

LA PALMA DE ACEITE, UNA AGROINDUSTRIA EFICIENTE, SOSTENIBLE Y MUNDIALMENTE COMPETITIVA

# PALMAS

Vol. 43 N° 4

Volumen 43 N° 4 de 2022 • pp. 1-100 • octubre-diciembre de 2022 • ISSN impreso 0121-2923 • ISSN digital 2744-8266.

## CULTIVO

La edad de las plántulas en el momento de la siembra afecta el rendimiento de la palma de aceite

## SOSTENIBILIDAD

Estudio de costos de producción 2021 para empresas *benchmark* del sector de la palma de aceite de Colombia

## SOSTENIBILIDAD

El mapeo sistemático muestra la necesidad de aumentar la investigación socioecológica en la palma de aceite



Escanee este código QR con su celular para consultar el PDF de la revista

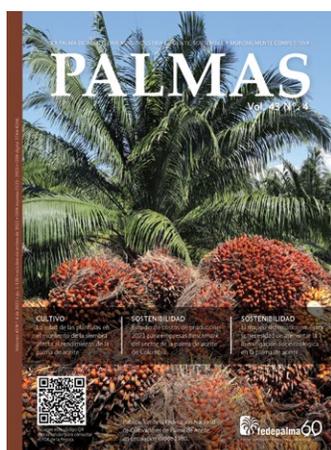
Publicación de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite en circulación desde 1980.





Calle 98 No. 70-91  
Tel: (601) 313 86 00  
www.fedepalma.org  
Bogotá D. C., Colombia

Esta publicación cuenta  
con el patrocinio del  
Fondo de Fomento Palmero



Fotografía: Esnéider Angarita C.

La revista Palmas no se hace responsable  
de las opiniones emitidas por los autores.

Incluida en el portal de revistas de  
la BVS de BIREME/OPS/OMS

Versión digital en OJS:  
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas>

Nicolás Pérez Marulanda  
Presidente Ejecutivo de Fedepalma

### Editor

Andrés Felipe García Azuero  
Director de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible

### Comité Editorial

Andrés Felipe García Azuero  
Hernán Mauricio Romero Angulo

### Comité Científico

Álvaro Campo Cabal, *Ph.D.*  
Denis Pedraza, *Ing. Mecánico*

### Coordinación Editorial

Ana Marcela Hernández Calderón

### Responsable de Publicaciones

Yolanda Moreno Muñoz

### Centro de Información y Documentación

Giovanny E. Cortés

### Traductor

Carlos Arenas

### Diseño y diagramación

Lida R. Chaparro S.

### Impresión

Estudio 45-8 S. A. S.

# CONTENIDO

## EDITORIAL

---

- 6 Un paso necesario a lo digital  
*A Necessary Move to Digital*  
Nicolás Pérez Marulanda.

## ESPECIAL

---

- 8 Oro rojo: la historia del aceite de palma en África Occidental  
*Red Gold: a History of Palm Oil in West Africa*  
Von Hellermann, Pauline.

## CULTIVO

---

- 14 La edad de las plántulas en el momento de la siembra afecta el rendimiento de la palma de aceite  
*Seedling Age at Field Planting Affecting the Oil Palm Performance*  
Ahmad Afandi Murdi; Zuraidah Yahya; Nur Zuhaili Harris Abidin Zainal Abidin; Khairuman Hashim; Zulkifli Hashim; Abd Fatah Ismail; Irman Fareez Kadir; Andi Mohd Arisman; Siti Rashidah Michael.

## SOSTENIBILIDAD

---

- 26 Estudio de costos de producción 2021 para empresas *benchmark* del sector de la palma de aceite de Colombia  
*2021 Production Costs Study on Benchmark Companies from the Colombian Oil Palm Sector*  
Mosquera Montoya, Mauricio; Ruiz Álvarez, Elizabeth; Munévar Martínez, Daniel Eduardo; Estupiñán, María; Guerrero, Ánderson; Cala, Silvia.

- 40 El mapeo sistemático muestra la necesidad de aumentar la investigación socioecológica en la palma de aceite

*Systematic Mapping Shows the Need for Increased Socio-ecological Research on Oil Palm*

Reiss-Woolever, Valentine Joy; Luke, Sarah Helen; Stone, Jake; Shackelford, Gorm Eirik; Turner, Edgar Clive.

## INSTITUCIONALIDAD

---

- 70 Reconocimiento de los investigadores y grupos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación de Cenipalma

*Distinction of Researchers and Research, Technological Development, or Innovation Groups of Cenipalm*

Rivera Méndez, Yurany Dayanna; Romero, Hernán Mauricio.

## OTROS

---

- 80 Publicaciones de la Federación en otros medios

*Publications by Fedepalma in other Media*

Fedepalma

- 81 Índices bibliográficos

CID Palmero

## Política editorial revista Palmas

PALMAS es una publicación de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) fundada en 1980, de circulación trimestral a nivel nacional e internacional.

PALMAS es una revista de análisis especializada en la agroindustria de la palma de aceite con artículos sobre el desarrollo de nuevas tecnologías para el cultivo, el procesamiento y la extracción de aceite de palma, aspectos nutricionales del consumo de aceites y grasas, análisis de mercados y comercialización, así como el registro de los eventos gremiales de la Federación.

Está dirigida a todo el sector palmicultor, los gerentes, administradores y agrónomos de las plantaciones, a las entidades representativas del sector agropecuario en general, a los diferentes estamentos del gobierno, a las industrias de aceites y grasas, a los alimentos concentrados, a las industrias con aplicaciones no comestibles de los aceites de palma, a los centros educativos y de investigación nacionales e internacionales y al público interesado en el tema. Circula, además, en países de América, Europa y Asia.

Se publican trabajos inéditos, resultados de investigación, artículos preparados con base en tesis de grado, informes o avances técnicos, artículos traducidos de otras publicaciones, ponencias de eventos, artículos de revisión.

Las opiniones expresadas en los artículos reflejan el pensamiento y opinión de los autores y no necesariamente los de Fedepalma.

El Comité Editorial se reserva el derecho de aceptar los artículos que se van a publicar, previa revisión por personal técnico y pares.

Los artículos deben cumplir con las normas editoriales elaboradas por Fedepalma. Todos los artículos serán sometidos a una corrección de estilo realizada por un experto.

## Guía para la elaboración de artículos en revista Palmas

### Presentación de artículos

- Enviar original por medio del portal OJS ([publicaciones.fedepalma.org](http://publicaciones.fedepalma.org))
- Documento original en Word, en medio digital, a 12 puntos y doble espacio, con márgenes de 2,5 cm.
- Todos los artículos deben incluir título (no más de 15 palabras) en español y en inglés, sección a la que pertenecen y tipo de artículo.
- Títulos. Primer orden en mayúsculas y negritas; segundo orden: minúsculas y negritas; tercer orden: en cursivas.
- Las tablas y figuras en Excel o programa original. Las fotos en alta resolución (300 dpi o 1 Mega).
- Los artículos deben tener resumen en español y en inglés (250 palabras, cada uno), y palabras clave en los dos idiomas. No debe contener las palabras del título.
- El nombre del autor: dos apellidos, cuando los use, dirección, correo electrónico, cargo y empresa.
- Los artículos de innovación científica y tecnológica tienen un máximo de 25 páginas.
- Los tipos de artículos que tiene la revista son: investigación e innovación científica, reseña, reflexión y traducción.
- Las secciones son: Cultivo, Sostenibilidad, Extensión, Institucionalidad, Emprendimiento, Comercialización y mercados, Valor agregado, Salud y nutrición humana, Memorias de eventos.

La estructura de artículo de investigación e innovación científica y tecnológica es la siguiente:

- Sección y tipo de artículo: enumerados anteriormente.
- Título: en español e inglés, corto (15 palabras máximo), de lo contrario deberá incluirse un subtítulo.
- Autores: escribir el primer nombre e inicial del segundo, primer apellido e inicial del segundo. La dependencia a que pertenecen, dirección postal completa y correo electrónico.
- Resumen en español e inglés: no debe superar las 250 palabras.
- Palabras clave: hasta ocho palabras que faciliten el uso de los sistemas de catalogación y búsqueda de información por computador. No se deben repetir las palabras del título.
- Introducción: se define el problema por estudiar, los objetivos del artículo, la metodología y se indica la importancia de la investigación. Con citas bibliográficas se sustenta la revisión de literatura sobre el tema.
- Materiales y métodos: se deben describir los detalles y características del sitio, materiales, técnicas, diseño experimental y análisis estadísticos.
- Resultados y discusión: es preferible presentarlos unidos. Los resultados deben describirse en forma concisa y utilizar tablas, figuras y fotografías. En la discusión se hará la evaluación de los resultados obtenidos y se relacionan con los resultados de otras investigaciones, sustentados con citas bibliográficas dentro del texto.
- Conclusiones: deben ser breves y corresponden a las recomendaciones, sugerencias e hipótesis nuevas. No debe repetir los resultados.
- Bibliografía: se debe limitar a la estrictamente necesaria y en relación directa con la investigación realizada. Todas las referencias listadas deben estar citadas en el texto. Se deben colocar en orden alfabético por apellido e incluyen: autor, año, título, número de edición, casa editora, lugar de publicación, número de páginas, siguiendo las normas de citación de la American Psychological Association (APA), sexta edición. En caso de ser publicación periódica se debe citar el nombre de la revista y entre paréntesis el país, volumen, número y páginas, si corresponde a una serie o colección.

---

Advertencia. Los contenidos de los avisos publicitarios de esta revista son atribuibles y responsabilidad exclusiva de los anunciantes o pautantes. Para interponer cualquier reclamación relacionada con los contenidos publicitarios insertados en la revista Palmas, pueden dirigirse a la siguiente dirección de correo electrónico [atencionalafiliado@fedepalma.org](mailto:atencionalafiliado@fedepalma.org) y desde allí se hará el contacto con el pautante.

---

## Editorial Policy for Palmas Journal

PALMAS is a publication of the National Federation of Oil Palm Growers (Fedepalma) founded in 1980, published quarterly with national and international circulation.

PALMAS is an analysis journal specialized in the oil palm agro-industry, with articles on the development of new technologies for cultivation, processing and extraction of palm oil, nutritional aspects of oils and fats consumption, market analysis and marketing, as well as the record of the trade association events of Fedepalma.

The journal is aimed at the entire oil palm sector, plantation managers, directors, and agronomists, the representative bodies of the agricultural sector in general, the different institutions of the government, the oils and fats industries, animal feed industry, industries with non-edible applications of palm oils, and national and international research and educational centers and public interested in the subject. It also circulates in countries of America, Europe, and Asia.

Unpublished works, research results, articles prepared on the basis of degree thesis, technical reports or advances, articles translated from other publications, papers from events, and review articles are published in this journal.

The opinions expressed in the articles reflect the view and opinion of the authors and not necessarily those of Fedepalma.

The Editorial Committee reserves the right to accept the articles to be published, after review by technical staff or peer review.

The articles must comply with the publishing guidelines established by Fedepalma and submitted to the Office of Publications of Fedepalma in digital form. All articles will be subject to proofreading by an expert.

## Note for the Authors: Guidelines for the Preparation of Articles in Palmas

### Articles Submission

- Submissions should be processed via OJS through [publicaciones.fedepalma.org](http://publicaciones.fedepalma.org)
- Original in Word format 12 points, in digital media, and double space with margins of 2,5 cm.
- The article title should be short, maximum 15 words, in Spanish and English, section and type of article.
- First-order headings must be in upper case and bold; second-order in lower case and bold, and third-order in italics.
- The tables and figures preferably in Excel. High resolution photos (300 dpi or 1 Mega).
- All articles must have a summary in Spanish, and whenever possible in English, and keywords.
- Authors' name must indicate both surnames if used, and data of address, position and company in case of having them.
- Scientific articles should not exceed 25 double-spaced pages.
- The types of articles are: scientific research and innovation, review, reflection and translation.
- The sections are: Culture, Sustainability, Extension, Institutionalality, Entrepreneurship, Marketing and Markets, Added Value, Health and Nutrition

The structure of scientific and technological research and innovation article should be following:

- Title: should be short, maximum 15 words, otherwise a subtitle should be included.
- Authors: place first name and middle initial, first surname and initial of the second; provide organizational affiliation, Email and full postal address.
- Abstract should not exceed 250 words.
- Keywords: up to eight words can be placed to facilitate the use of modern computer-based systems for cataloguing and retrieval of information. The words of the title should not be repeated.
- Introduction: the problem to be studied is defined and the importance of the research is indicated. Literature review on the topic is supported with bibliographic citations.
- Materials and Methods: details and characteristics of site, materials, techniques, experimental design, and statistical analysis should be described
- Results and Discussion: It is preferable to present them together. Results should be described in a concise manner using tables, figures, and photographs. In the discussion, an evaluation of the results obtained will be done and related to other research results, supported with bibliographic citations within the text.
- Conclusions: they should be brief and correspond to the new recommendations, suggestions, and hypotheses. Do not repeat results.
- References: should be limited to the strictly necessary and directly related to the research done. All listed references should be cited in the text. They should be placed in alphabetical order by surname and include: author, year, title, issue number, publishing house, place of publication, page numbers, following the American Psychological Association (APA), sixth edition, referencing and style system. In the event of being a periodical publication, the name of the journal should be cited and in parenthesis the country, volume, number and pages if it corresponds to a series or collection.

## Un paso necesario a lo digital

La revista Palmas ha sido uno de los pilares de la comunicación del conocimiento técnico y científico de Fedepalma. Por este medio nuestro gremio palmero ha podido acceder a información de primera mano que le ha permitido no solo enterarse de los avances más recientes de tecnologías para el cultivo, el procesamiento y la extracción de aceite de palma; sino aspectos nutricionales del consumo de aceites y grasas; análisis de mercados y comercialización; así como el registro de los eventos gremiales de la Federación. También ha permitido tomar decisiones con una base sólida en investigación porque, ¿de qué sirven los datos si no son divulgados y tienen un propósito para la acción?

En 1980, el primer número vio la luz con 39 páginas impresas y un diseño tímido pero bien armado. Luego se dio paso a publicar en nuestro portal de revistas, abriendo un camino hacia lo digital y a la mayor divulgación de sus artículos. Hoy, 42 años después, se cierra un ciclo con las ediciones impresas, lo que nos permite enfocar todo nuestro esfuerzo a lo digital y enriquecer esta nueva manera de comunicarnos.

Con este cambio, el acceso a los artículos no solo se hará a través del formato PDF, lo que ayudará a acceder más fácilmente a la información. Es así como podremos visualizar y leer mejor a través de múltiples dispositivos y, además, complementar los datos con archivos multimedia.

En cuanto a los temas para este volumen 43, número 4, la publicación trae en un apartado especial, un completo documento histórico de la palma de aceite en el mundo. También, nos muestra un estudio sobre la influencia que tiene la edad de las plántulas en el rendimiento del aceite de palma; y expone un mapeo sistemático para cuantificar la investigación socioecológica e interdisciplinaria sobre el cultivo de la palma de aceite, el cual muestra la necesidad de aumentar dichos estudios en el mundo. De igual forma, nos ilustra sobre el proceso que conllevó lograr que 6 grupos de Cenipalma fueran categorizados por MinCiencias como *Grupos de Investigación*; y nos presenta los costos de producción para el año 2021 de 21 empresas colombianas de palma de aceite que son referentes de adopción de tecnología.

Así es como la revista Palmas continúa con nuevos retos y maneras de compartir los temas científicos, técnicos y académicos.

Bienvenidos a esta nueva edición.

NICOLÁS PÉREZ MARULANDA  
Presidente Ejecutivo de Fedepalma

## A Necessary Move to Digital

---

Revista Palmas has been one of the cornerstones of Fedepalma's communication of technical and scientific knowledge. Through this magazine, the oil palm industry has received first-hand information to learn about the latest advances in palm oil farming, processing, and extraction; nutritional aspects of the consumption of oils and fats; market analysis and trading information; and records of the Federation's industry-wide events. It has also allowed evidence-based decision-making because what good is data if it is not disseminated and has a purpose for action?

The first issue was published in 1980. It had 39 printed pages and a modest but organized design. Later, we started publishing the magazine in our magazine portal, opening a path towards digital media and the broader dissemination of its articles. Today, 42 years later, we close a cycle of printed issues to focus our efforts on the digital issue and enhance this new way of communicating.

With this change, articles will not only be accessible in PDF format, which will help to access the information more easily. This way, we can view and read the magazine better on multiple devices and complement the data with multimedia content.

As for the topics for Volume 43, Issue 4, the magazine includes a special section with a complete historical document of oil palm worldwide. It also presents a study on the influence of the age of seedlings on palm oil yields, a systemic mapping to quantify socioecological and interdisciplinary research on the cultivation of oil palm, which shows the need to increase such studies worldwide. Likewise, describe the process that led six of Cenipalma's groups to be recognized as Research Groups by the Ministry of Science, and show the 2021 production costs for 21 Colombian palm oil companies that are leaders in the adoption of technology.

This is how Revista Palmas continues embracing new challenges and ways of sharing scientific, technical and academic knowledge.

We welcome you to this new issue.

NICOLÁS PÉREZ MARULANDA  
Fedepalma CEO

## Oro rojo: la historia del aceite de palma en África Occidental\*

Red Gold: a History of Palm Oil in West Africa

**CITACIÓN:** Von Hellermann, P. (2021). Oro rojo: la historia del aceite de palma en África Occidental (Traductor Carlos Arenas). *Palmas*, 43(4), 8-13.

**PALABRAS CLAVE:** Aceite de Palma, África Occidental, Historia.

**KEYWORDS:** Oil palm, West Africa, History.

\*Artículo de reflexión no derivado de investigación.

\*Traducido del original Red gold: a history of palm oil in West Africa, publicado en Chinadialogue.net. Recuperado de <https://chinadialogue.net/en/food/red-gold-a-history-of-palm-oil-in-west-africa/>

Derechos de autor: A menos que se indique lo contrario, todo nuestro contenido escrito se encuentra bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY NC ND).

**VON HELLERMANN PAULINE**  
Profesora titular de antropología  
en Goldsmiths University. Beca de  
investigación Leverhulme Major  
(2018-21).

El aceite de palma es uno de los productos agrícolas más polémicos del siglo XXI, pero su relación con los seres humanos se remonta a miles de años. Pauline von Hellermann investiga los humildes orígenes de este controvertido cultivo comercial.

### Las relaciones entre la palma de aceite y el hombre en África Occidental: una larga historia

Durante miles de años, la palma de aceite, originaria de África Occidental, ha tenido una relación íntima

con los seres humanos. Una expansión explosiva de sus cultivos en toda África Occidental y Central, a raíz de un periodo de sequía hace unos 2.500 años, permitió la migración humana y el desarrollo agrícola. A su vez, los humanos facilitaron la propagación de la palma de aceite mediante la dispersión de semillas y la agricultura de corte y quema. La evidencia arqueológica muestra que el fruto, las almendras de la palma y su aceite, ya formaban parte integral de la dieta en África Occidental hace 5.000 años.

La palma de aceite no solo estaban protegida como un cultivo valioso, sino que también crecía



Hombres igbo en el área de los Ríos de Aceite de la actual Nigeria cargan calabazas llenas de aceite de palma para vender a un comprador europeo, c. 1900 (Imagen © Jonathan Adagogo Green/The Trustees of the British Museum, CC BY NC SA).

bien en áreas despejadas y quemadas. Las aldeas y los campamentos agrícolas abandonados a menudo se convirtieron en importantes plantaciones de palma de aceite; incluso hoy en día su edad y su distribución pueden ayudar a identificar fácilmente los asentamientos antiguos. Con la excepción de las plantaciones de palma de aceite “reales”, establecidas en el siglo XVIII para el vino de palma en el Reino de Dahomey, todas las palmas de aceite de África Occidental crecieron en estos bosques silvestres y semisilvestres.

Las mujeres y niños recogían los frutos sueltos del suelo, mientras que los hombres jóvenes cosechaban racimos de fruta trepando con las manos hasta la cima de las palmas. Luego, las mujeres procesaban el fruto mediante un largo y arduo proceso que consistía en hervir y filtrar repetidamente el fruto fresco con agua; métodos similares se siguen utilizando ampliamente en África Occidental. Mientras que el aceite de palma rojo puro se derivaba del mesocarpio exterior carnoso de la fruta de la palma, las mujeres, a menudo con la ayuda de los niños, también rom-

pían las almendras de la palma para hacer aceite de palmiste marrón y transparente.

El aceite de palma era, y sigue siendo, un ingrediente clave en la cocina de África Occidental, como la del sur de Nigeria. Desde el simple plato de ñame hervido, aceite de palma y sal Kanwa, a la sopa Banga, hecha del fruto triturado que quedó del procesamiento del aceite de palma, y muchas otras “sopas” que se comen con ñame picado o garri (yuca molida).

En toda África Occidental, también se usaba en la fabricación de jabón. Hoy en día, el jabón Dudu-Osun negro Yoruba es una marca comercial nigeriana. En el reino de Benín, el aceite de palma se utilizaba en las farolas en las calles y como material de construcción en las paredes del palacio del rey. También se encontraron cientos de usos rituales y medicinales, en particular como ungüento para la piel y como antídoto contra los venenos. Además, se aprovechó la savia de las palmas de aceite para obtener vino de palma y sus hojas proporcionaron material para revestir los techos y hacer escobas.



La sopa de almendra de palma, comúnmente conocida como Banga, en Nigeria, y Akanwan, en Ghana, se cocina con fruto fresco y aceite de palma. Foto: Nkansahrexford/Wikimedia Commons, CC BY SA.



Una marca bien conocida en Nigeria, el jabón Dudu-Osun está hecho con ceniza de plantas, agua y aceite de palma. Foto: Ashley Pomeroy/Wikimedia Commons, CC BY SA.

## Boom de principios del siglo XIX

El aceite de palma ha sido conocido en Europa desde el siglo XV, pero fueron los comerciantes de esclavos de Liverpool y Bristol los que, a principios del siglo XIX, comenzaron a importarlo a mayor escala. Ellos estaban familiarizados con sus múltiples usos en África Occidental y ya lo compraban regularmente como alimento para los esclavos que enviaban a América. A través del comercio de esclavos, la palma de aceite también llegó a Martinica, donde obtuvo su registro botánico oficial como *Elais guineensis* Jacq. en la obra *Selectarum Stirpium Americanarum Historia* (1763) del botánico francés Nikolaus Joseph von Jacquin.

Con la abolición de la trata de esclavos a América en 1807, los comerciantes británicos de África Occidental recurrieron a los mercados europeos y los recursos naturales, en particular el aceite de palma, como productos básicos. En ese momento, las principales fuentes de grasas y aceites en el norte de Europa eran de origen animal: sebo, manteca de cerdo, aceite de ballena y de pescado, productos para los que podría ser difícil garantizar un suministro regular. Por lo tanto, había un mercado listo para el aceite de palma, que, como dice el historiador Martin Lynn, llegó a “engrasar las ruedas de la revolución industrial” a principios del siglo XIX.

El aceite de palma se utilizó como lubricante industrial en la producción de estaño, en el alumbrado público y como semisólido graso para la fabricación de velas y la producción de jabón. Los avances en la química, en particular el descubrimiento de Michel Eugène Chevreul, en 1823, que aseguraba que los aceites y las grasas eran compuestos de ácidos grasos y glicerina, facilitaron un cambio a la producción de jabón industrial a gran escala. Después de que una nueva técnica para blanquear el aceite de palma rojo (y reducir su olor distintivo) fuera descubierta en 1836 y el imperio británico aboliera el impuesto sobre el aceite de palma en 1845, se convirtió en un ingrediente particularmente atractivo para los fabricantes de jabón. Uno que, además, era llevado directamente a los puertos de las principales áreas de fabricación de jabón.

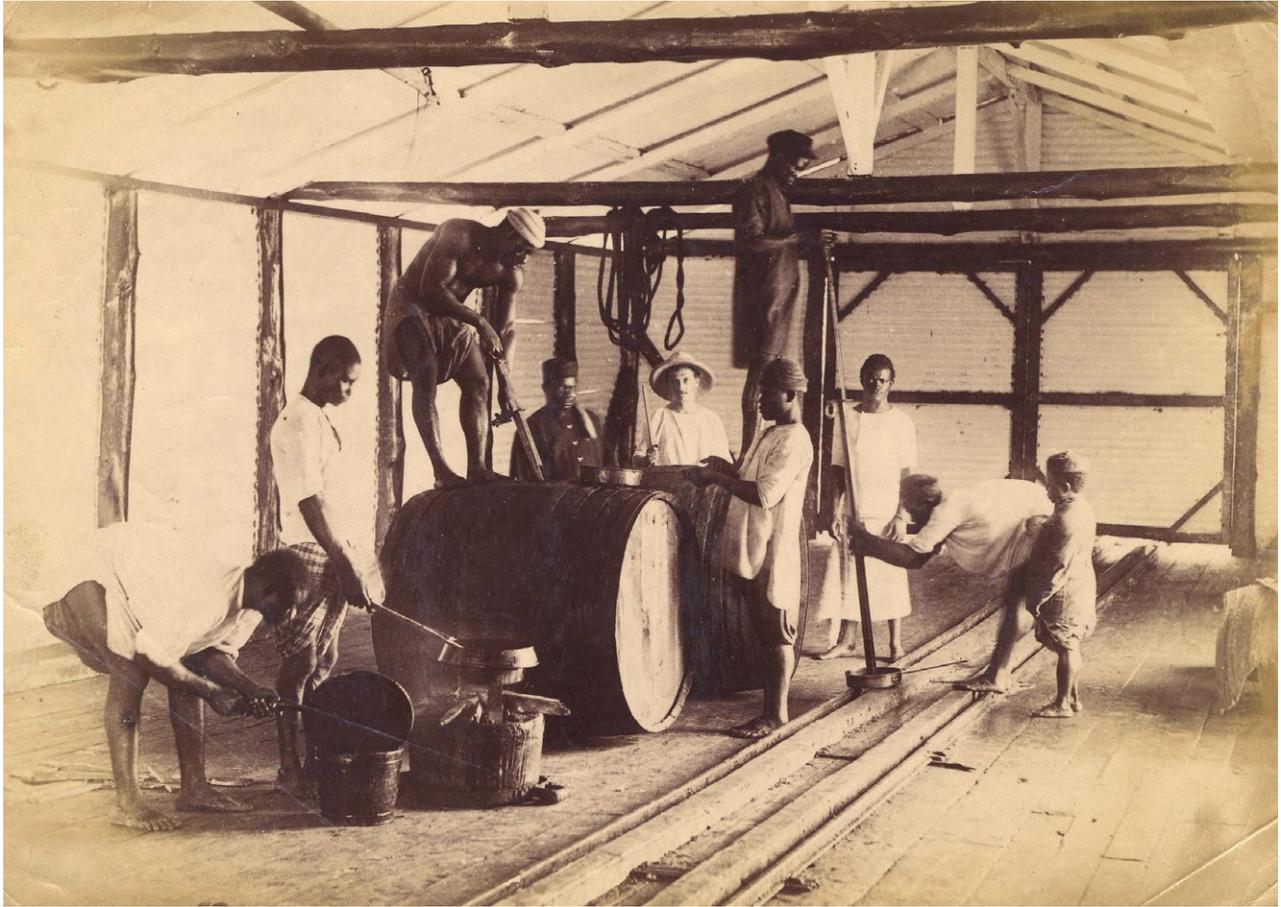
Cantidades cada vez mayores de aceite de palma (que aumentaron de 157 toneladas métricas por año a finales de la década de 1790 a 32.480 toneladas a

principios de la década de 1850) fueron llevadas al Reino Unido por pequeños comerciantes de África Occidental, como John Johnson Hamilton, que llegaron a ser conocidos como “los rufianes del aceite de palma”. El comercio no era para los más débiles. Una vez al año, los comerciantes (a menudo empleados jóvenes que querían dar sus primeros pasos) pasaban hasta seis semanas viajando en pequeñas goletas a una de las muchas estaciones comerciales en la costa de África Occidental. Había varias docenas de estaciones comerciales en el área de los Ríos de Aceite del Delta del Níger de hoy (el corazón del comercio de aceite de palma de África Occidental).

Los comerciantes europeos vivían y comerciaban en urcas, antiguos veleros abandonados. Esto, en parte, para tratar de evitar enfermedades mortales como el paludismo y la fiebre amarilla, pero también porque las autoridades locales no les permitían construir en tierra. El comercio interior estaba estrictamente controlado por los intermediarios locales y los jefes de las aldeas. Los comerciantes europeos les daban a estos intermediarios bienes europeos como utensilios de cocina, sal y tela “en custodia” para comprar aceite de palma de las áreas de producción del interior. Luego, los comerciantes esperaban a bordo de sus barcos, a veces durante meses, para regresar. Muchos de los intermediarios africanos eran antiguos traficantes de esclavos: la trata de esclavos en el Delta del Níger no se detuvo inmediatamente con la abolición, sino que continuó junto con el comercio de la palma hasta la década de 1840. Los comerciantes de palma continuaron utilizando la misma red y el mismo sistema de corretaje desarrollado para el comercio de esclavos y los comerciantes europeos tuvieron que seguir su ejemplo.

Mientras esperaban, los toneleros de los comerciantes europeos, montaban grandes barriles (comprados en el camino, en piezas, a los fabricantes franceses de barriles de vino) para guardar el aceite de palma, y se hacían algunas compras de aceite de palma a la población local, a pequeña escala. Por lo demás, había poco que hacer, y en el tedio de la larga temporada en África Occidental, la bebida, el juego y la violencia eran demasiado frecuentes y, en ocasiones, provocaban víctimas.

A diferencia de las grandes concesiones industriales que se establecieron posteriormente en el Sudeste Asiático, los bosques silvestres y semisilvestres de



Una fábrica de aceite de palma, probablemente en Opobo o Bonny, c. finales del siglo XIX. Foto: ©Jonathan Adagogo Green/The Trustees of the British Museum, CC BY NC SA.

África Occidental fueron los que, en gran medida, suplieron la demanda de Europa. En el interior de los Ríos de Aceite y muchas otras áreas, había abundancia de palma de aceite silvestre que se podía cosechar. Existían algunas plantaciones, pero el cultivo sistemático comenzó en el Krobo, en el sureste de Ghana, donde menos palmas de aceite crecían naturalmente, en respuesta a la demanda europea.

En Dahomey, también se establecieron más plantaciones. En general, las palmas de aceite se volvieron cada vez más prioritarias en las estrategias de manejo de tierras comunitarias. Algunas partes del sudeste de Nigeria se centraron tanto en la producción de aceite de palma que se volvieron completamente dependientes de las importaciones de ñame desde más al norte. Sin embargo, en la ordenación de la tierra, la propiedad o la ecología no hubo una transformación radical a gran escala.

## El surgimiento de los comerciantes de aceite de palma

Los productores de África Occidental respondieron con éxito a la creciente demanda por aceite de palma en Europa, modificando y ampliando gradualmente los métodos de producción en pequeña escala existentes. Esto trajo más ingresos a las productoras, especialmente en las primeras décadas. Pero, debido a que el aceite de palma siguió cobrando importancia como exportación (y fuente de ingresos), su producción y comercio involucraron a más y más hombres.

Los jóvenes hacían el peligroso trabajo de cosechar los racimos de fruta fresca, con una especialización cada vez mayor. En el Reino de Benín, los hombres urhobo fueron contratados debido a su larga historia de producción y comercio de aceite

de palma. En el procesamiento del aceite de palma propiamente dicho, se desarrolló un segundo método, mucho menos intensivo en mano de obra, en el que los frutos frescos se dejaban fermentar y luego se pisaban en grandes pozos excavados en el suelo, o a veces en viejas canoas. El aceite resultante era mucho más sucio, más duro (debido a su mayor contenido de ácidos grasos libres) y no comestible. También tenía precios más bajos, pero la nueva técnica permitió una producción a gran escala mucho mayor que antes. A menudo, este pisado era realizado por hombres jóvenes, trabajadores a sueldo o incluso esclavos.

Había mucho trabajo en el transporte de aceite de palma, llevando calabazas llenas de aceite a lo largo de los senderos del bosque hasta el río más cercano y trabajando en canoas. Esto trajo algunos ingresos en efectivo para los hombres jóvenes, pero generalmente fueron los hombres mayores, ya más ricos y en particular los jefes, los que se beneficiaron del “oro rojo”, a través del trabajo de sus esposas y esclavos y del control del comercio. Fue a través de la intermediación que se pudo obtener la mayor parte de la riqueza y el poder, y las estructuras de poder locales estaban profundamente conectadas con el comercio de aceite de palma.

Un comerciante particularmente poderoso en ese momento fue William Dappa Pepple, el *amanyanabo* (rey) de Bonny (en el actual sureste de Nigeria) de 1837 a 1854, que utilizó el sistema de “canoas” para expandir sus redes de comercio de palma de aceite con las regiones del interior. Originalmente edificios que contenían grandes canoas de guerra, las casas-canoas se habían convertido en la base de las lealtades políticas en Bonny durante la trata de esclavos. El sistema también permitió la absorción de esclavos en el

linaje, y algunos se convirtieron en poderosos y ricos comerciantes, como el rey Jaja de Opobo.

## Control colonial

A finales del siglo XIX, los químicos descubrieron que podía usarse la hidrogenación para procesar aceites vegetales (grasas líquidas insaturadas) en margarina (grasas sólidas saturadas) y la margarina desempeñó un papel cada vez más importante en el suministro de grasas para la dieta de la creciente clase trabajadora urbana de Europa. Mientras que el volumen de las importaciones de aceite de palma de África Occidental al Reino Unido se estabilizó entre las décadas de 1850 y 1890, la producción a gran escala de este nuevo producto comestible estimuló una renovada demanda de aceite de palma y especialmente granos a principios del siglo XX. En la década de 1930, el África Occidental británica exportaba alrededor de 500.000 toneladas de productos de palma al año. La producción de palma siguió desempeñando un papel importante en las economías rurales de África Occidental, pero el control local del comercio se erosionó bajo la administración colonial; las oportunidades de riqueza y poder que el aceite de palma había ofrecido a la población local (así como a los rufianes del aceite de palma) ya no estaban disponibles. Además, a medida que las potencias coloniales seguían ampliando su alcance en otros lugares de los trópicos, comenzaba lentamente un cambio radical: el auge de la plantación de palma de aceite. Al cabo de unas décadas, se han talado extensiones de bosques del sudeste asiático, creando una vía rápida para las plantaciones de monocultivos a escala industrial, acabando así con la posición de África Occidental como centro mundial de producción de aceite de palma.

## La edad de las plántulas en el momento de la siembra afecta el rendimiento de la palma de aceite\*

### Seedling Age at Field Planting Affecting the Oil Palm Performance

**CITACIÓN:** Ahmad Afandi Murdi, Zuraidah Yahya, Nur Zuhaili Harris Abidin Zainal Abidin, Khairuman Hashim, Zulkifli Hashim, Abd Fatah Ismail, Irman Fareez Kadir, Andi Mohd Arisman & Siti Rashidah Michael. La edad de las plántulas en el momento de la siembra afecta al rendimiento de la palma de aceite (Traductor C., Arenas). *Palmas*, 43(4), 14-25.

**PALABRAS CLAVE:** Palma de aceite, Edades de las plántulas, RFF, Medición vegetativa, Calidad de racimo.

**KEYWORDS:** Oil palm, Seedling ages, FFB, Vegetative, Measurement, Bunch quality.

\* Traducido del original Seedling Age at Field Planting Affecting the Oil Palm Performance, publicado en la revista *Oil Palm Bulletin*, 79 (November 2019), 1-8. Junta de Aceite de Palma de Malasia (MPOB). Reservados todos los derechos. El material de esta publicación se puede usar o reproducir libremente, siempre que la fuente de información se registre con precisión y se haga el reconocimiento a la Junta de Aceite de Palma de Malasia. Esta publicación en línea es compilada electrónicamente por Palm Information Centre, Malaysian Palm Oil Board (MPOB).

AHMAD AFANDI MURDI\*  
ZURAIDAH YAHYA\*  
NUR ZUHAILI HARRIS ABIDIN  
ZAINAL ABIDIN\*  
KHAIRUMAN HASHIM\*  
ZULKIFLI HASHIM\*  
ABD FATAH ISMAIL\*  
IRMAN FAREEZ KADIR\*  
ANDI MOHD ARISMAN\*  
SITI RASHIDAH MICHAEL\*

\* Concejo Malayo sobre el Aceite de Palma, 6, Persiaran Institusi, Bandar Baru Bangi, 43000 Kajang, Selangor, Malasia.  
E-mail: aafandim@mprob.gov.my

## Resumen

La siembra en campo de todas las plántulas fue satisfactoria, excepto para las más jóvenes de 6 y 8 meses de edad (tratamientos A6 y A8), que tuvieron una alta mortalidad debido al choche de trasplante y a la infestación por el ataque de plagas. Durante la etapa inmadura, el crecimiento vegetativo difirió significativamente con la edad de las plántulas. Sin embargo,

durante la etapa madura, el crecimiento vegetativo afectado por los diferentes tratamientos se hizo menos evidente, especialmente en los tratamientos A10 y A12. El resultado del análisis foliar y de suelos indicó que la absorción de nutrientes no fueron factores limitantes para el crecimiento de la palma en el sitio de estudio. No hubo diferencias significativas en el rendimiento medio acumulado de los RFF, ni en sus componentes, en los tratamientos A10 y A12 a lo largo de 8 años. La palma de aceite sembrada con plántulas de 10 meses de edad dio un rendimiento de RFF comparable con las de 12 meses. Por lo tanto, las plántulas de 10 meses de edad son adecuadas para su uso como la edad mínima recomendada para sembrar en campo. Los parámetros de calidad del racimo mostraron niveles satisfactorios en la mayoría de los tratamientos. No hubo diferencias significativas en los parámetros de calidad del racimo en los tratamientos A10 y A12. Sin embargo, los efectos de las diferentes edades de las plántulas sembradas a lo largo de 8 años mostraron que las de 12 meses de edad tuvieron un mejor rendimiento que los otros tratamientos.

## Abstract

Field establishment of all seedlings was satisfactory, except for younger seedlings aged 6 and 8 monthold (A6 and A8 treatments) which resulted in high mortality due to transplanting shock and pest's infestation. At the immature stage, the vegetative. However, at the mature stage, the vegetative growth especially between treatments A10 and A12. The result of soil and leaf analysis indicated that the soil and nutrients uptake were not the limiting factors for palm growth at the study site. There was FFB yield as well as its components in A10 and A12 treatments over eight years. Oil palm planted using 10-month-old seedlings gave comparable FFB yield with 12-month-old seedlings. Therefore, seedlings of 10-month-old are suitable to be used as the minimum age of seedlings recommended for satisfactory levels in most treatments. There were no showed that the 12-month-old seedlings gave better overall performance than other treatments.

## Introducción

La elevada demanda de plántulas de palma de aceite en todo el país se satisface mediante el aumento de la producción de semillas germinadas a nivel nacional, en la que se produjeron aproximadamente 87,60 millones en 2017. El número de operadores de viveros de palma de aceite registrados ante el Concejo Malayo de Palma de Aceite (MPOB por sus siglas en inglés) pasó de 640 en 2009 a 884 en 2018 (MPOB, 2018). El creciente número de operadores de viveros no capacitados puede llevar a un manejo inadecuado del mismo, lo que potencialmente afectará la calidad de las plántulas.

Las plántulas vigorosas son un punto de partida importante para el establecimiento exitoso de plantaciones con fructificación temprana y rendimientos deseados (Bah y Rahman, 2004; Ibrahim *et al.*, 2010). Las plántulas normales recomendadas se encuentran en el rango de 12 a 14 meses, se siembran en bolsas de polietileno de 15" x 18" y se disponen en un patrón triangular con una distancia de 0,9 m. En esta etapa,

estas han pasado por tres pasos de selección y pueden resistir al choque del trasplante. Sin embargo, para hacer sus operaciones más rentables, los operadores de viveros suelen vender plántulas jóvenes de menos de 12 meses de edad. La retroalimentación recibida de los pequeños agricultores confirmó que las plántulas jóvenes de entre 8 y 10 meses fueron más baratas y ligeras, ya que fueron sembradas en bolsas de polietileno de tamaño pequeño para facilitar su manejo, especialmente durante el transporte.

Un ensayo realizado por Khoo y Chew (1976) mostró que un campo plantado con plántulas de entre 13,5 y 16,5 meses de edad mostró rendimientos más altos que el de las plántulas de 10 meses de edad utilizando materiales de siembra de la década de 1960. Por lo tanto, es necesario revisar la edad recomendada de las plántulas para siembra en campo utilizando materiales de siembra actuales debido a la creciente demanda por parte de pequeños agricultores y fincas. Este artículo presenta datos sobre el rendimiento de racimos de fruta fresca (RFF) y otros parámetros relevantes, como el crecimiento vegetati-

vo, el análisis de racimo, el contenido de nutrientes de la hoja y el estado de fertilidad del suelo del sitio de estudio a lo largo de ocho años. El objetivo de este estudio fue determinar la edad óptima de las plántulas con el fin de proporcionar las de alta calidad para la siembra en campo para lograr un alto rendimiento. Los resultados podrían utilizarse para verificar la edad mínima recomendada para siembra en campo.

## Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en la Estación de Investigación de MPOB Lahad Datu, Sabah, ubicada en N 05° 07' 50" de latitud y E 118° 26' 34" de longitud, a 50 m sobre el nivel del mar. La zona experimentó una temporada seca de mayo a septiembre, seguida de una temporada húmeda de octubre a abril y la precipitación media anual de 2000 a 2018 fue de 2.637,72 mm.

En el vivero, el suelo utilizado se tamizó utilizando un tamiz con una malla de 5 mm para eliminar piedras, grandes terrones (>1 cm) y otros residuos antes de llenar las bolsas de polietileno. Antes de la siembra en campo, las semillas germinadas fueron sembradas en bolsas de polietileno a intervalos diferentes con el fin de obtener plántulas de diversas edades. Las de 6, 8, 10 y 12 meses de edad se sembraron en bolsas de polietileno de 38,1 cm x 45,72 cm y se alinearon en un patrón triangular a 0,9 m, mientras que las de 14, 16 y 18 meses de edad fueron sembradas en bolsas de polietileno de 45 cm x 60 cm y se alinearon en un patrón triangular a 1,5 m. Las plántulas recibieron agua 2 veces al día, cada una recibió 500 ml. Se aplicó el programa y las tasas de fertilización normales de los viveros de la finca. Las plántulas de 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 meses fueron plantadas simultáneamente en el campo.

Las plántulas fueron cultivadas en las familias de suelos Bengawat (*USDA; Typic Endoaquepts* o *FAO; Eutric Gleysols*). Los suelos de las familias Bengawat se derivan de depósitos aluviales recientes, los cuales son pobremente drenados. El ensayo se estableció como un diseño de bloques completos al azar (DBCA) que comprende 7 tratamientos en 3 repeticiones y cada tratamiento se realizó en 16 palmas. El comportamiento de la palma se evaluó en función de los rendimientos de RFF, el crecimiento vegetativo, el contenido de nutrientes de la hoja y el análisis de racimo.

La cosecha y el registro de rendimiento comenzaron unos 30 meses después de la plantación en campo. Se analizaron un total de 223 racimos en el quinto y sexto año después de la plantación en campo. El abono utilizado fue un abono compuesto (10,5/5,4/16,2/2,7/0,5B). Las mediciones vegetativas, tales como la emisión de hojas, las hojas verdes totales (fronda de palma<sup>-1</sup>), la longitud del raquis (cm), el área de la hoja (m<sup>2</sup>), el peso seco de la hoja (kg), la altura de la palma (cm) y el diámetro del estípite (m) fueron tomadas a diferentes intervalos, como se describe en Corley y Breure (1981). Se tomaron muestras de suelo de la calle de la palma de aceite y el círculo de maleza de las parcelas a 3 profundidades diferentes: 0-15 cm, 15-30 cm y 30-45 cm de la superficie del suelo. Todos los datos fueron sometidos a análisis de varianza y, cuando fueron significativos, las medias se compararon utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés) del paquete de *software* SAS.

## Resultados y discusión

### Crecimiento vegetativo

Los parámetros de crecimiento vegetativo obtenidos de todos los tratamientos se muestran en las Tablas 1 y 2 para las etapas inmadura y madura, respectivamente. El área de la hoja y el peso seco de la hoja se estimaron de acuerdo con Corley y Breure (1981). En la etapa inmadura, la mayoría de los parámetros vegetativos que se desviaron significativamente correspondieron a la edad de las plántulas. La mayoría de los parámetros de crecimiento medidos resultaron ser ligeramente mejores en las plántulas que permanecieron en el vivero durante más de 12 meses. Sin embargo, en las etapas maduras (Tabla 2), el crecimiento vegetativo se midió de manera diferente entre los tratamientos, pero se redujo a no significativo, especialmente entre los tratamientos A10 y A12. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la variable la longitud del raquis a lo largo de 4 años. Y 5 años después de la plantación, los parámetros vegetativos de las palmas plantadas con mayor edad (A10 a A18) fueron mejores que las palmas plantadas más jóvenes (A6 y A8).

En el noveno año después de la plantación, no hubo una diferencia significativa en el crecimiento de la palma entre los tratamientos A10 y A12. El resultado indicó que la eficiencia de la absorción de nutrien-

tes de las plántulas de 10 y 12 meses fue comparable. A pesar de esto, las plántulas más jóvenes de A6 y A8 mostraron un mejor crecimiento, pero tuvieron una alta tasa de mortalidad, de aproximadamente 2 % a 19 % durante el primer año de siembra en campo. No hubo mortalidad de plántulas más viejas durante el mismo periodo. El establecimiento de todas las plántulas tratadas en campo fue satisfactorio, excepto

para los tratamientos A6 y A8, cuya alta mortalidad se debió al choque de trasplante y el ataque de plagas.

Por lo tanto, para las plántulas de un material de siembra avanzado, los tratamientos A16 y A18 mostraron un mejor crecimiento vegetativo a lo largo del noveno año de registros (Tabla 2). Sin embargo, su manejo durante el transporte al campo fue difícil debido a su tamaño y peso por el estrés del trasplante.

**Tabla 1.** Desempeño del crecimiento vegetativo de palma inmadura plantada, utilizando plántulas de diferentes edades.

Tratamiento	Producción de hojas				Hojas totales				Longitud del raquis (cm)			
	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP
A6	n.a	12,33a	14,33a	14,67c	13,50c	19,67d	33,67b	32,67b	48,50d	111,93d	186,67b	207,03b
A8	n.a	11,67a	18,67a	15,33bc	16,00b	22,67c	41,00a	37,67ab	81,30c	131,57c	203,23b	225,28b
A10	n.a.	12,00a	12,67a	15,67bc	16,00b	26,00b	38,33ab	38,33ab	100,60b	152,43ab	227,57a	258,97a
A12	n.a.	12,00a	13,67a	16,67b	19,00a	26,33b	39,67ab	39,33ab	99,40b	144,07bc	230,60a	247,80a
A14	n.a.	11,33a	14,33a	16,67b	18,67a	28,00ab	42,00a	39,67ab	102,27b	164,27a	235,83a	259,70a
A16	n.a	10,67a	16,67a	15,67bc	19,33a	26,00b	42,33a	40,00ab	104,77b	157,83ab	229,20a	259,27a
TA18	n.a.	11,33a	14,67a	18,67a	19,00a	29,33a	44,00a	42,67a	128,00a	165,93a	249,67a	260,47a
LSD <sub>(0,05)</sub>	-	1,534	7,183	1,436	1,1374	2,394	6,232	6,800	9,46	16,20	22,64	20,63
CV (%)	-	7,433	26,969	5,036	4,217	5,302	8,743	10,000	5,235	6,213	5,712	4,773

Tratamiento	Área de la hoja (m <sup>3</sup> )				Peso seco de la hoja (kg)			
	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP	6 MDP	12 MDP	18 MDP	24 MDP
A6	0,18c	0,61d	1,63c	3,23c	0,29d	0,46d	0,89a	0,97c
A8	0,31c	0,81c	1,84bc	3,88b	0,39c	0,54cd	0,96a	0,98c
A10	0,55b	1,14ab	2,27ab	4,79a	0,45b	0,68b	1,10a	1,19ab
A12	0,47b	0,96bc	2,15abc	4,26ab	0,44bc	0,59bc	1,01a	1,10abc
A14	0,56b	1,31a	2,47a	4,71a	0,44bc	0,65bc	1,05a	1,09bc
A16	0,62b	0,91c	2,32ab	4,55a	0,48ab	0,63bc	1,01a	1,26a
A18	0,83a	1,19a	2,37ab	4,33ab	0,54a	0,81a	1,21a	1,20ab
LSD <sub>(0,05)</sub>	0,141	0,198	0,524	0,607	0,001	0,104	0,304	0,157
CV (%)	14,693	11,231	13,720	8,109	7,207	9,354	16,560	7,997

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel de 5 % con DMRT. Mediciones tomadas en el mes 6, 12, 18 y 24 después de la plantación (MDP). LSD (Diferencia Menos Significativa). CV (Coeficiente de Variación).

**Tabla 2.** Desempeño del crecimiento vegetativo de palma madura plantada, utilizando plántulas de diferentes edades.

Tratamiento	Producción de hojas				Hojas				Longitud del raquis (cm)			
	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP
A6	15,43ab	27,33b	26,70a	27,54a	41,50ab	44,33a	41,90ab	44,54a	5,09a	5,42a	5,75a	6,18a
A8	15,73ab	26,00ab	15,80a	26,66a	42,30ab	41,33a	42,20a	44,44a	5,15a	5,54a	6,08a	6,16a
A10	15,50ab	26,33ab	25,30a	25,50a	41,77ab	42,67a	40,93a	41,06a	5,27a	5,64a	5,99a	6,31a
A12	14,33b	24,67b	26,60a	26,17a	40,67b	41,67a	43,30a	46,33a	5,19a	5,58a	6,20a	6,52a
A14	16,10a	26,00ab	21,90a	27,36a	44,10ab	43,67a	44,03a	41,93a	5,25a	5,52a	6,02a	6,23a
A16	15,00ab	24,00b	19,90a	25,89a	44,07ab	42,00a	41,43a	43,83a	5,26a	5,66a	6,06a	6,38a
A18	15,60ab	27,33a	25,97a	26,53a	45,03a	44,67a	45,40a	47,73a	5,28a	5,53a	5,80a	6,23a
LSD <sub>(0,05)</sub>	1,345	2,361	7,031	2,301	3,625	4,457	4,437	6,392	0,255	0,365	0,4231	0,3991
CV (%)	4,915	5,115	16,07	4,88	4,763	5,840	5,83	8,11	2,750	3,694	3,97	3,56

Tratamiento	Peso seco de la hojas (kg)				Altura (m)				Diámetro (m)			
	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP	6 ADP	7 ADP	8 ADP	9 ADP
A6	2,41b	2,73c	3,14b	3,30b	1,46b	2,24b	2,88b	3,77b	0,57b	0,57a	0,61a	0,54c
A8	2,62ab	2,94bc	3,52ab	3,45ab	1,79ab	2,68ab	3,26ab	4,29ab	0,63a	0,61a	0,64a	0,56bc
A10	2,83a	3,48a	3,59ab	3,51ab	1,84a	2,59ab	3,24ab	4,26ab	0,61ab	0,58a	0,64a	0,57bc
A12	2,46ab	2,83c	3,77ab	3,80ab	1,85a	2,50ab	3,15ab	4,13ab	0,59ab	0,56a	0,61a	0,54c
A14	2,85a	3,23abc	3,49ab	3,77ab	1,86a	2,84a	3,53a	4,22ab	0,62ab	0,61a	0,61a	0,59ab
A16	2,75ab	3,17abc	3,58ab	3,71ab	1,99a	2,67ab	3,35a	3,88ab	0,60ab	0,58a	0,62a	0,57bc
A18	2,73ab	3,42ab	3,84a	3,94a	2,03a	2,72ab	3,38a	4,34a	0,63a	0,62a	0,66a	0,63a
LSD <sub>(0,05)</sub>	0,382	0,485	0,5888	0,5618	0,356	0,511	0,4095	0,5005	0,051	0,059	0,0554	0,0444
CV (%)	8,056	8,740	9,29	8,68	10,926	11,011	7,07	6,82	4,741	5,648	4,97	4,38

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente a un nivel del 5 % con DRMT; las mediciones se tomaron a los 6, 7, 8 y 9 años después de la plantación (ADP). LSD (Diferencia Menos Significativa). CV (Coeficiente de Variación).

Este problema afectaría el crecimiento inicial de estas plántulas y posteriormente reduciría el rendimiento de RFF tempranos. Las plántulas A6 y A8 que se plantaron a una edad más temprana serían menos susceptibles a los choques de trasplante, pero serían más vulnerables al ataque de plagas y animales como jabalíes, puercoespines, ratas, escarabajos, etc.

## Niveles de nutrientes del suelo y las hojas

Los resultados de las propiedades químicas del suelo en el plato y la calle de la palma se muestran en las Tablas 3 y 4, respectivamente. En general, la mayoría de los análisis químicos del suelo realizados en

**Tabla 3.** Propiedades químicas del suelo en el área del plato.

Parámetro del suelo	Profundidad del suelo (cm)					
	0-15		15-30		30-45	
	2004	2006	2004	2006	2004	2006
Nitrógeno total (%)	0,23 ± 0,07	0,20 ± 0,04	0,14 ± 0,04	0,14 ± 0,02	0,15 ± 0,06	0,11 ± 0,03
P disponible (mg kg <sup>-1</sup> )	38,85 ± 31,98	41,55 ± 41,36	15,73 ± 13,34	19,74 ± 21,22	6,14 ± 3,14	8,45 ± 9,12
Cationes intercambiables (cmol kg <sup>-1</sup> )						
Potasio	0,45 ± 0,33	0,85 ± 0,39	0,24 ± 0,16	0,44 ± 0,22	0,26 ± 0,15	0,29 ± 0,18
Calcio	12,82 ± 2,85	12,45 ± 3,11	12,06 ± 3,27	13,15 ± 3,03	12,33 ± 3,67	12,57 ± 3,05
Magnesio	4,83 ± 0,55	5,27 ± 0,87	5,11 ± 0,54	5,61 ± 0,73	5,28 ± 0,62	5,68 ± 0,71
pH del suelo (H <sub>2</sub> O)	5,26 ± 0,49	4,53 ± 0,30	4,93 ± 0,51	4,64 ± 0,45	4,77 ± 0,39	4,52 ± 0,20

Nota: las cifras son la media de tres repeticiones ± desviaciones estándar, donde n = 21.

**Tabla 4.** Propiedades químicas del suelo en el área de la calle de la palma.

Parámetro del suelo	Profundidad del suelo (cm)					
	0-15		15-30		30-45	
	2004	2006	2004	2006	2006	2005
Nitrógeno total (%)	0,20 ± 0,06	0,17 ± 0,04	0,16 ± 0,06	0,15 ± 0,04	0,15 ± 0,06	0,11 ± 0,02
P disponible (mg kg <sup>-1</sup> )	12,22 ± 8,08	7,66 ± 10,42	8,87 ± 11,88	4,91 ± 5,59	5,04 ± 3,54	3,34 ± 4,16
Cationes intercambiables (cmol kg <sup>-1</sup> )						
Potasio	0,29 ± 0,13	0,30 ± 0,24	0,19 ± 0,09	0,21 ± 0,11	0,33 ± 0,24	0,16 ± 0,07
Calcio	13,69 ± 3,73	13,96 ± 3,53	11,74 ± 3,09	13,20 ± 3,15	12,72 ± 3,81	12,86 ± 3,39
Magnesio	4,98 ± 0,62	5,54 ± 0,76	5,35 ± 0,61	5,67 ± 0,67	5,37 ± 0,56	5,07 ± 0,59
pH del suelo (H <sub>2</sub> O)	5,50 ± 0,77	5,46 ± 0,35	5,41 ± 0,52	5,19 ± 0,29	5,07 ± 0,32	5,07 ± 0,32

Nota: Las cifras son la media de tres repeticiones ± desviaciones estándar, donde n = 21.

2004 y 2006 se encontraron en el rango de moderado a muy alto en comparación con los nutrientes requeridos por las palmas (Goh y Rolf, 2003). Sin embargo, el fósforo (P) disponible en la calle fue de menos de 15 mg kg<sup>-1</sup> de suelo. El calcio (Ca) y el magnesio (Mg) intercambiables en los suelos de la familia Bengawat fueron generalmente más altos que en otros suelos,

especialmente para el Ca intercambiable. Los contenidos químicos del suelo en el plato eran más altos que los de la calle de palma, lo que podría deberse a la aplicación desigual de fertilizante. Por otro lado, la calle de la palma tiene un menor contenido de nutrientes, que podría ser absorbido por las raíces terciarias de la palma de aceite. En general, la mayoría

de los nutrientes del suelo disminuyen a medida que su profundidad aumenta, especialmente para nutrientes móviles como el nitrógeno y el potasio. El P disponible en la capa superficial del suelo fue mucho mayor, ya que era relativamente inmóvil y el Ca y el Mg intercambiables no variaban con la profundidad. Los resultados mostraron que los nutrientes del suelo en este sitio de estudio no fueron los factores limitantes para el crecimiento de la palma.

No hubo diferencias significativas en el contenido de macro y micronutrientes de la hoja, excepto por el P y Mg de la misma (Tabla 5). Los contenidos de nutrientes a lo largo de 9 años después de la plantación mostraron niveles satisfactorios en todos los tratamientos probados y estuvieron de acuerdo con los hallazgos de Goh y Rolf (2003). Los resultados mostraron que no hubo una diferencia significativa en la eficiencia de la absorción de nutrientes de las palmas cultivadas con plántulas de 10 y 12 meses de edad.

### Rendimiento de aceite de palma y calidad del racimo

Los parámetros más importantes para evaluar el rendimiento de la palma de aceite son el rendimiento

de los RFF y la calidad de los racimos, que podrían determinar la edad óptima de las plántulas para la plantación en campo, manteniendo un alto rendimiento. Los efectos del tratamiento a lo largo de 8 años sobre el rendimiento de los RFF y sus componentes se presentan en las Tablas 6, 7 y 8. En general, el rendimiento de RFF a lo largo de estos años mostró una tendencia creciente con la edad de la palma, excepto por las plántulas más antiguas (A18), lo que indica los inconvenientes de plantar plántulas de palma de aceite más antiguas. Aunque las plántulas de 18 meses de edad poseían las palmas más vigorosas, con la mayor altura y diámetro del tronco, estas reservas del tronco no fueron capaces de mantener una alta producción de RFF durante largos periodos de tiempo. Las plántulas de 12 meses de edad proporcionaron el mayor registro de RFF. En los suelos de Bengawat, los rendimientos acumulados de RFF a lo largo de 8 años de los tratamientos con A12 y A10 fueron de 203,01 y 195,87 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, con una diferencia insignificante de 3,5 %. El rendimiento inicial de RFF de las plántulas de 10 meses fue ligeramente inferior al de las plántulas de 12 meses, pero mejoró consistentemente durante los 8 años posteriores a la cosecha.

**Tabla 5.** Efectos de los tratamientos sobre el contenido de nutrientes de las hojas analizado nueve años después de la plantación.

Tratamiento	Contenido de macronutrientes (%)					Contenido de micronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B
A6	2,70a	0,17ab	0,70 <sup>a</sup>	0,60a	0,39a	7,67a	14,50a	326,33a	58,00a	14,52a
A8	2,59a	0,17ab	0,70a	0,58a	0,29b	8,50a	14,83a	345,00a	62,33a	13,77a
A10	2,51a	0,17ab	0,70a	0,69a	0,37ab	8,33a	15,83a	334,33a	65,33a	12,12a
A12	2,60a	0,17ab	0,70a	0,62a	0,34ab	8,00a	16,00a	337,67a	64,00a	12,76a
A14	2,55a	0,17a	0,70a	0,64a	0,32ab	8,00a	15,67a	346,67a	57,17a	13,77a
A16	2,50a	0,17ab	0,70a	0,68a	0,36ab	8,50a	14,83a	314,67a	57,83a	14,82a
A18	2,51a	0,15b	0,67a	0,68a	0,41a	8,33a	16,17a	328,00a	66,67a	12,53a
ECM	0,0128	0,00007	0,0005	0,004	0,0039	0,9524	1,6161	586,679	54,6964	2,8567
CV (%)	4,55	4,87	3,14	8,13	13,51	9,4	6,46	9,78	12,16	11,52

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel de 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés). Las cifras son la media de tres repeticiones de error cuadrático medio (ECM). Coeficiente de variación (CV).

**Tabla 6.** Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de RFF a lo largo de ocho años de cosecha.

Tratamientos	Rendimiento de RFF (t ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) a lo largo de 8 años de cosecha								Total (t ha <sup>-1</sup> )	Clasificación de rendimiento de RFF
	1	2	3	4	5	6	7	8		
A6	8,46d	19,28b	18,06b	24,85c	21,76bc	22,34 a	24,34ab	31,86 a	170,96c	7
A8	10,18 cd	20,30b	22,45ab	27,93bc	26,45ab	26,13 a	27,56 a	31,94 a	192,93ab	3
A10	11,44bc	21,79ab	23,16ab	31,29 a	26,73 a	25,33 a	26,74 a	29,40ab	195,87ab	2
A12	13,01ab	23,11ab	25,72 a	28,45ab	27,43 a	27,97 a	25,80 a	31,51 a	203,01a	1
A14	13,15ab	25,78 a	23,45ab	26,60bc	25,76abc	22,18 a	26,67 a	28,91ab	192,50ab	4
A16	11,21bc	22,06ab	23,49ab	26,14bc	24,59abc	23,16 a	25,08ab	28,42ab	184,14abc	5
A18	14,47 a	20,18b	24,64 a	26,20bc	21,31c	22,98 a	21,62b	24,75b	176,35bc	6
ECM	10,357	12,5406	15,1369	10,7099	13,4237	11,1287	10,81956	16,7759	316,6978	
CV (%)	10,78	11,25	12,47	5,99	10,13	16,94	7,74	10,96	5,50	

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel de 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés). \* Clasificación de rendimiento de RFF durante 8 años de cosecha. Error cuadrático medio (ECM). Coeficiente de Variación (CV).

**Tabla 7.** Efectos de los tratamientos sobre el peso promedio del racimo a lo largo de ocho años de cosecha.

Tratamiento	Peso promedio de racimo (kg racimo <sup>-1</sup> ) a lo largo de 8 años de cosecha								ABWT Total (kg racimo <sup>-1</sup> )	* Clasificación de ABWT
	1	2	3	4	5	6	7	8		
A6	3,86c	6,98 a	8,00b	9,86c	11,11b	14,32bc	17,07 a	17,76 a	88,97b	7
A8	3,76c	7,20 a	8,49ab	10,62bc	11,39ab	13,97c	16,48 a	17,71 a	89,62b	6
A10	4,45b	7,80 a	9,91 a	12,01ab	12,04ab	14,94abc	17,23 a	18,85ab	97,22ab	5
A12	4,53b	7,56 a	9,39ab	11,84ab	13,21ab	16,04abc	18,47 a	20,03ab	101,07ab	4
A14	4,81ab	8,44 a	9,46ab	12,63 a	13,72 a	16,54ab	19,13 a	19,96ab	104,70 a	2
A16	4,80ab	8,39 a	9,74 a	11,91ab	13,24ab	15,36abc	18,34 a	19,63ab	101,41ab	3
A18	5,12 a	8,16 a	10,10 a	12,38ab	13,00ab	17,37 a	19,80 a	20,51 a	105,73 a	1
ECM	0,6026	0,7544	1,3552	2,2907	2,3435	3,8245	2,50025	3,0686	106,6353	
CV (%)	4,56	10,46	9,1458	8,05	9,96	8,33	10,43	7,67	7,14	

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel del 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por siglas en inglés). \* Clasificación de ABWT durante 8 años de cosecha. Peso promedio del racimo (ABWT por sus siglas en inglés).

**Tabla 8.** Efectos del tratamiento sobre el número promedio de racimos a lo largo de ocho años de cosecha.

Tratamiento	Número promedio de racimos a lo largo de 8 años de cosecha								ABNO Total	* Clasificación de ABNO
	1	2	3	4	5	6	7	8		
A6	15,87c	20,27a	16,27c	18,37ab	14,27ab	11,50a	10,34ab	13,05a	119,87abc	4
A8	19,63ab	20,53a	19,17ab	19,07a	16,93a	13,53a	12,22a	13,07a	134,07a	1
A10	18,60abc	20,43a	16,80c	18,93a	16,17a	12,33a	11,31ab	11,51ab	126,07abc	3
A12	20,80a	22,13a	19,90a	17,43abc	15,10ab	12,73a	10,13ab	11,41ab	129,57ab	2
A14	19,80ab	22,17a	17,97abc	15,30c	13,67ab	9,73a	10,21ab	10,48ab	119,23abc	5
A16	16,87bc	19,10a	17,53bc	16,03bc	13,57ab	11,17a	10,14ab	10,55ab	114,93bc	6
A18	20,47a	18,13a	17,70abc	15,40c	11,97b	9,53a	7,92b	8,75b	110,17c	7
ECM	9,2637	6,4888	4,5344	6,1925	6,4917	5,4595	3,65727	5,5756	174,5042	
CV (%)	9,43	14,26	6,43	7,53	13,1	19,63	14,84	14,09	6,88	

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel del 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés). \* Clasificación de ABNO durante 8 años de cosecha. Número promedio de racimos (ABNO por sus siglas en inglés).

Los rendimientos más altos de los tratamientos A10 y A12 fueron 31,29 y 31,51 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente, que se registraron en el cuarto y octavo año de cosecha. El peso promedio acumulado de los racimos mostró una tendencia creciente, aunque el número promedio de racimos disminuyó con la edad de las plántulas. El mayor número de racimos dio como resultado mayores rendimientos de RFF para los tratamientos A12 y A10. Sin embargo, para las plántulas más antiguas de A14, A16 y A18, el peso del racimo contribuyó al rendimiento de RFF en lugar de al número de racimos.

El rendimiento medio acumulado de los RFF y sus componentes a lo largo de 8 años se presentan en las Figuras 1 y 2. El rendimiento medio acumulado de los RFF y sus componentes entre los tratamientos A8 y A16 no fueron significativamente diferentes. Sin embargo, además de A10, A12 o la edad estándar de las plántulas para la siembra en campo dio el mayor rendimiento de RFF. A pesar de que el rendimiento de RFF del tratamiento con A8 no fue significativamente diferente del resto (excepto para A6), su tasa de mortalidad fue mayor, de aproximadamente 2 % a 19 % en el primer año de siembra en campo.

Además, las plántulas más jóvenes no se someten a etapas completas de selección y suelen sufrir choque del trasplante.

Las plántulas de 10 meses de edad sembradas en el campo produjeron un rendimiento de RFF comparable con las plántulas de 12 meses de edad. Por lo tanto, los hallazgos de este estudio podrían utilizarse como una guía para seleccionar la edad mínima adecuada recomendada para la plantación en campo o para la venta por parte de los operadores de viveros. Además, para las plántulas de 10 meses de edad, los operadores de viveros se beneficiarán de un ahorro de costos de mantenimiento de 2 meses de 0,50 Ringgit de Malasia (RM) a 0,80 RM/plántula. Los operadores de viveros también podrían aumentar el número de plántulas por área, de aproximadamente 12.000 (con una separación de 0,9 m) a 20.050 (con una separación de 0,75 m) por hectárea.

Los efectos de las diferentes edades de siembra en la calidad del racimo tomada a los 5 y 6 años después de la cosecha se resumen en la Tabla 9. Durante más de 2 años, el número total de racimos tomados para el análisis fue de aproximadamente 223, con un promedio de 31 racimos por tratamiento.

**Tabla 9.** Efecto de los tratamientos sobre la calidad de los racimos.

Tratamientos	No. de racimos analizados	Peso medio del racimo (kg)	Mesocarpio a fruto (%)	Frutos a racimo (%)	Relación aceite a mesocarpio seco (%)	Relación aceite a racimo (%)
A6	26	10,87a	83,62bc	66,34 a	48,48c	26,91a
A8	34	10,43a	86,10ab	62,87ab	50,05abc	27,07a
A10	32	11,24a	85,14abc	61,81ab	50,71ab	26,68a
A12	36	10,90a	86,85a	59,50b	51,74a	26,73a
A14	32	13,00a	85,30abc	64,49b	49,95abc	27,45a
A16	32	11,48a	84,66abc	60,92ab	48,72bc	25,13a
A18	31	12,80a	83,12c	63,87ab	50,88a	26,98a
LSD <sub>(0,05)</sub>		2,595	2,354	5,339	1,968	2,757
CV (%)		12,65	1,56	4,78	2,21	5,80

Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel del 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés). Las cifras muestran la media de los resultados del análisis de racimos tomados a los 5 o 6 años de la plantación.

Los parámetros analizados mostraron niveles satisfactorios de calidad del racimo en la mayoría de los tratamientos. No hubo diferencias significativas en A10 y A12. Los resultados mostraron que las plántulas más viejas (A18) y las más jóvenes (A6) utilizadas para la plantación en campo podrían resultar en baja calidad de racimo, como lo indica la relación de mesocarpio a fruta y aceite a mesocarpio húmedo. El análisis de grupos mostró que las plántulas de 10 meses de edad podrían ser adecuadas para la siembra en campo en lugar de las plántulas de 12 meses de edad (práctica normal), lo que lleva a una reducción del gasto en viveros.

## Conclusión y recomendaciones

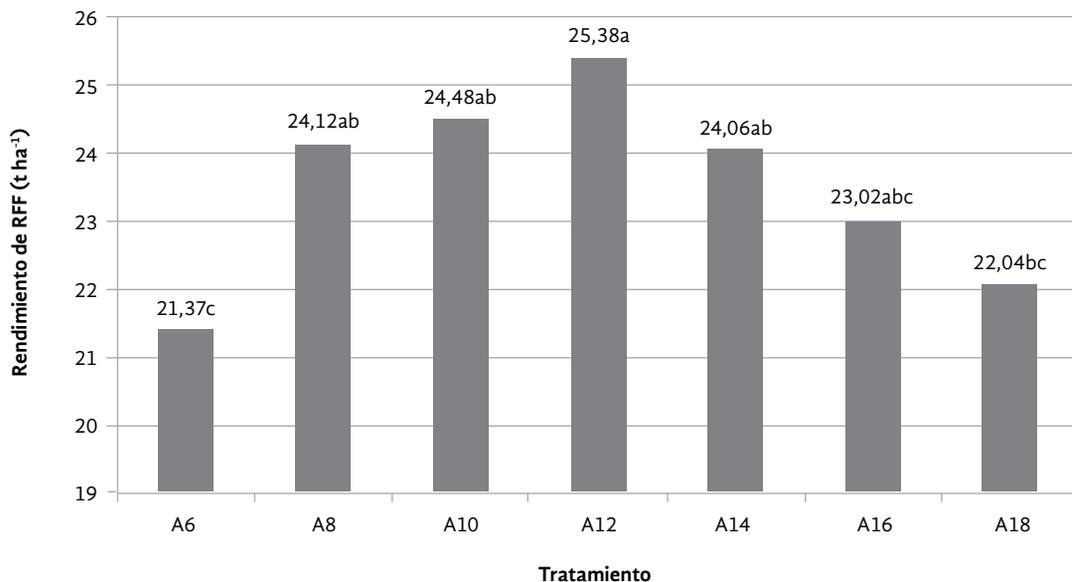
El comportamiento de las plántulas sembradas a diferentes edades podría evaluarse por su crecimiento, eficiencia de absorción de nutrientes, rendimiento de RFF, así como sus componentes y su calidad de fruto. Los efectos de las diferentes edades de las plántulas plantadas a lo largo de 8 años mostraron que las plántulas de 12 meses de edad tuvieron un mejor rendimiento que los otros tratamientos. Sin embar-

go, no hubo una diferencia significativa en el crecimiento, la absorción de nutrientes, el rendimiento de RFF, así como los componentes y la calidad de los racimos de las plántulas de 10 meses en comparación con las plántulas de 12 meses. En conclusión, las plántulas de 10 meses de edad son adecuadas y recomendadas para plantación en campo, ya que su rendimiento es comparable al de las plántulas de 12 meses de edad. Los hallazgos de este estudio deben transmitirse a la industria para un mejor futuro de la palma de aceite en Malasia. Además, esto permite al operador del vivero ahorrar 2 meses de costos de mantenimiento, por lo que los beneficios obtenidos son aparentemente más altos.

## Reconocimientos

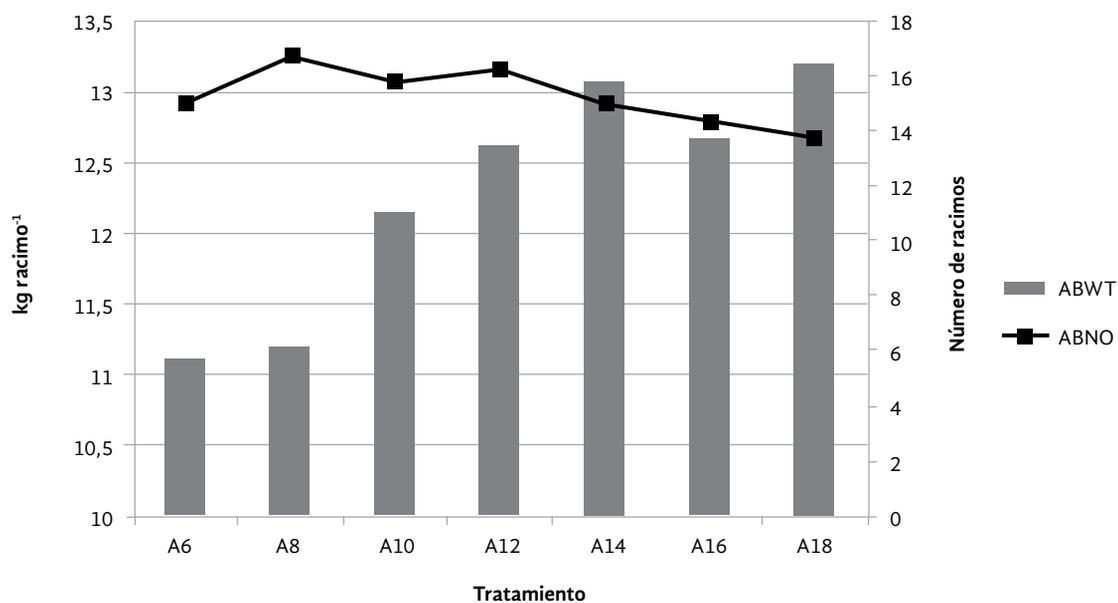
Los autores agradecen al Director General del MPOB por la autorización para publicar este artículo. También desean agradecer el apoyo y el asesoramiento del Director de Investigación Biológica y los oficiales de investigación de la Dependencia de Agronomía y Tecnología Geoespacial.

**Figura 1.** Rendimientos medios acumulados de RFF a lo largo de ocho años



Nota: la media con diferentes letras en la misma columna es significativamente diferente al nivel del 5 % con prueba de rangos múltiples de Duncan (DMRT por sus siglas en inglés).

**Figura 2.** Media acumulada del peso promedio de los racimos (ABWT) y el número promedio de racimos (ABNO) a lo largo de ocho años de rendimiento.



---

## Referencias

- Bah, A R & Rahman, Z A B D (2004). Evaluating urea fertiliser formulations for oil palm seedlings using the  $^{15}\text{N}$  isotope dilution technique. *J. Oil Palm Res.*, 16: 72-77.
- Corley, R H V & Breure, C J (1981). Measurements in oil palm experiments. *Internal Report*. Unilever Plantation Group.
- Goh, K J & Rolf, H (2003). General oil palm nutrition. *Oil Palm Management for Large and Sustainable Yields* (Fairhurst, T & Rolf, H eds.). Canada, PPI. p. 191-230.
- Ibrahim, M H; Jaafar, H Z E; Harun, M H & Yusop, M R (2010). Changes in growth and photosynthetic patterns of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings exposed to short-term  $\text{CO}_2$  enrichment in a closed top chamber. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32: 305-313.
- Khoo, K T & Chew, P S (1976). Effect of age of oil palm seedlings at planting out on growth and yield. *International Development on Oil Palm* (D A Earp & N Newall eds.). Kuala Lumpur, Malasia. The Incorporated Society of Planters. p. 107-115.
- Malaysian Palm Oil Board (2018). *Malaysian Oil Palm Statistics*. <http://mpob.gov.my>

## Estudio de costos de producción 2021 para empresas *benchmark* del sector de la palma de aceite de Colombia\*

2021 Production Costs Study on Benchmark Companies from the Colombian Oil Palm Sector

doi: <https://doi.org/10.56866/01212923.13911>

**CITACIÓN:** Mosquera-Montoya, M., Ruiz-Álvarez, E., Munévar-Martínez, D. E., Estupiñán, M., Guerrero, Á. E. & Cala, S. (2022). Estudio de costos de producción 2021 para empresas *benchmark* del sector de la palma de aceite de Colombia. *Palmas*, 43(4), 26-39.

**PALABRAS CLAVE:** Costo unitario, Índice de costos de la palma de aceite en Colombia, Factores de producción, Insumos agrícolas.

**KEYWORDS:** Unit cost, Colombian Oil Palm Costs Index, Production factors, Agricultural inputs.

**RECIBIDO:** noviembre de 2022.

**APROBADO:** diciembre de 2022.

\* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

**MOSQUERA MONTOYA, MAURICIO**  
Coordinador de la Unidad de Validación de Cenipalma

**RUIZ ÁLVAREZ, ELIZABETH**  
Investigadora Asociada II de Cenipalma

**MUNÉVAR MARTÍNEZ, DANIEL EDUARDO**  
Auxiliar de Investigación II de Cenipalma

**ESTUPIÑÁN, MARÍA**  
Auxiliar de Investigación II de Cenipalma

**GUERRERO, ÁNDERSON**  
Extensionista I de Cenipalma

**CALA, SILVIA**  
Extensionista II de Cenipalma

### Resumen

Este trabajo presenta los resultados del estudio realizado para estimar los costos de producción 2021, de las empresas colombianas de palma de aceite que son referentes en adopción de tecnología. En cuanto al enfoque metodológico, los costos se estimaron considerando la variación de precios del 2020 al 2021, derivada del índice de costos para el cultivo de la palma de aceite (ICPA).

Además, se recopiló información sobre los rendimientos alcanzados por las empresas de referencia en 2021, que habían participado en el estudio de costos de 2020, las tasas de extracción de aceite (TEA) de las plantas de beneficio y los costos de procesamiento de racimos de fruta fresca.

Así, en 2021 las empresas nacionales de la agroindustria enfrentaron un aumento de costos unitarios en comparación con 2020, debido en gran parte al incremento en el precio de los fertilizantes y a la caída de la productividad de los cultivares OxG, principalmente en la Zona Oriental. En cultivos sembrados con *E. guineensis*, dicho costo fue de \$ 324.268 por tonelada de RFF (con un aumento de 9 % con respecto al año anterior), mientras que en híbridos OxG fue de \$ 341.538 (con un incremento de 17 % en relación con 2020). Finalmente, el costo unitario del aceite de palma crudo se estimó en 1,52 millones de pesos por tonelada métrica para *E. guineensis*, y \$ 1,82 millones para los híbridos OxG.

## Abstract

This paper presents the results from a study undertaken to estimate 2021 production costs of the Colombian oil palm companies that are considered as benchmark because of their technology adoption. Regarding the methodological approach, 2021 costs were estimated by considering the price variation from year 2020 to 2021 resulting from the Colombian Oil Palm Costs Index (ICPA). Additionally, one gathered information on yields attained by benchmark companies in 2021 that had participated at the 2020 costs study, oil extraction rates (OER) from benchmark mills and fresh fruit bunches processing costs at the mill.

Our results indicate that in 2021 the Colombian oil palm companies faced a unit cost increase compared to year 2020, mostly due to the growth in price fertilizers and the decrease on OxG crops from the Eastern Zone. At crops planted with *E. guineensis* cultivars, unit costs were estimated in COP \$ 324.268 per-ton of FFB (increase of 9% with respect to year 2020), while the unit cost at crops planted with OxG hybrids cultivars was COP 341.538 (increase of 17% with respect to year 2020). Finally, the crude palm oil unit cost was estimated in COP 1.52 million per metric tonne for *E. guineensis* and \$1,82 million per metric tonne for OxG hybrids.

## Introducción

El *Estudio de costos de Cenipalma y Fedepalma* es un referente sobre la competitividad del sector, y brinda información para la toma de decisiones de diferentes actores que se relacionan con este (Mosquera *et al.*, 2007; 2017, 2016, 2018, 2020, 2021a y 2021b). 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). La medida de la competitividad toma relevancia por dos razones: la primera es que de los 1,7 millones de toneladas de aceite de palma que se produjeron en 2021, 30 % se vendió en los mercados internacionales (Fedepalma, 2022). La segunda es que el precio interno es el resul-

tado del comportamiento del precio internacional, que a su vez depende de los costos de producción de los principales productores de aceite de palma a nivel global. En otras palabras, el éxito de la participación del aceite de palma crudo (APC) colombiano en mercados externos e internos, está sujeto a su costo de producción y al de sus competidores.

En 2021, se registraron precios altos con relación a los presentados durante los años previos (cuando el valor de una tonelada de APC fluctuaba alrededor de los USD 600), llegando a cotizarse en USD 1.262 en Rotterdam. Este incremento fue consecuencia de múltiples factores, entre los que destacan: recuperación de la economía mundial, baja producción en países productores de oleaginosas, limitaciones a la exportación en el Sudeste Asiático y dificultades logísticas (Fedepalma, 2021).

En lo que concierne a los costos, en 2021 hubo un alza en el precio de los fertilizantes a escala mundial, lo que impactó los valores de producción: la fertilización en 2020 ya participaba con 22 % del total del costo en cultivares híbridos O×G y con 28 % en *Elaeis guineensis* (Mosquera *et al.*, 2021b).

Una de las novedades del presente estudio está en el cambio en la metodología de estimación de costos, pasando de realizar ponderaciones a partir de encuestas individuales a empresas *benchmark*, a establecer un índice de costos para el cultivo de la palma de aceite (ICPA) que permite hacer seguimiento a la variación en precios de los insumos, bienes y servicios requeridos para producir el aceite de palma en Colombia.

## Metodología

El ejercicio se realiza para cultivo y planta de beneficio. Para el primero se estima el costo de producción por tonelada de racimo de fruta fresca (\$/t RFF), mientras que, al introducir la extracción, se considera el costo de producción por tonelada de aceite de palma crudo (\$ / t APC). La estimación asume que el ciclo de vida de un proyecto de palma de aceite es de 30 años, periodo en el que se distribuyen las fases del cultivo: establecimiento (año cero), ciclo improductivo (uno a tres años), en desarrollo (cuatro a seis años) y etapa adulta (a partir de los siete años).

## Índice de costos palmero

Para esta vigencia, los costos se tasaron a partir de la estructuración del ICPA, que se elaboró con base en el análisis de encuestas realizadas en el sector en los últimos seis años (2014-2020). El índice seleccionado fue el de Laspeyres<sup>1</sup>, mediante el cual se relacionan las cantidades de determinados insumos, bienes y servicios definidos en un periodo base (2020), y los cambios en sus precios monitoreados en el siguiente periodo (2021) (Ecuación 1). El denominador indica el valor de la canasta de bienes en el año base, mientras que el numerador representa el mismo, pero en el año corriente, asumiendo que dicha canasta no varía entre los periodos evaluados.

1 Ernst Louis Étienne Laspeyres, economista alemán (1834-1913).

Ecuación 1. Índice de Laspeyres

$$\text{Índice de Laspeyres} = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ci} \times Q_{bi}}{P_{bi} \times Q_{bi}} \times 100$$

Donde,

$P_{bi}$  = precio del bien  $i$  en el año base

$P_{ci}$  = precio del bien  $i$  en el año corriente

$Q_{bi}$  = cantidades del bien  $i$

El ICPA se compone de coeficientes técnicos para: tierra, mano de obra, fertilizantes, plaguicidas, combustible, maquinaria, herramienta y servicios (agua y energía). En otras palabras, para la canasta de insumos, bienes y servicios, a partir de los cuales se producen los RFF (Figuras 1 y 2). La Tabla 1 presenta las fuentes en las cuales se realizó seguimiento a las variaciones de precio de los rubros incluidos en la canasta. Adicionalmente, se presentan las variaciones de precio entre 2020 y 2021 del ICPA, que arrojan un incremento de 16 % para la canasta necesaria para producir RFF a partir de cultivares *E. guineensis* y del 21 % para híbridos O×G.

## Rendimiento del cultivo

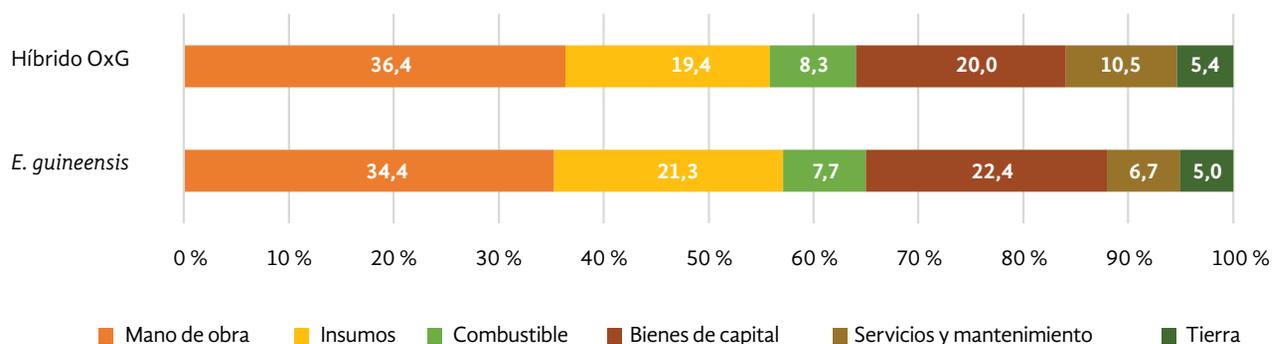
Se levantó la información de las empresas participantes en el *Estudio de costos de 2020*, para conocer la variación en el rendimiento del cultivo (t RFF/ha por año) entre 2020 y 2021, desde el primer año de producción hasta la etapa adulta. Con estos datos se construyó la curva de productividad por cada una, y se estimó la curva de rendimiento de las empresas *benchmark* de cada zona palmera.

## Estimación de costos

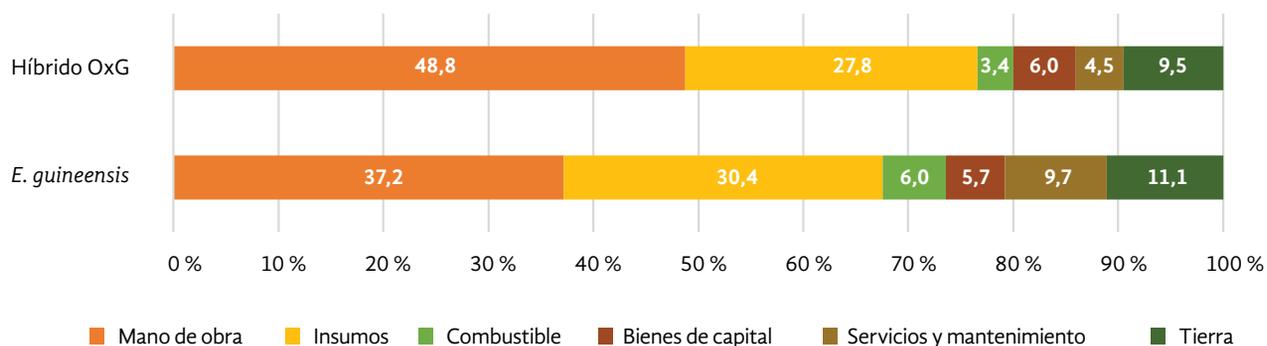
**Costos por etapa del cultivo (\$/ha):** para cada etapa se consideró la canasta de costos de los bienes, insumos y servicios que intervienen en los procesos productivos a nivel de hectárea, para cultivares *E. guineensis* e híbridos O×G. Posteriormente, se tuvo en cuenta el cambio de precios de 2020 a 2021.

**Costo por tonelada de fruto (\$/t RFF) y estructura de costos:** el costo por tonelada de fruto (\$/t RFF)

**Figura 1.** Determinación de canasta de bienes por cultivar de palma de aceite, para las labores de establecimiento del cultivo



**Figura 2.** Determinación de canasta de bienes por cultivar de palma de aceite, para las labores de mantenimiento del cultivo



se estimó a partir de la razón entre la sumatoria de los costos de cada año del cultivo, durante el ciclo de vida del proyecto (30 años), y la de las toneladas de racimo producidas por hectárea en el mismo periodo. El costo asociado a cada proceso productivo se dividió por el valor unitario total. A partir de esta información se determinó la participación de cada rubro en el costo total de producción.

**Costo por tonelada de aceite (\$/t APC):** se consideró la tasa de extracción de aceite (TEA) reportada por las plantas de beneficio en 2021 en las cuatro zonas palmeras, en el marco de los Comités Asesores en

Investigación. Esta determina la cantidad de materia prima (RFF) que se necesita para producir una tonelada de APC, cuyo valor se tomó a partir de los resultados del costo unitario por tonelada de fruto para cada zona. Adicionalmente, se consideró el costo de procesamiento por tonelada de fruto (\$/t RFF) estimado a partir de un componente fijo (depreciación de la infraestructura para la producción), y uno variable que consolida los valores de mano de obra, consumo de servicios industriales y gastos de mantenimiento. Finalmente, se tuvo en cuenta el crédito por venta de almendra. Para valorarla, se utilizó 35 % del precio de la tonelada de aceite de palmiste en 2021.

**Tabla 1.** Referencias para actualizar canasta de bienes para producir una tonelada de fruto (RFF).

	Rubro	Variación 2020/2021	Fuente
	Mano de obra	3 %	Variación salario mínimo legal vigente
Insumos	Herbicidas (control de maleza y erradicaciones)	14 %	Sispa, DANE (DANE, 2021)
	Fertilizantes	48 %	Sispa, DANE (DANE, 2021) Sondeo de precios con plantaciones de las zonas palmeras referentes por productividad
	Insecticidas, fungicidas, bactericidas (control fitosanitario)	6 %	Índice de precios al productor Índice de precios para insecticidas, fungicidas y bactericidas-DANE (Hoja 4.1)
	Insumos para la polinización (ANA, polen, talco)	19 %	Sondeo de precios con plantaciones de las zonas palmeras referentes por productividad
Bienes de capital	Herramientas y máquinas	1,1 %	Índice de precios al productor Índice de precios para maquinaria y herramienta DANE (Hoja 1.1)
	Animales (costo fijo)	13,0 %	Índice de precios al productor Índice de precios para animales vivos-DANE (Hoja 1.1)
	Animales (costo de mantenimiento)	21,0 %	Índice de precios al productor Índice de precios para insumos veterinarios-DANE
	Transporte de RFF (costo fijo)	4,3 %	Índice costos fijos transporte de carga por carretera (ICTC) Capítulo: Costos fijos
Servicios y mantenimiento	Agua	5,6 %	Variación anual IPC
	Energía	7,4 %	Precios ACPM históricos-Ministerio de Minas y Energía
	Transporte	4,6 %	Índice costos fijos transporte de carga por carretera (ICTC) Capítulo: Mantenimiento y reparación
Combustible		7,4 %	Precios ACPM históricos-Ministerio de Minas y Energía
Tierra		5,6 %	Variación anual IPC

## Resultados

### Rendimiento (t RFF/ha)

**Cultivares *E. guineensis*:** a nivel nacional, la productividad de los cultivos de las empresas *benchmark* experimentó un incremento promedio de 7,8 % en la etapa adulta comparado con 2020, cerrando con 27,6 t RFF/ha por año. En cuanto a las zonas palmeras, las de la Norte presentaron un crecimiento del 5,4 % (24,5 t/ha por año), y las de la Central 5,1 % (28,3 t RFF/ha por año). Entretanto, las de la

Oriental alcanzaron un incremento de 14 % (26,3 t RFF/ha promedio año) (Figura 3).

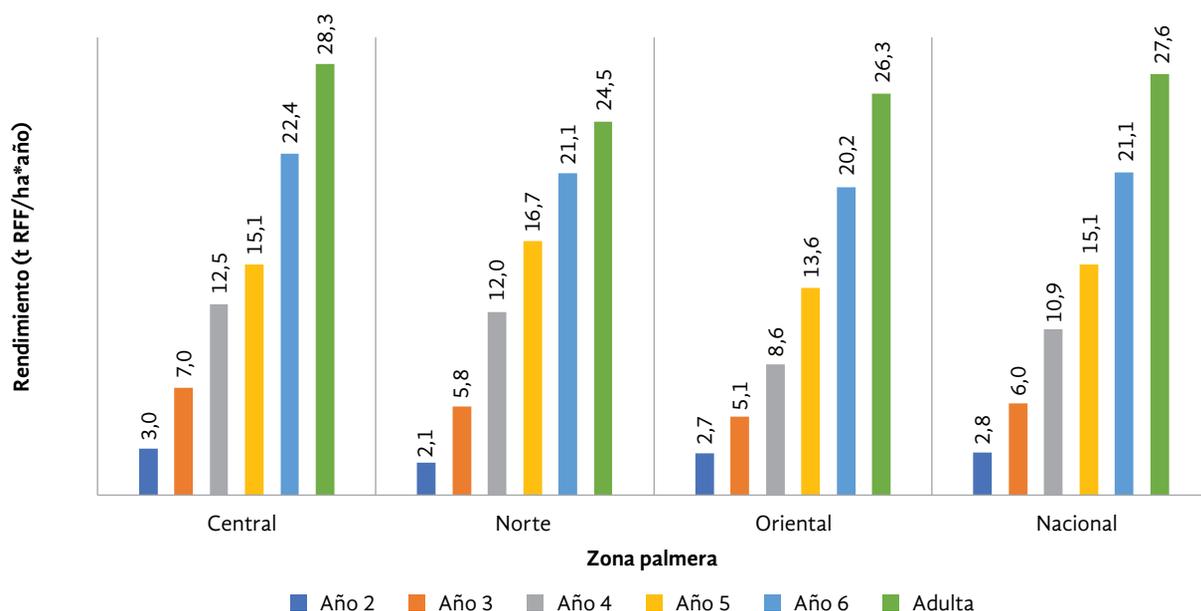
**Cultivares híbridos OxG:** a nivel nacional, la productividad en las empresas referentes con estos cultivares, presentó una disminución promedio de -2,7 % en comparación con el 2020, pasando de 27,4 t RFF/ha a 26,7 t RFF/ha (Figura 4). Con respecto a las zonas palmeras, las plantaciones de la subzona de Urbabá, siguen marcando un rendimiento récord de 40,3 t RFF/ha. En la Central se dio una ligera caída (-1 %). Entretanto, la Oriental presentó una disminución del -13,8 %, alcanzando un rendimiento promedio de

25 t RFF/ha. Finalmente, la Suroccidental evidenció un incremento del 13 %, produciendo 24,1 t RFF/ha (21,3 t RFF /ha en 2020) (Figura 4).

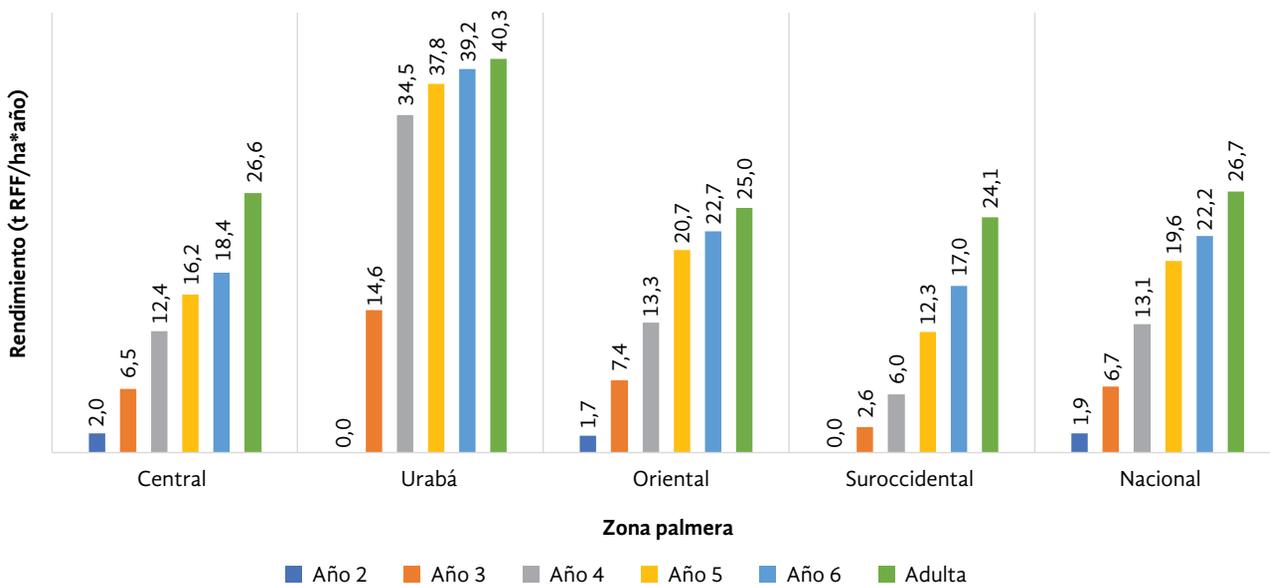
Es importante anotar que los cultivares *E. guineensis* y los híbridos OxG no se cultivan en las mis-

mas subzonas, con excepción de algunas de la Zona Oriental y de la Central. Adicionalmente, el rendimiento es heterogéneo entre subzonas, por lo que los promedios nacionales son un referente sin la capacidad de explicar su dinámica a nivel local.

**Figura 3.** Rendimientos de cultivares *E. guineensis* por edad y zona palmera



**Figura 4.** Rendimientos de cultivares híbrido OxG por edad y zona palmera



## Costos de establecimiento (\$/ha)

**E. guineensis:** en 2021, establecer una hectárea de cultivo se estimó en 14,4 millones de pesos a nivel nacional, siendo los rubros de infraestructura del riego (29,4 %), la construcción de infraestructura de transporte (13,8 %) y la etapa de vivero (11,5 %) los de mayor participación dentro de las inversiones necesarias en el año 0 (Tabla 2). Por otro lado, en el caso de realizar renovaciones, la eliminación de palmas que están cerrando su ciclo productivo, representa 9,5 % del costo en el que se incurre. **Híbrido OxG:** en 2021, establecer una hectárea de cultivo tuvo un costo promedio de \$ 12,07 millones. La infraestructura de riego (25,18 %), el vivero (16,36 %) y la construcción de drenajes y canales (12,99 %) fueron los principales rubros en términos de participación en el costo de establecimiento (Tabla 2).

## Costos por etapa del cultivo (\$/ha al año)

**Etapa improductiva:** a nivel nacional, el costo promedio anual de esta etapa para *E. guineensis*, se estimó en \$ 4,72 millones por ha, y para el híbrido OxG en \$ 4,70 millones por ha. Las labores con mayor par-

ticipación en el valor, son la fertilización y el manejo de malezas, en los 2 cultivares. Para *E. guineensis* y para el híbrido OxG, la fertilización aporta 27,93 % y 32,37 % del costo, respectivamente. En segundo plano se encuentran, el costo de oportunidad de la tierra, con una participación de 16,09 % en *E. guineensis* y de 15,88 % en híbrido OxG, y el costo de planeación y seguimiento con 9,74 % en *E. guineensis* y 12,80 % en híbrido OxG (Figura 5).

**Etapa en desarrollo:** a nivel nacional, el costo promedio anual de esta etapa se estimó en \$ 6,72 millones por ha en *E. guineensis*, mientras que para híbrido OxG fue de \$ 8,07 millones por ha (Figura 6). La fertilización tiene la mayor participación con 32,4 % en *E. guineensis* y 29,3 % en híbrido OxG. La cosecha y transporte de RFF a planta de beneficio representan 28,68 % en *E. guineensis* y 28,51 % en híbrido OxG. La polinización, en este cultivar, corresponde a 19,9 %.

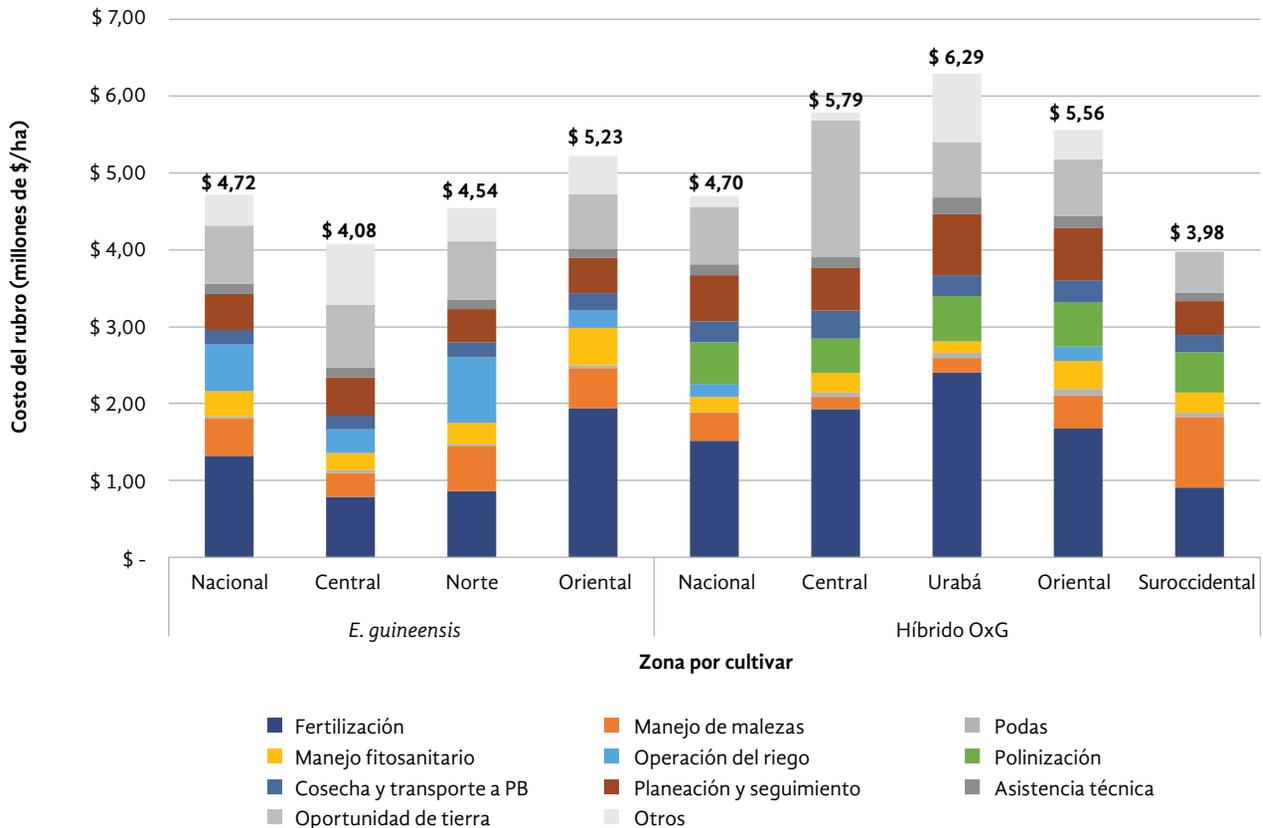
**Etapa adulta:** el costo promedio por año para *E. guineensis*, se estimó en \$ 7,68 millones por ha, y para híbrido OxG en \$ 8,32 millones por ha (Tabla 3). A nivel nacional, la fertilización participó con 37,04 % en *E. guineensis* y con 30,08 % en híbrido OxG; mientras que la cosecha y transporte de RFF

**Tabla 2.** Costos de establecimiento en 2021. Valor por cultivar en millones de pesos por hectárea.

Rubro	<i>E. guineensis</i>				Híbrido OxG				
	Nal.	ZC	ZN	ZO	Nal.	ZC	Urabá	ZO	ZS
Eliminación de palmas*	\$ 1,37	\$ 1,06	\$ 1,47	\$ 0,94	\$ 1,32	\$ 1,57	\$-	\$ 1,24	\$ 1,40
Diseño de plantación	\$ 0,20	\$ 0,12	\$ 0,13	\$ 1,22	\$ 0,17	\$ 0,21	\$ 0,23	\$ 0,15	\$ 0,20
Vías	\$ 1,98	\$ 1,05	\$ 2,50	\$ 1,37	\$ 1,04	\$ 1,41	\$ 1,19	\$ 0,95	\$ 1,33
Drenajes y canales	\$ 0,83	\$ 0,71	\$ 0,70	\$ 1,13	\$ 1,57	\$ 0,90	\$ 2,23	\$ 1,64	\$ -
Infraestructura de riego	\$ 4,23	\$ 2,57	\$ 5,37	\$ 0,56	\$ 3,04	\$ -	\$ -	\$ 3,04	\$ -
Preparación del terreno	\$ 1,62	\$ 1,81	\$ 1,25	\$ 1,16	\$ 0,74	\$ 1,65	\$ 1,69	\$ 0,67	\$ 1,64
Siembra	\$ 0,54	\$ 0,70	\$ 0,57	\$ 0,29	\$ 0,41	\$ 0,45	\$ 0,37	\$ 0,28	\$ 0,38
Vivero	\$ 1,66	\$ 1,65	\$ 1,51	\$ 1,67	\$ 1,97	\$ 2,02	\$ 1,49	\$ 2,08	\$ 1,88
Establecimiento de coberturas	\$ 0,20	\$ 0,21	\$ 0,22	\$ 0,19	\$ 0,18	\$ 0,21	\$ 0,12	\$ 0,30	\$ 0,16
Otros costos**	\$ 1,76	\$ 2,24	\$ 1,74	\$ 1,79	\$ 1,63	\$ 2,57	\$ 2,63	\$ 1,95	\$ 1,08
Total	\$14,39	\$ 12,12	\$ 15,46	\$ 10,31	\$ 12,07	\$ 10,99	\$ 9,95	\$ 12,30	\$ 8,07

Nal.: Nacional; ZC: Zona Central; ZN: Zona Norte; ZO: Zona Oriental; ZS: Zona Suroccidental.

**Figura 5.** Costos de producción 2021 por hectárea para la etapa improductiva. Valor por año y tipo de cultivar



representaron 24,26 % en *E. guineensis* y 21,64 % en híbrido OxG.

Con respecto a 2020, el costo de la etapa adulta tuvo un crecimiento de 18,28 % en *E. guineensis* y de 12,24 % en híbrido OxG. El insumo que experimentó el mayor incremento en precio fue el fertilizante de síntesis química con 48 %.

### Costo unitario (\$/t RFF)

En 2021, el costo total de producir una tonelada de RFF a partir de cultivares *E. guineensis* se estimó en \$ 324.268/t RFF, mientras que para los híbridos OxG fue de \$ 341.538/t RFF (Tabla 4). Se destaca que la Zona Oriental registró el costo más elevado para ambos cultivares, debido al mayor costo de mantenimiento derivado de la escasez de mano de obra que aqueja a la región, y a los fletes para el transporte de

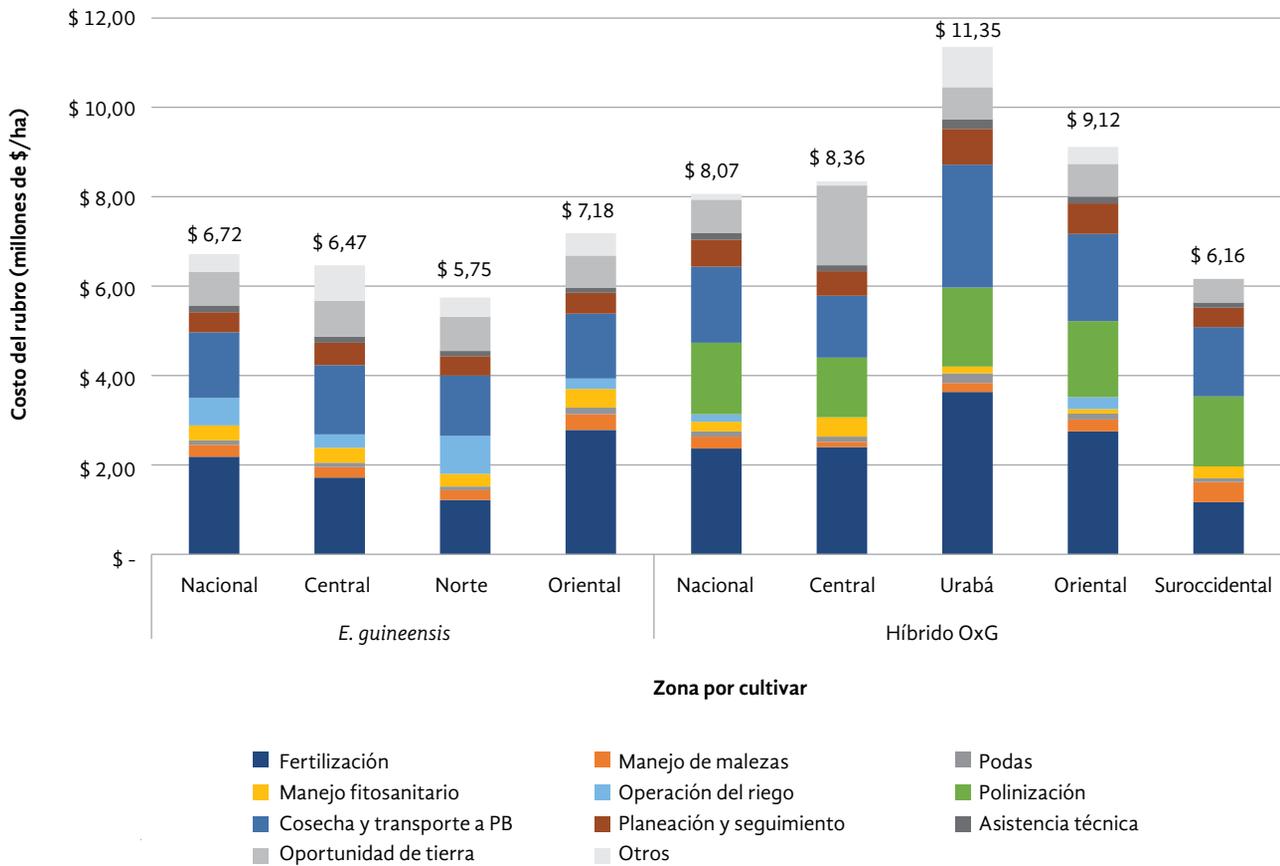
insumos. Para el caso del híbrido OxG en esta zona, se suma la caída en la productividad que incrementó el costo de producción.

La subzona del Urabá, donde hay sembrados exclusivamente híbridos OxG, continúa reportando el costo más competitivo, a pesar de que presentó un alza de 26 % en su valor con respecto a 2020. En efecto, en lo que concierne al costo unitario, el Urabá arroja un valor de \$ 299.774/t RFF, 13 % inferior al promedio nacional.

### Estructuras de costos

En la estructura de costos para el fruto procedente de *E. guineensis* en 2021 se aprecia que la fertilización (33,8 %), la cosecha y transporte de RFF a planta de beneficio (21,3 %), y el costo de oportunidad de la tierra (9,8 %), son los procesos con mayor participación

**Figura 6.** Costos de producción 2021 por hectárea para la etapa en desarrollo. Valor por año y tipo de cultivar



en el costo total de producción de una tonelada de fruto (Figura 7). Se destaca que la fertilización creció 6,3 puntos porcentuales con respecto al año anterior.

En lo que concierne al fruto de híbridos OxG, la fertilización (28,8 %), la polinización (18,0 %), la cosecha y transporte a planta de beneficio (19,7 %) y el costo de oportunidad de la tierra (9,0 %) son los procesos más relevantes en el costo de producir una tonelada de RFF (Figura 8). Al igual que en el caso anterior, la fertilización incrementó su participación en un 6,7 % con respecto a 2020.

En 2021 se experimentó un aumento en el precio de los fertilizantes nitrogenados, que osciló entre 51 %-60 % (Nyondo *et al.*, 2021; Schnitkey *et al.*, 2021). En algunos mercados, los potásicos tuvieron un incremento comparado con 2020, pero en otros se registró un menor precio (European Commission, 2021; Schnitkey *et al.*, 2021). Particularmente en Co-

lombia, el DANE reportó alzas entre 7 % y 91 %, siendo la urea el fertilizante con mayor aumento (DANE, 2022).

### Costos de extracción

Los costos de extracción de aceite variaron entre zonas en función del valor de la materia prima procesada (RFF de *E. guineensis* o RFF de híbrido OxG, se excluyeron los resultados de empresas que procesan ambos tipos de fruto de manera simultánea), la TEA, el contenido de almendra por tonelada de fruto y el costo de procesamiento (Tabla 5). Es importante aclarar que el valor de la materia prima se obtiene a partir de los costos de producción de fruto, no del precio del RFF que paga la planta de beneficio a proveedores externos.

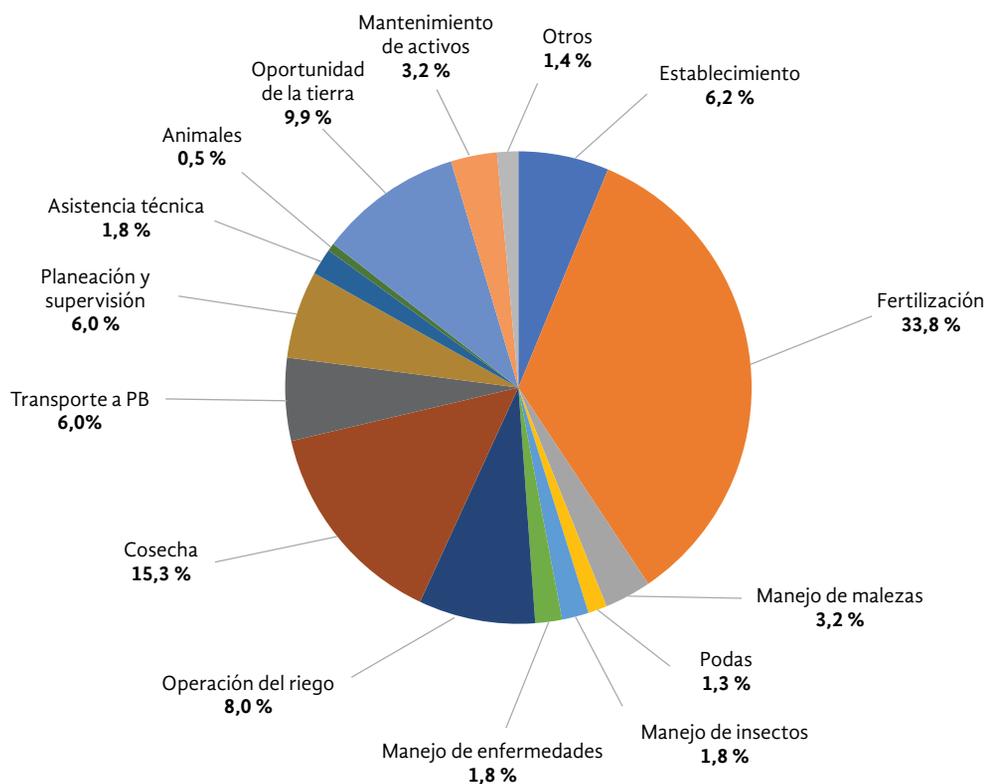
**Tabla 3.** Costos de producción 2021 por hectárea para la etapa adulta. Valor por año y tipo de cultivar (en millones de pesos por hectárea al año).

	<i>E. guineensis</i>				Híbrido OxG				
	Nal	ZC	ZN	ZO	Nal	ZC	Urabá	ZO	ZS
Fertilización	\$ 2,84	\$ 2,18	\$ 1,74	\$ 3,23	\$ 2,51	\$ 2,52	\$ 3,90	\$ 2,86	\$ 2,52
Manejo de malezas	\$ 0,21	\$ 0,38	\$ 0,15	\$ 0,26	\$ 0,31	\$ 0,10	\$ 0,14	\$ 0,22	\$ 0,49
Podas	\$ 0,11	\$ 0,11	\$ 0,10	\$ 0,13	\$ 0,11	\$ 0,12	\$ 0,26	\$ 0,10	\$ 0,08
Manejo de insectos	\$ 0,14	\$ 0,17	\$ 0,12	\$ 0,14	\$ 0,13	\$ 0,30	\$ 0,12	\$ 0,09	\$ 0,18
Manejo de enfermedades	\$ 0,14	\$ 0,17	\$ 0,12	\$ 0,14	\$ 0,06	\$ 0,13	\$ 0,05	\$ 0,04	\$ 0,08
Operación del riego	\$ 0,62	\$ 0,30	\$ 0,85	\$ 0,17	\$ 0,17	\$ -	\$ -	\$ 0,26	\$ -
Polinización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,60	\$ 1,34	\$ 1,76	\$ 1,71	\$ 1,57
Cosecha	\$ 1,33	\$ 1,78	\$ 1,05	\$ 1,39	\$ 1,36	\$ 1,11	\$ 1,24	\$ 1,48	\$ 1,56
Transporte a PB	\$ 0,54	\$ 0,66	\$ 0,48	\$ 0,58	\$ 0,44	\$ 0,63	\$ 0,69	\$ 0,68	\$ 0,44
Planeación y seguimiento	\$ 0,46	\$ 0,49	\$ 0,43	\$ 0,46	\$ 0,60	\$ 0,55	\$ 0,80	\$ 0,68	\$ 0,44
Asistencia técnica	\$ 0,14	\$ 0,13	\$ 0,12	\$ 0,12	\$ 0,15	\$ 0,14	\$ 0,21	\$ 0,15	\$ 0,12
Tierra	\$ 0,76	\$ 0,82	\$ 0,76	\$ 0,71	\$ 0,75	\$ 1,78	\$ 0,72	\$ 0,74	\$ 0,53
Animales	\$ 0,04	\$ 0,03	\$ 0,02	\$ 0,09	\$ 0,07	\$ 0,03	\$ 0,24	\$ 0,23	\$ -
Mantenimiento de activos	\$ 0,24	\$ 0,70	\$ 0,20	\$ 0,40	\$ 0,04	\$ 0,04	\$ 0,36	\$ 0,16	\$ -
Repuestos y otros	\$ 0,11	\$ 0,07	\$ 0,20	\$ -	\$ 0,02	\$ 0,04	\$ 0,29	\$ -	\$ -
Total	\$ 7,68	\$ 7,99	\$ 6,34	\$ 7,82	\$ 8,32	\$ 8,83	\$ 10,79	\$ 9,40	\$ 8,01

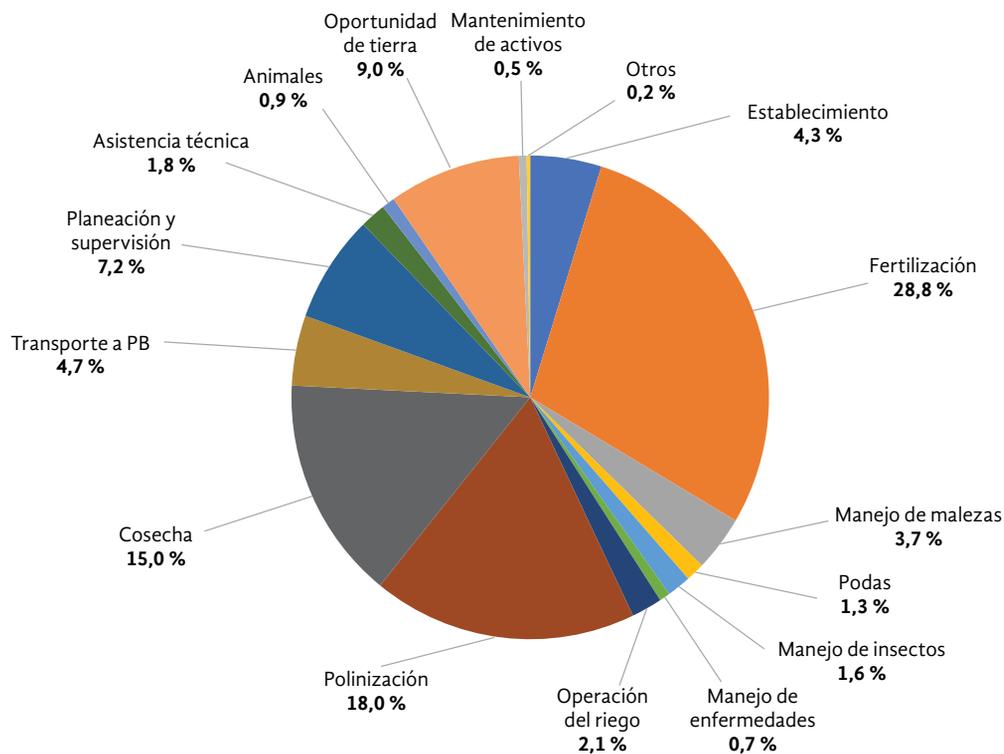
**Tabla 4.** Costos unitarios por tonelada

		Costo total	Costo sin tierra	Costo etapa adulta
<i>E. guineensis</i>	Nacional	\$ 324.268	\$ 292.564	\$ 278.023
	Central	\$ 319.267	\$ 286.108	\$ 283.023
	Norte	\$ 307.061	\$ 271.720	\$ 258.357
	Oriental	\$ 344.291	\$ 313.072	\$ 296.421
Híbrido OxG	Nacional	\$ 341.538	\$ 310.870	\$ 297.116
	Central	\$ 384.278	\$ 307.083	\$ 332.747
	Urabá	\$ 299.774	\$ 279.671	\$ 268.089
	Oriental	\$ 424.035	\$ 390.505	\$ 376.693
	Suroccidental	\$ 374.316	\$ 348.625	\$ 332.548

**Figura 7.** Estructura de costos para el cultivar *E. guineensis* en 2021



**Figura 8.** Estructura de costos para el cultivar híbrido OxG en 2021



**Tabla 5.** Tasa de extracción, contenido de almendra y costo de procesamiento por zona y cultivar.

	<i>E. guineensis</i>				Híbrido OxG		
	Nal	ZC	ZN	ZO	Nal	Urabá	ZS
TEA (%)	21,68	21,29	20,82	22,94	23,37	23,52	23,31
Almendra (%)	3,97	4,40	5,03	3,44	--	--	--
Costo de procesamiento (\$/kg RFF)	65,1	68,2	68,4	59,6	81,8*	82,8	82,2

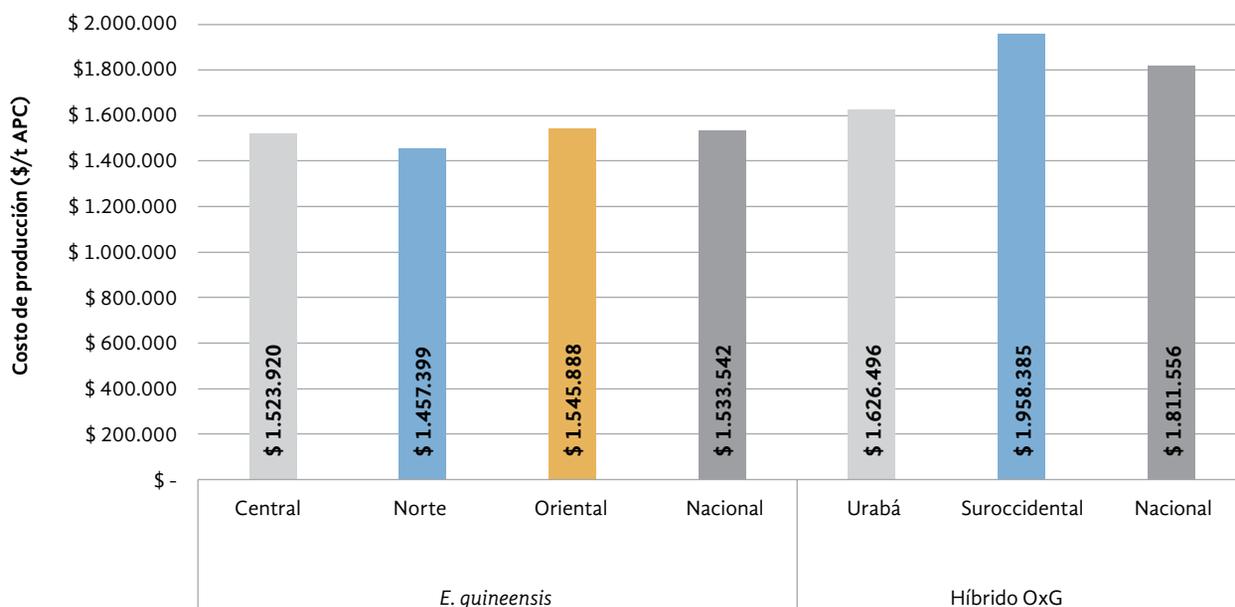
\*Solo considerando Urabá y la Zona Suroccidental.

Para 2021, el costo de extracción a nivel nacional se estimó en \$ 1,53 millones/t APC para *E. guineensis*, y para el híbrido OxG en \$ 1,82 millones/t APC, 14,6% mayor que el de *E. guineensis* (Figura 9). Esto debido a que en el híbrido OxG, el crédito por venta de almendra es marginal, y que el costo de procesar RFF con tecnología que se desarrolló para *E. guineensis*, implica en la actualidad una reducción de la capacidad instalada de las plantas de beneficio. Claramente estos 2 factores, fueron suficientes para opacar el hecho de que el híbrido OxG requiere una menor cantidad de racimos para obtener una tonelada de APC.

## Conclusiones

Para la estimación de los costos de producción se utilizó un método novedoso, a partir del cual se hace seguimiento a los precios de los insumos, bienes y servicios que hacen parte de la canasta requerida para la producción del fruto y del aceite de palma. Este va a permitir una mayor oportunidad en la entrega de información de costos, con respecto a la metodología de levantamiento de encuestas en empresas, ya que resulta menos dispendioso el procesamiento de información. Es importante hacer seguimiento a la composición de la canasta, para proceder a su actua-

**Figura 9.** Costo de extracción de aceite por cultivar y zona en 2021



lización cuando se evidencie un cambio tecnológico relevante para el sector.

En cuanto a los resultados de la vigencia 2021, las razones que explican el incremento en los costos de producción fueron el incremento de 48 % en los precios de los fertilizantes, y la menor productividad experimentada por los híbridos OxG en la Zona Oriental, que es en donde se encuentra la mayor cantidad de área sembrada. El impacto del alza de los fertilizantes se atenuó con la mayor productividad de los cultivos *E. guineensis*.

Se destaca el caso de las plantaciones de híbridos OxG de la región del Urabá, que presentan los costos

más altos por hectárea y los unitarios más bajos. Esto reitera que la implementación de tecnologías conlleva mayor inversión por unidad de área, pero la mayor productividad permite menor costo por tonelada de fruto.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por la financiación de este trabajo. Asimismo, a los miembros de las empresas participantes que brindaron su información, y a sus gerencias por permitir el acceso a los datos.

---

## Bibliografía

- DANE. (2021). *Estadísticas por tema*.
- DANE. (2022). *Sistema de información de precios agropecuarios. Componente Insumos*. Información histórica de precios mensuales. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1>
- European Commission. (2021). *Price dashboard*, 107.
- Fedepalma. (2021). *Informe de Gestión Fedepalma 2021*.
- Fedepalma. (2022). *Minianuario estadístico 2022: Principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia*.
- Mosquera, M., Gómez, P. L. & Bernal, P. (2007). Establecimiento de plantaciones competitivas de palma de aceite en Colombia. Factores para considerar. *Palmas*, 28(3), 37-44.
- Mosquera, M., Ruiz, E., Munévar, D., Moreno, L., Estupiñán, M. C., Guerrero, A., Cala, S. & Sierra, S. (2021a). Costos de producción 2020 para empresas *benchmark* de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 42(4), 8-20.
- Mosquera, M., Ruiz, E., Munévar, D., Castro, L., Díaz, L. & López, D. (2020). Costos de producción 2019 para la palmicultura colombiana: estudio de benchmarking a empresas adoptantes de buenas prácticas. *Palmas*, 41(4), 43-54.
- Mosquera, M., Valderrama, M., Fontanilla, C., Ruiz, E., Uñate, M., Rincón, F. & Arias, N. (2016). Costos de producción de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia en el año 2014. *Palmas*, 37(2), 37-53.

- Mosquera, M., Valderrama, M., Ruiz, E., López, D., Castro, L. & González, M. A. (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. *Palmas*, 39(2), 13-26.
- Mosquera, M., Valderrama, M., Ruiz, E., López, D., Castro, L., Fontanilla, C. & González, M. (2017). Costos de producción para el fruto de palma de aceite y el aceite de palma en 2015: estimación en un grupo de productores colombianos. *Palmas*, 38(2), 10-26.
- Mosquera, M., Ruiz, E., Munévar, D., Estupiñán, M., Díaz, L., Guerrero, A., Cala, S. & Sierra, S. (2021b). Costos de producción para empresas que adoptan mejores prácticas en el año 2020. *Boletín Técnico*, 42, 1-66.
- Nyondo, C. J., Nyirenda, Z. B., Burke, W. J. & Muyanga, M. (2021). *The Inorganic Fertilizer Price Surge in 2021: Key Drivers and Policy Options*.
- Schnitkey, G., Swanson, K., Paulson, N. & Zulauf, C. (2021). Weekly Farm Economics: Fertilizer Price Increases for 2021 Production. *Farmdoc daily*, 11(64), 1-4.

# El mapeo sistemático muestra la necesidad de aumentar la investigación socioecológica en la palma de aceite

## Systematic Mapping Shows the Need for Increased Socio-ecological Research on Oil Palm

**CITACIÓN:** Reiss-Woolever, V. J., Luke, S. H., Stone, J., Shackelford, G. E. & Turner E. C. (2021). El mapeo sistemático muestra la necesidad de aumentar la investigación socioecológica sobre la palma de aceite. *Palmas*, 43(4), 40-68.

**PALABRAS CLAVE:** Aceite de palma, Mapeo sistemático, Revisión, Socioecológico, Interdisciplinar, Agricultura sostenible, Agricultura tropical.

**KEYWORDS:** Palm oil, Systematic mapping, Review, Socio-ecological, Interdisciplinary, Sustainable farming, Tropical agriculture.

Traducido del original Systematic Mapping Shows the Need for Increased Socio-ecological Research on Oil Palm, publicado en la revista *Environ. Res. Lett.* 16 063002. doi: 10.1088/1748-9326/abfc77

Derechos de autor: el contenido original de esta obra puede ser utilizado bajo los términos de la Creative Commons 4.0 de Creative Commons. Cualquier otra distribución de esta obra debe mantener la atribución a el autor o autores y el título de la obra, la revista y el doi.

El material suplementario de este artículo está disponible en el ítem "Dato suplementario": <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abfc77>

**REISS-WOOLEVER, VALENTINE JOY**  
Grupo de Ecología de Insectos,  
Departamento de Zoología, University  
of Cambridge, Cambridge, Reino Unido.  
Correo electrónico: vjr30@cam.ac.uk

**LUKE, SARAH HELEN**  
Grupo de Ecología de Insectos,  
Departamento de Zoología, University  
of Cambridge, Cambridge, Reino Unido.

**STONE, JAKE**  
Grupo de Ecología de Insectos,  
Departamento de Zoología, University  
of Cambridge, Cambridge, Reino Unido.

**SHACKELFORD, GORM EIRIK**  
Grupo de Ciencias de Conservación,  
Departamento de Zoología,  
University of Cambridge, Cambridge,  
Reino Unido. BioRISC (Iniciativa de  
Investigación en Bioseguridad de St.  
Catharine's), St. Catharine's College,  
Cambridge, Reino Unido.

**TURNER, EDGAR CLIVE**  
Grupo de Ecología de Insectos,  
Departamento de Zoología, University  
of Cambridge, Cambridge, Reino Unido.

## Resumen

Durante el último siglo, la palma de aceite pasó de ser un cultivo de subsistencia en África Occidental a convertirse en un importante producto agrícola mundial, con importantes repercusiones en la biodiversidad, el medio ambiente, la sociedad y los medios de subsistencia. Aunque la industria de la palma de aceite contribuye a las economías locales y nacionales en

los trópicos, existen preocupaciones importantes sobre los efectos negativos del cultivo en la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema, así como en las comunidades locales y los agricultores. Existe una creciente conciencia de la necesidad de gestionar los paisajes agrícolas de manera más sostenible y la importancia de la investigación ecológica, social e interdisciplinaria para esto. Con el fin de comprender el estado actual de la investigación sobre la palma de aceite en estas áreas, llevamos a cabo un ejercicio de mapeo sistemático para cuantificar la investigación social, ecológica e interdisciplinaria socioecológica sobre el cultivo de la palma de aceite, evaluar las tendencias en la investigación e identificar brechas de conocimiento prioritarias en la literatura. La literatura se buscó utilizando elementos de reporte seleccionados adaptados en revisiones sistemáticas, metaanálisis y protocolos de colaboración para la evidencia ambiental. Se revisaron 4.959 publicaciones sobre los efectos ecológicos, sociales y socioecológicos del cultivo de la palma de aceite. Cada una se clasificó de acuerdo con el contexto del estudio (la ubicación y el tipo del sitio del estudio), los comparativos (el tipo de comparación que realiza el estudio), la intervención (la acción o decisión potencial que se está estudiando) y el resultado (los efectos de la intervención en la población). Esto dio como resultado 443 artículos clasificados, que luego se analizaron con más detalle para identificar la coocurrencia de diferentes focos de investigación entre las disciplinas y en la investigación socioecológica. Encontramos un incremento global en la investigación sobre la palma de aceite en las últimas 3 décadas, con un claro énfasis hacia Malasia e Indonesia, reflejando las tendencias de producción global. Más de 70 % de la investigación se centró en los resultados ecológicos, el 19 % en los sociales y menos del 10 % fueron interdisciplinarios. La mayoría de los estudios se realizaron dentro de plantaciones industriales, con comparaciones con hábitats no modificados, como los bosques. La investigación se ha centrado más en los efectos del cultivo sobre el rendimiento, la biodiversidad de invertebrados y los medios de vida. Para situar los hallazgos en el contexto de la producción de aceite de palma y las prioridades de sostenibilidad, se utilizó información sobre la producción regional de palma de aceite en toneladas, las prioridades de los organismos de certificación sostenible y las causas reconocidas de las brechas de rendimiento. Los vacíos de conocimiento más acuciantes incluyeron la falta de estudios sobre los efectos de los insumos de las plantaciones en la polinización y la herbivoría, la relación entre los factores ecológicos y la salud y el bienestar humanos, así como, las comparaciones de diferentes prácticas de manejo dentro de las plantaciones de palma de aceite. Se aboga para que estas brechas se conviertan en el centro de atención de la investigación futura, ya que se encuentran en áreas de investigación prioritarias identificadas y es probable que los resultados sean críticos para informar el desarrollo de una producción de aceite de palma más sostenible.

## Abstract

In the past century, oil palm has developed from a sustenance crop in West Africa to a major global agricultural commodity, with substantial impacts on biodiversity, the environment, society, and livelihoods. Although the oil palm industry contributes to local and national economies across the tropics, there are significant concerns about the negative effects of oil palm cultivation on biodiversity and ecosystem functioning, as well on local communities and farmers. There is a growing awareness of the need for managing agricultural landscapes more sustainably, and the importance of ecological, social, and also interdisciplinary research to inform this. To understand the current status of research across these areas for oil palm, we carried out a systematic mapping exercise to quantify social, ecological, and interdisciplinary socio-ecological research on oil palm cultivation, assess trends in the research, and to identify priority knowledge gaps in the literature. Literature was searched using adapted preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses and Collaboration for Environmental Evidence protocols. We reviewed 4959 publications on the ecological, social, and socioecological effects of oil palm cultivation. Each publication was classified according to study context (the study site location and type), comparators (the type of comparison the study makes), intervention (the potential action or decision being studied), and outcome (the effects of the intervention on the population). This resulted in 443 classified papers, which we then analyzed in more detail, to identify co-occurrence of different research foci between the disciplines and in socio-ecological research. We found a global increase in oil palm research over the past three decades, with a clear bias to Malaysia and Indonesia, mirroring global production trends. Over 70% of the research was focused on ecological outcomes, 19% on social, and less than 10% interdisciplinary. The majority of studies were conducted within industrial plantations, with compari-

sons to non-modified habitats, such as forests. Research has focused most on the effects of cultivation on yield, invertebrate biodiversity, and livelihood. To place our findings in context of production of palm oil and sustainability priorities, we used information on regional oil palm production in Tonnes, priorities of sustainable certification bodies, and recognized causes of yield gaps. The most pressing knowledge gaps included a lack of studies on the effects of plantation inputs on pollination and herbivory, the relationship between ecological factors and human health and wellbeing, and comparisons of different management practices within oil palm plantations. We advocate that these gaps become the focus of future research attention, as they lie in identified priority research areas and outcomes are likely to be critical to informing the development of more sustainable palm oil production.

## 1. Introducción

El cambio ambiental debido a la demanda agrícola ha transformado los paisajes en todo el mundo, causando una pérdida generalizada de hábitats naturales y biodiversidad (Sala *et al.*, 2000). Si bien el aumento de la producción agrícola es necesario para alimentar a una población mundial en crecimiento y apoyar los medios de vida del 30 % de la población (FAO, 2019), los cultivos pueden tener graves efectos negativos sobre el medio ambiente. Un ejemplo notable de esto se ve en la industria del aceite de palma. La palma de aceite (*Elaeis guineensis*) es uno de los cultivos que más rápido se expande en los trópicos (Vijay *et al.*, 2016). Bajo una eficiencia óptima, tiene un rendimiento por área 5-9 veces mayor que otros cultivos de semillas oleaginosas y es responsable de 40 % del aceite vegetal utilizado en alimentos, cosméticos y biocombustibles en todo el mundo (Prokurat, 2013). Esto, junto con la vida económica potencial de 20-30 años de las plantas, ha hecho de la palma de aceite uno de los cultivos más lucrativos en los trópicos (Sayer *et al.*, 2012). Entre 2003 y 2013, la producción mundial se ha duplicado en países de América del Sur, África y Asia (RSPO, 2018). En estas regiones, esta expansión de la palma de aceite ha sido en gran medida a expensas de los bosques tropicales, que sostienen dos tercios de la diversidad de flora y fauna del mundo y almacenan una cuarta parte del carbono terrestre (Bonan, 2008).

A medida que la tierra tropical dedicada a la palma de aceite ha aumentado, también lo ha hecho la atención que la industria ha recibido de la comunidad científica (Savilaakso *et al.*, 2014). La conversión de bosques en plantaciones de palma de aceite y la reducción resultante en la heterogeneidad ambien-

tal y la complejidad del hábitat ha sido un enfoque frecuente de la investigación ecológica (Dislich *et al.*, 2015). Las transformaciones del suelo tienen muchas consecuencias negativas para las comunidades animales y las funciones ecosistémicas que apoyan, incluida la reducción del secuestro de carbono, la polinización y la fertilidad del suelo (Barnes *et al.*, 2014). Los estudios que comparan la palma de aceite con los bosques tropicales han encontrado una reducción de 35 % en la riqueza de especies (Dhandapani, 2015) y un efecto negativo en más de 75 % de los servicios ecosistémicos clave (Dislich *et al.*, 2015) después de la conversión. Sin embargo, el cultivo de palma de aceite también puede traer una amplia gama de beneficios para los medios de vida humanos y tiene una eficiencia de uso de la tierra mucho mayor en comparación con muchos otros cultivos alternativos (de Vries *et al.*, 2010). Un número cada vez mayor de comunidades rurales trabaja en estas plantaciones y la industria de la palma de aceite proporciona empleo a más de 4,5 millones de agricultores solo en el Sudeste Asiático (Vermeulen *et al.*, 2006). Los sociólogos han observado los impactos del cultivo en los medios de vida (Krishna *et al.*, 2015), la dinámica de los hogares (Hasanah *et al.*, 2019) y la satisfacción de los agricultores (Feintrenie *et al.*, 2010), con algunos estudios que destacan el impacto positivo que el cultivo a gran y pequeña escala ha proporcionado a las economías rurales y nacionales (Dur, 2017). Sin embargo, también se han registrado impactos negativos en temas sociales como la desigualdad de género (Levien, 2017) y los derechos de los pueblos indígenas (Colchester *et al.*, 2006). Tanto en las disciplinas ecológicas como en las sociales, está claro que las comunidades humanas y ambientales se ven afectadas en todos los continentes y sistemas de plantación. Es

probable que el equilibrio entre los efectos positivos y negativos dependa de la ubicación y la escala de la plantación que se está estudiando y de las formas en que se gestiona la plantación (Dislich *et al.*, 2015).

La palma de aceite es un producto agrícola importante que se produce en 43 países en los 5 continentes (Miettinen *et al.*, 2012). Si bien el rango está restringido a los trópicos húmedos, las regiones difieren en gran medida en el contexto ecológico y social del cultivo, en las especies nativas presentes o la historia de empleo de las comunidades locales. Por lo tanto, las sugerencias de manejo pueden no ser transferibles entre áreas y los esfuerzos de investigación y conservación deben incorporar estrategias adaptadas al contexto de ubicación específico (Vijay *et al.*, 2016). La sostenibilidad ecológica, social y de producción de las plantaciones también está fuertemente influenciada por las decisiones de manejo, incluidos factores como el cultivo intercalado, los insumos químicos y la implementación de esquemas de certificación. Como estos varían ampliamente entre las plantaciones y a menudo no son óptimos, el rendimiento promedio global de 3,5 toneladas de aceite por hectárea (t) está muy por debajo del potencial previsto de 11-18 toneladas (Barcelos *et al.*, 2015). Por ejemplo, la brecha de rendimiento entre las plantaciones industriales y de pequeños agricultores puede ser de hasta el 40 % (Molenaar *et al.*, 2013). Las plantaciones industriales son administradas por grandes empresas y ocupan miles de hectáreas, mientras que las plantaciones de pequeños agricultores generalmente se administran como fincas familiares (Bennett *et al.*, 2019). Los pequeños agricultores asistidos, también conocidos como sistemas de plasma o núcleo, son propietarios independientes de la plantación, pero están asociados con grandes compañías que les brindan asistencia técnica. Debido a sus distintas escalas operativas, el manejo entre estos sistemas difiere. Los sistemas industriales son a menudo plantaciones de monocultivo de alto rendimiento, mientras que los pequeños agricultores suelen tener plantaciones de policultivo a pequeña escala, que carecen de infraestructura (Bissonnette y De Koninck, 2017). La escala de la producción y las decisiones de manejo individual, por lo tanto, tienen profundos impactos no solo en la ecología de los paisajes con palma de aceite, sino en la dinámica social de propietarios y trabajadores.

Como un tema global multifacético y urgente, el desarrollo de una producción de aceite de palma más sostenible requiere de un enfoque innovador e

integrado, que involucre a numerosas partes interesadas y componentes que interactúen entre sí, con soluciones y conocimientos extraídos de múltiples disciplinas (Miller, 2016). Esto exige una mayor investigación ecológica y social, pero también una mayor priorización de la investigación interdisciplinaria que integra múltiples factores. El número de proyectos de investigación interdisciplinarios dentro de los sistemas agrícolas está aumentando (Kirsten, 2008; Spelt *et al.*, 2010), destacando su importancia en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015). Este artículo se enfoca únicamente en la investigación socioecológica como un trabajo interdisciplinario. En los estudios socioecológicos, los proyectos de investigación “social” son aquellos en el campo de las ciencias sociales que se centran en los seres humanos y sus valores, preferencias, percepciones y decisiones (Yousaf, 2012). Los proyectos de investigación “ecológicos” son aquellos que estudian los organismos, el medio ambiente y sus relaciones. Esto incluye el estudio de las poblaciones de plantas y animales, las comunidades y los ecosistemas, y todas las formas de biodiversidad. Dentro de cada disciplina existen numerosos enfoques de estudio y metodologías posibles para llevar a cabo la investigación. Para lograr una socioecológica verdaderamente interdisciplinaria, la información, los métodos y las perspectivas deben integrarse y sintetizarse a lo largo de todo el proceso de investigación (Beichler *et al.*, 2014). Las revisiones previas requieren mayor investigación sobre el trabajo interdisciplinario en cultivos de importancia mundial (van Noorden, 2015), pero se desconoce el estado actual de la investigación socioecológica interdisciplinaria sobre la palma de aceite. Para comprender la amplitud y profundidad de esta investigación, se requiere una revisión de mapeo.

- Este artículo adopta un enfoque de mapeo sistemático con los siguientes objetivos principales:
- Determinar cómo el número de estudios ecológicos, sociales y socioecológicos sobre el cultivo de la palma de aceite ha cambiado con el tiempo.
- Identificar los contextos de estudio e intervenciones predominantes en la investigación ecológica, social y socioecológica sobre el cultivo de la palma de aceite, y cómo han cambiado con el tiempo.
- Examinar las diferencias y similitudes en el contexto de la investigación común, la metodología de estudio y el enfoque de la intervención entre

los estudios ecológicos, sociales y socioecológicos sobre el cultivo de la palma de aceite.

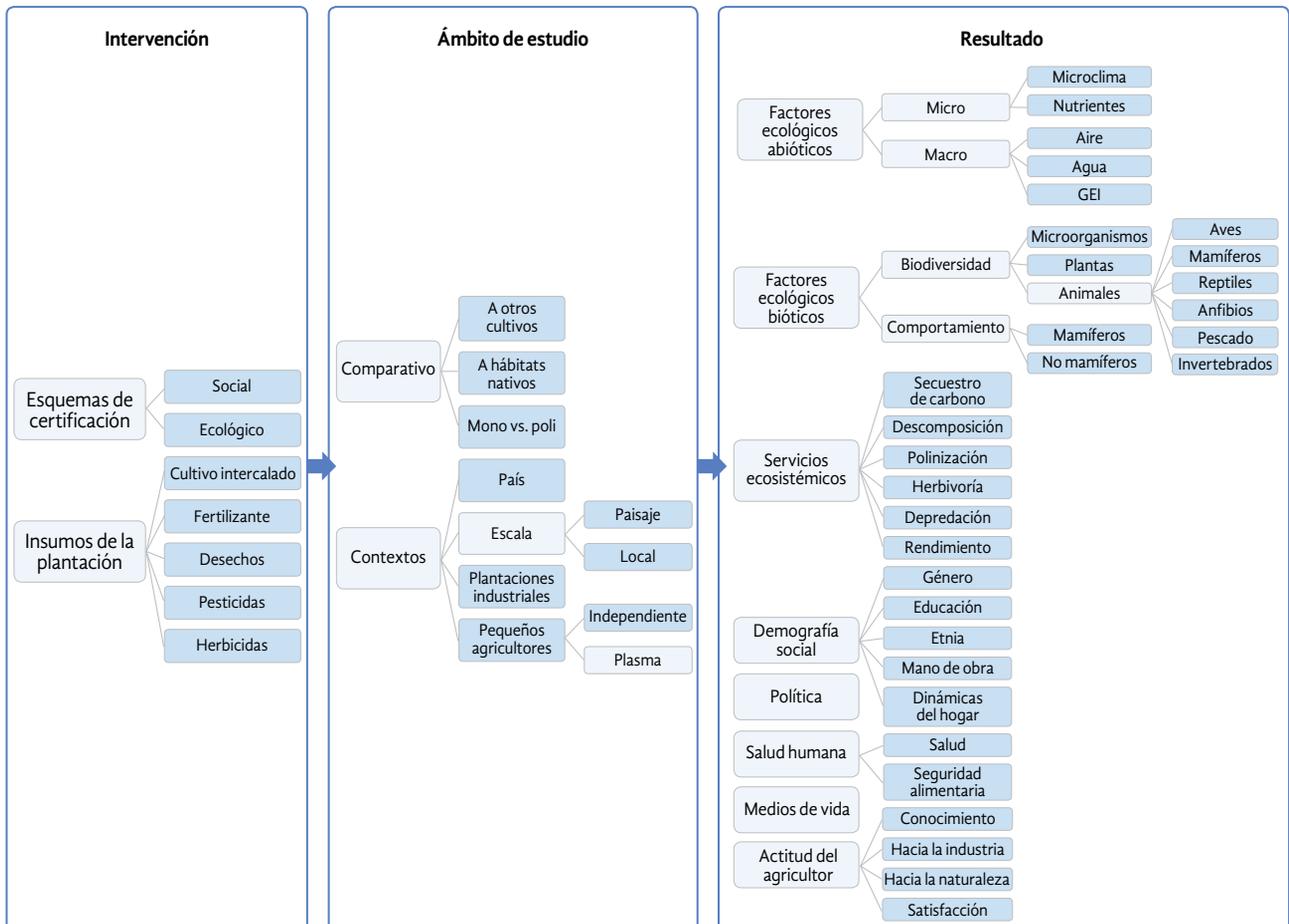
- Identificar brechas en la base de evidencia que representan las prioridades de investigación.

## 2. Metodología

Se utilizó un enfoque de mapeo sistemático para cuantificar la cantidad de investigación social, ecológica y socioecológica existente sobre el cultivo de la palma de aceite e identificar brechas en la literatura. El mapeo sistemático utiliza un procedimiento detallado y establecido para identificar, clasificar y describir un conjunto de pruebas (James *et al.*, 2016). En los mapas

sistemáticos, la calidad de la evidencia no siempre se evalúa (“evaluación crítica”), sino que proporcionan una medida del grado actual en que se ha realizado la investigación. Los métodos fueron adaptados de las Pautas de Revisión Sistemática de la Colaboración para la Evidencia Ambiental (Pullin *et al.*, 2018), los estándares de presentación de informes para la síntesis sistemática de evidencia de protocolos de mapas sistemáticos (Haddaway *et al.*, 2018) y las Pautas de Evidencia sobre Conservación de Cambridge (Shackelford *et al.*, 2019). Se aplicó un enfoque gradual para el proceso de búsqueda, el cual está basado en el diagrama de flujo para mapas sistemáticos detallados en los elementos de reporte preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (Moher *et al.*, 2009) Figura 1,

**Figura 1.** Codificación utilizada en la clasificación de publicaciones por ‘intervención’, ‘alcance del estudio’ y ‘resultado’. Las categorías al final de su línea jerárquica en azul oscuro son las que se utilizan para la clasificación final (‘códigos’). GEI = gases de efecto invernadero, mono vs. poli = monocultivo versus policultivo



información complementaria A). Este enfoque implica la búsqueda en múltiples bases de datos, la eliminación de los duplicados y la evaluación de la relevancia a nivel de título, resumen y texto completo.

## 2.1 Definición de la cadena de búsqueda

Antes de realizar la búsqueda inicial o de establecer una cadena de búsqueda, se seleccionó un conjunto de 10 “documentos de referencia” mediante la consulta a 11 expertos en investigación sobre la palma de aceite (información complementaria B (disponible en línea en [stacks.iop.org/ERL/6/063002/mmedia](https://stacks.iop.org/ERL/6/063002/mmedia))). Los expertos incluyeron a participantes en estudios de investigación sobre palma de aceite de alto perfil y académicos con experiencia en el tema. Los documentos de referencia representaron las 10 publicaciones más comúnmente sugeridas que ejemplifican la investigación interdisciplinaria sobre los efectos socioecológicos del cultivo de la palma de aceite. Luego, estos documentos se utilizaron para establecer y verificar la cadena de búsqueda, como se describe a continuación.

La cadena de búsqueda consistió en tres partes: definición del tema (palma de aceite), definición del contexto de la intervención (en la etapa de cultivo desde la plantación hasta la cosecha) y definición del resultado (ecológico, social, socioecológico). Se construyeron tres cadenas distintas para producir tres búsquedas distintas: el efecto ecológico, social y socioecológico del cultivo de la palma de aceite (Tabla 1). Los términos en la cadena de búsqueda se determinaron a través de una revisión de títulos, resúmenes y palabras clave en los documentos de referencia, lo que resultó en 16 términos básicos. Posteriormente, se realizó una búsqueda de sinónimos y ortografías alternativas para estos términos, utilizando el Diccionario de Inglés de Oxford (Oxford University Press, 2020), que dio un total de 73 palabras potenciales. Luego, se usaron en un ejercicio de alcance utilizando ISI Web of Science, en el que se analizaron términos que contribuyeron con menos de 1 % de artículos relevantes de un subconjunto de resultados. Posteriormente, se vincularon los 32 términos de búsqueda relevantes resultantes utilizando los operadores booleanos “O” e “Y”. Se consideró la cadena de búsqueda verificada una vez que se localizaron todos los artículos de referencia utilizando estos términos.

## 2.2 Búsquedas

Se buscaron en revistas revisadas por pares utilizando ISI Web of Science el 15 de enero de 2021. Se recuperaron un total de 4.696 artículos usando las 3 cadenas de búsqueda antes de contabilizar los duplicados: 2.203 de la ecológica, 1.478 de la social y 1.015 de la socioecológica. Una gran cantidad de investigación interdisciplinaria en particular se informa en la “literatura gris”, como informes y disertaciones doctorales (Lawrence *et al.*, 2015). Se encontró literatura gris a través del motor de búsqueda EThOS (E-Theses Online Service, The British Library, 2020), Open Grey (INIST-CNRS, 2020) y una búsqueda manual de la literatura referenciada a partir de los documentos de referencia utilizando un “diseño de bola de nieve”. Este implica compilar las publicaciones relevantes a partir de las bibliografías de los documentos de referencia, y luego buscar las citas de las publicaciones resultantes para encontrar trabajos destacados adicionales (Naderifar *et al.*, 2017). El muestreo de bola de nieve se completó cuando no se produjeron nuevas publicaciones relevantes. También se buscaron títulos relevantes en las bibliografías de documentos de revisión clave (Fitzherbert *et al.*, 2008; Foster *et al.*, 2011; Obidzinski *et al.*, 2012; Savil-aakso *et al.*, 2014; Dislich *et al.*, 2017; Qaim *et al.*, 2020), lo que resultó en 147 nuevos títulos. Después de eliminar 711 duplicados, quedaron 5.232 títulos únicos (Figura 1, información complementaria A).

## 2.3 Inclusión/exclusión

Las publicaciones recuperadas se seleccionaron en tres etapas: título solamente, resumen y, cuando fue necesario para obtener la información de clasificación completa que se requería, el texto completo. Al examinar los artículos para determinar su relevancia, se aplicaron una serie de criterios de inclusión y exclusión consistentemente (Tabla 2). Estos se establecieron siguiendo a Methley *et al.* (2014), utilizando una adaptación en el modelo de revisión PICOS: población, intervención, comparativo, resultados y diseño del estudio (por sus siglas en inglés). En el modelo PICOS, la población es el sujeto de la investigación, la intervención es la acción o decisión potencial que se está estudiando, el comparativo es el tipo de comparaciones que realiza el estudio, el resultado son los efectos de la intervención en la población y el diseño del estudio es el tipo de investigación in-

**Tabla 1.** Cadenas utilizadas para las tres búsquedas independientes en Web of Science. En una búsqueda avanzada, 'TS' define los términos del tema para la búsqueda, y un asterisco (\*) representa un truncamiento que recupera palabras con variante cero a muchos caracteres (es decir, enferm\* incluirá enfermedades, enfermo, enfermedades, etc.).

Enfoque de búsqueda	Cadena de búsqueda
Ecológico	TS = (oil palm O palm oil O <i>Elaeis guineensis</i> ) y TS = (agricultur* O cultivat* O crop*) Y TS = (ecosystem* O environment* O ecolog* O habitat O biodiver* O divers* O function* O deforest* O conservation O sustainab*)
Social	TS = (oil palm O palm oil O <i>Elaeis guineensis</i> ) y TS = (agricultur* O cultivat* O crop*) y TS = (socio* O attitude* O choice* O perception* O decision O preference O behavio* O knowledge O income O livelihood* O wellbeing O well-being O welfare O development O household OR farmer*)
Socioecológico	TS = (oil palm OR palm oil OR <i>Elaeis guineensis</i> ) Y TS = (agricultur* O cultivat* O crop*) Y TS = (ecosystem* O environment* O ecolog* O habitat O biodiver* O divers* O function* O deforest* O conservation O sustainab*) Y TS = (socio* O attitude* O choice* O perception* O decision O preference O behavio* O knowledge O income O livelihood* O wellbeing O well-being O welfare O development OR household O farmer*)

cluido en la revisión (Pullin y Stewart, 2007). Solo se incluyeron publicaciones que: (a) se centraron en los efectos ecológicos y/o sociológicos del cultivo de la palma de aceite, (b) investigaron los efectos de las intervenciones aplicadas únicamente en la etapa de cultivo de la producción de palma de aceite y (c) informaron los estudios primarios. No se aplicó ninguna restricción de fecha y, debido a las limitaciones de recursos, únicamente se consideraron las publicaciones disponibles en inglés.

Antes de la selección de exclusión, se realizó una elección de prueba con un segundo investigador en el 10 % de los resultados de la búsqueda. Para evitar el sesgo interpretativo, los 2 investigadores procedían de entornos diferentes, pero ambos trabajaron en el campo relevante del estudio sobre la palma de aceite (MacCoun, 1998). Se realizó una verificación de consistencia entre revisores tanto en la etapa de título como en la de resúmenes utilizando la Kappa (*k*) de Cohen (Carletta, 1996). Si ocurría una discrepancia, la publicación se marcaba y guardaba para su posterior estudio y discusiones. A partir de estas discusiones, adaptamos y aclaramos los criterios de inclusión/exclusión (Tabla 2). El valor inicial de *k* de Cohen fue 0,47 después de seleccionar 100 títulos. Al repetir el ejercicio, se alcanzó un valor *k* de Cohen de 0,740 en el título y 0,843 a nivel de resumen, superando la directriz frecuentemente utilizada de 0,60 (Collaboration for Environmental Evidence, 2013).

Después de seleccionar los títulos, quedaron 1.107 de los 4.959 registros (Figura 1, información complementaria A). Estas publicaciones se refinaron aún más utilizando los mismos criterios de inclusión/exclusión para estudiar los resúmenes. Después de seleccionarlos, quedaron 453 elementos. Debido al alto volumen de información relevante capturada y las limitaciones de recursos, el artículo completo solo se examinó cuando había dudas sobre la relevancia o para obtener información de clasificación adicional necesaria para esta publicación. Se eliminaron 10 publicaciones donde no se pudo recuperar el texto completo y las 443 publicaciones restantes continuaron en la clasificación (información complementaria C).

## 2.4 Clasificación y codificación

Se utilizaron palabras clave con respecto a intervenciones comunes, comparativos, alcances del estudio y resultados para describir, clasificar y codificar las publicaciones. Para la clasificación de estos se basaron en los mismos conceptos que se usaron en los criterios de inclusión/exclusión (Tabla 2). Las palabras clave iniciales se determinaron a través de nuestro conocimiento de la investigación sobre la palma de aceite y enumerando los temas comunes y las metodologías de investigación vistas a partir de los documentos de referencia. Para ampliar estas categorías, se leyeron los resúmenes de los primeros 100 registros con enfoque social y los primeros cien registros

con enfoque ecológico, ordenados alfabéticamente, para extraer temas de investigación prevalentes. Esto dio como resultado 39 categorías iniciales. Los autores de los 10 documentos de referencia proporcionaron retroalimentación sobre el esquema de clasificación propuesto y sugirieron agregar 9 categorías adicionales. Para mayor claridad, se organizaron los temas en 3 categorías distintas: “ecológica”, “social” y “enfoque de estudio” (Figura 1). Dentro de esto, se desarrolló una jerarquía de temas y cada uno culminó en un nivel final utilizado para clasificar las publicaciones (en lo sucesivo denominado “código”). Los estudios podían encajar en múltiples categorías

y se les asignaron todos sus códigos relevantes en todas las secciones. Para cada publicación, también se registró el país en el que se realizó el estudio.

## 2.5 Visualización y análisis de datos

La manipulación y visualización de datos se realizó en R y utilizando el R studio (R Core Team, 2020; RStudio Team, 2020). Se utilizó el paquete ggplot2 para la visualización de datos de tendencias en la literatura (Wickham, 2016). Se utilizaron los paquetes ggplot2, reshape2 (Wickham, 2007) y cooccur (Griffith, 2016) para construir mapas de calor.

**Tabla 2.** Tabla de criterios de inclusión y exclusión para las publicaciones recuperadas.

Elemento de búsqueda	Inclusión	Exclusión
Población (sujeto)	Estudios sobre algún aspecto de la ecología y/o sociología de las plantaciones de palma de aceite y sus entornos circundantes (terrestres y acuáticos). Incluye investigaciones realizadas en todos los países.	Estudios sobre otros cultivos, investigación genética o celular.
Intervención	Todas las intervenciones con la intención de afectar factores ecológicos o sociológicos, llevadas a cabo en la etapa de cultivo de la producción de aceite de palma. Se incorporan las acciones tomadas por investigadores, agricultores, propietarios industriales u otros participantes involucrados. Esto incluye, pero no se limita a insumos como la aplicación de fertilizantes y herbicidas, la implementación de esquemas de certificación, las intervenciones del gobierno para aumentar la participación de las mujeres y las opciones tomadas con respecto a la estructura del cultivo y la plantación.	Intervenciones en otras etapas de la línea de producción, incluidas las etapas de procesamiento o consumo.
Comparativo (contexto)	Se incluyeron estudios comparativos y no comparativos. Las comparaciones incluyeron: comparaciones a lo largo del tiempo, entre grupos de control e intervención, entre intervenciones, con otros usos del suelo (bosques, otros cultivos).	
Resultado	Cualquier efecto medido sobre los factores ecológicos y/o sociológicos. Se consideraron los efectos del cultivo en cualquier componente biótico o abiótico del ecosistema, incluidos los gases de efecto invernadero y los sistemas hídricos. Los efectos en los factores sociológicos incluyeron los del cultivo de la palma de aceite en los medios de vida de los agricultores, las actitudes hacia la naturaleza o la seguridad alimentaria.	Efectos sobre los elementos ajenos al área de cultivo, sobre el PIB del país o las tasas de deforestación regional.
Diseño del estudio	Solo se incluyeron estudios de investigación primaria. Se incluyeron estudios correlativos y manipulativos.	Modelos predictivos, marcos metodológicos o nuevos enfoques de investigación, artículos de revisión o narrativas.
Fecha	No se aplicaron restricciones de fecha.	
Idioma	Únicamente inglés, debido a limitaciones de recursos.	

### 3. Resultados

#### 3.1 Características de los estudios incluidos

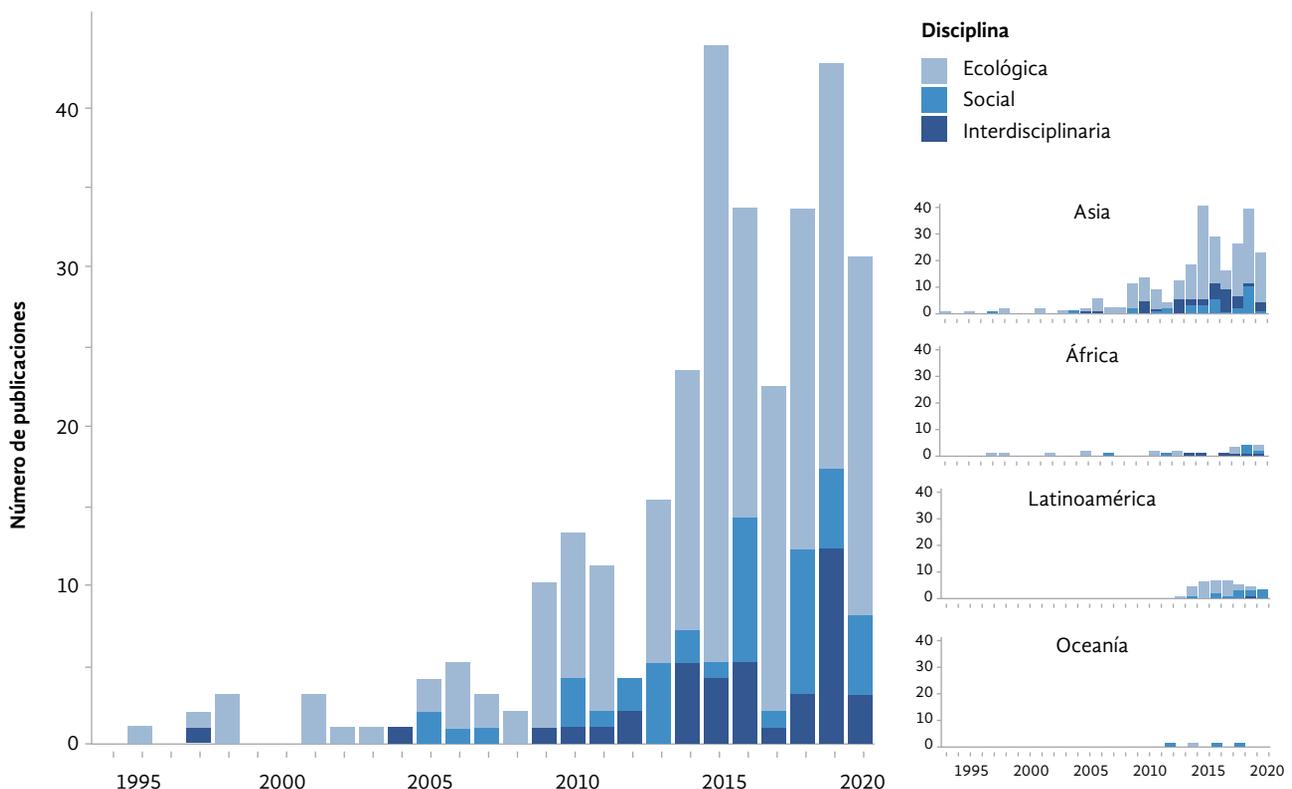
##### 3.1.1 Distribución de publicaciones y enfoque disciplinario a lo largo del tiempo

El primer estudio identificado en la búsqueda inicial antes de la selección se publicó en 1980 y el primer estudio relevante en 1993 (Figura 2). Entre 1993 y el 31 de diciembre de 2020 se publicaron un total de 371 investigaciones relevantes. Más de 70 % de estas eran puramente ecológicas, el 19 % se centraba solo en las disciplinas sociales y menos de 10 % de los estudios incluían componentes de ambas disciplinas. Ha habido un rápido aumento en las publicaciones relevantes con el tiempo. Entre 1993 y 2000, solo se produjeron 8 estudios relevantes, 7 de los cuales tenían un enfoque ecológico y 1 mencionaba factores

sociales y ecológicos. En la siguiente década, se produjeron 55 artículos relevantes; una vez más, la mayoría (76 %) tenía un enfoque ecológico.

En los últimos 10 años ha habido un gran aumento en el número de publicaciones producidas, con 86 % de los estudios relevantes elaborados desde 2010. El número de estudios socioecológicos interdisciplinarios también se han acelerado, con una mayor producción solo en 2019 (12) que la realizada en 20 años entre 1993 y 2013 (Figura 2). En los últimos 5 años, aproximadamente 10 % de las publicaciones fueron interdisciplinarias. Para todas las regiones, la mayoría de los estudios se centraron en los efectos ecológicos del cultivo de la palma de aceite. Más de 70 % en Asia, 71 % en América Latina, 50 % en África y 72 % en Oceanía se centraron en los resultados ecológicos. La mayoría (75 %) de los 40 estudios interdisciplinarios se realizaron en Asia.

**Figura 2.** Las barras apiladas muestran cambios en el enfoque de la investigación sobre el cultivo de la palma de aceite entre 1993 y 2020. El número de publicaciones pertinentes recuperadas está separado por el enfoque disciplinario. La gráfica anidada muestra el número de publicaciones y el cambio en el enfoque disciplinario en cada región con el tiempo



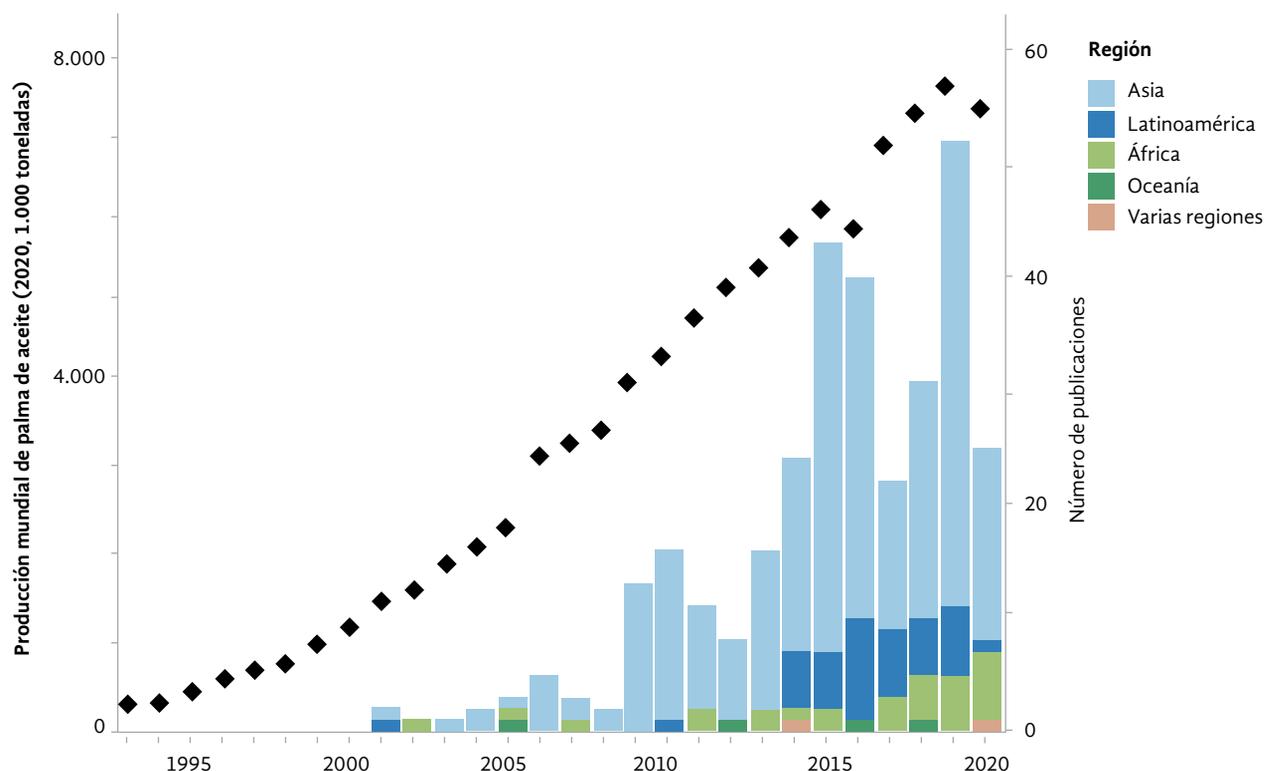
### 3.1.2 Distribución del enfoque geográfico a lo largo del tiempo

El primer estudio relevante se realizó en Asia, con un intervalo de 5 años, hasta que se hizo una publicación en otra región (África, en 1998). Todas las zonas registraron un aumento de las publicaciones después de 2010 (Figura 3). Aproximadamente dos tercios (326) de los 443 estudios se realizaron en Asia; el 15 % se realizaron en América Latina, el 8 % en África, el 1 % en Oceanía, y solo 2 investigaciones realizadas en múltiples regiones (Figura 3). Tanto la producción mundial de aceite de palma (FAO, 2020) como el número total de publicaciones aumentaron de 1993 a 2020 (Figura 3). El año de menor producción (1993) también fue el de menos publicaciones. Del mismo modo, el año de mayor producción (2019) fue el que tuvo más publicaciones.

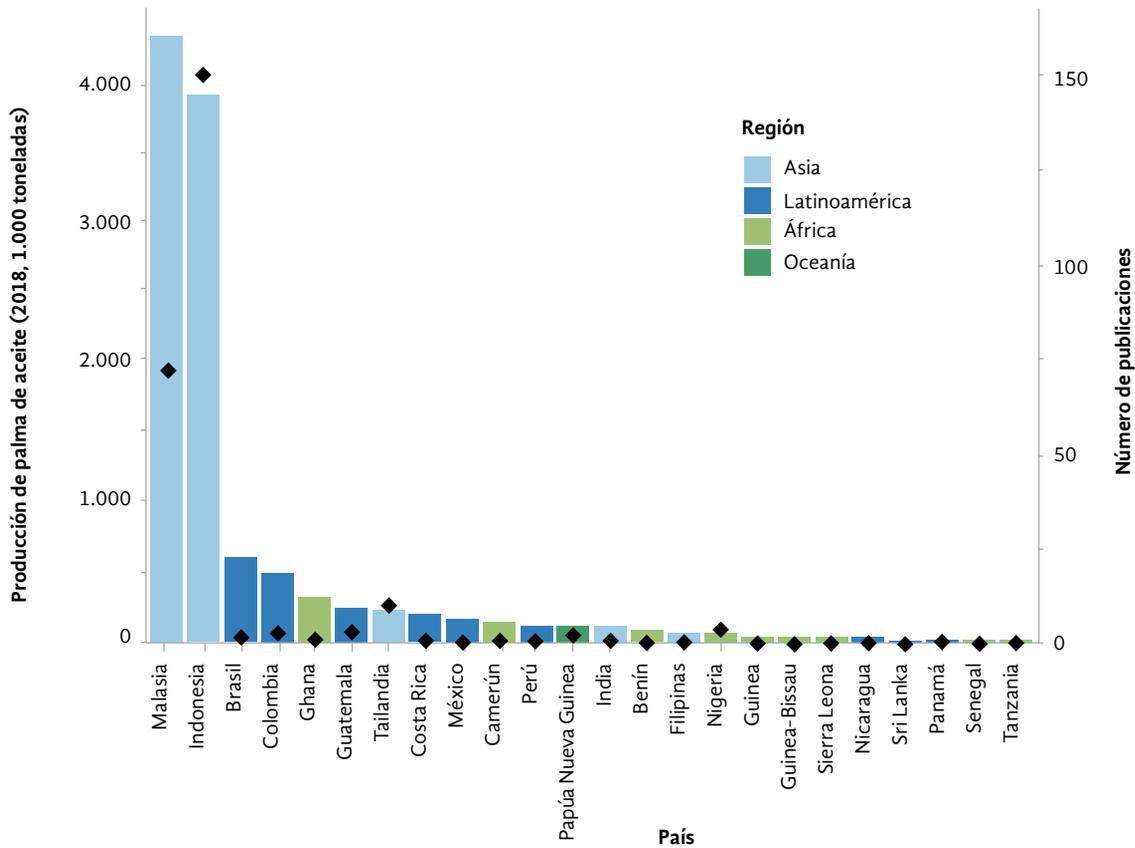
Incluyendo todas las disciplinas, 161 estudios ocurrieron en Malasia y 145 en Indonesia, lo que representa 36 % y 33 % de todos los estudios, respectivamente (Figura 4). El tercer país con más estudios fue Brasil, con 21. Mientras que 6 países asiáticos, 8 latinoamericanos, 9 africanos y 1 país oceánico estuvieron representados en el conjunto de datos. Nicaragua, Panamá, Senegal y Tanzania estuvieron representados con una sola publicación. Solo en 2019 se realizaron casi el doble de estudios en Malasia que, en toda África, de 1993 a 2020.

En general, los niveles de publicación en todos los países reflejaron los patrones de producción de aceite de palma, siguiendo la clasificación de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de 2018 (FAO, 2020), pero con varias diferencias clave. Por ejemplo, hubo más

**Figura 3.** Las barras apiladas muestran el número de publicaciones sobre el cultivo de la palma de aceite entre 1993 y 2020, separadas por región geográfica de estudio. Los puntos superpuestos muestran una producción mundial anual de aceite de palma de 1.000 toneladas entre 1993 y 2020 (FAO, 2020). Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Reproducido con permiso de la FAO (2020)



**Figura 4.** Las barras muestran el número de publicaciones sobre el cultivo de la palma de aceite realizadas en cada país de 1993 a 2020. Los puntos superpuestos muestran la producción anual de aceite de palma para cada país en 2018 en 10.000 toneladas (FAO, 2020). Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Reproducido con permiso de la FAO (2020)



publicaciones sobre Malasia que sobre Indonesia, aunque actualmente Indonesia tiene una mayor producción de aceite de palma. El tercer país con mayor producción, Tailandia, fue solo el séptimo en publicaciones de investigación. Nigeria fue cuarto en producción global, pero tuvo menos publicaciones que otros 15 países. Los tres países de menor producción que se incluyeron en la literatura fueron Guinea Bissau, Senegal y Sri Lanka. Los países en el séptimo (Ecuador), octavo (Costa de Marfil) y noveno (Honduras) lugar en producción de aceite de palma no tuvieron representación en la literatura.

### 3.1.3 Ocurrencias de diferentes ámbitos de estudio

El contexto de estudio más común fue las plantaciones industriales, que representan el 53 % de las

377 publicaciones donde se especificó el tipo de plantación (Figura 5). El 35 % de las publicaciones se enfocaron en pequeños productores independientes y el 12 % restante de hace referencia a pequeños productores de plasma. El 14 % de las 443 publicaciones no mencionaron el tipo de plantación que se está estudiando en ningún punto del texto. La mayoría de las intervenciones se investigaron a escala local (57 %), lo que refleja intervenciones a menor escala dentro de la finca, en lugar de ser a mayor escala paisajística. Las intervenciones más comúnmente estudiadas fueron la aplicación de fertilizantes (35 % de los estudios de intervención), contribuyendo con más estudios que todos los otros insumos de manejo directo (aplicación de desechos, uso de pesticidas, uso de herbicidas) combinados (Figura 6). Los programas de certificación se investigaron 18 veces y la mayoría de las investigaciones

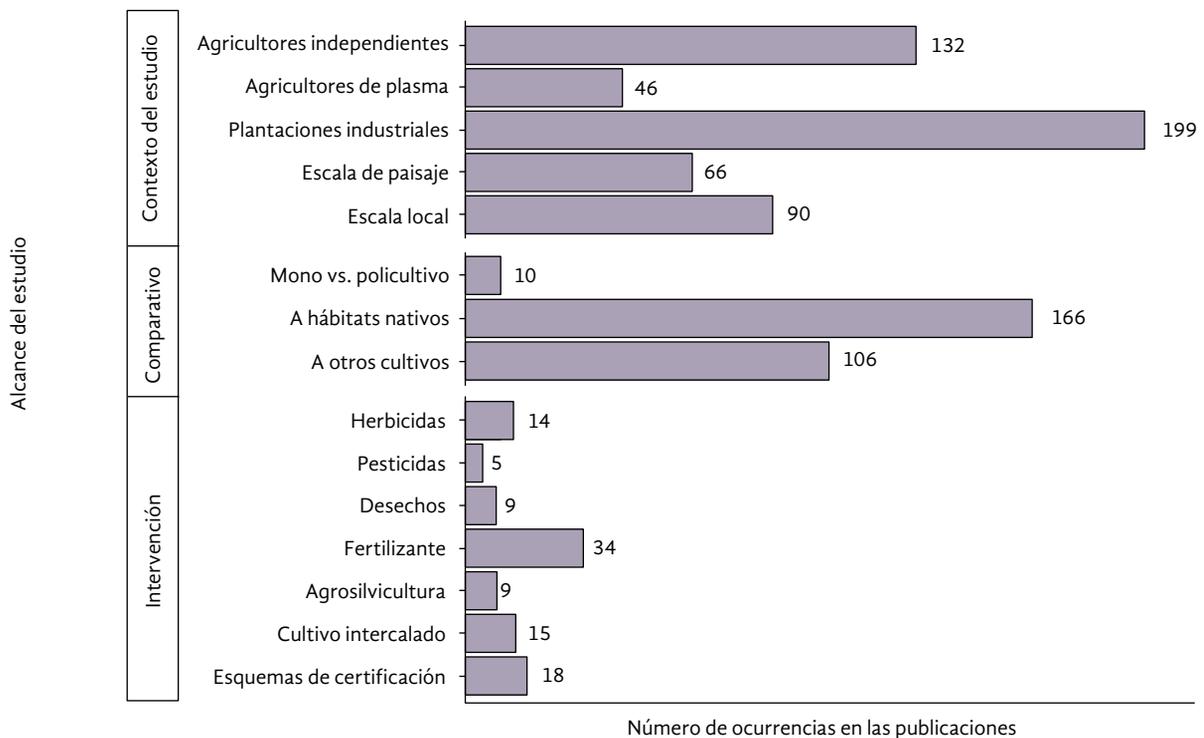
(64 %) informaron sobre los efectos ecológicos. En el 64 % de las publicaciones, se utilizó un comparativo. El comparativo más común en estos estudios fue los hábitats nativos (59 %), aunque las comparaciones con otros cultivos también fueron comunes. El 58 % de los estudios compararon la palma de aceite con el cultivo de caucho, y el 7 % con otros cultivos de biocombustibles tropicales, incluidos la yuca, la jatropha y la caña de azúcar. Las comparaciones entre plantaciones de monocultivo y policultivo fueron raras, con solo 10 estudios identificados.

### 3.1.4 Resultados examinados

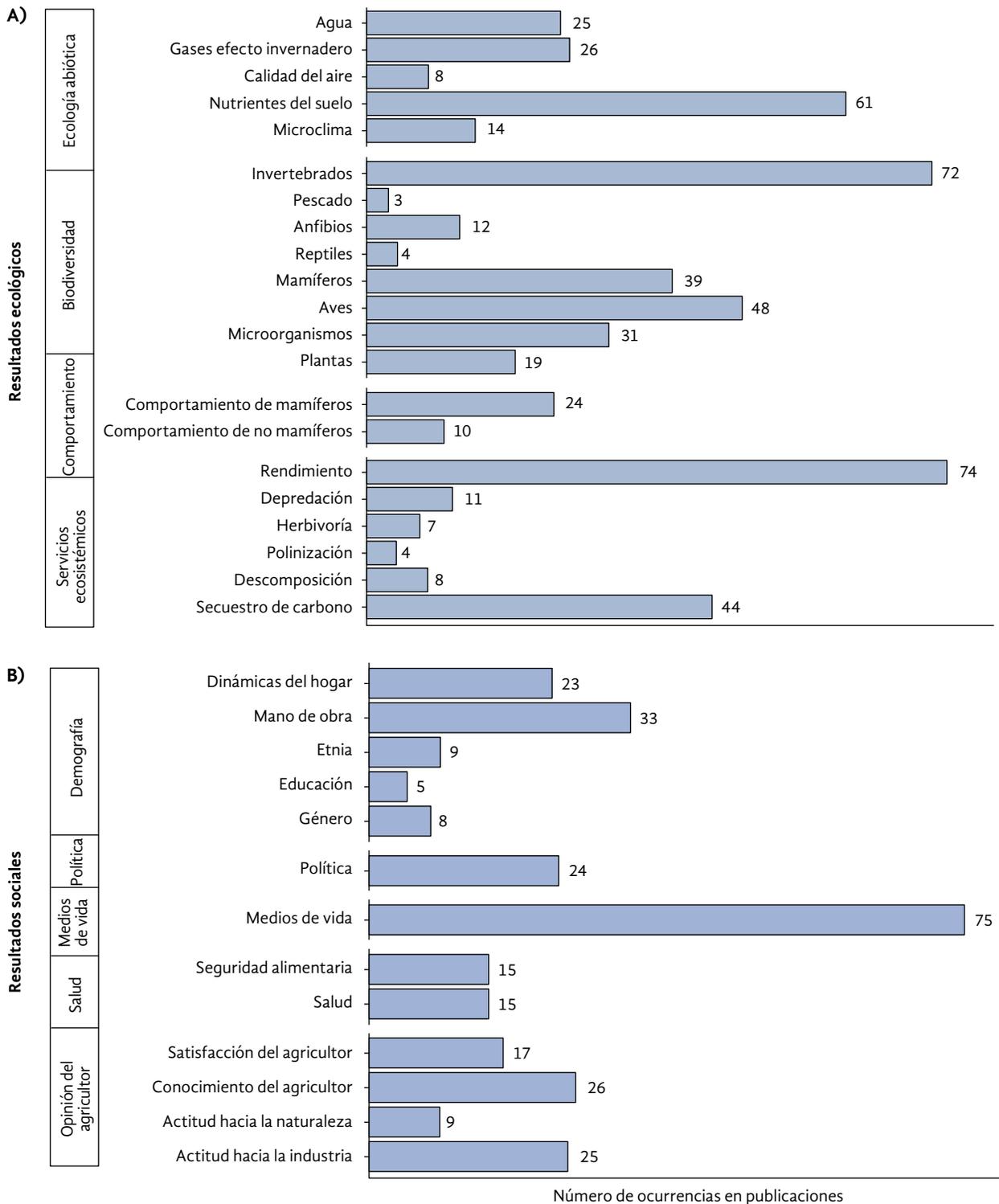
Los resultados informados con mayor frecuencia fueron los efectos en los medios de vida de los agricultores (75), el rendimiento (74) y la biodiversidad de invertebrados (72) (Figura 7). En general, 35 % de las

publicaciones informó sobre los resultados sociales, los ecológicos se informaron de forma independiente o en combinación con otros resultados en 65 % de las publicaciones. Los datos sobre biodiversidad se informaron con una frecuencia 1,5 veces mayor (228) que los datos sobre los servicios ecosistémicos (148). De las 228 publicaciones sobre biodiversidad incluidas, los estudios se realizaron con mayor frecuencia en invertebrados (32 %), aves (21 %) y mamíferos (17 %). Los estudios de comportamiento se centraron en los mamíferos el 70 % de las ocurrencias. De las 148 publicaciones sobre servicios ecosistémicos, los servicios más comúnmente investigados fueron el rendimiento (50 %) y el secuestro de carbono (29 %). Todos los demás servicios combinados contribuyen aproximadamente a 20 % de los resultados reportados para servicios ecosistémicos. La polinización fue estudiada con menos frecuencia. El resultado social

**Figura 5.** Contexto del estudio, comparativo y códigos de intervención y sus respectivas ocurrencias en las publicaciones. Las publicaciones pueden aparecer en más de un código, ya que el alcance general del estudio a menudo incluye varios factores. No se requirió que estas contuvieran un contexto, comparativo o intervención, y algunos estudios no están representados en estos códigos. Los códigos se organizan de acuerdo con las agrupaciones de 'Intervención', 'Comparativo' y 'Contexto del estudio' determinadas en la metodología (Figura 1)



**Figura 6.** Frecuencia de los factores de resultado examinados en todas las publicaciones incluidas. Como muchos estudios examinaron más de un resultado, los artículos pueden aparecer en más de un código. A) Frecuencia con la que se examinó cada resultado ecológico en las publicaciones. B) Frecuencia con la que se examinó cada resultado social en las publicaciones. Los códigos se organizan de acuerdo con las agrupaciones determinadas en la metodología, ver información complementaria A, Figura 1



más mencionado fue la subsistencia (75). Los factores demográficos se nombraron 78 veces dentro de los estudios, con más de 42 % de las ocurrencias provenientes de análisis sobre los efectos del cultivo en la dinámica del trabajo. La opinión del agricultor se registró 77 veces. La actitud hacia la industria (32 %) y el conocimiento de los agricultores (33 %) se investigaron con mayor frecuencia que la satisfacción de los agricultores (122 % [SIC]) y la actitud hacia la naturaleza (12 %).

### 3.2 Coocurrencia del ámbito del estudio y los resultados

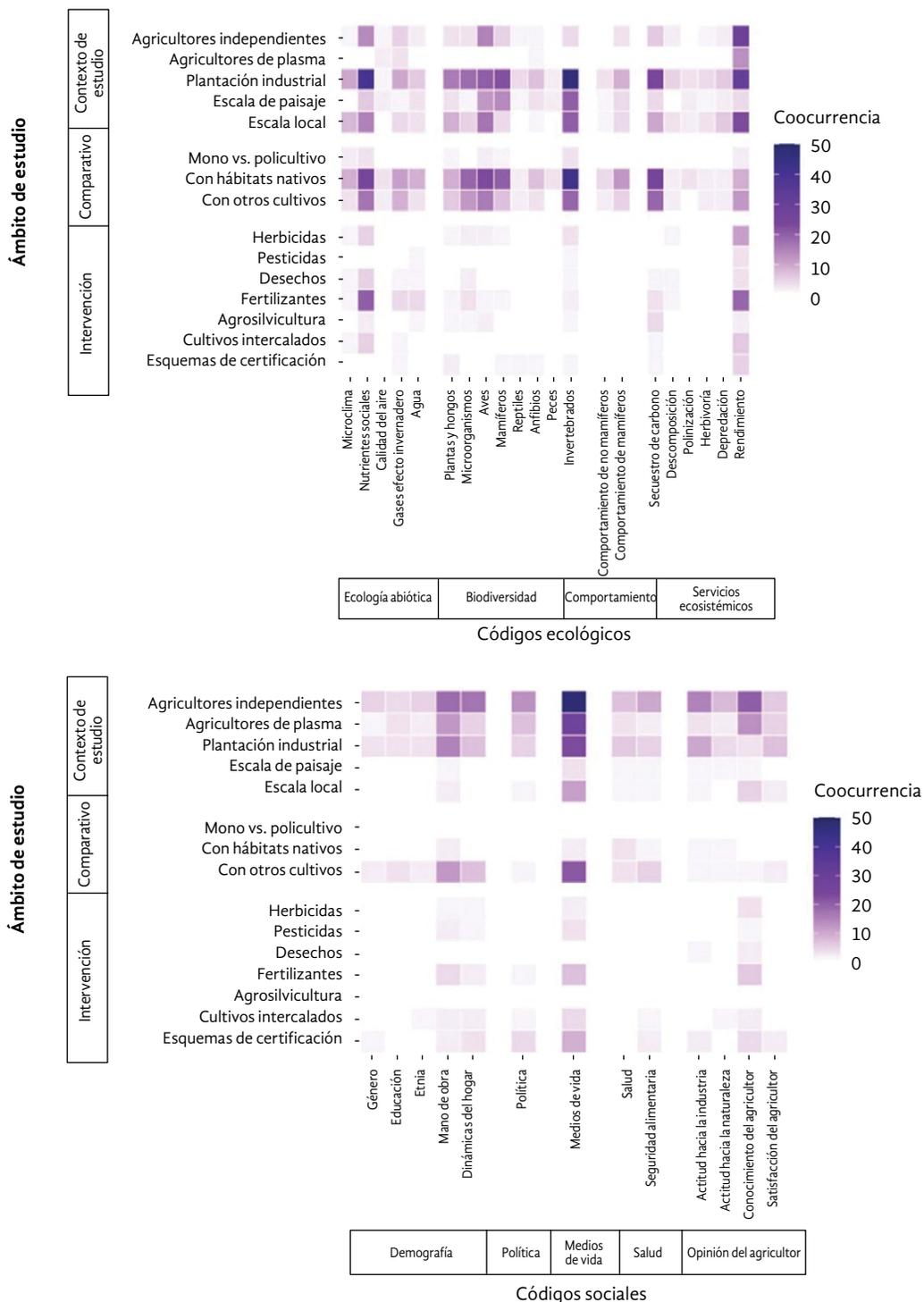
En los estudios ecológicos, las plantaciones industriales se investigaron casi 1,5 veces más que las de pequeños agricultores (Figure 6A). Las granjas de plasma solo contribuyeron con el 5 % de las publicaciones sobre ecología. Los resultados ecológicos se estudiaron 2 veces más a escala local que a escala de paisaje. La combinación más común de comparativo y resultado fueron los estudios sobre la biodiversidad de invertebrados en las plantaciones de palma de aceite en comparación con los hábitats no modificados (31 estudios). Las siguientes combinaciones más comunes fueron sobre el secuestro de carbono (25) y la biodiversidad de aves (23) en comparación con los hábitats nativos. Las comparaciones con hábitats nativos contribuyeron a 60 % de los estudios ecológicos comparativos. Las comparaciones de los efectos ecológicos de las plantaciones de monocultivo o policultivo fueron raras, con solo 14 ocurrencias. La combinación más común de intervenciones y resultados ecológicos fue el efecto del fertilizante en los nutrientes del suelo (20) y el fertilizante en el rendimiento (19). Estas fueron las únicas 2 combinaciones de resultado e intervención que se vieron más de 10 veces en la literatura. Los estudios sobre el efecto de cualquiera de las intervenciones en la biodiversidad de los peces estuvieron ausentes, y los efectos de las intervenciones en la biodiversidad de reptiles o anfibios se vieron solo una vez. El único efecto de los esquemas de certificación sobre los servicios ecosistémicos fueron los efectos en el rendimiento y el secuestro de carbono, y el secuestro de carbono solo se estudió 2 veces en este ámbito. No hubo publicaciones sobre el efecto de ninguna de las 7 intervenciones en la polinización, la herbivoría o la depredación. Todas las intervenciones se estudiaron con una frecuencia que es 2 veces mayor para los resultados ecológicos que para los sociales (Figuras 6A y 6B).

En contraste con los estudios ecológicos, el tipo de plantación más común utilizado para los estudios sociales fueron las plantaciones de pequeños agricultores independientes (49 %) (Figura 7B). Las granjas industriales se utilizaron con una frecuencia un poco mayor (26 %) que las plantaciones de plasma (24 %). En los estudios sociales, la escala local de investigación también fue más común que la escala de paisaje terrestre. Mucho menos estudios utilizaron comparativos para conceptos sociales que ecológicos, con coocurrencias en todas las combinaciones potenciales 5 veces más comunes en los estudios ecológicos (Figura 6). En los estudios que utilizaron comparaciones para los resultados sociales, las comparaciones con otros cultivos fueron las más comunes (61 %). No hubo estudios que compararan los efectos de monocultivos frente a policultivos en los resultados sociales. El género, la educación, la salud humana y la actitud hacia la naturaleza no se vieron en combinación con ninguna de las 7 intervenciones. Las combinaciones más comunes de intervención y resultados sociales fueron fertilizantes y medios de vida (7), seguido por fertilizantes y conocimientos de los agricultores (6). Los efectos de los esquemas de certificación como intervención se estudiaron con una frecuencia 5 veces mayor para los resultados sociales que para los resultados ecológicos. El género, la educación, la salud humana y la satisfacción del agricultor no se vieron en combinación con ninguna de las 7 intervenciones.

### 3.3 Coocurrencia de dimensiones ecológicas y sociales

Las combinaciones más comunes de resultados sociales y ecológicos fueron los medios de vida y el rendimiento (19), el conocimiento y el rendimiento de los agricultores (10) y la dinámica laboral y el rendimiento (6) (Figura 8). El rendimiento fue el resultado más frecuente en los estudios interdisciplinarios, visto en 52 publicaciones. El medio de vida fue el resultado social más común en los estudios interdisciplinarios (35), seguido del conocimiento del agricultor (16). El género, la etnia, las condiciones microclimáticas, la biodiversidad de reptiles, plantas y anfibios, la herbivoría y la descomposición estuvieron ausentes de cualquier estudio interdisciplinario. La mano de obra, la dinámica de los hogares, la política y la actitud hacia la industria solo aparecen en los estudios interdisciplinarios cuando se combinan con el rendimiento. De un potencial de 273 combinaciones

**Figura 7.** El vínculo entre el ámbito del estudio y el resultado examinado para las 443 publicaciones. A) Coocurrencias en la literatura relevante de los factores de ámbito del estudio y los resultados ecológicos. B) Coocurrencias en la literatura relevante de los factores de ámbito del estudio y los resultados sociales. El color de las celdas refleja el número total de artículos recuperados con cada combinación de alcance/ resultado. Cuanto más oscuro es el color de las celdas, mayor es la frecuencia de los artículos. Una publicación individual puede caer en múltiples celdas. Los códigos se organizan de acuerdo con las agrupaciones determinadas en la metodología, ver información complementaria A, Figura 1



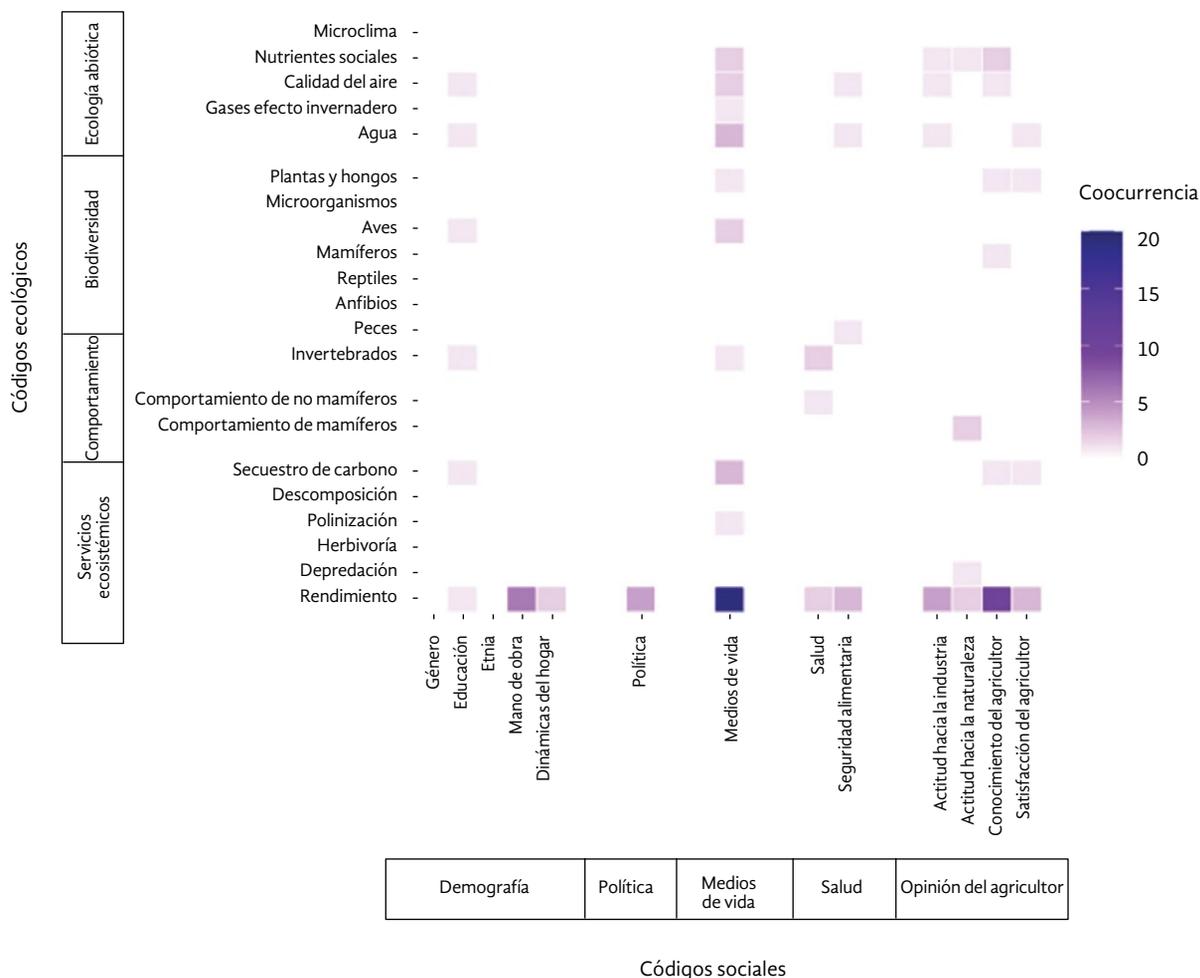
interdisciplinarias, solo ocurrieron 42. De estas 42, solo 17 combinaciones se encontraron en más de una publicación.

## 4. Discusión

El estudio proporciona un mapa actualizado que cuantifica el estado actual de la investigación ecológica, social y socioecológica sobre el cultivo de la palma de aceite. Se identificó un aumento reciente en el número de publicaciones en varias disciplinas

y continentes, pero una falta continua de análisis interdisciplinarios y una propensión hacia publicaciones basadas en Asia. Las disciplinas difirieron en el ámbito del estudio, ya que la investigación sobre estudios ecológicos se realizó principalmente en plantas industriales, en plantaciones de pequeños agricultores para estudios sociales, y las comparaciones con los hábitats nativos fueron el enfoque de estudio más común en ecología, pero las comparaciones con otros cultivos fueron más comunes en sociología. Se encontró que la mayoría de la investigación se centró

**Figura 8.** Coexistencia de resultados ecológicos y sociales en las 443 publicaciones. El color de las celdas refleja el número total de artículos recuperados con cada combinación de alcance/ resultado. Cuanto más oscuro es el color, mayor es la frecuencia de los artículos. Una publicación individual puede caer en múltiples celdas. Los códigos se organizan de acuerdo con las agrupaciones determinadas en la metodología, ver información complementaria A, Figura 1



en los resultados ecológicos, con un claro sesgo hacia la biodiversidad y el rendimiento, y una falta de enfoque en otros servicios ecosistémicos esenciales como la polinización y la herbivoría. En la investigación social, los medios de vida se estudiaron en gran medida, y se requiere más información sobre la seguridad alimentaria, la igualdad étnica y de género y el bienestar de los agricultores para proporcionar sugerencias valiosas de manejo. La investigación interdisciplinaria rara vez fue más allá del rendimiento como resultado ecológico. Si bien no se encontraron la mayoría de las combinaciones interdisciplinarias potenciales, reconocemos que no todas las “brechas de conocimiento” proporcionarán información valiosa para la gestión sostenible y, por lo tanto, es posible que no justifiquen ser llenadas. Hemos determinado qué áreas de investigación son de máxima prioridad a través de su potencial para resolver problemas conocidos en la agricultura sostenible. Aunque este estudio se limitó al idioma inglés y solo tres bases de datos debido a limitaciones logísticas, representa el ejercicio de mapeo de evidencia más extenso de la literatura interdisciplinaria sobre plantaciones de palma de aceite hasta la fecha y es un recurso valioso para dirigir investigaciones futuras.

#### 4.1. Cambios en el enfoque del estudio y la ubicación geográfica con el tiempo

Nuestros resultados muestran un claro aumento en el número de estudios sobre la palma de aceite desde 1993, pues la gran mayoría de las investigaciones se realizaron en los últimos 10 años (86 % de las publicaciones). Si bien la investigación ecológica domina constantemente la literatura, la investigación social e interdisciplinaria ha aumentado en la última década. No obstante, los estudios socioecológicos siguen siendo raros y constituyen solo el 10 % de las publicaciones en los últimos 5 años. Este enfoque en los estudios ecológicos contrasta con la ponderación relativa dada a los factores ecológicos y sociales en los esquemas de sostenibilidad del aceite de palma. Por ejemplo, de los 41 criterios de sostenibilidad identificados por la Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO por sus siglas en inglés), el esquema de certificación de sostenibilidad más grande del mundo, 17 incluyen conceptos ecológicos y 29 conceptos sociales (RSPO, 2018). Los seres humanos y el medio ambiente están vinculados de manera fundamental y, por lo tanto, se requiere una comprensión de los factores interdisciplinarios en juego para

abordar plenamente las preocupaciones urgentes de sostenibilidad (Liu *et al.*, 2007). La importancia de la investigación socioecológica en la agricultura para informar una producción más sostenible también ha sido destacada por los Objetivos de Desarrollo Sostenibles de las Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2015). Hemos establecido que los esfuerzos de investigación están aumentando en esta área, pero siguen siendo raros, lo que potencialmente obstaculiza el desarrollo de un cultivo más sostenible a través de criterios ecológicos y sociales amplios. Los sesgos identificados anteriormente fueron similares en todas las regiones donde se habían realizado estudios. Esto indica que los investigadores pueden estar siguiendo un enfoque similar, independientemente del área y pueden no estar considerando el contexto de cultivo y las necesidades apremiantes de cada región. Por ejemplo, en África, los pequeños productores aportan el 90 % de la producción, en comparación con el 40 % en Indonesia (DJP 2015), lo que sugiere que debería haber un mayor esfuerzo de investigación dedicado al cultivo de pequeños agricultores en esta región.

La producción de aceite de palma ha aumentado bastante en los últimos años; casi se duplicó entre 2003 y 2013 para satisfacer la creciente demanda como ingrediente en alimentos, cosméticos y productos de limpieza del hogar, como aceite de cocina y como fuente de biocombustible (Pirker *et al.*, 2016). Actualmente, el aceite de palma representa más de un tercio del consumo mundial de aceite vegetal, y se espera la producción siga aumentando (FAO, 2018). En nuestros años de estudio 1993-2020, se observó un aumento constante tanto en la producción global de aceite de palma como en el número de publicaciones. El Sudeste Asiático superó a África en capacidad de producción, en 1966 (Poku, 2002) con Indonesia y Malasia, y Malasia actualmente representa más de 85 % de la producción mundial de aceite de palma (Cassiday, 2017). Más recientemente, la producción ha aumentado en América Latina y África (Potter, 2015). Este patrón mundial se refleja en gran medida en la ubicación geográfica de los estudios: el 70 % de las publicaciones se realizaron en Indonesia y Malasia. Sin embargo, la investigación no siempre está en línea con las tendencias de producción. El primer año con múltiples publicaciones basadas en América Latina fue 2014, con investigaciones que se rezagaron respecto a la producción de palma de aceite en la región de 2001 a 2017 (Furumo y Aide, 2017). Aunque Perú cuadruplicó su producción de 2000 a 2013, en

este tiempo solo se realizaron cinco estudios (Bello, 2015), lo que muestra una falta de consideración de los niveles de producción de cada país dentro de las regiones al dirigir el esfuerzo de investigación. Del mismo modo, el África subsahariana ahora representa más de una cuarta parte de la superficie terrestre del mundo dedicada a la palma de aceite (Ordway *et al.*, 2019), pero se encuentra que menos de 8 % de las publicaciones se habían realizado en esta región. Tres de los diez principales productores mundiales de palma de aceite (Ecuador, Costa de Marfil, Honduras) no estuvieron representados en la literatura, lo que muestra una falta de conocimiento integral sobre los impactos de la palma de aceite en estos países. Existe, por lo tanto, una clara necesidad de realizar más investigación en regiones y países menos estudiados. Esto es especialmente importante, ya que las áreas difieren sustancialmente en sus contextos ecológicos y sociales, lo que significa que los hallazgos de un área no pueden aplicarse necesariamente a otra. Por ejemplo, el hábitat nativo utilizado en estudios comparativos a menudo son los bosques en el sudeste de Asia, mientras que los pastizales son hábitats nativos comunes en América Latina (Mutsaers, 2019). Por lo tanto, los estudios sobre el manejo posterior a la conversión en Malasia no son necesariamente relevantes para las plantaciones en México, y se necesita una comprensión del contexto local. En algunos casos, la falta de investigación puede deberse a una financiación inadecuada o a la dificultad para obtener un acceso seguro a la misma. Por lo tanto, también se debe trabajar para buscar nuevas oportunidades y para aumentar esta actividad, por ejemplo, facilitando la investigación y la recopilación de datos por parte de los propios cultivadores de palma de aceite.

#### 4.2. **Ámbito de la investigación**

La mayoría de la investigación (53 %) se ha realizado en plantaciones industriales. Se estima que 18,7 millones de hectáreas de tierra se dedican a la producción industrial de palma de aceite en todo el mundo (Meijaard *et al.*, 2018), y este sigue siendo un contexto de estudio importante. El 35 % de los análisis sobre plantaciones de pequeños agricultores refleja en gran medida 41 % de la producción de estos cultivadores (RSPO, 2018). Sin embargo, cuando se examinaron a nivel disciplinario, hubo un sesgo claro para los estudios sobre plantaciones industriales en la investigación ecológica, mientras que los estu-

dios sociales se llevaron a cabo con mayor frecuencia en fincas de pequeños agricultores independientes. Como los pequeños tienen un impacto directo y se ven afectados por sus plantaciones, es probable que los resultados sociales tengan una mayor importancia en este contexto, lo que representa una explicación lógica para este patrón. Sin embargo, debido a esta discrepancia en el tipo de plantación utilizada en los estudios ecológicos frente a los sociales, es posible que las conclusiones extraídas de la literatura sobre el impacto general del cultivo de la palma de aceite puedan ser sesgadas. Las granjas de plasma, aquellas que son propiedad de individuos, pero coordinadas como cooperativas a gran escala, rara vez se utilizaron en estudios ecológicos (5 %). Dado que el cultivo de plasma tiene como objetivo aumentar las capacidades de producción y la sostenibilidad de las plantaciones (Jelsma *et al.*, 2017), se necesita investigación para cuantificar los impactos sociales y ecológicos de dichos sistemas de producción y determinar si son realmente beneficiosos. Es necesario aumentar el trabajo que examine específicamente los diferentes impactos de los estudios ecológicos en los sistemas de pequeños agricultores y los estudios sociales en las plantaciones industriales.

Las tendencias de producción y el contexto de cultivo del país también deben tenerse en cuenta al determinar el ámbito del estudio apropiado. En África, la palma de aceite se cultiva tradicionalmente como un policultivo de pequeños agricultores y, en Ghana, los pequeños agricultores actualmente ocupan más de 75 % de la tierra dedicada a la palma de aceite. Por lo tanto, sería apropiado un sesgo para la investigación de los pequeños agricultores en la región. Incluso dentro de las regiones, es necesario un enfoque consciente del contexto. Por ejemplo, en América Latina, la producción en Perú consiste en gran medida en plantaciones industriales, mientras que las plantaciones en México son principalmente el resultado de la conversión de pequeños agricultores de pastos a palma de aceite (Furumo y Aide, 2017). También debe tenerse en cuenta el cambio de enfoque en las tendencias de producción. Los investigadores estiman que los productores independientes indonesios duplicarán su producción para 2030 y manejará 60 % del área de cultivo de Indonesia (Meijaard *et al.*, 2018), lo que indica que la investigación dentro de las plantaciones de pequeños agricultores independientes en Indonesia se volverá cada vez más relevante. Para comprender los efectos potenciales

del cultivo y para informar las recomendaciones de manejo con apoyo científico, la investigación, por lo tanto, debe adaptarse a la región, tanto en la actualidad como siguiendo las tendencias proyectadas. La mayoría de los estudios existentes han adoptado un enfoque de estudio de caso, que puede limitar la comprensión de los efectos del cultivo a grandes escalas espaciales y temporales. Si bien los estudios de caso permiten una investigación en profundidad de las relaciones entre las variables, es difícil estandarizar y escalar sus resultados para recomendaciones aplicables en un cultivo global. Un enfoque de investigación a escala de plantación y paisaje puede comprometer la comprensión holística de los impactos del cultivo en conceptos como el funcionamiento del agroecosistema (Swift *et al.*, 2004). Para comprender verdaderamente el efecto de las prácticas y políticas de manejo, se requieren estudios contrafácticos a gran escala que complementen los de caso y permitan comparaciones de los resultados ambientales y sociales entre áreas con y sin palma de aceite, o con y sin intervenciones particulares.

En estudios con comparativos, la mayoría de las comparaciones se realizaron entre plantaciones y hábitats nativos, como bosques o sabanas (60 %). El menor valor ecológico de las plantaciones en comparación con los bosques nativos ha quedado bien establecido, especialmente en Malasia e Indonesia (Fitzherbert *et al.*, 2008; Obidzinski *et al.*, 2012; Dislich *et al.*, 2015). Esta investigación sugiere que hay poca necesidad de estudios de comparación adicionales con los bosques en taxones bien estudiados, como los invertebrados y las aves. La investigación sobre las diferencias entre las estrategias de manejo, como el monocultivo frente al policultivo, fue menos común. Por ejemplo, solo 10 estudios se centraron en los efectos ecológicos o sociales de las estrategias de cultivo de las plantaciones. Del mismo modo, solo se encontraron 18 menciones del impacto social y/o ecológico de los esquemas de certificación en 15 documentos únicos. Tales esquemas dependen de que los consumidores paguen una prima para garantizar que se mantengan los estándares ambientales y sociales a lo largo de la cadena de suministro (Morgans *et al.*, 2018). En la actualidad existen 5 grandes sistemas de certificación que trabajan en pro de un aceite de palma sostenible: Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO), International Sustainability and Carbon Certification (ISCC), Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO), Malaysian Sustainable Palm Oil (MSPO),

and No-deforestation, No-peat and No-exploitation (NDPE) (McInnes, 2017). Todos menos uno de ellos, RSPO, se crearon debido a un aumento en el interés de los productores, consumidores y gobiernos en el aceite de palma sostenible. Los programas de certificación han sido aclamados por algunos como un camino potencial hacia la sostenibilidad (Carlson *et al.*, 2018). Por lo tanto, es necesario comprender aún más sus efectos y beneficios directos (Padfield *et al.*, 2019). Actualmente, el trabajo está aumentando en esta área, un documento reciente de Santika *et al.* (2021); aunque está más allá de las limitaciones de fecha de la revisión; ha abordado los impactos sociales de los esquemas de certificación. Recientemente, Lee *et al.* (2020) también investigaron los efectos de la certificación. En conjunto, nuestros hallazgos destacan que las brechas de investigación más urgentes e importantes que deben abordarse son los impactos relativos de las diferentes opciones de cultivo y las estrategias de manejo alternativas, incluidas las recomendaciones especificadas en los esquemas de certificación. Este trabajo proporcionará los datos necesarios para informar el desarrollo de una producción de aceite de palma más sostenible.

### 4.3. Resultados del estudio

La biodiversidad de invertebrados fue el resultado ecológico más estudiado. Es probable que esta tendencia sea una consecuencia del papel crítico y ampliamente reconocido que los invertebrados desempeñan en las plantaciones de palma de aceite, contribuyendo a los servicios ecosistémicos como polinización y descomposición (Foster *et al.*, 2011). Las conclusiones también revelaron un claro enfoque de los resultados en el rendimiento, con el rendimiento investigado más que cualquier otro servicio ecosistémico. El rendimiento puede clasificarse como un servicio ecosistémico y como una producción económica, por lo que este hallazgo indica un enfoque en los valores agrícolas en lugar de ecológicos de las plantaciones. Además, el alto rendimiento es el objetivo prioritario del cultivo de la palma de aceite y puede actuar como una medición integrada de la salud de otros servicios ecosistémicos. Si el ecosistema está funcionando eficazmente hacia sus objetivos agrícolas, el rendimiento debería ser alto. En todos los servicios ecosistémicos, existe una clara falta de investigación sobre la polinización, aunque estudios previos han destacado que esta es crucial para man-

tener el rendimiento y puede variar con el tiempo (Li *et al.*, 2019). Esta brecha en la literatura puede estar relacionada con la concepción aceptada de que la polinización de la palma de aceite se basa únicamente en el gorgojo de la palma de aceite africana, *Elaeidobius kamerunicus* (Syed, 1979). Sin embargo, se han identificado otras especies como potencialmente importantes en la polinización de la palma de aceite (Silva *et al.*, 1986), y la dependencia de una especie plantea riesgos para la productividad del cultivo a largo plazo en un clima cambiante (Rao y Ley, 1998). Como la polinización contribuye al bienestar ecológico y económico de las plantaciones (Fijen *et al.*, 2018), se requiere una comprensión de los efectos de intervenciones como herbicidas y pesticidas en los polinizadores para optimizar el manejo. Una revisión de literatura previa destacó el mismo resultado, lo que sugiere la necesidad de priorizar los estudios sobre polinización (Dislich *et al.*, 2017). Solo se encontraron 4 publicaciones relevantes sobre herbivoría, lo que tiene implicaciones tanto para el rendimiento como para la biodiversidad. Dado que entre 30 % y el 40 % del rendimiento potencial de los cultivos se pierde debido a patógenos y plagas en los principales productos agrícolas (Oerke, 2006), esto también representa una brecha de conocimiento apremiante y debería ser un foco de atención para la investigación futura. De hecho, los daños debidos a plagas y enfermedades, así como la deficiencia de nutrientes y la insuficiente disponibilidad de agua, han sido identificados como los principales factores responsables de que los rendimientos de aceite de palma estén por debajo de su máximo teórico en las plantaciones (Woittiez *et al.*, 2017). Por lo tanto, está claro que los esfuerzos de investigación no están a la altura de las necesidades en estos ámbitos. Como un producto agrícola importante, el rendimiento subóptimo puede afectar tanto la rentabilidad como la eficiencia en el uso de la tierra, y por lo tanto tiene efectos ecológicos y sociales sustanciales. El resultado social más comúnmente investigado fue la subsistencia, un término amplio que describe el modo en que se obtiene acceso a las necesidades básicas de la vida, por ejemplo, la forma en que se gana dinero para pagar la alimentación y la vivienda. El sesgo hacia los medios de subsistencia es comprensible dada su influencia en la salud, la seguridad y los niveles de vida. Sin embargo, más información sobre los componentes que influyen y son influenciados por estos medios como la seguridad alimentaria, la igualdad de género y la educación, pueden proporcionar deta-

lles más claros sobre los impactos sociales del cultivo debido a sus medidas de resultados más enfocadas. Dicha investigación dirigida puede identificar más claramente las estrategias de gestión para beneficiar la sostenibilidad social. Sin embargo, la medición de resultados como la dinámica del hogar y el bienestar de los agricultores a menudo requieren una mayor conexión con la población de estudio para recuperar resultados precisos y, por lo tanto, más tiempo en el campo, lo que puede explicar la falta de análisis en estas áreas. Como salvedad a estos resultados, el amplio sesgo a favor de los medios de subsistencia que se observa en la literatura también se reflejó en parte en el esquema de clasificación de la investigación. Debido al gran número de resultados potenciales, no se pudieron considerar todos los conceptos sociales individualmente y, por lo tanto, puede que se haya subestimado su variación. Una investigación posterior centrada únicamente en los resultados sociales puede ser capaz de cuantificar la literatura de una manera más minuciosa, desmontando los conceptos de medios de vida y bienestar más allá de la educación y la seguridad alimentaria. No se encontró ninguna investigación sobre los efectos de los insumos químicos en la salud humana. Esto es preocupante, ya que varios estudios en otros cultivos han identificado los efectos adversos a largo plazo del uso de pesticidas en la salud de los agricultores, e indica que esta es un área prioritaria para la investigación de la palma de aceite, dado el uso generalizado de aplicaciones de químicos en este sistema (Christiansson, 1991; Wilson, 2000). No hubo datos sobre los efectos de los sistemas de policultivos en contraposición a los monocultivos, ni sobre los efectos de los sistemas agroforestales en los conceptos sociales. Aunque estas son intervenciones de base ecológica, se ha demostrado que ambas estrategias de plantación diversificadas aumentan la salud y el bienestar de los agricultores en otros cultivos (Bacon *et al.*, 2012). Para utilizar eficientemente los fondos y el esfuerzo de intervención limitados, el cultivo sostenible de la palma de aceite debe hacer uso de estrategias que aumenten el valor ecológico y social, por lo que la investigación de estas estrategias es crucial.

Nuestros resultados han demostrado que varias combinaciones de intervenciones y resultados están en gran medida ausentes de la literatura. Sin embargo, la investigación sobre algunas de estas combinaciones puede no ser necesaria para informar el desarrollo del cultivo ecológico y socialmente sostenible de la palma de aceite. Por ejemplo, los estudios que

cuantifican cómo la aplicación de residuos afecta a los niveles es una prioridad de investigación menor que los efectos que tienen los esquemas de certificación en la satisfacción del agricultor. Si bien los medios de subsistencia son un valioso barómetro de los impactos sociales de la agricultura, se ha realizado una gran cantidad de investigaciones en esta área. Ahora se requieren estudios sobre resultados más discretos, como la seguridad alimentaria, la igualdad étnica y de género y el bienestar de los agricultores, para desarrollar aún más nuestra comprensión de los componentes de sostenibilidad social y permitir el desarrollo de intervenciones de gestión enfocadas.

#### 4.4. Tendencias en la investigación interdisciplinaria

La investigación interdisciplinaria a menudo puede proporcionar una comprensión más holística y amplia de los sistemas humano-ambientales que la investigación unidisciplinaria, que tiene la limitación de centrarse en las relaciones unidireccionales. De esta manera, la primera investigación puede proporcionar una mayor comprensión de los efectos con múltiples componentes. Por ejemplo, en un sistema agrícola diferente, un proyecto interdisciplinario sobre el ganado puede investigar los efectos de la medicación antiparasitaria en la salud humana a partir del consumo, el rendimiento de la leche y el bienestar animal, y los efectos en la biodiversidad del escarabajo del estiércol en los pastos (Finch *et al.*, 2020), mientras que un proyecto unidisciplinario puede considerar solo un factor y, por lo tanto, producir sugerencias de gestión menos valiosas que tengan en cuenta toda la gama de costos y beneficios potenciales (Ostrom, 2007). La investigación interdisciplinaria también puede estudiar los efectos de los insumos de una disciplina en los resultados de otra, por ejemplo, el efecto de la biodiversidad de mamíferos en la plantación sobre las actitudes de los agricultores hacia la naturaleza.

De las 273 posibles combinaciones de resultados interdisciplinarios, solo 42 se encontraron en la literatura. Como se identificó anteriormente, el resultado socioecológico más frecuente incluido en cualquier publicación fue el rendimiento. La interacción entre los medios de subsistencia y el rendimiento fue más común, muy probablemente porque los medios de subsistencia de los pequeños agricultores y los agricultores de plasma dependen directamente

del rendimiento. Otras combinaciones de resultados comunes estaban relacionadas con la salud humana. Por ejemplo, varias publicaciones relacionadas con la salud humana y la biodiversidad se basaron en gran medida en las enfermedades transmitidas por mosquitos y su prevalencia en las plantaciones de palma de aceite. No se encontró literatura que relacione la salud humana con los factores ecológicos abióticos, aunque la calidad del aire y el agua afectan directamente a las comunidades circundantes, destacando esto como una brecha de conocimiento clave en la literatura. Sin embargo, como advertencia a los resultados, nuestros criterios de inclusión especificaron los efectos de las intervenciones solo en la etapa de cultivo de la producción de aceite de palma y, por lo tanto, excluyeron los artículos sobre las tasas de deforestación a gran escala y el cambio de hábitat. Esto puede haber llevado a la exclusión de algunos trabajos interdisciplinarios relacionados con la palma de aceite, ya que la deforestación ha indicado efectos sociales y ecológicos (Carlson *et al.*, 2018; Heilmayr *et al.*, 2020).

#### 4.5. Hallazgos en contexto: revisiones anteriores

Se han realizado varias revisiones bibliográficas importantes sobre los efectos del cultivo de la palma de aceite. A medida que su bibliografía ha aumentado especialmente en los últimos años, las revisiones realizadas antes de 2010 solo consideran el 10 % de la literatura actualmente disponible. La mayoría de las publicaciones más citadas se han centrado en comparaciones ecológicas con la cobertura natural de la tierra y los impactos negativos de la conversión de bosques (por ejemplo, Fitzherbert *et al.*, 2008; Obidzinski *et al.*, 2012; Dislich *et al.*, 2017), lo que refleja la tendencia en la investigación primaria identificada en este estudio. Hemos demostrado que las revisiones que requerían más investigación sobre los efectos de la biodiversidad del cultivo de la palma de aceite se han satisfecho en gran medida, particularmente aquellas con un enfoque en la biodiversidad de aves e invertebrados (Fitzherbert *et al.*, 2008; Foster *et al.*, 2011; Savilaakso *et al.*, 2014). Otras recomendaciones aún no se han aplicado plenamente. Por ejemplo, las revisiones previas han pedido investigar la implementación y el refinamiento de los estándares de sostenibilidad (Obidzinski *et al.*, 2012) y los impactos de las prácticas de manejo (Foster *et al.*, 2011;

Savilaakso *et al.*, 2014; Dislich *et al.*, 2017), pero se ha demostrado que todavía es necesario investigar estas áreas. Con la tendencia hacia la investigación ecológica observada en este estudio, las revisiones realizadas en el pasado también se han centrado en los resultados ecológicos. Un artículo reciente de Qaim *et al.* (2020) revisó los impactos económicos, ecológicos y sociales de la expansión de la palma de aceite, apoyando los hallazgos de este estudio que asegura que la investigación interdisciplinaria está aumentando. La revisión también ha identificado áreas para posibles metaanálisis. Por ejemplo, se han realizado más de 50 estudios sobre los efectos del cultivo en el rendimiento, la vida y la biodiversidad de insectos y aves, que muestran un volumen de literatura apropiado para un análisis adicional. Si bien hemos realizado solo un estudio cuantitativo, la existencia de documentos de revisión de alto impacto sobre temas específicos, como las revisiones anteriores sobre los efectos ecológicos de la conversión del suelo, indican que se ha completado suficiente investigación de alta calidad para declarar que las brechas de investigación se llenaron en gran medida. De las fuentes clasificadas en nuestro artículo, 312 no estuvieron presentes en la bibliografía de ninguna de las 6 revisiones anteriores, mostrando el valor de las técnicas de búsqueda sistemática.

## 5. Conclusiones e implicaciones

Este estudio ha identificado áreas de investigación donde ahora hay abundantes datos, así como áreas donde hay brechas de conocimiento y síntesis. Cuando se examina en el contexto de las tendencias en la producción de palma de aceite, las prioridades de certificación sostenibles y las causas reconocidas de las brechas de rendimiento, los hallazgos identificaron áreas clave en las que los esfuerzos de investigación están rezagados con respecto a los requisitos para el desarrollo de palma de aceite más sostenible y productiva. Cuando se compara con la capacidad de producción del país, se observa que, en general, el contexto de la investigación sigue las tendencias de la producción. Sin embargo, varias naciones de alta producción estaban notablemente ausentes, y es necesario prestar mayor atención para las regiones fuera del Sudeste Asiático que se espera sean los lugares de crecimiento futuro. Más de 10 % de la tierra agrícola del mundo se dedica a la palma de aceite, pero hay una gran heterogeneidad en la estructura y

manejo de las plantaciones (Comte *et al.*, 2012). Esta variabilidad tiene efectos en las capacidades de producción, la sostenibilidad ecológica y las condiciones de los trabajadores. Si bien en revisiones anteriores se han pedido estudios sobre la influencia de estos factores (Foster *et al.*, 2011; Savilaakso *et al.*, 2014; Dislich *et al.*, 2017), se ha demostrado que todavía hay una importante brecha de conocimiento. Las brechas de investigación son más apremiantes en los efectos de los sistemas de monocultivo frente a los de policultivo y los efectos de las intervenciones de manejo en los servicios ecosistémicos distintos al rendimiento. Encontrar opciones más sostenibles dentro de estas intervenciones de manejo tiene un gran potencial para traer beneficios ecológicos y sociales. También se han identificado varias diferencias en el alcance y el contexto entre la investigación enfocada ecológica y socialmente, que pueden resultar un desafío para los esfuerzos interdisciplinarios para reunir estos hallazgos e identificar prácticas holísticas para una producción de aceite de palma más sostenible. Por ejemplo, los resultados sociales se midieron más comúnmente en las plantaciones de pequeños agricultores, mientras que los resultados ecológicos fueron más comunes en las plantaciones industriales. Una solución puede ser aumentar la investigación en granjas de plasma, que son propiedad de pequeños agricultores, pero están vinculadas a una empresa más grande.

La investigación interdisciplinaria a menudo es más compleja y, por lo tanto, más desafiante que la investigación tradicional. Las dificultades comunes incluyen la identificación de las diferencias relevantes de financiamiento, comunicación y cultura laboral entre disciplinas, y metodologías que son difíciles de combinar (Bromham *et al.*, 2016). Sin embargo, si se dispone de suficientes recursos y tiempo, así como el entendimiento entre los representantes de las disciplinas, se puede lograr una verdadera integración y una investigación valiosa (Bennett *et al.*, 2017). Por supuesto, la investigación interdisciplinaria no garantiza una solución inmediata a los problemas socioecológicos del cultivo de la palma de aceite, pero puede ofrecer una comprensión más inclusiva y matizada de los problemas actuales y la gestión de los recursos potenciales. Dadas las múltiples brechas de conocimiento identificadas en este estudio, se sugiere darles prioridad a los temas con beneficios tangibles para el manejo o el bienestar. Esto incluye la investigación que puede informar las opciones de ges-

ción para beneficiar las salidas sociales y ecológicas, como el cultivo intercalado con cultivos consumibles para ayudar a los pequeños agricultores a evitar los déficits nutricionales, al tiempo que crea un hábitat más diverso para los polinizadores. Se espera que las brechas identificadas por este estudio proporcionen un marco para que los investigadores que trabajan en disciplinas relevantes identifiquen futuros temas clave de investigación.

### Declaración de disponibilidad de datos

Todos los datos que respaldan los hallazgos de este estudio se incluyen dentro del artículo (y cualquier archivo complementario).

### Agradecimientos

Este trabajo fue financiado en parte por Gates Cambridge Trust. Queremos agradecer a los autores de los documentos de referencia por sus comentarios sobre la clasificación y codificación de los documentos: Azhar, B. (Universiti Putra Malaysia); Begum, H. (Universiti Kebangsaan Malaysia), Clough, Y. (Lund University), Corre, M. (University of Göttingen), Ishak, S. (Universiti Kebangsaan Malaysia), Jelsma, I. (Utrecht University), Lee, J. S. H. (Nanyang Technical University).

Nos gustaría agradecer a ambos revisores anónimos por sus comentarios útiles y exhaustivos.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen intereses contrapuestos.

### Declaración de contribución de los autores

V. R. W. diseñó el estudio, llevó a cabo las búsquedas y la clasificación, realizó el análisis de datos y trabajó en la redacción del manuscrito. S. L. trabajó en el diseño del estudio y la redacción del manuscrito en todas las etapas. J. S. fue el segundo revisor para la verificación de consistencia entre revisores en la etapa de exclusión y clasificación y proporcionó comentarios sobre el manuscrito. G. S. asesoró sobre el diseño del estudio y proporcionó comentarios sobre el manuscrito. E. T. trabajó en el diseño del estudio y la redacción del manuscrito en todas las etapas. Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final.

### ORCID iD

Valentine Joy Reiss-Woolever

<https://orcid.org/0000-0002-6905-4387>

Sarah Helen Luke

<https://orcid.org/0000-0002-8335-5960>

Jake Stone <https://orcid.org/0000-0003-2151-4353>

Gorm Eirik Shackelford

<https://orcid.org/0000-0003-0949-0934>

Edgar Clive Turner

<https://orcid.org/0000-0003-2715-2234>

---

## Referencias

Bacon C M, Getz C, Kraus S, Montenegro M & Holland K 2012 The social dimensions of sustainability and change in diversified farming systems *Ecology and Society* **17** 41-61.

- Barcelos E, Rios S D A, Cunha R N V, Lopes R, Motoike S Y, Babiychuk E, Skirycz A & Kushnir S 2015 Oil palm natural diversity and the potential for yield improvement *Front. Plant Sci.* **6** 190.
- Barnes A D, Jochum M, Mumme S, Haneda N F, Farajallah A, Widarto T H & Brose U 2014 Consequences of tropical land use for multitrophic biodiversity and ecosystem functioning *Nat. Commun.* **5** 5351.
- Beichler S A, Hasibovic S, Davidse B J & Deppisch S 2014 The role played by social-ecological resilience as a method of integration in interdisciplinary research *Ecology and Society* **19** 4-11.
- Bello J L D 2015 Hacia una ecología política de la palma aceitera en el Perú (Oxfam).
- Bennett A, Ravikumar A, McDermott C & Malhi Y 2019 Smallholder oil palm production in the Peruvian Amazon: rethinking the promise of associations and partnerships for economically sustainable livelihoods *Front. For. Glob. Change* **2** 14.
- Bennett N *et al.* 2017 Conservation social science: understanding and integrating human dimensions to improve conservation *Biol. Conserv.* **205** 93-108.
- Bissonnette J-F y De Koninck R 2017 The return of the plantation? Historical and contemporary trends in the relation between plantations and smallholdings in Southeast Asia *J. Peasant Stud.* **44** 1-21.
- Bonan G B 2008 Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests *Science* **320** 1444-9.
- Bromham L, Dinnage R & Hua X 2016 Interdisciplinary research has consistently lower funding success *Nature* **534** 684-7.
- Carletta J 1996 Assessing agreement on classification tasks: the kappa statistic *Comput. Linguist.* **22** 249-54.
- Carlson K M, Heilmayr R, Gibbs H K, Noojipady P, Burns D N, Morton D C, Walker N F, Paoli G D & Kremen C 2018 Effect of oil palm sustainability certification on deforestation and fire in Indonesia *Proc. Natl Acad. Sci.* **115** 121-6.
- Cassiday L 2017 Red palm oil *INFORM International News on Fats, Oils, and Related Materials* vol 28 pp 6-10.
- Christiansson C 1991 Use and impacts of chemical pesticides in smallholder agriculture in the Central Kenya Highlands. Linking the Natural Environment and the Economy: Essays from the Eco-Eco Group ed C Folke and T Kåberger Ecology, Economy & Environment (Dordrecht: Springer) p 1.
- Collaboration for Environmental Evidence 2013 Guidelines for systematic review and evidence synthesis in environmental management *Environmental Evidence* (recuperado de [www.environmentalevidence.org/Documents/Guidelines/ Guidelines4.2.pdf](http://www.environmentalevidence.org/Documents/Guidelines/Guidelines4.2.pdf))

- Comte I, Colin F, Whalen J K, Grünberger O & Caliman J-P 2012 Chapter three-agricultural practices in oil palm plantations and their impact on hydrological changes, nutrient fluxes and water quality in Indonesia: a review *Advances in Agronomy* vol 116 ed D L Sparks (New York: Academic) pp 71-124.
- de Vries S C, van de Ven G W J, van Ittersum M K & Giller K E 2010 Resource use efficiency and environmental performance of nine major biofuel crops, processed by first-generation conversion techniques *Biomass Bioenergy* **34** 588-601.
- Dhandapani S 2015 Biodiversity loss associated with oil palm plantations in Malaysia: Serving the need versus saving the nature *Masters Thesis* Lancaster University.
- Dislich C *et al.* 2015 Ecosystem functions of oil palm plantations-a review (No. 16; *EFForTS Discussion Paper Series*). University of Goettingen, Collaborative Research Centre 990 'EFForTS, Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (Sumatra, Indonesia)' (recuperado de <https://ideas.repec.org/p/zbw/crc990/16.html>)
- Dislich C *et al.* 2017 A review of the ecosystem functions in oil palm plantations, using forests as a reference system *Biolog. Rev.* **92** 1539-69.
- DJP 2015 *SStatistik Perkebunan Indonesia; Kelapa Sawit 2014-2016* (Yakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan).
- Dürr J 2017 Sugar-cane y oil palm expansion in Guatemala and its consequences for the regional economy *J. Agrarian Change* **17** 557-70.
- FAO 2018 *Food y Agriculture Organization of the United Nations* (Rome: FAOSTAT Statistical Database).
- FAO 2019 *Food y Agriculture Organization of the United Nations* (Rome: FAOSTAT Statistical Database).
- FAO 2020 *Food y Agriculture Organization of the United Nations* (Rome: FAOSTAT Statistical Database).
- Feintrenie L, Chong W & Levang P 2010 Why do farmers prefer oil palm? Lessons learnt from bongo district, Indonesia *Small-Scale Forestry* **9** 379-96.
- Fijen T P M, Scheper J A, Boom T M, Janssen N, Raemakers I and Kleijn D 2018 Insect pollination is at least as important for marketable crop yield as plant quality in a seed crop *Ecol. Lett.* **21** 1704-13.
- Finch D, Schofield H, Floate K, Kubasiewicz L & Mathews F 2020 Implications of endectocide residues on the survival of aphodiine dung beetles: a meta-analysis *Environ. Toxicol. Chem.* **39** 863-72.
- Fitzherbert E B, Struebig M J, Morel A, Danielsen F, Brühl C A, Donald P F & Phalan B 2008 How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends Ecol. Evol.* **23** 538-45.

- Foster W A *et al.* 2011 Establishing the evidence base for maintaining biodiversity and ecosystem function in the oil palm landscapes of South East Asia *Phil. Trans. R. Soc. B* **366** 3277-91.
- Furumo P R & Aide T M 2017 Characterizing commercial oil palm expansion in Latin America: land use change and trade *Environ. Res. Lett.* **12** 024008.
- Griffith D 2016 cooccur: probabilistic species co-occurrence analysis in R *J. Stat. Softw.* **69** 1-17.
- Haddaway N R, Macura B, Whaley P & Pullin A S 2018 ROSES reporting standards for systematic evidence syntheses: pro forma, flow-diagram and descriptive summary of the plan and conduct of environmental systematic reviews and systematic maps *Environ. Evid.* **7** 7.
- Hasanah N, Garcia-Ulloa J, Viswanathan A, Komarudin H, Dray A, Garcia C & Ghazoul J 2019 Evaluating scenarios of change through role-playing games in palm oil landscapes: lessons from East Kalimantan, Indonesia.
- Heilmayr R, Carlson K & Benedict J 2020 Deforestation spillovers from oil palm sustainability certification *Environ. Res. Lett.* **15** 075002.
- James K L, Randall N P & Haddaway N R 2016 A methodology for systematic mapping in environmental sciences *Environ. Evid.* **5** 7.
- Jelsma I, Schoneveld G C, Zoomers A & van Westen A C M 2017 Unpacking Indonesia's independent oil palm smallholders: an actor-disaggregated approach to identifying environmental and social performance challenges *Land Use Policy* **69** 281-97.
- Kirsten J 2008 The case for interdisciplinary research and training in agricultural economics in Southern Africa *Nat. Sci. Soc.* **16** 356-63.
- Krishna V, Euler M, Siregar H, Fathoni Z & Qaim M 2015 EFForTS Discussion Paper Series 13 University of Goettingen, Collaborative Research Centre 990 "EFForTS, Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (Sumatra, Indonesia)".
- Lee J, Miteva D, Carlson K, Heilmayr R & Saif O 2020 Does oil palm certification create trade-offs between environment and development in Indonesia? *Environ. Res. Lett.* **15** 124064.
- Levien M 2017 Gender and land dispossession: a comparative analysis *J. Peasant Stud.* **44** 1111-34.
- Li K, Tscharrntke T, Saintes B, Buchori D & Grass I 2019 Critical factors limiting pollination success in oil palm: a systematic review *Agric. Ecosyst. Environ.* **280** 152-60.
- Liu J, Dietz T, Carpenter S R, Alberti M, Folke C, Moran E, Pell A N, Deadman P, Kratz T, Lubchenco J, Ostrom E, Ouyang Z, Provencher W, Redman C L, Schneider S H & Taylor W 2007 Complexity of coupled human and natural systems *Science* **317** 1513-6.

- MacCoun R J 1998 Bias in the interpretation and the use of research results *Annu. Rev. Psychol.* **49** 259-87.
- McInnes A 2017 *A Comparison of Leading Palm Oil Certification Standards* (Moreton-in-Marsh: Forest Peoples Programme).
- Meijaard E, García-Ulloa J, Sheil D, Wich S, Carlson K & Juffe-Bignoli D 2018 Oil palm and biodiversity: a situation analysis by the IUCN oil palm task force *IUCN* (recuperado de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.11.en>)
- Methley A M, Campbell S, Chew-Graham C, McNally R & Cheraghi-Sohi S 2014 PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews *BMC Health Services Research.* **14** 579.
- Miettinen J, Hooijer A, Shi C, Tollenaar D, Vernimmen R, Liew S C, Malins C & Page S E 2012 Extent of industrial plantations on Southeast Asian peatlands in 2010 with analysis of historical expansion and future projections *GCB Bioenergy* **4** 908-18.
- Miller J 2016 The role of interdisciplinary scholarship and research to meet the challenges facing agriculture in the 21st century *Doctoral Documents from Doctor of Plant Health Program* (recuperado de <http://digitalcommons.unl.edu/planthealthdoc/10>)
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman D G & 2009 Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement *BMJ* **339** 2535.
- Molenaar J W, Persch-Orth M, Lord S & Harms J International Finance Corporation 2013 Diagnostic study on Indonesia oil palm smallholders: Developing a better understanding of their performance and potential World Bank Group.
- Morgans C L, Meijaard E, Santika T, Law E, Budiharta S, Ancrenaz M & Wilson K A 2018 Evaluating the effectiveness of palm oil certification in delivering multiple sustainability objectives *Environ. Res. Lett.* **13** 064032.
- Mutsaers H J W 2019 The challenge of the oil palm: using degraded land for its cultivation *Outlook Agric.* **48** 190-7.
- Naderifar M, Goli H & Ghaljaie F 2017 Snowball sampling: A purposeful method of sampling in qualitative research *Strides in Development of Medical Education* **14**.
- Obidzinski K, Andriani R, Komarudin H & Andrianto A 2012 Environmental and social impacts of oil palm plantations and their implications for biofuel production in Indonesia *Ecol. Soc.* **17** 1.
- Oerke E C 2006 Crop losses to pests *J. Agric. Sci.* **144** 31-43.
- Ordway E M, Naylor R L, Nkongho R N & Lambin E F 2019 Oil palm expansion and deforestation in Southwest Cameroon associated with proliferation of informal mills *Nat. Commun.* **10** 114.
- Ostrom E 2007 A diagnostic approach for going beyond panaceas *Proc. Natl Acad. Sci.* **104** 15181-7.

- Padfield R *et al* 2019 Co-producing a research agenda for sustainable palm oil *Front. For. Glob. Change* **2** 13.
- Pirker J, Mosnier A, Kraxner F, Havlik P & Obsteiner M 2016 What are the limits to oil palm expansion? *Glob. Environ. Change* **40** 73-81.
- Poku K 2002 *Small-Scale Palm Oil Processing in Africa* (Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations).
- Potter L 2015 *Managing Oil Palm Landscapes: A Seven-Country Survey of the Modern Palm Oil Industry in Southeast Asia, Latin America and West Africa*: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Prokurat S 2013 Palm oil-strategic source of renewable energy in Indonesia and Malaysia *J. Mod. Sci.* **18** 425-43.
- Pullin A S & Stewart G B 2006 Guidelines for systematic review in conservation and environmental management *Conservation Biology*. **20** 1647-68.
- Pullin A, Frampton G, Livoreil B & Petrokofsky G 2018 Guidelines and standards for evidence synthesis in environmental management. Version 5.0.
- Qaim M, Sibhatu K T, Siregar H & Grass I 2020 Environmental, economic, and social consequences of the oil palm boom *Annu. Rev. Resour. Econ.* **12** 321-44.
- R Core Team 2020 R: a language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rao V & Law I H 1998 The problem of poor fruit set in parts of east Malaysia *Planter* **74** 463-83.
- RSPO 2018 *Principles and Criteria for the Production of Sustainable Palm Oil* (Kuala Lumpur: Roundtable on Sustainable Palm Oil).
- RStudio Team 2020 RStudio: Integrated Development for R *PBC, Boston, MA* (recuperado de <http://www.rstudio.com/> )
- Sala O *et al* 2000 Global biodiversity scenarios for the year 2100 *Science* **287** 1770-4.
- Santika T, Wilson K A, Law E A, St John F A V, Carlson K M, Gibbs H, Morgans C L, Ancrenaz M, Meijaard E & Struebig M J 2021 Impact of palm oil sustainability certification on village well-being and poverty in Indonesia *Nat. Sustain.* **4** 109-19.
- Savilaakso S *et al.* 2014 Systematic review of effects on biodiversity from oil palm production *Environ. Evid.* **3** 4.
- Sayer J, Ghazoul J, Nelson P & Klintuni Boedhihartono A 2012 Oil palm expansion transforms tropical landscapes and livelihoods *Glob. Food Secur.* **1** 114-9.
- Shackelford G E 2019 Evidence synthesis as the basis for decision analysis: A method of selecting the best agricultural practices for multiple ecosystem services *Frontiers in Sustainable Food Systems* **3** 1-13.

- Silva M F, Miranda I P, D A & Barbosa E M 1986 Aspects of the pollination of the African oil palm (*Elaeis guineensis*) and the American oil palm (*Elaeis oleifera*) *Acta Amaz* **16-17** 209-18.
- Spelt E, Biemans H, Luning P, Tobi H & Mulder M 2010 Interdisciplinary thinking in agricultural and life sciences higher education *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* **75** 73-80.
- Swift M J, Izac A M & van Noordwijk M 2004 Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions? *Agric. Ecosyst. Environ.* **104** 113-34.
- Syed R A 1979 Studies on oil palm pollination by insects *Bull. Entomol. Res.* **69** 213-24.
- United Nations 2015 *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (New York: UN Publishing).
- van Noorden R 2015 Interdisciplinary research by the numbers *Nature* **525** 306-7.
- Vermeulen S 2006 *Towards Better Practice in Smallholder Palm Oil Production* (Londres: International Institute for Environment and Development).
- Vijay V, Pimm S L, Jenkins C N y Smith S J 2016 The impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss *PLoS One* **11** e0159668.
- Wickham H 2007 Reshaping data with the reshape package *J. Stat. Softw.* **21** 1-20.
- Wickham 2016 *Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis* (New York: Springer).
- Wilson C 2000 Environmental and human costs of commercial agricultural production in South Asia *Int. J. Soc. Econ.* **27** 816-46.
- Woittiez L S, van Wijk M T, Slingerland M, van Noordwijk M & Giller K E 2017 Yield gaps in oil palm: a quantitative review of contributing factors *Eur. J. Agron.* **83** 57-77.
- Yousaf M 2012 *Review of Social Research Methods: Quantitative and Qualitative Approaches* (New York: Pearson) **27** pp 197-201.



# #PALMASPOR ELPLANETA

Un movimiento que hace ECO

¿Sabías que cada litro de aceite puede contaminar hasta mil litros de agua? Únete al movimiento para reciclar el aceite de cocina usado y protege nuestros ríos y ecosistemas.

**ENCUENTRA EL PUNTO DE  
RECICLAJE MÁS CERCANO AQUÍ:**



# ¿CÓMO RECICLAR?



Déjalo  
reposar  
entre 2-3  
horas.



Envasa el aceite de  
cocina usado en  
una botella  
plástica.



Asegúrate que  
quede bien tapado  
y llévalo a un punto  
de reciclaje.



## Reconocimiento de los investigadores y grupos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación de Cenipalma\*

Distinction of Researchers and Research, Technological Development, or Innovation Groups of Cenipalm

doi: <https://doi.org/10.56866/01212923.13895>

**CITACIÓN:** Rivera-Méndez, Y. D & Romero, H. M. (2022). Reconocimiento de los investigadores y grupos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación de Cenipalma. *Palmas*, 43(4), 70-79.

**PALABRAS CLAVE:** CvLAC, GrupLAC, Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel).

**KEYWORDS:** CvLAC, GrupLAC, Science, Technology and Innovation.

\* Artículo de reflexión no derivado de investigación.

**RIVERA MÉNDEZ, YURANY DAYANNA**  
Dirección de Investigaciones  
de Cenipalma.

**ROMERO, HERNÁN MAURICIO**  
Dirección de Investigación de  
Cenipalma. Departamento de Biología,  
Universidad Nacional de Colombia.  
Autor para correspondencia  
[hromero@cenipalma.org](mailto:hromero@cenipalma.org)

### Resumen

El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (anteriormente Colciencias) lanza bienalmente la convocatoria para la medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación e investigadores. Históricamente, Cenipalma solía presentar a quienes componen el centro de investigación, sin embargo, solo algunos de ellos eran reconocidos. Con el fin de alcanzar estándares de calidad, productividad y excelencia de sus grupos e investigadores, la Dirección de Investigación de Cenipalma lideró un proceso de reconocimiento, mediante

acciones de fortalecimiento, a la conformación, seguimiento, evaluación y crecimiento de los grupos y sus integrantes. Con el acompañamiento de Avanciencia, se diseñó un plan para socializar el modelo de medición de investigadores y grupos 2021, identificar y registrar acertadamente los productos de CTel, y acompañar la actualización de las hojas de vida de los investigadores (CvLAC) y de los grupos (GrupLAC). Los resultados definitivos de la convocatoria de medición 2021, mostraron que los 6 grupos y 19 investigadores de Cenipalma fueron reconocidos. La categorización de los grupos fue: Fisiología y Bioquímica de Especies Perennes (A1), Investigación en Enfermedades de la Palma de Aceite (A), Investigación en Palma de Aceite (B), Manejo Integrado de Plagas, Procesos y Usos del Aceite de Palma y Subproductos y Escalamiento de tecnologías en Palma de Aceite (C). Por su parte, los investigadores reconocidos fueron 1 Emérito, 1 Sénior, 2 Asociados y 17 Junior. Estos resultados ratifican la pertinencia, visibilidad, calidad y excelencia de la Investigación y Extensión de Cenipalma, y su compromiso para generar nuevo conocimiento y materializarlo en productos que le permitan al sector palmero ser más sostenible y competitivo.

## Abstract

Every two years, the Ministry of Science, Technology and Innovation (formerly called Colciencias) launches the announcement for the measurement of researchers and groups of Research, Technological Development or Innovation. Historically, Cenipalma used to present its groups and researchers, however, only some of them were recognized. In order to achieve the standards of quality, productivity and excellence of Cenipalma's groups and researchers, the Research Division led a recognition process through actions to strengthen the formation, monitoring, evaluation and growth of the groups and their members. With the support of Avanciencia, a plan was designed to socialize the researcher and group measurement model 2021, identify and register the science, technology and innovation products, and update the researchers' (CvLAC) and groups' (GrupLAC) curriculum. The final results of the 2021 measurement showed that 6 groups and 19 researchers of Cenipalma were recognized. The categorization of the groups was: Physiology and Biochemistry of perennial species - A1, Oil palm disease research - A, Oil palm research - B, Integrated pest management, Processes and uses of palm oil and by-products and Scaling up technologies in oil palm - C. The renowned researchers were an Emeritus, a Senior, 2 Associates and 17 Juniors. These results ratify the relevance, visibility, quality and excellence of Cenipalma's Research and Extension, and its commitment to generate new knowledge and materialize it in products that allow the oil palm sector to be more sustainable and competitive.

## Introducción

De acuerdo con el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (MinCiencias) (2020), un grupo de Investigación, Desarrollo Tecnológico o Innovación (ID+i) es un conjunto de personas que interactúan para investigar y generar productos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) en uno o varios temas, acorde con un plan de trabajo de corto, mediano o largo plazo (tendiente a la solución de un problema). Es reconocido como tal, siempre que demuestre continuamente resultados verificables, derivados de proyectos y de otras actividades procedentes de su plan de trabajo y que además cumpla con los siguientes requisitos:

- Estar registrado en el sistema GrupLAC del sistema de información sobre CTel, denominado plataforma ScienTI-Colombia.
- Tener un mínimo de dos integrantes.
- Tener uno o más años de existencia.
- Estar avalado al menos por una institución registrada en el sistema InstituLAC de la plataforma ScienTI-Colombia.
- Tener al menos un proyecto de investigación, de desarrollo tecnológico o de innovación dentro de la ventana o periodo de observación, que suele ser de cinco años.

- El líder del grupo deberá tener título de pregrado, maestría o doctorado. En el caso de que el líder del grupo solamente cuente con un título de pregrado, deberá haberlo obtenido en una fecha anterior al cierre de la ventana de observación.
- Tener una producción de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación, en la ventana de observación equivalente a un mínimo de un producto por año declarado de existencia; tener una producción de apropiación social y circulación del conocimiento o productos resultados de actividades relacionadas con la formación de recurso humano en CTel, en la ventana de observación equivalente a un mínimo de un producto por año declarado de existencia.

Por otra parte, los integrantes del grupo de ID+i son las personas que desempeñan alguna tarea relacionada con la actividad del grupo. Los registros en la plataforma CvLAC corresponden a las hojas de vida de las personas en el sistema. Cuando estos currículos están vinculados como integrantes de un grupo, se clasifican dentro de cuatro tipos: investigadores, investigadores en formación, estudiantes de pregrado e integrante vinculado. Para clasificar como investigadores se deben cumplir con unos requisitos (Tabla 1).

Hasta el año 2020, Cenipalma contaba con cinco grupos de ID+i y algunos investigadores inscritos en la plataforma ScienTI, no obstante, solo algunos de ellos eran reconocidos. Frente a las convocatorias de medición que lanzaba bienalmente el MinCiencias (anteriormente Colciencias), presentaba sus grupos e integrantes con CvLAC y GrupLAC diligenciados de manera sencilla, y los resultados sistemáticamente señalaban una categorización y/o reconocimiento que no reflejaba el nivel de madurez ni de los investigadores ni de los grupos. De hecho, frente a la convocatoria 833 de 2018 de MinCiencias para la medición de grupos de ID+i e investigadores, de los cinco grupos de Cenipalma solo tres alcanzaron categorización y nueve investigadores fueron reconocidos (Tabla 2).

Teniendo en cuenta estos resultados y atendiendo a uno de los objetivos estratégicos de la Dirección de Investigación de “alcanzar estándares de reconocimiento por calidad, productividad y excelencia de los grupos de ID+i de Cenipalma, mediante acciones de conformación, seguimiento, evaluación y crecimiento de estos”, en 2021, se diseñó un plan para socializar el modelo vigente de medición de investigadores,

grupos y productos, identificar y registrar acertadamente los productos de CTel, y acompañar la actualización de los CvLAC de investigadores y GrupLAC de los grupos.

## Metodología

Cenipalma estableció un contrato de acompañamiento con la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (Avanciencia) para fortalecer el reporte de los investigadores y grupos de ID+i de cara a la convocatoria de medición 894 de 2021 de Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. El trabajo se adelantó en tres etapas, las dos últimas de manera simultánea:

1. **Socialización del modelo de medición No. 894 de 2021** por parte del Vicerrector de Investigaciones de la Universidad Uniagustiniana (Julio Cesar León Luquez) a todos los investigadores y extensionistas, integrantes vigentes o potenciales de los grupos de Cenipalma.
2. **Identificación de los productos de CTel de cada grupo** a fin de predecir indicadores y su categorización. Un producto de CTel es aquel bien, servicio o resultado único y verificable, consecuencia de un proceso de elaboración gradual, formalmente organizado y que utiliza recursos (PMI, 2017). En el caso de productos de CTel de Cenipalma, estos contribuyen al desarrollo sostenible de la palmicultura a nivel regional y/o nacional, y son resultado de actividades de: generación de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, apropiación social del conocimiento y divulgación pública de la ciencia o formación de recurso humano.
  - Productos resultados de actividades de generación de nuevo conocimiento: aquellos aportes significativos al estado del arte de un área de conocimiento, que han sido discutidos y validados para llegar a ser incorporados a la discusión científica, al desarrollo de las actividades de investigación, al desarrollo tecnológico, y que pueden ser fuente de innovaciones. Este tipo de producto se caracteriza por involucrar mecanismos de estandarización que permiten corroborar la existencia de una evaluación que verifique la generación de nuevo conocimiento. Los grupos deben haber generado por lo menos el equivalente a un producto resultado de

**Tabla 1.** Requisitos mínimos para ser reconocido como un tipo de investigador según MinCiencias. Tomado de MinCiencias, 2020.

	Nivel de formación	Producción mínima	Productos de formación	Otros
Investigador Emérito	Doctorado finalizado o 15 productos de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación, tipo A, en toda su trayectoria académica	Tener productos tipo <i>top</i> o tipo A	Sector universitario: director de tesis de doctorado finalizados o de trabajos de maestría/Empresas del sector productivo: director o codirector de proyectos de investigación desarrollados en la empresa y con productos o resultados asociados	Criterios evaluados por un comité de expertos; haber estado vinculado a instituciones colombianas durante su trayectoria científica-académica; ≥ 65 años; vigencia vitalicia (ubicados en el 25 % superior de su gran área de conocimiento)
Investigador Sénior	Doctorado finalizado o 15 productos de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación, tipo A, en toda su trayectoria	10 productos tipo <i>top</i> o tipo A en los últimos 10 años	Sector universitario: director o codirector de 4 trabajos de maestría o una tesis de doctorado en los últimos 10 años/Empresas del sector productivo: director o codirector de 2 proyectos en cooperación técnica y financiera con entidades extranjeras, certificados y desarrollados por la entidad a la cual están vinculados y con productos o resultados asociados de nuevo conocimiento o de desarrollo tecnológico e innovación, en los últimos 10 años.	Vigencia: hasta la siguiente convocatoria
Investigador Asociado	Doctorado finalizado o maestría o especialidad clínica finalizada o siete productos de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación, tipo A, en toda su trayectoria académica	3 productos de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación tipo A en los últimos 10 años; y 4 productos adicionales de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación en los últimos 5 años	Sector universitario: director o codirector de 1 tesis de doctorado o de 2 trabajos de maestría o de 8 trabajos de pregrado durante los últimos 5 años/Empresas del sector productivo: director o codirector de 2 proyectos en alianza interinstitucional, certificados y desarrollados por la entidad a la cual está vinculado y con productos o resultados asociados de nuevo conocimiento o de desarrollo tecnológico e innovación, en los últimos 5 años.	Vigencia: hasta la siguiente convocatoria
Investigador Junior	Graduado con formación de doctorado finalizada en una ventana máxima de 3 años, que sea integrante de un grupo y haga parte de un proyecto; graduado de doctorado o de maestría o de especialidad clínica o de pregrado con 7 productos de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación en toda su trayectoria académica	1 producto de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación tipo A, en toda su trayectoria académica; y 4 productos de nuevo conocimiento o de resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación en los últimos 5 años	NA	Vigencia: hasta la siguiente convocatoria

NA = no aplica.

**Tabla 2.** Resultados del reconocimiento de MinCiencias-2019 (convocatoria de medición 833 de 2018) (a) los grupos de ID+i y (b) los investigadores de Cenipalma.

(a) De grupos de ID+i

Grupo de ID+i	Área de conocimiento	Categorización
Fisiología y Bioquímica de Especies Perennes	Ciencias naturales	A
Investigación en Enfermedades de la Palma de Aceite	Ciencias naturales	C
Investigación en Palma de Aceite	Ciencias agrícolas	C
Manejo Integrado de Plagas	Ciencias agrícolas	Reconocido
Procesos y Usos del Aceite de Palma y Subproductos	Ingeniería y tecnología	Reconocido

(b)

Investigador	Reconocimiento
Álex Enrique Bustillo Pardey	Emérito
Hernán Mauricio Romero Angulo	Sénior
Carmenza Montoya J. David O. Botero Rozo Elizabeth Ruiz Álvarez Greicy Andrea Sarria Jesús A. García Núñez Mauricio Mosquera Montoya Yurany D. Rivera Méndez	Junior

actividades de nuevo conocimiento por cada año de existencia, durante los últimos cinco años.

- Productos resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación: dan cuenta de la generación de ideas, métodos y herramientas que impactan el desarrollo económico y generan transformaciones en la sociedad. En la implementación de estos métodos y herramientas está implícita la investigación que genera el conocimiento enfocado en la solución de problemas sociales, técnicos y económicos.

- Productos resultados de procesos de apropiación social del conocimiento: aquellos que implican que la ciudadanía intercambie saberes y conocimientos de ciencia, tecnología e innovación para abordar situaciones de interés común y proponer soluciones o mejoramientos concertados, que respondan a sus realidades.

- Productos de actividades relacionadas con la formación de recurso humano para CTeI: relacionados con la formación de nuevos investigadores como dirección de una tesis o trabajo de grado que otorga el título de doctor(a), magíster o profesional (respectivamente); formación y apoyo a programas de formación; y gestión de proyectos de investigación que permiten la consecución de los recursos necesarios para el desarrollo de las investigación o la innovación (MinCiencias, 2020).

**3. Acompañamiento para la actualización de los CvLAC de investigadores y extensionistas y los GrupLAC de los grupos.** Se priorizó un conjunto de 40 integrantes con gran producción en CTeI, y posteriormente, ellos multiplicaron lo aprendido mediante un plan padrino con el resto de los investigadores y los extensionistas. Asimismo, se trabajó con seis grupos de ID+i, uno adicional a los

5 presentados en el 2018, ya que en enero de 2020 fue creado el grupo Escalamiento de Tecnologías en Palma de Aceite que enmarca el trabajo de la Unidad de Validación, Economía y Biometría.

Finalmente, a través de los indicadores de predicción se estableció que habría un mayor reconocimiento de los investigadores y de todos los grupos de Cenipalma.

## Resultados

Inicialmente, se precisó el área de conocimiento de dos grupos y las líneas de investigación de cada uno, quedando cinco grupos inscritos en el área de conocimiento de las 'Ciencias agrícolas' y uno en el área de conocimiento 'Ingeniería y tecnología' con las líneas de investigación descritas en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Grupos de ID+i de Cenipalma presentados a la convocatoria de medición 894 de 2021 de MinCiencias.

Grupo	Año de creación	Área de conocimiento	Líneas de investigación
Investigación en Palma de Aceite	1991	Ciencias agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biorrefinería y sostenibilidad.</li> <li>• Competitividad productiva y sostenibilidad en plantas de beneficio.</li> <li>• Salud y nutrición humana.</li> <li>• Fisiología de la palma de aceite.</li> <li>• Obtención de variedades mejoradas de la palma de aceite.</li> <li>• Investigación en plagas y enfermedades de la palma.</li> <li>• Manejo integrado de suelos y agua.</li> <li>• Extensión.</li> </ul>
Fisiología y Bioquímica de Especies Perennes	2007	Ciencias agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genética y mejoramiento de la palma de aceite.</li> <li>• Biología reproductiva de especies perennes.</li> <li>• Ecofisiología de la palma de aceite.</li> <li>• Estudio de las relaciones planta-patógeno en palma de aceite y sus enfermedades principales.</li> <li>• Respuesta de plantas perennes a condiciones extremas.</li> </ul>
Investigación en Enfermedades de la Palma de Aceite	2009	Ciencias agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marchitez letal (ML).</li> <li>• Otras enfermedades de la palma de aceite.</li> <li>• Pudrición del cogollo (PC).</li> </ul>
Procesos y Usos del Aceite de Palma y Subproductos	2010	Ingeniería y tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biorrefinería y sostenibilidad.</li> <li>• Calidad y usos del aceite.</li> <li>• Productividad competitiva y sostenible.</li> </ul>
Manejo Integrado de Plagas de la Palma de Aceite	2013	Ciencias agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda, evaluación y desarrollo de entomopatógenos para el control de plagas de la palma.</li> <li>• Diagnóstico y reconocimiento de problemas de insectos plaga de la palma.</li> <li>• Estudios sobre la biología y comportamiento de las plagas insectiles de la palma de aceite.</li> <li>• Evaluación de la eficacia de insumos biológicos y químicos en el monitoreo y control de plagas de la palma de aceite.</li> <li>• Insectos relacionados con la diseminación de enfermedades de la palma.</li> <li>• Colección e identificación de artrópodos plagas y organismos benéficos del cultivo de la palma de aceite.</li> </ul>
Escalamiento de Tecnologías en Palma de Aceite	2020	Ciencias agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biometría.</li> <li>• Escalamiento de resultados de investigación.</li> <li>• Referenciación competitiva.</li> </ul>

Posteriormente, se identificaron los productos de CTeI de cada uno de los seis grupos de ID+i de Cenipalma, con el fin de cumplir con los requisitos de existencia y calidad que establecía la convocatoria de medición. Se encontró una productividad abundante y diversa, con representación en 90 %

del total de tipologías de productos de CTeI (17 de 19), teniendo en cuenta que, por la naturaleza de la misión de Cenipalma, se excluyeron tres tipologías relacionadas con las Artes, Arquitectura y Diseño y la formación de estudiantes de colegio (Tabla 4). Estas tipologías de productos se validaron (existencia y

**Tabla 4.** Productos de CTeI de los grupos de ID+i de Cenipalma presentados a la convocatoria de medición 894 de 2021 de MinCiencias.

Productos resultados de actividades de	Tipo de producto	Producto desarrollado por los grupos de ID+i de Cenipalma
Generación de nuevo conocimiento	Artículos de investigación (A1, A2, B, C, D)	Sí
	Libros-resultado de investigación	Sí
	Capítulos en libro resultado de investigación	Sí
	Productos tecnológicos patentados o en proceso de concesión de la patente	Sí
	Variedades vegetales, nuevas razas animales y poblaciones mejoradas de razas pecuarias	No
	Productos resultados de la creación o investigación-creación	NA
Desarrollo tecnológico e innovación	Productos tecnológicos certificados o validados	Sí
	Productos empresariales	Sí
	Regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones	Sí
	Conceptos técnicos	Sí
	Registros de acuerdos de licencia para explotación de obras de investigación + creación en Artes, Arquitectura y Diseño protegidas por derechos de autor	NA
Apropiación social del conocimiento y divulgación pública de la ciencia	Procesos de apropiación social del conocimiento	Sí
	Circulación de conocimiento especializado	Sí
	Divulgación pública de la CTeI	Sí
	Producción bibliográfica	Sí
Formación de recurso humano para la CTeI	Direcciones de tesis de doctorado	Sí
	Direcciones de trabajo de grado de maestría	Sí
	Direcciones de trabajo de grado de pregrado	Sí
	Proyectos de investigación y desarrollo, investigación-creación e investigación, desarrollo e innovación	Sí
	Proyecto de extensión y responsabilidad social en CTeI	Sí
	Apoyos a la creación de programas y cursos de formación de investigadores	No
	Acompañamientos y asesorías de línea temática del Programa Ondas	NA

NA = no aplica.

calidad) a través del registro de los proyectos bajo los cuales se originaron, señalando que fueron resultado de los procesos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación que los grupos de Cenipalma llevaron a cabo entre 2016 y 2020, y que respondieron al plan de trabajo y las líneas de Investigación y Extensión definidas. Asimismo, los integrantes que fungieron como sus autores, autorizaron la vinculación del producto en su CvLAC

y posteriormente, el director del grupo lo registró como acción conjunta en el GrupLAC.

Con todo ello, y de acuerdo con los resultados definitivos de la convocatoria de medición, los 6 grupos de ID+i y 19 investigadores de Cenipalma fueron reconocidos (Tabla 5). Los grupos de mayor categoría Fisiología y Bioquímica de Especies Perennes (A1), Investigación en Enfermedades de la Palma de Aceite (A), Investigación en Palma de Aceite (B), Manejo Integrado de Plagas (C), Escalamiento de Tecnologías en Palma de Aceite (C) y Procesos y Usos del Aceite de Palma y Subproductos (C) Ingeniería y tecnología (C).

**Tabla 5.** Resultados del reconocimiento de MinCiencias-2022 (convocatoria de medición 894 de 2021): (a) de los grupos de ID+i y (b) de investigadores de Cenipalma.

**(a) De grupos de ID+i**

Grupo de ID+i	Área de conocimiento	Categorización
Fisiología y Bioquímica de Especies Perennes	Ciencias agrícolas	A1
Investigación en Enfermedades de la Palma de Aceite	Ciencias agrícolas	A
Investigación en Palma de Aceite	Ciencias agrícolas	B
Manejo Integrado de Plagas	Ciencias agrícolas	C
Escalamiento de Tecnologías en Palma de Aceite	Ciencias agrícolas	C
Procesos y Usos del Aceite de Palma y Subproductos	Ingeniería y tecnología	C

**(b)**

Investigador	Categorización
Álex Enrique Bustillo Pardey	Emérito
Hernán Mauricio Romero Angulo	Sénior
Mauricio Mosquera M. Iván Mauricio Ayala	Asociado
Cristhian Jarri Bayona	Junior
David O. Botero Rozo	
Elizabeth Ruiz Álvarez	
Greicy Andrea Sarria	
Jesús A. García	
Luis Guillermo Montes	
Alexandre Cooman	
Nidia Elizabeth Ramírez	
Eloina Mesa Fuquen	
Rodrigo Ruiz Romero	
Alexandra Mondragón	
Rodrigo Andrés Ávila	
Fausto Prada Chaparro	
Neila Mantilla Barbosa	
Yurany D. Rivera Méndez	

e Investigación en Palma de Aceite (B) certificaron la participación de un investigador Emérito, Sénior o Asociado en sus integrantes, mientras que los grupos Manejo Integrado de Plagas y Procesos y Usos del Aceite de Palma y subproductos legitimaron al menos un investigador Junior. Por su parte, el grupo Escalamiento de Tecnologías en Palma de Aceite quedó en categoría C debido a la edad declarada de 2 años, a pesar de su alta productividad, por lo que es posible que ascienda el nivel de la categoría en convocatorias posteriores.

Finalmente, este reconocimiento mantuvo la proporción de grupos evaluados a nivel nacional:  $C > B > A > A1 >$  reconocidos, al igual que el reconocimiento de los integrantes de estos grupos: Junior  $>$  Asociados  $>$  Sénior  $\geq$  Emérito, con una relación de investigadores hombres a mujeres de  $\sim 2: 1$ .

## Análisis de resultados

La categorización de los seis grupos de ID+i y el reconocimiento a los investigadores de Cenipalma denota mayor producción de productos tipo top o resultado de actividades de generación de nuevo conocimiento con la más alta calidad, de productos de apropiación social de conocimiento y divulgación pública de la ciencia y de formación de recurso humano. Entre los productos tipo top se encuentran artículos de investigación tipo A1 y A2, notas científicas tipo A1 y A2, libros resultados de investigación, libros de formación en cuartil Q1, capítulos en libro resultado de investigación y/o productos tecnológicos patentados o en proceso de concesión de la patente. En cuanto a los productos de apropiación social de conocimiento y divulgación pública de la ciencia, estos fueron resultado de procesos para la generación de insumos de política pública y normatividad, para el fortalecimiento de la cadena productiva de la palma de aceite, así como eventos científicos, tecnológicos y de innovación, *workshops*, documentos de trabajo (Ceniavances), nuevas secuencias genéticas, libros de divulgación científica, informes finales de investigación, informes técnicos, consultorías científico-tecnológicas, contenidos multiformato, libros de divulgación o compilación de divulgación, libros de formación, manuales y guías especializadas, artículos de divulgación, y boletines divulgativos. Además, los grupos de Cenipalma tuvieron mayor dirección de tesis de doctorado (recurso humano tipo A), trabajos de grado de maestría, trabajos de grado y pa-

santías de pregrado, y formación de estudiantes en estos niveles (recurso humano tipo B).

Asimismo, esta categorización revela mayor existencia de trabajo conjunto entre los integrantes del grupo (cohesión) y con otros grupos (cooperación), evidenciando una conexión de colaboración entre los autores y por tanto una construcción colectiva de conocimiento.

Estos excelentes resultados contribuyen al propósito superior de la Dirección de Investigación de Cenipalma de garantizar la pertinencia, visibilidad, calidad y excelencia de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y extensión en la agroindustria de la palma de aceite, a través del cumplimiento de las metas y objetivos del sector y de la generación de nuevo conocimiento y su materialización en productos de CTel que le permitan al sector palmero ser más competitivo, sostenible y generar impactos sociales, ambientales, económicos y/o tecnológicos positivos.

Para ello, se continuará trabajando en el fortalecimiento de las capacidades investigativas de las personas y los grupos, a través de un incremento de productos tipo top, productos de apropiación social de conocimiento y divulgación pública de la ciencia, formación de recurso humano, y de otras estrategias como:

- La diversificación de las tipologías de productos de CTel, centrándose en aquellos subtipos que impactan altamente el indicador de grupo o que aún no se reportan, como como diseños industriales, productos nutraceuticos, conceptos técnicos, *software*, innovaciones en gestión empresarial, plantas piloto, diseños industriales y variedades vegetales
- El aumento de los productos de la tipología de apropiación social y divulgación pública de la ciencia, cuyo aporte agregado puede ser significativo en el indicador de grupo.
- El reporte de la coautoría completa de productos dentro de cada CvLac para garantizar la categorización como investigadores y el cumplimiento de los indicadores de trabajo colaborativo (cohesión y cooperación) de los grupos.
- La conservación o aumento de la categoría de los grupos, la permanencia de investigadores reconocidos en los grupos y la estabilidad de la producción de nuevo conocimiento, lo que permitiría

no solo dar cumplimiento a los nuevos indicadores de categorización establecidos por MinCiencias (trayectoria, permanencia y estabilidad) sino certifican las capacidades en CTel de Cenipalma.

Todo lo anterior ratifica el reconocimiento que recibió Cenipalma como Centro de Investigación por parte de MinCiencias (resolución 1538 de octubre 2 de 2019), y que resalta: una estrategia de trabajo coherente y pertinente con las líneas de investigación y extensión definidas, la inmensa contribución al sec-

tor agropecuario mediante publicaciones científicas que responden a los objetivos estratégicos sectoriales, el elevado nivel de interrelación con los demás actores Sistema Nacional de CTel (privados y públicos), la disponibilidad de la infraestructura necesaria para el desarrollo de las actividades de investigación, la capacidad de adquirir recursos financieros externos para el sostenimiento de sus actividades y el cumplimiento de su objeto misional a través de los años, y la madurez en las estrategias de trabajo y en la formación de investigadores con trayectoria.

---

## Referencias

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias)-Dirección de Generación de Conocimiento. (2020). Anexo 1: *Convocatoria nacional para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación-2021*. Bogotá, Colombia. 275 p. Recuperado de <https://minciencias.gov.co/>

Project Management Institute (PMI). (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*, 763 p. Pensilvania, EE.UU: Ed. Project Management Institute, Inc. Sexta edición.

## Publicaciones de la Federación en otros medios

Publications by Fedepalma in other Media

---

En esta edición compartimos un trabajo de investigadores de Cenipalma que fue publicado en un medio internacional.

### Artículo

Compuestos menores del aceite de palma: propiedades y aplicaciones potenciales

**Autores:** Alexis González-Díaz y Jesús Alberto García-Núñez

**Publicado en:** Capítulo del libro *Elaeis guineensis* de Hesam Kamyab. Recuperado de: <https://www.intechopen.com/chapters/79074>

**Resumen:** El aceite contenido en los frutos maduros producidos por los cultivares de palma de aceite africana *Elaeis guineensis* Jacq., así como el obtenido de los racimos de fruta fresca de ciertos cultivares híbridos interespecíficos derivados del cruce entre *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés y *E. guineensis* Jacq., han demostrado ser sustratos lipídicos ricos en va-

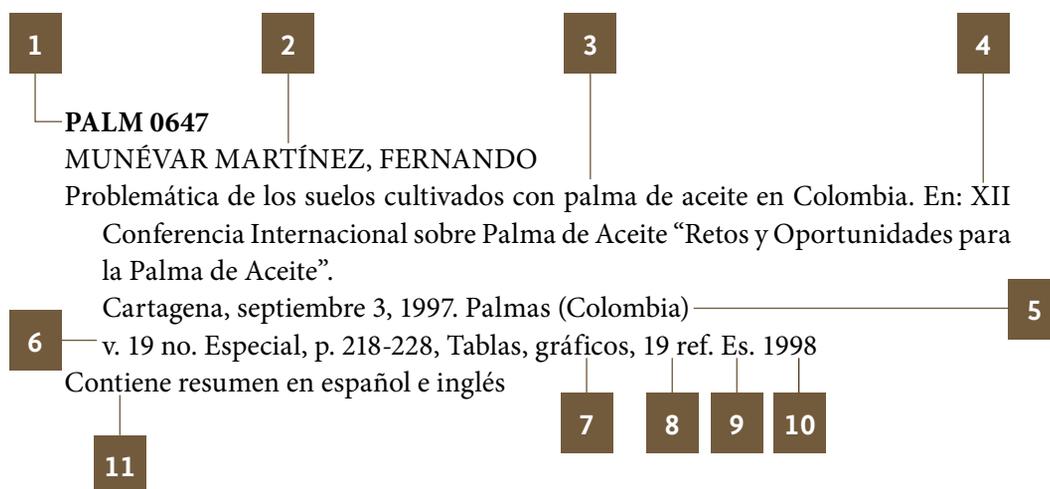
liosos fitoquímicos con excepcionales propiedades biológicas y aplicaciones funcionales para múltiples tareas de salud humana. Ocho isoformas de vitamina E (cuatro tocoferoles y cuatro tocotrienoles),  $\alpha$ - y  $\beta$ -caroteno, escualeno y varias estructuras fenólicas, constituyen el mayor grupo de compuestos menores en el aceite de palma y son nutrientes esenciales con funciones fisiológicas que incluyen, entre otras, sus propiedades antioxidantes. La vitamina E regula el equilibrio redox (oxidación-reducción) en el organismo, y compuestos como el escualeno y los carotenoides están distribuidos de forma ubicua por todo el cuerpo, incluidas las membranas celulares y las lipoproteínas. Varios estudios sugieren que la ingesta regular de alimentos ricos en este grupo de fitonutrientes minimiza la reactividad de las especies químicas oxidativas a nivel celular y sirve como complemento eficaz en el tratamiento del estrés oxidativo.

## Índice de revista Palmas, volumen 43, 2022

Este índice, preparado por el Centro de Información y Documentación de Fedepalma, consta de cuatro secciones: Referencias bibliográficas, Índice alfabético de autores e Índice alfabético de temas, continuando así con el esquema utilizado en el Índice 1980-1999.

### Estructura para las referencias bibliográficas

#### Modelo de registro bibliográfico



- |   |   |
|---|---|
| 1. Número que identifica cada referencia bibliográfica en el Índice | 6. Volumen, número y páginas                        |
| 2. Autor del artículo   | 7. Información descriptiva (tablas, gráficos, etc.) |
| 3. Título del artículo  | 8. Número de referencias                            |
| 4. Nombre de la reunión, ciudad y fecha                             | 9. Idioma de publicación                            |
| 5. Título de la revista y país de origen                            | 10. Año de publicación                              |
|   | 11. Notas   |

#### Índice alfabético de autores

M

MUNÉVAR MARTÍNEZ, FERNANDO  
0647, 0701

#### Índice alfabético de temas

S

Suelos  
0112, 0118, 0257, 0347, 0372, 0399, 0400, 0647, 0701

## Referencias bibliográficas de revista Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022)

### PALM 2460

PÉREZ MARULANDA, NICOLÁS

Temas de alto valor técnico al servicio de la palma de aceite. *High-Technical Value Topics at the service of Oil Palm*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 8-9.

### PALM 2461

BRAVO, VLADIMIR / SOLÓRZANO, OCTAVIO / CALIXTO, BRAULIO / BASTIDAS, JOSSELYN Aplicación de polen y ácido  $\alpha$ -naftalenacético en híbrido OxG en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios? *Use of Pollen and  $\alpha$ -Naphthalenacetic Acid in OxG Oil Palm Trees in Ecuador. Does Pollination without Mixing them Grant Any Benefits?* Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 10-20.

Contiene resumen en español e inglés.

### PALM 2462

TUPAZ-VERA ANDRÉS / AYALA-DÍAZ IVÁN / BARRERA CARLOS FELIPE / ROMERO A., HERNÁN M.

Selección de parentales élite tipo dura para la producción de progenies enanas de *Elaeis guineensis* mediante parámetros genéticos. *Selection of Elite dura-Type Parents to Produce Dwarf Progenies of Elaeis guineensis Using Genetic Parameters*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 21-39.

Contiene resumen en español e inglés.

### PALM 2463

PÉREZ MARULANDA, NICOLÁS

Palabras de Nicolás Pérez Marulanda, Presidente ejecutivo de Fedepalma. *Speech by Nicolás Pérez Marulanda, Executive President of Fedepalma*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 41-42.

### PALM 2464

COOMAN, ALEXANDRE P.

Cenipalma, tres décadas de investigación y extensión al servicio de los palmicultores. *Three Decades of Research and Extension at the Service of Palm Growers*. XVII Reunión

Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 43-48.

### PALM 2465

BOCHNO HERNÁNDEZ, ELZBIETA

Reconocimiento a 30 años de Cenipalma. *Recognition to 30 years of Cenipalma*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 49-51.

### PALM 2466

ARIAS, NOLVER ATANACIO

Manejo integrado del agua y el suelo: sostenibilidad y regeneración de la palma de aceite en Colombia. *Integrated Management of Water and Soil: Sustainability and Regeneration of Oil Palm in Colombia*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 52-63.

### PALM 2467

GARCÍA-NÚÑEZ, JESÚS ALBERTO / CHAPARRO T., DIANA C. / RAMÍREZ-CONTRERAS, NIDIA / CABALLERO B., KENNYHER / DÍAZ, CESAR A. / CORTÉS B., INGRID L. / MUNAR, DAVID A. / GONZÁLEZ, ALEXIS / MONDRAGÓN, ALEXANDRA / CALA, SILVIA P. / GUERRERO S., ANDERSON E. / SIERRA, SONIA / ALBARRACÍN, JORGE A. / CUELLAR S., MÓNICA

Productividad y calidad de aceite, retos para el sector palmero colombiano. *Productivity and Oil Quality, Challenges for the Colombian Palm Oil Sector*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 64-75.

### PALM 2468

GARCÍA AZUERO, ANDRÉS FELIPE

Diferenciación competitiva en sostenibilidad: una oportunidad para la palmicultura colombiana. *Competitive Differentiation in Sustainability: an Opportunity for Colombian Palm Oil Agroindustry*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 76-79.

#### PALM 2469

DÍAZ LUENGAS, JORGE MARIO / GARCÉS OBANDO, FREDDY FERNANDO / GAITÁN BUSTAMANTE, ÁLVARO LEÓN / COOMAN, ALEXANDRE P. / MOLINA NAVARRO, LOURDES. Compiladora.

Conversatorio, 30 años de Cenipalma: ciencia, tecnología e innovación. *Discussion, 30 years of Cenipalma: Science, Technology and Innovation*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 80-81.

#### PALM 2470

HINESTROZA C., ALCIBIADES / SANABRIA, ÓSCAR BELTRÁN G., JORGE A.

Conociendo el perfil socioeconómico de los productores para promover la adopción de tecnología. *Toward an Understanding of the Socioeconomic Profile of Palm Oil Farmers to Promote the Adoption of Technology*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 82-91.

#### PALM 2471

MOSQUERA-MONTOYA, MAURICIO

¿El negocio de la palma de aceite en Colombia puede ser más competitivo? *Oil Palm Business in Colombia: Can it Be More Competitive?* XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 92-96.

#### PALM 2472

ROMERO A., HERNÁN M.

Innovación en el diagnóstico y manejo de enfermedades de palma de aceite. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 96.

#### PALM 2473

CASTILLO R. ÓSCAR A.

Incremento en el contenido de materia orgánica del suelo con el uso de biomasa del cultivo, como estrategia para mantener altas productividades. *Increase in the Content of Organic Matter in the Soil with the Use of Biomass from the Crop, as a Strategy to Maintain High Productivity*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 97-101.

Contiene resumen en español e inglés.

#### PALM 2474

DÍAZ DURÁN, MIGUEL ÁNGEL / OCHOA R., CARLOS A. / ÁLVAREZ, JHON WILMAR / RINCÓN NUMPAQUE, ÁLVARO HERNÁN

Toxicidad por aluminio (Al<sup>3+</sup>) como limitante del crecimiento y la productividad: experiencias en diagnóstico

y manejo en Palmeras de Yarima S. A. (Santander). Toxicidad por aluminio (Al<sup>3+</sup>) como limitante del crecimiento y la productividad: experiencias en diagnóstico y manejo en Palmeras de Yarima S. A. (Santander). XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 102-116.

Contiene resumen en español e inglés.

#### PALM 2475

Relación de las demás presentaciones del Módulo 1, Nutrición y manejo del agua, factores determinantes en el cultivo de palma de aceite, y del Módulo 2, Plantas de beneficio eficientes para incrementar calidad de aceite y sostenibilidad. *Other Presentations of Module 1. Nutrition and Water Management, Determining Factors in Oil Palm Cultivation, And Module 2. Efficient Mills for Increased Oil Quality and Sustainability*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p.117- 118.

#### PALM 2476

ROJAS VARGAS, HEYDER ANDRÉS

Análisis de la variabilidad climática, caso de estudio Unipalma de los Llanos S. A. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 117.

#### PALM 2477

LEMUS RODRÍGUEZ, ERWIN LEANDRO

Afectación del déficit hídrico en las actuales producciones del cultivo. Caso de estudio. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 117.

#### PALM 2478

RINCÓN ROMERO, VÍCTOR ORLANDO

Tecnologías de manejo específico por sitio aplicadas a la nutrición de la palma de aceite. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 117.

#### PALM 2479

DONADO V., LAURA M.

Optimización del tratamiento de agua para uso industrial en Extractora Central S. A. XVII. Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 117.

#### PALM 2480

MENDOZA B., JORGE M.

Estrategias para el cierre de brechas agroindustriales en Extractora Monterrey S. A. S. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 118.

#### PALM 2481

GARCÍA Q., JOSÉ M.

Determinación de la cantidad y calidad de aceite, usando la herramienta PIA en línea como camino hacia la excelencia productiva del gremio. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 118.

#### PALM 2482

DÍAZ R., CÉSAR A.

La inteligencia artificial y tecnologías 4.0 para la optimización de la calificación de racimos y automatización de procesos en planta de beneficio. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No.1 p. 118.

#### PALM 2483

ARANGO U., SEBASTIÁN A.

Información estratégica para la toma de decisiones en planta extractora. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 118.

#### PALM 2484

AGUIRRE M., MANUEL R.

Uso en enzimas en el procesamiento de RFF en planta de beneficio. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 118.

#### PALM 2485

GARAVITO J., WILSON F.

Estrategia para la disminución del costo de mantenimiento en planta extractora. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 118.

#### PALM 2486

GUTIÉRREZ R., MARIO G.

Metodología para medición del potencial industrial de aceite en Padelma Ltda. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 118.

#### PALM 2487

ORJUELA L., ÁLVARO O.

Producción de epóxidos y polioles a partir de aceite de palma alto oleico. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 118.

#### PALM 2488

FANDIÑO L., EMILIO / COMBATT LINDO, ANTHONY

Ganancia en biodiversidad en los bosques riparios en un proyecto palmero. *Biodiversity Gain in Riparian Fo-*

*rests in an Oil Palm Project.* XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 119-128.

#### PALM 2489

Relación de las demás presentaciones del Módulo 3. Sostenibilidad en la producción de aceite de palma. *Other Presentations of Module 3. Sustainability in Palm Oil Production.* XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 129.

#### PALM 2490

FONSECA P., FELIPE F.

Actualización del mapa de aptitud para el cultivo comercial de palma de aceite: una herramienta para la planificación de los paisajes palmeros. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No.1 p. 129

#### PALM 2491

OBANDO M., CAROLINA O.

Cierre de brechas económicas, ambientales y sociales para la producción de aceite de palma sostenible. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 129.

#### PALM 2492

GUERRERO S., ÁNDERSON E.

Índice de sostenibilidad en plantas de beneficio. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 129.

#### PALM 2493

SALAMANCA D., SANDRA M.

Estrategia de sostenibilidad para el monitoreo y conservación de un paisaje palmero biodiverso en Hacienda La Cabaña S. A. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 129.

#### PALM 2494

TAPIAS A., LUIS A.

Manejo sostenible de abejas en los cultivos de palma de aceite. Estudio de caso plantación Palmeras de Yarima S. A. y Agroindustrias Villa Claudia S. A. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 129.

#### PALM 2495

ORTIZ M., ANDREA O.

Experiencia del trabajo social con la comunidad palmera del Catatumbo. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 129.

**PALM 2496**

BELLO C., LAURA L. / GARCÍA P. ALEJANDRA M. / PEÑA M., JOSÉ DEL C. / PABÓN V., JUAN G. / DÍAZ R., ÓSCAR M.

Implementación de las mejores prácticas de manejo de los cultivares híbrido OxG en la palmicultura a pequeña escala. *Implementation of Best Management Practices for Hybrid OxG Cultivars in Small-Scale Palm Cultivation*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 130-140.

Contiene resumen en español e inglés.

**PALM 2497**

BANDERAS PEREIRA, ANNGEY LORENA / PABÓN V., JUAN G.

Experiencias de la Unidad de Servicio y Atención al Proveedor (USAP) del Núcleo Palmeras de Puerto Wilches S. A., en pro del mejoramiento productivo de los aliados estratégicos y del aseguramiento de materia prima para la planta extractora. *Experiences of Palmeras de Puerto Wilches Supplier Service and Attention Unit (SSAU/USAP in Spanish) in Favor of the Productive Improvement of the Strategic Allies and the Assurance of Raw Material for the Mill*. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 141-148.

Contiene resumen en español e inglés.

**PALM 2498**

Relación de las demás presentaciones de los Módulos 4, 5 y 6. Other Presentations of Module 4, 5 y 6. XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 145.

**PALM 2499**

QUIÑONES G., DENNY A.

Métodos y técnicas para una palmicultura sostenible. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 149.

**PALM 2500**

HERNÁNDEZ S., LUIS E.

GeoPalnorte: innovación al servicio de los productores del Catatumbo Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 149.

**PALM 2501**

DÍAZ D., MIGUEL Á.

Polinización artificial con ácido naftalenacético (ANA) en cultivares *Elaeis guineensis* Jacq.: el caso de Palmeras de Yarima S. A. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2502**

CORTÉS L., PAULO C.

Punto óptimo de cosecha: criterios llevados a la práctica. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2503**

RODRÍGUEZ L., JORGE A.

Reingeniería de equipos de aplicación de ANA basados en la evaluación de la eficiencia mediante el uso de trazadores fluorescentes. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2504**

CAMPEROS R., JHONATAN C.

Polinización artificial: ¿pagar por hectárea? o ¿pagar por inflorescencia? Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2505**

QUINTERO C., MIRLLÁN Q.

Mejora e innovación de la polinización artificial en el cultivo de palma, en Inparme S. A. S. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2506**

FERNANDO P., NÉSTOR F.

Calculadora para la asignación de la mano de obra en la labor de polinización artificial. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2507**

ROJAS R., LEANDRO S.

Modelo de levante y transporte de fruta fresca con sistema tipo Ampiroll Palmeras de Yarima S. A. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2508**

TORRES S., KELLY C.

Índice de vegetación NDVI como apoyo a las labores agronómicas en plantaciones de palma de aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2509**

OCHOA R., CARLOS A.

Evaluación de servicios ecosistémicos; siembra intercalada de un cultivar híbrido OxG con un cultivar *Elaeis guineensis*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2510**

ÁLVAREZ P., JHON W.

Reconocimiento y manejo de *Norape* sp. (Lepidoptera: Megalopigidae) como plaga de impacto en la zona sur de Santander. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 150.

**PALM 2511**

DUVÁN B., ÓSCAR D.

Experiencia de la campaña manejo de defoliadores de Llano grande, Sabana de Torres Santander. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 151.

#### PALM 2512

NIÑO E., HERMÁN A.

Cuantificación de las pérdidas causadas por el raspador del fruto *Demotisca neivai* en cultivares híbridos. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 151.

#### PALM 2513

OCHOA R., CARLOS A.

Fluctuación poblacional de polinizadores y su relación con la formación de frutos normales. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 151.

#### PALM 2514

RUA A., FREDY J.

Estrategias para un manejo eficaz de *Rhynchophorus palmarum*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 151.

#### PALM 2515

Premiación a los mejores pósteres de investigación. *Award for the Best Research Posters*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 152-154.

#### PALM 2516

MOSQUERA-MONTOYA, MAURICIO / RUIZ Á., ELIZABETH / MUNÉVAR, DANIEL E. / ESTUPIÑÁN, MARÍA C. / DÍAZ, LIZETH / GUERRERO S., ANDERSON E. / CALA, SILVIA P. / SIERRA, SONIA M.

Costos de producción 2020 para la palmicultura colombiana: estudio de benchmarking a empresas adoptantes de buenas prácticas. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 153.

#### PALM 2517

MOSQUERA-MONTOYA, MAURICIO / RUIZ Á., ELIZABETH / MUNÉVAR, DANIEL E. / ESTUPIÑÁN, MARÍA C. / DÍAZ, LIZETH / GUERRERO S., ANDERSON E. / CALA, SILVIA P. / SIERRA, SONIA M.

Indicadores de productividad laboral en cultivos de palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 153.

#### PALM 2518

GIRALDO B., CRISTHIAN / MONSALVE T., JOSÉ M. / TORRES LEÓN, JORGE L.

Termografía aérea y remota al servicio de la detección temprana de Marchitez letal. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 154.

#### PALM 2519

ZÚÑIGA P., LEÓN F. / CASTILLO, SANDRA Y. / VARRÓN, FRANCIA / SARRIA, GREICY A.

Avances en el diagnóstico de la Pudrición blanca del fruto en cultivares híbrido OxG de la palma de aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 154.

#### PALM 2520

GABRIEL E., ENRÍQUEZ C. / BELTRÁN G., JORGE A.  
Premio al Productor de Pequeña y Mediana Escala con Mejor Productividad 2021 *Small and Medium Scale Producer Award with Best Country Productivity 2021*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 155-157.

#### PALM 2521

GABRIEL E., ENRÍQUEZ C.

Resumen y conclusiones de la XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. *Overview and Concluding on the XVI National Technical Meeting in Oil Palm*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 158-164.

#### PALM 2522

Catálogo de Expositores. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 1 p. 165-166.

#### PALM 2523

PÉREZ MARULANDA, NICOLÁS

Investigaciones que buscan solución a los problemas del sector. *Research that Seeks Solutions to the Sector's Problems*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 8-9.

#### PALM 2524

MUNÉVAR, DANIEL E. / RUIZ Á., ELIZABETH / VILLAREAL, FABIÁN / DUEÑAS, ELKIN / SINISTERRA O., KELLY / PABÓN V., JUAN G. / MOSQUERA-MONTOYA, MAURICIO

Experiencia en la implementación de la polinización artificial en palma de aceite joven en una plantación de la Zona Central colombiana. *Experience in the Implementation of Artificial Pollination in Young Oil Palm in a Plantation in the Colombian Central Zone*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 10-24.

Contiene resumen en español e inglés.

#### PALM 2525

GONZÁLEZ DÍAZ, ALEXIS / GARCÍA-NÚÑEZ, JESÚS ALBERTO / CORTÉS B., INGRID L. / DÍAZ O., JENIFER S. / DUEÑAS S., JAVIER

Indicadores composicionales en la química de los ácidos grasos en el aceite de palma. ¿Qué tan relevante es el índice de yodo? *Compositional Indicators in Palm Oil Fatty Acid Chemistry. How Relevant is the Iodine Value?* Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 26-39.

Contiene resumen en español e inglés

#### PALM 2526

CHIEN LYE CHEW NORLIZA SAPARIN

Principales estrategias de formación y mitigación de 3-MCPDE en el procesamiento del aceite de palma. *Prin-*

*cipal Formation and Mitigation Strategies for 3-MCPDE in Palm Oil Processing*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 40-51. Contiene resumen en español e inglés.

#### PALM 2527

NUZUL AMRI IBRAHIM / CHE RAHMA / CHE MAT MOHD SHAHRIN RAHAMI / MOHD ZULHILMI WAN SALLEH / MUHAMAD RODDY RAMLI

Código de prácticas para la reducción de ésteres de 3-MCPD y ésteres de glicidilo por Codex: ¿Estamos listos para adoptarlo? *Code of Practice for Reduction of 3-MCPD Esters and Glycerol Esters by Codex: Are We Ready to Adopt?* Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 52-58.

#### PALM 2528

M. P. KURNIAWAN / A. D. GURITNO / B. PURWANTANA / W. SUPARTONO

Enfoque de costos de producción y contabilidad de costos del flujo de materiales como un paso hacia el aumento de la responsabilidad, la eficiencia y la sostenibilidad (RES): el caso de una planta de beneficio de aceite de palma en Banten, Indonesia. *Production Cost Approach and Material Flow Cost Accounting as a Step Towards Increasing Responsibility, Efficiency, and Sustainability (RES): The Case of Palm Oil Mill in Banten Indonesia*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 59-69.

Contiene resumen en español e inglés.

#### PALM 2529

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE

Publicaciones de Cenipalma en otros medios. Publications by Cenipalma in other Media. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No.2 p. 70-71.

#### PALM 2530

MUNAR, DAVID A. / RAMÍREZ-CONTRERAS, NIDIA / RIVERA-MÉNDEZ, YURANY / GARCÍA-NÚÑEZ, JESÚS ALBERTO / ROMERO A., HERNÁN M.

Gestión de la huella de carbono para un cultivo sostenible de palma de aceite. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 70.

#### PALM 2531

MUNAR, DAVID A. / RAMÍREZ-CONTRERAS, NIDIA / GARCÍA-NÚÑEZ, JESÚS ALBERTO / VARÓN-CÁRDENAS, DARLIS ADRIANA

Adsorción de amonio y fosfatos por el biocarbón producido a partir de cáscaras de palma de aceite: efectos de las condiciones de producción. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 71.

#### PALM 2532

RUÍZ, ELIZABETH / MOSQUERA-MONTOYA, MAURICIO / BANGUERA, JHON / PÉREZ, TORO WILSON / HERNÁNDEZ, JUAN / ARÉVALO, JAVIER

Evaluación técnica y económica de dos herramientas para la cosecha de palmas de aceite *Elaeis oleifera* x *E. guineensis* jóvenes. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 2 p. 71.

#### PALM 2533

PÉREZ MARULANDA, NICOLÁS

Cosechando historia, sembrando futuro. *Harvesting History, Sowing the Future*. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 8-11.

#### PALM 2534

BARRIOS T., CARLOS E. / BUSTILLO P., ÁLEX E. MORALES R., ANUAR

Biología y dinámica poblacional de *Retracrus elaeis* Keifer, 1975 (Acari: Eriophyidae) en palma de aceite en el Caribe colombiano. *Biology and population dynamics of Retracrus elaeis Keifer, 1975 (Acari: Eriophyidae) in Oil Palm in the Colombian Caribbean*. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 12-17.

#### PALM 2535

ROMERO A., HERNÁN M. / DAZA, EDISON / AYALA-DÍAZ IVÁN / RUÍZ R., RODRIGO

Producción de aceite de palma alto oleico (APAO) a partir de frutos partenocárpicos en híbridos interespecíficos de palma de aceite utilizando ácido naftalenacético. *High-Oleic Palm Oil (HOPO) Production from Parthenocarpic Fruits in Oil Palm Interspecific Hybrids Using Naphthalene Acetic Acid*. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 18-39.

#### PALM 2536

TEOW YEIT HAAN / MOHD SOBRI TAKRIFF

Tecnologías de residuos cero para el desarrollo sostenible en las plantas de beneficio de aceite de palma. Zero Waste Technologies for Sustainable Development in Palm Oil Mills Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 40-55.

#### PALM 2537

PÉREZ MARULANDA, NICOLÁS

Palabras de bienvenida. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 57-66.

#### PALM 2538

ROMERO A., HERNÁN M.

Rendición de cuentas: Mejorar el status fitosanitario. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 68-71.

#### PALM 2539

BELTRÁN, G., JORGE A.

Rendición de cuentas: Incrementar la productividad del cultivo y del proceso agroindustrial. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 72-74.

#### PALM 2540

SARDI B., DANIELLA

Rendición de cuentas: Optimizar la rentabilidad palmera. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 75-78.

#### PALM 2541

GARCÍA AZUERO, ANDRÉS FELIPE

Rendición de cuentas: Consolidar una palmicultura sostenible. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 79-82.

#### PALM 2542

LEZACA M., JUAN F.

Rendición de cuentas: Fortalecer la institucionalidad sectorial Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 83-87.

#### PALM 2543

TRIANA S., CRISTINA

Rendición de cuentas: Gestión Financiera Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 88-90.

#### PALM 2544

CASTELLANOS, JUAN F., Compilador

Reseña de las Sesiones Estatuarias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, la L Asamblea General de Fedepalma y la XXXII Sala General de Ceni-palma. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 91-92.

#### PALM 2545

RESTREPO R., CATALINA

El arte de las posibilidades Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 93- 96.

#### PALM 2546

DUQUE M., IVÁN

Palabras del Presidente de la República, Iván Duque Márquez. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 97.

#### PALM 2547

ZE A N., RODOLFO

Intervención del Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 98-101.

#### PALM 2548

ROMERO A., HERNÁN M.

En qué va el mejoramiento de cara a las problemáticas de la palmicultura. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 102-107.

#### PALM 2549

HINESTROZA C., ALCIBIADES

¿Cómo vamos en asistencia técnica y adopción de tecnología? Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 108-114.

#### PALM 2550

MOLANO A., DIEGO A.

Intervención del Ministro de Defensa Nacional de Colombia. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 115-118.

#### PALM 2551

GARCÍA S., SAÚL D.

Prospectiva del sector palmero colombiano. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 119-126.

#### PALM 2552

MOSQUERA-MONTOYA, MAURICIO / NOLVER A., ARIAS A. / GARCÍA-NÚÑEZ, JESÚS ALBERTO / GUERRERO S., ÁNDERSON E.

Tiempos de inversión, tiempos de crecer en productividad. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 128-135.

#### PALM 2553

GONZÁLEZ T., JAIME

Regulaciones europeas en sostenibilidad: una mirada desde los compradores internacionales. Memorias del L

Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 136-138.

#### PALM 2554

ANGARITA G., CLAUDIA

El mercadeo y las tendencias nutricionales pospandemia. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 139-142.

#### PALM 2555

SARDI B., DANIELA

Resultados de los planes para posicionar el aceite de palma en los últimos años. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 143-145.

#### PALM 2556

SILVA M., ANDRÉS

Costos de producción en la agroindustria de palma de aceite. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 146-149.

#### PALM 2557

CUÉLLAR S., MÓNICA

Oportunidades del aceite de palma en la producción y uso de biocombustibles avanzados (DR y SAF). Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 150-159.

#### PALM 2558

PÉREZ MARULANDA, NICOLÁS

Palabras de apertura de Nicolás Pérez Marulanda en el Encuentro de la Sostenibilidad Palmera. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 160-162.

#### PALM 2559

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE

Firma del convenio de cooperación entre Fedepalma, Cenipalma y Solidaridad. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 163-164.

#### PALM 2560

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE / RESTREPO R., CATALINA. Moderadora

Premio a la Mujer Palmera 2022. Memorias del L Con-

greso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 165-166.

#### PALM 2561

RESTREPO R., CATALINA. Moderadora.

Conversatorio Mujeres palmeras, líderes que transforman vidas. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 167-170.

#### PALM 2562

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE

Reconocimiento a las empresas certificadas en sostenibilidad. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 171.

#### PALM 2563

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE

13 Concurso Nacional de Fotografía Ambiental y Social en Zonas Palmeras. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 172-177.

#### PALM 2564

GARCÍA AZUERO, ANDRÉS FELIPE

Reconocimiento a la Sostenibilidad Palmera. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 178.

#### PALM 2565

FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE

Taller Red de sostenibilidad social. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 179-180.

#### PALM 2566

L CONGRESO NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE 2022

Expopalma: Catálogo de expositores. Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 3 p. 181-181.

#### PALM 2567

PÉREZ MARULANDA, NICOLÁS

Un paso necesario a lo digital. *A Necessary Move to Digital*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 4 p. 6-7

**PALM 2568**

VON HELLERMANN PAULINE

Oro rojo: la historia del aceite de palma en África. Occidental Red gold: a history of palm oil in West Africa Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 4 p. 8-13.

**PALM 2569**

AHMAD AFANDI MURDI, / ZURAI DAH YAHYA / NUR ZUHAILI HARRIS ABIDIN *et al.*

La edad de las plántulas en el momento de la siembra afecta al rendimiento de la palma de aceite. *Seedling Age at Field Planting Affecting the Oil Palm Performance*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 4 p. 14-25.

**PALM 2571**

MOSQUERA-MONTOYA, MAURICIO / RUIZ Á., ELIZABETH / MUNÉVAR, DANIEL E. / ESTUPIÑAN, MARÍA C. / GUERRERO S., ÁNDERSON E. / CALA, SILVIA P.

Estudio de costos de producción 2021 para empresas *benchmark* del sector de la palma de aceite de Colombia. 2021 Production Costs Study on Benchmark Companies from the Colombian Oil Palm Sector. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 4 p. 26-39.

**PALM 2572**

REISS-WOOLEVER, VALENTINE JOY / LUKE, SARAH HELEN / STONE, JAKE / TURNER, EDGAR CLIVE

El mapeo sistemático muestra la necesidad de aumentar la investigación socioecológica en la palma de aceite. *Systematic Mapping Shows the Need for Increased Socio-ecological Research on Oil Palm*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 4 p. 40-68.

**PALM 2573**

RIVERA-MÉNDEZ, YURANY / ROMERO A., HERNÁN M.

Reconocimiento de los investigadores y grupos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación de Cenipalma. *Distinction of Researchers and Research, Technological Development, or Innovation Groups of Cenipalma*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 4 p. 70-79.

**PALM 2574**

Publicaciones de la Federación en otros medios. *Publications by Fedepalma in other Media*. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No. 4 p. 80.

**PALM 2576**

CID PALMERO

Índice revista Palmas. Palmas (Colombia) Vol. 43 (2022): No.4 p. 81-99.

# Índice de secciones revista Palmas volumen 43, 2022

A				INSTITUCIONALIDAD				MÓDULO 6. MANEJO FITOSANITARIO EFICAZ EN LA PALMA DE ACEITE, UN PROPÓSITO SECTORIAL				
				2573								
ACTO DE INSTALACIÓN				INVESTIGADORES								
2463	2464	2465	2545	2575				2510	2511	2512	2513	
2546	2547							2514				
C				M				O				
CULTIVO				MÓDULO 1. NUTRICIÓN Y MANEJO DEL AGUA, FACTORES DETERMINANTES EN EL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE				OTROS (Publicaciones en otros medios)				
2461	2462	2524	2534	2473	2474	2479	2480	2515	2516	2517	2518	
2535	2536	2569		2481	2482	2483	2484	2519	2520	2521	2522	
E				2485	2486	2487		2529	2530	2531	2532	
EDITORIAL								2566				
2460	2523	2533	2567	MÓDULO 3. SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PALMA				P				
ENCUENTRO DE LA SOSTENIBILIDAD PALMERA				2488				PLENARIAS				
2558	2559	2560	2561					2548	2549	2550	2551	
2562	2563	2564	2565	MÓDULO 4. NÚCLEO PALMERO: ESTRATEGIA CLAVE PARA PROMOVER CONFIANZA Y TRABAJO FRENTE AL PRODUCTOR				PONENCIA				
ESPECIAL				2490	2491	2492	2493	2476	2477	2478		
2568				2494	2495	2496	2497	PROCESAMIENTO				
I				2498	2499			2525	2526	2527	2570	
ÍNDICE								PROCESAMIENTO/SOSTENIBILIDAD				
2576				MÓDULO 5: EFICIENCIA ECONÓMICA EN EL MANEJO DEL NEGOCIO (HÍBRIDO OXG Y E. GUINEENSIS)				2528				
INFORME DE GESTIÓN DE FEDERACIÓN PALMERA Y DE LABORES DE CENIPALMA				2500	2501	2502	2503	S				
2538	2539	2540	2541	2504	2505	2506	2507	SESIÓN ESTATUTARIA CONJUNTA				
2542	2543			2508	2509			2537				

SESIONES ESTATUTARIAS  
2544

SIN SECCIÓN  
2574

SESIONES PLENARIAS  
2466 2467 2468 2469  
2470 2471 2472

SOSTENIBILIDAD  
2571 2572

O

SESIONES TEMÁTICAS DE INTE-  
RÉS SECTORIAL  
2552 2553 2554 2555  
2556 2557

OTROS  
2475 2489

## Índice alfabético de autores de revista Palmas volumen 43, 2022

---

### A

A. D. GURITNO  
2528  
AGUIRRE M., MANUEL R.  
2484  
AHMAD AFANDI MURDI,  
2569  
ALBARRACÍN, JORGE A.  
2467 2570  
ÁLVAREZ P., JHON W.  
2510  
ÁLVAREZ, JHON WILMAR  
2474  
ANGARITA G., CLAUDIA  
2554  
ARANGO U., SEBASTIÁN A.  
2483  
ARÉVALO, JAVIER  
2532  
ARIAS ARIAS, NOLVER ATANA-  
CIO  
2466  
AYALA-DÍAZ IVÁN  
2535 2462

### B

B. PURWANTANA  
2528  
BANDERAS PEREIRA, ANNGEY  
LORENA  
2497  
BANGUERA, JHON  
2532

BARRERA CARLOS FELIPE  
2462  
BARRIOS T., CARLOS E.  
2534  
BASTIDAS, JOSSELYN  
2461  
BELLO C., LAURA L.  
2496  
BELTRÁN G., JORGE A.  
2520 2470 2539  
BOCHNO HERNÁNDEZ, ELZ-  
BIETA  
2465  
BRAVO, VLADIMIR  
2461  
BUSTILLO P., ÁLEX E.  
2534

### C

CABALLERO B., KENNYHER  
2467  
CALA, SILVIA P.  
2467 2571 2516 2517  
CALIXTO, BRAULIO  
2461  
CAMPEROS R., JHONATAN C.  
2504  
CASTELLANOS, JUAN F., Compi-  
lador  
2544  
CASTILLO R. ÓSCAR A.  
2473  
CASTILLO, SANDRA Y.  
2519

CHAPARRO T., DIANA C.  
2467  
CHE MAT  
2527  
CHE RAHMA  
2527  
CHIEN LYE CHEW  
2526  
COMBATT LINDO ANTHONY  
2488  
COOMAN, ALEX P.  
2464 2469  
CORTÉS B., INGRID L.  
2525 2467  
CORTÉS L., PAULO C.  
2502  
CUÉLLAR S., MÓNICA  
2557 2467

### D

DAZA, ÉDISON  
2535  
DÍAZ D., MIGUEL Á.  
2501  
DÍAZ DURÁN, MIGUEL ÁNGEL  
2474  
DÍAZ LUENGAS, JORGE MARIO  
2469  
DÍAZ O., JENIFER S.  
2525  
DÍAZ R., CÉSAR A.  
2482  
DÍAZ R., ÓSCAR M.  
2496

DÍAZ, CESAR A.  
2467  
DÍAZ, LIZETH  
2516 2517  
DONADO V., LAURA M.  
2479  
DUEÑAS S., JAVIER  
2525  
DUEÑAS, ELKIN  
2524  
DUQUE M., IVÁN  
2546  
DUVÁN B., ÓSCAR D.  
2511

## E

ESTUPIÑÁN, MARÍA C.  
2516 2517 2571  
FANDIÑO L., EMILIO  
2488

## F

FEDERACIÓN NACIONAL DE  
CULTIVADORES DE PALMA DE  
ACEITE  
2529 2559 2560 2562  
2563 2565  
FERNANDO P., NÉSTOR F.  
2506  
FONSECA P., FELIPE F.  
2490

## G

GABRIEL E., ENRÍQUEZ C.  
2520 2521  
GAITÁN BUSTAMANTE, ÁLVA-  
RO LEÓN  
2469  
GARAVITO J., WILSON F.  
2485  
GARCÉS OBANDO, FREDDY FER-  
NANDO  
2469  
GARCÍA AZUERO, ANDRÉS FE-  
LIPE  
2468 2541 2564  
GARCÍA P. ALEJANDRA M.  
2496  
GARCÍA Q., JOSÉ M.  
2481

GARCÍA S., SAÚL D.  
2551  
GARCÍA-NÚÑEZ, JESÚS ALBER-  
TO  
2467 2525 2531 2552  
2530  
GIRALDO B., CRISTHIAN  
2518  
GONZÁLEZ DÍAZ, ALEXIS  
2525  
GONZÁLEZ T., JAIME  
2553  
GONZÁLEZ, ALEXIS  
2467  
GUERRERO S., ANDERSON E.  
2492 2552 2467 2571  
2516 2517  
GUTIÉRREZ R., MARIO G.  
2486

## H

HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ,  
JUAN  
2532  
HERNÁNDEZ S., LUIS E.  
2500  
HINESTROZA C., ALCIBIADES  
2470 2549

## L

L CONGRESO NACIONAL DE  
CULTIVADORES DE PALMA DE  
ACEITE 2022  
2566  
LEMUS RODRÍGUEZ, ERWIN  
LEANDRO  
2477  
LEZACA M., JUAN F.  
2542  
LUKE, SARAH HELEN  
2572

## M

M. P. KURNIAWAN  
2528  
MAEDA, TOSHINARI  
2570  
MENDOZA B., JORGE M.  
2480

MOHD SHAHRIN RAHAMI  
2527  
MOHD SOBRI TAKRIFF  
2536  
MOHD ZULHILMI WAN SALLEH  
2527  
MOLANO A., DIEGO A.  
2550  
MOLINA NAVARRO, LOURDES.  
Compilador  
2469  
MONDRAGÓN, ALEXANDRA  
2467  
MONSALVE T., JOSÉ M.  
2518  
MORALES R., ANUAR  
2534  
MOSQUERA-MONTOYA, MAU-  
RICIO  
2471 2516 2517 2524  
2552 2571 2532  
MUHAMAD RODDY RAMLI  
2527  
MUNAR, DAVID A.  
2467 2530 2531  
MUNÉVAR, DANIEL E.  
2524 2516 2517 2571

## N

NIÑO E., HERMÁN A.  
2512  
NOLVER A., ARIAS A.  
2552  
NORLIZA SAPARIN  
2526  
NUR ZUHAILI HARRIS ABIDIN  
2569  
NUZUL AMRI IBRAHIM  
2527

## O

OBANDO M., CAROLINA O.  
2491  
OCHOA R., CARLOS A.  
2509 2513 2474  
ORJUELA L., ÁLVARO O.  
2487  
ORTIZ M., ANDREA O.  
2495

## P

PABÓN V., JUAN G.  
2496 2497 2524  
PEÑA M., JOSÉ DEL C.  
2496  
PÉREZ MARULANDA, NICOLÁS  
2460 2463 2523 2533  
2537 2558 2567 2532

## Q

QUINTERO C., MIRLLÁN Q.  
2505  
QUIÑONES G., DENNY A.  
2499

## R

RAMÍREZ-CONTRERAS, NIDIA  
2467 2530 2531  
REISS-WOOLEVER, VALENTINE  
JOY  
2572  
RESTREPO R., CATALINA  
2545  
RESTREPO R., CATALINA, moderadora  
2561 2560  
RINCÓN NUMPAQUE, ÁLVARO  
HERNÁN  
2474  
RINCÓN ROMERO, VÍCTOR ORLANDO  
2478  
RIVERA-MÉNDEZ, YURANY  
2573 2530  
RODRÍGUEZ L., JORGE A.  
2503  
ROJAS R., LEANDRO S.  
2507  
ROJAS VARGAS., HEYDER ANDRÉS  
2476

ROMERO A., HERNÁN M.  
2538 2472 2462 2535  
2548 2573 2530  
RUA A., FREDY J.  
2514  
RUIZ Á., ELIZABETH  
2516 2517 2524 2571  
2535 2532

## S

SALAMANCA D., SANDRA M.  
2493  
SANABRIA, ÓSCAR  
2470  
SÁNCHEZ-TORRES, VIVIANA  
2570  
SARDI B., DANIELA  
2540 2555  
SARRIA, GREICY A.  
2519  
SIERRA, SONIA  
2467  
SILVA M., ANDRÉS  
2556  
SINISTERRA O., KELLY  
2524  
SOLÓRZANO, OCTAVIO  
2461  
SIERRA, SONIA  
2516 2517  
STONE, JAKE  
2572

## T

TAPIAS A., LUIS A.  
2494  
TEOW YEIT HAAN  
2536  
TORRES LEÓN, JORGE L.  
2518  
TORRES S., KELLY C.  
2508

TRIANA S., CRISTINA  
2543  
TUPAZ-VERA, ANDRÉS  
2462  
TURNER, EDGAR CLIVE  
2572

## V

VALDIVIESO QUINTERO  
2570  
VARÓN, FRANCIA  
2519  
VARÓN-CÁRDENAS, DARLIS  
ADRIANA  
2531  
VILLAREAL, FABIÁN  
2524  
VON HELLERMANN PAULINE  
2568

## W

W. SUPARTONO  
2528

## Y

YU, CHANG PING  
2570

## Z

ZEA N., RODOLFO  
2547  
ZÚÑIGA P., LEÓN F.  
2519  
ZURAIDAH YAHYA  
2569

## Índice alfabético de temas de revista Palmas volumen 43, 2022

---

<b>A</b>		
ABEJAS	AGUA	BIODIVERSIDAD
2494	552	2488 2558
ABSORCIÓN	2479	BIOFERTILIZANTE
2531	ALIMENTOS	2536
ACARI	2554	BIOHIDRÓGENO
2534	ALTO OLÉICO	2536
ACEITE DE PALMA	2487	BIOLOGÍA
2471 2473 2572 2461	ALUMINIO	2466
2466 2568 2570 2486	2474	BIOMASA
2526 2541	AMENAZAS	2467 2531 2473
ACEITE DE PALMA CRUDO	2551	BRECHA
2525	AMONIO	2480 2491
ACEITE DE PALMA SOSTENIBLE	2531	BUENAS PRÁCTICAS
2468	ANÁLISIS	AGRÍCOLAS
ACEITES Y GRASAS	2556	2527
2557 2553	ANTECEDENTES	
ACIDEZ	2545	<b>C</b>
2474	ASISTENCIA TÉCNICA	CALCULADORA
ÁCIDOS GRASOS	2549 2470	2506
2535 2525	AUXINAS	CALIDAD
ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS	2535	2467 2569 2481
2525	AVIACIÓN	CALIDAD DE VIDA
ADMINISTRACIÓN	2557	2470
2551	<b>B</b>	CAMBIO DE USO DE TIERRA
ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA	BENCHMARK	2466
2470 2469 2549 2496	2556 2471	CAMPOS EXPERIMENTALES
AFECCIÓN FOTOSANITARIA	BIENES PRIVADOS	2463
2548	2464	CARACTERIZACIÓN
ÁFRICA	BIENES PÚBLICOS GENERALES	2470
2568	2464	CATÁLOGO EXPOSITORES
AGRICULTURA	BIENES PÚBLICOS SECTORIALES	2522
2547	2464	CENIPALMA
AGRICULTURA SOSTENIBLE	BIOCARBÓN	2559
2572	2531	CENTRO DE INVESTIGACIÓN
AGROINDUSTRIA DE LA PALMA	BIOCOMBUSTIBLE	2469
DE ACEITE	2557	CERTIFICACIÓN
2466 2467 2468		2562

CIENCIA  
 2573 2469  
 CLIMA  
 2476  
 CLORO  
 2526  
 CODEX ALIMENTARIUS  
 2523  
 COLOMBIA  
 2463 2571 2541  
 COMBUSTIBLES  
 2570 2557  
 COMERCIAL  
 2555  
 COMERCIALIZACIÓN  
 2553 2555 2533 2537  
 2540  
 COMPONENTES  
 2535  
 COMUNICACIONES  
 2542  
 CONCLUSIONES  
 2521  
 CONFORMACIÓN DE RACIMO  
 2461  
 CONSERVACIÓN  
 2488  
 CONTROL  
 2538 2534  
 CONVENIO DE COOPERACIÓN  
 2559  
 CONVERSACIÓN  
 2565  
 COSECHA  
 2471 2496 2532  
 COSTO ESTIMADO  
 2552 2556  
 COSTOS  
 2571 2528 2532 2548  
 2471 2516 2552 2556  
 COVID-19  
 2547 2554  
 CRECIMIENTO  
 551  
 CRECIMIENTO REDUCIDO  
 2462  
  
 D  
  
 DEFENSA NACIONAL  
 2550  
 DÉFICIT HÍDRICO  
 2477

DEFOLIADORES  
 2511  
 DEFORESTACIÓN  
 2550  
*DEMOTISPA NEIVAI*  
 2512  
 DIACILGLICEROL  
 2526  
 DÍNAMICA  
 2570  
 DISCUSIONES  
 2469  
 DISIDENCIAS  
 2550  
 DIVERSIDAD  
 2466  
  
 E  
  
 ECONOMÍA  
 2556 2571 2558  
 ECOSISTEMA  
 2488  
 EFLUENTES  
 2570  
 EGRESOS  
 2543 2552  
 ELECCIONES  
 2544  
 ELN  
 2550  
 EMISIONES  
 2530 2557  
 EMPLEO  
 2537  
 EMPRESA  
 2562  
 ENERGÍAS RENOVABLES  
 2536 2467 2557  
 ENFERMEDAD  
 2472 2548  
 ENMIENDA  
 2474  
 ERIOPHYIDAE  
 2534  
 ÉSTERES DE GLICIDILO  
 2527  
 ESTUDIO DE COSTOS  
 2556  
 EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA  
 2509  
 2496

EXPOPALMA  
 2566  
 EXPORTACIONES  
 2546  
 EXPOSITORES  
 2566  
 EXTRACCIÓN  
 2570 2467  
  
 F  
  
 FEDEPALMA  
 2559  
 FENÓMENOS SOCIALES  
 2480 2491  
 FONDO DE FOMENTO  
 PALMERO  
 2464  
 FÓRMULA  
 2524  
 FOSFATO  
 2531  
 FOTOGRAFÍA  
 2563  
 FRUTOS PARTENOCÁRPICOS  
 2461  
 FUERZAS ARMADAS DE  
 COLOMBIA  
 2550  
  
 G  
  
 GENERACIÓN DE ENERGÍA  
 2545  
 GESTIÓN AMBIENTAL  
 2488  
 GESTIÓN COMERCIAL  
 2540  
 GESTIÓN EMPRESARIAL  
 2533  
 GESTIÓN FINANCIERA  
 2543  
 GESTIÓN REGIONAL  
 2542  
 GESTIÓN SOCIAL  
 2565  
 GOBERNANZA  
 2541 2468  
 GREAT PLACE TO WORK  
 2463  
 GREMIALIDAD  
 2537 2542

H	INVESTIGACIÓN	MUJER
HÁBITAT	2460 2538 2523 2572	2561
2488	2463 2464 2465 2469	N
HÁBITOS	J	NANOCARBONO
2534	JUNTA DIRECTIVA	2536
HEREDABILIDAD	2544	NÚCLEO PALMERO
2462	L	2497 2549 2470
HÍBRIDO O <sub>x</sub> G	LEPIDOPTERA: MEGALOPYGI-	NUEVOS NEGOCIOS
2461	DAE	2553
HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS	2510	NUTRICIÓN
DE PALMA DE ACEITE	LODO	2463 2471 2554 2478
2525	2570	O
HIDROCARBUROS	LOGROS	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
2557	2542	2558
HISTORIA	LOGROS	OPORTUNIDADES
2533 2568 2545	2538	2551 2551
HITOS	M	ORDEN PÚBLICO
2542 2538	MALASIA	2550
HUELLA DE CARBONO	2527	P
2530	MANEJO INTEGRADO DEL	PALMA DE ACEITE
I	AGUA	2545 2548 2549 2559
IMPACTO AMBIENTAL	2466	2563 2569 2533 2528
2530	MAPIRIPÁN	2462 2488 2534 2571
INDICADORES	2488	2523 2524 2530 2539
2517 2538 2539 2524	MANTENIMIENTO	2568
ÍNDICE	2485	PALMERO COMPRA PALMA
2576 2492 2571 ÍNDICE	MATERIA ORGÁNICA	2555
DE BALANCE TECNOLÓGICO	2473	PALMICULTORES
2549 2497	MECANIZACIÓN	2470
ÍNDICE DE VEGETACIÓN	2532	PALMICULTURA
2508	MEDICIÓN	2551
INDONESIA	2569	PANDEMIA
2528	MEJORAMIENTO GENÉTICO	2554
INDUSTRIA DE LA PALMA DE	2505 2548	PANEL
ACEITE	MERCADEO	2469
2540 2546 2550 2556	2555	PHYTOSEIIDAE
2557 2463 2558 2533	MERCADOS	2534
2537 2572 2545 2547	2537 2533 2541 2468	PLAGAS
2553	2540 2553	2472
INGRESOS	METODOLOGÍA	PLAGAS Y ENFERMEDADES
2543 2552	2497 2524 2572	2538
INNOVACION	MICROBIOLOGÍA	PLANES ESTRATÉGICOS
2573 2464 2468 2541	2570	2549
INSTITUCIONALIDAD	MODELO	PLANIFICACIÓN
2537 2542 2551	2507 2549 2539 2541	2490
INTELIGENCIA ARTIFICIAL	MUESTREO	PLANTA DE BENEFICIO
2482	2474	2549 2528 2552
INTROGRESIÓN		
2462		
INVERSIÓN		
2464		

PLÁNTULA  
2569  
POLINIZACIÓN  
2535 2471  
POLINIZACIÓN ARTIFICIAL  
2496 2461 2501 2504  
2524  
POLINIZADORES  
2513  
PONENCIA  
2476 2477 2478 2479  
2480 2481 2482 2483  
2484 2485 2486 2487  
2490 2491 2492 2493  
2494 2495 2498 2499  
2500 2501 2502 2503  
2504 2505 2506 2507  
2508 2509 2510 2511  
2512 2513 2514  
POSICIONAMIENTO  
2468 2542 2555  
PÓSTER  
2516 2517 2518 2519  
POTENCIAL INDUSTRIAL DE  
ACEITE (PIA)  
2467  
PRECIOS  
2537  
PREMIACIÓN  
2515 2520 2521  
PREMIO MUJER PALMERA  
CAMPESENA  
2560  
PROCESAMIENTO  
2523 2484  
PRODUCCIÓN  
2572 2528 2556 2469  
PRODUCCIÓN INSUMOS  
AGRÍCOLAS  
S2571  
PRODUCTIVIDAD  
2552 2524 2551 2545  
2547 2533 2497 2539  
2471 2550  
PRODUCTOR  
2497 2547  
PUBLICACIONES  
2529  
PUDRICIÓN BLANCA  
2519  
PUDRICIÓN DEL COGOLLO  
2548

PUNTO ÓPTIMO  
2496  
2502  
  
R  
  
RACIMO  
2535 2569 2532  
RASGOS GENÉTICOS  
2462  
RECONOCIMIENTO  
2562 2465 2560 2563  
2564  
RECUPERACIÓN DE AGUA  
2536  
RECURSOS  
2542  
REGULADORES DE  
CRECIMIENTO  
2535  
REINGENIERÍA  
2503  
RELACIÓN DOCUMENTAL  
2472  
RENTABILIDAD  
2532  
REUNIÓN TÉCNICA NACIONAL  
2460  
*RHYNCHOPHORUS PALMARUM*  
2514  
RURALIDAD  
2547 2561  
  
S  
  
SATURACIÓN  
2474  
SEGURIDAD  
2550  
SEGURIDAD ALIMENTARIA  
2554 2526  
SESIONES ESTATUTARIAS  
2544  
SISTEMAS AGRÍCOLAS  
2470  
SOCIOECONOMÍA  
2470  
SOCIOLOGÍA  
2551  
SOLIDARIDAD  
2559  
SOSTENIBILIDAD  
2541 2558 2564 2565

2537 2463 2547 2530  
2523 2563 2466 2467  
2468 2493 2543 2562  
SUELO  
2466 2552  
  
T  
  
TECNOLOGÍA  
2552 2538 2557 2573  
2539  
TERMOGRAFÍA  
2518  
TIEMPOS Y MOVIMIENTOS  
2532  
TOMA DE DECISIONES  
2483  
TRABAJO SOCIAL  
2495  
TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGÍA  
2538  
  
U  
  
USOS DEL ACEITE  
2467  
  
V  
  
VALOR AGREGADO  
2533 2540 2553  
  
V  
  
VIGILANCIA TECNOLÓGICA  
2539  
  
Z  
  
ZONAS PALMERAS  
2470  
  
Especiales  
  
30 AÑOS DE CENIPALMA  
2463 2464 2465  
  
3-MCPDE  
2526 2527  
  
60 AÑOS  
2533

Esta publicación es propiedad de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma, por tanto, ninguna parte del material ni su contenido, ni ninguna copia del mismo puede ser alterada en forma alguna, transmitida, copiada o distribuida a terceros sin el consentimiento expreso de la Federación. Al realizar la presente publicación, la Federación ha confiado en la información proveniente de fuentes públicas o fuentes debidamente publicadas. Contiene recomendaciones o sugerencias que profesionalmente resultan adecuadas e idóneas con base en el estado actual de la técnica, los estudios científicos, así como las investigaciones propias adelantadas. A menos que esté expresamente indicado, no se ha utilizado en esta publicación información sujeta a confidencialidad ni información privilegiada o aquella que pueda significar incumplimiento a la legislación sobre derechos de autor. La información contenida en esta publicación es de carácter estrictamente referencial y así debe ser tomada y está ajustada a las normas nacionales de competencia, Código de Ética y Buen Gobierno de la Federación, respetando en todo momento la libre participación de las empresas en el mercado, el bienestar de los consumidores y la eficiencia económica.

LA PALMA DE ACEITE, UNA AGROINDUSTRIA EFICIENTE, SOSTENIBLE Y MUNDIALMENTE COMPETITIVA

# PALMAS

La revista Palmas Volumen 43, Número 1, fue editada por la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma. Se terminó de imprimir y encuadernar en los talleres de Estudio 45-8 S. A. S. en la ciudad de Bogotá-Colombia, con un tiraje de 1.260 ejemplares sobre papel bond de 90 g.