 2020). La explicación a este hecho radica en las dificultades que impone la precaria infraestructura nacional y en el tamaño de las plantaciones de palma y de las plantas de beneficio de aceite de palma. Adicionalmente, hay menores costos de mano de obra en el Sudeste Asiático en comparación con Colombia.

En este orden de ideas, Colombia es un jugador pequeño en el volumen global de producción de APC y además es más costoso que los líderes de la agroindustria. Esta circunstancia pone al palmicultor colombiano en una posición de baja competitividad, lo cual es grave si se considera que alrededor del 50 % del APC que se produce en Colombia tiene como destino el mercado externo. Adicionalmente, el alto costo que exhibe nuestra palmicultura hace que las fluctuaciones de precio a la baja pongan en jaque la rentabilidad y la viabilidad de nuestra agroindustria.

Sin embargo, sabemos que la palmicultura nacional tiene mucha diversidad en tipos de negocios y localizaciones. Es así como los estudios de *benchmarking* de costos, que realiza Cenipalma en conjunto con Fedepalma, también evidencian que esta es muy heterogénea. Contrario a lo que podría indicar el sentido común, la heterogeneidad no radica en el tamaño de las plantaciones de palma, sino en la adopción de tecnología. En consecuencia, se encuentran productores de pequeña (0 a 50 ha), mediana (50 a 500 ha) y gran escala (mayor a 500 ha) en las cuatro zonas palmeras, que son tan competitivos como los productores de los países líderes y que, por ende, no ven amenazada su operación en momentos de precios bajos, tan característicos de los ciclos de precio de los *commodities* (como el APC).

Precisamente, este documento presenta el detalle metodológico de los estudios de costos a los cuales las empresas más competitivas de la agroindustria de la palma de aceite de Colombia logran producir APC y se constituye en un excelente referente para los palmicultores de cada una de las zonas palmeras del país.

Alexandre Patrick Cooman
Director General
Cenipalma

Contenido

	Pág.
Introducción	9
Contexto del estudio	11
El entorno económico	13
Antecedentes del estudio	14
Componentes de la estructura de costos sectorial.....	17
Estructura de costos de producción en cultivos.....	19
Estructura de costos de producción en plantas de beneficio.....	35
Metodología	37
Selección de participantes	39
Levantamiento de datos	39
Estimación de costos.....	40
Estimación de costos unitarios.....	41
Resultados	43
Rendimiento.....	45
Costos de establecimiento y mantenimiento del cultivo por edad y cultivar	47
Costo unitario de producción de empresas <i>benchmark</i> (\$/tRFF)	55
Costo de aceite de palma crudo (\$/t APC).....	57
Consideraciones finales.....	59
Bibliografía	60

Listado figuras

	Pág.
Figura 1. Cincelado del suelo implementado dentro de las labores de adecuación de suelos	20
Figura 2. Vivero de palma de aceite	21
Figura 3. Adecuación de canales de drenaje en establecimiento del cultivo de palma de aceite	22
Figura 4. Funcionamiento sistema de riego por surcos, en plantación Ariguaní.....	23
Figura 5. Siembra de palma de aceite	24
Figura 6. Aplicación manual al voleo de fertilizante.....	25
Figura 7. Control de malezas en el Catatumbo.....	26
Figura 8. Plateo químico, Campo Experimental Palmar de las Corocoras.....	27
Figura 9. Detección de enfermedades, Campo Experimental Palmar de las Corocoras	28
Figura 10. Riego por aspersión, Campo Experimental Palmar de la Sierra	29
Figura 11. Realización de la poda de mantenimiento en palma joven, Palmeras de Puerto Wilches	30
Figura 12. Disposición de la hoja de poda alrededor del plato, Palmeras de Puerto Wilches.	30
Figura 13. Polinización artificial, Palmar del Oriente.....	31
Figura 14. Transporte y cosecha con tractor. Plantación Ocarrava.....	32
Figura 15. Cargue del fruto. Agroindustrial de Palma Aceitera.....	33
Figura 16. Rendimientos esperados por cultivar y zona.	46

Figura 17. Estructura de costos nacional para el cultivar <i>E. guineensis</i>	55
Figura 18. Estructura de costos nacional para el cultivar híbrido OxG	56
Figura 19. Costo de producción de aceite por zona en el cultivar <i>E. guineensis</i> en 2020	58
Figura 20. Costo de producción de aceite por zona en el cultivar híbrido OxG en 2020	58

Listado tablas

	Pág.
Tabla 1. Histórico de costos de producción (\$/tRFF y \$/t APC) en el periodo 2014-2019, en pesos constantes de 2020.....	14
Tabla 2. Síntesis de indicadores de costos.....	41
Tabla 3. Costos de establecimiento para el cultivar <i>E. guineensis</i> (millones de pesos por hectárea)	47
Tabla 4. Indicador de costo de establecimiento más etapa improductiva en el cultivar <i>E. guineensis</i> (millones de pesos por hectárea)	48
Tabla 5. Costos de mantenimiento por etapa productiva <i>E. guineensis</i> (millones de pesos por hectárea al año).....	49
Tabla 6. Detalle del costo por etapa productiva nacional <i>E. guineensis</i> (millones de pesos por hectárea al año).....	50
Tabla 7. Costos de establecimiento en el cultivar OxG (millones de pesos por hectárea)	51
Tabla 8. Indicador de costo de establecimiento más etapa improductiva en el cultivar híbrido OxG (millones de pesos por hectárea).....	52
Tabla 9. Costos de mantenimiento en el cultivar híbrido OxG, por zona palmera (millones de pesos por hectárea al año).....	53
Tabla 10. Detalle del costo por etapa productiva nacional para el cultivar OxG (millones de pesos por hectárea al año).....	54
Tabla 11. Costos unitarios (\$/t RFF) por cultivar y zona	56
Tabla 12. Tasas de extracción de aceite y contenido de almendra promedio por zona y cultivar.....	57

Introducción

El entorno cada vez más globalizado ha obligado a las empresas que venden sus productos en mercados locales y externos a ser competitivas. Naturalmente, las empresas del agro no son la excepción, más aún si compiten en mercados de *commodities*, como es el caso de las grasas vegetales. La competitividad es una condición *sine qua non* para lograr una inserción efectiva en los mercados internacionales e, incluso, para sostenerse en el mercado interno (León, 2018; Rojas y Sepúlveda, 1999).

En este orden de ideas, la palmicultura colombiana ha hecho esfuerzos para mejorar el desempeño competitivo, al involucrar estrategias para el incremento de los rendimientos del cultivo y el procesamiento de fruta, estimular la formalización laboral y el desarrollo de nuevos productos con valor agregado, entre otros (Millán y Muñoz, 2015). Sin duda, el desarrollo y la adecuación a nuestros paisajes palmeros de tecnologías para los diferentes procesos del cultivo, así como las estrategias de transferencia de las tecnologías desarrolladas en beneficio del sector también han contribuido en el logro del objetivo de mejorar la competitividad sectorial (Cooman, 2019).

El seguimiento a los costos se convierte en una aproximación a la medición de la competitividad, puesto que permite compararse con los competidores. De otra parte, facilita la identificación de los factores determinantes del costo unitario, sobre los cuales se deben centrar las acciones para asegurar la eficiencia económica del negocio. Este estudio de costos de Cenipalma y Fedepalma, además de presentar la actualización de las cifras de costos de producción para 2020, tiene el objetivo de brindar información relevante para los tomadores de decisiones del sector, los hacedores de política pública, los potenciales inversionistas y las entidades financieras.

También, se caracteriza porque cuenta con la participación voluntaria de plantaciones líderes de sus respectivas zonas en lo que concierne al manejo agronómico, lo que se demuestra en el buen desempeño desde el punto de vista productivo. En otras palabras, los resultados de este estudio de estimación de costos describen la inversión en la que incurren los palmicultores que se distinguen por la adopción de buenas prácticas.

Para la estimación de costos de la vigencia 2020, se contó con la participación de empresas con cultivares híbridos OxG en edad adulta de las cuatro zonas palmeras. Esto no ocurría antes, ya que la única región con cultivares adultos era la Zona Oriental y, por ello, se utilizaba como referente para cultivos OxG. De otra parte, a diferencia del estudio de costos para la vigencia 2019, este estudio incorpora el efecto de la adopción de la polinización artificial en cultivos OxG.

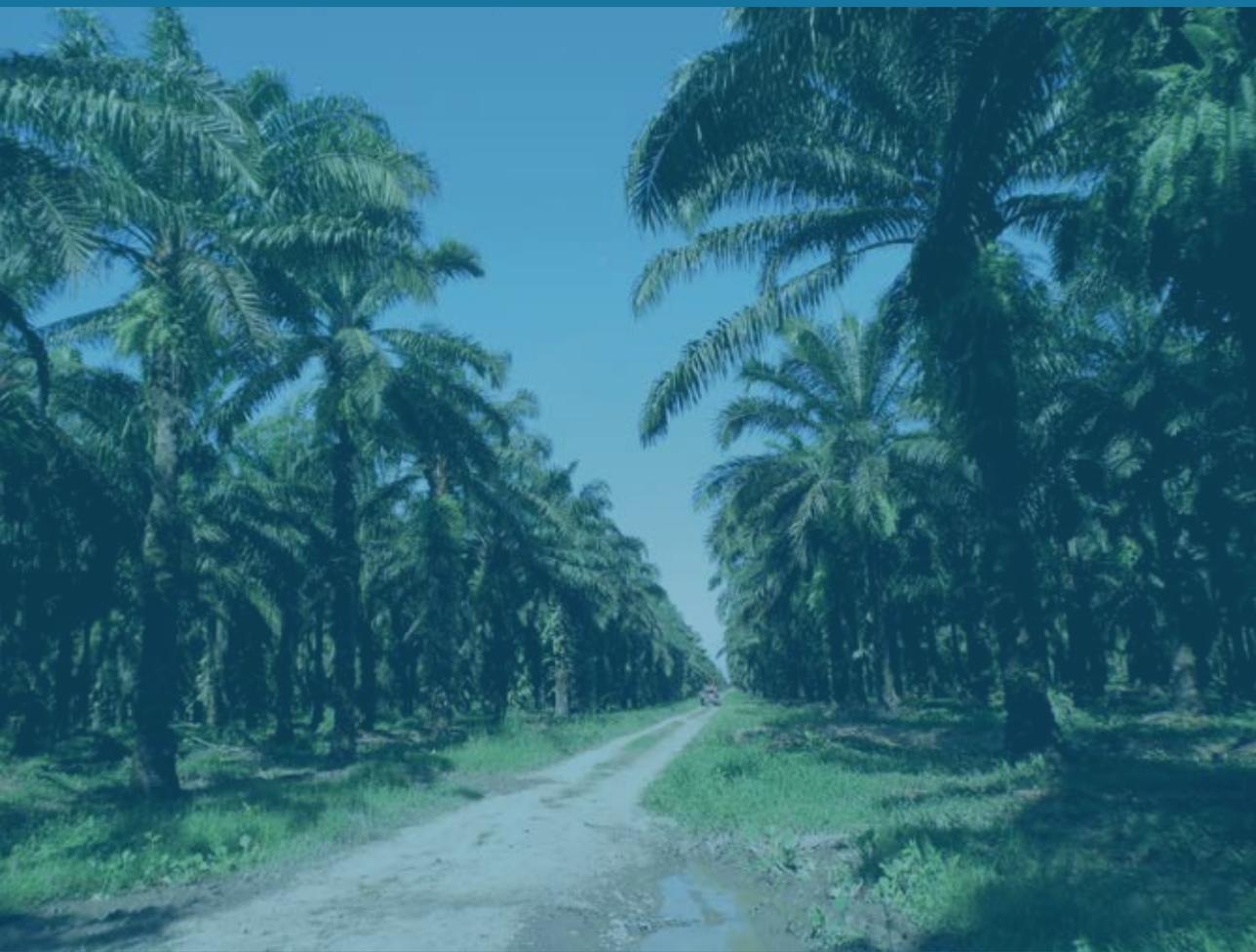
Este documento está estructurado en cuatro secciones: la primera muestra el contexto económico del estudio de costos; la segunda presenta los rubros objeto de costeo en este ejercicio; la tercera describe los aspectos metodológicos y, finalmente, la cuarta sección expone los resultados de costo unitario (área, tonelada) por zona y cultivar.

Primera parte



Foto: Munévar (2018)

Contexto del estudio



El entorno económico

La competitividad se define como la capacidad de producir a bajo costo los bienes con la calidad y características que el mercado demanda. Esta se relaciona estrechamente con la eficiencia económica, que es la capacidad de una empresa o sector para producir bienes, utilizando los recursos de manera más eficiente que sus competidores (Garay, 1998). En este sentido, ser competitivo es el resultado de un proceso intencional con una visión a largo plazo, que debe ser transversal a todas las áreas de una empresa y que debe contar con una estrategia de monitoreo (Ubfal, 2004).

Para fijar parámetros comerciales y competir en los mercados, las empresas necesitan conocer su producción y su costo por unidad de área, para obtener así el costo unitario, que es la razón entre costos y unidades producidas y que, en el caso de la agroindustria de la palma, es la tonelada de aceite de palma crudo (APC).

En cuanto a los rendimientos promedio, al comparar la agroindustria de la palma colombiana con sus pares más competitivos del Sudeste Asiático y de Latinoamérica, se encuentra que la posición con respecto al volumen de APC que se produce por promedio en una hectárea es la siguiente: Guatemala: 4,73 t APC/ha, Malasia: 3,56 t APC/ha, Indonesia: 3,32 t APC/ha y Colombia: 3,26 t APC/ha (ISTA Mielke GmbH, 2020).

Con respecto a los costos de producción por tonelada de APC, LMC estimó que el promedio global del costo de producción en 2020 fue de USD 355,3 (USD = dólar estadounidense). Malasia e Indonesia estuvieron por debajo de la media mundial con USD 332 y USD 337, respectivamente. Por su parte, el costo de producir una t APC en Colombia fue de USD 525, superior en 56 % con respecto a Indonesia y en 58 % con relación a Malasia.

Al analizar cada rubro, según LMC (2020), se resalta que, en mantenimiento de cultivo por tonelada de APC, los costos de Malasia e Indonesia se estimaron en 190 USD/t APC y 185 USD/t APC, mientras que para Colombia este valor fue de 243 USD/t APC. Los costos de cosecha y transporte de racimos de fruta fresca (RFF) a planta de beneficio primario (PBP) fueron de 146 USD/t APC en Colombia, mientras que para Malasia fueron de 109 USD/t APC y en Indonesia de 119 USD/t APC. Finalmente, el costo de extracción por tonelada de aceite fue de 146 USD/t APC en Colombia, frente a 53 USD/t APC en Malasia y 40 USD/t APC en Indonesia. Si Colombia quiere aumentar su competitividad como país productor de aceite de palma, cada empresa debe adoptar tecnologías que incrementen su eficiencia económica, siempre en un contexto de sostenibilidad ambiental y social.

Las razones que explican estas diferencias radican en la infraestructura (impacta los costos de logística), la escala de las operaciones (impacta el costo fijo) y el precio de los insumos como fertilizantes que es bastante elevado en Colombia. Asimismo, es importante destacar que los costos laborales en Colombia son superiores a los de mano de obra de los países líderes (Mosquera *et al.*, 2019).

Antecedentes del estudio

En 2003, a raíz de las negociaciones internacionales de tratados de libre comercio que iniciaba el Gobierno Nacional, se hacía necesario establecer qué tan competitiva, en términos de costos de producción, era la agroindustria colombiana de la palma de aceite en un escenario de desgravaciones arancelarias progresivas. Por ello, la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma, contrató, en el año 2004, la firma Duarte Guterman & Cía (Corredor, 2007).

Desde 2015, las áreas de evaluación económica de Cenipalma y el área de economía de Fedepalma trabajan de manera conjunta en el ejercicio de actualización de costos de producción (Tabla 1). A su vez, a partir de ese año, se levanta información de campo, que permite hacer comparaciones de costos entre cultivos de palma *E. guineensis* y entre cultivos con híbrido OxG (Mosquera *et al.*, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020), este estudio contó con la participación de 29 plantaciones de palma de aceite y 18 plantas de beneficio de aceite, que corresponden a 64.170 ha de cultivos de palma de aceite de un total de 559.582 ha sembradas en Colombia (12 % del área total en palma).

A precios de 2020, en 2019 el costo de producir una tonelada de fruta de palma de aceite fue de \$ 285.388 para cultivares *E. guineensis* y \$ 298.145 para cultivares híbridos OxG, 6,52 % y 13,2 % superiores al año anterior, respectivamente. Un comportamiento similar se observó en los costos de producción por tonelada de aceite crudo, en el que el incremento fue del 2 % para ambos cultivares (Tabla 1).

Tabla 1. Histórico de costos de producción (\$/tRFF y \$/t APC) en el periodo 2014-2019, en pesos constantes de 2020.

Año	<i>E. guineensis</i>		Híbrido OxG*	
	\$/t RFF	\$/t APC	\$/t RFF	\$/t APC
2014	316.144	1.746.611	322.050*	1.813.524*
2015	293.593	1.549.226	271.243	1.431.938
2016	302.879	1.719.814	272.024	1.585.936

Continúa

Año	<i>E. guineensis</i>		Híbrido OxG*	
	\$/t RFF	\$/t APC	\$/t RFF	\$/t APC
2017	289.760	1.335.945	287.489	1.471.046
2018	278.224	1.413.463	273.572	1.495.139
2019	285.426	1.442.331	298.175	1.519.922

* Los presentes costos toman como referencia la Zona Oriental, ya que era la única que contaba con siembras adultas para este material, las cuales son necesarias para calcular el costo por tonelada de RFF en el largo plazo.

En los últimos 15 años, la tasa de crecimiento promedio anual del área sembrada con palma de aceite en Colombia ha sido del 7 %. En 2020, el área sembrada fue de 590.189 (2,7 % del área potencial nacional con aptitud agrícola). El 85,9 % del área sembrada con palma de aceite corresponde a cultivares *E. guineensis* y el 14,1 % a cultivares híbridos OxG (Sispa, 2020).

En 2020, el total de fruto procesado fue de 7.187.135 t RFF, 3 % superior al año anterior. La producción de aceite de palma crudo alcanzó 1.559.011 toneladas, lo que muestra una variación positiva del 1,98 % respecto a las 1.528.739 toneladas obtenidas en 2019. Del mismo modo, la producción de almendra de palma (palmiste) fue de 305.715 toneladas, con una variación negativa del -7 %, es decir, 23.143 toneladas menos con respecto a las 328.859 toneladas reportadas en 2019 (Sispa, 2020).

Segunda parte



Foto: Archivo Fedepalma

Componentes de la estructura de costos sectorial



Los costos de producción se estiman al considerar una estructura en la que se indagán el CAPEX y el OPEX. En la primera categoría se calculan costos relacionados con las inversiones que se deben realizar para poner en marcha el proyecto productivo, como es el caso de los costos asociados al establecimiento de las plantaciones y de las plantas de beneficio. En OPEX, se determinan los costos de operación y mantenimiento de los cultivos en la vida útil de las palmas (usualmente está entre 25 y 30 años) y los costos de operación de las plantas de beneficio. En estos últimos se incluyen insumos, mano de obra, herramientas, maquinaria, conservación de equipos y mantenimiento de infraestructura de producción.

En todos los casos, los costos se estiman considerando los factores de la producción: tierra, capital (insumos, herramientas y bienes de capital) y mano de obra. Los costos de extracción de aceite, es decir, los relacionados con el procesamiento de los RFF en las plantas de beneficio primario, se calculan a partir de una estructura de costos de capital (CAPEX) y costos operacionales (OPEX).

Estructura de costos de producción en cultivos

Establecimiento de plantaciones de palma de aceite

Los costos de establecimiento corresponden a los que se efectúan una sola vez al inicio del negocio. Para garantizar esto, se deben conocer las características del suelo y las condiciones climáticas y del cultivar que se va a sembrar. De acuerdo con Fairhurst y Ditschar (2014), no realizar un adecuado establecimiento crea una brecha del 20 % entre la productividad real y el potencial de los cultivos. Las labores que se consideran en la estimación de costos del establecimiento de plantaciones son las siguientes:

Diseño de plantación

Corresponde a la etapa de planeación del proyecto productivo, que incluye la definición del diseño del cultivo, el trazado de los sitios de siembra, la identificación de las unidades de manejo agronómico (UMA) y el diseño de la infraestructura de producción: vías, drenajes y sistema de riego (Mosquera *et al.*, 2014).

Preparación y adecuación de tierras

Se incluyen todas aquellas labores necesarias desde el punto de vista físico (laboreo) y químico (aplicación de enmiendas), para que en las tierras se puedan plantar las palmas. Estas prácticas son importantes debido a que un suelo con alguna característica que menoscabe el buen desarrollo de palmas vigorosas y sanas seguramente dará lugar a un cultivo propenso al ataque de plagas y enfermedades y, por ende, a una menor producción por unidad de área (rendimiento).

Entre las prácticas de adecuación de tierra que usualmente se realizan para establecer cultivos de palma de aceite se encuentran estas: nivelado, pase de rastra, cincelado y subsolado (Figura 1). Estas labores tienen como objetivo crear una estructura del suelo favorable para el crecimiento de las raíces, lo que permite que tengan acceso a agua y a nutrientes. Comúnmente, en los cultivos de palma se emplean tractores cuya potencia oscila entre 75 hp y 95 hp. Dentro de los costos se consideran las tarifas por alquiler o uso de maquinaria (tractor más implementos) y los rendimientos de la máquina en las diferentes labores (hectáreas por día) (Mosquera *et al.*, 2014).

La adecuación química se efectúa, principalmente, para mejorar las condiciones de los suelos ácidos. En el caso de suelos con alta saturación de aluminio (Al), es necesario incorporar enmiendas (cales). No hacerlo impacta negativamente el desarrollo de raíces y la disponibilidad de nutrientes. El costo de corrección del suelo resulta de la cantidad de enmienda aplicada (número de bultos o de toneladas por hectárea) multiplicada por su precio (incluido el valor del flete). Igualmente, deben considerarse los costos de aplicación e incorporación (Mosquera *et al.*, 2014).



Figura 1. Cincelado del suelo implementado dentro de las labores de adecuación de suelos. Foto: Toro, F.

Vivero

El vivero es la etapa en la que a las semillas germinadas se les brindan las condiciones de manejo adecuadas para su desarrollo (nutrición, humedad, control de malezas y manejo sanitario). Esta fase está integrada por dos etapas: previvero (tiene un cuidado más riguroso y abarca aproximadamente 4 semanas) y vivero (las palmas se trasladan a un mayor espacio para que puedan desarrollarse, durante 11 meses) (Figura 2).

En esta actividad se consideran los costos asociados a compra de semillas, canastillas, bolsas, prácticas de manejo e infraestructura necesaria para el desarrollo de las plantas. Es importante contemplar el porcentaje de descarte, ya que, una vez las palmas completan su ciclo, se deben seleccionar para llevar al campo las de mejor calidad (Mosquera *et al.*, 2014).



Figura 2. Vivero de palma de aceite. Foto: Ortega, N.

Construcción de infraestructura y compra de equipos

Drenajes

Las labores para el establecimiento de la infraestructura que permita la evacuación de los excesos de humedad en el suelo, como los drenajes primarios, secundarios y terciarios, son determinantes para el correcto desarrollo y funcionamiento de las raíces, que facilite la absorción de nutrimentos y el anclaje al suelo necesario por la palma (Figura 3). Los drenajes se elaboran empleando maquinaria como retroexcavadora o zanjadora, según las dimensiones del drenaje. El costo del drenaje resulta de considerar el uso de maquinaria, el cual depende del rendimiento, expresado como metros lineales por día (Mosquera *et al.*, 2014).



Figura 3. Adecuación de canales de drenaje en establecimiento del cultivo de palma de aceite. Foto: Toro, F.

Riego

Dependiendo del déficit hídrico que se presente en el lugar donde se desarrolla el proyecto de palma, es necesario establecer sistemas de riego. Los más comunes corresponden a riego por superficie: inundación, melgas y surcos, entre otros. Los sistemas de riego presurizado, como aspersión y goteo, son menos frecuentes y se adoptan especialmente en la Zona Norte. El riego presurizado requiere inversiones superiores a las del riego por superficie (Figura 4).



Figura 4. Funcionamiento sistema de riego por surcos, en plantación Ariguani. Foto: De Aguas, A.

Cablevía

En algunas plantaciones se opta por la construcción de este sistema de transporte interno, ya que facilita la evacuación del fruto desde los lotes y permite disminuir el costo de mantenimiento de vías, dado que se destina un único punto de la plantación para el cargue de los camiones que transportan los RFF a la planta de beneficio (plataformas de descargue). El cablevía es una buena alternativa para lugares lluviosos con suelos pesados. El costo de este sistema depende de la longitud y de la complejidad del terreno (pasos por canales y uniones de líneas de cable) (Mosquera *et al.*, 2014).

Maquinaria, animales de trabajo, equipos y herramientas

La inversión en semovientes, herramientas, tractores, motobombas, guadañas, zorras y zorrillos, entre otros, se considera un costo fijo porque la eficiencia en uso depende del rendimiento del cultivo. Para estimar su costo deben considerarse precio, vida útil y el área atendida (Mosquera *et al.*, 2014).

Siembra

En algunas plantaciones se aplican fertilizantes en los lugares donde se establecerán las palmas (directamente en el hueco excavado). Para estimar el costo total de la siembra, se incluyen el valor y el rendimiento de las labores, como estaquillado, ahoyado, aplicación de fertilizantes en el hueco y la siembra (Figura 5).



Figura 5. Siembra de palma de aceite. Foto: Toro, F.

Establecimiento de coberturas

Una de las mejores prácticas que Cenipalma recomienda es la siembra de coberturas vegetales por sus múltiples beneficios para el suelo, a saber: reciclaje de nutrimentos, fijación de nitrógeno, mitigación de la proliferación de gramíneas, conservación de la humedad. También, evitan la compactación y la erosión. Todos estos beneficios redundan en rendimiento económico para el palmicultor, ya que contribuyen a la disminución de la inversión en fertilización y manejo fitosanitario (Ruiz *et al.*, 2013; Ruiz y Molina, 2014).

Componentes del mantenimiento de plantaciones de palma de aceite

Nutrición de la palma

La fertilización es una de las labores de mayor impacto en el rendimiento de los cultivos, expresado en términos de toneladas de RFF por hectárea (Figura 6). En el costo de la fertilización se deben considerar las dosis y precios de fertilizantes (incluye los fletes) y el costo asociado a la mano de obra y maquinaria empleada para aplicar los fertilizantes. El método que más se utiliza para la fertilización en Colombia es el manual, apoyado por semovientes, que consiste en un operario que

aplica las dosis de nutrimentos a cada palma mientras el animal moviliza una carreta que contiene el insumo. El sistema semimecanizado, en el que el semoviente se reemplaza por un tractor, es menos frecuente en Colombia. Las tarifas pagadas a la mano de obra encargada de aplicar el fertilizante depende de las dosis que se van a aplicar por palma (Mosquera *et al.*, 2014).



Figura 6. Aplicación manual al voleo de fertilizante. Foto: Cadena, M.

Control de malezas (arvenses)

Esta labor tiene como objetivo evitar el crecimiento excesivo de especies que compiten por luz, agua y nutrimentos con el cultivo de la palma. Asimismo, consiste en erradicar plantas como las gramíneas, que sirven de hospedero a insectos plaga que atacan a los cultivos. En algunas plantaciones se han implementado estrategias en las que se combinan coberturas leguminosas de hoja ancha y el establecimiento de plantas nectaríferas. Estas prácticas promueven el reciclaje de nutrimentos y la propagación de organismos benéficos que contribuyen al control de insectos plaga.

El control de maleza (*arvenses*) en las calles de tránsito dentro de los lotes de cultivos de palma se realiza mediante métodos manuales, semimecanizados, mecanizados o químicos. En lo que concierne a la frecuencia en el control de maleza, esta oscila entre 2 y 8 veces por hectárea al año y depende de la proclividad del lugar al surgimiento de malezas y a su capacidad de diseminarse y desarrollarse. Los costos de esta labor dependen del sistema de manejo empleado, las tarifas de mano de obra y máquina pagadas, el rendimiento de la mano de obra y la frecuencia con la que se realizan las labores (Figura 7) (Mosquera *et al.*, 2014).



Figura 7. Control de malezas en el Catatumbo. Foto: Toro, F.

Otra práctica para el control de malezas es el plateo. El objetivo es despejar el área alrededor del estípite de la palma. Ello facilita el conteo de los frutos desprendidos (criterio de cosecha), favorece la recolección de los RFF cortados y evita que las coberturas colonicen el estípite de la palma. Esta labor se efectúa mecánicamente (guadaña) o químicamente (herbicidas) (Figura 8). Los costos de la labor se estiman a partir del método empleado (químico o mecánico), el rendimiento de la mano de obra y la frecuencia con la que se hace la labor.



Figura 8. Plateo químico, Campo Experimental Palmar de las Corocoras. Foto: Toro, F.

Manejo sanitario del cultivo

Los costos de esta labor dependen de la incidencia de plagas y enfermedades. Algunas labores se orientan a la prevención, como son los censos fitosanitarios y el seguimiento a la severidad de enfermedades, los cuales facilitan la toma de decisiones (Figura 9). Los costos se estiman a partir de las tarifas pagadas en las plantaciones y el rendimiento de la mano de obra (Corredor y Mosquera, 2018; Fontanilla *et al.*, 2014; Ruiz *et al.*, 2013, 2020). De otro lado, están las prácticas que tienen que ver con el control de la plaga o enfermedad, una vez que se ha evidenciado su presencia. En la estimación de los costos asociados a estas prácticas se debe considerar el uso de mano de obra, insumos (plaguicidas o controladores biológicos), herramientas e incluso maquinaria, si es del caso (Mosquera *et al.*, 2014).



Figura 9. Detección de enfermedades. Campo Experimental Palmar de las Corocoras. Foto: Toro, F.

Operación y mantenimiento del sistema de riego

La estimación del costo de regar los cultivos depende del sistema de riego implementado. En el superficial, se destaca la necesidad de contar con operarios que se desplacen por los lotes y lleven a cabo prácticas que encaucen el agua. En este caso, en los costos se consideran la mano de obra empleada (y los rendimientos laborales) y el precio del agua (considerados el volumen empleado y las tarifas de uso del líquido). En cuanto al mantenimiento, se tienen en cuenta las labores realizadas para el sostenimiento del talud de los canales de riego, tales como control de malezas y recava de canales.

En cuanto a los costos asociados a la operación de sistemas de riego presurizados, además de contemplar la mano de obra y del agua, incluyen los del uso de energía (combustible) para la operación de bombas, mediante las cuales se impulsa el movimiento del agua (Álvarez *et al.*, 2018).



Figura 10. Riego por aspersión, Campo Experimental Palmar de la Sierra. Foto: Delgado, T.

Podas

Esta labor consiste en el corte de aquellas hojas de las palmas que ya no se necesitan para la producción de fruto, con el fin de mantener el número ideal de estas, el cual se estima entre 38 y 42 hojas por palma adulta (Cenipalma, 2017;) (Bastidas y Martínez, 1996). Específicamente en palma adulta, en la poda se debe tratar de dejar dos hojas por debajo de los racimos verdes y una por debajo de los racimos por cosechar (Figura 11). Para la poda comúnmente se utilizan herramientas como el cuchillo malayo, el machete y el palín. Recientemente se ha introducido con éxito el uso de cortadores mecanizados, con los cuales se incrementa el rendimiento de la labor. El costo de la poda se estima a partir de las tarifas pagadas, el rendimiento de la mano de obra (número de palmas que se podan en un día) y la frecuencia de la labor (Mosquera *et al.*, 2014).



Figura 11. Realización de la poda de mantenimiento en palma joven. Palmeras de Puerto Wilches. Foto: Toro, F.

La disposición de las hojas podadas alrededor de los platos ayuda a mantener la humedad del suelo e induce el desarrollo de raíces terciarias superficiales, las cuales favorecen la toma de nutrimentos por la palma (eficiencia de la fertilización). Esta actividad no genera costos extra, pues la práctica tradicional implica cortar las hojas, partirlas y ubicarlas en la calle de palera. Lo único que cambia es el lugar en donde se dispone la hoja (Figura 12).



Figura 12. Disposición de la hoja de poda alrededor del plato. Palmeras de Puerto Wilches. Foto: Toro, F.

Polinización

La polinización es una práctica necesaria en cultivares híbridos OxG, para asegurar la formación de racimos, lo cual impacta la productividad de estos cultivares (Figura 13). Debe garantizarse una buena ejecución de la labor (personal capacitado y competente), oportunidad en la ejecución de la labor, uso de herramientas adecuadas y la aplicación de las dosis recomendadas. La polinización *per se* no asegura el incremento de la productividad, sino que debe formar parte de una estrategia de manejo que incluya adecuada nutrición, control de malezas, control fitosanitario y una cosecha que siga los criterios de punto óptimo de madurez (Ruiz *et al.*, 2021). En la estimación de los costos de la polinización se deben tener en cuenta la densidad de inflorescencias, ya que este factor determina los rendimientos de la labor (número de inflorescencias polinizadas por trabajador), y los insumos requeridos (polen o ANA). El costo de esta labor también depende de la estrategia definida en cada plantación (número de aplicaciones que se le hacen a una inflorescencia, equipos de aplicación y de la dosis de polen o ANA aplicada por inflorescencia).



Figura 13. Polinización artificial, Palmar del Oriente. Foto: Toro, F.

Cosecha del fruto

La cosecha concentra entre el 20 % y el 35 % del costo de producción de la palma de aceite. Si los racimos se cortan verdes, disminuye el potencial de aceite, y si se cosechan sobremaduros, además de disminuir el potencial de aceite, se dificulta la labor de cosecha y llega a afectar la calidad del aceite extraído (Mosquera *et al.*, 2014; Niño *et al.*, 2021)

Los costos de la cosecha se calculan al considerar las labores de corte del racimo, levantamiento y transporte al punto de acopio (Figura 14). Los de mano de obra se estiman a partir de la conformación de cuadrillas de personal, las tarifas pagadas y los rendimientos laborales, que dependen de los sistemas de cosecha de cada plantación (Mosquera *et al.*, 2014). Adicionalmente, la cosecha es una labor sensible a la cantidad de fruto listo para corte (en estado maduro), el cual oscila a lo largo del año (estacionalidad). En otras palabras, a más productividad de los lotes, mayor es el número de operarios que se necesitarán para cortar y evacuar los RFF.



Figura 14. Transporte y cosecha con tractor. Plantación Ocarra. Foto: Toro, F.

Transporte del fruto a la planta de beneficio

El costo del transporte del fruto a planta de beneficio depende del estado de las vías, la distancia y la capacidad de los vehículos que transportan el fruto (Figura 15). El costo de transporte por tonelada de fruto se calcula multiplicando el precio por tonelada transportada por el número de toneladas que se cosechan.



Figura 15. Cargue del fruto. Agroindustrial de Palma Aceitera. Foto: Toro, F.

Costos indirectos

Costo de oportunidad de la tierra

En Colombia, la tierra es un medio que sirve para atesorar riqueza, lo que deriva en que no se haya desarrollado un mercado de tierras (Becerra *et al.*, 2019; Mosquera *et al.*, 2014). Por lo tanto, en este estudio se utiliza el costo de oportunidad de la tierra, que es el valor que asume un productor por destinar el recurso para un uso determinado, en este caso cultivos de palma de aceite, y no para un uso alternativo (Mosquera *et al.*, 2014; Špička & Dereník, 2021). Este costo suele expresarse en términos de pesos por hectárea y la estrategia utilizada corresponde a la determinación del precio al cual se puede arrendar una hectárea en la zona donde se encuentra la plantación, para que se desarrolle otra actividad económica (ganadería, cultivos transitorios u otro uso agropecuario).

Asistencia técnica

Hace referencia al equipo técnico que apoya la toma de decisiones respecto a la producción de los cultivos. En las empresas de mayor escala usualmente existen líderes por proceso productivo, quienes se encargan de la logística asociada a la ejecución de las actividades en el campo. En el caso de productores de pequeña escala, la asistencia técnica es proveída por equipos técnicos de las empresas que compran el RFF. Normalmente, se acuerda una tarifa por tonelada.

Mantenimiento de animales, maquinaria y equipos

El mantenimiento se orienta a asegurar el funcionamiento y la disponibilidad de equipos y maquinaria y a mantener en buen estado a los animales que son utilizados en la producción. Para ello, es necesario tener inventarios y un programa de mantenimiento que rijas las actividades requeridas. En el costo de mantenimiento se deben considerar repuestos, personal y pagos de servicios que se contratan con terceros. En el caso de los animales, debe incluirse la alimentación y los servicios veterinarios.

Planeación y seguimiento

Una buena estrategia permite organizar al personal y mantener disponibles insumos y equipos para adelantar las labores de manera sistemática. Asimismo, ayuda a llevar el control y hacer seguimiento de estas. Con un buen seguimiento se logra prevenir aquellas circunstancias que se pudieran presentar o, en su defecto, saber cómo solucionar cualquier eventualidad que surja.

Estructura de costos de producción en plantas de beneficio

Al igual que la fase de campo, la de extracción de aceite de la cadena productiva está compuesta por costos fijos y costos variables. Los costos fijos están asociados al CAPEX del proyecto, mientras que los variables, al OPEX.

Costos de inversión

Los costos de inversión representan las erogaciones de dinero que se deben hacer antes de la puesta en funcionamiento de la planta. Dependen, en gran medida, del tipo de tecnología que se implemente y de la capacidad instalada de la planta de beneficio.

La inversión de la planta de beneficio está integrada por los costos de adquisición del terreno, de compra de maquinaria y equipo, de construcción y ensamblaje de la planta y la construcción de las obras civiles complementarias, necesarias para el funcionamiento del proyecto productivo. Normalmente, el rubro con la mayor participación en el costo total de inversión es maquinaria y equipo. Para anualizar el valor de las inversiones, es necesario estimar la depreciación de los activos, la cual se define en función de la vida útil de estos.

Costos de operación y mantenimiento

Para determinar los costos totales del proceso de extracción de una tonelada de APC, se consideran los pagos de mano de obra empleada en la planta de beneficio, los gastos asociados al mantenimiento de equipos y los pagos por uso de servicios industriales. La capacidad instalada se expresa en toneladas de RFF por hora (Guerrero *et al.*, 2020).

El costo de mano de obra corresponde a la sumatoria de pagos de esta (incluidas todas las prestaciones de ley) sobre el total de toneladas de fruta procesada en el año evaluado. En este rubro también se incluyen el personal de planta de beneficio, el área administrativa, los jefes de procesos, el área de control de calidad y el área de gestión ambiental y salud ocupacional (Guerrero *et al.*, 2020).

Otro rubro que debe sumarse al costo total del proceso es el costo de mantenimiento por tonelada de fruta procesada, en el cual se incluyen los pagos por repuestos, insumos, combustible, reparaciones y aquellos servicios relacionados con el mantenimiento. Adicionalmente, se incorporan el servicio de evacuación de lodos y el uso de vehículos al servicio de la planta de beneficio (Guerrero *et al.*, 2020).

Finalmente, el rubro de costos de servicios industriales totaliza los pagos realizados durante el año de servicios de internet, energía eléctrica y agua, sobre el total de fruta procesada (Guerrero *et al.*, 2020).

Crédito de almendra

La nuez de la palma es un subproducto del proceso de extracción del aceite de los racimos, que se obtiene luego de la digestión de estos. Por lo anterior, el valor de la venta de almendra es un parámetro que se descuenta del costo de extracción y su magnitud depende tanto del contenido de almendra en los racimos como de su precio en el mercado.

Al extraer la almendra del interior de la nuez y prensarla es posible obtener el aceite de palmiste, que tiene características organolépticas y fisicoquímicas diferentes a las del aceite de palma, y es, asimismo, otro tipo de mercado (Dam van, 2016).

El precio por tonelada del aceite de palmiste es superior al del aceite de palma, por lo que una palmistería se convierte en una alternativa atractiva, siempre y cuando se tengan racimos con formación de almendra, como es el caso de los cultivares *E. guineensis*. El contenido de nuez en los híbridos OxG es menor, dada la mayor proporción de frutos partenocárpicos y el menor tamaño de la nuez que caracteriza a estos frutos (Fernández, 2013; Guataquira *et al.*, 2019; Solano, 2020).

Tercera parte



Foto: Fontanilla (2010)

Metodología



El estudio de costos de producción se ha basado en la estimación del costo unitario en términos de pesos por tonelada producida ya sea de racimo de fruta fresca o de aceite, que depende del ciclo de vida del cultivo, y fue definido para este estudio en 30 años. En la estimación de costos se tuvo en cuenta la participación de los tres factores de producción: capital (insumos y bienes), mano de obra y tierra. Los datos con respecto a impuestos y costos financieros no fueron tenidos en cuenta en el presente estudio. Este ejercicio se desarrolló en cinco momentos, que se describen a continuación:

Selección de participantes

El estudio de costos se realizó con la participación voluntaria de empresas en todo el país, que se caracterizan por la implementación de buenas prácticas de manejo agronómico. Esto las ha llevado a tener rendimientos superiores a las 24 t RFF/ha al año en la etapa adulta. En esta vigencia participaron 27 plantaciones, que representan el 8 % del área sembrada con palma, en 2020, en Colombia y, adicionalmente, se tuvo la participación de 18 plantas de beneficio que procesaron el 31 % del aceite producido en el país.

Las plantaciones participantes se localizan en varias subzonas. Por la Zona Central, se tuvo la presencia de las subzonas de sur de Santander, sur del Cesar, Catatumbo y Puerto Wilches. Por la Zona Norte, las plantaciones participantes son de las subzonas de Magdalena, Codazzi y Urabá. En la Zona Oriental, las subzonas que estuvieron presentes fueron Cumaral - Bajo Upía, Paratebuena - Cabuyaro, Acacias - San Carlos de Guaroa, Puerto Gaitán, Villanueva - Monterrey y Tauramena - Maní. Finalmente, la Zona Suroccidental estuvo representada por plantaciones de Tumaco.

Levantamiento de datos

Para la captura de datos de costos se elaboró un cuestionario con el que se indagó sobre cada labor del cultivo: frecuencia, tarifa según el rendimiento laboral, cantidad de insumos consumidos y su precio y la participación en cada labor de herramientas y maquinaria. Las encuestas fueron respondidas por los responsables del proceso.

Rendimiento del cultivo: se pidió a los responsables del proceso que, con base en su experiencia, describieran el rendimiento del cultivo por edad, considerando el manejo y la oferta edafoclimática de la plantación. Con estos datos se construyeron las curvas de producción del cultivo para cada zona y para cada tipo de material de siembra.

Estimación de costos

Este estudio se desarrolló aplicando un enfoque de ingeniería de costos, en el que se consideran tanto los costos directos como los indirectos que son inherentes al sistema de producción.

Estimación de costos de establecimiento: estos representan el conjunto de inversiones que se deben realizar antes de la siembra de las palmas y durante esta en el sitio definitivo en campo, es decir, en el año 0 del cultivo y que pueden ser difíciles de implementar una vez efectuadas las siembras. Adicionalmente, se consideró el costo de erradicación de palmas cuando se deben hacer renovaciones o siembras nuevas.

Estimación de costos de mantenimiento: en este grupo se incluyen los costos directos en los que se incurren después de la siembra y hasta el final de la vida útil del cultivo y que aseguran la producción en la plantación. Abarca las labores de fertilización, sanidad vegetal (incluido el control de malezas), podas, operación del sistema de riego, polinización, cosecha de racimos y transporte a planta de beneficio.

Es importante indicar que el costo asociado al riego (tanto en el establecimiento como en la operación) está definido según el número de los distintos sistemas de riego que se puedan implementar en una plantación y su estimación implica una ponderación en función del área que abarque cada uno de ellos.

Las estimaciones se realizaron para cada año del cultivo, desde el año 1 hasta el 10 después de la siembra. Para los estudios de costos sectoriales, se ha definido una clasificación por etapas en función de la edad del cultivo: la etapa improductiva abarca de 1 a 3 años, la etapa en desarrollo va de los 4 a los 6 años y, a partir de los 7 años, se denomina edad adulta.

Estimación de otros costos

En esta categoría se agrupan aquellos relacionados con el proceso productivo, que no corresponden a labores, pero que son necesarios para el funcionamiento adecuado de una plantación. Estos costos dependen de la escala de la operación (área sembrada), del modelo administrativo y de la localización de la plantación, entre otros factores.

La suma de los costos asociados a personal e infraestructura administrativa y de supervisión se divide por el total de las toneladas que se producen en la plantación. Para este estudio suele asumirse que el costo de administrar la plantación corresponde a un 10 % de los costos variables.

Agregación de costos

A partir de la estimación de los costos individuales de las empresas, se estableció un promedio ponderado tanto por cultivar como por zona, en función del área sembrada. La ponderación se hizo para cada rubro, en cada edad del proyecto productivo. La ponderación por área solo se efectuó para los costos de cultivo.

Estimación de costos unitarios

Costos de cultivo

La palma de aceite es un cultivo a largo plazo, por lo que la ventana de tiempo de análisis es amplia dado que los costos y los rendimientos no son los mismos en los diferentes momentos de crecimiento de las plantas.

Se debe recordar que, en el contexto de este estudio, la etapa improductiva va del primer al tercer año; la etapa en desarrollo, del cuarto al sexto y la etapa adulta abarca desde el séptimo año en adelante, momento en que se estabiliza la producción (Tabla 2).

Tabla 2. Síntesis de indicadores de costos

Indicador	Descripción
Establecimiento (año 0)	Corresponde a las inversiones por hectárea que se deben hacer antes de la siembra de las palmas en el sitio definitivo.
Etapa improductiva (años 1 al 3)	Se define como la sumatoria de costos en los que se incurre en el lapso comprendido entre la siembra y el tercer año.
Etapa improductiva más establecimiento	Es la suma de los dos indicadores anteriores. Resulta útil para la planificación de las solicitudes de crédito, pues define el monto que se va a financiar durante el periodo en que no se perciben ingresos.
Etapa en desarrollo (años 4 al 6)	Es la suma de los costos en los cuales se incurre para el mantenimiento de la plantación, la cosecha y el transporte del fruto a la planta de beneficio, los cuales se dan en el periodo en el cual las palmas producen fruto, pero aún no alcanzan la madurez productiva.
Etapa adulta (año 7 en adelante)	Corresponde a los costos anuales en los que se incurre para administrar una plantación de palma de aceite una vez esta ha alcanzado la madurez productiva. Para los efectos de este estudio, se considera que dicho momento llega a partir del año 7.

El costo unitario en términos de \$/t RFF se obtiene a partir de la razón entre la sumatoria de costos por hectárea para cada año (i) en todas las etapas del cultivo con respecto a la sumatoria de la producción por hectárea en todo el ciclo de vida del cultivo, como se expresa en la siguiente ecuación. Nótese que este método de estimación de costos se expresa en términos de pesos corrientes, es decir, el valor en el momento en el cual se lleva a cabo el ejercicio, ya que se consideran tarifas del mismo año.

$$C_{\$/tRFF} = \frac{\text{establecimiento} + \sum_{i=1}^3 \text{improductiva}_i + \sum_{i=4}^6 \text{en desarrollo}_i + \sum_{i=7}^{30} \text{adulta}_i}{\sum_{i=1}^{30} \text{producción año } i_{(tRFF/ha)}}$$

Costo por tonelada de APC

La estimación del costo por tonelada de APC tiene tres componentes fundamentales: el costo por procesar una tonelada de racimos, el costo de la materia prima y el crédito o descuento que se genera por la comercialización de la almendra, producto de la palmistería. Dichos valores dependen de la capacidad instalada de la planta (determina los costos fijos), la tasa de extracción de aceite (define la cantidad de materia prima requerida para obtener una tonelada de aceite), el contenido de almendra por tonelada de racimo (establece la cantidad de almendra obtenida tras procesar los racimos), el precio de la tonelada de almendra y el valor de la materia prima.

El costo de procesamiento incluye la depreciación de la planta y los costos variables (mantenimiento, mano de obra y servicios industriales). Los costos de mano de obra incluyen al personal operativo, administrativo, de apoyo y de mantenimiento. Los de mantenimiento aluden a los costos de repuestos y el valor de servicios tercerizados de mantenimiento de equipos. Los costos de servicios industriales se refieren al consumo de energía, agua y alcantarillado. Finalmente, el costo de la materia prima, la compra de RFF, se obtuvo considerando los costos estimados para la etapa de cultivo por zonas en todo el país en este estudio.

El costo de producción de una tonelada de aceite (\$/t APC) se expresa como lo indica la siguiente ecuación. El costo de procesamiento (\$/t RFF) y el costo de la fruta (\$/t RFF) se multiplican por la cantidad de racimos (t RFF) que se requieren para obtener una tonelada de aceite (Q_{racimos}) y a este valor se le descuenta el crédito de almendra:

$$C_{t\text{ APC}} = ([\text{costo procesamiento} + \text{costo materia prima}] * Q_{\text{racimos}}) - \text{crédito almendra}$$

Cuarta parte



Foto: Fontanilla (2010)

Resultados



Rendimiento

El rendimiento de una plantación determina su competitividad, puesto que es el denominador del costo unitario. La Figura 16 ilustra el comportamiento de la productividad por cultivar, por zona y para cada año del cultivo, hasta llegar a la madurez en el año 20.

Cultivares *Elaeis guineensis*

En el ámbito nacional, la productividad de las empresas referentes alcanzó como promedio 25,6 t RFF/ha al año en la etapa adulta.

Todas las zonas palmeras presentan características agroecológicas heterogéneas. Aunque las plantaciones referenciadas en este estudio implementan buenas prácticas agrícolas, también se enfrentan a retos en materia de productividad de carácter regional.

En la Zona Central, subzona del sur de Santander, la principal limitante para alcanzar mayores rendimientos es la Pudrición del cogollo (PC) (Arias y Munévar, 2004; Mujica *et al.*, 2010; Ruiz, 2017). Por su parte, en el Catatumbo la principal limitación está asociada a la baja fertilidad natural de los suelos y a un inadecuado manejo de la nutrición, sumado a amenazas fitosanitarias como la PC, la Marchitez sorpresiva (MS) y el Anillo rojo (AR) (Cenipalma, 2018).

En la Zona Norte, las empresas participantes con siembras *E. guineensis* están en las subzonas de Magdalena y norte del Cesar. La limitante común en estas dos subzonas es el déficit hídrico (Álvarez *et al.*, 2018; Ideam y Cormagdalena, 2001). En la subzona del Magdalena, el aumento exponencial de la incidencia de la PC ha afectado la productividad (Zúñiga *et al.*, 2019).

En la Zona Oriental, los limitantes para la productividad son diversos, se destacan los relacionados con la presencia de problemáticas fitosanitarias como la PC y la ML, y dificultades en suelos relacionadas con las propiedades físicas (compactación) y químicas (alta saturación de aluminio).

Cultivares híbridos OxG

Para la vigencia 2020 se contó con datos de rendimientos de los cultivos en las cuatro zonas. En las empresas *benchmark*¹ la productividad de los cultivares híbridos OxG

1 Las empresas *benchmark* son organizaciones comerciales referentes en sus respectivas zonas por la implementación de buenas prácticas agrícolas (nutrición balanceada, monitoreo e intervención oportunos en problemas fitosanitarios, aplicación adecuada de criterios de cosecha, entre otros). Esto ha repercutido en un buen desempeño en la productividad.

es mayor que la productividad de los cultivares *E. guineensis*. Sin embargo, el manejo de los cultivares OxG incluye la labor de polinización, que es indispensable para asegurar la productividad de este tipo de cultivares (Ruiz y Daza, 2020).

En cuanto a las zonas, los rendimientos de los cultivares OxG son heterogéneos. En la región del Urabá (Zona Norte) se presenta el rendimiento más alto, con plantaciones que producen más de cuarenta toneladas por hectárea al año en etapa adulta, como consecuencia de un manejo agronómico adecuado, buena fertilidad natural de los suelos y un régimen de lluvias abundante a lo largo del año (Camacho y Pérez, 2014; Castillo, 2016; Corpourabá, 2018; Otero, 2018; Ruiz *et al.*, 2021).

Los rendimientos más bajos de las empresas *benchmark* en cultivos OxG corresponden a la Zona Suroccidental. Dicha región fue la pionera en la siembra del híbrido OxG tras los estragos causados por la epidemia de la PC en la década de 2000 y ha sido “el laboratorio” que ha contribuido a superar muchos de los obstáculos que generaba el desconocimiento del manejo de estos cultivares.

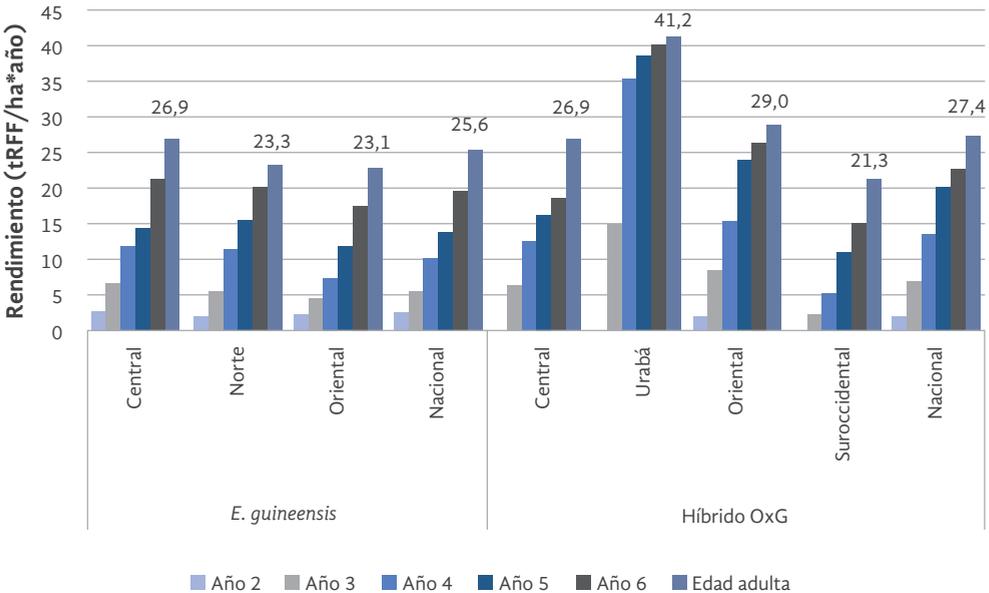


Figura 16. Rendimientos esperados por cultivar y zona.

Costos de establecimiento y mantenimiento del cultivo por edad y cultivar

Las actividades de establecimiento y mantenimiento del cultivo dependen del momento del desarrollo del proyecto productivo. En este orden de ideas, la edad de las palmas es un factor determinante en los costos por hectárea, por lo que el análisis de costos se efectúa por etapas productivas.

Elaeis guineensis

Establecimiento: en el ámbito nacional, el costo de establecimiento fue de 12,1 millones por hectárea. El mayor peso en el costo de establecimiento estuvo en la construcción de la infraestructura de riego, con un 19 %, inversión necesaria en las zonas Norte, Central y Oriental (Tabla 3). Los sistemas de riego reportados por las empresas participantes fueron por aspersión y por superficie. Se observa que la Zona Norte es la que reporta los valores más altos debido a que un mayor porcentaje de empresas requieren de la instalación de sistemas de riego (dominan los sistemas por superficie y por aspersión). En las zonas Central y Oriental, la instalación de sistemas de riego es menos frecuente y resulta más común el riego por superficie, que tiene menos costo de inversión, pero también una menor eficiencia técnica.

En orden de importancia y en términos de costo, sigue el rubro de infraestructura de transporte interno (15,6 %) (Tabla 3). El costo más alto corresponde a la Zona Norte en donde la densidad de vías promedio es de 134 m/ha, mayor a las de las zonas Central (35 m/ha) y Oriental (39 m/ha).

En lo que concierne a preparación del terreno, el costo promedio más alto correspondió a la Zona Central, en donde las empresas participantes debieron hacer una mayor intervención para adecuar suelos predominantemente arcillosos. La preparación del terreno está integrada por una adecuación física y otra química.

Tabla 3. Costos de establecimiento para el cultivar *E. guineensis* (millones de pesos por hectárea)

Rubro	ZC	ZN	ZO	Nal.
Eliminación del cultivo anterior	1,00	1,39	0,89	1,30
Diseño de la plantación	0,12	0,13	1,18	0,19
Vivero	1,60	1,46	1,61	1,61
Preparación del terreno	1,71	1,19	1,09	1,53

Continúa

Rubro	ZC	ZN	ZO	Nal.
Siembra de la palma	0,74	0,60	0,30	0,57
Infraestructura de transporte	1,00	2,38	1,31	1,89
Drenajes y canales	0,67	0,66	1,07	0,79
Infraestructura de riego	1,43	2,98	0,31	2,36
Establecimiento de cobertura	0,20	0,21	0,18	0,19
Otros*	2,14	1,66	1,71	1,68
Total	10,60	12,66	9,66	12,10

* Incluye el costo administrativo, el costo de asistencia técnica y el costo de oportunidad de la tierra.

Etapa improductiva (años 1, 2 y 3) (EI): en todo el país, durante cada año de la etapa improductiva se requieren inversiones promedio de \$ 4,15 millones por hectárea, como lo muestra la Tabla 4. Entre las regiones, la Zona Oriental reportó los mayores valores, dada la inversión que se hace en actividades como la fertilización (Tabla 5). En general, la participación más alta en el costo estuvo representada por la fertilización (22 %), el costo de oportunidad de la tierra (17 %), la operación del sistema de riego (14 %) y el control de malezas (11 %). Por supuesto, la participación del rubro de cosecha y transporte es marginal en esta etapa (improductiva), ya que la producción de racimos suele comenzar después del segundo año.

Establecimiento más etapa improductiva (EI+E): la Tabla 4 resume el valor total del establecimiento sumado al de la etapa improductiva. Este valor es relevante para entender la magnitud de la inversión necesaria para mantener el cultivo en la fase en la que no se producen RFF. En otras palabras, indica la magnitud de recursos que requiere un inversionista y, por ende, es importante para determinar el financiamiento de los proyectos de cultivos de palma.

Tabla 4. Indicador de costo de establecimiento más etapa improductiva en el cultivar *E. guineensis* (millones de pesos por hectárea)

Etapa	ZC	ZN	ZO	Nal
Establecimiento	10,6	12,7	9,6	12,1
Etapa improductiva	11,1	12,6	13,0	12,4
Establecimiento + etapa improductiva	21,7	25,3	22,6	24,5

Etapas en desarrollo (ED) (4 a 6 años después de siembra): en esta etapa, el costo promedio por hectárea de las empresas *benchmark* alcanza los \$ 5,78 millones por año (Tabla 6), correspondiente a un incremento del 39 % con respecto al costo anual de la etapa improductiva. Este incremento se explica por el inicio de la producción, que acarrea costos de cosecha y transporte a planta de beneficio. Adicionalmente, como la extracción de nutrientes es mayor (por la producción de RFF), se incrementa el costo de la nutrición de las palmas. Por el contrario, se reduce el costo en el manejo de malezas, ya que suele disminuir la frecuencia de las intervenciones en la medida en que el dosel de la palma cierra la entrada de luz a la vegetación acompañante.

Etapas adultas (EA): en la etapa adulta, la inversión por hectárea de las empresas *benchmark* para el año 2020 estuvo entre \$ 5,8 y \$ 7,0 millones por año (Tabla 5). Durante este periodo, el costo de fertilización se incrementa porque las palmas llegan a la madurez productiva, luego requieren más nutrientes para la formación de racimos. El consecuente aumento en el rendimiento (t RFF/ha) impacta directamente los costos de cosecha y transporte a planta de beneficio.

Tabla 5. Costos de mantenimiento por etapa productiva *E. guineensis* (millones de pesos por hectárea al año)

	Central			Norte			Oriental		
	EI	ED	EA	EI	ED	EA	EI	ED	EA
Fertilización	0,6	1,2	1,6	0,7	1,0	1,5	1,2	1,8	2,0
Control de malezas	0,3	0,2	0,4	0,5	0,2	0,1	0,5	0,3	0,2
Podas	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Control fitosanitario	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,3
Operación del sistema de riego	0,3	0,3	0,3	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2
Cosecha	0,1	1,1	1,6	0,2	1,0	1,0	0,2	1,0	1,2
Transporte a planta de beneficio	0,0	0,3	0,6	0,0	0,3	0,4	0,0	0,3	0,5
Costo de oportunidad de la tierra	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Planeación y seguimiento de actividades	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Asistencia técnica	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mantenimiento de activos*	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Total	3,7	5,7	7,0	4,2	5,3	5,8	4,3	5,8	6,2

*Mantenimiento de infraestructura, repuestos, mantenimiento de semovientes.

Consolidado de costos por hectárea, etapa y labor para empresas benchmark que cultivan *E. guineensis*

En promedio, las empresas *benchmark* invierten 4,15 millones de pesos por hectárea al año durante los primeros tres años del cultivo en sitio definitivo. Este valor se incrementa a 5,78 millones de pesos por hectárea al año para el periodo de palma en desarrollo. Finalmente, la inversión promedio de las empresas *benchmark* que cultivan *E. guineensis* en etapa adulta fue de \$ 6,49 millones en 2020 (Tabla 6).

Tabla 6. Detalle del costo por etapa productiva nacional *E. guineensis* (millones de pesos por hectárea al año)

Etapa	<i>E. guineensis</i>		
	EI	ED	EA
Fertilización	0,92	1,53	1,99
Control de malezas	0,46	0,26	0,20
Podas	0,03	0,10	0,11
Sanidad	0,32	0,32	0,26
Operación riego	0,58	0,59	0,59
Cosecha	0,14	1,02	1,19
Transporte a planta de beneficio	0,03	0,30	0,47
Costo de oportunidad de la tierra	0,72	0,72	0,72
Planeación y supervisión	0,44	0,44	0,44
Asistencia técnica	0,13	0,13	0,13
Mantenimiento de activos*	0,38	0,38	0,38
Total	4,15	5,78	6,49

*Mantenimiento de infraestructura, repuestos, mantenimiento de semovientes.

Híbrido OxG

Establecimiento

En 2020, el costo promedio del establecimiento para cultivares híbridos OxG en el país fue de 10,35 millones de pesos por hectárea (Tabla 7). Los rubros con la mayor participación fueron vivero (18,5 %), infraestructura de riego (16,3 %) e infraestructura

de drenajes (14,4 %). Un aspecto que debe resaltarse es el costo de la eliminación del cultivo anterior, el cual, en promedio, arrojó un valor de 1,24 millones de pesos por hectárea.

Tabla 7. Costos de establecimiento en el cultivar OxG (millones de pesos por hectárea)

Rubro	ZC	Urabá	ZO	ZS	Nal.
Eliminación del cultivo anterior	1,48	-	1,17	1,32	1,24
Diseño de la plantación	0,20	0,22	0,14	0,19	0,16
Vivero	1,96	1,44	2,02	1,82	1,91
Preparación del terreno	1,56	1,60	0,64	1,55	0,70
Siembra de la palma	0,47	0,39	0,30	0,40	0,43
Infraestructura de transporte	1,34	1,14	0,91	1,27	1,00
Drenajes y canales	0,85	2,13	1,56	-	1,49
Infraestructura de riego	-	-	1,69	-	1,69
Establecimiento de cobertura	0,20	0,12	0,29	0,15	0,17
Otros*	2,45	2,50	1,85	1,03	1,55
Total	10,51	9,53	10,57	7,74	10,35

* Incluye el costo administrativo, el costo de asistencia técnica y el costo de oportunidad de la tierra

Etapa improductiva

La Tabla 8 indica que la subzona del Urabá reportó el mayor costo durante la etapa improductiva del cultivo, en comparación con las demás regiones. Al entrar en detalle, como se observa en la Tabla 9, la fertilización tuvo un costo más alto, asociado a más dosis de fertilizante por palma. El valor medio, en el ámbito nacional, por año se estimó en \$ 4,02 millones por hectárea en el híbrido OxG (Tabla 10). La fertilización, al igual que en *E. guineensis*, fue el rubro con el mayor peso (26 % de participación), seguido por el costo de oportunidad de la tierra (17,5 %), la planeación y supervisión de actividades (14,4 %) y el control de malezas (8,4 %). La mayoría de las empresas participantes en el estudio reportan el inicio de la labor de polinización en el año 3.

Establecimiento más etapa improductiva (E+EI)

Para el híbrido OxG, el costo del periodo en el cual no se perciben ingresos arrojó un promedio de 22,4 millones de pesos (Tabla 8).

Tabla 8. Indicador de costo de establecimiento más etapa improductiva en el cultivar híbrido OxG (millones de pesos por hectárea)

Etapa	ZC	Urabá	ZO	ZS	Nal
Establecimiento	10,5	9,5	10,5	7,7	10,3
Etapa improductiva	14,9	15,9	14,5	10,5	12,0
Establecimiento + etapa improductiva	25,4	25,4	25,1	18,2	22,4

Etapa en desarrollo

En comparación con la etapa anterior, el costo por hectárea al año es mayor. Ello se explica porque la labor de polinización se realiza de manera rutinaria a lo largo de todo el periodo. Asimismo, el incremento en producción implica más requerimiento por extracción de nutrientes y costos más elevados de cosecha y transporte de fruto a planta de beneficio. En promedio, en el ámbito nacional, por cada año de la etapa en desarrollo se deben invertir \$ 7,24 millones por hectárea, 25 % más que lo que se hace en *E. guineensis*. La Tabla 10 muestra el peso de las principales labores del cultivo de OxG en el total de los costos para la etapa de la palma en desarrollo: fertilización (22,5 %), polinización (20,3 %) y la cosecha y transporte (20,7 %).

Etapa adulta

El detalle de los costos por etapa para las zonas se puede consultar en la Tabla 9. Al alcanzar la madurez productiva, el costo de mantenimiento anual ascendió a los \$ 7,43 millones por hectárea, 2,5 % más que en la etapa en desarrollo. La Tabla 10 explica que, durante la mayor parte del ciclo de vida del cultivo, las inversiones se centran en la fertilización (23,2 % de participación), la polinización (19,8 %) y la cosecha y el transporte (25,9 %).

Tabla 9. Costos de mantenimiento en el cultivar híbrido OxG, por zona palmera (millones de pesos por hectárea al año)

	Central			Urabá			Oriental			Suroccidental		
	EI	ED	EA	EI	ED	EA	EI	ED	EA	EI	ED	EA
Fertilización	1,3	1,6	1,7	1,6	2,5	2,7	1,2	1,9	2,0	0,6	0,8	0,9
Control de malezas	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,9	0,4	0,5
Podas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Control fitosanitario	0,2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3
Operación del sistema de riego	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	-	-	-
Cosecha	0,3	1,0	1,1	0,1	1,8	1,9	0,3	1,6	1,6	0,2	1,2	1,3
Polinización	0,4	1,2	1,2	0,5	1,6	1,6	0,5	1,6	1,6	0,5	1,4	1,4
Transporte a planta de beneficio	0,0	0,4	0,6	0,1	0,9	1,0	0,1	0,5	0,7	0,0	0,1	0,4
Costo de oportunidad de la tierra	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5
Planeación y seguimiento de actividades	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4
Asistencia técnica	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mantenimiento de activos*	0,1	0,1	0,1	0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,3	-	-	-
Total	5,0	7,3	7,8	5,3	9,9	10,3	4,9	8,2	8,4	3,5	5,4	5,9

*Mantenimiento de infraestructura, repuestos, mantenimiento de semovientes.

Consolidado nacional de costos por hectárea por labor para empresas benchmark con cultivos OxG

En promedio las empresas *benchmark* invierten 4,02 millones de pesos por hectárea al año durante los tres primeros años del cultivo en sitio definitivo. Este valor se incrementa a 7,24 millones de pesos por hectárea al año para el periodo de la palma en desarrollo. Finalmente, la inversión promedio de las empresas *benchmark* que cultivan híbridos OxG en etapa adulta fue de \$ 7,43 millones en 2020 (Tabla 10).

Tabla 10. Detalle del costo por etapa productiva nacional para el cultivar OxG (millones de pesos por hectárea al año)

Etapa	EI	ED	EA
Fertilización	1,05	1,63	1,73
Control de malezas	0,34	0,25	0,29
Podas	0,01	0,12	0,11
Sanidad	0,19	0,20	0,19
Operación de riego	0,16	0,16	0,16
Polinización	0,49	1,47	1,47
Cosecha	0,20	1,50	1,46
Transporte a planta de beneficio	0,03	0,36	0,47
Costo de oportunidad de la tierra	0,71	0,71	0,71
Planeación y supervisión	0,58	0,58	0,58
Asistencia técnica	0,14	0,14	0,14
Otros*	0,13	0,13	0,13
Total	4,02	7,24	7,43

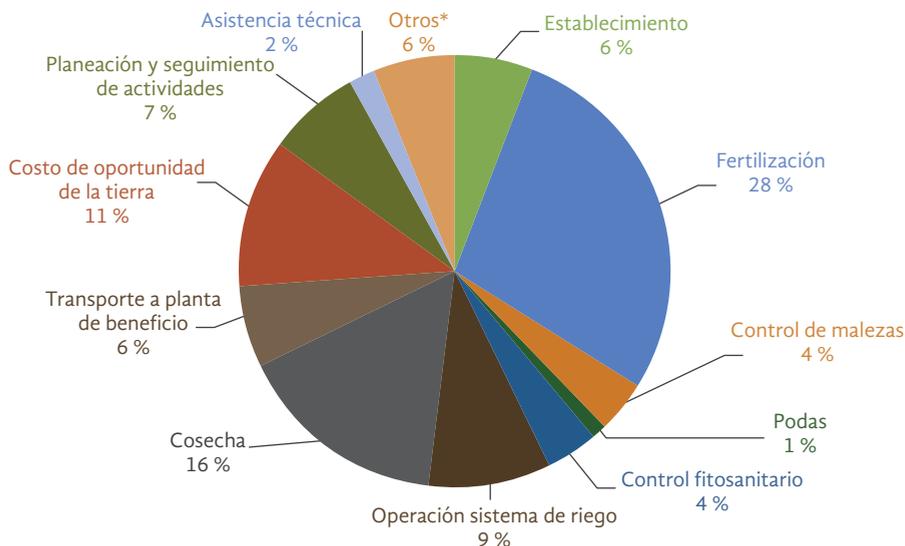
*Mantenimiento de infraestructura, repuestos, mantenimiento de semovientes.

En términos generales, sembrar con cultivares híbridos OxG implica una inversión más elevada por hectárea, debido a la necesidad de la polinización y a la mayor productividad por unidad de área que implica un costo más alto de cosecha y transporte. En el año 2020, uno de los factores que determinaron el costo de este tipo de cultivares fue la adopción de la tecnología de polinización artificial. En esta vigencia, el 100 % de las plantaciones con cultivos OxG que participaron en este estudio reportaron polinización artificial. En este orden de ideas, vale la pena destacar que con la polinización artificial se incrementa el costo de esta labor porque se requieren más insumos y porque disminuye el rendimiento debido a que cada inflorescencia es tratada tres veces, en lugar de una sola (Ruiz *et al.*, 2021b). Finalmente, se destaca que el costo de manejo fitosanitario en promedio es menor al de los cultivares *E. guineensis*, en buena medida por la resistencia parcial a las principales enfermedades que limitan el buen desarrollo de la palmicultura en Colombia (Pudrición del cogollo y Marchitez letal, por ejemplo).

Costo unitario de producción de empresas *benchmark* (\$/tRFF)

El costo unitario es el resultado de la razón entre la inversión total realizada en una hectárea de cultivo de palma de aceite con respecto al número de toneladas de RFF que se producen en el mismo periodo por hectárea. Este indicador permite medir la eficiencia económica del cultivo.

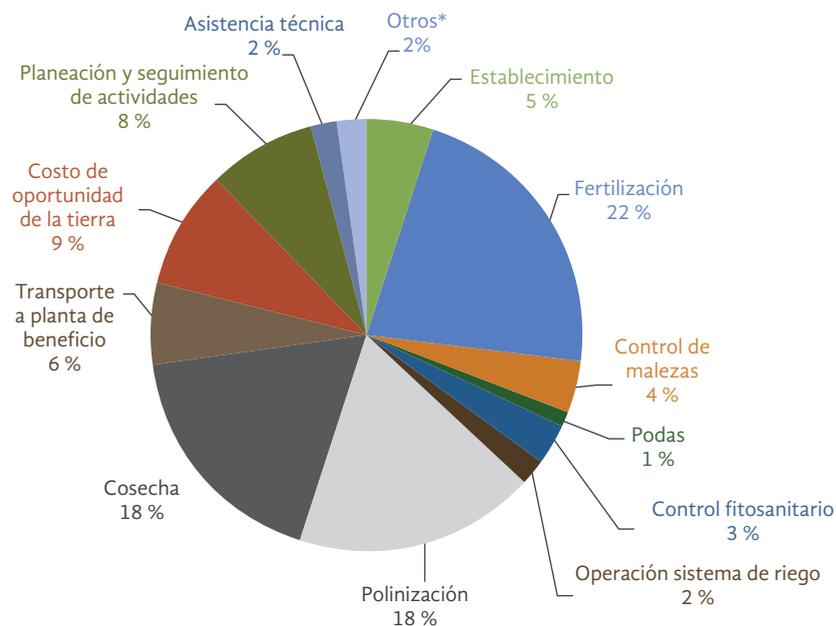
En 2020, el costo unitario de producción para las empresas *benchmark* con cultivos de *E. guineensis* fue de \$ 296.521/t RFF (Tabla 11). La estructura de costos para este cultivar, como se ilustra en la Figura 17, muestra que fertilización, cosecha y transporte de RFF a planta de beneficio equivalen al 50 % de la inversión que se debe efectuar para producir una tonelada de RFF.



*Mantenimiento de activos, animales y repuestos

Figura 17. Estructura de costos nacional para el cultivar *E. guineensis*

Con respecto a los cultivares híbridos OxG, el costo unitario para las empresas *benchmark* que participaron en este estudio arrojó un valor de \$ 294.455/t RFF (Tabla 11). En relación con la estructura de costos del cultivar, se observó que fertilización, polinización, cosecha y transporte de fruto a la planta de beneficio representan el 64,5 % de los costos (Figura 18).



*Mantenimiento de activos, animales y repuestos

Figura 18. Estructura de costos nacional para el cultivar híbrido OxG

Adicionalmente, en la Tabla 11 se incluyen indicadores que excluyen el costo de oportunidad de la tierra y otro para los costos en palma adulta, es decir, cuando el negocio ya alcanzó su etapa de madurez.

Tabla 11. Costos unitarios (\$/t RFF) por cultivar y zona

Cultivar	Zona	Costo total (1)	Costo total sin tierra (2)	Costo de la palma adulta (3)
<i>E. guineensis</i>	Central	\$ 295.068	\$ 260.967	\$ 260.933
	Norte	\$ 293.064	\$ 256.628	\$ 248.072
	Oriental	\$ 315.824	\$ 280.982	\$ 268.453
	Nacional	\$ 296.521	\$ 263.081	\$ 253.386
Híbrido OxG	Central	\$ 309.060	\$ 234.460	\$ 289.162
	Urabá	\$ 237.692	\$ 218.780	\$ 208.252
	Oriental	\$ 299.465	\$ 271.182	\$ 290.625
	Suroccidental	\$ 296.350	\$ 267.963	\$ 274.311
	Nacional	\$ 294.455	\$ 265.483	\$ 257.715

(1) Incluye establecimiento, etapa improductiva, etapa en desarrollo y costo de oportunidad de la tierra.

(2) Incluye establecimiento, etapa improductiva y etapa en desarrollo. No incluye el valor de la tierra.

(3) Incluye los costos en los que se incurre cuando el cultivo es maduro. Incluye costo de oportunidad por el uso de la tierra.

Costo de aceite de palma crudo (\$/t APC)

Los parámetros utilizados para la estimación del costo de una tonelada de aceite se presentan en la Tabla 13. Por otro lado, el precio promedio de la almendra, reportado para 2020, fue de \$ 1.006.000/t (Tabla 12). Para la materia prima se considera el costo y no el precio que paga la planta de beneficio por el fruto. Es importante aclarar que esta estimación refleja el escenario en el que la empresa cuenta tanto con plantación como con planta de beneficio propias. Esto permite que los resultados de los estudios de costos sean comparables con los de consultores internacionales como LMC y Oil World.

Tabla 12. Tasas de extracción de aceite y contenido de almendra promedio por zona y cultivar

	Central	Norte	Oriental	Suroccidental	Nacional
Tasa de extracción de aceite - TEA (%)					
<i>Elaeis guineensis</i>	21,31	20,01	22,01	--	21,24
Híbrido OxG	22,74	23,79	24,20	23,00	23,77
Contenido de almendra (%)					
<i>Elaeis guineensis</i>	4,9	5,0	4,5	--	4,3
Híbrido OxG	--	1,7	--	0,5	1,1

En la vigencia 2020, la tasa de extracción de aceite promedio reportada por las plantas de beneficio que procesaron fruto *E. guineensis* fue del 21,24 %. Ello implica que para obtener una tonelada de APC se requieren 4,71 t RFF (Tabla 12). De otra parte, el promedio del contenido de almendra por tonelada de fruto fue del 4,31 % (almendra en racimo). Con esta información se estimó un costo por tonelada de aceite de palma crudo de \$ 1.503.482 (Figura 19).

En cuanto al híbrido OxG, la tasa de extracción promedio reportada por las empresas participantes fue del 23,77 %. En promedio, el contenido de almendra en fruto fue del 1,1 % (almendra en racimo). En consecuencia, el costo estimado, en 2020 para el APC proveniente de cultivos OxG, fue de \$ 1.493.709 / t APC (Figura 20).

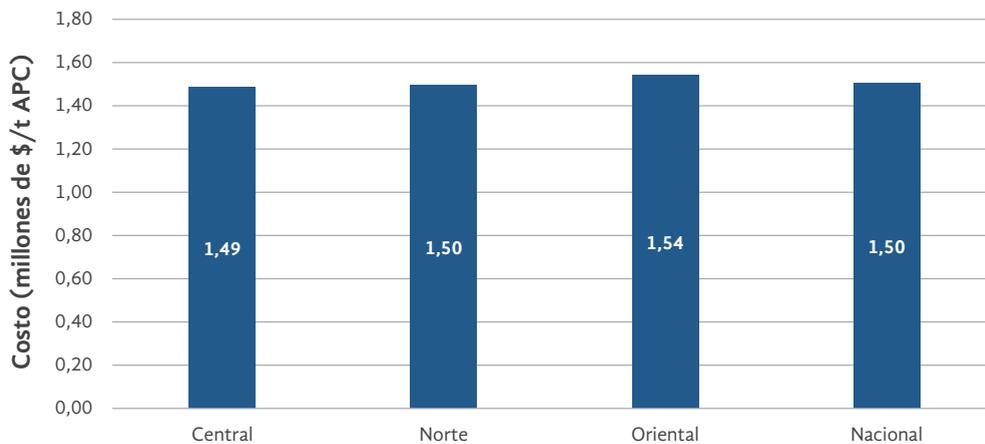


Figura 19. Costo de producción de aceite por zona en el cultivar *E. guineensis* en 2020

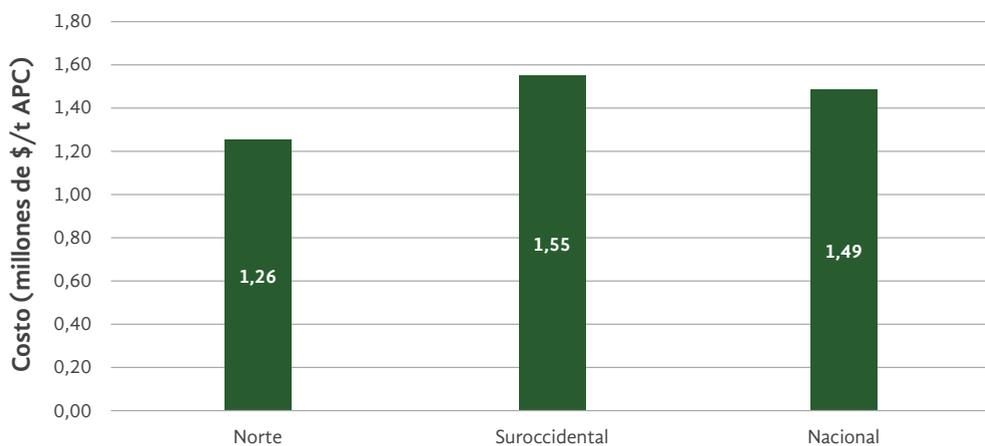


Figura 20. Costo de producción de aceite por zona en el cultivar híbrido OxG en 2020

Consideraciones finales

La megameta de Cenipalma al año 2023, es alcanzar la producción de 5 t APC/ha como promedio país. Aunque para el sector aún existe una brecha amplia con respecto a esa meta, los resultados obtenidos por las empresas *benchmark* demuestran que es un propósito factible y el hecho de que estas se encuentren en las diferentes zonas donde se siembra, podría indicar que tecnología se adapta a los diversos paisajes palmeros de Colombia.

Lo anterior toma relevancia cuando se considera la volatilidad de los precios del aceite de palma y que Colombia, como tomador de precios del mercado internacional, debe concentrarse en fortalecer su productividad para enfrentar las fluctuaciones del precio del aceite de palma en el mercado mundial.

Por ende, se debe continuar pensando en estrategias que permitan disminuir los costos unitarios de las labores, especialmente en los procesos de fertilización, cosecha y polinización, que representan el grueso de los costos de producción.

Otro desafío que debe enfrentar aún el sector palmicultor es el mejoramiento del estatus fitosanitario. La PC y la ML son dos problemáticas fitosanitarias vigentes en el país, cuyo manejo preventivo y correctivo oportuno no representa una mayor participación en la estructura de costos de los dos cultivares comerciales, pero cuya desatención tiene un impacto directo sobre la sostenibilidad de las plantaciones.

Bibliografía

- Álvarez, O., Ruiz, E., Mosquera, M. y Silva, J. (2018). Evaluación económica de sistemas de riego para plantaciones de palma aceitera en la Zona Norte de Colombia. *Palmas*, 39(1), 69-85. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12401/12312>
- Arias, N. y Munévar, F. (2004). Caracterización de la fertilidad de los suelos de la zona central palmera de Colombia. *Palmas*, 25(especial tomo III), 137-147.
- Bastidas, S. y Martínez, O. (1996). Caracterización de componentes de la producción y del crecimiento en líneas S1 de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) 1. *Palmas*, 17(3), 17-24.
- Becerra, I., Becerra, M., Cano, C., Delgado, C., Díaz, A. M., Forero, Ó., Giraldo, D., Gómez, L., Guevara, M., Lagos, L., López, D., Maluendas, A., Martínez, E., Montes, N., Moreno, E., y Unriza, J. (2019). *Atlas: mercado de tierras rurales*. UPRA.
- Camacho, A. y Pérez, S. (2014). *Elementos para la construcción de la Visión Urabá, Biodiversidad y servicios ecosistémicos como base para el desarrollo, la sostenibilidad y el bienestar. Informe final de consultoría CPS 164_303PS*. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/31202>
- Castillo, O. (2016). Palma de aceite en el Urabá antioqueño mejores prácticas en híbrido OxG. *XIII Reunión técnica nacional de palma de aceite*.
- Cenipalma. (2017). *Mejores prácticas agroindustriales del cultivo de palma de aceite en Colombia*, 115.
- Cenipalma. (2018, mayo). En el Catatumbo, la sustitución de cultivos ilícitos por palma de aceite es ejemplo de eficiencia. *Palma Sana*. <http://www.palmasana.org/sites/default/files/files/Fitosanitario/PALMA SANA 19 BAJA.pdf>
- Cooman, A. (2019). Ciencia, tecnología e innovación para la competitividad de la palmicultura colombiana. *Palmas*, 40(2), 123-134.
- Corpourabá. (2018). *Formulación POMCA Río Turbo y Cerralao. Fase de diagnóstico*.
- Corredor, A. (2007). Estudio de costos de producción de aceite de palma en Colombia en 2005. *Palmas*, 28(2), 51-63.
- Corredor, J., Ruiz, E. y Mosquera, M. (2018). Impacto económico del manejo de *Sagalassa valida* en cultivos con cruzamientos OxG. *El Palmicultor*, 554, 14-15.
- Dam van, J. (2016). Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa. *Palmas*, 37(especial tomo II), 149-156.
- Fairhurst, T. y Ditschar, B. (2014). *Uso de la implementación de la fase piloto de las mejores prácticas de manejo para mejorar la producción en plantaciones de palma de aceite*. Tropical Crop Consultants Limited.

- Fernández, C. (2013). Experiencias en el procesamiento de racimos de fruta fresca de híbridos oleífera por *guineensis*, en la Zona Suroccidental. *Palmas*, 34(4), 109-113.
- Fontanilla, C. A., Mosquera, M., Ruiz, E., Sánchez, A., Beltrán, J. A., Arias, N., Guerrero, J. M., Castro, W. y Penagos, Y. (2014). Estimación de costos de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite. *Palmas*, 35(2), 23-37.
- Guataquira, S., Caicedo, A., Urrego, N., Daza, E., Ayala, I., Ruiz, R. y Romero, H. (2019). Respuesta de diferentes híbridos OxG a la polinización artificial (ANA-líquido) en la zona de Tumaco. *XV Reunión Técnica Nacional Palma Aceite*.
- Guerrero, A., Muñoz, H., Coral, O., Marsiglia, E., Gantiva, J., Muñoz, J., Garavito, W., Reina, E., Cala, S. y Mosquera, M. (2020). Estimación de los costos de extracción de aceite de palma *E. guineensis* en 2019 para plantas de beneficio ubicadas en la Zona Norte. *Palmas*, 41(3), 24-36.
- Ideam y Cormagdalena. (2001). *Estudio ambiental de la cuenca Magdalena - Cauca y elementos para su ordenamiento territorial: Resumen ejecutivo*.
- ISTA Mielke GmbH. (2020). *Global analysis of all Major Oilseeds, Oils and Oilmeals. Supply, Demand and Price Outlooks*. Oil World Annual. <https://www.oilworld.biz/t-publications/annual>
- LMC (2020). Oil seeds and oil report. Report summary.
- León, G. (2018). *La globalización y su influencia en la agricultura*, 51, 389-410.
- Millán, F. y Muñoz, N. E. (2015). Determinantes de la competitividad del sector de la palma de aceite, aceites, grasas vegetales, oleoquímica y biocombustibles en Malasia. *Palmas*, 36(1), 13-24.
- Mosquera, M., López, D., Ruiz, E. y Castro, L. (2019). Mano de obra en cultivos de palma aceitera de Colombia: participación en el costo de producción y demanda. *Palmas*, 40(1), 46-54.
- Mosquera, M., Ruiz, E., Beltrán, J. A., Fontanilla, C. A. y Arias, N. (2014). *Manual para el registro de costos en plantaciones de palma de aceite de pequeños y medianos productores*. Cenipalma.
- Mosquera, M., Ruiz, E., Castro, L., López, D. y Munévar, D. (2019). Estimación del costo de producción para productores de palma de aceite de Colombia que han adoptado buenas prácticas agrícolas. *Palmas*, 40(2), 3-20.
- Mosquera, M., Ruiz, E., Munévar, D., Castro, L., Díaz, L. y López, D. (2020). Costos de producción 2019 para la palmicultura colombiana: estudio de *benchmarking* a empresas adoptantes de buenas prácticas. *Palmas*, 41(4), 2-13.

- Mosquera, M., Valderrama, M., Fontanilla, C., Ruiz, E., Uñate, M., Rincón, F. y Arias, N. (2016). Costos de producción de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia en el año 2014. *Palmas*, 37(2), 79-85.
- Mosquera, M., Valderrama, M., Ruiz, E., López, D. y Castro, L. (2017). Costos de producción para el fruto de palma de aceite y el aceite de palma en 2015: estimación de un grupo de productores colombianos. *Palmas*, 38(2), 11-27. http://web.fedepalma.org/media/01-Palmas-38-2-2017_VF_sin_marcas.pdf
- Mosquera, M., Valderrama, M., Ruiz, E., López, D., Castro, L. y González, M. (2018). *Costos económicos de producción para el fruto de palma aceitera y el aceite de palma en 2016: estimación para un grupo de productores colombianos*. Fedepalma. <http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Palmas%2039-2%20Costos%20baja.pdf>
- Mujica, C., Torres, E. D. y Vargas, M. (2010). *Evolución del sector palmicultor*. Universitaria de Investigación y Desarrollo.
- Niño, A., García, A., Pulido, N., Mendoza, J., Cruz, L. y Torrecilla, E. (2021). Polinización, criterios de cosecha y procesamiento del híbrido OxG en Palmas y Extractora Monterrey S. A. *Palmas*, 42(1), 130-138.
- Otero, J. (2018). Zonificación de aptitud de las tierras para el cultivo de palma. *Paisaje Palmero Biodiverso*. http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/PPB_Foro planificaci3n_3_Zonificaci3n de aptitud para la palma_Javier Otero.pdf
- Rojas, P. y Sepúlveda, S. (1999). El reto de la competitividad en la agricultura. IICA. <http://repiica.iica.int/docs/B0245e/B0245e.pdf>
- 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].
- Ruiz, E., Daza, E. S., Caballero, K. y Mosquera, M. (2021). Complementing assisted pollination with artificial pollination in oil palm crops planted with interspecific hybrids OxG (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*): Is it profitable? *OCL*, 28(27). https://www.edp-open.org/articles/ocl/full_html/2021/01/ocl210007/ocl210007.html
- Ruiz, E., et al. (2021). Referenciación competitiva al proceso de polinización artificial en cultivares híbridos interespecíficos OxG: Coari x La Mé. *Boletín Técnico*, 40.
- Ruiz, E. y Molina, D. (2014). Revisión de literatura sobre beneficios asociados al uso de coberturas leguminosas en palma de aceite y otros cultivos permanentes. *Palmas*, 35(1), 53-64.
- Ruiz, E., Rairán, N., Mosquera, M. y Zambrano, J. E. (2013). Estimación de costos asociados al manejo de la Marchitez letal (ML) en parcelas de validación. *Palmas*, 34(4), 23-32.

- Ruiz, E., Tovar, J., Ospina, C., Rojas, L., Hernández, D., Rosero, G., Hernández, M., Rubiano, M., Suesca, F., Verdugo, J. y Mosquera, M. (2020). Costos asociados a las prácticas básicas para el manejo de la Marchitez letal (ML) de la palma de aceite en plantaciones del Bajo Upía. *Palmas*, 41(3).
- Ruiz, R. y Daza, E. (2020). ¿ Se debe mezclar el ANA y el polen en la polinización artificial ? *El Palmicultor*, 14-15.
- Solano, V. (2020). *Experiencias en el procesamiento de RFF híbrido en Promotora Palmera*. Ponencia presentada en la XVI Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite (5-9 de octubre de 2020). <https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/Reunion-tecnica-2020/3.V.SOLANO PROCESAMIENTO DE HÍBRIDO.pdf>
- Špička, J., & Dereník, P. (2021). How opportunity costs change the view on the viability of farms? Empirical evidence from the EU. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 67(2), 41-50. <https://doi.org/10.17221/412/2020-AGRICECON>
- Ubfal, D. (2004). *El concepto de competitividad, medición y aplicación al caso argentino* (Documento de Trabajo n.º 15). Universidad de Buenos Aires. http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/docin/docin_cenes_015.pdf
- Zúñiga, F., Charris, J. A. y Sarria, G. A. (2019). *Seguimiento a la quema del cogollo de la palma de aceite como práctica de manejo de la Pudrición del cogollo en la Zona Norte*. Ponencia presentada en la XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite (25-27 de septiembre de 2019, Bucaramanga). https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/10/8.-Seguimiento-a-la-quema-del-cogollo-de-la-palma-de-aceite-como-pra%CC%81ctica-de-manejo-de-la-Pudricio%CC%81n-del-cogollo-en-la-Zona-Norte_compressed.pdf

Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma

Calle 98 # 70-91. Piso 14

PBX: (57+601) 313 8600

www.cenipalma.org