Volumen 43 N°. 3 de 2022 • pp. 1-188 • julio-septiembre de 2022 • ISSN impreso 0121- 2923 • ISSN digital 2744-8266.

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

PALMAS

Vol. 43 No. 3

CULTIVO
Biología y dinámica poblacional de *Retracrus elaeis* Keifer, 1975 (Acari: Eriophyidae) en palma de aceite en el Caribe colombiano

SOSTENIBILIDAD
Tecnologías de residuos cero para el desarrollo sostenible en las plantas de beneficio de aceite de palma

MEMORIAS
L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022

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.

fedepalma 60 años

CON EL APOYO DEL FONDO DE FOMENTO PALMERO

fedepalma 60 años

CON EL APOYO DEL FONDO DE FOMENTO PALMERO

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

Esta publicación cuenta
con el patrocinio del
Fondo de Fomento Palmero

Fotografía: archivo Fedepalma

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
Martha Helena Arango de Villegas

Coordinación Editorial
Ana Marcela Hernández Calderón

Responsable de Publicaciones
Yolanda Moreno Muñoz

Centro de Información y Documentación
Martha Helena Arango de Villegas

Traductor
Carlos Arenas

Diseño y diagramación
Lida R. Chaparro S.

Impresión
Estudio 45-8 S. A. S.

Cualquier utilización por terceros, de todo o parte del contenido de la revista Palmas, deberá ir acompañada de su nota bibliográfica y estar claramente referenciada (indicando en cada caso el nombre de la revista, volumen, número y año de edición). Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los artículos con fines comerciales.

Contenido

Editorial

8 Cosechando historia, sembrando futuro

Harvestin History, Sowing the Future

Nicolás Pérez Marulanda

Cultivo

12 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

Barrios Trilleras, Carlos Enrique; Bustillo Pardey, Álex Enrique; Morales Rodríguez, Anuar

18 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

Romero, Hernán Mauricio; Daza, Edison; Ayala Díaz, Iván; Ruiz Romero, Rodrigo.

40 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

Teow Yeit Haan; Mohd Sobri Takriff

Memorias del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite 2022

Sesión estatutaria conjunta

57 Palabras de bienvenida

Nicolás Pérez Marulanda

Informe de Gestión de Fedepalma y de Labores de Cenipalma

68 Rendición de cuentas: Mejorar el estatus fitosanitario
Hernán Mauricio Romero Angulo

72 Rendición de cuentas: Incrementar la productividad del cultivo y del proceso agroindustrial
Jorge Alonso Beltrán Giraldo

75 Rendición de cuentas: Optimizar la rentabilidad palmera
Daniella Sardi Blum

79 Rendición de cuentas: Consolidar una palmicultura sostenible
Andrés Felipe García Azuero

83 Rendición de cuentas: Fortalecer la institucionalidad sectorial
Juan Fernando Lezaca Mendoza

88 Rendición de cuentas: Gestión financiera
Cristina Triana Soto

Sesiones estatutarias

91 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 Cenipalma
Fedepalma

Acto de instalación

93 El arte de las posibilidades
Catalina María Restrepo Rada

97 Palabras del Presidente de la República, Iván Duque Márquez
Iván Duque Márquez

98 Intervención del Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural
Rodolfo Zea Navarro

Plenarias

102 En qué va el mejoramiento de cara a las problemáticas de la palmicultura

Hernán Mauricio Romero

108 ¿Cómo vamos en asistencia técnica y adopción de tecnología?

Alcibiades Hinestroza Córdoba

115 Intervención del Ministro de Defensa Nacional de Colombia

Diego Andrés Molano Aponte

119 Prospectiva del sector palmero colombiano

Saúl David García Sterimberg

Sesiones temáticas de interés sectorial

128 Tiempos de inversión, tiempos de crecer en productividad

Mauricio Mosquera Montoya, Nolver Atanacio Arias, Jesús Alberto García Núñez, Ánderson Eduardo Guerrero Sánchez

136 Regulaciones europeas en sostenibilidad: una mirada desde los compradores internacionales

Jaime González Triana

139 El mercadeo y las tendencias nutricionales pospandemia

Fedepalma

143 Resultados de los planes para posicionar el aceite de palma en los últimos años

Daniella Sardi Blum

146 Costos de producción en la agroindustria de palma de aceite

Andrés Silva Mora

150 Oportunidades del aceite de palma en la producción y uso de biocombustibles avanzados (DR y SAF)

Mónica Cuéllar Sánchez

Encuentro de la Sostenibilidad Palmera

160 Palabras de apertura de Nicolás Pérez Marulanda en el Encuentro de la Sostenibilidad Palmera

Nicolás Perez Marulanda

163 Firma del convenio de cooperación entre Fedepalma, Cenipalma y Solidaridad Fedepalma

Fedepalma

165 Premio a la Mujer Palmera 2022

Dirección de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma

167 Conversatorio: Mujeres palmeras, líderes que transforman vida

Catalina Restrepo Rada

171 Reconocimiento a las empresas certificadas en sostenibilidad

Fedepalma

172 13 Concurso Nacional de Fotografía Ambiental y Social en Zonas Palmeras

Dirección de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma

178 Reconocimiento a la Sostenibilidad Palmera

Andrés Felipe García Azuero

179 Taller Red de sostenibilidad social

Lisa Durán López

Otros

181 Expopalma

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)
- 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 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 process via OJS through 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, Institutionality, 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.

Cosechando historia, sembrando futuro

La Federación cumple 60 años de historia. En términos palmeros podríamos decir que inicia un periodo de renovación, marcado no solo por el cumplimiento de un ciclo productivo sino especialmente por el desarrollo de la palmicultura colombiana que nos tiene hoy ante diversos factores que dejan ver también una nueva etapa.

Por una parte, el sector se ha consolidado como el segundo cultivo en área sembrada en el país, cuyo valor de la producción superó los 7,7 billones de pesos en 2021, y es el primer renglón en exportaciones no tradicionales (cuarto lugar en exportaciones agropecuarias) con un valor que supera los 500 millones de dólares. La palmicultura se ha extendido a varias regiones, llegando a más de 160 municipios, donde, en muchos casos, se ha constituido como la principal actividad económica formal y se ha convertido en un motor de progreso para las áreas rurales de nuestro país.

En este proceso de expansión y consolidación se destaca la diferenciación de nuestra palmicultura como sostenible, pionera en la adopción de buenas prácticas en materia ambiental y social, tales como el compromiso con la cero deforestación, la protección de los ecosistemas y la generación de empleos formales y de calidad. Esto se ve reflejado en hitos como la puesta en marcha de la Corporación Aceite de Palma Sostenible de Colombia (APSColombia), un paso más en la implementación de esta estrategia que se viene construyendo desde hace varios años; y el hecho de que cerca de 30 % de la producción nacional de aceite de palma se encuentra certificada bajo estándares internacionales.

Los 15 años de la implementación de un exitoso programa de biocombustibles nos hace pensar en nuevas formas y mercados con agregación de valor del aceite de palma, en parte, porque el impulso y la escala de la palmicultura nacional hacen viable esos desarrollos y, también, por las oportunidades que en esta materia se vislumbran con el diésel renovable y el combustible sostenible para aeronaves o SAF (por sus siglas en inglés).

Que hoy estemos vislumbrando un futuro promisorio, con oportunidades en distintos mercados, tanto internos como externos, no es casualidad. La palmicultura colombiana se encuentra preparada para asumir estos retos gracias a algunos pilares que en estos 60 años de historia vale la pena destacar:

1. Organización de los productores: desde muy temprano la palmicultura optó por reconocer la importancia de contar con una entidad gremial que congregara a los productores. Más adelante, se consolidó un consenso sobre la necesidad de contar con una parafiscalidad robusta, trasparente y en beneficio del bien común.

Esta forma de organizarse es un elemento que a través de los años ha demostrado su valor, tanto por el desarrollo de bienes públicos sectoriales, como por la capacidad de atender en conjunto los distintos retos y oportunidades que han surgido.

2. Organización de la comercialización: bajo un entorno de libre competencia, la información transparente y oportuna, que la Federación desde un inicio puso a disposición de

todos, ha permitido que los distintos actores tomen decisiones acordes al comportamiento de los mercados. A esto se suma el surgimiento del mecanismo de estabilización que, además, ha ayudado a reconocer y balancear las diferencias entre los mercados interno y de exportación, recibiendo las señales de estos para que la comercialización fluya, al tiempo que se optimiza el ingreso de los productores. Pocos sectores cuentan con mecanismos que den garantías a los distintos actores de la cadena respecto a las reglas de juego de la comercialización como el nuestro.

3. Apuesta por la ciencia y la tecnología: con frecuencia se menciona que el principal programa gremial de la Federación es Cenipalma, nuestro centro de investigación. Con tres de cada cuatro pesos invertidos en este, sin duda, la apuesta del sector ha estado en la ciencia, la tecnología y la innovación para atender no solo las problemáticas que la afectan (como las fitosanitarias o los retos productivos) sino para adelantarse a las tendencias y oportunidades que permanentemente se presentan. Tanto la generación de conocimiento, como los esfuerzos para lograr su transferencia y adopción por parte de los productores, se encuentran en las mejores manos con un centro de investigación que con treinta años de trayectoria ha retribuido con creces dicha inversión.

4. Crecimiento organizado y solidario: triplicar el área sembrada en menos de 30 años, con altos niveles de inclusión, no hubiera sido posible sin un modelo organizado y solidario, protagonizado por los conceptos de Núcleo Palmero y alianzas productivas. El soporte de las empresas ancla para el desarrollo de los proyectos productivos de los pequeños productores ha sido fundamental para que hoy 85 % de los palmicultores sean de pequeña escala. Sin duda, existen retos para incorporar aún más a estos productores en la adopción de buenas prácticas y en el desarrollo de la actividad de forma sostenible, y el esquema de Núcleo será un gran activo para lograrlo.

5. Nuevos mercados y negocios: el reto exportador y la promoción de la creación de CI Acepalma, la construcción y creación del programa de biodiésel de palma y la promoción del consumo del Aceite de Palma 100% Colombiano son solo algunos de los ejemplos de cómo el gremio ha entendido que a través de los mercados se garantiza una adecuada dinámica de comercialización, desarrollo y crecimiento del sector. Aun cuando contamos con mercados internos y externos consolidados, siempre nos encontramos evaluando su evolución y sondeando las nuevas oportunidades que le permitan continuar un desarrollo sostenido y sostenible a la actividad palmera.

Invitamos a todos los palmicultores del país a sumarse a la celebración de estos 60 años de vida gremial en los distintos escenarios locales o nacionales que se han programado para ello. Celebremos que, gracias a las condiciones y forma como se ha desenvuelto la palmicultura, esta actividad ha sido motor de transformación en las regiones en la que ha estado presente, irrigando riqueza y bienestar a productores, empleados y comunidades en la ruralidad colombiana. Hagamos de esta, una ocasión para continuar trabajando unidos, con #OrgulloPalmero, por una palmicultura próspera y sostenible.

Bienvenidos a esta nueva edición.

NICOLÁS PÉREZ MARULANDA
Presidente Ejecutivo de Fedepalma

Harvesting History, Sowing the Future

The Federation celebrates 60 years of history. In oil palm terms, we could say that a period of renewal is upon us, marked by the fulfillment of a productive cycle, and especially by the development of the Colombian palm industry, which today faces several factors that reveal a new stage.

On the one hand, the sector has become the country's second crop in planted area, with a production value exceeding 7.7 trillion pesos in 2021. It is also the first product in non-traditional exports in the region (fourth in agricultural exports) with a value that exceeds 500 million dollars. Palm growing has spread to several regions, reaching more than 160 municipalities where, in many cases, it has become the main formal economic activity and a driver of progress for rural areas of our country.

Along this expansion and consolidation process, I would like to emphasize the differentiation of our palm growing as sustainable. We are pioneers in adopting good environmental and social practices, such as the commitment to zero deforestation, the protection of ecosystems and the creation of formal and quality jobs. This is evidenced in milestones such as the establishment of Corporación Aceite de Palma Sostenible de Colombia (APSColombia), a further step in the implementation of this strategy that has been under construction for several years, and the fact that nearly 30% of the national palm oil production is certified under international standards.

Fifteen years of implementation of a successful biofuels program makes us think about new forms and markets with added value for palm oil, partly because the momentum and scale of the national palm oil industry make these developments viable and also because of the opportunities in this area with renewable diesel and sustainable aircraft fuel (SAF).

It is no coincidence that, today, we are looking ahead to a promising future, with opportunities in multiple domestic and foreign markets. The Colombian oil palm industry is ready to tackle these challenges thanks to some pillars of its 60-year history that are worth noting:

1. Producer organization: From very early on, palm growers chose to recognize the importance of having a professional association that would bring growers together. Later, they agreed on the importance of having a robust and transparent parafiscal system to work for the common good.

This form of organization has demonstrated its value over the years, both due to the development of sectoral public goods and its capacity to gather efforts to face the multiple challenges and opportunities that arise.

2. Marketing organization: In a free competition setting, the transparent and timely information that the Federation has made available to everyone from the beginning, has allowed different players to make decisions following the market behavior. Furthermore, the emergence of the stabilization mechanism has helped to recognize and balance the differences between the domestic and export markets, receiving signals from the latter so that marketing can flow while optimizing producers' income. Few sectors have mechanisms that reassure the different actors in the chain concerning the rules of the marketing game as ours does.

3. Commitment to science and technology: It is often mentioned that the main industry program of the Federation is Cenipalma, our research center. With 3 out of every 4 pesos invested in the sector, there is no doubt that the sector is committed to science, technology and innovation to address the problems affecting it (such as phytosanitary issues or production challenges) and anticipate the trends and opportunities that are constantly arising. Both the creation of knowledge and the efforts to make producers share and adopt it are in the best hands with a research center that has more than paid for this investment over 30 years.

4. Organized and solidary growth: Tripling the planted area in less than 30 years with high levels of inclusion would not have been possible without an organized and solidary model based on the concepts of *Núcleo Palmero* and productive partnerships. The support of the anchor companies to develop the small producers' productive projects has been fundamental so that 85% of the current palm growers are small-scale producers. Undoubtedly, there are challenges to further incorporate these producers in adopting good practices and sustainably developing the activity. The *Núcleo* scheme will be a great assetfor this.

5. New markets and businesses: The export challenge and the promotion of the creation of CI Acepalma, the development and creation of the palm biodiesel program, and the promotion of the consumption of 100% Colombian Palm Oil are some examples of how the industry has understood that markets guarantee the sector's adequate marketing, development and growth dynamics. Even though we have consolidated internal and external markets, we are constantly evaluating their evolution and timely probing new opportunities to continue the sustained and sustainable development of palm growing.

We invite all palm growers around the country to join us and celebrate our 60th anniversary of activities in the different local and national scenarios organized for this purpose. Furthermore, let us celebrate that, thanks to the conditions and how palm growing has developed, this activity has been a driver of transformation in the regions where it has been present, bringing wealth and well-being to producers, employees and communities in rural Colombia. Let us take this as an opportunity to continue working with #OrgulloPalmero for a prosperous and sustainable palm growing.

We welcome you to this new issue.

NICOLÁS PÉREZ MARULANDA
Fedepalma CEO

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

doi: https://doi.org/10.56866/01212923.13913

Citación: Barrios-Trilleras, C. E., Bustilo-Pardey, A. E. & Morales-Rodríguez, A. (2022). Biología y dinámica poblacional de *Retracrus elaeis* Keifer, 1975 (Acari: Eriophyidae) en palma de aceite en el Caribe colombiano. *Palmas, 43*(3), 12-17. doi: https://doi.org/10.56866/01212923.13913

Palabras clave: Acari, Familia Eriophyidae, Familia Phytoseiidae, Palma de aceite.

Keywords: Acari, Eriophyidae, Phytoseiidae, Oil palm.

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

Recibido: mayo de 2022.

Aprobado: agosto de 2022.

Barrios Trilleras, Carlos Enrique
Asistente de Investigación, Programa de Plagas y Enfermedades, Área Entomología de Cenipalma.
Autor de correspondencia:
cbarrios@cenipalma.org
Orcid ID. 0000-0001-9536-6053

Bustillo Pardey, Álex Enrique
Investigador Emérito de Cenipalma
Orcid ID: 0000-0003-4375-4913.

Morales Rodríguez, Anuar
Líder Área Entomología, Programa de Plagas y Enfermedades de Cenipalma
Orcid ID. 0000-0001-8525-2052.

Resumen

Retracrus elaeis es un ácaro que con frecuencia afecta los cultivos de palma de aceite en Colombia. Con el fin de conocer aspectos de su biología se determinó el ciclo de vida en condiciones de laboratorio (28 °C, 80 % HR) y la fluctuación poblacional de esta especie y la de los ácaros Phytoseiidae asociados a su control en una plantación de palma de aceite a través de muestreos mensuales durante 31 meses. La fluctuación poblacional se correlacionó con los factores ambientales de temperatura, precipitación y humedad relativa usando el coeficiente de correlación de Spearman. La duración del ciclo de vida de huevo a adulto fue de 20,7 ± 2,3 días: huevo, 7,1± 1,0 días; larva, 6,2 ± 0,8 días; ninfa, 7,4 ± 0,5 días y la longevidad del adulto

fue de 6,8 ± 4,4 días. *Retracrus elaeis* presenta reproducción sexual y asexual del tipo arrenotoquia y las hembras ovipositan en promedio 29 ± 4 huevos. No se encontró una asociación fuerte entre las poblaciones de *R. elaeis* y los factores ambientales estudiados: humedad relativa (-0,19), precipitación (-0,21), temperatura (0,14) y poblaciones de Phytoseiidae (-0,18), pero sí una asociación moderada entre las poblaciones de Phytoseiidae y temperatura (0,36). Un ciclo de reproducción corto y la posibilidad de reproducirse de manera sexual y asexual puede hacer que las poblaciones de *R. elaeis* se incrementen en plantaciones de palma de aceite.

Abstract

Retracrus elaeis is an arthropod that frequently affects oil palm crops in Colombia. To know aspects of its biology, the life cycle will be extended under laboratory conditions (28°C, 80% RH), and the population fluctuation of this species, as well as that of the Phytoseiidae mites associated with its control in an oil palm plantation through monthly tests for 31 months. Population fluctuation was correlated using Spearman's correlation coefficient with environmental factors of temperature, precipitation, and relative humidity. Life cycle length from egg to adult is 20.7 ± 2.3 days, egg 7.1 ± 1.0 days; larva: 6.2 ± 0.8 days; nymph: 7.4 ± 0.5 days and adult longevity is 6.8 ± 4.4 days. *Retracrus elaeis* presents sexual and asexual reproduction arrhenotochy type, and females oviposit an average of 29 ± 4 eggs. No strong association was found between the populations of *R. elaeis*, and the environmental factors studied: relative humidity (-0.19), precipitation (-0.21), temperature (0.14), and populations of Phytoseiidae (-0, 18), but there is a moderate association between Phytoseiidae populations and temperature (0.36). A short reproductive cycle and the possibility of reproducing sexually and asexually can cause populations of *R. elaeis* to increase in oil palm plantations.

Introducción

En la subclase Acari, los ácaros pertenecientes a la superfamilia Eriophyiodea ocupan el segundo lugar en importancia económica en la agricultura, solo superados por la familia Tetranychidae (Hong *et al.,* 2001). Esta superfamilia está compuesta por las familias Eriophyidae y Diptilomiopidae (Reis *et al.,* 2012), y los ácaros de esta última usualmente están asociados a palmas (Gondim y Moraes, 2003), un ejemplo de ello son *Notostrix colombiana* Reis y Navia en palma de cera (*Ceroxylon quindiuense* (H. Karst.) H. Wendl.) (Reis *et al.,* 2014); *Retracrus johnstoni* Keifer en coco plumoso *Syagrus romanzoffiana* Glassman (Gondim y Moraes, 2003); y *Retracrus elaeis* Keifer, 1975, en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) (Genty y Reyes, 1977).

El ácaro *R. elaeis* se registró por primera vez en Colombia en una plantación de palma de aceite en el sur del departamento del Cesar (Genty y Reyes, 1977). Posteriormente, se encontró en plantaciones de palma de aceite (híbrido interespecífico OxG) en la región de Urabá (Antioquia) (Urueta, 1980) y más tarde se detectó en plantaciones de palma ubicadas en el caribe colombiano (De Haro *et al.*, 1997).

El daño de *R. elaeis* es causado por los adultos y estados inmaduros al alimentarse en el envés de los foliolos de las palmas, generan manchas amarillas o anaranjadas, las cuales pueden confundirse con deficiencias nutricionales (De Haro *et al.,* 1997). Estas manchas coalescen, disminuyendo la capacidad fotosintética de la palma y generando una reducción en la producción de hasta 50 % en palmas severamente afectadas (Genty y Reyes, 1977; Ochoa *et al.*, 1991).

Se han desarrollado investigaciones enfocadas en evaluar estrategias para el manejo de las poblaciones de *R. Elaeis,* a través de aspersiones con azufre y hongos entomopatógenos como *Hirsutella thompsonii* (Urueta, 1980; Syed, 1994). Sin embargo, la biología y la ecología de este ácaro han sido poco estudiadas, por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar el ciclo de vida y la dinámica poblacional de *R. elaeis* en lotes de palma de aceite en la Zona Norte de Colombia.

Metodología

Biología de *R. Elaeis*

El estudio se realizó bajo las condiciones del laboratorio de entomología de Cenipalma (28 °C y 80 % HR) ubicado en el Campo Experimental Palmar de la Sierra (10°43'55,3''N; 74°07'32,1''W), siguiendo la metodología utilizada por Gondim y Moraes (2003) para determinar el ciclo de vida de *R. johnstoni* Keifer. Para esto, se colectaron 20 foliolos de hoja de palma de aceite (*E. guineensis*) y se limpiaron con una toalla de papel humedecida con agua estéril. Para mantener los foliolos hidratados, la sección del raquis de los foliolos estuvo sumergida en agua destilada. Se demarcaron 4 cuadros de 1 cm^2 en el envés de cada foliolo y con un pincel 0 (Enthos®, Bogotá, D. C., Colombia) se colocaron 10 adultos de *R. elaeis*, colectados de una plantación de palma en el centro de cada cuadro. Transcurridas 24 horas, los adultos se retiraron y se contabilizó la totalidad de huevos obtenidos y se hizo seguimiento diario a esta cohorte hasta que alcanzaron el estado adulto con la ayuda de un estereoscopio (Olympus SZ61, Tokyo, Japón).

Para determinar la longevidad y fecundidad de los adultos, se individualizaron siguiendo la misma metodología utilizada para el estudio del ciclo de vida. Los ácaros ubicados en los cuadros donde se registraron posturas, se consideraron que eran hembras y se contabilizó la totalidad de huevos puestos por cada una durante toda su vida y su viabilidad. Se tomaron medidas de longitud de cada estado de desarrollo, utilizando un estereoscopio Olympus SZ-61 (Olympus Corporation, Tokio, Japón), acoplado a una cámara de microfotografía Moticam S12 de 12 MP (MOTIC, Hong Kong, China), las imágenes se procesaron con el *software* Toupview® (ToupTek Photonics, Hangzhou, China). Los datos se analizaron usando estadística descriptiva.

Dinámica poblacional de *R. elaeis* y su relación con variables climáticas

El estudio de la dinámica poblacional se realizó durante 31 meses, en una hectárea de un lote de palma de aceite perteneciente a la plantación Palmeras de la Costa S. A., ubicada en el municipio El Copey (Cesar, Colombia) en las coordenadas geográficas 10°06'05.23"N y 74°00'38,32"W. El lote seleccionado se plantó en 2008 con material cultivar *E. guineensis* (Deli x Avros) e históricamente había presentado poblaciones altas de *R. elaeis*. Durante la duración del estudio se suspendió la aplicación de productos químicos para el control de este u otro insecto plaga con el fin de no alterar la dinámica propia de la población de *R. elaeis* y sus enemigos naturales. Se realizaron muestreos mensuales siguiendo una grilla de muestreo 5 x 5 para cuantificar la población de *R. elaeis* en el área de estudio, en cada muestreo se tomaron 3 foliolos de la parte media de la hoja 17, donde un análisis previo indicaba que se encontraban las mayores poblaciones del ácaro (De Haro *et al.,* 1997), estos se guardaron en bolsas con cierre hermético, cada bolsa se rotuló con los datos de la palma a la que pertenecían y se trasladaron al laboratorio de entomología de Cenipalma, allí se contabilizó el total de individuos de *R. elaeis* y ácaros Phytoseiidae (depredadores) en cada foliolo. Paralelamente a la dinámica poblacional de *R. elaeis* se registraron los datos climáticos: temperatura, humedad relativa y precipitación, a través de una estación meteorológica ubicada a 500 m del área de estudio. Los datos de la dinámica poblacional de *R. elaeis* y ácaros Phytoseiidae se correlacionaron con las variables climáticas mencionadas a través de la correlación de Spearman con un rezago de 30 días entre las variables climáticas y la población de *R. elaeis* y Phytoseiidae.

Resultados

Biología de *R. Elaeis*

El ciclo de vida de *R. elaeis* de huevo a adulto es de 20,7 ± 6,3 días y la longevidad del adulto es 6,8 ± 4,4 días (Tabla 1). Los adultos miden en promedio 177 ± 9 µm, son translucidos, pero pueden observarse fácilmente en el estereoscopio debido a una cera de color blanca que cubre su cuerpo, dicha cera es producida en todos los estados de desarrollo del ácaro e incluso la hembra cubre los huevos con esta. Las hembras ovipositaron en promedio 29 ± 4 huevos con una viabilidad de 93 %, los huevos obtenidos solo dieron origen a individuos machos, lo cual confirma que *R. elaeis* presenta partenogénesis del tipo arrenotoquia. Los huevos son redondos, aplanados y miden 44 ± 5 µm, las larvas y las ninfas son similares en su forma y miden 98 ± 7 µm y 122 ± 9 µm.

Dinámica poblacional

La fluctuación de la población de *R. elaeis* se muestra en la Figura 1. El análisis estadístico no mostró una

asociación fuerte entre la población de *R. elaeis*, los factores climáticos evaluados y la población de ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae (Tabla 2). La población de *R. elaeis* fluctuó durante el tiempo de estudio y los picos poblacionales se observaron durante los primeros meses del año. Durante el estudio se evidenció una recuperación en la población de ácaros Phytoseiidae probablemente asociada la suspensión en el uso de acaricidas dentro del lote y una asociación moderada entre la población de ácaros Phytoseiidae y la temperatura (r = 0,36; P < 0,05). Las especies *Amblyseius largoensis* (Muma) y *Phytoseiulus* sp. (Acari: Phytoseiidae) fueron los ácaros depredadores más frecuentes de *R. elaeis*.

Tabla 1. Duración promedio (± desviación estándar) y longitud de los estados de desarrollo de *Retracrus elaeis* en foliolos de palma de aceite bajo condiciones de laboratorio (28 °C y 80 % H. R.).

Estado	N	Duración ± D. E. (días)	Intervalo (Mín.- máx.)	Longitud ± D. E. (µm)
Huevo	156	7,1 ± 1,0	6 - 9	44 ± 5
Larva	153	6,2 ± 0,8	5 - 7	98 ± 7
Ninfa	151	7,4 ± 0,5	7 - 8	122 ± 9
Adulto	141	6,8 ± 4,4	6 - 7	177 ± 9
Total		**27,5 ± 6,7**		

Figura 1. Fluctuación de la población de *Retracrus elaeis*, ácaros depredadores y la precipitación en un lote de palma de aceite durante 31 meses en un lote cultivar *E. guineensis* (Deli x Avros) de la plantación Palmeras de la Costa S. A., El Copey (Cesar, Colombia).

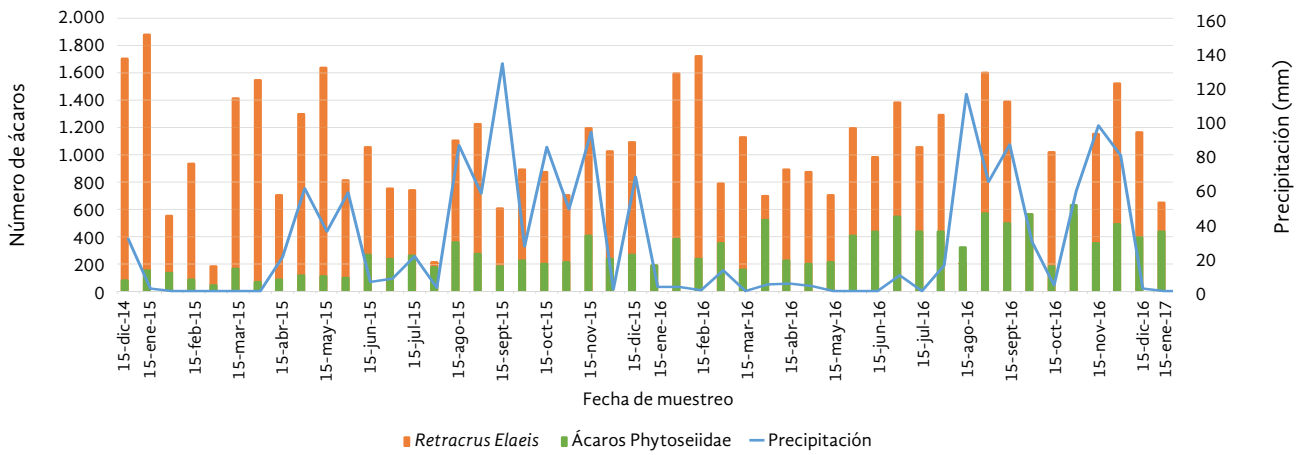


Tabla 2. Coeficiente de correlación de Spearman de la fluctuación de la población de *Retracrus elaeis* con ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae y factores ambientales, en un lote de palma de aceite.

	Phytoseiidae	Temperatura	Humedad relativa	Precipitación
R. elaeis	-0,18	0,14	-0,19	-0,21
Sig (bilateral)	0,42	0,4	0,25	0,18
Phytoseiidae		0,36	-0,03	0,16
Sig (bilateral)		0,04*	0,86	0,32

Discusión

Los resultados de la duración del ciclo de vida de *Retracrus elaeis* obtenidos en esta investigación son similares a los registrados para otras especies del genero *Retracrus* como *R. johnstoni* en condiciones similares de laboratorio (Gondim y Moraes, 2003), mientras que difieren de los registrados por Genty y Reyes (1977) quienes reportaron una duración del ciclo de vida de *R. elaeis* de 70 días. Si bien las especies *R. elaeis* y *R. johnstoni* presentan partenogénesis del tipo arrenotoquia, la fecundidad de *R. elaeis* fue mayor que la registrada para *R. johnstoni* (Gondim y Moraes, 2003; Manson y Oldfield, 1996).

Los resultados del estudio de la dinámica poblacional muestran que no existe correlación entre la fluctuación de la población de *R. elaeis* y los factores ambientales evaluados, y dichos resultados son semejantes a los obtenidos con *R. elaeis* en palma de aceite en Costa Rica (Rojas *et al.*, 1993). Estudios similares realizados sobre otras especies de ácaros de la familia Eriophyidae como *Aceria tosichella* Keifer y *Calacarus flagelliseta* Fletchmann registran que existe poca influencia de factores climáticos, como la precipitación, sobre la dinámica de las poblaciones de estos ácaros (Fournier *et al.*, 2004; McMechan y Hein, 2017). Algunos autores sugieren que la ubicación de *R. elaeis* en el envés de los foliolos y cerca de la nervadura central les confiere protección sobre el impacto físico de la lluvia y otros factores climáticos (Rojas *et al.*, 1993) y que su población se ve más influenciada por condiciones nutricionales y prácticas de fertilización de las palmas que por los factores ambientales (Castro, 1998; Rondón *et al.*, 1997).

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por la financiación de esta investigación. A la plantación Palmeras de la Costa S. A. por el apoyo en la realización de los muestreos necesarios para determinar la fluctuación poblacional de *R. Elaeis* y a la profesora Nora Cristina Mesa de la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo en la identificación de los ácaros Phytoseiidae.

Referencias

Castro, S. (1998). Efecto de la fertilización sobre poblaciones y daño del ácaro *Retracrus elaeis* Keifer en la palma de aceite. (Disertación tesis), Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Santafé de Bogotá (Colombia), 60 p.

De Haro, E., Calvache, H., Arias, D. & Zuluaga, J. (1997). Distribución y daño del ácaro *Retracrus elaeis* Keifer en Puerto Wilches (Santander.), Colombia. *Palmas, 18*(3), 43-48.

Fournier, V., Rosenheim, J., Brodeur, J. & Johnson J. (2004) Population Dynamics and Within-Plant Distribution of the Mite *Calacarus flagelliseta* (Acari: Eriophyidae) on Papaya in Hawaii. *J. Econ. Entomol., 97*(5), 1563-1569.

Genty, P. & Reyes, E. (1977). Nuevo ácaro en palma africana Eriophyidae *Retracrus elaeis* Keifer, Biología, relaciones con el "orange spotting" consecuencias sobre la producción y tratamientos. *Oleagineux, 32*(6), 255-262.

Gondim, M. & Moraes, G. (2003). Life Cycle of *Retracrus johnstoni* Keifer (Acari: Phytoptidae). *Neotropical Entomology*, 32(2), 197-201.

Hong, X., Dong, H., Fu, Y., Cheng, L. & Oldfield, G. (2001). Relationships Between Eriophyoid Mites and their Host Plants, with a Case Review of Eriophyoidea Fauna of China. *Systematic & Applied Acarology, 6,* 119-136.

Manson, D. & Oldfield, G. (1996). Life Forms, Deuterogyny, Diapause and Seasonal Development, p. 173-183. En Lindquist, E. E., Sabelis & Bruin, J. (eds.), Eriophyid Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Amsterdam: Elsevier, 790 p.

McMechan, A. & Hein, G. (2017). Population Dynamics of the Wheat Curl Mite (Acari: Eriophyidae) During the Heading Stages of Winter Wheat. *Journal of Economic Entomology, 110*(2), 355-361.

Ochoa, R., Aguilar, H. & Vargas, C. (1991). Ácaros fitófagos de América Central: Guía ilustrada. Turrialba: CATIE. 225 p.

Reis, A., Gondim, M., Navia, D. & Flechtmann, C. (2012). Eriophyoid Mites (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) on Palms (Arecaceae) from the Brazilian Amazon: A New Genus and Four New Species. *Zootaxa*, 3446, 49-59.

Reis, A., Gondim, M., Ferragut, F. & Navia, D. (2014). New Eriophyoid Mites (Prostigmata: Eriophyoidea) Associated with Palm Trees (Arecaceae) from South America. *International Journal of Acarology, 40*(3), 230-246.

Rojas, J., Chinchilla, C. & Aguilar, H. (1993). Seasonal and Spatial Distribution of *Retracrus elaeis* Keifer (Acari: Phytoptidae) and other Acarids Associated with African Oil Palm in Costa Rica. *Journal of plantations Crops, 21*(2), 97-106.

Rondón, P., Hernan, E. & Calvache, H. (1997). Efecto de la fertilización con tres niveles de potasio y dos niveles de azufre sobre poblaciones y daño del ácaro *Retracrus elaeis* Keifer. (Acariformes Eriophyidae) en la palma de aceite en Puerto Wilches (Santander). (Disertación Tesis) Universidad Nacional de Colombia, 69 p.

Syed, R. A. (1994). Estudio del manejo de plagas en palma de aceite en Colombia. *Palmas, 15*(2), 55-68.

Urueta, E. (1980). Control del ácaro *Retracrus elaeis* mediante el hongo *Hirsutella thompsonii* Fisher e inhibición de este por dos fungicidas. *Revista Colombiana de Entomología*, *6*(1), 3-10.

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

Citación: Romero, H. M., Daza, E., Ayala-Díaz, I. & Ruiz-Romero, R. (2021). Producción de aceite de palma alto oleico (APAO) a partir de frutos partenocárpicos en híbridos interespecíficos de palma de aceite utilizando ácido naftalenacético. (Traductor Arenas, C.) *Palmas*, *43*(3), 18-39.

Palabras clave: APAO, Polinización, Reguladores del crecimiento vegetal, Auxinas, Componentes del racimo, Perfil de ácidos grasos.

Keywords: HOPO, Pollination, Plant growth regulators, Auxins, Bunch components, Fatty acid profile.

Nota del editor: MDPI se mantiene neutral con respecto a las reclamaciones jurisdiccionales en los mapas publicados y las afiliaciones institucionales.

Derechos de autor: © 2021 de los autores. License MDPI, Basel, Switzerland. Este artículo es de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución (CC BY) (https:// creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

* Traducido del original High-Oleic Palm Oil (HOPO) Production from Parthenocarpic Fruits in Oil Palm Interspecific Hybrids Using Naphthalene Acetic Acid, publicado en la revista Agronomy 2021, 11, 290. https://doi.org/10.3390/ agronomy11020290

Romero, Hernán Mauricio
Programa de Biología y Mejoramiento Genético de la Palma de Aceite de Cenipalma, Bogotá 11121, Colombia. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 11132, Colombia
* Autor de correspondencia: hmromeroa@unal.edu.co

Daza, Edison
Programa de Biología y Mejoramiento Genético de la Palma de Aceite de Cenipalma, Bogotá 11121, Colombia.

Ayala Díaz, Iván
Programa de Biología y Mejoramiento Genético de la Palma de Aceite de Cenipalma, Bogotá 11121, Colombia.

Ruiz Romero, Rodrigo
Programa de Biología y Mejoramiento Genético de la Palma de Aceite de Cenipalma, Bogotá 11121, Colombia.

Resumen

Los híbridos interespecíficos OxG de la palma africana *Elaeis guineensis* Jacq. y la palma americana *Elaeis oleifera* Cortés producen aceite de palma alto oleico (APAO) con bajo contenido de ácidos grasos saturados. Los híbridos OxG son altamente productivos, crecen lentamente y son resistentes a la Pudrición del cogollo. Sin embargo, el polen de los híbridos OxG presenta baja viabilidad y germinabilidad, haciendo necesaria la polinización asistida. Los híbridos pueden

producir frutos partenocárpicos o sin semillas con la aplicación exógena de reguladores del crecimiento vegetal. Por lo tanto, se evaluaron los efectos del ácido naftalenacético (ANA) en la inducción de frutos partenocárpicos, la formación de racimos y la calidad del aceite. Se utilizó el híbrido OxG Coari x La Mé. Se definieron las dosis, la frecuencia, el número de aplicaciones de ANA y los estadios fenológicos para los tratamientos. Una dosis total de 1.200 mg L^{-1} de ANA aplicado 3 o 4 veces produjo racimos con mejor cuajado de frutos, peso promedio de racimo similar y relación aceite a mesocarpio seco que los obtenidos mediante polinización asistida. A escala semicomercial, 1.200 mg L^{-1} de ANA indujeron racimos que tenían un 93 % o más de frutos sin semillas. El número de racimos (2.208 ± 84 frente a 1.690 ± 129) y de aceite a racimo (32,2 ± 0,7 frente a 25,3 ± 0,8) fueron mayores en los racimos inducidos por ANA que en la polinización asistida. Sin embargo, el peso promedio de los racimos fue menor (12,2 ± 0,4 frente a 14,9 ± 0,6). El ANA aumentó la relación de aceite a racimo en 36 % (8,7 ± 0,1 frente a 6,4 ± 0,3). Así, con esta tecnología es plausible alcanzar más de 10 toneladas por hectárea por año de APAO. Potencialmente, sin aumentar el área plantada de palma de aceite, los híbridos de OxG y las aplicaciones de ANA podrían por sí solas satisfacer la demanda de grasas y aceites del mundo.

Abstract

Interspecific OxG hybrids of African palm *Elaeis guineensis* Jacq. and the American palm *Elaeis oleifera* Cortes produce high-oleic palm oil (HOPO) with low saturated fatty acid content. OxG hybrids are highly productive, grow slowly, and are resistant to bud rot disease. However, OxG hybrid pollen presents low viability and germinability, so assisted pollination is a must. Hybrids can produce parthenocarpic or seedless fruits, with the exogenous application of plant growth regulators. Thus, naphthalene acetic acid (NAA) effects on parthenocarpic fruits induction, bunch formation, and oil quality were evaluated. The OxG hybrid Coari x La Mé was used. NAA doses, frequency, number of applications, and the phenological stages for the treatments were defined. A total dose of 1200 mg L^{-1} NAA applied three or four times produced bunches with better fruit set, similar average bunch weight, and oil to dry mesocarp than those obtained with assisted pollination. At a semi-commercial scale, 1200 mg L^{-1} NAA induced bunches that consisted of 93% or more of seedless fruits. Bunch number (2208 ± 84 versus 1690 ± 129) and oil to bunch (32.2 ± 0.7 versus 25.3 ± 0.8) were higher in the NAA induced bunches than in the assisted pollination. However, the average bunch weight was lower (12.2 ± 0.4 versus 14.9 ± 0.6). NAA increased oil to bunch in 36% (8.7 ± 0.1 versus 6.4 ± 0.3). Thus, with this technology, it is plausible to reach more than 10 tons per hectare per year of HOPO. Potentially, without increasing the planted oil palm area, OxG hybrids and NAA applications could alone meet the world's fats and oil demands.

1. Introducción

La producción de semillas oleaginosas ha aumentado debido a la demanda de usos tradicionales (alimentos, piensos) y usos industriales (biocombustibles). Entre 1991 y 2018, la producción de aceites comestibles casi se triplicó, pasando de 84 millones de toneladas a 231 millones de toneladas [1]. Para el año 2030, el consumo de aceite comestible será de más de 300 millones de toneladas y para el 2045 será de 500 millones de toneladas [2]. El aceite de palma ha sido responsable de satisfacer una gran parte del aumento de la demanda de aceites comestibles. En 1990, representaba menos de 14 % de los aceites consumidos, en 2018 representaba 32 % y para 2050 representará más de 50 %. Sin embargo, los hábitos de consumo y las políticas de salud han movido al mercado hacia el consumo de aceites especializados, en su mayoría altamente insaturados y ricos en ácido oleico.

Los aceites más importantes no son naturalmente ricos en ácido oleico. Para hacer frente a las demandas de los mercados, se han realizado esfuerzos de investigación para obtener aceites de soya, colza y camelina de alto contenido oleico [3], en la mayoría de los casos, a través de modificaciones genéticas y, más recientemente, edición genética. En la palma de aceite, los híbridos interespecíficos OxG fueron desarrollados a través del fitomejoramiento convencional para contrarrestar la Pudrición del cogollo. Algunos de los cultivares obtenidos fueron genotipos con alto

contenido oleico. Como resultado, se han desarrollado híbridos interespecíficos OxG que producen aceite con más de 55 % de contenido de ácido oleico y 33 % de contenido de ácido saturado [4,5].

Los híbridos interespecíficos OxG resultan del cruce de la palma de aceite americana *Elaeis oleifera* y la palma de aceite africana *Elaeis guineensis*. Estos representan el 12 % del área total sembrada de palma de aceite en Colombia [1]. Además son altamente productivos. En una región de Colombia, la producción promedio de todos los cultivadores es de 38 t ha^{-1} $año^{-1}$ de racimos de fruta fresca (RFF), con algunas plantaciones que producen cerca de 45 t ha^{-1} $año^{-1}$ [6]; además, los híbridos OxG tienen una tasa de crecimiento lenta junto a las características nombradas de la calidad del aceite. Sin embargo, tienen varias características que conducen a la obligación de realizar polinización asistida utilizando polen derivado de las palmas de *E. guineensis* como requisito previo para obtener racimos bien formados con un contenido de aceite cercano al de los cultivares de *E. guineensis* [7]. La polinización asistida requerida es un proceso costoso e intensivo en mano de obra, con un gasto anual estimado de aproximadamente el 18 % del costo total del cultivo [8], lo que afecta negativamente la competitividad del mismo.

La polinización natural de los híbridos OXG es limitada debido a problemas de fertilidad, muy probablemente derivados de algún tipo de incompatibilidad sexual entre las dos especies que resulta en muy baja viabilidad y germinabilidad del polen [9]. Además, la polinización anemófila y entomófila se ve afectada por características de inflorescencia femenina, como una bráctea peduncular larga y un alto número de bractéolas que reducen el acceso de polinizadores como *Elaeidobius subvittatus* y *Mystrops costaricensis* a las flores [10]. Además, el atractivo floral (volátiles emitidos) de *E. guineensis* y el híbrido OxG es diferente, y el número de polinizadores que visitan este último es escaso en comparación con *E. guineensis*.

En los híbridos OxG, el aceite final acumulado se produce por frutos fértiles (normales) y frutos partenocárpicos (sin semilla) [5]. En muchas especies de plantas es posible inducir la formación de frutos partenocárpicos mediante la aplicación exógena de reguladores del crecimiento vegetal [11-17]. Por lo tanto, el uso de estos para reemplazar la polinización asistida en los híbridos OxG puede convertirse en una tecnología esencial para la producción de palmas de aceite.

La partenocarpia es una estrategia para inducir la formación de frutos cuando las condiciones no son propicias. Por ejemplo, cuando el polen funcional es limitado, el número o la actividad de los polinizadores se reduce o la dispersión del polen es baja [18]. El cuajado del fruto y la regulación del desarrollo de frutos son procesos complejos en los que están involucradas varias hormonas vegetales, como auxinas, giberelinas y citoquininas que actúan como reguladores positivos, mientras que el ácido abscísico y el etileno funcionan más comúnmente como reguladores negativos [19].

La inducción de frutos partenocárpicos se ha logrado en cultivares de palma de aceite africana a través de auxinas [20,21]. Sin embargo, los frutos partenocárpicos de esos cultivares eran más pequeños y tenían un mesocarpio menor que el de los normales. Además, la síntesis del aceite del fruto se vio afectada, lo que resultaba en un bajo rendimiento de aceite [22], que es diferente de la producción de aceite observada en los frutos partenocárpicos de los híbridos OxG [7]. Así, un estudio reciente ha demostrado que racimos enteramente compuestos por frutos partenocárpicos aceitosos pueden obtenerse con aplicaciones de auxina [23].

La actividad auxínica del ácido naftalenacético (ANA) ha sido reconocida durante mucho tiempo [24]. Varios estudios han demostrado que la inducción de frutos partenocárpicos con ANA es superior a otras sustancias de tipo auxina u otras hormonas vegetales [25-27]. De esta forma, este estudio tuvo como objetivo desarrollar una tecnología para superar la polinización asistida que requieren los híbridos interespecíficos de palma de aceite OxG, mediante la inducción de frutos partenocárpicos utilizando ANA, sin afectar la calidad del aceite, como medio para producir el aceite alto oleico que los mercados demandan de manera competitiva. Además, el estudio involucró la estandarización de las dosis, el tiempo, la frecuencia y el modo de aplicación.

2. Materiales y métodos

2.1. Ubicación y material vegetal

La investigación se realizó en plantaciones de palma de aceite ubicadas en la Zona Central de Colombia. La temperatura media fue de 26 °C y la precipitación media anual de 2.200 mm/año. Se utilizaron híbridos interespecíficos OxG de 5 y 6 años de edad, cultivar

Coari x La Me obtenido del cruce de *E. oleifera* ecotipo Coari (Brasil) y *E. guineensis* de la estación de La Mé (Costa de Marfil). A esta edad, las características del desarrollo floral y el crecimiento del fruto se han estabilizado [7]. Las palmas se sembraron con una densidad de 115 palmas por hectárea (experimentos 1 y 2) o 128 palmas por hectárea (experimento 3). Los tratamientos se aplicaron a las inflorescencias en etapas fenológicas específicas (Figura 1) de acuerdo con la escala de fenología BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt y Chemische Industrie) [7].

2.2. Tratamientos

Se realizaron 2 experimentos en los que se identificaron las inflorescencias en el estadio fenológico previo a la antesis (EF 601) [7], se retiraron las brácteas pedunculares y se aislaron las inflorescencias utilizando una bolsa de poliéster (PBS International, Eastfield, Reino Unido) que bloqueó la entrada de polen transportado por el viento o por insectos polinizadores. En un tercer experimento, se utilizaron condiciones semicomerciales en las que las inflorescencias se trataron como antes pero sin aislamiento con bolsas de poliéster. Los tratamientos consistieron en una mezcla de ANA (número de producto N0640 Sigma Aldrich, Merck KGaA, Darmstadt, Alemania) con 0,25 % de adyuvante; 0,2 % de Tween 80; y 2,5 % de etanol en agua en todos los experimentos. Se asperjó una dosis total de 200 mL por inflorescencia.

El experimento uno se diseñó para definir el estadio fenológico en el que se desencadenó la formación de frutos partenocárpicos. Además, se determinó la

Figura 1. Estadios fenológicos (EF) utilizados en los diferentes experimentos. **A**. EF 603 (preantesis III); **B.** EF 607 (antesis); **C.** EF 609 (postantesis, 7 días después de la antesis); y **D.** EF 703 (postantesis, 14 días después de la antítesis). Los estadios fenológicos se definieron de acuerdo con la escala fenológica de BBCH desarrollada por [7].

EF 603 preantesis III
50 % a 70 % de la bráctea peduncular está desgarrada. Las raquilas están más separadas. Los botones florales se observan fácilmente y los estigmas están cerrados.

EF 607 antesis
Los estigmas de las flores femeninas se abren en el exterior, mostrando la superficie papilar con un exudado de pectinas, azúcares y proteínas que estimulan la germinación del polen. La flor es completamente receptiva al polen.

EF 609 postantesis
La antesis ha terminado. El color de los lóbulos del estigma es marrón o negro, lo que indica que las flores ya no son receptivas al polen. Por lo general, este estadio es completamente visible siete días después de la antesis.

EF 703 postantesis
Los lóbulos del estigma son negros. Si la polinización fue exitosa, el ovario empieza el proceso de crecimiento, lo que indica el inicio del desarrollo del fruto. Por lo general, esto ocurre 14 días después de la antesis.

concentración de ANA más eficaz para inducir los frutos partenocárpicos en una sola aplicación. Se usaron diferentes soluciones de ANA cuando las inflorescencias aisladas alcanzaron los estadios fenológicos indicados en la Tabla 1. La descripción completa de los estadios fenológicos utilizados se muestra en la Figura 1.

El experimento 2 se realizó para determinar el mejor momento (estadio fenológico) y la frecuencia de aplicación utilizando las concentraciones del regulador del crecimiento vegetal definidas en el experimento anterior (Tabla 2).

El experimento 3 se creó para probar la eficacia de la tecnología a escala semicomercial. Para ello, se utilizaron parcelas de 2 ha (3 parcelas por tratamiento). El tratamiento consistió en el regulador del crecimiento vegetal aplicado en la dosis y frecuencia definidas como las mejores en los experimentos anteriores (1.200 mg L^{-1} de ANA aplicado 3 veces). La primera aplicación de ANA se realizó a las inflorescencias en

Tabla 1. Tratamientos para determinar el estadio fenológico y la concentración de ácido naftalenacético (ANA) para desencadenar la formación de frutos partenocárpicos en híbridos OxG (Coari x La Mé). Se aplicaron soluciones de ANA, una vez, en diferentes estadios fenológicos. El tratamiento de polinización asistida se realizó solo en inflorescencias en antesis (estadio fenológico 607).

ANA mg L^{-1}	Estadio fenológico de la aplicación			
	EF 603	EF 607	EF 609	EF 703
50	X			
100	X			
200	X			
300	X			
600	X			
1.200	X			
50		X		
100		X		
200		X		
300		X		
600		X		
1.200		X		
50			X	
100			X	
200			X	
300			X	
600			X	
1.200			X	
50				X
100				X
200				X
300				X
600				X
1.200				X
PA		X		

ANA= ácido 1-naftalenacético; PA = polinización asistida.

estadios fenológicos EF 603, EF 607 o EF 609. Luego, la solución de ANA se usó 2 veces más en las mismas inflorescencias a intervalos de 7 días. Las inflorescencias en EF 607 fueron polinizadas de forma asistida con una mezcla de talco: polen 9:1 como control. En todos los experimentos, los racimos se cosecharon en el punto de cosecha óptimo [5], alrededor de 5,5 a 6 meses después de las aplicaciones de ANA.

El experimento 3 se llevó a cabo aplicando los tratamientos en cada inflorescencia de las parcelas durante 12 meses continuos, con una duración total de experimento de alrededor de 18 meses.

Tabla 2. Tratamientos para determinar el estadio fenológico y la concentración de ácido naftalenacético (ANA) para desencadenar la formación de frutos partenocárpicos en híbridos OxG (Coari x La Mé). Se aplicaron soluciones de ANA una, dos, tres o cuatro veces en diferentes estadios fenológicos. El tratamiento de polinización asistida se realizó solo en inflorescencias en antesis (estadio fenológico 607).

Tratamientos	ANA mg L^{-1}	Estadio fenológico de la aplicación			
		1 EF 603	2 EF 607	3 EF 609	4 EF 703
1		X			
2			X		
3				X	
4					X
5		X	X		
6		X		X	
7		X			X
8	600		X	X	
9			X		X
10				X	X
11		X	X	X	
12		X	X		X
13		X		X	X
14			X	X	X
15		X	X	X	X
16		X			
17			X		
18				X	
19					X
20		X	X		
21		X		X	
22		X			X
23	1200		X	X	
24			X		X
25				X	X
26		X	X	X	
27		X	X		X
28		X		X	X
29			X	X	X
30		X	X	X	X
31	AP		X		

ANA = ácido 1-naftalenacético; PA = polinización asistida.

2.3. Análisis de calidad del racimo y del aceite

Los racimos se cosecharon en el punto de cosecha óptimo [5] para maximizar el potencial de aceite. Los análisis de los componentes del racimo se realizaron de acuerdo con [28] para registrar el peso del racimo (PR), la relación aceite a racimo (A/R), contenido de aceite por racimo (CA), la relación aceite por mesocarpio a seco (Ac/Ms), peso promedio de frutos partenocárpicos (PPFP) y cuajado del fruto. Para probar el efecto del ANA en los parámetros de calidad del aceite, el perfil de ácidos grasos se midió de acuerdo con [23], la vitamina E, los carotenoides y los ácidos grasos libres se determinaron de acuerdo con [29] en los racimos cosechados del experimento dos.

2.4. Diseño experimental y análisis estadístico

En los experimentos 1 y 2 se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con 20 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental se definió como una inflorescencia femenina de diferentes palmas. Por lo tanto, en cada experimento se seleccionaron 20 palmas diferentes por tratamiento y, en cada palma, solo se utilizó una inflorescencia para evitar cualquier interacción entre las inflorescencias y las palmas. En el experimento 3 se utilizaron parcelas de 2 ha, 3 parcelas por tratamiento. Las variables se midieron en los racimos producidos por todas las palmas de la parcela. Las variables de respuesta se sometieron a un análisis de la varianza de una vía (ANOVA) y una prueba de comparación de medias utilizando la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) ($p \leq 0,05$) para el experimento 1 y la prueba de Dunnett para el experimento 2, utilizando el *software* estadístico SAS® versión 9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE. UU.). En el experimento 3, el tratamiento con ANA se comparó con la polinización asistida mediante la prueba *t* de muestras independientes ($p \leq 0,05$), utilizando el *software* estadístico Jamovi®, versión 1.2.27.0.

3. Resultados

3.1. Experimento 1. Determinación del estadio fenológico y concentración de ANA para desencadenar la formación de frutos partenocárpicos en híbridos interespecíficos de OxG

3.1.1. Efecto de las aplicaciones individuales de diferentes concentraciones de ANA en la formación de racimos

En el experimento 1, las aplicaciones únicas de soluciones de ANA en diferentes concentraciones desencadenaron la formación de racimos de frutos partenocárpicos cuando se aplicaron en diferentes estadios fenológicos. Sin embargo, hubo diferencias dependiendo de la dosis de ANA. El porcentaje más bajo de racimos formados se obtuvo con 50 mg L^{-1} de ANA (30 % a 55 %) (Tabla 3). Las dosis de 600 mg L^{-1} de ANA y 1.200 mg L^{-1} de ANA indujeron 90 % y 100 % de una formación de racimo similar al porcentaje de racimos formados cuando se utilizó polinización asistida. Además, estos 2 últimos tratamientos de ANA fueron eficaces para inducir un alto porcentaje de formación de racimos en todos los estadios fenológicos, EF 603 (antes de la antesis), EF 607 (antesis), EF 609 (7 días después de la antesis) y EF 703 (14 días después de la antesis).

3.1.2. Efecto de las aplicaciones individuales de diferentes concentraciones de ANA en la formación de racimos

El peso de los racimos aumentó en respuesta a las aplicaciones de ANA con valores entre 11,5 ± 0,8 kg y 12,7 ± 0,7 kg para 600 mg L^{-1} de ANA y entre 13,1 ± 0,7 kg y 15 ± 0,8 kg para 1.200 mg L^{-1} de ANA. Sin embargo, en comparación con la polinización asistida (18,9 ± 1,0 kg) una única aplicación de ANA dio como resultado una reducción significativa en el PR, independientemente del estadio fenológico en el que se realizó la aplicación (Figura 2A).

Los tratamientos con ANA impactaron fuertemente la relación aceite a racimo (A/R), con incrementos de hasta 6 puntos porcentuales en racimos inducidos por ANA en comparación con los producidos por la polinización asistida. Los mejores resultados se obtuvieron con 600 mg L^{-1} de ANA y 1.200 mg L^{-1} de ANA aplicados en EF 609, con 30 ± 1,0 % y 31 ± 1,3 % A/R. La A/R para la polinización asistida fue de 25 ± 1,1 % (Figura 2B). La A/R aumentó con la concentración de ANA, un efecto que se mantuvo antes de la antesis (EF 603) y hasta 14 días después de la antesis (EF 703).

El ANA en dosis de 600 mg L^{-1} y 1.200 mg L^{-1} indujo el mayor contenido de aceite por racimo (CA) entre los tratamientos reguladores de plantas, con va-

Tabla 3. Efecto de las aplicaciones individuales de ANA en la proporción de racimos formados. Se usaron diferentes concentraciones de ANA a inflorescencias femeninas en cuatro estadios fenológicos para inducir la partenocarpia en los híbridos OxG (Coari x La Mé).

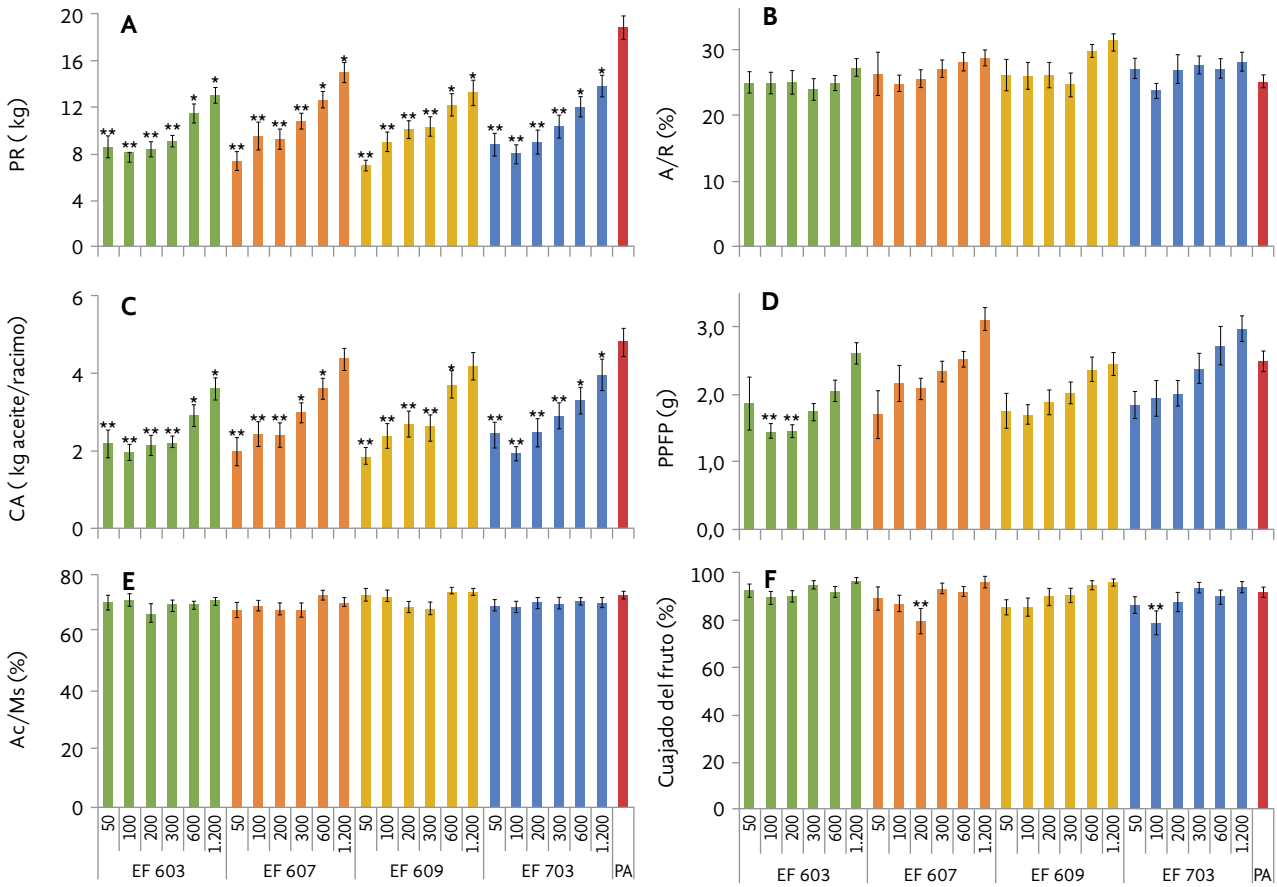
EF	ANA Mg L^{-1}	Número de racimos			Racimos formados (%)
		Formados	Racimos malogrados	Total	
EF 603	50	9	11	20	45 %
	100	15	5	20	75 %
	200	18	2	20	90 %
	300	14	6	20	70 %
	600	20	0	20	100 %
	1.200	19	1	20	95 %
EF 607	50	6	14	20	30 %
	100	9	11	20	45 %
	200	17	3	20	85 %
	300	18	2	20	90 %
	600	20	0	20	100 %
	1.200	20	0	20	100 %
EF 609	50	9	11	20	45 %
	100	12	8	20	60 %
	200	16	4	20	80 %
	300	16	4	20	80 %
	600	16	3	20	90 %
	1.200	19	1	20	95 %
EF 703	50	11	9	20	55 %
	100	14	6	20	70 %
	200	12	8	20	60 %
	300	16	4	20	80 %
	600	18	2	20	90 %
	1.200	19	1	20	95 %
EF 607	PA	20	0	20	100 %

ANA = ácido naftalenacético; PA = polinización asistida; EF = estadios fenológicos para la aplicación.

lores que fluctuaron entre 2,9 ± 0,3 kg y 3,7 ± 0,3 kg con 600 mg L^{-1} de ANA, y entre 3,6 ± 0,3 kg y 4,3 ± 0,3 kg con 1.200 mg L^{-1} de ANA. Sin embargo, la polinización asistida presentó el mayor CA, con 5,2 ± 0,4 kg de aceite por racimo, una diferencia que se relacionó principalmente con el mayor peso del racimo del tratamiento de polinización asistida (Figura 2C).

El peso promedio de los frutos partenocárpicos (PPFP) aumentó con la concentración de ANA. Fue significativamente mayor que la polinización asistida solo en tratamientos con 1.200 mg L^{-1} de ANA cuando se aplicó en la EF 607 o EF 703. Sin embargo, a partir de 600 mg L^{-1} de ANA, el PPFP fue similar o mayor que en los racimos obtenidos por polinización asistida (Figura 2D). Por otro lado, el ANA no cambió la proporción de aceite a mesocarpio seco (Ac/Ms) en comparación con la polinización asistida, con un valor promedio de 70 % (Figura 2E).

Figura 2. Efecto de aplicaciones individuales de diferentes concentraciones de ANA en los componentes del grupo en híbridos OxG (Coari x La Mé). Se aplicaron las soluciones de ANA una vez en diferentes estadios fenológicos (EF) (603, 607, 609, 703), representadas por los diferentes colores. El tratamiento de polinización asistida se realizó solo en inflorescencias en antesis (estadio fenológico 607), representado por la barra roja. A. Peso promedio del racimo (PR); B. Relación aceite a racimo (A/R); C. Contenido de aceite por racimo (CA); D. Peso promedio de frutos partenocárpicos (PPFP); E. Aceite a mesocarpio seco (Ac/Ms); F. Cuajado del fruto. Las diferencias estadísticamente significativas entre la polinización asistida (PA) como control comercial y los tratamientos de ANA a través de dosis/EF se indican por asteriscos (ANOVA de una vía, prueba de Dunnett, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$)



En cuanto al cuajado del fruto, a nivel general se observó una alta proporción de frutos formados (>90 %) con la mayoría de las concentraciones de ANA evaluadas. Los racimos inducidos por una aplicación de 1.200 mg L^{-1} de ANA mostraron la mejor conformación, con valores de cuajado del fruto que fluctuaron entre 94 ± 1,9 % y 97 ± 1,1 % dependiendo del estadio fenológico en el que se realizó la primera aplicación de ANA. En el tratamiento de polinización asistida, el cuajado del fruto fue de 92 % (Figura 2F).

3.2. Experimento 2: Determinación de la frecuencia de aplicación de soluciones de ANA para inducir frutos partenocárpicos

3.2.1. Efecto de múltiples aplicaciones de 600 mg L^{-1} de ANA y 1.200 mg L^{-1} de ANA en la formación de racimos

La mayoría de los tratamientos de ANA indujeron una alta proporción de racimos, con valores entre el

80 % y el 100 %, similares a la polinización asistida (Tabla 4). Cuando se utilizó una dosis única de 600 mg L^{-1} de ANA, se formaron 100 % de los racimos aplicando el ANA durante EF 603 y EF 607 (tratamientos 1 y 2). Las aplicaciones individuales en EF 609 (tratamiento 3) y EF 703 (tratamiento 4) produjeron la formación de racimos más baja, con 80 % y 90 %, respectivamente. Las aplicaciones únicas de 1.200 mg L^{-1} de ANA indujeron entre 95 % y 100 % de formación de racimos (tratamientos 16 a 19). Para múltiples aplicaciones de 600 mg L^{-1} de ANA, el tratamiento 7 (2 aplicaciones en EF 603 y EF 703) indujeron el menor número de racimos (85 %). En comparación, con 1.200 mg L^{-1} de ANA, los valores más bajos se obtuvieron con 2 aplicaciones en EF 607 y EF 703 (tratamiento 24), y con 3 aplicaciones en EF 603, EF 607 y EF 703 (tratamiento 27) con un valor de 90 % en ambos casos.

Tabla 4. Efecto de las aplicaciones individuales de ANA en la proporción de racimos formados. Se aplicaron dosis de 600 mg L^{-1} o 1.200 mg L^{-1} de ANA de 1 a 4 veces a inflorescencias femeninas en diferentes estadios fenológicos (EF) para inducir la partenocarpia en los híbridos OxG (Coari x La Mé).

Tratamiento	ANA mg L^{-1}	EF	Número de racimos			Racimos formados (%)
			Formados	Malogrados	Total	
1		1	20	0	20	100
2		2	20	0	20	100
3		3	16	4	20	80
4		4	18	2	20	90
5		1, 2	18	2	20	90
6		1, 3	19	1	20	95
7		1, 4	17	3	20	85
8	600	2, 3	20	0	20	100
9		2, 4	20	0	20	100
10		3, 4	18	2	20	90
11		1, 2, 3	20	0	20	100
12		1, 2, 4	18	2	20	90
13		1, 3, 4	20	0	20	100
14		2, 3, 4	19	1	20	95
15		1, 2, 3, 4	20	0	20	100
16		1	19	1	20	95
17		2	20	0	20	100
18		3	19	1	20	95
19		4	19	1	20	95
20		1, 2	20	0	20	100
21		1, 3	20	0	20	100
22		1, 4	19	1	20	95
23	1.200	2, 3	20	0	20	100
24		2, 4	18	2	20	90
25		3, 4	19	1	20	95
26		1, 2, 3	20	0	20	100
27		1, 2, 4	18	2	20	90
28		1, 3, 4	19	1	20	95
29		2, 3, 4	20	0	20	100
30		1, 2, 3, 4	20	0	20	100
31	PA	2	20	0	20	100

ANA = ácido naftalenacético; PA = polinización asistida; EF = estadios fenológicos para la aplicación: 1 = EF 603; 2 = EF 607; 3 = EF 609; 4 = EF 703.

3.2.2. Efecto de múltiples aplicaciones de 600 mg L^{-1} de ANA y 1.200 mg L^{-1} de ANA en los componentes del racimo

Los racimos de polinización asistida (tratamiento 31) mostraron 91,5 ± 2,2 % de cuajado del fruto (Tabla 5), similar al obtenido en el experimento anterior (Figura 2F). Solo cuando se aplicaron 600 mg L^{-1} de ANA una vez en EF 703 (tratamiento 4), el cuajado del fruto (89,4 ± 3,1 %) se redujo en comparación con la PA. La misma concentración de ANA aplicada una vez en EF 603 o EF 607 indujo un cuajado del fruto similar a la PA (91,6 %). El resto de los tratamientos de ANA arrojaron un mayor cuajado del fruto que la PA. El mejor se alcanzó cuando se aplicaron 1.200 mg L^{-1} de ANA 3 o 4 veces; por lo tanto, el tratamiento 27 (aplicaciones en EF 603, EF 607 y EF 703) y el tratamiento 30 (aplicaciones en EF 603, EF 607, EF 609 y EF 703) fueron los mejores con valores de cuajado del fruto cercanos a 99 %. Uno de los componentes del grupo impactado negativamente cuando los tratamientos de ANA reemplazaron la PA fue el PR (Figura 3, Tabla 5). Las aplicaciones únicas del regulador de crecimiento vegetal dieron como resultado racimos de 5 kg (1.200 mg L^{-1} de ANA) o 6 kg (600 mg L^{-1} de ANA) más ligeros que los producidos cuando se utilizó la polinización asistida. Fue así como 3 aplicaciones (tratamientos 11, 12 y 14) o 4 (tratamiento 15) de 600 mg de L^{-1} de ANA indujeron racimos 3 kg más ligeros que la PA. Sin embargo, cuando se aplicaron 1.200 mg L^{-1} de ANA, el PR tuvo una correlación positiva con el número de aplicaciones. Cuantas más veces se usaba el regulador de plantas, más masivos eran los racimos. Por lo tanto, el peso de los racimos inducidos con 3 (tratamientos 26 a 29) o 4 (tratamiento 30) aplicaciones de ANA no fue significativamente diferente del PR obtenido cuando se utilizó la PA. Además, el PR de los tratamientos 28 (aplicaciones de ANA en EF 603, EF 607 y EF 703) y 29 (aplicaciones de ANA en EF 607, EF 609 y EF 703) estuvieron muy cerca del PR de la PA (18,6 ± 0,8 kg; 18,5 ± 1,1 kg; y 18,9 ± 1,0 kg, respectivamente).

Las aplicaciones de ANA aumentaron consistentemente la proporción A/R en comparación con la PA (Tabla 5). La proporción A/R en el tratamiento de PA (25,2 ± 1,1 %) fue similar a la obtenida en el experimento anterior (25 %), y solo el tratamiento 1 (600 mg L^{-1} de ANA aplicado una vez) dio como resultado una A/R ligeramente menor (25 ± 1,1 %). La mayoría de los tratamientos de ANA resultaron en una A/R estadísticamente más alta que en el tratamiento de PA. Doce de los tratamientos de ANA acumularon 4 o 5 puntos porcentuales más de aceite que la PA. Además, 2 de los tratamientos con 600 mg L^{-1} de ANA (8, 14) y 3 con 1.200 mg L^{-1} de ANA (18, 23, 25) acumularon 6 puntos porcentuales más de aceite que el tratamiento de PA con valores de la A/R superiores al 3 %. (Tabla 3).

En los tratamientos con ANA, el contenido de aceite en racimo (CA) fue estadísticamente similar o mayor que la polinización asistida (4,4 ± 0,3 kg). Solo 3 tratamientos con 600 mg L^{-1} de ANA (1, 2 y 4) fueron significativamente más bajos que la PA. Por otro lado, 3 de los tratamientos con 1.200 mg L^{-1} de ANA (28, 29 y 30) fueron significativamente más altos que la PA, con contenidos de aceite de 5,6 ± 0,3 kg, 6,1 ± 0,4 kg y 5,4 ± 0,3 kg por grupo, respectivamente (Tabla 5).

El PPFP en los tratamientos con ANA fue similar o superior a la PA (Tabla 5). En general, el PPFP aumentó con el número de aplicaciones y fue mayor en los tratamientos con 1.200 mg L^{-1} de ANA que en los tratamientos con 600 mg L^{-1} de ANA. Por lo tanto, el PPFP en los tratamientos con 600 mg de L^{-1} de ANA de una sola aplicación (tratamientos 1 a 4) estuvo entre 2,1 ± 0,2 g y 2,7 ± 0,3 g por fruto; con 2 aplicaciones (tratamientos 5 a 10), estuvo entre 2,6 ± 0,2 g y 3,1 ± 0,1 g por fruto, y con 3 aplicaciones (tratamientos 11 a 14), estuvo entre 2,7 ± 0,2 g y 3,2 ± 0,2 g por fruto. Con 4 aplicaciones de 600 mg L^{-1} de ANA, el PPFP (tratamiento 15) alcanzó 3,2 ± 0,1 g. Cuando se aplicaron 1.200 mg L^{-1} de ANA, se observó la misma tendencia, en la que el PPFP aumentó con el número de aplicaciones, con valores que oscilaron entre 2,4 ± 0,2 g y 3,1 ± 0,2 g por fruto con 1 sola aplicación (tratamientos 16 a 19); 2,7 ± 0,2 g y 3,6 ± 0,2 g por fruto con 2 aplicaciones (tratamientos 20 a 25); y 3,2 ± 0,2 g y 3,6 ± 0,1 g por fruto con 3 aplicaciones (tratamientos 26 a 29). En el caso de las 4 aplicaciones, el PPFP no aumentó más, sino que se redujo a 3,2 ± 0,2 g por fruto, que es un valor similar al obtenido con 4 aplicaciones de 600 mg L^{-1} de ANA pero, en cualquier caso, significativamente superior a los 2,5 ± 0,2 g por fruto obtenidos con PA (Tabla 5).

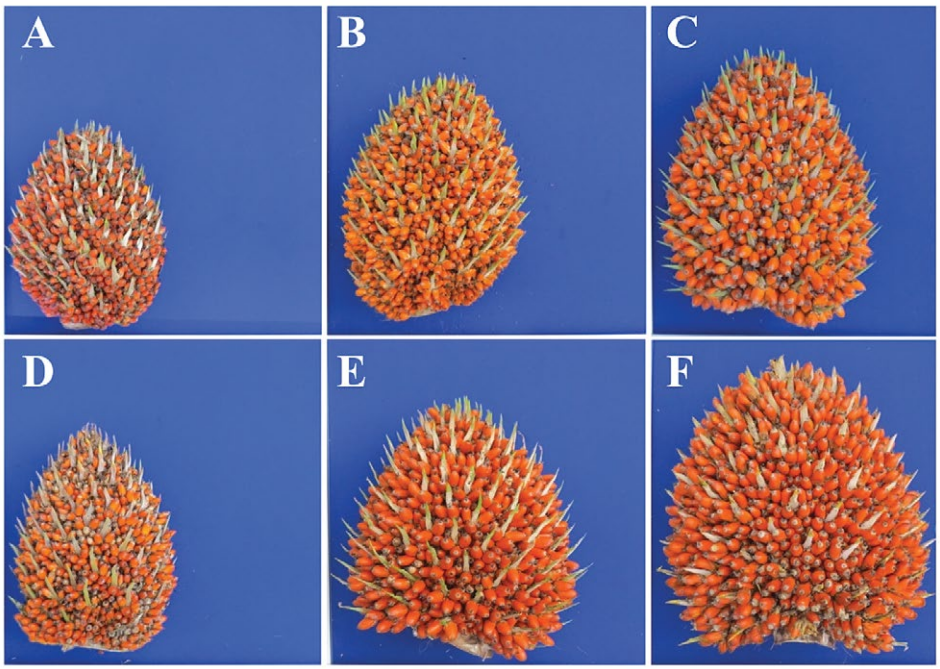
Finalmente, como en el experimento anterior, la relación Ac/Ms no se vio afectada por las aplicaciones de ANA. No se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos de ANA y la PA, con valores cercanos a 70 % en todos los casos (Tabla 5).

Tabla 5. Componentes del racimo en híbridos OxG (Coari x La Mé) tratados con 600 mg L^{-1} o 1.200 mg L^{-1} de ANA para inducir la partenocarpia. Se aplicaron soluciones de ANA 1, 2, 3 o 4 veces en diferentes estadios fenológicos (603, 607, 609, 703). El tratamiento de polinización asistida se realizó solo en inflorescencias en antesis (estadio fenológico 607).

Tratamiento	ANA	EF	N	Cuajado del fruto	PR		Ac/Ms	A/R		CA		PPFP	
	(mg L^{-1})			(%)	(kg)		(%)	(%)		(kg)		(g)	
1		1	20	91,6 ± 2,3	cdef	11, 5 ± 0,8	n	68,1 ± 1,4	25,0 ± 1,1	f	2,9 ± 0,3	m	2,1 ± 0,2	ml
2		2	20	91,6 ± 1,8	cdef	12,7 ± 0,7	lmn	71,4 ± 1,5	28,3 ± 1,5	bcde	3,4 ± 0,3	lm	2,5 ± 0,1	klm
3		3	16	94,5 ± 1,9	abcde	12,3 ± 1,0	mn	72,9 ± 1,0	29,9 ± 1,0	abcde	3,7 ± 0,3	jklm	2,4 ± 0,2	lm
4		4	15	89,4 ± 3,1	f	12,1 ± 0,9	mn	69,4 ± 1,3	27,2 ± 1,5	def	3,5 ± 0,4	klm	2,7 ± 0,3	hijkl
5		1, 2	18	94,3 ± 2,6	abcde	13,4 ± 0,8	ijklmn	69,3 ± 1,5	28,3 ± 1,2	bcde	3,8 ± 0,3	ijklm	2,7 ± 0,2	hijkl
6		1, 3	19	93,6 ± 2,2	bcdef	13,6 ± 0,9	ijklmn	69,2 ± 1,6	28,6 ±1,1	abcde	4,0 ± 0,4	hijkl	2,9 ± 0,2	efghijkl
7		1, 4	17	96,8 ± 1,0	ab	14,0 ± 0,8	ghijklm	70,5 ± 1,5	29,5 ± 1,2	abcde	4,2 ± 0,4	ghijkl	2,6, ± 0,2	ijkl
8	600	2, 3	19	97,6 ± 0,7	ab	16,0 ± 0,5	cdefgh	70,5 ± 1,4	31,3 ± 0,9	ab	5,0 ± 0,2	bcdeg	3,1 ± 0,1	cdefhij
9		2, 4	19	90,3 ± 2,7	ef	13,2 ± 0,8	jklmn	69,2 ± 1,3	27,3 ± 1,0	cdef	3,6 ± 0,3	jklm	2,8 ± 0,2	fghjikl
10		3, 4	17	96,8 ± 1,8	ab	13,4 ± 0,6	ijklm	67,1 ± 1,5	29,9 ± 1,1	abcde	4,0 ± 0,3	hijkl	2,9 ± 0,2	defghijk
11		1, 2, 3	19	97,3 ± 1,0	ab	15,1 ± 1,0	efghijk	71,1 ± 0,7	29,4 ± 1,1	abcde	4,2 ± 0,3	ghijkl	3,1 ± 0,2	abcdefghi
12		1, 2, 4	18	96,1 ± 1,2	abcd	15,2 ± 0,5	efghijk	69,7 ± 1,5	29,0 ± 0,7	abcde	4,4 ± 0,2	deghijk	3,0 ± 0,2	cdefhij
13		1, 3, 4	20	94,0 ± 1,9	abcdef	13,9 ± 1,2	hijklm	69,1 ± 1,0	26,8 ± 1,1	ef	3,9 ± 0,4	hijkl	2,7 ± 0,2	hijkl
14		2, 3, 4	19	95,5 ± 1,7	abcd	15,5 ± 0,8	defghijk	71,2 ± 1,1	31,1 ± 1,0	ab	4,8 ± 0,3	bcdegh	3,2 ± 0,2	abcdefg
15		1, 2, 3, 4	20	96,8 ± 20	ab	15,6 ± 0,9	cdefghij	69,6 ± 1,2	29,2 ± 1,2	abcde	4,7 ± 0,4	bcdeghi	3,2 ± 0,1	abcdefg
16		1	19	96,5 ± 1,1	abc	13,1 ± 0,7	klmn	69,3 ± 1,5	27,3 ± 1,3	cdef	3,6 ± 0,3	klm	2,6 ± 0,2	jkl
17		2	19	95,8 ± 2,5	abcd	15,0 ± 0,8	efghijkl	69,0 ± 1,5	28,8 ± 1,1	abcde	4,3 ± 0,3	eghijkl	3,1 ± 0,2	cdefghi
18		3	17	95,6 ± 1,5	abcd	13,3 ± 1,1	jklmn	72,4 ± 1,2	31,2 ± 1,3	ab	4,1 ± 0,4	ghijkl	2,4 ± 0,2	lm
19		4	17	93,6 ± 2,3	bcdef	13,9 ± 0,9	hijklmn	68,9 ± 1,8	28,2 ± 1,5	bcdef	4,0 ± 0,4	hijkl	3,0 ± 0,2	cdefghijk
20		1, 2	18	97,1 ± 1,8	ab	16,8 ± 1,0	abcdef	69,2 ± 1,7	28,6 ± 1,7	abcde	4,8 ± 0,4	bcdegh	3,1 ± 0,2	abcdefgh
21		1, 3	20	95,5 ± 1,6	abcd	17,2 ± 0,9	abcdef	69,3 ± 1,6	29,1 ± 1,2	abcde	5,1 ± 0,4	bcde	3,1 ± 0,2	abcdefghi
22		1, 4	18	97,6 ± 1,9	ab	14,9 ± 0,7	fghijkl	71,0 ± 1,4	29,3 ± 1,0	abcde	4,4 ± 0,3	deghijk	2,7 ± 0,2	ghijkl
23	1200	2, 3	20	96,9 ± 1,8	ab	15,1 ± 0,8	efghijk	72,6 ± 1,3	31,0 ± 1,3	ab	4,8 ± 0,4	bcdegh	3,1 ± 0,2	bcdefghi
24		2, 4	17	96,3 ± 2,2	abcd	15,7 ± 0,9	cdefghi	67,3 ± 1,7	28,3 ± 1,1	bcde	4,5 ± 0,4	cdeghij	3,6 ± 0,2	ab
25		3, 4	19	97,4 ± 1,3	ab	16,3 ± 0,9	bcdefg	71,2 ± 1,4	31,8 ± 1,2	a	5,3 ± 0,4	abcd	3,4 ± 0,2	abcd
26		1, 2, 3	19	97,9 ± 1,1	ab	17,4 ± 0,8	abcde	70,4 ± 1,4	28,9 ± 1,0	abcde	5,1 ± 0,3	bcde	3,4 ± 0,2	abcd
27		1, 2, 4	17	98,8 ± 0,4	a	17,9 ± 1,0	abc	71,1 ± 1,9	29,3 ± 1,4	abcde	5,2 ± 0,3	abcde	3,3 ± 0,1	abcde
28		1, 3, 4	19	97,5 ± 1,5	ab	18,6 ± 0,8	ab	71,0 ± 1,2	30,2 ± 1,0	abcd	5,6 ± 0,3	ab	3,4 ± 0,2	abc
29		2, 3, 4	19	96,3 ± 1,7	abcd	18,5 ± 1,1	ab	70,5 ± 1,2	30,7 ± 1,2	ab	6,1 ± 0,4	a	3,6 ± 0,1	a
30		1, 2, 3, 4	19	98,9 ± 0,5	a	17,8 ± 0,8	abcd	71,6 ± 1,4	30,5 ± 0,8	abc	5,4 ± 0,3	abc	3,2 ± 0,2	abcdef
31	pa	2	19	91,5 ± 2,2	def	18,9 ± 1,0	a	71,4± 1,3	25,2 ± 1,1	def	5,2 ± 0,4	abcde	2,5 ± 0,2	klm
LSD/significancia		-		5,0	**	2,4	***	ns	3,2	***	1,0	***	0,5	***

ANA = ácido naftalenacético; PA = polinización asistida; EF = estadio fenológico para la aplicación: 1 = EF 603; 2 = EF 607; 3 = EF 609; 4 = EF 703; PR = peso medio del racimo; A/R = porcentaje de aceite en racimo; Ac/Ms = porcentaje de aceite en el mesocarpio seco; CA = contenido de aceite por racimo; PPFP = peso medio de los frutos partenocárpicos. Los valores corresponden al promedio ± error estándar de al menos 15 racimos por tratamiento. Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) ($p < 0,05$); ns: no significativo, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Figura 3. Racimos formados por aplicaciones de 600 mg L^{-1} o 1.200 mg de L^{-1} de ANA en híbridos OxG (Coari x La Mé). Conformación de racimos mejorada con múltiples aplicaciones hormonales. Los racimos se componían solo de frutos partenocárpicos aceitosos. Las imágenes son de racimos representativos seleccionados de tratamientos iniciados en diferentes estadios fenológicos. A. Una dosis de 600 mg L^{-1} de ANA aplicado 1 vez; B. Una dosis de 600 mg L^{-1} de ANA aplicado 2 veces; C. Una dosis de 600 mg de L^{-1} de ANA aplicado 3 veces; D. Una dosis de 1.200 mg L^{-1} de ANA aplicado 1 vez; E. Una dosis de 1.200 mg L^{-1} de ANA aplicado 2 veces; F. Una dosis de 1.200 mg L^{-1} de ANA aplicado 3 veces.



3.2.3. Efecto de múltiples aplicaciones de 600 mg L^{-1} de ANA y 1.200 mg de L^{-1} de ANA en la calidad del aceite

El ANA no cambió el perfil de ácidos grasos en comparación con la polinización asistida (Tabla 6). No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en los diferentes ácidos grasos saturados e insaturados. Por lo tanto, en el tratamiento de PA, el contenido de ácido palmítico fue de 28,9 ± 0,5 %, y en los tratamientos de ANA, este ácido graso fluctuó entre 24,7 ± 1,0 % y 31,6 ± 1,4 %. El ácido oleico en los racimos de PA fue de 54,4 ± 1,0 %, mientras que en los tratamientos de ANA osciló entre 51,6 ± 1,2 % y 58,8 ± 0,7 %. El contenido de ácido esteárico estuvo entre 2,2 ± 0,1% y 2,9 ± 0,5 %, mientras que el contenido de ácido linoleico fluctuó entre 8,7 ± 2,2 % y 11,4 ± 0,8 %. El total de ácidos grasos saturados osciló entre 28,4 ± 0,8 % y 35,0 ± 1,4 %, con un valor de 31,1 ± 0,2 % para PA. El total de ácidos grasos insaturados osciló entre 65,0 ± 1,4 % y 71,6 ± 0,8 % en los tratamientos de ANA, mientras que en la polinización asistida representó 68,9 ± 0,2 % para los ácidos grasos (Tabla 6).

3.2.4. Efecto de múltiples aplicaciones de 600 mg L^{-1} de ANA y 1.200 mg L^{-1} de ANA en los ácidos grasos libres, vitamina E y carotenos

Los ácidos grasos libres (AGL), la vitamina E y el contenido de caroteno fueron altamente variables dentro de todos los tratamientos. No hubo diferencias estadísticas en ninguno de estos parámetros (Tabla 7). Se observaron niveles bajos de AGL con valores que oscilaron entre 0,90 ± 0,90 y 1,88 ± 1,43 (como porcentaje de ácido palmítico). Los AGL en la PA fueron de 1,17 ± 0,51, con el valor más alto alcanzado con 1.200 mg L^{-1} de ANA aplicado 4 veces en EF 603, EF 607, EF 609 y EF 703 (tratamiento 30), mientras que el valor

Tabla 6. Perfil de ácidos grasos en híbridos OxG (Coari x La Mé) tratados con 600 mg de L^{-1} o 1.200 mg L^{-1} de ANA para inducir la partenocarpia. Se aplicaron soluciones de ANA 1, 2, 3 o 4 veces en diferentes estadios fenológicos (603, 607, 609, 703). El tratamiento de polinización asistida se realizó solo en inflorescencias en antesis (estadio fenológico 607).

Tratamiento	ANA (mg L^{-1})	EF	Ácido palmítico C16:0 (%)	Ácido oleico C18:1 (%)	Ácido Esteárico C18:0 (%)	Ácido linoleico C18:2 (%)	∑AGS	∑AGI
1		1	26,4 ± 1,7	57,9 ± 1,5	2,7 ± 0,4	10,3 ± 0,2	29,9 ± 1,56	70,1 ± 1,5
2		2	27,7 ± 0,4	55,7 ± 0,3	2,6 ± 0,4	10,9 ± 0,3	31,1 ± 0,3	68,9 ± 0,3
3		3	31,6 ± 1,4	51,9 ± 1,3	2,4 ± 0,2	10,9 ± 0,4	35,0 ± 1,4	65,0 ± 1,4
4		4	29,6 ± 1,0	54,5 ± 1,1	2,2 ± 0,1	10,5 ± 0,3	32,6 ± 1,1	67,4 ± 1,1
5		1, 2	28,2 ± 1,2	55,7 ± 2,0	2,4 ± 0,1	10,7 ± 0,7	31,4 ± 1,3	68,6 ± 1,3
6		1, 3	24,7 ± 1,0	58,8 ± 0,7	23 ± 0,6	8,7 ±2,2	28,4 ± 0,8	71,6 ± 0,8
7		1, 4	27,3 ± 1,7	57,7 ± 2,0	2,9 ± 0,2	9,4 ± 0,4	31,0 ± 1,7	69,0 ± 1,7
8	600	2, 3	28,1 ± 0,9	55,6 ± 1,4	2,4 ± 0,2	10,8 ± 0,7	31,3 ± 0,8	68,7 ± 0,8
9		2, 4	29,8 ± 1,2	54,4 ± 1,5	2,4 ± 0,2	10,2 ± 0,5	33,0 ± 1,2	67,0 ± 1,2
10		3, 4	28,6 ± 1,3	55,1 ± 1,1	2,9 ± 0,5	10,3 ± 0,5	32,3 ± 1,0	67,7 ± 1,0
11		1, 2, 3	27,0 ± 1,2	57,6 ± 1,7	2,4 ± 0,2	9,9 ± 0,8	30,3 ± 1,3	69,7 ± 1,3
12		1, 2, 4	28,5 ± 0,6	56,2 ± 0,6	2,4 ± 0,2	10,0 ± 0,2	31,6 ± 0,8	68,4 ± 0,8
13		1, 3, 4	27,9 ± 0,9	55,4 ± 1,3	2,7 ± 0,2	11,0 ± 0,6	31,4 ± 1,1	68,6 ± 1,1
14		2, 3, 4	28,9 ± 1,2	55,0 ± 1,4	2,6 ± 0,2	10,2 ± 0,2	32,5 ± 1,4	67,5 ± 1,4
15		1, 2, 3, 4	28,3 ± 1,3	56,1 ± 1,2	2,4 ± 0,2	10,2 ± 0,3	31,5 ± 1,4	68,5 ± 1,4
16		1	27,8 ± 0,6	55,9 ± 0,8	2,3 ± 0,2	10,9 ± 0,4	30,9 ± 0,7	69,1 ± 0,7
17		2	27,1 ± 0,8	57,0 ± 0,6	2,5 ± 0,1	10,8 ± 0,7	30,5 ± 0,8	69,5 ± 0,8
18		3	28,4 ± 1,3	55,0 ± 2,1	2,3 ± 0,1	10,6 ± 0,7	31,5 ± 1,3	67,9 ± 1,3
19		4	30,3 ± 0,7	52,7 ± 0,8	2,4 ± 0,3	11,3 ± 0,6	32,3 ± 1,3	67,7 ± 1,3
20		1, 2	28,2 ± 1,3	55,5 ± 1,8	2,5 ± 0,2	10,7 ± 0,4	31,6 ± 1,3	68,4 ± 1,3
21		1, 3	27,4 ± 0,8	56,3 ± 1,5	2,6 ± 0,3	10,5 ± 0,8	30,9 ± 1,0	69,1 ± 1,0
22		1, 4	28,9 ± 1,4	55,3 ± 1,2	2,3 ± 0,2	10,3 ± 0,5	32,0 ± 1,4	68,0 ± 1,4
23	1.200	2, 3	29,5 ± 0,6	55,3 ± 0,8	2,3 ± 0,1	9,5 ± 0,4	32,6 ± 0,6	67,4 ± 0,6
24		2, 4	28,6 ± 0,6	55,1 ± 0,7	2,4 ± 0,1	10,8 ± 0,3	31,9 ± 0,6	68,1 ± 0,6
25		3, 4	28,2 ± 1,0	56,0 ± 1,1	2,7 ± 0,2	10,2 ± 0,4	31,7 ± 1,0	68,3 ± 1,0
26		1, 2, 3	29,3 ± 1,8	54,7 ± 2,1	2,4 ± 0,2	10,4 ± 0,4	32,6 ± 1,8	67,4 ± 1,8
27		1, 2, 4	29,4 ±1,2	53,4 ± 1,5	2,6 ± 0,4	11,4 ±0,8	33,0 ±1,6	67,0 ± 1,6
28		1, 3, 4	30,1 ± 1,0	53,4 ± 1,1	2,2 ± 0,1	11,0 ± 0,4	33,2 ± 1,1	66,8 ± 1,1
29		2, 3, 4	31,0 ± 1,4	51,6 ± 1,2	2,5 ± 0,2	11,4 ± 1,0	34,5 ± 1,4	65,5 ± 1,4
30		1, 2, 3, 4	29,4 ± 1,6	55,0 ± 1,2	2,7 ± 0,4	10,0 ± 0,4	32,9 ± 1,5	67,1 ± 1,5
31	PA	-	28,9 ± 0,5	54,4 ± 1,0	2,8 ± 0,3	10,9 ±0,4	31,1 ± 0,2	68,9 ± 0,2
Significancia		-	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ANA = ácido naftalenacético; PA = polinización asistida; EF = estadio fenológico para la aplicación: 1 = EF 603; 2 = EF 607; 3 = EF 609; 4 = EF 703. ∑AGS, total ácidos grasos saturados; ∑AGI, total ácidos grasos insaturados. Los valores corresponden al promedio ± error estándar de al menos 15 racimos por tratamiento. Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) ($p < 0,05$), ns: no significativo.

más bajo se obtuvo con 3 aplicaciones de 1.200 mg L^{-1} de ANA en EF 603, 607 y 703.

La vitamina E osciló entre 945 ± 368 mg kg^{-1} cuando se aplicaron 1.200 mg L^{-1} de ANA 2 veces en EF 603 y EF 607 (tratamiento 20), y 1.418 ±188 mg kg^{-1} con 600 mg L^{-1} de ANA aplicado 3 veces en EF 607, EF 609 y EF 703 (tratamiento 14). La vitamina E fue de 1.272 ± 298 mg kg^{-1} en el tratamiento de polinización asistida. Los carotenos oscilaron entre 644 ± 267 mg kg^{-1} (tratamiento 20) y 1.355 ± 274 mg kg^{-1} (tratamiento 2). Para el tratamiento de PA, el contenido de carotenos fue de 838 ± 512 mg kg^{-1} (Tabla 7).

Tabla 7. Contenido de ácidos grasos libres, vitamina E y carotenos en híbridos OxG (Coari x La Mé) tratados con 600 mg L^{-1} o 1.200 mg L^{-1} de ANA para inducir la partenocarpia. Se aplicaron soluciones de ANA 1, 2, 3 o 4 veces en diferentes estadios fenológicos (603, 607, 609, 703). El tratamiento de polinización asistida se realizó solo en inflorescencias en antesis (estadio fenológico 607).

Tratamiento	ANA Mg L^{-1}	EF	AGL (% ácido palmítico)	Vitamina E mg kg^{-1}	Carotenos mg kg^{-1}
1		1	1,43 ± 1,24	1.247 ± 387	949 ± 395
2		2	1,13 ± 0,59	1.259 ± 312	1.355 ± 274
3		3	1,39 ± 1,06	1.309 ± 292	1.000 ± 176
4		4	1,14 ± 0,49	1.320 ± 227	1.041 ± 205
5		1, 2	0,99 ± 0,73	1.341 ± 259	1.002 ± 250
6		1, 3	1,04 ± 0,60	1.140 ± 101	998 ± 168
7		1, 4	1,48 ± 0,94	1.158 ± 109	1.048 ± 361
8	600	2, 3	0,92 ± 0,57	906 ± 350	968 ± 184
9		2, 4	1,29 ± 0,54	1.319 ± 131	725 ± 441
10		3, 4	0,94 ± 0,58	1.026 ± 103	1.007 ± 141
11		1, 2, 3	1,01 ± 0,39	1.209 ± 245	1.133 ± 120
12		1, 2, 4	0,99 ± 0,57	1.129 ± 163	946 ± 249
13		1, 3, 4	1,19 ± 0,49	1.299 ± 253	973 ± 426
14		2, 3, 4	1,45 ± 0,53	1.418 ± 188	689 ± 243
15		1, 2, 3, 4	1,45 ± 0,46	1.261 ± 257	818 ± 454
16		1	1,45 ± 0,36	1.167 ± 213	979 ± 139
17		2	1,16 ± 0,73	1.198 ± 309	1.098 ± 240
18		3	1,56 ± 1,06	1.361 ± 222	865 ± 183
19		4	1,20 ± 0,33	1.207 ± 473	1.109 ± 385
20		1, 2	1,15 ± 0,42	945 ± 368	644 ± 267
21		1, 3	1,54 ± 0,59	1.088 ± 476	865 ± 68
22		1, 4	1,32 ± 1,25	1.131 ± 151	865 ± 439
23	1.200	2, 3	1,11 ± 0,57	1.289 ± 338	1.132 ± 151
24		2, 4	1,48 ± 1,06	1.245 ± 470	761 ± 239
25		3, 4	1,58 ± 0,58	1.037 ± 240	947 ± 254
26		1, 2, 3	1,63 ± 0,80	1.093 ± 180	554 ± 130
27		1, 2, 4	0,90 ± 0,90	1.056 ± 285	765 ± 433
28		1, 3, 4	1,27 ± 0,41	1.064 ± 132	719 ± 222
29		2, 3, 4	1,38 ± 0,61	1.331 ± 511	1.093 ± 285
30		1, 2, 3, 4	1,88 ± 1,43	989 ± 103	897 ± 392
31	PA	-	1,17 ± 0,51	1.272 ± 298	838 ± 512
Significancia		-	ns	ns	ns

ANA = ácido naftalenacético; PA = polinización asistida; EF = estadio fenológico para la aplicación: 1 = EF 603; 2 = EF 607; 3 = EF 609; 4 = EF 703. Vitamina E = suma de tocotrienoles δ, β/γ, α más tocoferoles δ, β/γ, α; carotenos = suma de α más β-caroteno. Los valores corresponden al promedio ± error estándar de al menos 15 racimos por tratamiento. Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) ($p < 0,05$), ns: no significativo.

3.3. Experimento 3: Efecto de las aplicaciones de ANA en condiciones de escala semicomercial

La Tabla 8 muestra el efecto de las aplicaciones continuas de 1.200 mg L^{-1} de ANA en las inflorescencias de las parcelas de 2 hectáreas. Después de 12 meses de uso de la tecnología, el cuajado del fruto en ambos tratamientos (ANA y PA) no mostró diferencias estadísticas, con 93,2 ± 1,1 % en el tratamiento de ANA y 90,8 ± 1,8 % en la PA. En el caso del NR, el tratamiento con ANA indujo la formación de un 30 % más de racimos que la PA (2.208 ± 84 racimos frente a 1.690 ± 129, respectivamente). Sin embargo, los racimos de tratamiento de ANA fueron, en promedio, 2,7 kg más ligeros que los de PA. Como resultado, los RFF no mostraron diferencias estadísticas entre los 2 tratamientos.

Como se observó en los experimentos 1 y 2, la acumulación de aceite se vio afectada positivamente por el tratamiento de ANA. El A/R en el tratamiento de ANA fue 7 puntos porcentuales más alto que en la PA (32,2 ± 0,7 % versus 25,3 ± 0,8 %). Lo que resultó en casi 36 % más de rendimiento de aceite en el tratamiento de ANA en comparación con la PA, con una producción de aceite adicional de 2,3 t ha^{-1} $año^{-1}$ en el tratamiento de ANA, en comparación con la polinización asistida.

4. Discusión

El propósito principal de esta investigación fue desarrollar un sistema que pudiera reemplazar la polinización asistida, una tarea esencial para obtener racimos de frutas a nivel comercial en los diferentes cultivares de OxG plantados en todo el mundo [30], induciendo la formación de frutos partenocárpicos. Los resultados muestran que las aplicaciones exógenas de ANA en estadios fenológicos específicos de las inflorescencias dan frutos partenocárpicos productores de aceite.

La inducción de frutos partenocárpicos se logró con aplicaciones de ANA en diferentes momentos antes y después de la antesis. Los racimos se formaron cuando se aplicó ANA, independientemente del estadio fenológico en el que ocurrieron las aplicaciones. Por lo tanto, los racimos se indujeron con aplicaciones de ANA antes de la antesis (EF 603) y hasta 14 días después de la antesis (EF 703). Por el contrario, los diferentes modelos utilizados para estudiar la partenocarpia han mostrado un papel significativo de las auxinas en el cuajado del fruto y la partenocarpia justo antes o algunos días después de la antesis. Luego, la concentración de auxinas disminuye para permitir la acción de otras hormonas como las giberelinas [31]. Por ejemplo, en el tomate, los niveles de auxinas son bajos dos días antes de la antesis y comienzan a aumentar después de la antesis, alcanzando el valor máximo cuatro días después de la antesis (DDA) y disminuyendo rápidamente después de eso [32,33]. En la palma africana, las auxinas aplicadas no lograron inducir frutos partenocárpicos productores de aceite [21], a pesar de que la partenocarpia se logró cuando la hormona se utilizó muy cerca de la antesis [34]. Por lo tanto, el momento de aplicación es fundamental no solo para inducir la formación de frutos, sino también para su crecimiento y la acumulación de aceite.

Tabla 8. Componentes del racimo en híbridos OxG (Coari x La Mé) tratados con 1.200 mg L^{-1} de ANA para inducir la partenocarpia a nivel de plantación. Se aplicaron las soluciones de ANA 3 veces, comenzando en EF 607 y volviendo a aplicar en EF 609 y EF 703.

Tratamiento	Cuajado del fruto (%) ns	NR *	PR (kg) *	RFF (t ha^{-1} $año^{-1}$)	A/R (%) **	Rendimiento de aceite (t ha^{-1} $año^{-1}$) **
ANA	93,2 ± 1,1	2.208 ± 84	12,2 ± 0,4	26,9 ± 1,6	32,2 ± 0,7	8,7 ± 0,1
PA	90,8 ± 1,8	1.690 ± 129	14,9 ± 0,6	25,2 ± 2,2	25,3 ± 0,8	6,4 ± 0,3

ANA= ácido naftalenacético; PA= polinización asistida; NR = número de racimos; PR = peso medio de los racimos; RFF= racimos de fruta fresca; A/R = porcentaje de aceite en racimo. Los valores corresponden al promedio ± error estándar de todos los racimos formados en 2 ha por réplica, 4 réplicas por tratamiento para un total de 8 ha. Las medias se compararon con las muestras independientes *t*-test. ns: no significativo, * $p \leq 0,05$ ** $p \leq 0,01$.

Los frutos de la palma de aceite completan su desarrollo y maduración en aproximadamente 160 días. Tienen un crecimiento bifásico, con un aumento inicial de la masa y el tamaño entre 30 días y 60 días después de la polinización. Posteriormente, existe un periodo de retardo de 40 días (60-100 DDA) en el que se reduce la tasa de crecimiento total. Finalmente, los frutos muestran un nuevo aumento de peso, particularmente entre 140 y 160 DDA, acompañado de un aumento en el tamaño[35]. Por esta razón, los tiempos seleccionados para las aplicaciones de ANA fueron los más adecuados, tanto en los estadios fenológicos antes de la antesis para desencadenar el inicio del fruto como durante los primeros 14 días después de la antesis, para la división y expansión celular.

Estos resultados indican un doble papel para el ANA. Activa la iniciación del fruto y luego induce y estabiliza el crecimiento de las células frutales evitando la abscisión prematura y conduciendo a una mayor acumulación de biomasa de mesocarpio. Además, el ANA desencadena una cascada de transducción de señales que libera el cuajado del fruto y el desarrollo partenocárpico en los híbridos OxG durante un periodo más prolongado que en la palma de aceite africana, lo que indica una ventana de competencia para la inducción de frutos más grande en estos híbridos que en otras especies. En este sentido, el estudio de Yeap, *et al.* [36] mostró que, en términos de regulación génica durante la producción de fruto normal de palma de aceite, existe una fase de retardo de desarrollo de mesocarpios en la que la auxina y la giberelina están en la concentración máxima. Según su análisis, esta fase podría durar hasta 14 semanas después de la polinización. Potencialmente, el estímulo adecuado cuando los ovarios aún son receptivos podría traducirse en el desarrollo del cuajado del fruto y el desarrollo partenocárpico durante una ventana de competencia más larga.

La inducción de frutos partenocárpicos en diferentes estadios fenológicos contrasta con la limitación temporal de la aplicación de polen en la PA. En esta, el polen debe aplicarse en la antesis (EF 607) cuando las flores son receptivas al mismo. Cuando el polen se utiliza después de la antesis, no desencadena el cuajado y el desarrollo del fruto, lo que conduce a resultados indeseables que van desde el aborto por inflorescencia hasta los racimos con frutos de bajo relleno y poco desarrollados. Por lo tanto, utilizando ANA, los ciclos de aplicación para inducir la formación de frutos podrían ser más largos porque la inflorescencia presenta una respuesta favorable a la formación de los frutos que no están circunscritos a EF 607. En consecuencia, la aplicación hormonal para inducir la partenocarpia se puede realizar una vez a la semana, en comparación con tres veces a la semana que se realiza en la PA. Como resultado, la mano de obra podría optimizarse, reduciendo los costos de producción y las pérdidas causadas por los racimos no formados típicos de la PA no realizada en EF 607.

Las hormonas vegetales generalmente se producen en bajas concentraciones en las células, por debajo de las de otros compuestos como nutrientes y vitaminas [37]. Dependiendo de su concentración, las hormonas vegetales estimulan o inhiben la misma respuesta [11]. Los resultados muestran que la formación de racimos está relacionada con la concentración de ANA aplicada en los diferentes estadios fenológicos. Por lo tanto, el éxito en la formación de racimos fue mayor con 600 mg L^{-1} y 1.200 mg L^{-1} de ANA, mientras que la formación de racimos más baja se alcanzó con 50 mg L^{-1} de ANA. Los tratamientos con 1.200 mg L^{-1} mostraron consistentemente los resultados más sobresalientes en la formación de racimos, los componentes de racimos y el rendimiento de aceite.

La inducción de frutos partenocárpicos con hormonas vegetales generalmente conduce al desarrollo anormal de órganos y productos más pequeños y malformados [31]. Además, las aplicaciones de auxina o giberelina para este fin desencadenan la abscisión prematura con los consiguientes porcentajes bajos de cuajado del fruto [18]. En los híbridos OxG con 1.200 mg L^{-1} de ANA aplicados 3 veces a las inflorescencias no mostraron esos inconvenientes típicos, pero dieron como resultado un cuajado de frutos alto (96 % a 99 %), con frutos que fueron 30 % más pesados que los producidos con PA.

Una consecuencia de los frutos partenocárpicos más grandes inducidos por ANA fue el aumento del rendimiento de aceite. Debido a que había más mesocarpio por fruto, la producción total fue mayor a pesar de que el aceite en el mesocarpio seco no cambió. Por lo tanto, las múltiples aplicaciones de ANA fueron fundamentales para obtener altas proporciones de aceite a racimo. En este sentido, el bajo rendimiento de aceite obtenido en los frutos inducidos por auxinas en *E. guineensis* [21] podría haber sido el resultado de no usar la auxina adecuada o no usarla en los estadios fenológicos correctos. Además, las aplicaciones repetidas no se realizaron en esos ex-

perimentos tempranos y no se obtuvieron frutos más grandes ni un cuajado del fruto más alto. Los resultados abren una puerta para revisar la posibilidad de inducir frutos partenocárpicos en *E. guineensis*. Es plausible que estos puedan reproducirse en la palma de aceite africana ajustando las dosis y los tiempos de aplicación. Esta tecnología es atractiva porque los programas de mejoramiento de *E. guineensis* están produciendo cada vez más cultivares altamente femeninos en los que la polinización natural está restringida debido a la falta de inflorescencias que generen polen masculino. Además, las poblaciones de polinizadores naturales han ido disminuyendo con consecuencias sustanciales en la formación de racimos, el aborto en racimos y el rendimiento total de aceite [38].

Es plausible que los inconvenientes atribuidos a la inducción de frutos con hormonas [18] sean el resultado de no usar la concentración correcta en los estadios fenológicos apropiados, abriendo una puerta para más investigaciones con el fin de definir mejor las dosis, las frecuencias y el tiempo de aplicación. El resultado podría ser la producción comercial de frutos partenocárpicos de diferentes especies.

Los resultados muestran que el ANA podría usarse en condiciones comerciales. Los tratamientos hormonales aplicados durante un año dieron como resultado frutos más grandes, más racimos por hectárea de mejor conformación y un mayor cuajado del fruto que la polinización asistida. En las condiciones semicomerciales del experimento 3, los racimos de ANA produjeron hasta un 36 % más de aceite que la PA, con una relación de aceite a racimo mayor que el 32 %. Como consecuencia, fue posible obtener más de 2 toneladas adicionales de aceite por hectárea por año. Sin embargo, algunos parámetros de productividad fueron más bajos en las condiciones semicomerciales que en los experimentos 1 y 2. Por ejemplo, en el experimento 2, la reducción en el peso promedio de los racimos (PR) fue mínima con 1.200 mg L^{-1} de ANA aplicado 3 veces, en comparación con la polinización asistida. Los racimos en las condiciones semicomerciales del experimento 3 fueron, en promedio, 2,7 kg más ligeros. En los experimentos 1 y 2, se midieron cuajados del fruto de hasta 99 %, mientras que en condiciones semicomerciales este se acercó a 93 %. Por lo tanto, a pesar de la alta cantidad de aceite a racimo obtenida y la alta cantidad de racimos, el aumento de 36 % en el rendimiento de aceite en las condiciones semicomerciales del experimento 3 podría mejorarse, aún más con una aplicación de ANA más cuidadosa.

Una de las principales características de los híbridos OxG es su calidad de aceite en términos de alto porcentaje de ácido oleico y un contenido considerable de fitonutrientes como la vitamina E y los carotenos [39]. Los resultados muestran que los frutos partenocárpicos inducidos por las aplicaciones de ANA producen aceite de la misma calidad que cuando se utiliza la polinización asistida. Un aceite que se considera alto oleico (más del 55 % de ácido oleico) y rico en fitonutrientes, con bajos niveles de AGL.

El uso comercial de los híbridos está limitado por un bajo llenado y maduración, la necesidad de una costosa polinización asistida y bajos rendimientos de aceite [4]. Mediante la aplicación de ANA se superan esas limitaciones, dejando a la industria de la palma de aceite con un cultivo resistente a enfermedades como la Pudrición del cogollo, que tiene una vida comercial más larga debido a su baja tasa de crecimiento y que produce un aceite de muy alta calidad, lleno de antioxidantes y fitonutrientes.

Los híbridos de OxG son altamente productivos. Las plantaciones comerciales pueden producir más de 40 t ha^{-1} $año^{-1}$ de RFF, lo que, junto con el alto rendimiento de aceite obtenido usando ANA (aproximadamente 27 % de tasa de extracción de aceite o más), da como resultado más de 10 t ha^{-1} $año^{-1}$ de aceite de palma alto oleico. Si esta tecnología se implementa en el área plantada de palma de aceite en todo el mundo, la producción de aceite estaría cerca de las 250 millones de toneladas por año, satisfaciendo la demanda de grasas y aceites del mundo sin utilizar tierras cultivables adicionales.

Aportes de los autores: conceptualización, H. M. R.; metodología, H. M. R., E. D.; análisis formal, H. M. R., E. D., I. A.-D., R. R.-R.; investigación, H. M. R., E. D., I. A.-D., R. R.-R.; escritura del primer borrador, H. M. R., E. D., I. A.-D., R. R.-R.; escritura, revisión y edición, H. M. R., I. A.-D. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiación: esta investigación fue financiada por el Fondo de Fomento Palmero (FFP), administrado por Fedepalma.

Declaración de disponibilidad de datos: los datos presentados en este estudio están disponibles a petición enviada al autor correspondiente. Los datos no están disponibles públicamente debido a restricciones de privacidad.

Reconocimientos: los autores agradecen al personal del Programa de Biología y Reproducción de Cenipalma. También desean agradecer a las plantaciones Villa Claudia S. A. y Monterrey S. A. por proporcionar sus instalaciones, apoyo técnico y personal para llevar a cabo este estudio de investigación.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no hay conflicto de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recolección, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito; o en la decisión de publicar los resultados.

Abreviaturas

ANA	Acido 1-naftalenacético
APAO	Aceite de palma alto oleico
OxG	Híbridos interespecíficos de palma de aceite entre *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*
EF	Estadios fenológicos
PA	Polinización asistida
PR	Peso del racimo
NR	Número de racimos
RFF	Racimos de fruta fresca
A/R	Relación aceite a racimo (%)
CA	Contenido de aceite por racimo (kg de aceite/racimo)
Ac/Ms	Relación aceite a mesocarpio seco (%)
PPFP	Peso promedio de frutos partenocárpicos (g)
DDA	Días después de la antesis
AGS	Ácidos grasos saturados
AGI	Ácidos grasos insaturados
AGL	Ácidos grasos libres

Referencias

1. Fedepalma. *Anuario estadístico 2019 La Agroindustria de la Palma de Aceite en Colombia y el Mundo 2014-2018*; Federación Colombiana de Cultivadores de Palma de Aceite: Bogotá, Colombia, 2019; p. 236.

2. Oil World. *Oil World Annual*; ISTA Mielke GmBH: Hamburgo, Alemania, 2018.

3. Faure, J.-D.; Napier, J.A. Point of View: Europe's first and last field trial of gene-edited plants? *eLife* **2018**, *7*, e42379. [CrossRef] [PubMed]

4. Mozzon, M.; Foligni, R.; Mannozzi, C. Current knowledge on interspecific hybrid palm oils as food and food Ingredient. *Foods* **2020**, *9*, 631. [CrossRef]

5. Rincón, S.M.; Hormaza, P.A.; Moreno, L.P.; Prada, F.; Portillo, D.J.; García, J.A.; Romero, H.M. Use of phenological stages of the fruits and physicochemical characteristics of the oil to determine the optimal harvest time of oil palm interspecific OxG hybrid fruits. *Ind. Crops Prod.* **2013**, *49*, 204-210. [CrossRef]

6. Mosquera-Montoya, M.; Ruiz, E.; Munévar-Martínez, D.E.; Castro, L.; Moreno, L.P.; López-Alfonso, D.F. Oil palm agroindustry 2019 production costs: A benchmarking study among companies that have adopted good practices. *Rev. Palmas* **2020**, *41*, 4-14.

7. Hormaza, P.; Fuquen, E.M.; Romero, H.M. Phenology of the oil palm interspecific hybrid *Elaeis oleifera Elaeis guineensis*. *Sci. Agric.* **2012**, *69*, 275-280. [CrossRef]

8. Mosquera-Montoya, M.; Ruíz-Álvarez, E.; Castros-Zamudio, L.E.; López-Alfonso, D.F.; Munévar-Martínez, D.E. Estimación del costo de producción para productores de palma de aceite de Colombia que han adoptado buenas prácticas agrícolas. *Rev. Palmas* **2019**, *40*, 3-15.

9. Criollo-Escobar, H.; Domínguez, J.J. Germinability and pollen viability of four improved cultivars of palm oil under laboratory conditions. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* **2018**, *71*, 8395-8405. [CrossRef]

10. Meléndez, M.R.; Ponce, W.P. Pollination in the oil palms *Elaeis guineensis*, *E. oleifera* and their hybrids (OxG), in tropical America. *Pesqui. Agropecuaria Trop.* **2016**, *46*, 102-110. [CrossRef]

11. Davies, P.J. Regulatory factors in hormone action: Level, location and signal transduction. En *Plant Hormones*, Revised 3rd ed.; Davies, P.J., Ed.; Springer: New York, NY, USA, 2010; pp. 16-35. [CrossRef]

12. Tu, D.P.; Luo, Z.L.; Wu, B.; Ma, X.J.; Shi, H.W.; Mo, C.M.; Huang, J.; Xie, W.J. Developmental, chemical and transcriptional characteristics of artificially pollinated and hormone-induced parthenocarpic fruits of *Siraitia grosvenorii*. *RSC Adv.* **2017**, *7*, 12419-12428. [CrossRef]

13. Lu, L.; Liang, J.J.; Zhu, X.; Xiao, K.; Li, T.Z.; Hu, J.F. Auxin- and cytokinin-induced berries set in grapevine partly rely on enhanced gibberellin biosynthesis. *Tree Genet. Genom.* **2016**, *12*. [CrossRef]

14. Tang, N.; Deng, W.; Hu, G.J.; Hu, N.; Li, Z.G. Transcriptome profiling reveals the regulatory mechanism underlying pollination dependent and parthenocarpic fruit set mainly mediated by auxin and gibberellin. *PLoS ONE* **2015**, *10*, e0125355. [CrossRef] [PubMed]

15. Niu, Q.F.; Wang, T.; Li, J.Z.; Yang, Q.Q.; Qian, M.J.; Teng, Y.W. Effects of exogenous application of GA(4+7) and N-(2-chloro-4pyridyl)-N'-phenylurea on induced parthenocarpy and fruit quality in *Pyrus pyrifolia* 'Cuiguan'. *Plant Growth Regul.* **2015**, *76*, 251-258. [CrossRef]

16. Hikosaka, S.; Sugiyama, N. Effects of exogenous plant growth regulators on yield, fruit growth, and concentration of endogenous hormones in gynoecious parthenocarpic cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Hortic. J.* **2015**, *84*, 342-349. [CrossRef]

17. Boyaci, H.F.; Oguz, A.; Yazici, K.M.; Eren, A. The efficacy of endogenous gibberellic acid for parthenocarpy in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Afr. J. Biotechnol.* **2011**, *10*, 6522-6528. [CrossRef]

18. Subbaraya, U.; Rajendran, S.; Simeon, S.; Suthanthiram, B.; Marimuthu Somasundram, S. Unravelling the regulatory network of transcription factors in parthenocarpy. *Sci. Hort.* **2020**, *261*. [CrossRef]

19. McAtee, P.; Karim, S.; Schaffer, R.; David, K. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Front. Plant Sci.* **2013**, *4*. [CrossRef]

20. Keong, W.C. Development of parthenocarpic fruits in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) due to application of herbicides. *Planter* **1987**, *63*, 90-95.

21. Thomas, R.L.; Seth, A.K.; Chan, K.W.; Ooi, S.C. Induced parthenocarpy in the oil-palm. *Ann. Bot.* **1973**, *37*, 447-452. [CrossRef]

22. Corley, R.H.V.; Tinker, P.B. *The Oil Palm*, 4th ed.; Blacwell, S., Ed.; Blacwell Science: Oxford, UK, 2003; volumen 83, pp. 221-222.

23. Daza, E.; Ayala-Díaz, I.; Ruíz-Romero, R.; Romero, H.M. Effect of the application of plant hormones on the formation of parthenocarpic fruits and oil production in oil palm interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.). *Plant Prod. Sci.* **2020**, 1-9. [CrossRef]

24. Avery Jr., G.; Berger, J.; Shalucha, B. Comparative activity of synthetic auxins and derivatives. *Bot. Gaz.* **1942**, *104*, 281-287. [CrossRef]

25. Aliyu, O.M.; Adeigbe, O.O.; Awopetu, J.A. Foliar application of the exogenous plant hormones at pre-blooming stage improves flowering and fruiting in cashew (*Anacardium occidentale* L.). *J. Crop. Sci. Biotechnol.* **2011**, *14*, 143-150. [CrossRef]

26. Qian, C.; Ren, N.; Wang, J.; Xu, Q.; Chen, X.; Qi, X. Effects of exogenous application of CPPU, NAA and GA4+ 7 on parthenocarpy and fruit quality in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Food Chem.* **2018**, *243*, 410-413. [CrossRef]

27. Hassan, J.; Miyajima, I. Induction of parthenocarpy in pointed gourd (*Trichosanthes dioica* Roxb.) by application of plant growth regulators. *J. Hortic. Plant Res.* **2019**, *8*, 13. [CrossRef]

28. Prada, F.; Romero, H.M. Muestreo y an*á*lisis de racimos en el cultivo de la palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite, guía de facilitadores; Cenipalma: Bogota, Colombia, 2012; p. 158.

29. Prada, F.; Ayala-Díaz, I.M.; Delgado, W.; Ruíz-Romero, R.; Romero, H.M. Effect of fruit ripening on content and chemical composition of oil from three oil palm cultivars (*Elaeis guineensis* Jacq.) grown in Colombia. *J. Agric. Food Chem.* **2011**, *59*, 10136-10142. [CrossRef]

30. Sánchez, A.; Daza, E.; Ruiz, R.; Romero, H.M. Polinización asistida en palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores; Cenipalma: Bogotá, Colombia, 2011; p. 167.

31. Sotelo-Silveira, M.; Marsch-Martínez, N.; de Folter, S. Unraveling the signal scenario of fruit set. *Planta* **2014**, *239*, 1147-1158. [CrossRef]

32. Kim, J.S.; Ezura, K.; Lee, J.; Kojima, M.; Takebayashi, Y.; Sakakibara, H.; Ariizumi, T.; Ezura, H. The inhibition of SlIAA9 mimics an increase in endogenous auxin and mediates changes in auxin and gibberellin signalling during parthenocarpic fruit development in tomato. *J. Plant Physiol.* **2020**, *252*. [CrossRef] [PubMed]

33. Shinozaki, Y.; Beauvoit, B.P.; Takahara, M.; Hao, S.; Ezura, K.; Andrieu, M.H.; Nishida, K.; Mori, K.; Suzuki, Y.; Kuhara, S.; *et al*. Fruit setting rewires central metabolism via gibberellin cascades. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **2020**, *117*, 23970-23981. [CrossRef]

34. Somyong, S.; Walayaporn, K.; Jomchai, N.; Naktang, C.; Yodyingyong, T.; Phumichai, C.; Pootakham, W.; Tangphatsornruang, S. Transcriptome analysis of oil palm inflorescences revealed candidate genes for an auxin signaling pathway involved in parthenocarpy. *PeerJ* **2018**, *2018*. [CrossRef]

35. Tranbarger, T.J.; Dussert, S.; Joet, T.; Argout, X.; Summo, M.; Champion, A.; Cros, D.; Omore, A.; Nouy, B.; Morcillo, F. Regulatory mechanisms underlying oil palm fruit mesocarp maturation, ripening, and functional specialization in lipid and carotenoid metabolism. *Plant Physiol.* **2011**, *156*, 564-584. [CrossRef]

36. Yeap, W.C.; Lee, F.C.; Shan, D.K.S.; Musa, H.; Appleton, D.R.; Kulaveerasingam, H. WRI1-1, ABI5, NF-YA3 and NF-YC2 increase oil biosynthesis in coordination with hormonal signaling during fruit development in oil palm. *Plant J.* **2017**, *91*, 97-113. [CrossRef] [PubMed]

37. Izumi, Y.; Okazawa, A.; Bamba, T.; Kobayashi, A.; Fukusaki, E. Analytica chimica acta development of a method for comprehensive and quantitative analysis of plant hormones by highly sensitive nanoflow liquid chromatography-electrospray ionization-ion trap mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta* **2009**, *648*, 215-225. [CrossRef] [PubMed]

38. Yousefi, M.; Rafie, A.S.M.; Abd Aziz, S.; Azrad, S. Introduction of current pollination techniques and factors affecting pollination effectiveness by *Elaeidobius kamerunicus* in oil palm plantations on regional and global scale: A review. *S. Afr. J. Bot.* **2020**, *132*, 171-179. [CrossRef]

39. Lucci, P.; Pacetti, D.; Frega, N.G.; Mozzon, M. Phytonutrient concentration and unsaturation of glycerides predict optimal harvest time for *Elaeis oleifera* × *E. guineensis* palm oil hybrids. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **2015**, *117*, 1027-1036. [CrossRef]

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

Citación: Teow Yeit Haan & Mohd Sobri Takriff. (2022). Tecnologías de residuos cero para el desarrollo sostenible en las plantas de beneficio de aceite de palma (Traductor Arenas, C.). *Palmas, 43*(3), 40-55.

Palabras clave: Biohidrógeno, Energía renovable, Nanocarbono, Biofertilizante orgánico, Secuestro de CO_2, Recuperación de agua.

Keywords: Biohydrogen, Renewable energy, Nanocarbon, Organic biofertiliser, CO_2 sequestration, Water recovery.

Derechos de autor: @ 2021 Teow Yeit Haan

Este es un artículo de acceso abierto que permite su uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre y cuando se cite adecuadamente el trabajo original.

* Traducido del original Zero Waste Technologies for Sustainable Development in Palm Oil Mills, publicado en la revista *Journal of Oil Palm, Environment & Health* 2021, 12:55-68. doi:10.5366/jope.2021.04. Publicación oficial del Consejo Malayo para el Aceite de Palma (MPOC por sus siglas en inglés).

Teow Yeit Haan
Departamento de Ingeniería Química y Procesos y Centro de Investigación para la Tecnología de Procesos Sostenibles*
Autor de correspondencia
yh_teow@ukm.edu.my

Mohd Sobri Takriff
Departamento de Ingeniería Química y Procesos y Centro de Investigación para la Tecnología de Procesos Sostenibles*

* Facultad de Ingeniería y Entorno Construido, Universidad Kebangsaan Malasia, 43500 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, Malasia.

Resumen

Una planta de beneficio piloto instalada para el proyecto Tecnología de Residuos Cero UKM-YSD en la planta de beneficio de aceite de palma Sime Darby's Palm Oil Tennamaram, en Bestari Jaya, Selangor, cuenta con varias tecnologías para el desarrollo sostenible. El proyecto transforma una infraestructura ordinaria en una fábrica de tecnología verde. Se identificaron siete áreas de impacto estratégicas para abordar los desafíos de sostenibilidad del procesamien-

to del aceite de palma, entre los que se encuentran, la descarga de una gran cantidad de efluentes altamente contaminantes, la emisión de gases efecto invernadero (GEI) y la generación de muchos residuos sólidos. Los enfoques adoptados en este programa de investigación generaron energía renovable a partir de los efluentes de las plantas de beneficio de aceite de palma (POME por sus siglas en inglés) y el hidrolizado de racimos de fruta vacíos (RFV) pretratados en la producción de biohidrógeno. El POME del fermentador de 2 etapas de biohidrógeno y biometano se sometió a un tratamiento integrado de aguas residuales con algas y secuestro de CO_2 y procesos de tratamiento de filtración de membrana integrados en la recuperación de agua tratada para alimentar las calderas. Por otro lado, los RFV y el POME, junto con los sólidos residuales y la biomasa de algas producida a partir de estas tecnologías de cero residuos, se utilizaron para producir fertilizantes orgánicos. Los resultados de la operación de la planta piloto mostraron que el POME y la biomasa sólida podrían usarse para generar un 20 % adicional de energía renovable en comparación con las tecnologías implementadas en las plantas de beneficio existentes a 1.020 t/d de descarga de POME. Se produjo fertilizante orgánico a menor costo y en menos tiempo, así como se recuperó agua para ser utilizada para alimentar las calderas. La planta piloto de cero residuos UKM-YSD sirve como tecnología pionera con la posibilidad de cambiar las percepciones, especialmente entre los importadores extranjeros, y mostrar que la producción de aceite de palma puede ser respetuosa con el medio ambiente.

Abstract

A pilot plant installed for the UKM-YSD *Zero Waste Technology* project at the Sime Darby's Palm Oil Tennamaram mill, Bestari Jaya, Selangor features various technologies for sustainable development. It transforms a regular mill into a green technology factory. Seven strategic thrust areas were identified to address the sustainability challenges of palm oil processing, namely the discharge of a large amount of highly polluting effluent, emission of greenhouse gases (GHGs), and generation of a large amount of solid waste. The approaches adopted in this research programme generated renewable energy from palm oil mill effluent (POME) and pre-treated empty fruit bunches (EFB) hydrolysate in biohydrogen production. POME from biohydrogen and biomethane two-stage fermenter was then subjected to integrated algae wastewater treatment and CO_2 sequestration and integrated membrane filtration treatment processes in recovering treated water for boiler feed application. On the other hand, EFB and POME, along with residual solids and algae biomass produced from these zero waste technologies, were used to produce organic fertiliser. The results of the pilot plant operation showed that POME and solid biomass could be used to generate additional 20% renewable energy compared to the technologies practised in existing mills at 1,020 t/d of POME discharge. Organic fertiliser was produced at a lower cost and in a shorter duration, as well as water being recovered to be used as boiler feed water. The UKM-YSD Zero Waste pilot plant serves as a pioneering technology with the possibility of changing perceptions, especially among foreign importers, that palm oil production can be environmentally friendly.

1. Introducción

En febrero de 2010, la Universidad Kebangsaan Malasia (UKM) y otras siete universidades públicas recibieron una invitación de Yayasan Sime Darby (YSD) para presentar una propuesta para el establecimiento de una cátedra de investigación sobre el desarrollo sostenible para promover la conservación del medio ambiente y la protección de los ecosistemas. YSD cooperó con varias de las principales universidades de Malasia en un conjunto de criterios de evaluación mediante la prestación de apoyo financiero para la investigación y otras actividades pertinentes sobre el desarrollo sostenible. La propuesta integral de UKM sobre el procesamiento de residuos cero fue elegida líder para dirigir un estudio sobre el aceite de palma sostenible para hacer de Malasia un modelo para el mundo.

La industria del aceite de palma es un motor clave para el desarrollo rural en Malasia. Esta proporciona empleo a casi 1 millón de habitantes malayos[1]. Sin embargo, se enfrenta a numerosos desafíos ambientales debido a los residuos que genera durante los procesos de producción. Por ejemplo, por cada tonelada de racimos de fruta fresca (RFF) procesada, se generan 0,5-0,7 toneladas de efluente de las plantas de beneficio de aceite de palma (POME por sus siglas en inglés) y 0,37 toneladas de residuos sólidos.

Los residuos sólidos se componen de 0,22 toneladas de racimos de fruta vacío (RFV), 0,06 toneladas de cáscara de la almendra del fruto y 0,09 toneladas de fibras[2]. El POME, que es la mayor fuente de contaminación de aguas residuales industriales con una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y una demanda química de oxígeno (DQO) extremadamente altas, plantea una gran amenaza para el ambiente acuoso debido al agotamiento de oxígeno y graves problemas de contaminación[3]. El POME se trabaja convencionalmente mediante tratamiento biológico en estanques abiertos. No obstante, este método convencional emite gases efecto invernadero (GEI) como metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2)[4]. Se ha informado que 70 % de los GEI emitidos por las plantas de beneficio de aceite de palma son aportados por el POME[5].

El programa de investigación de cero residuos UKM-YSD consta de siete áreas de impacto:

i. Área de impacto 1: hidrógeno (H_2) para la generación de energía.

ii. Área de impacto 2A: bioconversión de RFV y POME en fertilizante orgánico.

iii. Área de impacto 3A: conversión de nanocarbono y CH_4 a H_2.

iv. Área de impacto 3B: utilización de POME e hidrolizado de RFV para la producción de biohidrógeno.

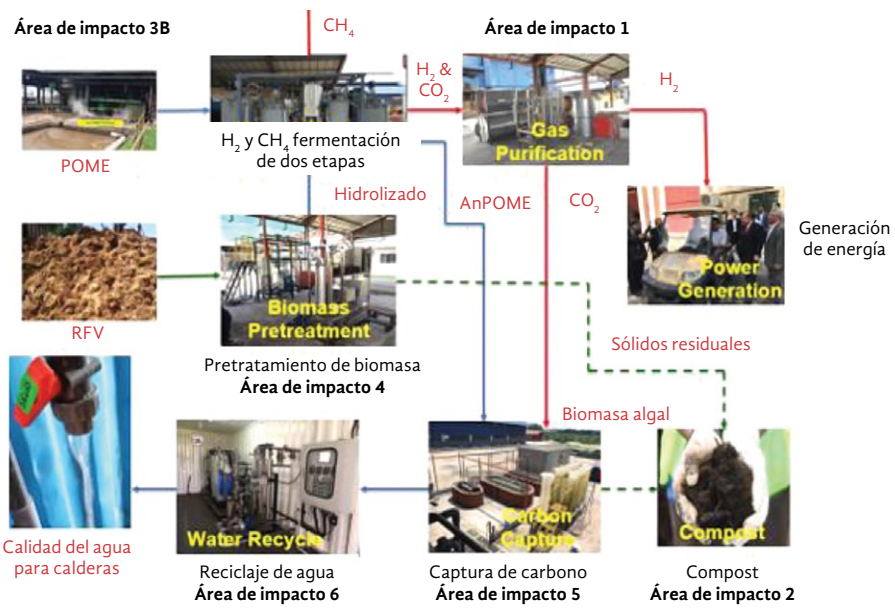
v. Área de impacto 4: pretratamiento de biomasa para la producción de biohidrógeno.

vi. Área de impacto 5: secuestro de CO_2 y tratamiento de efluentes con algas.

vii. Área de impacto 6: reciclaje y reutilización del agua.

La Figura 1 muestra el concepto de la estrategia integrada de residuos cero en el procesamiento de aceite de palma. El POME liberado por una planta de beneficio de aceite de palma y los RFV pretratados del área de impacto 4 se someten a fermentación de 2 etapas de biohidrógeno y biometano en el área de impacto 3B.

Figura 1: Estrategia integrada de procesamiento de aceite de palma de residuos cero



El producto de este último es biohidrógeno, que luego se envía para su purificación en el área de impacto 1 para la generación de energía. Mientras tanto, el POME anaeróbico descargado del área de impacto 3B (después de la producción de biohidrógeno) y el CO_2 extraído en el área de impacto 1 se transfieren al área 5. El secuestro de CO_2 con algas y el tratamiento de efluentes de la planta de beneficio de aceite de palma se llevan a cabo en el área de impacto 5. Adicionalmente, en el área 6 se utiliza un sistema de filtración de membrana integrado para tratar adicionalmente el POME y lograr la calidad de alimentación de la caldera. Por otro lado, se utilizan los RFV y los sólidos residuales producidos a partir de estas tecnologías de residuos cero para producir fertilizantes orgánicos en el área de impacto 2.

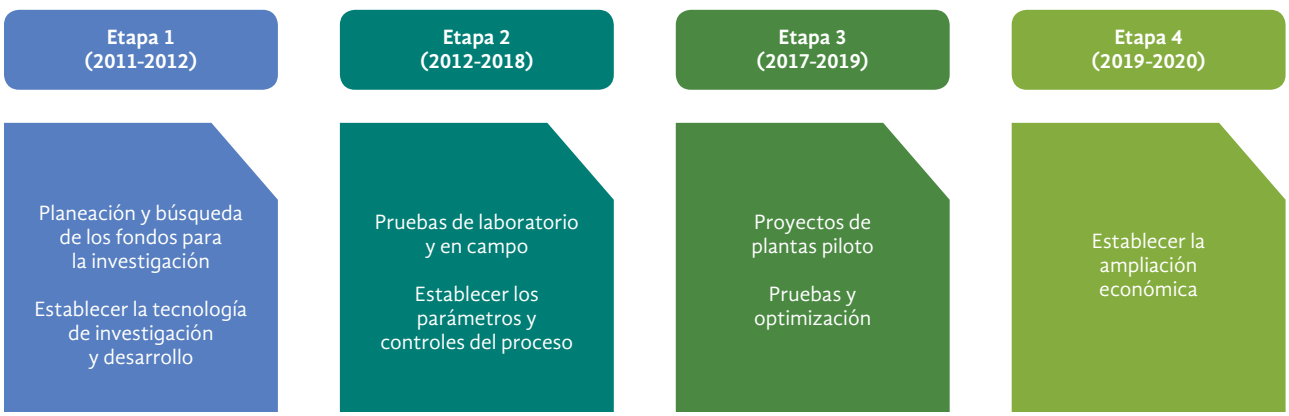
El programa de investigación de residuos cero UKM-YSD tiene como objetivo convertir las plantas de beneficio de aceite de palma en fábricas verdes, neutras en carbono y con cero descargas al aire, suelo y agua. La estrategia integrada de procesamiento de aceite de palma con residuos cero aumentará los ingresos y mejorará la sostenibilidad de esta industria simultáneamente. En esta estrategia, los subproductos generados por el procesamiento en la planta de beneficio de aceite de palma se convierten en recursos para otros procesos, eliminando así los residuos. Los subproductos se utilizan para la generación de energía renovable, la producción de biofertilizantes y la recuperación y reutilización de los efluentes tratados. La Figura 2 muestra la línea de tiempo del desarrollo del proyecto de Tecnología de Residuos Cero UKM-YSD.

2. Área de impacto 1: hidrógeno para la generación de energía

El área de impacto 1 implica la investigación sobre la purificación del biohidrógeno para la generación de energía. El H_2 es energía renovable limpia que reduce la dependencia de los combustibles fósiles[6]. Se puede utilizar el biohidrógeno producido a partir del POME e hidrolizado de RFV en fermentación (área de impacto 3B) o una mezcla de gases formulada en sistemas de celdas de combustible para generar electricidad y para otras aplicaciones industriales. El biogás producido a partir del área de impacto 3B es una mezcla de H_2 y CO_2 que, posiblemente, contiene alguna cantidad de monóxido de carbono (CO), CH_4 y/o sulfuro de hidrógeno (H_2S). Sin embargo, el biohidrógeno necesita alcanzar una pureza de 99,9 % para su aplicación en un sistema de pilas de combustible de membrana electrolítica polimérica (PEMFC por sus siglas en inglés). La presencia de CO y H_2S puede afectar la función de los componentes de las pilas de combustible, como los catalizadores y la membrana. Estos se pueden adsorber en los sitios activos de los catalizadores, que bloquean el catalizador para la reacción deseada. Esto conduce a un exceso de potencial en los electrodos, lo que en consecuencia disminuye el rendimiento del PEMFC debido a la reducción de la potencia de las pilas[7].

La purificación de biohidrógeno se realizó utilizando tecnología de adsorción-desorción con un carbón activado comercial adsorbente de bajo costo y eficiente (CA-comercial) (tamaño de partícula: 3,0-4,2 mm)

Figura 2. Línea de tiempo del desarrollo del proyecto de Tecnología de Residuos Cero UKM-YSD



suministrado por Effigen Carbon Sdn. Bhd[8]. El CA es un adsorbente sólido adecuado para CO_2 y otros gases contaminantes porque no se requiere eliminar la humedad. Además, puede lograr una alta capacidad de adsorción de CO_2 y es fácil de regenerar. La alta capacidad de adsorción de CO_2 se obtuvo a una presión de 1,5-2,0 bar y a una temperatura de 60 °C. Esta afirmación está respaldada por las curvas de penetración de adsorción de los diferentes CA utilizados (Figura 3). Como se muestra, el CA-comercial tuvo el tiempo de penetración más corto (12,3 min) en el logro de la adsorción de CO_2 mediante la captura química de CO_2 a través del proceso de quimisorción[6] en comparación con el CA[8] modificado.

Una vez terminado el ciclo de adsorción, el CA gastado se regeneró mediante desorción en un adsorbente con el uso de aire comprimido. Se realizaron ciclos de adsorción-desorción para determinar la reutilización (es decir, la eficiencia de desorción) del CA. El CA-comercial mostró el perfil de adsorción-desorción más bajo (500 min, como se muestra en la Figura 4) debido a la baja capacidad de adsorción: por lo tanto, se necesitó menos tiempo para la etapa de regeneración[8].

El biohidrógeno producido a partir de la tecnología de adsorción-desorción logró una pureza de H_2 de más de 90 %[9]. El CO_2 adsorbido con una concentración en el rango de 30-40 % en volumen se envió al área de impacto 5 para el secuestro de CO_2 con microalgas. El H_2 purificado suministrado al sistema PEMFC logró generar electricidad, que luego se utilizó para mover un carro *buggy* modificado. Este sistema de integración de biohidrógeno y pilas de combustible es beneficioso para crear un suministro de energía sostenible y minimizar los residuos y la contaminación utilizando este compuesto como recurso verde.

3. Área de impacto 2: bioconversión de RFV y POME en fertilizante orgánico

Los RFV y los sólidos residuales producidos a partir del procesamiento integrado de aceite de palma con residuos cero se convierten en fertilizantes orgánicos en el área de impacto 2. Tanto los RFV como el POME se utilizan potencialmente como materias primas para su conversión en fertilizantes orgánicos, ya que contienen un alto contenido de materia orgánica y nutrientes que pueden reciclarse en el suelo. En algunas fincas de palma de aceite, los RFV se han utilizado como agente acondicionador del suelo. Estos últimos pueden mejorar la estructura del mismo, aumentar la capacidad de retención de agua y el pH del suelo. Aunque los RFV se utilizan para el compostaje natural en la plantación de palma de aceite, el proceso de degradación es largo. Además, los fertilizantes nitrogenados suministrados a las palmas de aceite no serán totalmente absorbidos por los árboles, ya que parte del abono es consumido por los microbios para degradar los RFV.

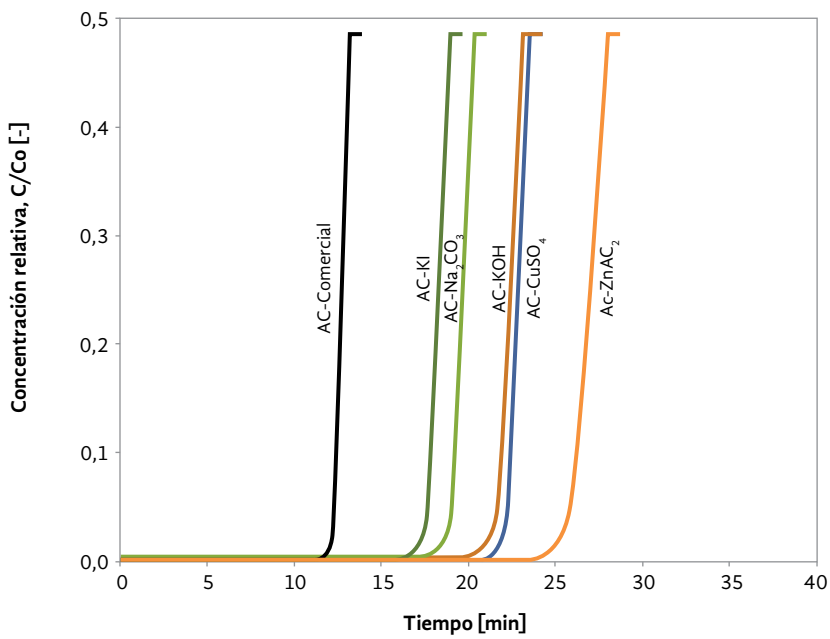
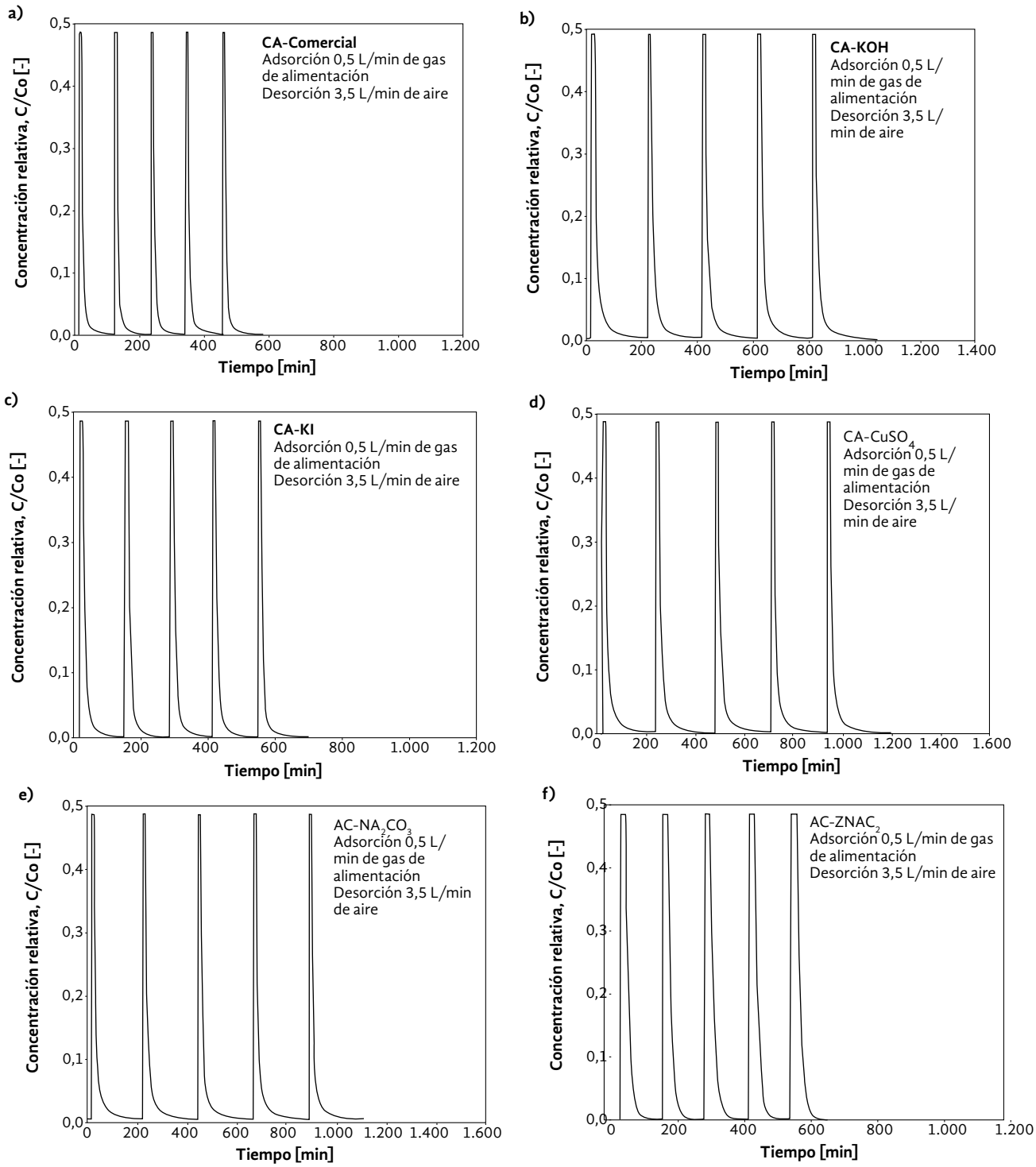


Figura 3. Curvas de penetración de adsorción de CO_2 adsorbidas en CA fresco[8]

La conversión de RFV y POME en fertilizante orgánico llevaría al menos dos o tres meses. Sin embargo, el periodo de compostaje puede reducirse con una estrategia adecuada. El uso de microorganismos autóctonos para la conservación y utilización de nuevos recursos es concomitante con la Tercera Política Agrícola Nacional (NAP3 por sus siglas en inglés). Las actividades de microorganismos desempeñan un

Figura 4. Perfiles de adsorción-desorción de CO_2 del CA durante cinco ciclos: (a) CA-comercial, (b) CA-KOH, (c) CA-KI, (d) CA-$CuSO_4$, (e) CA-Na_2CO_3 y (f) CA-$ZnAC_2$ [8]



papel importante en los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, azufre y otros elementos, lo que permite a los ecosistemas reciclar estas sustancias en una forma utilizable de organismos vivos. Aparte de los microorganismos *in situ*, la introducción de consorcios microbianos es esencial para seguir promoviendo este proceso.

En la etapa inicial del área de impacto 2, el microorganismo termófilo se aisló y se identificó para mejorar la formulación de los consorcios de bacterias. Esta formulación de consorcios microbianos desarrollada hace poco se aplicó posteriormente para el compostaje de RFV a 25 t por capacidad de ventana con la adición de POME. Los consorcios microbianos introducidos son importantes para degradar la lignina y los componentes celulíticos durante la descomposición de RFV y POME. La formulación optimizada de estos se amplió con la operación de 40, 80 y 400 toneladas de capacidad. La bioconversión de RFV y POME en fertilizante orgánico se ilustra en la Figura 5.

Se analizaron y monitorearon los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del compost. La relación C/N del compost de RFV frescos triturados por debajo de 30 se logró dentro de los 45 días del proceso de compostaje, con nitrógeno (N) > 1,8 %, fosfato (P) > 0,5 %, potasio (K) > 3,4 % y contenido de humedad < 50 %. La consistencia y estabilidad del compost producido fueron validadas mediante el Examen Solvita.

Figura 5. La bioconversión de RFV y POME en fertilizante orgánico

1. RFV frescos
2. RFV triturados
3. Adición de torta decantadora y ceniza de la caldera
4. Aspersión de POME
5. Volteo de las hileras
6. Compost de RFV en 45 días

4. Área de impacto 3A: conversión de nanocarbono y metano a hidrógeno

El área de impacto 3A implica el trabajo en la síntesis de catalizadores para la conversión de hidrógeno. El biogás compuesto de CO_2 y CH_4 es una fuente renovable atractiva para producir biohidrógeno. Este último es un portador de energía alternativa, que puede derivarse de la oxidación parcial[10] y del reformado en seco y en vapor[11]. Generalmente, el reformado de CH_4 con CO_2 y/o vapor emplea un sistema catalítico con el uso de un metal noble o metal de transición[12] como catalizador. Los catalizadores a base de metales nobles muestran un excelente rendimiento catalítico en los aspectos de conversión de alimentación y rendimiento de H_2. Sin embargo, su alto costo y disponibilidad restringen su plena aplicación en la reforma a mayor escala. El potencial de los metales de transición, como el níquel (Ni), el hierro (Fe) y el cobalto (Co) con actividad y rentabilidad relativamente altas, ha incitado a los estudios en el área de impacto 3A para ser aplicados en el reformado de CH_4 para convertir CH_4 a H_2.

Los metales de transición Ni, Fe y Co al 25 % de carga se incorporaron en $MgAl_2O_4$ para la síntesis de catalizadores $Ni/MgAl_2O_4$, $Fe/MgAl_2O_4$ y $Co/MgAl_2O_4$, a través del método de fusión de citrato impregnado recientemente desarrollado. Como se observó una mayor selectividad de $Ni/MgAl_2O_4$ para la conversión de CH_4 a H_2,[13] el proceso de reformado se optimizó usando $Ni/MgAl_2O_4$ con la aplicación de la metodología de superficie de respuesta (RSM por sus siglas en inglés), que es una combinación de técnicas estadísticas y matemáticas. Se determinó que las condiciones operativas óptimas para el reformado de CH_4 en la conversión de CH_4 a H_2 son 697,65 °C para la temperatura de reacción, relación S:C de 2,42, relación CH_4:CO_2 de 1,92 y peso del catalizador de 2,30 g.

5. Área de impacto 3B: utilización de POME e hidrolizado de RFV para la producción de biohidrógeno

Se explotó la biomasa lignocelulósica del POME y la palma de aceite como sustratos para la producción de biohidrógeno en el área de impacto 3B. La igni-

ción de combustibles fósiles, principalmente carbón para generar energía produce altas emisiones de CO_2 a la atmósfera, que es uno de los principales contribuyentes al calentamiento global. El secuestro de carbono se utiliza para capturar y almacenar CO_2, lo que permite el uso continuo de combustibles fósiles como la principal fuente de energía del mundo.

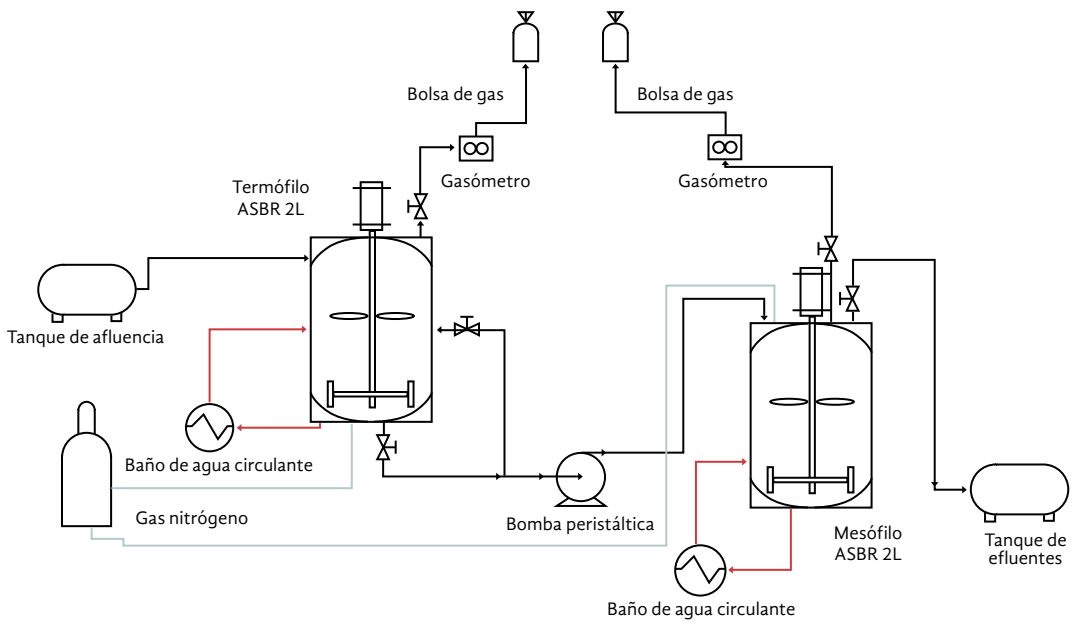
Sin embargo, el agotamiento de la oferta de combustibles fósiles y los estrictos controles hacia la liberación de GEI han acelerado la exploración de energías alternativas con GEI bajo/cero. Se informó que la energía generada por el H_2 es 2,75 veces superior a la de los combustibles fósiles convencionales.

La producción de hidrógeno fermentativo a partir de materiales de desecho tiene un alto potencial para satisfacer las demandas de una población mundial cada vez mayor sin liberar ninguna sustancia nociva al medio ambiente[14]. Durante el proceso, las bacterias degradan los sustratos orgánicos y eliminan electrones adicionales para mantener la neutralidad iónica. Como resultado, las reacciones redox de las ferredoxinas producen hidrógeno molecular[15]. Los subproductos de la producción de aceite de palma tienen un enorme potencial en el campo de la energía renovable y la industria de la biorrefinería, como la producción de biohidrógeno. El concepto de producción de biohidrógeno con el uso del POME e hidrolizado de RFV puede utilizarse como energía verde. Esto materializaría la tecnología de residuos cero.

Un enfoque tradicional de una sola etapa en la digestión anaeróbica solo produce CH_4. Sin embargo, la digestión anaeróbica existente se improvisó en reactores anaeróbicos de cargas secuenciales (ASBR por sus siglas en inglés) de dos etapas. El primer reactor funciona en condición termófila (55 °C), mientras que el segundo reactor (digestor metanogénico) está en condición mesófila (37 °C). Esto da como resultado gas H_2 a través de una fermentación oscura de bajo costo[15]. La Figura 6 ilustra el diagrama esquemático del sistema de ASBR de dos etapas. La condición termófila es la condición óptima para la producción de biohidrógeno a partir de POME con alto rendimiento[16].

El segundo sistema mesófilo se estableció cerca de la temperatura ambiente considerando el costo de calentamiento, especialmente al tener en cuenta la futura ampliación del proceso. La bacteria anaerobia en el reactor hidrogénico descompone los compuestos orgánicos en H_2, que se cosecha antes de la acumulación de CH_4. Esta técnica es vital para aumentar el rendimiento de H_2 mediante la eliminación de competidores, como los metanógenos durante la producción de biohidrógeno.

Figura 6: Diagrama esquemático de un sistema ASBR termófilo y mesófilo de dos etapas[14]



La mayor producción de biohidrógeno de 1,67 ± 0,02 de LH_2/LPOME se logró en la condición termófila con un pH inicial de 5,5, una concentración de azúcar inicial de 13,57 g/L y un tiempo de retención hidráulica (HRT por sus siglas en inglés) de 72 h. La fermentación de biohidrógeno a partir de biomasa localmente disponible (POME e hidrolizado de RFV) es una tecnología atractiva para la producción de bioenergía.

6. Área de impacto 4: pretratamiento de biomasa para la producción de biohidrógeno

La biomasa lignocelulósica (es decir, RFV) se trató previamente mediante reducción de tamaño, destrucción fisicoquímica e hidrólisis enzimática para producir azúcar fermentable en el área de impacto 4. Este último puede ser utilizado juntamente con POME en el área de impacto 3B para producir biohidrógeno. Los RFV contienen materiales poliméricos, tales como glucano (25-55 % en peso), hemicelulosa (25-50 % en peso) y lignina (15-30 % en peso). Tanto el glucano como la hemicelulosa del carbohidrato estructural que aporta la mayor porción en los RFV pueden despolimerizarse en intermedios de azúcar C5 y C6 de alto valor[17].

Al principio, los RFV se molieron a un tamaño de 2 mm para deconstruir las fibras. Como tienen una estructura de lignina que reduce su digestibilidad durante la hidrólisis enzimática, se realizó un pretratamiento con amoníaco anhidro (PAA) con el fin de pretratar los RFV molidos para superar sus propiedades recalcitrantes[18] y mejorar la eficiencia de la hidrólisis[19]. El PAA es un proceso de pretratamiento de seco a seco que solo consume una pequeña cantidad de disolvente (menos del 3 % de amoníaco anhidro) y no produce flujo de desechos líquidos, ya que el amoníaco se vaporiza fácilmente a temperatura ambiente. Durante el PAA, el amoníaco anhidro deconstruye y solubiliza la hemicelulosa y la lignina de los RFV molidos.

Antes de la hidrólisis enzimática de los RFV pretratados, se realizó un estudio de cóctel enzimático utilizando una combinación de diferentes especies enzimáticas: 1. Celluclast 1,5 L, Viscozyme L y Novozyme 188; 2. Ecozyme Cell y Novozyme 188; y 3. Cellic CTec2 y Cellic HTec2. Se ha determinado que el cóctel enzimático Cellic CTec2 y Cellic HTec2 tiene la mayor capacidad de hidrolizar los RFV deconstruidos. La hidrólisis enzimática se optimizó aún más con el uso del cóctel enzimático Cellic CTec2 y Cellic HTec2 en una relación 1:1, cargando con 32,5 FPU/g de glucano a 50 °C de temperatura de hidrólisis, 150 rpm de velocidad de agitación y 48 h de tiempo de hidrólisis. El rendimiento de azúcar fermentable por peso seco de RFV de esta condición optimizada fue 83 % de glucano y 68 % de xilano.

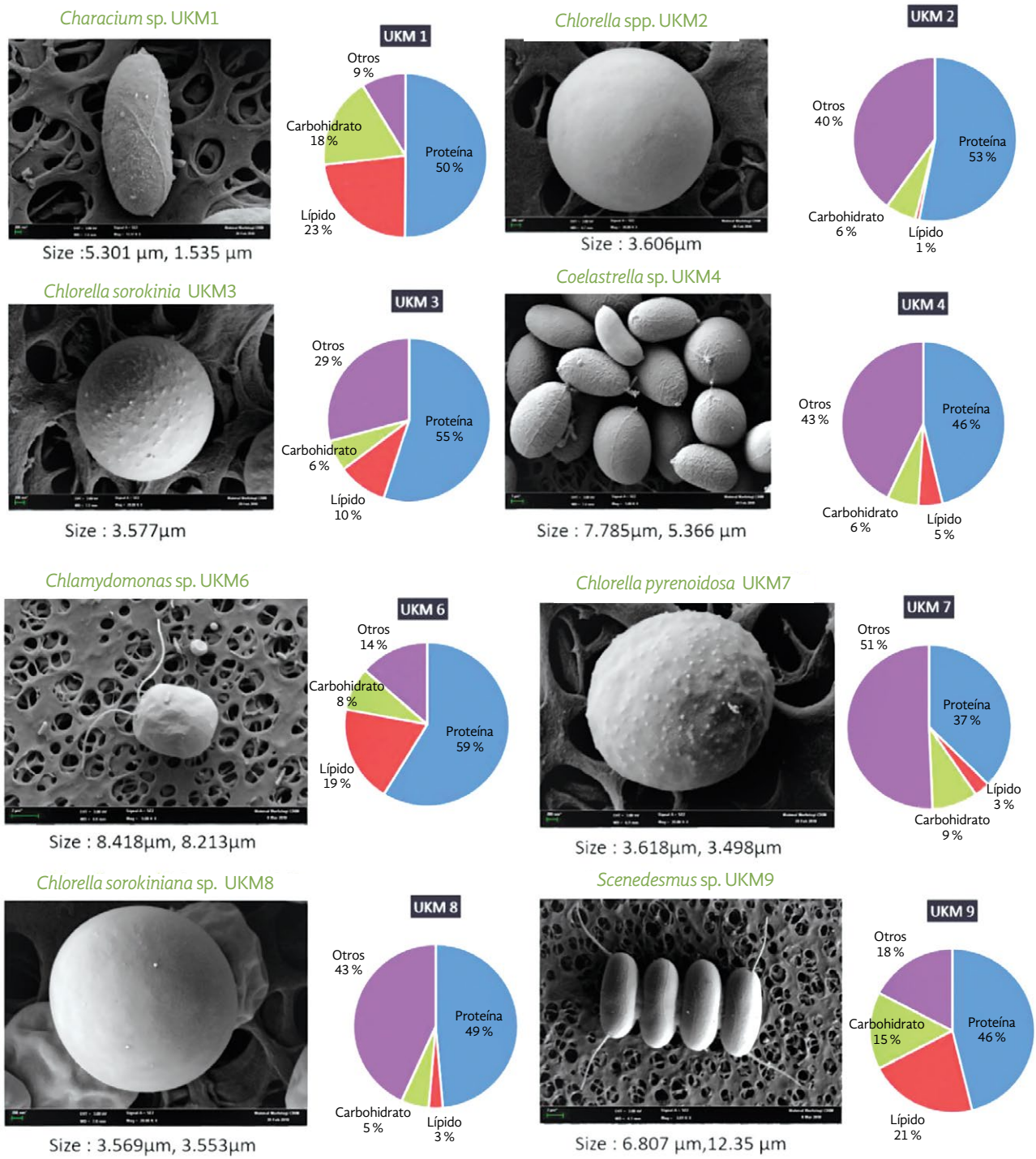
7. Área de impacto 5: secuestro de dióxido de carbono y tratamiento de efluentes con algas

El trabajo de investigación bajo el área de impacto 5 integra el tratamiento con microalgas y el secuestro de CO_2 del POME recibido del digestor anaeróbico del área de impacto 3B para la biorremediación de aguas residuales y el gas de combustión liberado del área de impacto 1 para la fijación de carbono. Se utilizaron microalgas como tratamiento biológico alternativo debido a su capacidad para reducir la emisión de CO_2 mediante la asimilación de este a través de la fotosíntesis[20]. Las cepas de microalgas nativas se aislaron del estanque de tratamiento del POME en la planta de beneficio de aceite de palma y se analizaron para determinar su respuesta de crecimiento. El uso de algas aisladas localmente es significativo para evitar problemas de bioseguridad. La Figura 7 presenta las cepas de microalgas aisladas y sus composiciones de metabolitos en términos de contenido de proteínas, carbohidratos y lípidos.

Mediante la introducción de microalgas para el tratamiento del POME, la relación simbiótica positiva entre las microalgas y otros microorganismos, tales como bacterias, puede mejorar la reducción de contaminantes en este. *Scenedesmus sp*. (UKM9) es la cepa más eficiente en el tratamiento de POME con 58 %, 60 %, 50 % y 80 % de DQO, nitrógeno total, fósforo total y reducción de carbono orgánico total (COT), respectivamente. Por otro lado, *Chlorella spp*. (UKM2) es la cepa de microalgas más prometedora para el secuestro de CO_2. *Clorella spp*. (UKM2) podría tolerar una alta concentración de CO_2[21] y capturar con éxito hasta 30 % en una sola pasada. Las condiciones operativas optimizadas para la mejor fijación de CO_2 y la reducción total de nitrógeno por esta cepa se lograron a una concentración de CO_2 de 10 % v/v, una tasa de aireación de 1.670 ml/min y una concentración de inóculo de 24,8 % v/v con fijación de CO_2 a 0,1.208 g de CO_2/L día y una reducción total

de nitrógeno de 80,9 %. Se desea una baja concentración de CO_2 para obtener una alta velocidad de disolución de gas en CO_2 en fase líquida disponible para la asimilación de microalgas y para estabilizar el pH de la suspensión[22]. Las microalgas asimilan los nutrientes del POME y el CO_2 del gas de escape. Al final del tratamiento, estos componentes se convierten en biomasa[23]. La biomasa de algas maduras fue recolectada y se utilizó como potenciador de biofertilizantes para el área de impacto 2.

Figura 7. Cepas de microalgas aisladas y sus composiciones de metabolitos



8. Área de impacto 6: reciclaje y reutilización del agua

La tecnología de membrana integrada para el reciclaje y reutilización de agua en el área de impacto 6 es la etapa final del programa de investigación de residuos cero UKM-YSD para el tratamiento terciario de POME; con el objetivo principal de cumplir con las normas de agua de alimentación de calderas, para permitir el reciclaje y la reutilización de esta. El sistema de filtración de membrana integrado que se muestra en la Figura 8 consiste en un filtro de arena, una unidad de pretratamiento de carbón activado y un módulo de membrana de flujo cruzado utilizado para tratar adicionalmente el POME parcialmente tratado después del reactor de microalgas en el área de impacto 5[24]. Los módulos de membrana utilizados en el sistema de filtración de membrana integrado fueron ósmosis inversa (OI), BW30[25]; OI de baja presión, XLE[26]; y membrana de nanofiltración (NF), NF270[27] comprada de DOW FILMTEC™.

La Tabla 1 resume el rendimiento del sistema de filtración de membrana integrada para diferentes módulos de membrana comerciales. Entre los módulos de esta membrana, el BW30 mostró el mayor rendimiento en la producción de permeado tratado que cumple con el estándar de alimentación de calderas para reciclaje y reutilización. El módulo de membrana BW30 para el tratamiento terciario de POME obtuvo la siguiente eficiencia de eliminación, es decir, 98,54 % de nitrógeno de amoníaco (NH_3-N); 99,93 % de DQO; 99,98 % de sólidos suspendidos totales (SST); 99,51 % de sólidos disueltos totales (SDT); 100 % color; 99,96 % fósforo; 99,81 % turbidez; 99,50 % conductividad; 55,62 % dureza, Mg; y 68,49 % dureza, Ca[28, 29].

La Figura 9 muestra que mediante el uso de BW30 se obtuvo agua de permeado cristalina e inodora del sistema de filtración de membrana integrada. El POME tratado usando este sistema podría alimentarse en una caldera para el uso interno de la planta. Este resultado fue apoyado por un estudio realizado por

Figura 8. Sistema de filtración de membrana integrada[24]

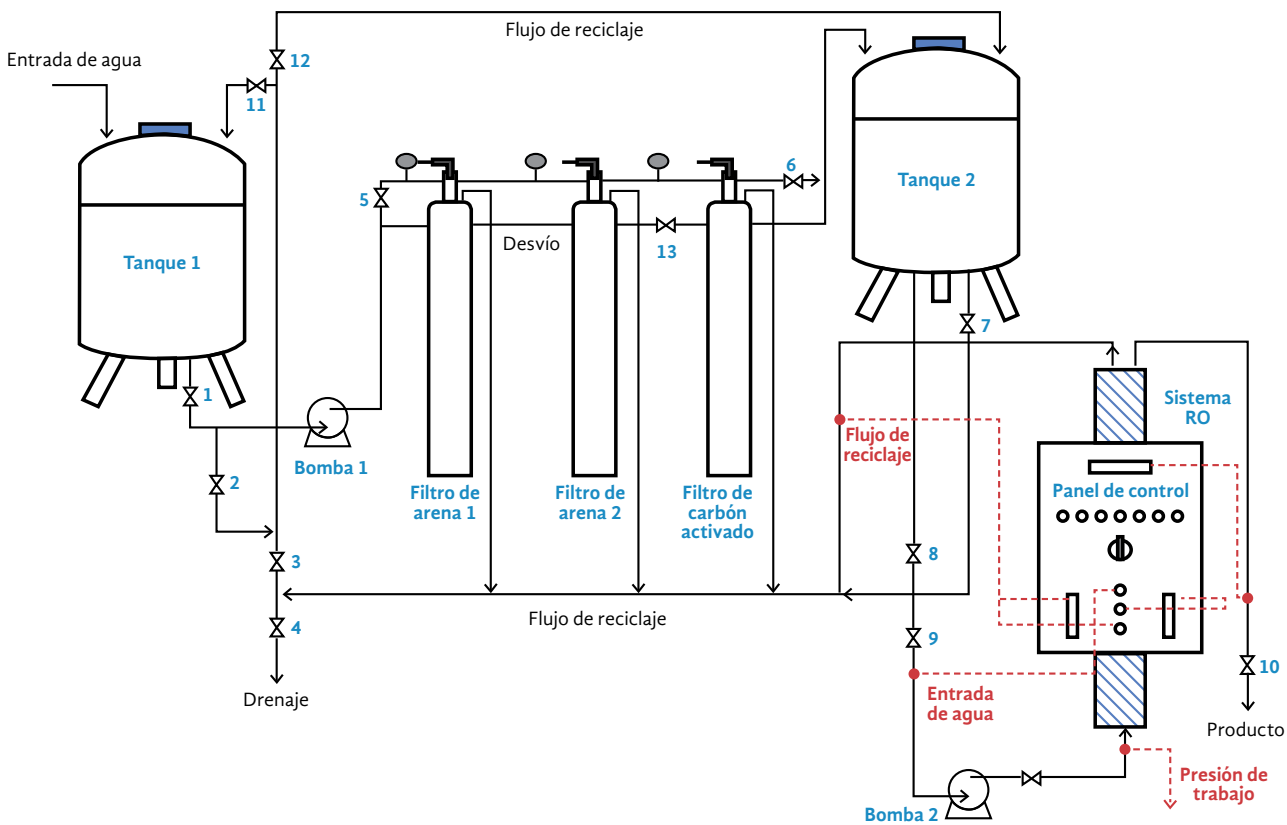


Tabla 1. Rendimiento del sistema de filtración de membrana integrada para diferentes módulos de membrana comerciales.

Parámetro	Solución de alimentación	BW30	NF270	XLE	Calidad del agua de alimentación de la caldera
NH_3-N (mg/L)	90,00	1,31	10,00	21,33	-
DQO(mg/L)	152,00	0,11	68,33	15,00	< 5
SST (mg/L)	170,00	0,04	8,89	5,56	< 10
SDT (mg/L)	5.436,67	26,63	1.660,00	293,00	< 100
Color (PtCo)	626,00	0,00	266,67	300,00	-
Fósforo (mg/L)	80,33	0,03	12,00	54,67	30-50
Turbidez (NTU)	46,90	0,09	1,74	2,74	0-3
Conductividad (µs)	10.590,00	53,40	3.376,67	578,67	-
pH	7,68	8,60	8,49	9,08	7-10
Dureza, Mg (mg/L)	447,67	198,67	279,67	108,60	< 500
Dureza, Ca (mg/L)	110,00	34,66	42,65	19,56	-

Ahmad *et al.*[30]. El sistema de tratamiento de POME de dos etapas combinado con el proceso de pretratamiento y filtración por membrana había producido efluentes tratados de alta calidad que podrían utilizarse como agua de alimentación de calderas o agua potable. La planta de beneficio de aceite de palma requiere un gran volumen de vapor de agua con excelente calidad para el suministro continuo a la línea de producción para mantener una alta eficiencia de su operación. Eventualmente, la alternativa de reutilizar el POME tratado y purificado del sistema de filtración de membrana integrada ayudaría a reducir el consumo total de agua y la cantidad de descarga de aguas residuales[31].

Figura 9. Visualización de muestras de agua del tanque 1, tanque 2 y permeado (de izquierda a derecha)

9. Preparación de la tecnología para la comercialización

La tecnología de residuos cero desarrollada se demostró plenamente en una instalación a escala piloto instalada en la planta de beneficio de aceite de palma Sime Darby Tennamaram, Selangor Darul Ehsan, Malasia. Las Figuras 10 y 11 ilustran el diagrama esquemático y la fotografía de la instalación a escala piloto del proyecto de Tecnología de Residuos Cero UKM-YSD, respectivamente. Este programa de investigación de residuos cero promete una práctica de gestión sostenible alternativa en la industria de la palma de aceite.

Entre las siete áreas de impacto responsables bajo el proyecto de Tecnología de Residuos Cero UKM-YSD hay tres listas para la comercialización: áreas de impacto 2, 3B y 6. El de impacto 2 es el sistema de bioconversión para el compostaje conjunto de RFV y POME en biofertilizante. La optimización de este sistema es acelerar la descomposición y reducir la dependencia de fertilizantes inorgánicos. Como la producción de RFV es aproximadamente el 20 % de los RFF utilizados en los procesos de molienda para la extracción de aceite, es aplicable o puede ampliarse aún más para una operación a gran escala con gastos de capital (CAPEX), gastos operativos (OPEX) y un costo de producción de RM 6,96 millones, RM 1,9 millones/año y RM 33/tonelada métrica, respectivamente.

Después, el área de impacto 3B es un sistema de fermentación anaeróbica de dos etapas que utiliza POME y biomasa para la producción de biohidrógeno y biometano. La producción de biohidrógeno se puede combinar con la infraestructura de biogás existente para producir biocombustible verde y sostenible, que es limpio y elimina las emisiones de CO_2 en comparación con los combustibles de hidrocarburos de uso común. El sistema puede comercializarse debido al alto potencial de los combustibles alternativos o las fuentes de energía que pueden ofrecer una solución respetuosa con el clima para una crisis energética. El CAPEX se estimó en alrededor de RM 10-14 millones, mientras que el OPEX es de aproximadamente RM 0,25-0,35 millones/año.

Finalmente, el área de impacto 6 es responsable del reciclaje y reutilización de agua por parte del sistema de filtración de membrana integrada. El sistema integrado para el tratamiento y purificación del agua reduce la huella hídrica al reciclar y reutilizarla para lograr cero efluentes dentro de la planta. También puede reducir los costos operativos, ya que se disminuyen las fuentes de agua externas. Con base en el análisis económico tecnológico de este sistema que está listo para ser comercializado, el CAPEX, OPEX y el costo de producción son RM 2,34 millones, RM 0,3 millones/año y RM 2,06/tonelada de permeado, respectivamente.

Figura 10. Diagrama esquemático de la instalación a escala piloto

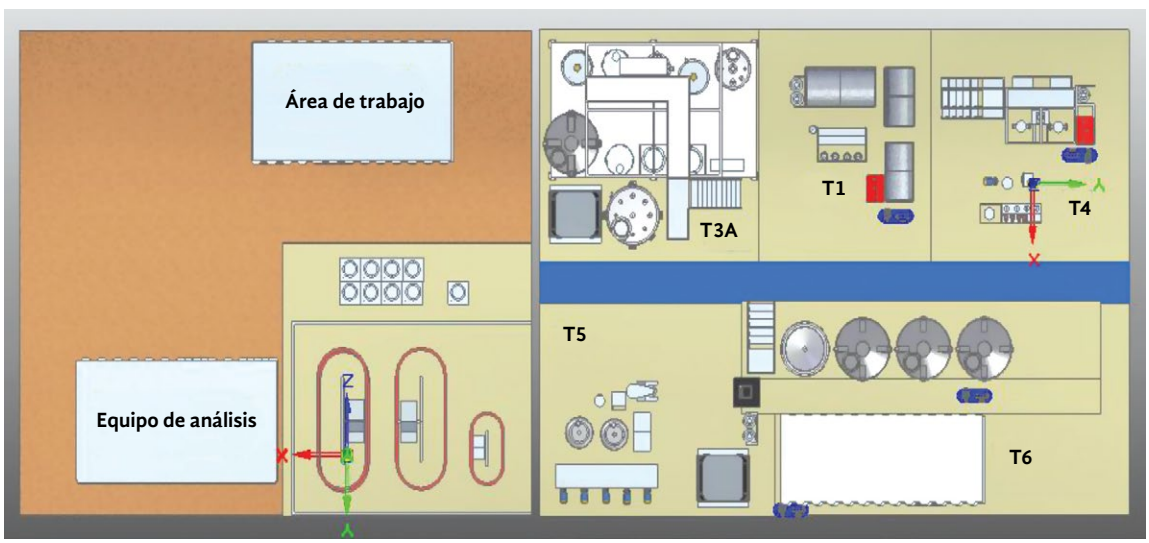


Figura 11. Fotografía de la instalación a escala piloto

Conclusión

Aunque el proyecto de Tecnología de Residuos Cero UKM-YSD se centró en los POME, la investigación realizada por pequeñas y medianas empresas es más exhaustiva y variada. La planta piloto de residuos cero UKM-YSD sirve como tecnología pionera con la posibilidad de cambiar las percepciones, especialmente entre los importadores extranjeros, y mostrar que la producción de aceite de palma puede ser respetuosa con el medio ambiente

Este programa de investigación de cero residuos junto con la producción de biogás, biofertilizante y agua reciclada sugiere una buena práctica de gestión sostenible alternativa en la industria del aceite de palma, que está alineada con el principio de la Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO por sus siglas en inglés) sobre responsabilidad ambiental y conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

Reconocimientos

Los autores desean agradecer la financiación para este trabajo de Yayasan Sime Darby y Sime Darby Research (PKT 6/2012).

Referencias

1. MPOC (2020) Nearly 1M work in oil palm industry. Recuperado de http://mpoc.org.my/nearly-1m-work-in-oil-palm-industry/

2. The Institution of Engineers, Malaysia (IEM) (2019) Zero waste palm oil processing: An industry-university initiative. Jurutera, Agosto 2019, pág. 32.

3. Sajjad, A-A., Teow, Y.H., Mohammad, A.W. (2018) Sustainable approach of recycling palm oil mill effluent (POME) using integrated biofilm/membrane filtration system for internal plant usage. Jurnal Teknologi 80(4): 165-172.

4. Ghani, M.S.H. (2019) Pre-treatment, fouling behaviour, and cleaning property of membranes applied for tertiary palm oil mill effluent treatment. Master Degree Dissertation, Universiti Kebangsaan Malaysia.

5. Roundtable on Sustainable Palm Oil (2009) Greenhouse gas emissions from palm oil production: Literature review and proposals from the RSPO working group on greenhouse gases. Final report, págs. 1-48.

6. Ramírez-Moreno, M.J., Romero-Ibarra, I.C., Landeros, J.O., Pfeiffer, H. (2013) Alkaline and alkaline-earth ceramic oxides for CO_2 capture, separation, and subsequent catalytic chemical conversion. CO_2 Sequestration and Valorization ed CdRV Morgado and V Paulo 403-442.

7. Wu, S.Y., Hsiao, I.C., Liu, C.M., Mt Yusuf, N.Y., Wan Ishak, W.N.R., Masdar, M.S. (2017) A novel bio-cellulose membrane and modified adsorption approach in CO_2/H_2 separation technique for PEM fuel cell applications. International Journal of Hydrogen Energy 42(45):27630-27640.

8. Sidek M.Z., Cheah, Y.J., Zulkefli, N.N., Yusuf, N.Y.M., Isahak W.N.R.W., Sitanggang, R., Masdar, M.S. (2019) Effect of impregnated activated carbon on carbon dioxide adsorption performance for biohydrogen purification. Materials Research Express 6:1-15.

9. Ru, F.Y., Zulkefli, N.N., Mt Yusuf, N.Y., Masdar, M.S. (2018) Effect of operating parameter on H_2/CO_2 gas separation using electrochemical cell. International Journal of Applied Engineering Research 13(1): 505-510.

10. Wang, F., Li, W.Z., Lin, J.D., Chen, Z.Q., Wang, Y. (2018) Crucial support effect on the durability of $Pt/MgAl_2O_4$ for partial oxidation of methane to syngas. Applied Catalysis B: Environmental 231:292-298.

11. Álvarez M.A., Centeno, M.Á., Odriozola, J.A. (2016) Ru-Ni Catalyst in the combined dry-steam reforming of methane: The importance in the metal order addition. Topics in Catalysis 59(2-4): 303-313.

12. Turchetti, L., Murmura, M.A., Monteleone, G., Lemonidou, A.A., Angeli, S.D., Palma, V., Ruocco, C., Annesini, M.C. (2016) Kinetic assessment of Ni-based catalysts in low-temperature methane/biogas steam reforming. International Journal of Hydrogen Energy 41(38): 16865-16877.

13. Pudukudy, M. Yaakob, Z., Takriff, M.S. (2015) Methane decomposition over Pd promoted $Ni/MgAl_2O_4$ catalysts for the production of COx free hydrogen and multiwalled carbon nanotubes. Applied Surface Science 356:1320-1326.

14. Maaroff, R.M., Jahim, J.M., Azahar, A.M., Abdul, P.M., Masdar, M.S., Nordin, D., Abd Nasir, M.A. (2019) Biohydrogen production from palm oil mill effluent (POME) by two stage anaerobic sequencing batch reactor (ASBR) system for better utilization of carbon sources in POME. International Journal of Hydrogen Energy 44: 3395-3406.

15. Das, D., Veziroglu, T.N. (2008) Advances in biological hydrogen production processes. International Journal of Hydrogen Energy 33: 6046-6057.

16. Zainal, B.S., Zinatizadeh, A.A., Chyuan, O.H., Mohd, N.S., Ibrahim, S. (2018) Effects of process, operational and environmental variables on biohydrogen production using palm oil mill effluent.

17. Abdul Rahman, N.F., Harun, S., Sajab, M.S., Zubairi, S.I., Markom, M.M., Jahim, J.M., Mohd Nor, M.T., Abdullah, M.A., Hashim, N. (2018) Boosting enzymatic hydrolysis of pressurized ammonium hydroxide pretreated empty fruit bunch using response surface methodology. Journal of Engineering Science and Technology 13(8): 2421-2445.

18. Marlowe, A.S. (2014) Enzyme optimization for lignocellulose hydrolysis using mechanistic modelling. Master Thesis. Department of Chemical Engineering, Michigan Technological University, Advances in Civil, Environmental, and Materials Research (ACEM16) 1-15. Michigan, United States of America.

19. Shamsudin, S., Mohd Shah, U.K., Zainudin, H., Abd-Aziz, S., Mustafa Kamal, S.M., Shirai, Y., Ali Hassan, M. (2011) Effect of steam pretreatment on oil palm empty fruit bunch for the production of sugars. Biomass and Bioenergy 36: 280-288.

20. Cuellar-Franca, R.M., Azapagic, A. (2015) Carbon capture, storage, and utilization technologies: A critical analysis and comparison of their life cycle environmental impacts. Journal of CO_2 Utilization 9: 82-102.

21. Kastanek, F., Sabata, S., Solcova, O., Maleterova, Y., Kastanek, P., Branyikova, I., Kuthan, K., Zachleder, V. (2010) In-field experimental verification of cultivation of microalgae *Chlorella sp.* using the flue gas from a cogeneration unit as a source of carbon dioxide. Waste Management Resource 28: 961-966.

22. Hariz, H.B., Takriff, M.S., Ba-Abbad, M.M., Mohd Yasin, N.H., Mohd Hakim, N.I.N. (2018) CO_2 fixation capability of *Chlorella* sp. And its use in treating agricultural wastewater. Journal of Applied Physology 30: 3017-3027.

23. Hariz, H.B., Takriff, M.S. (2017) Palm oil mill effluent treatment and CO_2 sequestration by using microalgae-sustainable strategies for environmental protection. Environmental Science and Pollution Research 24: 20209-20240.

24. Teow, Y.H., Mohammad, A.W., Wan Mohammad Hamdan, W.N.A., Ghani, M.S.H., Ngteni, R., Mohamed Yusof, K.M. (2016) Pilot-scale integrated pretreatment/membrane filtration system for aerobic palm oil mill effluent (POME) treatment. The 2016 World Congress on Advances in Civil, Environmental, and Materials Research (ACEM16) 1-15.

25. https://www.lenntech.com/replacement/filmt---ec-bw30-4040.htm

26. https://www.lenntech.com/products/Filmtec-Membranes/154546/XLE-4040/index.html

27. https://www.lenntech.com/products/Filmtec-Membranes/149987/NF270-4040/index.html

28. Teow, Y.H., Ghani, M.S.H., Mohammad, A.W. (2018) Physical and chemical cleaning for nanofiltration/reverse osmosis (NF/RO) membranes in treatment of tertiary palm oil mill effluent (POME) for water reclamation. Jurnal Kejuruteraan SI 1(4): 51-58.

29. Ghani, M.S.H., Teow, Y.H., Ang, W.L., Mohammad, A.W., Ngteni, R., Mohamed Yusof, K.M. (2017) Fouling assessment of tertiary palm oil mill effluent (POME) membrane treatment for water reclamation. Water Reuse and Desalination 8(3): 412-423.

30. Ahmad, A.L., Ismail, S., Bhatia, S. (2003) Water recycling from palm oil mill effluent (POME) using membrane technology. Desalination 157(1-3): 87-95.

31. Mavrov, V., Belieres, E. (2000) Reduction of water consumption and wastewater quantities in the food industry by water recycling using membrane processes. Desalination 131(1-3): 75-86.

Memorias

EDICIÓN 50
CONGRESO NACIONAL
DE CULTIVADORES
DE PALMA DE ACEITE 2022

L Asamblea General de Fedepalma
XXXII Sala General de Cenipalma

Palabras de bienvenida

Nicolás Pérez Marulanda
Presidente Ejecutivo de Fedepalma

Es un gusto para mí hacer parte del Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite en su quincuagésima versión, máxima instancia de la Federación y espacio en el que se realiza el ejercicio democrático del sector. Estar hoy frente a ustedes, de cuerpo presente, en este espacio tan importante para el gremio, me lleva a reflexionar en los nueve meses transcurridos desde que asumí la presidencia ejecutiva. Antes que nada, quiero aprovechar este momento para agradecerle a todos y cada uno de los miembros de la Junta Directiva de Fedepalma por el apoyo y guía en esta transición. Especialmente quiero reconocer y agradecerle a Catalina Restrepo por su liderazgo, y por la dedicación y entusiasmo con los que condujo la presidencia de la Junta en esta etapa crucial.

Quisiera comenzar por compartir con ustedes, tres frentes (Figura 1) que he priorizado en estos meses:

En primer lugar, el esfuerzo por conocer a fondo el sector a través de recorrer el país palmero, acercarme a los productores de cada una de las zonas para entender de primera mano las necesidades del sector y a partir de ellas, alinear la gestión de la Federación con la búsqueda de soluciones. Para tal efecto, hemos retomado los Diálogos Palmeros con las Zonas, a través de los cuales nos encontramos con los productores en todo el país, propiciando una conversación que permita transmitir lo que hacemos de forma directa y clara, al tiempo que retroalimentamos nuestra labor para asegurar la pertinencia de nuestro trabajo. De este ejercicio, que será permanente, rescato particularmente el ánimo, dedicación y compromiso de los palmicultores en todo el país con el sector.

En esas visitas he identificado que en las zonas palmeras de Colombia hay productores de todas las escalas, obteniendo resultados extraordinarios en sus cultivos a través de la adopción de las mejores prácticas, apoyados decididamente por la Federación, y adaptándolas a las particularidades de sus entornos en materia de oferta ambiental, condiciones del suelo, plagas y enfermedades, entre otras. Con generosidad, los palmeros de todo el país me han abierto las puertas de sus casas y empresas para compartir

Figura 1. Frentes priorizados por Nicolás Pérez, en los primeros nueve meses

sus innovaciones, logros y preocupaciones, lo que ha constituido una experiencia invaluable para mí y por la cual también les agradezco especialmente.

Esta realidad constituye una oportunidad inigualable para alcanzar el objetivo de mejorar la productividad de nuestro sector, como la principal herramienta para garantizar la sostenibilidad de largo plazo, pues todos los palmicultores tienen acceso a ejemplos cercanos de cómo se pueden hacer mejor las cosas y alcanzar buenos resultados, independientemente de su tamaño y localización. En este frente, el apoyo institucional que ofrece la Federación, partiendo de la investigación y transferencia de tecnología liderada por Cenipalma, y complementada con las labores de administración, representación y gestión en todos los niveles por parte de Fedepalma, han creado un clima propicio para la consolidación de una palmicultura competitiva y sostenible en nuestro país.

Visitando cada una de las regiones también pude percibir cómo ha ido cambiando la geografía de la palma de aceite en Colombia. El sector ha tenido un crecimiento y una diversificación importante en este aspecto. Las zonas palmeras colombianas tradicionales registran el surgimiento de nuevas fronteras del cultivo. Esta diversificación ha traído consigo cambios profundos en dichas zonas y ha incrementado las necesidades y solicitudes de atención por parte de la Federación. Esta dinámica genera un reto adicional para lograr que nuestros servicios lleguen a todos.

El segundo frente de acción ha sido la gestión de temas sectoriales, que ha estado enmarcada en un entorno volátil. El mundo atraviesa un periodo convulsionado, en el cual se han sumado los efectos del cambio climático con las afectaciones derivadas de la pandemia y más recientemente, los impactos globales geopolíticos resultado de la invasión de Rusia a Ucrania, que han desencadenado una crisis alimentaria global de consecuencias aun inciertas. Según el Foro Económico Mundial, el mundo ha experimentado dos choques económicos sucesivos, que sumados a la guerra en Ucrania han provocado el mayor choque de precios de las materias primas desde la década de 1970.

Este contexto ha traído grandes beneficios a nuestra actividad en el corto plazo, manteniendo los precios en niveles históricos y abriendo nuevamente puertas a los mercados internacionales que venían cerrándose rápidamente. Esta situación coincidió con un aumento generalizado de la productividad en todas las zonas palmeras del país, con lo cual todos los palmicultores se han beneficiado con mejores ingresos.

No obstante, el panorama actual también constituye un reto inmenso que nos exige actuar con prudencia y responsabilidad para asegurar que podamos seguir contribuyendo a la solución de los problemas y enfrentar en una mejor posición escenarios menos favorables, que con certeza llegarán en el futuro.

En el plano internacional se han planteado discusiones sobre la oferta y la demanda de alimentos que determinarán en buena medida las condiciones de nuestro negocio. Por el lado de la oferta, el conflicto, el clima extremo y el aumento del costo de los insumos afectarán la producción y parece haber poco margen de acción para evitarlo. Ningún país será inmune a los efectos de la crisis y lamentablemente los que más se verán afectados serán los más vulnerables. Según el Banco Mundial, los hogares de más bajos ingresos en las economías emergentes y en desarrollo gastan aproximadamente el 50 % de sus ingresos en

alimentos mientras que, en el caso de los hogares de más altos ingresos, la proporción es solo del 20 %.

En medio de esta situación, se han registrado decisiones unilaterales de muchos países buscando resolver de forma aislada las presiones inflacionarias y el malestar social, poniendo una adicional a los mercados internacionales, e irónicamente, agravando la situación. Adicionalmente, se ha reabierto el debate alrededor de las cadenas de suministro mundial y del uso de materias primas para la producción de biocombustibles versus sus usos alimentarios, que tendrán repercusiones profundas en nuestro negocio. Para entender mejor los cambios en la geopolítica mundial y cómo incidirá en el entorno de nuestro negocio hemos invitado a Oliver Wack de Control Risks quien más tarde nos dará una visión muy interesante que enriquecerá nuestro entendimiento de esta compleja coyuntura.

No obstante, quiero adelantarme con unas reflexiones relacionadas con las implicaciones que para Colombia tiene este nuevo orden: en primer lugar, resaltar que, gracias al volumen histórico de producción de aceite de palma en Colombia, se ha logrado atender adecuadamente todos los mercados y sus diferentes segmentos. Por lo tanto, en Colombia no tenemos el dilema de la alimentación versus los biocombustibles hoy.

La segunda es mencionar que será crucial para el país garantizar la seguridad alimentaria, comenzando por la promoción y defensa de la producción de alimentos local. La seguridad alimentaria, que no es lo mismo que la soberanía alimentaria, hace parte de una concepción más amplia de la seguridad nacional y por ende es estratégica para la estabilidad del país.

Complementariamente, para garantizar el acceso adecuado a los alimentos se debe atender especialmente a la población más vulnerable, con el fin de evitar distorsiones de mercado y asegurar el abastecimiento adecuado. Nuestro aporte a la solución de los problemas derivados de esta crisis pasa por la disponibilidad de nuestro aceite en las condiciones más competitivas posibles. Para ello, es el momento de realizar las inversiones encaminadas a fortalecer nuestra posición para enfrentar el futuro, particularmente aquellas relacionadas con la productividad del cultivo, la sanidad, la infraestructura productiva, ytodo esto a tarvés de la adopción de prácticas de sostenibilidad, principalmente.

La tercera reflexión tiene que ver con la necesidad de una revisión profunda y detallada de las herramientas e instrumentos con las que cuenta el sector para cumplir con los objetivos estratégicos y garantizar la sostenibilidad de nuestra agroindustria. Esta tarea ha demandado una dedicación especial por parte de la administración y los órganos de dirección de la Federación. Con este objetivo en mente, se ha emprendido un ejercicio amplio y participativo de revisión de la visión de largo plazo de la agroindustria y una alineación de la labor de la Federación con las expectativas gremiales, que garanticen una contribución eficiente y transparente al logro de los objetivos propuestos.

Este proceso nos permitirá renovar el mandato de la Federación a la luz de los retos que enfrentamos y las tendencias que determinarán el futuro del sector en los años venideros. También reforzará objetivos comunes de largo plazo, nos permitirá priorizar la inversión de los recursos y alinear la gestión con las necesidades del productor y las condiciones del mercado. Este será un ejercicio que tendrá un seguimiento periódico por mandato de la Junta Directiva y que podrá actualizarse según vayan surgiendo nuevos escenarios. Las conclusiones preliminares del ejercicio de prospectiva y alineación gremial serán presentadas a todos ustedes el día de hoy en la tarde.

En cuanto al tercer frente de estos nueve meses tiene que ver con los temas internos de Fedepalma. En medio de un contexto como el que ya he descrito, garantizar la transición ordenada en el cambio del liderazgo de un equipo humano de extraordinarias cualidades, que recibió con profesionalismo y entusiasmo las ideas frescas, ha demandado una dedicación especial. Encontrar una cultura de trabajo comprometida con la excelencia y guiada por la vocación del servicio a los palmicultores, y con la defensa y consolidación de la agroindustria palmera en Colombia ha facilitado en forma definitiva este proceso.

El equipo humano y la cultura organizacional de Fedepalma constituye otro de los activo claves del sector. No obstante, se debe propiciar una evolución que garantice la pertinencia y conexión con la realidad del mundo en el que se desenvuelve la agroindustria palmera de hoy y del futuro. El otorgamiento por primera vez de nuestra certificación como un excelente lugar para trabajar por parte de la organización Great Place to Work refleja entre otras cosas, la sintonía de todo el equipo de trabajo con estos ob-

jetivos y la disposición a afrontar con espíritu autocrítico la construcción de la Federación del futuro.

Una vez mencionado estos tres frentes quisiera ahora hacer referencia a la celebración de los 60 años de historia de la Federación. En términos palmeros podríamos decir que inicia una nueva etapa. El 2022 es entonces un año de celebración del crecimiento, la consolidación y aporte al país. Es un momento especial de reconocimiento a esta actividad agropecuaria que le ha traído desarrollo, legalidad, empleo y bienestar a varias regiones de Colombia. Por este motivo, hemos querido organizar los eventos de todo el año alrededor de este hito, buscando reflexionar y reconocer lo que hemos alcanzado, pero no solo quedándonos con la mirada hacia atrás, que es justo e importante, sino también para proyectarnos al futuro, a los retos y oportunidades que se vienen. Por eso el lema de este Congreso es "Cosechando historia y sembrando futuro".

Quisiera entonces resaltar algunos aspectos que he identificado como clave para el gremio, temas que nos han permitido llegar donde estamos hoy, pero que también demandan ser revisados y fortalecidos hacia delante.

Desde el 26 de octubre de 1962 el sector optó por reconocer la importancia de una organización que congregara y permitiera a los productores organizarse. Una entidad que les diera voz. Así nació Fedepalma (Figura 2).

Son muchos los nombres que surgen al estudiar esta historia. Les pido una dispensa porque siendo relativamente nuevo en este sector no haré suficiente justicia con las personas que mencionaré, pero por eso hemos dispuesto un espacio más adelante con figuras que han hecho parte de esta historia. Al revisar los documentos del gremio encontré que más de 150 palmeros han pasado por la Junta Directiva de Fedepalma. Muchos han trascendido en el ámbito gremial y han sido claves para el legado palmero, el desarrollo de este gremio y su institucionalidad. Algunos de los palmeros que asistieron a la asamblea de constitución de Fedepalma fueron Jaime Vergara Restrepo, Mauricio Herrera Vélez, Jorge Reyes Gutiérrez, Ernesto Jaramillo Upegui y Jorge Ortiz Méndez. Por su parte, algunos de los presidentes de las primeras Juntas y miembros honorarios fueron José Mejía Salazar, Ernesto Vargas Tovar, Enrique Andrade Lleras, Fernando Restrepo Insignares y Fabio González Bejarano, entre otros.

Figura 2. Hitos de Fedepalma en 60 años

Además, hay dos nombres a los que debo mencionar cuando se habla del aporte al gremio, me refiero a los presidentes ejecutivos Antonio Guerra de la Espriella que ocupó la presidencia ejecutiva de 1982 a 1989 y por supuesto, a Jens Mesa Dishington que tomó las riendas de Fedepalma hasta mi llegada. Ellos lograron guiar sabiamente este "barco" en la dirección en la que hoy navegamos.

La importancia de la gremialidad ha sido evidente y continuará siendo relevante cuando se analizan realidades de nuestro sector tales como la dispersión y variedad de actores de nuestra agroindustria, la existencia de un entorno desfavorable para el negocio y situaciones adversas en materia de producción. El rol de la gremialidad también es esencial frente a la necesidad de la construcción de una posición de valor que apalanque la gestión individual. Igualmente, la organización gremial es elemental para propiciar espacios de gestión de diferencias y construcción de visiones.

Sé que, en este sentido, Luis Eduardo Betancourt fue un gran promotor de esta visión y del reconocimiento del valor que agrega el gremio a los empresarios, y que durante su ejercicio como Presidente de la Junta trabajó activamente por la modernización y fortalecimiento del gremio. En esta misma línea, María del Pilar Pedreira González lideró el proceso de fortalecimiento del talento humano de la Federación y el relevo en la presidencia ejecutiva que me trajo acá, y sentó las bases del gobierno corporativo de la Federación.

Durante estos 60 años, Fedepalma se ha fortalecido, le ha permitido al sector organizarse, adaptarse a cambios, definir y alcanzar objetivos en común, promover y desarrollar la actividad exportadora e identificar nuevos mercados, con lo cual la gremialidad palmera colombiana se ha convertido en referente nacional e internacional.

Un ejemplo reciente del valor de la gremialidad es el del Fondo de Solidaridad Palmero creado en el marco de la emergencia derivada de la pandemia, que permitió articular el trabajo de las 23 fundaciones asociadas con empresas palmeras y sus áreas de responsabilidad social para apoyar a las comunidades en el fortalecimiento de su capacidad de respuesta. Esto es apenas una muestra del trabajo que las fundaciones vienen haciendo de tiempo atrás para incidir en el entorno palmero y generar bienestar en las comunidades vinculadas con nuestro sector.

Esto en un país como Colombia donde las instituciones están tan desacreditadas y menospreciadas, tiene aún más mérito.

En los noventa, esta institucionalidad sirvió para crear una parafiscalidad robusta, transparente y en beneficio del bien común. Esa parafiscalidad palmera está compuesta por el Fondo de Fomento Palmero (FFP) creado en 1994 y el Fondo de Estabilización de Precios para el Palmiste, el Aceite de Palma y sus Fracciones (FEPP) creado en 1996. Ambos han sido fundamentales para la obtención de los grandes logros del sector. En esta parte de la historia es necesario resaltar el liderazgo de Cesar de Hart y Eliseo Restrepo como presidentes de la Junta Directiva durante estos años, y quienes fueron fundamentales para la creación de la parafiscalidad.

Recordemos que, si bien por mandato legal los recursos parafiscales agropecuarios deben invertirse en el mismo sector que los genera, la posibilidad de que su administración continúe en cabeza del gremio depende de la legitimidad y fortaleza institucional que demostremos como ente representativo. De ahí que sea fundamental mantener una institucionalidad fuerte que vele por los intereses de los palmicultores y garantice la continuidad del buen manejo de estos recursos.

Los recursos parafiscales han permitido financiar de forma transparente y sostenible las iniciativas que apoyan la identificación de oportunidades para la agroindustria y la búsqueda de soluciones a los múltiples retos que enfrentamos. Con un manejo caracterizado por la rigurosidad y la rendición de cuentas claras, los aportes de los palmeros al FFP se han invertido con responsabilidad, privilegiando aquella dirigida a la ciencia y la tecnología, al tiempo que han permitido apalancar recursos de terceros que multiplican el impacto de la gestión gremial.

Creo que los 60 años de Fedepalma son una oportunidad ideal para que como sector reconozcamos el aporte del FFP al desarrollo de este cultivo y al funcionamiento de la institucionalidad creada y fortalecida en los últimos años. Entendiendo que este nos permite tener un alcance mayor como gremio que lo que pudiera hacerse a través de esfuerzos individuales, debemos defender y proteger todos juntos esta herramienta pues nos garantiza la sostenibilidad de este modelo creado en las últimas décadas y nos permite contribuir de forma definitiva al desarrollo del sector.

Quiero aprovechar para mencionar un tema relacionado con la decisión reciente de la Corte Constitucional sobre la cuota de fomento palmero. El 27 de enero, la Corte a través de un fallo concluyó que una aparte de la Ley 138 de 1994 no cumplía con los criterios mínimos constitucionales para la definición de los tributos, lo que nos obliga a realizar un ajuste a través del Congreso de la República en los próximos dos años. Esa orden no tiene nada que ver con un cuestionamiento a la administración del Fondo o la inversión de sus recursos, sino con el sustento legal del procedimiento mediante el cual se liquida la cuota de fomento. El mensaje que quiero transmitir es que, para blindar el Fondo de Fomento en el trámite de esa modificación en el Congreso, es fundamental que los palmeros y la administración estemos unidos, y que la Federación cuente con el respaldo de los palmicultores para liderar y trabajar este tema con el nuevo gobierno y con el Congreso.

Por el lado del FEPP, este instrumento se ha constituido como parte central de la política palmera, promoviendo un desarrollo inclusivo que reconoce las diversidades del país palmero y promueve la diversificación de los mercados, constituyéndose en otro de los principales activos del gremio. Pocos sectores cuentan con un instrumento como el FEPP, que den garantías a los distintos actores de la cadena respecto a las reglas de juego de la comercialización. Se calcula que el impacto de este, entre 1998 y 2020, ha sido la generación de 2.815 millones de dólares equivalentes a un 15 % de ingreso adicional para los palmeros (Figura 3).

Si bien el FEPP ha permitido maximizar el ingreso de los productores y balancear los diferentes mercados, somos conscientes de que, dados los cambios del entorno y las nuevas condiciones de la agroindustria en el país, debemos revisar y actualizar el instrumento para que se adapte a las nuevas realidades. El objetivo de esto es mantener la vigencia del instrumento y asegurar que apoye el logro de los objetivos que nos tracemos como sector. Para este propósito también será clave la prospectiva que mencioné anteriormente, pues ese será el camino que se defina como gremio y que llevará a identificar lo que se requerirá por parte del FEPP para contribuir al cumplimiento de la visión y el mejor aprovechamiento del mercado.

Aprovecho para hacer una pausa y agradecer a los miembros palmeros del Comité Directivo de los Fondos y a los miembros del gobierno que hacen parte del mismo, por su aporte y compromiso. En particular quisiera hacer un reconocimiento especial al Viceministro Juan Gonzalo Botero, quien en su calidad de Presidente del Comité Directivo ha sido un aliado y embajador de la palmicultura colombiana y bajo el liderazgo del Presidente Iván Duque en conjunto con el Ministro Rodolfo Zea y el resto del equipo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, han constituido un soporte fundamental para el sector durante el presente gobierno.

En el marco de esa fuerte institucionalidad palmera, quiero también mencionar un tema que no es evidente para todo el mundo. Gran parte de los colombianos no tiene presente lo que es la palmicultura en Colombia y lo que esta representa. Para quienes estamos vinculados a la agroindustria del aceite de palma, conocemos del aporte de la palmicultura a las comunidades, de cómo ha crecido el negocio, y la forma en la que se ha distribuido la plantación en

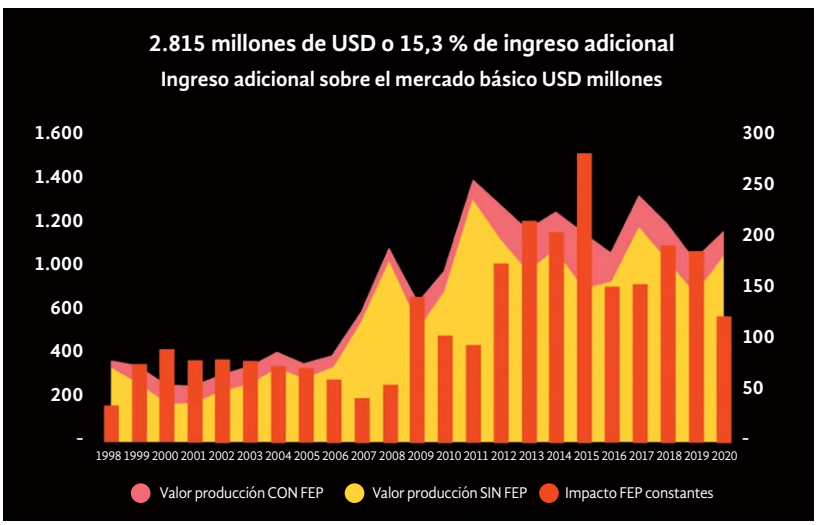


Figura 3. Impacto del FEP Palmero entre 1998 y 2000

el país. Sin miedo a equivocarme, digo que la palmicultura es el cultivo que ha tenido la mayor dinámica en las últimas dos décadas en Colombia, no solo por su desempeño productivo y versatilidad, sino por su creciente compromiso con los más altos estándares de sostenibilidad.

Por una parte, el valor de la producción 2021 superó los 7,7 billones de pesos, y se consolidó como el primer renglón en exportaciones no tradicionales con un valor que supera los 660 millones de dólares. De acuerdo con estimaciones propias de Fedepalma, el sector logró una participación de 16 % en el PIB agrícola nacional, posicionando a la palma de aceite como un sector clave en el crecimiento y recuperación de la economía colombiana en 2021 y motor transformador de la economía nacional para los próximos años (Figura 4).

Por mi experiencia profesional y personal he tenido la oportunidad de conocer y analizar el sector agropecuario colombiano desde hace casi dos décadas. Desde que comencé a trabajar en temas rurales desde el DNP, recuerdo que veía con ilusión y admiración el crecimiento y consolidación del sector palmicultor. Hoy en día el cultivo de palma es el segunda más importante en términos de extensión, con cerca de 600.000 ha sembradas, lo que lo convierte en el principal cultivo productor de alimentos del país. Si se revisan estadísticas de los últimos 20 años, es evidente que no existe un sector con una historia de éxito y logros como la de esta agroindustria.

El dinamismo y la consolidación de la palmicultura tiene implicaciones más allá de hacer producir la tierra, porque tiene que ver con el arraigo, la cultura, con las relaciones a largo plazo entre proveedores y Núcleos, y la formalidad, entre otros. Esto se hace evidente en que de los 162 municipios palmeros, 48 fueron catalogados como PDET, que son municipios priorizados por el acuerdo de paz, y 77 municipios fueron clasificados como ZOMAC, es decir, los municipios más afectados por la violencia y el conflicto. Es posible entonces argumentar que la palmicultura es uno de los motores de transformación para los lugares con mayores necesidades, que por lo general no tienen alternativas de otra actividad económica legal.

Otro mensaje que es importante resaltar, es que la palmicultura en Colombia es un espacio de trabajo mancomunado entre productores de distinta escala: de los casi 7.000 productores inscritos en el Registro Nacional Palmicultor, 85 % de ellos son clasificados

Figura 4. La palmicultura es un sector clave y motor transformador de la economía rural

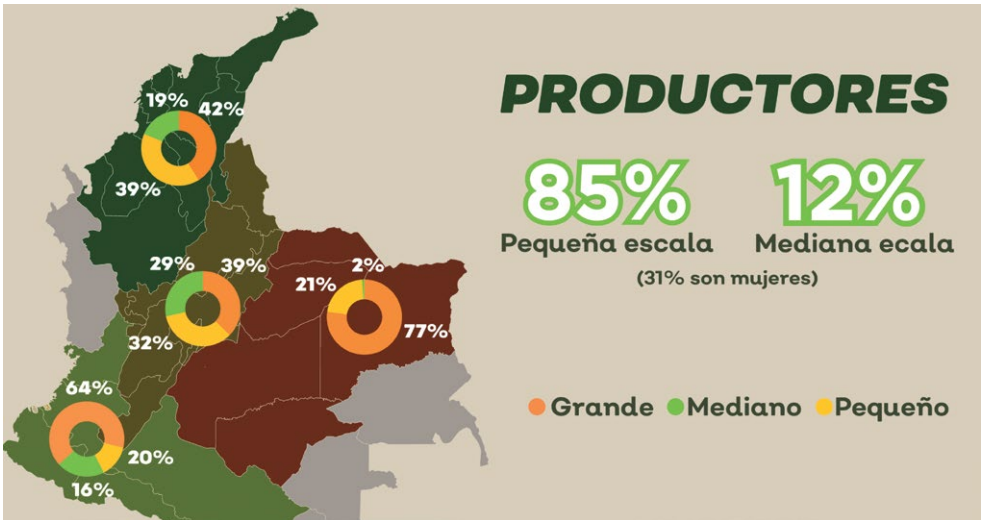
como pequeños y 12 % de mediana escala (Figura 5). Por su parte, 31 % de los palmicultores registrados son mujeres y ayer pudimos visibilizar el importante papel que vienen jugando en la construcción y liderazgo de nuestro sector.

Estas características, al igual que otras particularidades demográficas que describen la heterogeneidad de nuestra agroindustria, son cruciales para entender el sector, al tiempo que significan uno de los pilares del posicionamiento en materia de inclusión y equidad.

Este aspecto ha estado relacionado con el modelo de Núcleos y la forma en la que se han vinculado los productores de distinta escala a través de las alianzas estratégicas para trabajar mancomunadamente. En un inicio tuvo mucho que ver con la forma en la que se estableció el cultivo, por lo que dio paso a un modelo solidario que resultó en una relación fuerte entre la empresa ancla y sus proveedores, estableciendo Núcleos robustos que comparten información para mejorar prácticas de los cultivos y la productividad, que favorecen la relación con el productor y las plantas de beneficio. Sin duda la figura de Carlos Murgas Guerrero se asocia con el liderazgo en la concepción y puesta en marcha del modelo de Núcleos y el desarrollo de las alianzas productivas.

Desde que en este escenario se estableció un mandato para incrementar la inversión en la Dirección de

Figura 5. Productores inscritos en el Registro Nacional Palmicultor



Extensión, hace ya tres años, Cenipalma ha enfilado baterías para profundizar el desarrollo de los Planes Estratégicos y los Planes Operativos de Asistencia Técnica a través de los Núcleos. En poco tiempo, se han consolidado 42 planes estratégicos y 40 planes operativos que empiezan a mostrar excelentes resultados en la adopción de mejores prácticas agrícolas y el incremento de la productividad. Por ejemplo, en los Núcleos que cuentan con el trabajo de asistencia técnica consolidada, se alcanza 1,5 toneladas de aceite por hectárea adicionales, en comparación con aquellos que no la tienen. Así mismo los Núcleos Palmeros han invertido recursos adicionales al aporte gremial, con lo cual se han dedicado 20.110 millones de pesos a este propósito en estos 3 años.

Aunque lo anterior es un ejemplo de los resultados que trae el trabajo conjunto y asociativo, debemos reconocer que hoy en día las características de la palmicultura han llevado al surgimiento de otras dinámicas, ya que los productores y los Núcleos no se encuentran tan aislados unos de los otros como en el pasado. Esto va de la mano de esa diversidad geográfica y de la nueva frontera palmicultora de la que hablé anteriormente. Por esa razón, este aspecto se ha convertido en un reto para la Federación en la medida en que los cambios en el entorno crean la necesidad de revisar el modelo tradicional de Núcleos para redefinirlo y evolucionar.

Este sector le apuesta a la ciencia y la tecnología como ningún otro en el campo colombiano. En 1990, en el decimoctavo Congreso del sector palmero en Santa Marta, los palmicultores tomaron la decisión de crear Cenipalma, entendiendo que era clave realizar investigación y generar conocimiento adaptado al cultivo de palma de aceite en las condiciones del país, algo que nadie más iba a hacer. A raíz de esto, hay una conexión entre los aportes a la investigación y transferencia de conocimiento de Cenipalma durante sus 30 años de existencia, celebrados el año pasado, y los 60 años de Fedepalma. En otras palabras, los logros y los hitos de estos 60 años están en buena medida relacionados con el nacimiento, consolidación y futuro de Cenipalma.

Quiero aprovechar esta mención para agradecer a Alexandre Cooman y a todo el equipo de Cenipalma por su compromiso y dedicación. Alexandre ha sido un gran compañero de equipo, alguien que comparte los valores de la gremialidad y nos inspira diariamente a no perder de vista los retos de largo plazo en medio de las afugias. Igualmente quiero sumar un agradecimiento especial a Miguel Eduardo Sarmiento Gómez, Consuelo Velasco Zambrano y demás miembros de la Junta de Cenipalma, así como a sus anteriores directores, Pedro León Gómez Cuervo y José Ignacio Sanz Scovino, y los miembros de la Junta Directiva que sentaron las bases para lo que es hoy.

Un ejemplo de los avances en la forma en la que hacemos las cosas y de la creación de conocimiento conjunto para el beneficio de los productores es el resultado de las investigaciones en Colombia sobre el híbrido interespecífico. Este tuvo unos primeros desarrollos en la década de los 60, y desde entonces ya

existían reportes de la resistencia a la Pudrición del cogollo (PC), pero además se pensó que podría ser interesante porque la calidad del aceite era buena y por su tasa de crecimiento lento. Sin embargo, hasta el 2000 la adopción de los híbridos era baja. Solo cuando empieza la epidemia de la PC en Suramérica se le da un impulso a este cultivar como una alternativa, por su tolerancia a plagas y enfermedades. Así, en la primera década del siglo XXI empieza la comercialización masiva de este.

Hoy la palmicultura colombiana cuenta con 12 % del área sembrada en híbrido OxG, equivalente a 71.600 ha. Este cultivar ha resultado crítico para la recuperación de la palmicultura en zonas como Tumaco, Urabá y Puerto Wilches, y ofrece una luz de esperanza para los productores de la Zona Norte tan afectados actualmente por la PC. En este contexto a quién no se le viene a la cabeza el nombre de Mauricio Herrera como pionero y gran promotor de este cultivar.

También debo destacar que contar hoy con un cultivar viable comercialmente tiene mucho que ver con el descubrimiento por parte del programa de Biología y Mejoramiento de Cenipalma de la polinización artificial con ANA, que ha contribuido a superar, incluso muy por encima de las expectativas, las limitantes del híbrido para alcanzar su máxima producción de racimos de fruta fresca (RFF). Este cultivar trae nuevas oportunidades y retos pues su manejo es diferente en todas las etapas del cultivo, la extracción y su comercialización. El híbrido interespecífico termina por ser un producto distinto sobre el que tendremos que definir una estrategia específica para aprovechar todo su potencial.

Parte de los servicios de la Federación que pueden ser menos visibles para los productores pero que son claves para el desarrollo y éxito del negocio es el de entender tendencias y oportunidades para definir qué necesitamos para aprovechar los mercados. Cómo en su momento fue el biodiésel, impulsado por Mauricio Acuña como Presidente de la Junta Directiva durante 2005-2009, hoy vemos nuevas tendencias mundiales como las de la economía circular, el aprovechamiento de los subproductos y los biocombustibles de segunda generación.

Como reto para el futuro en materia de investigación debemos ver de manera conjunta el potencial del cultivo, su ubicación y la incidencia del cambio climático. Como mencioné anteriormente, este último afecta de forma importante la producción agropecuaria. Si tomamos en consideración que se estima que estos eventos extremos sean cada vez más frecuentes, el futuro nos puede llevar a replantear las zonas óptimas para el cultivo de palma. El cambio climático es un reto que ya enfrentamos y que hacia delante demandará un enfoque más integral cuando se miren proyecciones de la actividad agropecuaria. Esto deberá reflejarse en las acciones de Cenipalma, al igual que en entidades a nivel nacional como la Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA), con su trabajo de ordenamiento productivo del sector agrícola.

La investigación también ha sido determinante en la construcción de nuestra estrategia de sostenibilidad. Buscamos llegar a ser un sector sostenible y competitivo nacional e internacionalmente. Este concepto de competitividad es entendido como la capacidad de prosperar y crecer frente a otros actores del mercado. En este sentido el concepto abarca no solo el aspecto de costos y escala sino también la diferenciación, la calidad, la adaptación al cambio climático, entre otros atributos.

En la búsqueda de esa competitividad, hay que dar mérito a quienes se dieron cuenta de que Colombia debía desarrollar una actividad palmera distinta. Dada la creciente presión internacional en contra del aceite de palma y los intereses detrás de esa estigmatización, los mercados internacionales se están volviendo más exigentes con el producto. Esto ha hecho trascendental el avanzar en documentar esas buenas prácticas ambientales y sociales, y hacer evidentes esos vínculos con las comunidades.

Dando cumplimiento a la proposición de la cuadragésima octava Asamblea General de Fedepalma, hoy el programa de Aceite de Palma Sostenible de Colombia (APSColombia) es una realidad, entre otros, gracias al impulso de palmeros como Luis Francisco Dangond como Presidente de la Junta Directiva 2013-2018. Con el objetivo de diferenciar a Colombia y el origen de su aceite, mostrando que en el sector hacemos las cosas de forma única y diferenciada.

El 27 de abril de 2022 se realizó la Asamblea de Constitución de la Corporación APSColombia, con 13 socios, entre ellos productores, actores de la cadena de valor y organizaciones independientes como Solidaridad.

Sobre el trabajo que viene adelantando APSColombia se debe insistir en que no es suficiente con decir que hacemos las cosas distintas, sino que debemos demostrarlo.

Entonces, el reto para diferenciarnos pasa por cerrar las brechas para cumplir exigencias del mercado, acercarnos al consumidor internacional con mensajes pertinentes y fortalecer nuestra red de aliados para apalancar la gestión de diferenciación.

En resumen, desde mi llegada he buscado acercarme al productor en cada una de las zonas para alinearnos a sus necesidades, de las cuales la más relevante es la de mejorar la productividad para garantizar la sostenibilidad del negocio.

La Federación y sus instrumentos presentan una fortaleza del gremio, pero enfrentan hoy retos críticos frente a las nuevas realidades nacionales e internacionales, por lo que, con rigor, es necesario revisarlos y garantizar que atiendan de la mejor forma esas nuevas realidades.

Los 60 años de Fedepalma llegan en un contexto muy favorable para el sector, buenos precios y buena producción. Una institucionalidad sólida con instrumentos parafiscales eficientes que han permitido el desarrollo dinámico del sector. Para protegerlos y mantenerlos debemos estar unidos como gremio.

Somos un sector comprometido con la sostenibilidad, que quiere diferenciarse en el mercado nacional e internacional por la forma en la que hacemos las cosas. Creemos que esta estrategia nos permitirá aprovechar nuevos mercados y apalancar recursos de terceros que resulten en un mayor beneficio para los productores de palma de aceite en Colombia.

Y uno de los grandes retos para las actividades agropecuarias será el cambio climático y las afectaciones que esto pueda traer en la forma en la que las actividades se realizan. Para esto será clave las investigaciones y el conocimiento de Cenipalma.

Somos protagonistas y motor de transformación en el campo colombiano

Para cerrar, y dado el contexto político en el que nos encontramos, quisiera hacer una última reflexión dirigida al próximo gobierno y al nuevo Congreso de la República. Hemos estado posicionando al sector en el debate público con el fin de llevar nuestro mensaje a los diferentes candidatos presidenciales. Tenemos todo para ser atractivos, relevantes y buenos socios con cualquier gobierno que llegue y estamos listos para seguir trabajando por el campo colombiano y continuar aportando al desarrollo de Colombia.

En ese posicionamiento en el debate político, quiero finalizar haciendo referencia al documento que hemos preparado para los candidatos a la presidencia y en el que hemos identificado las principales necesidades del sector, que en muchas ocasiones son de carácter transversal para todo el campo colombiano.

Las propuestas podrían dividirse en tres grandes grupos, como lo presentamos en conjunto con la SAC recientemente. En primer lugar, alcanzar la seguridad alimentaria por medio de promover la seguridad jurídica de la propiedad rural, el crédito y el aseguramiento agropecuario, una política nacional de insumos agropecuarios y la gestión integral del cambio climático. Todo esto busca garantizar la producción rentable de alimentos y su acceso por parte de la población más vulnerable económicamente.

En segundo lugar, garantizar la dotación de bienes públicos sectoriales y su presupuesto. Esta parte incluiría inversión y mejoramiento de vías terciarias, seguridad y orden público, conectividad digital, distritos de riego y fortalecimiento de las entidades públicas.

En tercer lugar, una política rural de largo plazo y la institucionalidad que garantice una estabilidad y fondeo de las políticas públicas rurales más allá del gobierno de turno. Esto ayudará a fortalecer las instituciones y actividades agropecuarias.

Pensando en el corto/mediano plazo, se plantea la importancia de garantizar información fluida y actualizada para que los mercados funcionen. Por ejemplo, la imperiosa necesidad de impulsar acciones gubernamentales frente al contrabando y comercio informal de fruto, del aceite crudo y refinado que tanto daño le están haciendo a nuestro sector. En ese sentido, revisar y unificar el IVA para la cadena de aceites y grasas de forma que desaparezcan los incentivos perversos que promueven el contrabando y el comercio ilegal, cobra particular relevancia.

Los invito a reconocer y valorar lo que han construido como sector y gremio en estos 60 años; a que identifiquemos conjuntamente las oportunidades que permitan consolidar una palmicultura sostenible de talla mundial; a fortalecer el trabajo entre los palmicultores y la Federación para multiplicar los beneficios de la gremialidad; a pensar en grande con los pies en la tierra.

¡Es un honor para mí hacer parte de esta historia!

Muchas gracias.

MI CULTIVO DE PALMA SE FERTILIZA CON nitrosoil

Síganos en: **@Nitrosoil**

www.nitrofert.com.co

Conozca más
escaneando este código:

Rendición de cuentas: Mejorar el estatus fitosanitario

Hernán Mauricio Romero Angulo
Director de Investigación de Cenipalma

A fin de cumplir con este objetivo sectorial, durante 2021 se gestionaron soluciones tecnológicas y políticas para la adopción de un manejo integrado de plagas y enfermedades. Para esto se trabajó en la vigilancia tecnológica (de materiales genéticos y tecnologías) para asegurar la sanidad del cultivo; en la transferencia de conocimientos, prácticas y modelos de organización para el control fitosanitario; y en la gestión de políticas sectoriales, instrumentos y acciones para mejorar el estatus fitosanitario. Todo esto a través del avance en las siguientes líneas de acción desde la Investigación y la Extensión:

- Conocimiento y estudio de agentes causantes, vectores, diseminación, sintomatologías, mecanismos de detección temprana y epidemiología de plagas y enfermedades de la palma de aceite.
- Desarrollo y validación de tecnologías para la mitigación y el control de la Pudrición del cogollo (PC), la Marchitez letal (ML) y otras plagas y enfermedades del cultivo, en el marco del programa de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE).
- Mejoramiento genético enfocado en la resistencia de la palma de aceite a las plagas y enfermedades de importancia económica, y en el desarrollo de una estrategia de liberación de materiales genéticos validados.
- Transferencia de tecnologías de manejo, capacitación y formación en temas fitosanitarios, acorde con el tipo de productor y las problemáticas de cada zona.

- Fortalecimiento de esquemas de asistencia técnica en Núcleos Palmeros como canal de interacción entre la Federación y los productores.
- Consolidación de información e indicadores, y análisis del estatus fitosanitario y del grado de implementación de prácticas de manejo.
- Generación de estrategias integrales, de orden nacional y regional, para el manejo fitosanitario y coordinación de acciones para su implementación.
- Relacionamiento con actores públicos y privados en torno a las estrategias de mitigación, manejo y control fitosanitario.
- Desarrollo e implementación de acciones de comunicación del riesgo fitosanitario.

Hitos logrados en 2021

Pudrición del cogollo (PC)

Se tuvieron buenos resultados en la gestión para contrarrestar la Pudrición del cogollo (PC) a través del Convenio N°. 5092021, entre el Ministerio de Desarrollo Rural (MADR) y Cenipalma (Figura 1). También se hizo un avance en el monitoreo y control de *Rhynchophorus palmarum* mediante el establecimiento de la red regional de trampas en la Zona Central (Figura 2).

- En cuanto a la búsqueda de alternativas para el manejo de la PC, se evaluaron *in vitro* de ingredientes activos con diferentes mecanismos de acción para el control de *P. palmivora*, se seleccionaron ocho fungicidas específicos para el control de oomicetos.
- Se inició el proyecto de Pruebas de Evaluación Agronómica (PEA) de Cenipalma, cuya estrategia de fitomejoramiento para la PC se realiza mediante el desarrollo de cultivares *Elaeis guineensis* DxP (semilla sexual) con posible resistencia a la PC (PEA 4), material clonal de *Elaeis guineensis* sobrevivientes por su posible resistencia a la PC (PEA 2) y progenies OxG que, además de la resistencia a la PC, presentan características de alto interés por el valor agregado de su aceite (PEA 3). Así, se suministraron semillas a 3 plantaciones para la fase de vivero, y se desarrolló el material vegetal que será entregado en 2022 para el establecimiento de las pruebas en diferentes localidades de Colombia.
- En la búsqueda de soluciones permanentes a la PC se siguió la investigación de los mecanismos de resistencia de la palma a *P. palmivora*. Así, se consolidó el estudio de proteínas de virulencia (efectores) de *P. palmivora* mediante biobalística. Con esta tecnología se analizó la capacidad de infectar el tejido de *E. guineensis* con 12 proteínas de virulencia de una cepa de Zona Central

Figura 1. Hitos logrados en el marco del Convenio

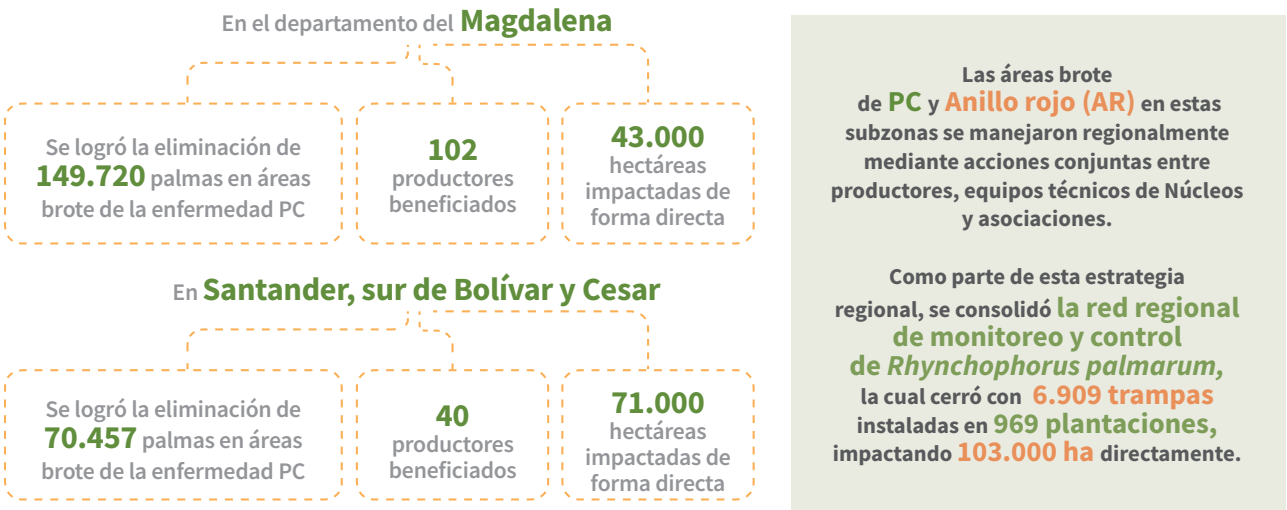
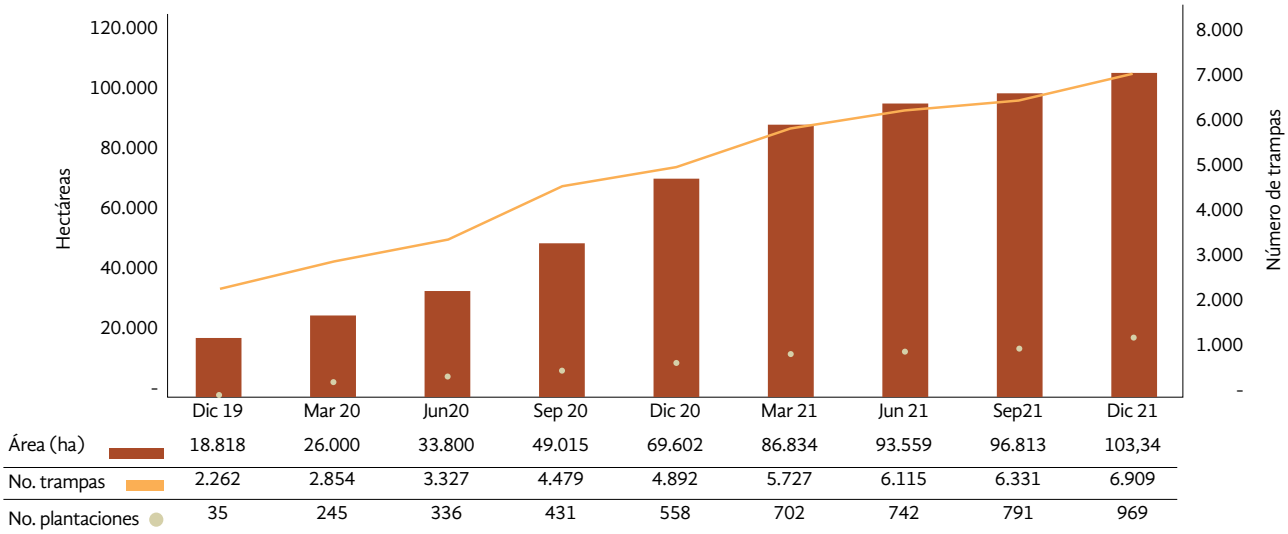


Figura 2. Avance del establecimiento de la red regional de trampas para el monitoreo y control de *R. palmarum* en Zona Central. Fuente: Informe de Gestión Fedepalma 2021



	Dic 19	Mar 20	Jun20	Sep 20	Dic 20	Mar 21	Jun 21	Sep21	Dic 21
Área (ha)	18.818	26.000	33.800	49.015	69.602	86.834	93.559	96.813	103,34
No. trampas	2.262	2.854	3.327	4.479	4.892	5.727	6.115	6.331	6.909
No. plantaciones	35	245	336	431	558	702	742	791	969

de *P. palmivora,* con el fin de caracterizar la patogenicidad de este microorganismo y, a su vez, la capacidad de resistencia de la palma. Adicionalmente, se trabajó en la identificación de genes de *P. palmivora* relevantes en las primeras etapas del proceso de infección, para lo cual se analizó la expresión de cinco genes mediante la prueba PCR en tiempo real. Cuatro de estos pertenecen a proteínas de virulencia del patógeno y al ciclo de vida/esporulación. También se validó un gen de la palma que parece ser clave en los procesos de resistencia frente a este patógeno, ya que está asociado a un receptor de membrana plasmática y se sobreexpresa en el clon resistente cuando interactúa con *P. palmivora*.

- Se realizó el seguimiento a los costos de manejo de la PC en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína entre 2018-2021, que incluye censos fitosanitarios, control químico mediante rondas fitosanitarias, eliminación de tejido infectado mediante cirugías y erradicación de palmas que no se recuperan por el tratamiento. Durante cuatro años, el costo real (año base 2021) de manejar la PC en cultivares híbrido OxG fue consistentemente inferior con respecto al de *E. guineensis*. En efecto, manejar la enfermedad en una hectárea de cultivares OxG fue equivalente a una quinta parte del costo de manejar la PC en una de *E. guineensis*.

Marchitez letal (ML)

- Los registros de casos en 208 plantaciones afectadas (vinculadas al Convenio empresarial de manejo fitosanitario en la Zona Oriental) mostraron una reducción de 22 % de la Marchitez letal (ML) con respecto a 2020. Es decir, durante 2 años consecutivos se logró disminuir la incidencia de la enfermedad.
- Se corroboró la presencia de *Candidatus* Liberibacter en las palmas de aceite afectadas, siendo los tejidos de inflorescencias, meristemo y estípite los más favorables para este tipo de detección. Adicionalmente y para mejorar la capacidad de detección de *Candidatus* Liberibacter se inició la estandarización de la técnica de PCR digital, la cual permite cuantificar con mayor precisión la presencia del patógeno en las muestras vegetales.
- Se desarrolló un modelo bioeconómico para determinar el momento en el cual el negocio del cultivo de la palma de aceite deja de ser rentable como consecuencia de la eliminación progresiva de palmas afectadas por ML. Los resultados indicaron que cultivares con mayor velocidad de contagio a la ML derivan en un negocio inviable si son infestados en las primeras etapas del desarrollo del cultivo (tres a nueve años después de la

siembra). Por otro lado, los cultivares con menor velocidad de contagio, aunque sean infestados en las primeras etapas del desarrollo del cultivo y presenten una disminución en el valor presente neto (VPN), siguen siendo viables pese al embate de la enfermedad.

Otras enfermedades

- Se identificó el agente causal de la pudrición de racimos de cultivares híbrido OxG, como *Sclerotium* sp.
- Se identificó el agente causal de la Pudrición basal de estípite (PBE) en Colombia que es diferente a la del Sudeste Asiático, siendo *Ganoderma zonatum* el principal candidato.

Plagas

- Se logró el registro de las colecciones de artrópodos plaga y benéficos (CAAPCA) y de microrganismos entomopatógenos (MEAPA) de Cenipalma, ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Se desarrolló el modelo de la distribución de *Leptopharsa gibbicarina* en los diferentes niveles foliares de la palma de aceite, lo que permite estimar las poblaciones del insecto plaga con más exactitud y así orientar la toma de decisiones para su control.
- En cuanto al control biológico de plagas de la palma de aceite se seleccionaron hongos entomopatógenos para larvas y adultos de *Strategus aloeus,* específicamente cepas de *Metarhizium anisopliae* preseleccionadas para larvas y para adultos.

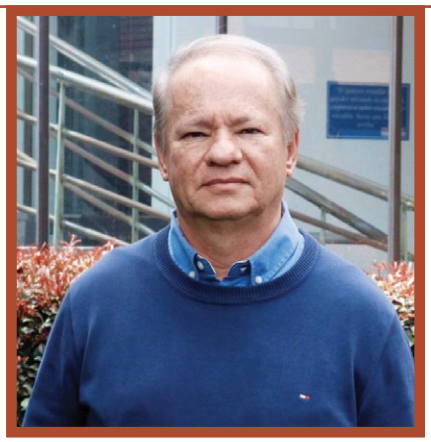
Indicadores de impacto

Indicadores fitosanitarios	Zona Oriental	Zona Norte	Zona Central
Cobertura en el manejo de información fitosanitaria (ha)	172.500	69.910	156.000
Plantaciones con información fitosanitaria (N°)	205	39	1.813

Rendición de cuentas: Incrementar la productividad del cultivo y del proceso agroindustrial

Autores: Jorge Alonso Beltrán Giraldo, Director de Extensión*; Mauricio Mosquera Montoya, Coordinador de la Unidad de Validación*; Iván Ayala, Líder en Fitomejoramiento*; Nolver Arias, Coordinador del Programa de Agronomía*; Jesús García, Coordinador del Programa de Procesamiento y Valor Agregado*; y Rodrigo Ruíz, Investigador Titular*.

* De Cenipalma



Jorge Alonso Beltrán Giraldo
Director de Extensión de Cenipalma

La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) ha impulsado este objetivo sectorial mediante la realización de la vigilancia tecnológica, la transferencia efectiva de conocimientos y la provisión de información para mejorar la productividad del sector palmero en el país. Esto ha generado la creación de tecnologías que permiten aumentar los niveles de productividad en las áreas actualmente cultivadas y adaptarse a una agricultura que respeta los límites planetarios, comprometida con el entorno y con sentido humano.

El cultivo de la palma de aceite y su beneficio industrial son un negocio a largo plazo, y su rentabilidad está determinada por tres grandes variables: los rendimientos obtenidos en cultivo, la tasa de extracción de aceite en la planta de beneficio y el precio del aceite de palma crudo (APC), las cuales afectan tanto a cultivadores como a procesadores. Es así como, el reto de aumentar la eficiencia productiva sigue vigente.

En 2021, el sector palmero colombiano registró una producción de aceite de palma cercana a 1.745.000 toneladas, aumentando en 12 % con respecto a la producción 2020. Además, un rendimiento promedio nacional de 3,48 toneladas de APC por hectárea y 15,74 toneladas de fruto por hectárea, lo que significó una mejora frente al año anterior en 4,7 % y 6,7 % respectivamente, pero que aún se encuentra lejos de la meta sectorial de las 23 toneladas de fruto y las 5 toneladas de aceite por hectárea, promedio país.

La productividad laboral de la agroindustria de la palma de aceite sigue siendo un enorme desafío tanto para Colombia como para el mundo. Y este país tiene un gran reto, si se tiene en cuenta que la mano de obra pesa más del 42,5 % dentro de la estructura de costos. Por esta razón, se estimó la demanda de mano de obra de 7 procesos: cosecha, polinización, control de malezas, control fitosanitario, fertilización, supervisión y podas.

Adicional a esto, la adopción de mejores prácticas nos obliga a seguir desarrollando tecnologías orientadas a la mecanización de labores y a fortalecer las estrategias de formación del capital humano de esta agroindustria.

El capítulo sobre incrementar la productividad y reducir los costos de producción, presenta el avance de resultados en: generación de tecnologías más productivas (híbrido OxG, nutrición de la palma, manejo del agua, procesamiento y valor agregado y optimización de procesos) y transferencia de tecnologías de manejo (adopción tecnológica participativa).

Generación de tecnologías

En cuanto a este ítem, la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) continúa con esta labor trabajando desde el desarrollo de materiales genéticos hasta la generación y puesta en marcha de mejores prácticas, priorizadas por su costo beneficio.

En el manejo del agua se han generado tecnologías para:

- Gestión eficiente del riego y drenaje.
- Conservación del agua bajo diferentes especies de leguminosas.
- Cultivares tolerantes al déficit hídrico.

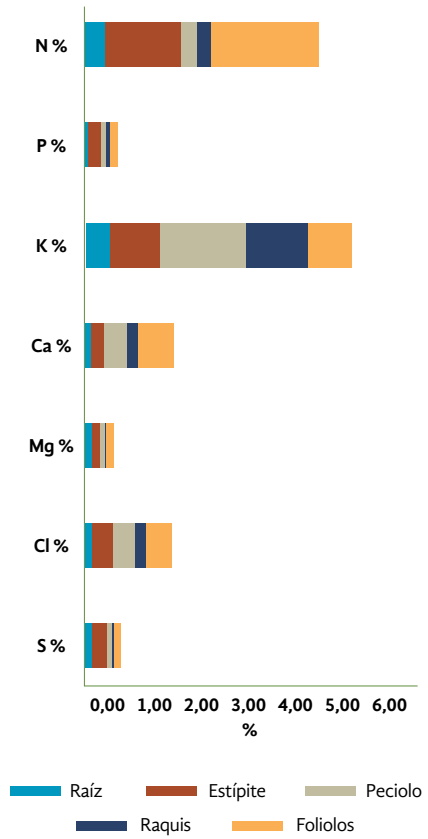
En nutrición de la palma, tecnologías para:

- Establecimiento y desarrollo de cultivos sostenibles (manejo de la nutrición de siembras jóvenes en áreas de renovación).
- Aprovechamiento de la física y biología del suelo.
- Manejo eficiente de la nutrición del cultivo (Figura 1).
- Cultivares eficientes en el uso de nutrimentos.

En procesamiento y valor agregado en la agroindustria, tecnologías para:

- Procesamiento de racimos y extracción de aceites de palma y palmiste, usando metodologías como determinación del potencial industrial de aceite PIA.
- Aseguramiento de la calidad de aceites de palma.
- Valoración de subproductos del procesamiento enmarcados en economía circular.

Figura 1. Absorción de nutrientes en las diferentes estructuras de la palma, estudio realizado en la Zona Suroccidental. Fuente: Informe de gestión de Fedepalma 2021



En optimización de procesos de la agroindustria, tecnologías para:

- Incremento de la productividad laboral.
- Información y seguimiento y toma de decisiones en cultivo y planta de beneficio (indicadores de productividad laboral, costos de producción para empresas *benchmark* de la agroindustria).
- Pronóstico de la producción (déficit hídrico y productividad).

Adopción tecnológica

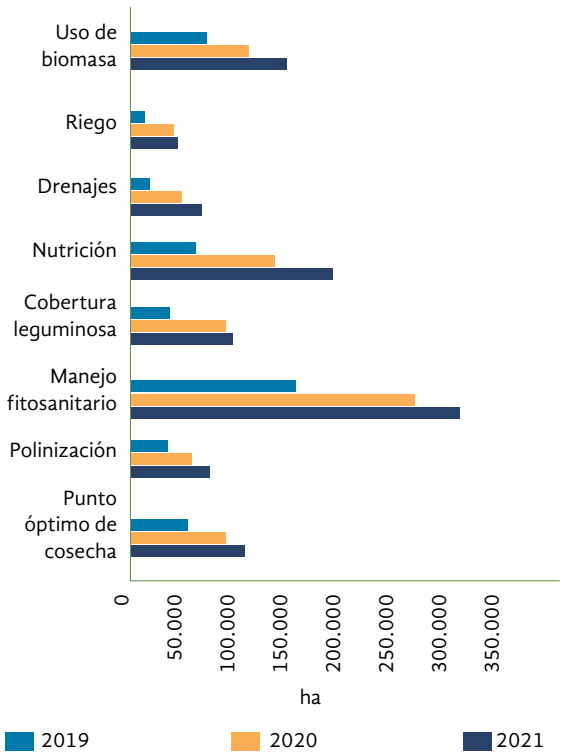
Esta surge de la necesidad de incrementar el establecimiento de mejores prácticas agrícolas y en planta de beneficio. En este sentido se reportan avances en cinco productos principales que contribuyen al acer-

camiento y conocimiento de los factores influyentes en dicha adopción:

- Productores caracterizados de acuerdo con las preferencias, la especificidad local y tecnológica (análisis socioecónomico de los productores bajo el enfoque cualitativo y cuantitativo).
- Adopción de tecnologías sostenibles en las diferentes zonas palmeras, donde se resaltan los resultados del impacto de las mejores prácticas agrícolas (MPA) (Figura 2). En lotes demostrativos de productores referentes especialmente de pequeña escala, la productividad promedio ponderada fue de 25,2 t RFF/ha al año, presentando una diferencia de alrededor 9,7 t RFF/ha respecto al promedio nacional (15,7 t/ha), que reporta el Sistema de Información Palmera (Sispa).
- Estrategias de comunicación en extensión según las características de las zonas palmeras.
- Fortalecimiento de los modelos organizativos a través de planes estratégicos y planes operativos con los Núcleos Palmeros y otros prestadores de servicios de asistencia técnica. De esta manera se finalizó en 2021 con la consolidación de 39 planes estratégicos y la formalización de 25 planes operativos, llegando a más de 90 % de los productores de pequeña y mediana escala. La inversión anual de esta estrategia alcanzó los 15.522 millones de pesos, de los cuales el Fondo de Fomento Palmero ha aportado a través de Cenipalma el 32 % y los Núcleos Palmeros el 68 % restante.
- Formación y capacitación sectorial, en la que se reportaron 433 actividades que contribuyeron a la formación de 2.335 personas en los temas correspondientes a las mejores prácticas agrícolas: 321 a la línea de adopción tecnológica participativa y 112 a otras líneas de investigación y extensión.

En 2021 se realizó el mayor esfuerzo para garantizar el seguimiento a las actividades con productores de pequeña, mediana y gran escala, y se fortalecieron de manera importante los eventos presenciales que permitieron compartir los resultados de las investigaciones, comunicar y transferir tecnologías, todas ellas tendientes a lograr una agroindustria competitiva y sostenible. También se lograron estos objetivos con los eventos virtuales como los seminarios de "Colombia Palmera en Línea", los de actualización técnica en cultivo de palma de aceite ICA-Cenipalma y la XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, los cuales permitieron el intercambio de experiencias

Figura 2. Implementación de tecnologías en zonas palmeras. Fuente: Informe de gestión Fedepalma 2021



entre productores del gremio, sin dejar de lado los seminarios de actualización de asistentes técnicos del sector palmero y diplomados virtuales. De esta manera, con ciencia, innovación y desarrollo, es posible encaminarse hacia una palmicultura con un nivel de conocimiento de los productores que avanzan hacia una agricultura específica por sitio; con modelos de transferencia productor a productor para escalar el acompañamiento y asistencia técnica; y con el uso de tecnologías de información, más monitoreo y seguimiento permanente; para así lograr cultivos más productivos, competitivos y sostenibles.

Indicadores de impacto

Nombre del indicador	Productividad RFF	Productividad APC
Forma de cálculo	t RFF/ha	t APC/ha
Meta	23 t/ha a 2023	5 t/ha a 2023
2021	15,74 t/ha	3,48 t/ha

Rendición de cuentas: Optimizar la rentabilidad palmera

Daniella Sardi Blum
Directora de Gestión Comercial
y Estratégica de Fedepalma

En 2021, la comercialización de la agroindustria de la palma de aceite se dio en un entorno caracterizado por:

- Los impactos climáticos negativos, que afectaron las cosechas de semillas de colza y girasol.
- La caída de producción de aceite de palma en Malasia, siendo la más baja en los últimos cinco años, en buena medida por las restricciones a la mano de obra extranjera.
- Las medidas proteccionistas, como la imposición de altos impuestos y cargas a la exportación de algunos países para garantizar su suministro de materias primas.
- La reactivación económica mundial y el aumento en la demanda pospandemia.
- La consolidación de mandatos de mezclas de biocombustibles en diferentes países.

Este entorno promovió que los precios internacionales del aceite de palma alcanzaran máximos históricos:

- El precio promedio del aceite de palma crudo en Malasia fue de 1.001 dólares por tonelada en 2021.
- El precio en el mercado de Europa, CIF Rotterdam, alcanzó los 1.207 dólares por tonelada (Figura 1).

Estas mejores condiciones de precios internacionales, el comportamiento de las ventas de aceite de palma en el mercado local y de exportación, y la devaluación del peso colombiano llevó a un aumento del precio medio de venta de los palmicultores de 63 %, llegando a 4.093.462 pesos por tonelada en 2021 (Figura 2).

Cumplimento del objetivo en 2021

La Unidad de Gestión Comercial Estratégica tiene como objetivo contribuir a optimizar la rentabilidad palmera, buscando un mejor ingreso para la agroindustria de la palma de aceite. Este objetivo se alcanzó en este año a través de varios logros enmarcados dentro de tres proyectos:

Figura 1. Precio internacional de aceite de palma crudo (enero 2020-diciembre 2021). Fuente: Reuters

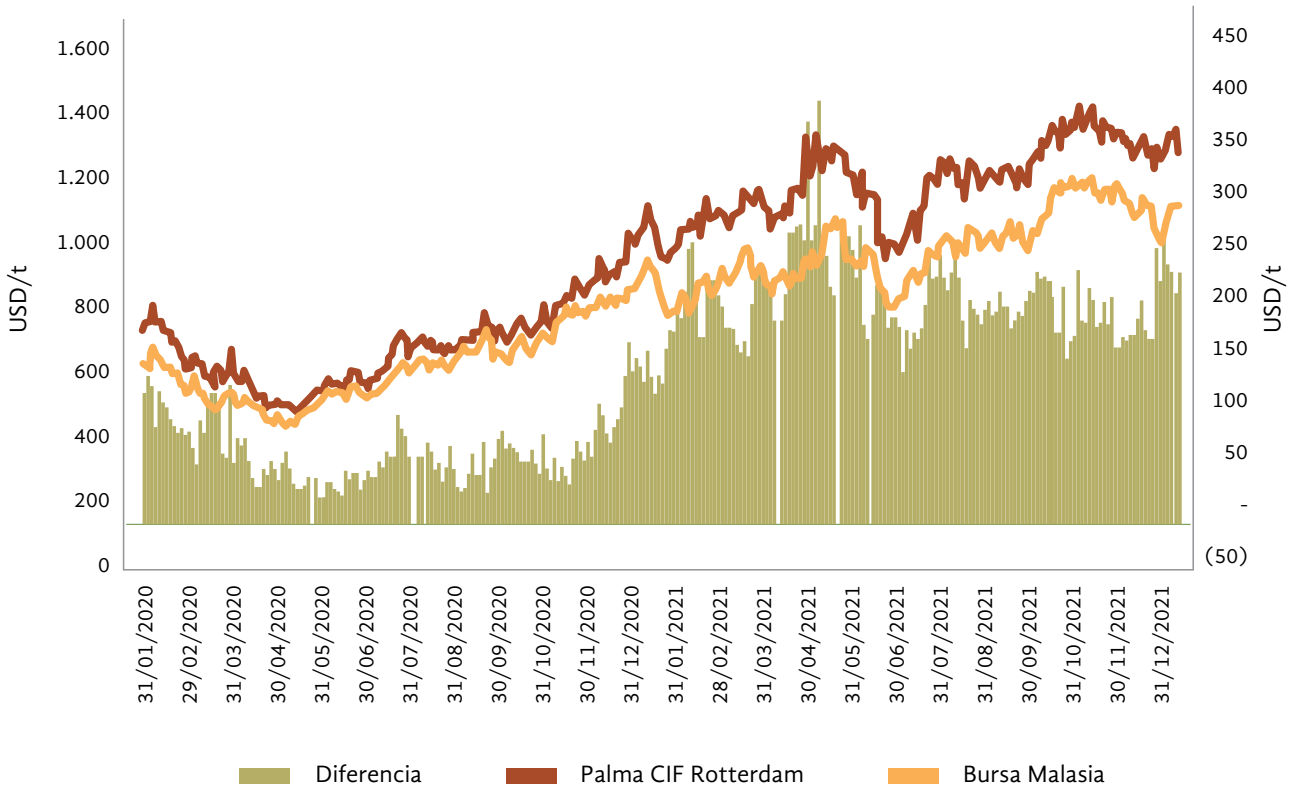
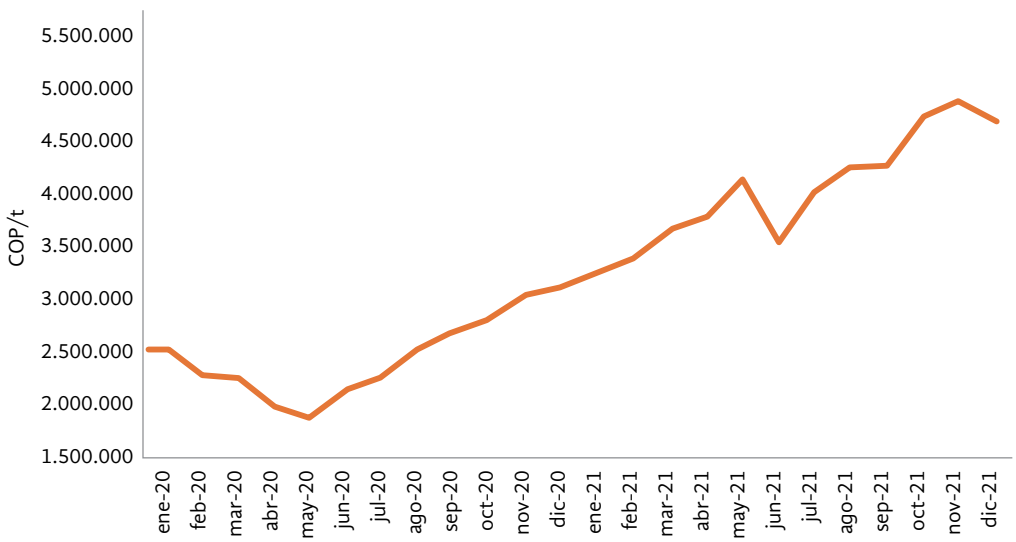


Figura 2. Evolución del precio medio de aceite de palma crudo 2020-2021 en Colombia



1. Gestión para la comercialización sectorial, en el cual el sector:

- Logró una mayor colocación de aceite de palma crudo en el mercado doméstico, llegando a 1.209.000 toneladas, incluso sustituyendo importaciones (Figura 3).
- Logró una comercialización fluida hacia el exterior con exportaciones de 528.000 toneladas, dirigidas principalmente a los mercados de la Unión Europea, Brasil y México.
- Generó ajustes de valor por aproximadamente 3.000.000 de dólares en las importaciones de aceites y grasas en el país, gracias al monitoreo permanente y la gestión sobre los flujos de comercio informal e ilegal de aceites y grasas.
- Realizó un Modelo de Costeo de la Operación Logística Multimodal, para el transporte de aceite de palma por vía férrea de La Dorada a Santa Marta, que permitió inferir mayores eficiencias y menores costos.
- Bajo una condición atípica, en la cual los mercados de exportación sesionaron y el mercado local compensó, el Fondo de Estabilización de Precios (FEP Palmero) continuó generando un ingreso remunerativo para el sector palmero colombiano, superior a los observados en países como Malasia e Indonesia que cuentan, al igual que Colombia, con políticas públicas de apoyo a la comercialización de los aceites de palma y sus derivados (Figura 4).
- Se llevó a cabo una defensa continua de los intereses del sector mediante una mesa técnico público-privada ante la Organización Mundial del Comercio (OMC), el análisis de la normativa de Debida Diligencia y el aporte de comentarios a diferentes iniciativas de carácter normativo, como la normativa europea RED III de energías renovables, el reglamento sobre las condiciones requeridas para el transporte aéreo sostenible y la Ley Forestal en Estados Unidos.

2. Mercadeo estratégico sectorial, en el cual:

- Se continuó con una estrategia de mercadeo sólida, dedicada a la promoción del consumo de aceites de palma 100 % colombianos, con una campaña nacional y un plan de medios integral que impactó a más de 39 millones de colombianos, obteniendo una recordación de la campaña de 86 %.
- Se realizaron activaciones en 16 ciudades del país, promoviendo el conocimiento, la preferencia y la

Figura 3. Ventas locales de aceite de palma por segmento

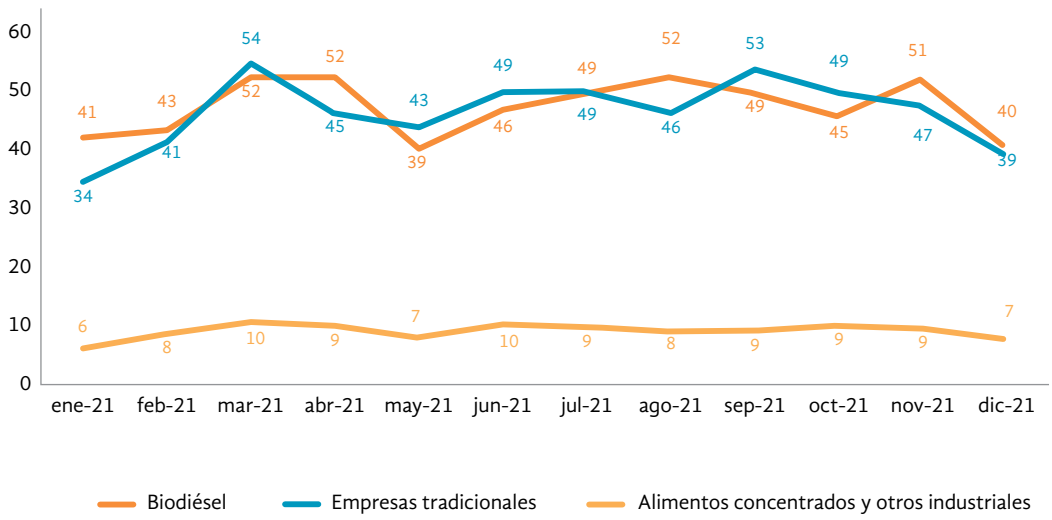
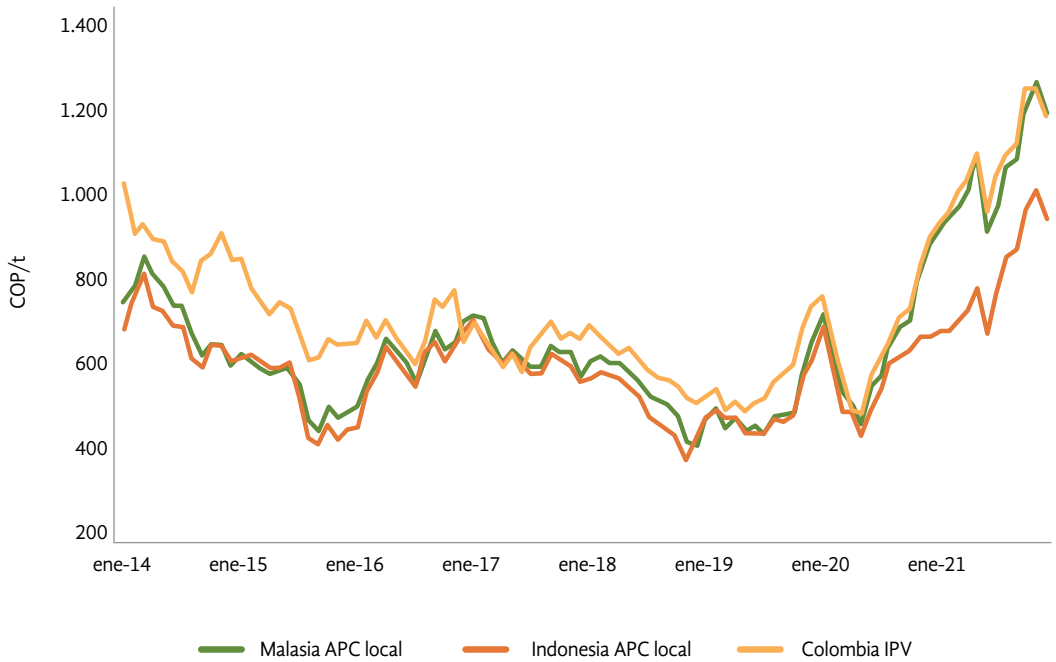


Figura 4. Evolución del precio local de aceite de palma en Malasia, Indonesia y Colombia



compra de las 28 marcas de los aceites de palma y mezclas con palma vinculadas al programa Plan Pioneros que tienen en sus etiquetas el sello Aceite de Palma 100% Colombiano.

- Se logró la vinculación de 8 plantas de beneficio a Palmero Compra Palma, alcanzando 30 Núcleos que representan más de 50 % de la producción nacional.
- Se participó en eventos, presenciales y virtuales, de carácter sectorial, institucional y gastronómico con el fin de promocionar los beneficios y el uso del Aceite de Palma 100% Colombiano.

3. Desarrollo de nuevos negocios, con el cual:

- Se logró el incremento del biodiésel en la mezcla a B12 entre abril y agosto, lo que, junto con el aumento en la demanda de diésel en el país, llevó a que las ventas de aceite de palma local para la producción de biodiésel fueran de 559.000 toneladas en 2021.
- Se realizó un análisis de viabilidad de la producción y uso de Diésel Renovable y Combustibles de Aviación Sostenibles (SAF por sus siglas en inglés), con resultados positivos para el sector.
- Se realizó la socialización sobre la metodología propuesta por la Sostenibilidad Internacional y de Carbono (ISCC por sus siglas en inglés) para certificar los aceites de desecho y residuales de la palma como aceites residuales que pueden ser comercializados como materias primas grasas de segunda generación y utilizadas para la producción de biocombustibles en la Unión Europea.
- Se realizó el Workshop: Oportunidades para el aceite de palma alto oleico con participación de 21 expertos y más de 200 participantes del sector.
- Se avanzó en la confirmación del potencial de generación de energía eléctrica a partir de la biomasa residual de la palma de aceite y el análisis de las opciones de interconexión.

Rendición de cuentas: Consolidar una palmicultura sostenible

Andrés Felipe García Azuero
Director de Planeación Sectorial y
Desarrollo Sostenible de Fedepalma

El trabajo realizado respecto al objetivo de Consolidar una palmicultura sostenible se explicará a través de la gestión hecha en cada pilar de la estrategia de sostenibilidad y sus respectivas líneas estratégicas:

Colombia origen sostenible

Línea estratégica

Consolidación del modelo colombiano de origen sostenible

- En 2020 se lanzó la norma de empresa NE-001 Producción de Aceite de Palma Sostenible de Colombia-Cultivo. En el año 2021 se elaboró la norma NE 002 Producción de Aceite de Palma Sostenible de Colombia-Planta de Beneficio.
- A partir de la definición de las dos normas, en 2021 se desarrolló y lanzó el Protocolo de Aceite de Palma Sostenible de Colombia y la Corporación APSColombia, el cual integra los instrumentos de validación y verificación de la norma.

Línea estratégica

Modelos de sostenibilidad ambiental, social, económica y estadística

- Se socializó la nueva *Guía ambiental para la agroindustria de la palma de aceite en Colombia*, a través de las Mesas Ambientales Regionales en las cuatro zonas palmeras.
- Se realizaron 8 Mesas Ambientales Regionales, 2 en cada zona palmera, en modalidad virtual y presencial y se contó con una participación total de 269 personas.
- Se realizó el estudio multitemporal (2011-2018): Cambio de cobertura en zona de influencia por cultivos de palma, sur del Meta y norte de Guaviare en conjunto con el Sispa y la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS). Se analizó un área de 2.395.896,30 hectáreas comprendidas en los municipios del sur del departamento del Meta como San Juan de Arama, Mapiripán, Vistahermosa, Puerto Rico y

Puerto Concordia; y del norte del departamento del Guaviare como San José del Guaviare.

- Se realizó el Análisis de la Visión y Estrategias de la Palmicultura Colombiana 2000-2022, el cual se desarrolló en cinco jornadas de trabajo con miembros designados por la Junta Directiva de Fedepalma, la Junta Directiva de Cenipalma, y miembros de los Comités Directivos de los Fondos Parafiscales; acompañados por el equipo técnico de Fedepalma y Cenipalma.
- Se actualizaron los costos de producción del sector a corte 2020, dando como resultado un costo promedio de producción por tonelada de racimos de fruta fresca de 296.521 pesos para *Elaeis guineensis* y 294.455 pesos para híbrido OxG; el estimado por tonelada de aceite de palma crudo es de 1.503.482 pesos para el primero y de 1.493.711 pesos para el segundo.
- Se actualizó el formato del Boletín Estadístico Mensual, el cual integra la información indicada en el Boletín Económico Trimestral y la versión anterior del Boletín Estadístico Mensual.

Línea estratégica

Fortalecimiento de la extensión y asistencia técnica integral

- Se inició la aplicación de la herramienta Índice de Sostenibilidad en cultivos, desarrollada para medir la adopción de las prácticas de sostenibilidad. Su implementación en campo se realizó en alianza con Solidaridad Network y su aplicativo Extension Solution, y con el apoyo del The Sustainable Trade Iniciative (IDH). Se aplicó la herramienta a 2.059 productores de las 4 zonas palmeras, lo cual representó un total de 169.042 hectáreas sembradas con cultivo de palma de aceite, a nivel nacional. Como resultado, se evidenció un Índice de Sostenibilidad promedio de 49 % de adopción de buenas prácticas de sostenibilidad.
- El equipo de Extensión lideró el desarrollo de la herramienta Índice de Sostenibilidad para planta de beneficio y realizó un piloto de aplicación de la misma con 8 plantas de beneficio de la Zona Norte, dando como resultado un índice de Sostenibilidad promedio de 88 % de la adopción de las prácticas de sostenibilidad.

Línea estratégica

Regiones palmeras resilientes

- Se publicó la *Cartilla básica de derechos humanos para productores de pequeña y mediana escala*, la cual presenta de manera concreta la importancia, el origen y los pilares del marco de los derechos humanos y empresa, de las Naciones Unidas.
- La Federación realizó la entrega formal del Informe sobre la afectación de la violencia a la agroindustria de la palma de aceite a la Comisión de Esclarecimiento de la Verdad, la Convivencia y la No Repetición (CEV). Adicional, se elaboró un documento más extenso que profundiza el contexto donde se desarrolla la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. La investigación llamada *Frutos que construyen*, recopila un gran número de testimonios de palmicultores víctimas de la violencia y visibiliza la resiliencia de los empresarios, productores y comunidades palmeras ante las adversidades.
- En convenio con Colpensiones se capacitó a 14 empresas palmeras en temas de formalización laboral e implementación del SG-SST. Adicional, se brindaron herramientas para accesos a la pensión y auxilios para la vejez. Se contó con la asistencia de más de 250 participantes de todas las zonas palmeras.
- Se desarrolló en conjunto con el CID Palmero la iniciativa Bibliotecas Sostenibles con muy buenos resultados (Figura 1).
- Se público la cartilla para la formalización laboral en el sector palmero, la cual tiene como objetivo orientar a los productores en el proceso de formalización. Aborda temas principales tales como: selección del personal, contratación, seguridad social, entre otros.
- Se realizó el diplomado "Promoción de la formalización del empleo, la seguridad y la salud en el trabajo", el cual contó con la participación de 523 personas de 152 empresas palmeras. Este, se ejecutó en alianza con la Organización Internacional del Trabajo (OIT), logrando la certificación de 206 colaboradores.
- Gracias a un acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural que trabaja en alianza con Développement International Desjardins

Figura 1: Cifras del proyecto Bibliotecas Sostenibles

(DID)-PROFEM-, se gestionó la capacitación de más de 50 mujeres del sector palmicultor, en el Programa Virtual de Educación Económica y Financiera para Mujeres y Jóvenes Rurales.

- Se gestionaron alrededor de 30 becas con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) para la capacitación a colaboradores de las empresas palmeras en la implementación de políticas de equidad y comité de género.

Mercados sostenibles

Línea estratégica

Posicionamiento de la marca de aceite de palma sostenible

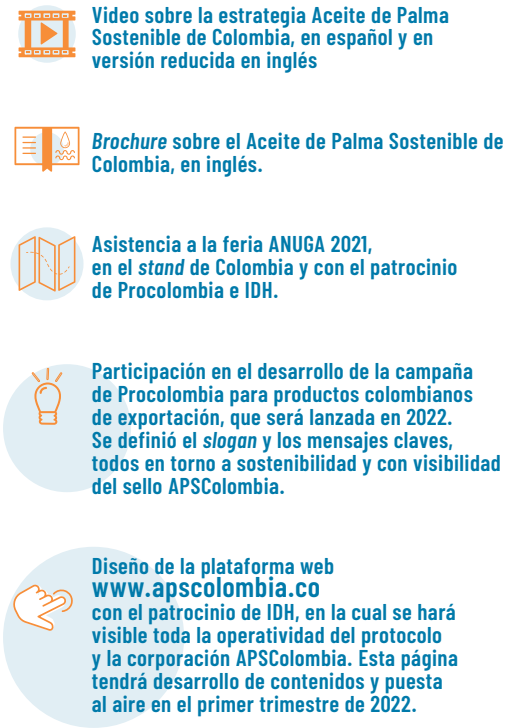
- Se desarrollaron diversas acciones conjuntas por parte de las direcciones de Gestión Comercial Estratégica y de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma (Figura 2).

Línea estratégica

Fortalecimiento de la comercialización del Aceite de Palma Sostenible de Colombia

- Se desarrolló la primera fase del piloto de validación del esquema de certificación de bajo riesgo de ILUC en Palmeras de la Costa S. A.
- Se continuó trabajando en el proyecto para desarrollo de un modelo sectorial de trazabilidad, conjuntamente entre el Área de Comercialización Sectorial y el Programa APSColombia.

Figura 2: Acciones para el posicionamiento del aceite de palma sostenible de Colombia



Línea estratégica

Innovación y nuevos mercados

Se desarrollaron:

- Estudios para el aumento de la producción de metano en el sistema de tratamiento de aguas (STAR) por la codigestión de tusa.

- Estudio del potencial energético de diferentes escenarios de generación de energía con biomasa de palma.
- Módulo de cogeneración de energía con biomasa para su uso eficiente, incluido en la calculadora de carbono elaborada por el Programa de Procesamiento y Valor Agregado.
- Estudios sobre la viabilidad técnica de la incursión del uso de tusa como combustible para caldera.
- Metodologías para la caracterización de la biomasa de palma.
- Diseño del proceso para la fabricación de biocarbón de cuesco de palma para la adsorción de contaminantes.
- Estudios prospectivos sobre la intensificación agrícola en la Orinoquia y el establecimiento de cultivos energéticos para mitigación de emisiones de GEI y estrategia para el cumplimiento de las metas pactadas por el país en el Acuerdo de París.

Gobernanza para la sostenibilidad

Línea estratégica

Marco institucional y normativo

En materia de sostenibilidad ambiental se destacan:

- Modificación a la norma de reúso de aguas residuales tratadas.
- Nueva norma para vertimientos de Aguas Residuales Domésticas Tratadas (ARD-T) al suelo.
- Acercamientos y espacios de trabajo con cuatro Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) prioritarias para el sector.

En materia de sostenibilidad social se destacan:

- Seguimiento a 29 normativas o proyectos de ley correspondientes a los temas laborales, tierras y derechos.

En materia de sostenibilidad económica se destacan:

- Estrategia de relacionamiento con el sector financiero. Esta estuvo compuesta por un encuentro nacional y cuatro jornadas de campo regionales.
- Socialización de esta Línea Especial de Crédito para erradicar las hectáreas de palma de aceite afectadas por la Pudrición del cogollo (PC) y la Marchitez letal (ML), a través de encuentros con palmicultores y de infografías divulgadas por los canales de comunicación de la Federación.
- Construcción de una serie de propuestas que fueron presentadas al Gobierno Nacional, con el objetivo de que la palmicultura participe activamente en la reactivación económica.

Línea estratégica

Posicionamiento del sector palmero en sostenibilidad

Indicador	Fórmula	Meta 2023	Resultado 2021	Número de empresas según el estándar de sostenibilidad 2021
Producción APC certificada o verificada bajo estándares de sostenibilidad	Toneladas de APC producidas y con certificación o verificación/toneladas de APC totales producidas	75 %	26,3 %	RSPO: 28 ISCC: 24 RAC: 4

Rendición de cuentas: Fortalecer la institucionalidad sectorial

Juan Fernando Lezaca Mendoza
Director de Asuntos Institucionales de Fedepalma

La Federación continuó con el trabajo de defensa y representación gremial en los ámbitos regional, nacional e internacional y con la consecución de nuevas fuentes de financiación para los programas y proyectos de interés sectorial; la gestión de la imagen y la reputación del sector y de la Federación; y el fortalecimiento institucional y de la organización, los cuales constituyen los principales elementos que se abordarán aquí.

Paro nacional

- En la etapa crítica, más de 52 plantas de beneficio (de las 67 en operación en ese momento) se vieron afectadas. La mayoría de ellas por los cierres y bloqueos de las vías, y las que más sufrieron, con cierre permanente de sus operaciones. Las zonas con mayores afectaciones fueron las de Tibú, el sur del Cesar, Santander y los Llanos Orientales.
- El gremio, en coordinación con otras organizaciones gremiales, tuvo una activa participación a través del seguimiento y cuantificación del impacto del paro en el sector (cerca de 160.000 millones de pesos), del reporte y apoyo a diferentes autoridades nacionales y regionales en las situaciones presentadas en cada región y de la búsqueda de soluciones para solventarlas exitosamente. Fue posible mitigar y resolver las afectaciones del paro, que hubieran tenido un mayor impacto sin el trabajo conjunto entre palmeros, autoridades y Federación.

Representación a nivel internacional

- Fedepalma continuó siendo miembro de la Alianza Europea del Aceite de Palma (EPOA), una iniciativa empresarial de los refinadores y productores de aceite de palma, cuyo objetivo es impulsar la

transformación del mercado y apoyar las iniciativas comprometidas con el aceite de palma sostenible en toda Europa. La Federación estuvo presente en las diferentes instancias donde se establecieron estrategias y acciones enfocadas en transformación del mercado europeo, la sostenibilidad, la salud y nutrición y la comunicación a los principales grupos de interés.

Se continuó trabajando a través de EPOA en la visibilidad del aceite de palma de Colombia como único y diferenciado. Se atendieron los principales frentes de trabajo, como:

- El establecimiento de la Debida Diligencia como norma obligatoria para acceder al mercado de la Unión Europea.
- La no discriminación para ningún aceite vegetal y la igualdad de condiciones para todas las partes interesadas y productos básicos.
- No implementar barreras comerciales ni cargas administrativas.
- Reconocer y aprovechar las normas voluntarias y las iniciativas nacionales existentes, como nuestro Programa de Aceite de Palma Sostenible de Colombia.
- Y la entrega de información veraz y prevención de un etiquetado verde engañoso a los consumidores.

Nuevas fuentes de recursos

- El apalancamiento de nuevos recursos de cooperación internacional y nuevas fuentes. En 2021, Fedepalma gestionó la formulación, búsqueda de recursos y ejecución de iniciativas de impacto sectorial orientadas a la sostenibilidad, la trazabilidad de la cadena de valor y la analítica de datos para la toma decisiones por valor de 2.552 millones de pesos. Esta labor se realizó con la consolidación de alianzas estratégicas con cooperantes nacionales e internacionales como IDH, Herencia VL, Solidaridad, GIZ, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, entre otros.

Actualmente, la Federación participa en el desarrollo de 7 iniciativas de impacto sectorial con un potencial estimado de financiación de 48.000 millones de pesos en temáticas relacionadas con el aceite de palma sostenible, la calidad y usos de los aceites de palma, la transformación digital, la conservación del agua y paisajes biodiversos, la reducción de GEI y la economía circular. Se sigue trabajando firmemente para fortalecer las alianzas con ONG, gobiernos y fondos de cooperación para acelerar las iniciativas a través de estas nuevas fuentes.

Gestión gremial con los palmicultores

- Se continuó desarrollando la labor de registro y afiliación a la Federación, por la cual es fundamental para fortalecer la institucionalidad a través de una representación sólida y fuerte.

a. Se cuenta con más de 6.800 productores registrados, que representan un área cercana a las 460.000 hectáreas, de las cuales se destaca que más de 91 % del área registrada se encuentra en producción.

b. El año cerró con un incremento neto de 23.006 hectáreas registradas, continuando la labor de identificación y registro como elemento esencial de la representatividad del sector.

c. En cuanto a la producción de aceite cabe señalar que más de 82 % proviene de las plantas de beneficio afiliadas a la Federación.

- Durante 2021, en los eventos estatutarios, el sector contó con un nivel de participación superior a 80 % del universo estimado para los palmicultores registrados y de 50 % para los palmicultores afiliados (Figura 1).

Gestión de comunicaciones

- En 2021 se lanzó la versión digital del boletín *El Palmicultor*, como la primera publicación en este formato. Este hito sienta las bases para simplificar y unificar los canales y contenidos que produce la Federación y continuar fortaleciendo su desarrollo y la estrategia digital, de forma que sea más fácil, moderna y efectiva la comunicación con los palmicultores. Esta publicación, en su nuevo formato, se encuentra disponible en: //elpalmicultor.fedepalma.org/
- Se continuó con un crecimiento sostenido de las redes sociales de Fedepalma y Cenipalma, y un

Figura 1. Universo total de votos para los eventos gremiales (el Congreso Nacional y la Asamblea General). Fuente: Informe de Gestión Fedepalma 2021

Año***	Total de votos* de palmicultores registrados	Total de votos* de palmicultores afiliados	Total de votos de palmicultores no registrados**	Universo total de votos
2021	8.154.530	5.073.948	2.049.754	10.204.284

* Votos: suma de los votos de área, RFF, capacidad y APC producido
** Estimación de votos sobre área no registrada
*** Cifras finales del Congreso 2021

aumento importante en el número de seguidores y su nivel de compromiso.

Impacto en la imagen y reputación

- En 2021 con la firma FTI Consulting se evaluó, por medio de una encuesta, los niveles de conocimiento, familiaridad, favorabilidad, confianza y defensa y promoción del sector en la población general y las comunidades aledañas a los municipios palmeros. También se consultó a los palmicultores sobre sus niveles de satisfacción con la Federación.

a. En la población general el sector palmicultor se debe reforzar su reputación e imagen. Frente a otros sectores existen oportunidades de mejora en los niveles de familiaridad y se tiene un posicionamiento de imagen débil. A pesar de que el 81 % dice conocer el sector, tan solo el 34 % tiene una imagen positiva.

b. En las comunidades aledañas a los cultivos, el sector no solo es el de mejor percepción, sino que su calificación mejoró frente a la medición de 2017 (Figura 2).

c. De otro lado, al evaluar a Fedepalma, el 80 % de sus afiliados reconocen sus beneficios, calificando

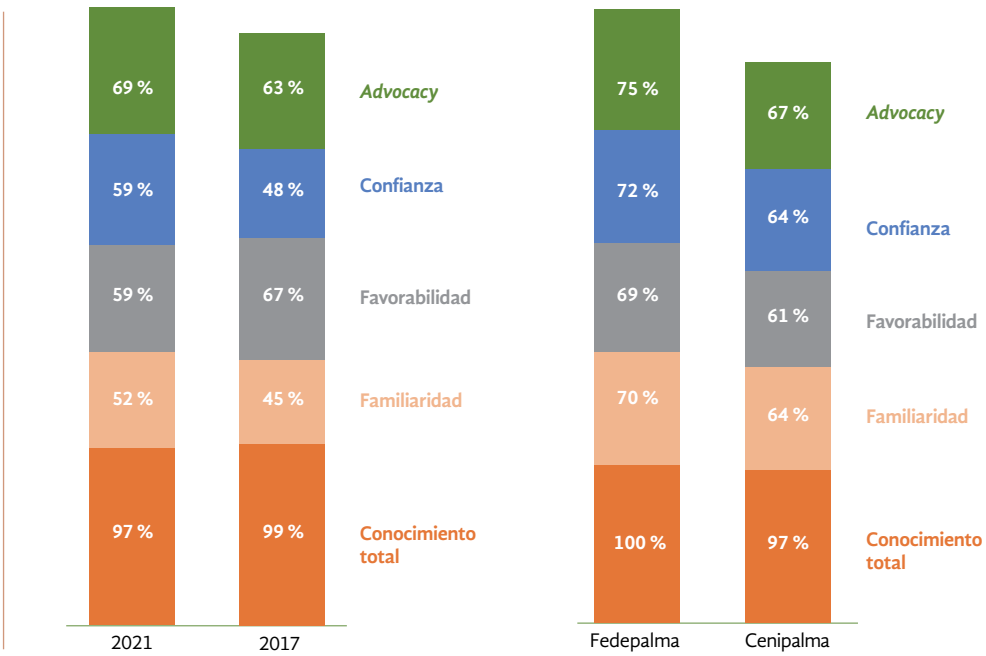


Figura 2. Resultados generales de la encuesta de FTI Consulting

como buena o excelente su gestión. Sin embargo, frente a la evaluación anterior se presenta una disminución en esta medición con respecto a las anteriores en cuanto a imagen favorable.

Sin duda se identifica una oportunidad de mejora en este ítem en el que se necesita que todos los afiliados se sientan debidamente representados por la Federación y perciban un mejor servicio y afinidad con el gremio.

d. La satisfacción general es menor este año (índice de sat: 70,7) frente a la medición de 2017 (índice de sat: 78,9).

Gestión regional

- A partir del segundo trimestre de 2021, la gestión regional comenzó a retornar a la presencialidad, pero aprovechando la virtualidad de forma que se pudiera atender mejor la diversidad de frentes de acción en desarrollo. Los delegados gremiales regionales siguieron con el trabajo de la agenda, priorizada en el marco de los comités regionales del entorno competitivo de cada una de las zonas. En ella, se establecieron los temas más relevantes a tratar en los frentes de infraestructura, medioambiente, impacto con las comunidades y gestión ante las autoridades locales.

Algunos hitos en la Zona Norte

- Construcción en campo y protocolización del Desarrollo de Pactos de Producción, Protección e Inclusión (PPI) en dos *landscapes* en Colombia, Cesar y Magdalena.

- Gestión ante la Gobernación del Magdalena para la elaboración del Plan Maestro de Enfermedades y Plagas.

- Proyecto sobre el *Fortalecimiento de capacidades en el manejo integrado fitosanitario del cultivo de la palma de aceite*, en los municipios de Aracataca y Fundación en el departamento del Magdalena. Por un valor de 5.666 millones de pesos, está a la espera de que sea presentado por la Gobernación en el OCAD Paz (gestión gremial por parte de Fedepalma-apoyo técnico por parte de la Coordinación Fitosanitaria de la Zona Norte de Cenipalma).

- Apoyo regional al proyecto *Conservación y uso sostenible de la Ciénaga Grande de Santa Marta* (donante GEF, punto focal: Minambiente orientación técnica y estratégica, agencia implementadora: Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y agencia ejecutora: INVEMAR USD 8.219.178).

Para destacar en la Zona Suroccidental

- Se avanzó en el acompañamiento y seguimiento a la gestión para la terminación de la vía binacional Candelillas-Río Mataje, que ya está en funcionamiento. Para la vigencia 2022, se realizarán las labores correspondientes para el adecuado funcionamiento del comercio transfronterizo.

- En 2021 se logró el diseño y puesta en marcha del *Plan de Formalización de Productores de Tumaco*, como una apuesta gremial e institucional para lograr la identificación y trazabilidad de los todos los productores de aceite de palma de la región, y así alcanzar una mayor competitividad. El plan se puede convertir en un modelo para otras zonas palmeras del país.

Lo destacado en la Zona Central

- Se estructuró el Clúster de Palma para Norte de Santander, el primero articulado entre la Cámara de Comercio de Cúcuta, los palmicultores del departamento, las plantas de beneficio, entidades públicas como gobernaciones, alcaldías, comisiones de competitividad, agencias de inversión, la academia, así como también Cenipalma, con un gran liderazgo desde Fedepalma.

- Procolombia seleccionó la propuesta de palma para financiar la estructuración del clúster en el Magdalena Medio. La intención es lograr una visión futura consolidada entre los diferentes entes territoriales de la región, que va alineada con la estrategia nacional de Fedepalma.

- Se consiguió que la palma quedara como la primera cadena productiva dentro de las 27 priorizadas para Norte de Santander en el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación Agroindustrial Colombiano (PECTIA), así como también dentro de las primeras 8 para el departamento de Santander.

- Se mantuvo el contacto con los entes de investigación, logrando el acercamiento del Instituto Colombiano de Petróleo (ICP) a Cenipalma para firmar un convenio marco que incluye los pilotos de *fracking* en Puerto Wilches. Se establecieron unas mesas de trabajo ambiental, social y técnica, para el debido acompañamiento de este proyecto.

Lo destacado en la Zona Oriental

- Fedepalma fue escogido por unanimidad para representar al sector agrícola y pecuario ante el Comité Ejecutivo de la Subcomisión Agropecuaria de la Comisión Regional de Competitividad e Innovación del Meta, para revisar proyectos y políticas públicas que favorezcan al sector.

- Se logró que Fedepalma quedara seleccionado para participar en el programa Yopal Cómo Vamos, de la Cámara de Comercio de Casanare, que es modelo de cooperación interinstitucional y de participación ciudadana en las principales ciudades de Colombia y Latinoamérica.

- La Zona Oriental continúa siendo la única con mesas de trabajo permanentes con las CAR de su jurisdicción (Cormacarena y Corporinoquia), para revisar los trámites ambientales pendientes del sector palmicultor.

Rendición de cuentas: Gestión Financiera

Cristina Triana Soto
Directora de Servicios Compartidos

A continuación, se resumen los aspectos relevantes ocurridos durante el año 2021, los cuales permiten seguir consolidando la situación financiera que ha presentado la Federación durante los últimos años.

La gestión financiera y los procesos asociados a la misma son evaluados permanentemente por la Revisoría Fiscal, ejercida por la firma Crowe CO S. A. S., quien evaluó y emitió concepto adecuado sobre el Sistema de Control Interno y sin observaciones sobre los Estados Financieros; situación que consideró la Junta Directiva para aprobar los mismos, de acuerdo con lo establecido en los estatutos de la Federación.

De los estados financieros específicamente se resalta el volumen de activos por $ 100.567 millones de los cuales $ 29.022 millones son corrientes. En cuanto a los pasivos, es importante destacar la disminución del 38 % equivalente a $ 5.469 millones respecto a 2020, de otra parte, el patrimonio asciende a $ 91.807 millones, confirmando la solidez financiera, coherente con las perspectivas estratégicas planteadas, específicamente en lo relacionado con la viabilidad y sostenibilidad financiera de las organizaciones gremiales.

Estado de resultados integrales por operación

Al cierre de 2021, como resultado de sus actividades, el excedente consolidado ascendió a $ 3.349 millones, superior en 15 % frente al cierre de 2020, el cual se desagrega en actividades asociadas a la operación gremial, que obtuvo como resultado $ 821 millones de excedente operacional en 2021, y el excedente del Fondo Especial de Respaldo Institucional (FERI), por valor de $ 2.528 millones, inferior en 56 % respecto del año 2020.

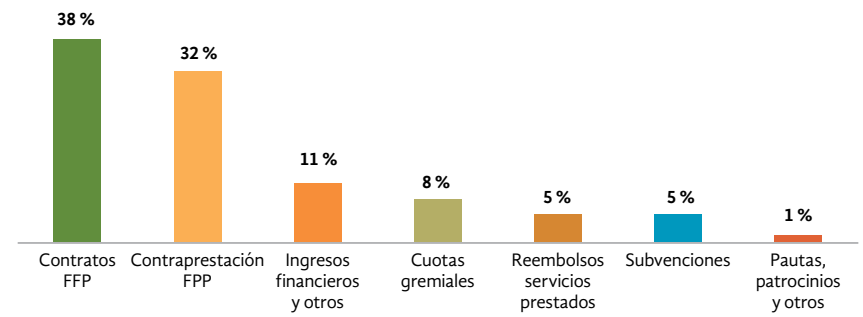
Bajo el marco expuesto, se presenta el estado de resultados consolidado y desagregado por operación gremial y Fondo Especial de Respaldo Institucional (FERI):

Estado de resultados integrales por operación gremial y FERI Expresado en millones de pesos			
Concepto	**Operación gremial**	**Operación FERI**	**Total Fedepalma**
Ingresos ordinarios	29.718	2.434	32.152
Costos	(11)	0	(11)
Resultado bruto	**29.707**	**2.434**	**32.141**
Gastos de administración	(31.458)	(660)	(32.117)
Resultado operacional	**(1.751)**	**1.775**	**24**
Otros gastos	(123)	0	(123)
Otros ingresos	2.802	1.341	4.143
Resultado no operacional	**928**	**3.116**	**4.044**
Ingresos/costos financieros, neto	(108)	(588)	(696)
Resultado del ejercicio	**821**	**2.528**	**3.349**

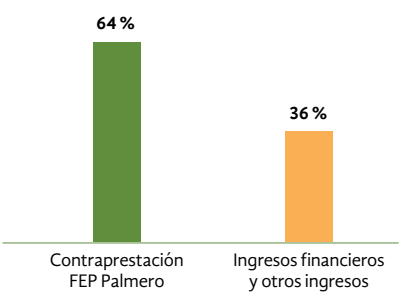
A continuación, se presenta el desagregado de los ingresos y egresos de Fedepalma al cierre del año 2021:

Ingresos

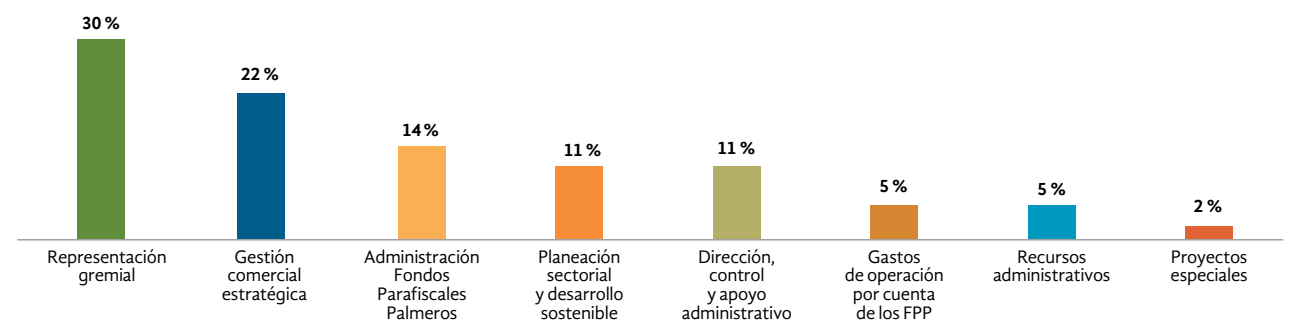
Operación gremial



Operación FERI



Egresos



Estado de situación financiera por operación

Activo

A 31 de diciembre de 2021, los activos de Fedepalma totalizaron $ 100.567 millones, los cuales registraron un decrecimiento de 2 % respecto al valor del cierre de 2020, compuestos por: activo corriente por $ 29.022 millones, con una participación del 29 % en el total de activos, el cual disminuyó en 8 % frente al saldo registrado en 2020 con $ 31.393 millones; y activo no corriente por $ 71.545 millones, con una participación de 71 % en el total de activos.

Pasivo

El pasivo consolidado de Fedepalma asciende a $ 8.760 millones, menor en $ 5.469 millones frente al cierre de 2020. Dentro de las obligaciones se destacan: los pasivos corrientes que representan un 59 % del total de los pasivos por $ 5.166 millones, los cuales disminuyeron con respecto a 2020 en un 20 % equivalente a $ 1.264 millones; y los pasivos no corrientes, que representan un 41 % del total de los pasivos con $ 3.595 millones, con una disminución de $ 4.204 millones en 54 % con respecto al año 2020.

Fondo Social

El Fondo Social consolidado de Fedepalma alcanzó un valor patrimonial de $ 91.807 millones con un aumento de 4 % en el año 2021, distribuido en $ 20.462 millones de la operación gremial y $ 71.345 millones del Fondo Especial para Respaldo Institucional (FERI). Los valores mencionados incluyen los excedentes generados de cada una de las operaciones en 2021.

Una vez planteada la estructura financiera de Fedepalma, a continuación se presenta el estado de situación financiera al cierre de 2021 comparado con el año 2020:

La situación planteada anteriormente, da cuenta del manejo transparente, eficiente y eficaz de los recursos de Fedepalma, lo cual ha permitido a través de los años consolidar la situación financiera de la Federación.

Estado de la situación financiera por operación gremial y FERI
Expresado en millones de pesos

	Operación gremial	Operación FERI	Total Fedepalma	
Activo	**2021**	**2021**	**2021**	**2020**
Activo corriente	20.232	8.790	29.022	31.393
Activo no corriente	4.099	67.446	71.545	71.294
Total activo	**24.331**	**76.236**	**100.567**	**102.687**
Pasivo				
Pasivo corriente	3.869	1.296	5.166	6.430
Pasivo no corriente	-	3.595	3.595	7.799
Total pasivo	**3.869**	**4.891**	**8.760**	**14.229**
Patrimonio				
Fondo Especial para Respaldo Institucional	-	67.897	67.897	62.172
Fondo para el Desarrollo Gremial	19.641	-	19.641	22.458
Revaluación del patrimonio	-	920	920	920
Resultado del periodo	821	2.528	3.349	2.908
Total patrimonio	**20.462**	**71.345**	**91.807**	**88.458**
Total pasivo y patrimonio	**24.331**	**76.236**	**100.567**	**102.687**

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 Cenipalma

Documento elaborado por Juan Felipe Castellanos,
Especialista Secretaría General

Fedepalma y Cenipalma

Después de dos años de reuniones virtuales, el 3 de junio de 2022 se celebraron, en Neomundo Centro de Convenciones en Bucaramanga, las Sesiones Estatutarias Conjuntas del L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, la L Asamblea General de Fedepalma y la XXXII Sala General de Cenipalma.

Estas Sesiones dieron cierre a la edición cincuenta del Congreso Palmero, que bajo el eje temático *Cosechando historia, sembrando futuro* permitió conmemorar las seis décadas de trabajo de Fedepalma.

Como en los años anteriores, los equipos de Fedepalma y Cenipalma hicieron entrega a la comunidad palmera de los informes de gestión y de labores, y los estados financieros de las entidades gremiales y de los Fondos Parafiscales Palmeros correspondientes a la vigencia 2021, para lo que se llevaron a cabo tres sesiones de rendición de cuentas durante la última semana de mayo, las cuales están disponibles para consulta en el canal de YouTube de Fedepalma y el micrositio del Congreso en la página web de la Federación.

En el marco de esta reunión se realizaron las elecciones de la Junta Directiva de Fedepalma y los Miembros Palmeros del Comité Directivo de los Fondos Parafiscales Palmeros, ambos para los periodos 2022-2024, proceso que fue auditado técnica y operativamente por la firma Crowe Co S. A. S., la cual actuó también como escrutadora de los resultados.

La Junta Directiva de Fedepalma, periodo 2022-2024 quedó conformada así:

Por Circunscripción Zonal

1. María del Pilar Pedreira González	Oriental
2. Catalina Restrepo Rada	Central
3. Alberto Mario Lacouture Pinedo	Norte
4. Carlos Alberto Corredor	Suroccidental

Por Circunscripción Nacional

5. Luis Fernando Jaramillo Arias
6. Mauricio Acuña Aguirre
7. Harold Eder Garcés
8. Luis Fernando Herrera Obregón
9. Bernardo Atehortúa Arango
10. Justo Aníbal Vásquez Durán
11. Jaime Alberto Gómez Muñoz
12. Santiago Jaramillo Villegas
13. María Emma Núñez Calvo
14. Carlos José Murgas Dávila
15. Luis Francisco Dangond Lacouture
16. León Darío Uribe Mesa
17. Manuel Julián Dávila Abondano
18. José Ernesto Macias Medina

Los representantes de los palmicultores al Comité Directivo de los Fondos Parafiscales Palmeros para el periodo 2022-2024 son en su orden:

Zona	Principales	Suplentes
Oriental	Juan Carlos Morales Arango	Pedro José Gonfrier Franco
Central	Carlos Andrés de Hart Pinto	María Angélica Matiz Gómez
Norte	Alfonso Dávila Abondano	Jaime Gregorio Vives Pinedo
Suroccidental	Juan Alberto Laverde Ardila	Juan Camilo Rebage Soto

Cabe señalar que la columna denominada como "suplentes" registra los nombres de los candidatos que en caso de inhabilidad o impedimento, renuncia a la designación o vacancia definitiva del cargo por parte del "principal", asumirán las funciones por el término restante del periodo para el que fueron elegidos.

Por último, los participantes del Congreso Nacional definieron los lineamientos de inversión de los recursos provenientes del Fondo de Fomento Palmero para la vigencia 2023.

Fedepalma y Cenipalma reafirman su decidido compromiso en el desarrollo de espacios de interacción gremial y sectorial y por continuar trabajando por una palmicultura colombiana productiva, competitiva y sostenible.

El arte de las posibilidades

Catalina María Restrepo Rada
Presidenta de la Junta Directiva de Fedepalma

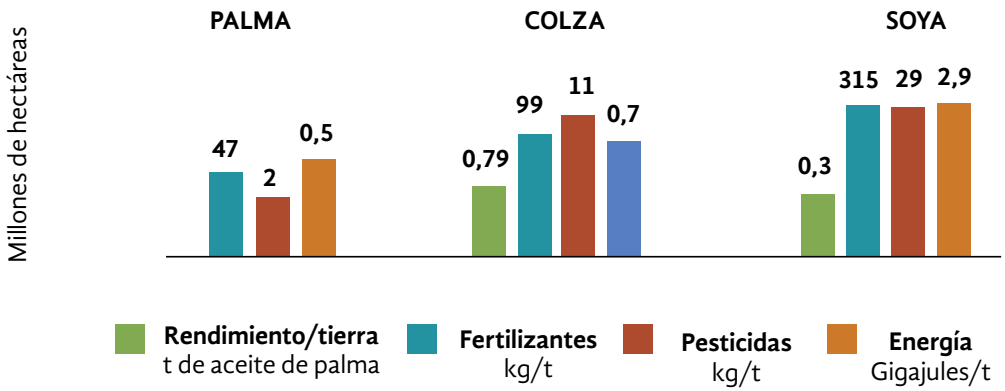
No es casualidad que hoy nos encontremos en la zona centro el país, una de las cunas de la palmicultura en Colombia. En esta región, hace más de 65 años se reunieron empresarios visionarios y le apostaron en grande al cultivo de la palma de aceite, del cual poco se conocía y que tan solo contaba con unas semillas desarrolladas de manera intuitiva en el suroccidente y en la zona norte de Colombia.

Alguien dijo "el optimismo es la fe que conduce al éxito". Y con optimismo, los pioneros de la palma asumieron el reto de generar un nuevo sector económico; con optimismo, nuestros empresarios han convertido las crisis en oportunidades; y con optimismo, estamos hoy reunidos, reflexionando sobre las posibilidades y el futuro que soñamos para nuestro sector.

La palma de aceite es el cultivo que ofrece más oportunidades de crecimiento en Colombia, pues el aceite de palma y su cultivo es el más eficiente en el mundo en convertir la energía solar en energía de combustión (Figura 1). De igual forma, sus plantaciones son las que menos fertilizantes, agroquímicos y agua utilizan por tonelada producida. Y en los últimos 30 años, el aceite de palma ha crecido su participación en el mercado de aceites y grasas de 15 % a 36 %.

Colombia, solo tiene una participación de 2 % en el mercado mundial de aceite de palma, el cual suma 83 MM de toneladas. Dada nuestra cercanía a los mercados de Estados Unidos y Europa tenemos la posibilidad de aumentar nuestras ventas a 11 millones de toneladas, eso significa 6 veces nuestra

Figura 1. Eficiencia energética de la palma



producción actual. Para conquistar estos mercados, se nos presenta como nuestro principal objetivo mejorar nuestra productividad.

Es hora de hacer realidad el ejercicio de visión 2020 realizado a comienzos de siglo, que aspira a cinco toneladas de aceite por hectárea. Ya existe el paquete tecnológico para lograrlo y sus resultados son una realidad.

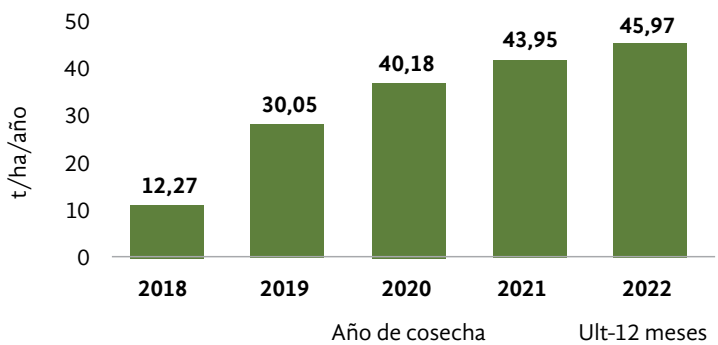
Es así como en todos los lugares de Colombia hay plantaciones con excelentes producciones. Todo empieza con un buen diseño de cultivo y continua con unas labores hechas con disciplina y rigurosidad en los que se incluye el uso de biomasa, la fertilización balanceada, la excelente polinización asistida y la revisión sanitaria constante (Figura 2).

Rompiendo muchos paradigmas tanto en el sector como en la agricultura en general, hoy existen cultivos en el Casanare de 6 años, produciendo 33 toneladas por hectáreas, los cuales fueron sembrados en terrenos que anteriormente eran sabanas inundables dedicadas a una ganadería extensiva, en el mejor de los casos. Y ejemplos parecidos se replican en la altillanura, el Vichada y por toda nuestra geografía.

Hoy podemos decir con orgullo, que la palmicultura ha logrado ser inclusiva; el 85 % de nuestros cultivadores son pequeños agricultores y hay pro-

Figura 2. Ejemplo de productividad finca La Pastrana, Mutatá Antioquia (Núcleo Bioplanta)

Productor: Adolfo Sepúlveda
Finca: La Pastrana, Mutatá Antioquia
Área: 67 ha
Siembra: mayo de 2015
Núcleo: Bioplanta



ductores que sobrepasan las 46 toneladas de fruto de palma promedio-plantación. Estos, muchas veces combinan la palma con cultivos de maíz o maracuyá, y con peces, cerdos, gallinas…, todo un modelo de agricultura multipropósito y circular.

Y es nuestra responsabilidad seguir estos ejemplos, actuar unidos y con generosidad como palmeros. Que los más productivos acompañen y capaciten a los que tienen oportunidades de mejora y que maximicemos nuestros resultados de forma conjunta.

Cuando pensamos en productividad debemos tener en cuenta el mercado internacional y las posibilidades que ofrece. Quién iba a imaginar que empresarios colombianos producirían los jabones de la familia real inglesa, comida de bebés en Australia y construirían refinerías en Estados Unidos para crear aceites suaves y tropicales. Sí. Todos ellos producidos, con Aceite de Palma 100% Colombiano.

En materia de captura de carbono y agricultura regenerativa, también se abre un mundo de posibilidades. Hay palmeros desarrollando un modelo de biofábrica, la cual combina tecnología y biología para ofrecerle a los productores un paquete técnico alternativo que permita evolucionar un cultivo hacia una agricultura regenerativa que cuida la salud del suelo. Con este tipo de agricultura podemos comercializar bonos de captura de carbono que actualmente se tranzan en el mercado a 150 euros la tonelada.

Pensando más allá de nuestra cerca y sector, encuentro también oportuno trasmitir una voz de optimismo al país, un optimismo que quiere resaltar el progreso que hemos tenido como nación, inspirar en las posibilidades que tenemos de mejorar y trasmitir el orgullo que sentimos por lo que hemos creado.

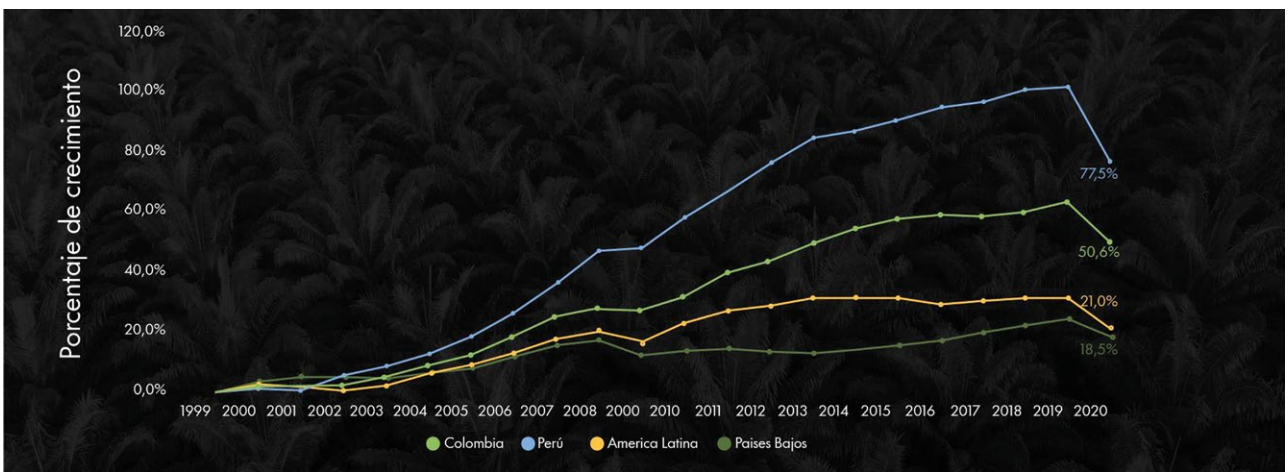
En materia económica, Colombia ha experimentado un destacado aumento en los últimos 20 años. El único país en Latinoamérica que supera a Colombia en incremento del PIB per cápita es Perú, cuyo crecimiento ha estado jalonado principalmente por la agricultura (Figura 3).

Perú pensó en grande, atravesó los Andes para crear un distrito de riego y desarrollar una agricultura con productividad y tecnología de talla mundial. En palabras de los mismos peruanos, Colombia tiene muchas más condiciones que Perú para seguir su ejemplo.

Todavía nos aquejan problemas graves en materia de corrupción, inequidad, calidad de educación y salud, que requieren de nuestra acción y especial atención. La mejor manera de enfrentar estos retos es el desarrollo económico y la productividad.

Entonces, lo único que debe ser pequeño en Colombia es el tamaño del Estado y la burocracia. Debemos cambiar nuestra manera de pensar y pasar de ser un país de persecución, leyes, reglas y vigilancia,

Figura 3. Evolución comparativa del PIB de 1999 a 2020 en Colombia, Perú Latinoamérica y Holanda.
Fuente: Banco Mundial, cálculos Fedepalma a partir del PIB per cápita (dólares a precios constantes de 2010)



que al final desencadenan en corrupción, a uno en el que se den las condiciones para el desarrollo sostenible y abundante.

Al próximo gobierno, le pedimos, que ante todo crea en el agro y nos ayude a tramitar ante el Congreso de la República el proyecto de Ley de Tierras PL 003-2018, el cual tuvo una amplia discusión y consenso con actores de la ruralidad, cuenta con consulta previa y aborda los vacíos jurídicos y cuellos de botella en cuanto a la estabilidad, regularización y propiedad de la tierra legítimamente.

Al Presidente Duque, en representación de su ministro Zea y a todo su equipo, muchas gracias por el liderazgo con el que condujo el país, en circunstancias sin precedentes; usted supo leer a Colombia. Hizo un manejo impecable de una pandemia, teniendo en cuenta nuestras realidades sociales y económicas; acogió con generosidad a nuestros hermanos venezolanos; y atendió las diversas emergencias que constantemente azotan a nuestro país, recordando con especial dolor, el huracán de San Andrés y Providencia. Hoy nos entrega una Colombia con el mayor pronóstico de crecimiento económico de América Latina. Gracias de corazón, la historia se encargará de reconocer su labor.

Los retos y oportunidades de hoy son distintos a los que enfrentaron nuestros pioneros hace 70 años. Por esto los invito a soñar y trabajar en grande. A seguir con nuestro compromiso de construir país. Hoy más que nunca Colombia necesita optimismo, compromiso y unidad.

Palmeros, las condiciones están dadas tenemos el mercado mundial por conquistar, las tierras para crecer, posibilidades de mejorar en productividad y diferenciación en sostenibilidad.

Aprovechemos estos buenos momentos para engrandecer nuestro sector.

Muchas gracias.

Palabras del Presidente de la República, Iván Duque Márquez

Editado por Fedepalma, con base en el evento realizado durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite

Iván Duque Márquez
Presidente de la República

Saludo a Nicolás Pérez Marulanda, Presidente Ejecutivo de Fedepalma, y a todos los asistentes a este Congreso tan importante para el sector palmero. La palma se ha convertido en protagonista de nuestra economía, Colombia es el mayor productor de aceite de palma en América y el cuarto a nivel mundial. Esta actividad reúne a mas de 6.700 productores de los cuales cerca de 5.600 son palmicultores a pequeña escala, convirtiendo al sector en uno de los mayores de inversión social y económica del agro colombiano, además llega a 195.000 empleos entre directos e indirectos. En los últimos 4 años, el área sembrada de palma ha aumentado en 78.000 hectáreas y en 2021 la producción alcanzó un valor récord de 7,7 billones de pesos, creciendo un 85 % frente a 2020.

Así mismo las exportaciones colombianas de aceite de palma y palmiste en 2021 registraron 570 millones de dólares, presentando un crecimiento de 24 % frente al año anterior y llegando a destinos como Brasil, Italia, España, México y Países Bajos. Para nosotros ha sido un honor acompañar a todos los palmeros en este crecimiento, abriendo nuevos mercados como Kenia y Suecia, y enfrentando retos como la Pudrición del cogollo, donde hemos tenido grandes avances que consolidaremos este año con una inversión de más de 4.600 millones de pesos, junto a Cenipalma, para erradicar esta enfermedad.

Creemos en el potencial de nuestra tierra y de nuestros agricultores, por eso hemos adelantado estrategias como agricultura por contrato, que ha vinculado a mas de 259.000 productores con 1.240 aliados comerciales y ventas por 1,7 billones de pesos. Además, gracias a la diplomacia sanitaria, hemos logrado 65 visibilidades en 29 países, superando la meta establecida en el Plan Nacional de Desarrollo, y alcanzando en 2021 una cifra histórica de 9.418 millones de dólares en exportaciones.

El país se reactiva y avanza con paso seguro gracias al trabajo de su gente, de productores como los palmeros que no descansan y siguen fortaleciendo a su sector, gracias a ustedes, gracias a Fedepalma por creer en Colombia, mucha gracias.

Intervención del Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Editado por Fedepalma, con base en la presentación realizada durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite

Rodolfo Zea Navarro
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Muy buenos días a todos los participantes de este Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, en su versión número 50, que hoy también celebran los 60 años del gremio. Ustedes son los protagonistas, pues han tenido en estos días jornadas de trabajo y académicas en pro del futuro de este importante cultivo, que tiene un encadenamiento productivo y un modelo de negocio que se debe replicar en muchos otros sectores de nuestra ruralidad y agropecuarios.

Quiero darle un saludo muy especial a la Presidenta de la Junta Directiva de Fedepalma, Catalina Restrepo Rada, por sus palabras y por el reconocimiento de lo que es el trabajo en equipo, que es como debemos andar en este mundo empresarial. También saludar al Vicepresidente de la Junta Directiva de Fedepalma, Jaime Alberto Gómez Muñoz; al Presidente de la Junta Directiva de Cenipalma, Miguel Eduardo Sarmiento Gómez; a la Vicepresidenta de la Junta Directiva de Cenipalma, Consuelo Velasco Zambrano, y hacer un reconocimiento al gremio por ese trabajo de inclusión, pues es con hechos como se muestra que las mujeres tienen ese temple empresarial, ese temple del trabajo en la ruralidad y que en este gremio lo podemos constatar con dos Presidentas mujeres de la Junta Directiva. De igual forma saludar al Presidente Ejecutivo, Nicolás Pérez Marulanda; al Director General de Cenipalma, Alexandre Cooman; y a todos los productores de la palma en Colombia.

Recién llegado al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, hace dos años y cuatro meses, tuve la oportunidad de interactuar y trabajar en equipo con dos personas del sector a quienes les quiero agradecer el día de hoy de una manera especial, porque es mucho lo que aprendí sobre este gremio y sobre la agricultura. Me refiero a Jens Mesa, quien en ese

momento era el Presidente Ejecutivo de Fedepalma y a María del Pilar Pedreira González, que era la Presidenta de la Junta Directiva. Para ellos pido un aplauso por ese trabajo incansable en el sector de la palma colombiana.

Fueron muchas las conversaciones que tuvimos en esos inicios, como Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, en las que tuve la oportunidad de adentrarme en lo que es el cultivo de la palma, pero también en lo que es el encadenamiento productivo y cómo este sector tiene un modelo que se debería replicar en otros sectores agropecuarios. Esto porque tiene claro que la actividad rural, la del campo, tiene que ser de emprendimiento, de empresa y esa es la visión que tenemos, no como algunos quieren mostrarla, diciendo que el sector agrícola es sinónimo de pobreza.

Por eso, cuando tengo la oportunidad de hablar con productores de diferentes sectores agrícolas, pecuarios, piscícolas y pesqueros, hago énfasis en que tenemos que quitar de nuestra mente que el sinónimo de la ruralidad es pobreza, que no podemos tener ese condicionamiento mental y que tenemos que pensar como piensa el sector palmero: que esto es empresa, emprendimiento, generación de ingresos y utilidad, y que debemos tener claro que el encadenamiento es importante. Que, por eso, nuestros programas de agricultura por contrato, en los que hoy podemos decir que tenemos 270.000 productores con contratos para vender, tienen precios justos y que han aprendido la importancia de tener asegurada la venta de sus cosechas; un modelo que ya existe dentro el sector palmicultor que tiene 60 años de existencia en ese encadenamiento productivo, y en la que se puede tener segura la venta del producto.

Por supuesto, no podemos desconocer que ha habido momentos de dificultad, y sí que los hemos tenido en este sector. Hace dos años podíamos apreciar cómo se comportaban los precios, algo que veía reflejado en algunos amigos cuando estuve en Montería, que estaban haciendo la transición del ganado a la palma y que tenían dificultades por las inversiones que habían realizado, grupos que perciben un crecimiento económico gracias a los precios internacionales, a los de referencia interno y a las necesidades del producto en el mundo, por lo que, si se ve en perspectiva, se sopesan dichas dificultades que se tenían hace años e invitan, como dijo Catalina, a invertir en el cultivo y pensar en la renovación de los cultivos antiguos donde se ha perdido productividad.

Esto se debe hacer de una manera ordenada y planificada en la que se mantenga la producción, y a la vez se permita su aumento por hectárea. Tal y como se hizo con el café, el cual fue el protagonista de una gran renovación de cultivos hace 10-11 años, lo que llevó a que su productividad aumentara en el país.

Entonces, este es el trabajo. Hay que aprovechar los momentos en los que se tienen ingresos altos para aumentar la productividad y estar preparados para los momentos de precios bajos. Para que, cuando esto suceda, se pueda mantener el negocio.

Y aquí quiero recordar a todas las personas que perdimos en el sector desafortunadamente por el COVID-19 y me uno al homenaje realizado por ustedes en la introducción. Esta fue una pandemia para la que el mundo no estaba preparado. Ayer recordaba que en un viaje al departamento del Magdalena con el sector bananero pude observar los protocolos de seguridad que se estaban siguiendo para el control de una plaga, y cómo después algunos de esos protocolos los vi aplicados para el manejo del Covid-19. Y es que muchos critican sobre las dificultades vividas en la pandemia, pero se les olvida que el gobierno del Presidente Iván Duque tomó una medida, que pasó desapercibida pero que ayudó al país, que fue la de permitir que el sector agropecuario, piscícola y pesquero siguiera funcionando, mientras que otros cerraban (hotelería, restaurantes, comercio), por esta razón este fue de los pocos sectores que tuvieron crecimiento en 2020.

Y es que desde épocas de prepandemia y de la llegada del Gobierno en 2018 hasta 2021 ha habido un crecimiento del sector de 7,4 %, y en el mismo periodo se ha pasado de participar dentro el producto interno bruto con 6,9 % (2018) a 8,2 % (2021). Sin embargo, hay algunas personas que dicen que no se ha hecho nada, pero ahí están las cifras. Algunos columnistas con visiones apocalípticas dicen que porque en el primer trimestre decrecimos 2,5 % no se ha hecho mayor cosa, pero lo que no dicen es que en el primer trimestre de 2020 crecimos 5,9 %, y que en ese mismo periodo, pero de 2021, crecimos 3,3 %, y que los ciclos económicos muestran que cuando hay crecimiento en varios periodos debe seguir un decrecimiento y luego se vuelve a crecimiento. Así es que ahí están las cifras.

Y aunque hay mucho por construir, las cifras muestran también lo que se ha hecho en equipo con

ustedes, con los que son verdaderamente protagonistas en este trabajo, los productores del campo. Al contrario a lo que muchos piensan, también la agroindustria hace parte de esta labor, al igual que los servicios de apoyo y la comercialización; pues sin estos eslabones de la cadena no se puede progresar, porque nada sacamos con aumentar áreas de cultivo si no tenemos a quien venderle o capacidad de transformación, capacidad de exportación y capacidad de comercialización; y es por eso que desde el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural hemos impulsado todos los eslabones de la cadena manteniendo siempre y buscando el equilibrio para esta.

Y hoy podemos decir con satisfacción que en este Gobierno se han logrado las mayores exportaciones históricas del sector agropecuario, piscícola y pesquero y de la agroindustria. El año pasado llegamos a 9.418 millones de dólares en exportaciones, con un crecimiento de 20 % respecto a 2020, año de la pandemia y que había sido el de mayor exportación, ahora, en 2022, y si se mantienen las estrategias que se han venido construyendo, estaremos pasando los 10.000 millones de dólares en exportaciones agropecuarias.

Esto se ha logrado gracias al trabajo realizado para hacernos visibles en diferentes países del mundo, a una labor de diplomacia fitosanitaria en la cual ha participado activamente el ICA, y el sector palmero ahí ha sido protagonista. Vemos cómo el año pasado tuvo exportaciones por 570 millones de dólares, siendo el cuarto producto en exportaciones de Colombia y el primero de los no tradicionales. También observamos, con cifras a abril, que llevamos 330 millones de dólares de exportaciones, con un crecimiento de 118 % respecto al mismo periodo del año 2021, luego ustedes son protagonistas de esta actividad, de este trabajo, de esta capacidad de emprendimiento y de empresa que tiene el sector palmero del país.

Hoy este sector se consolida como el mayor productor de aceite en América y el cuarto en el mundo, y hay que seguir trabajando para que esto se dé. Esta mañana hablábamos con Nicolás de la labor que tenemos que desarrollar en equipo para mirar las dificultades que hoy se presentan dentro del cálculo del Fondo de Estabilización de Precios, y en este aspecto siempre hemos tenido esa vocación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para apoyar a nuestros productores, esa es nuestra principal función.

Miremos un poco, cómo fue el crecimiento en 2021, donde se puede apreciar que la producción llegó a los 7,7 billones de pesos, y cómo tenemos 1.777.000 toneladas de producción, todo esto, por su puesto, impulsado por los precios, porque cuando los precios están bien, todos tenemos más ganas de trabajar, de producir, de vender. Pero recalco lo que dije anteriormente, también es el momento de pensar en que tenemos que planificar el futuro y hablar de invertir para obtener mayor productividad. Es importante ver los precios internacionales y cuáles han sido los incrementos, que se han presentado en los últimos años o en el último año principalmente, que le han dado impulso. Lo mismo, los precios de referencia internos que tenemos en el país y que también han impulsado el sector.

Otro de los temas importantes que ha venido desarrollando el sector palmero colombiano es la sostenibilidad, no solamente la social sino también la ambiental. Dentro de esa estigmatización que se presenta, dentro de esas retóricas que se dicen y de esos mensajes que se repiten y que tienen poca verdad, se habla de que el cultivo de palma no es sostenible. Sin embargo, nosotros tenemos otra opinión, pues consideramos que el cultivo de palma en Colombia es sostenible, y no es simplemente un pensamiento, pues este ha hecho acuerdos de cero deforestación, y además es un cultivo que cada vez es más formal, que tiene salarios justos, prestaciones sociales, se hace acompañamiento social y en el que en muy pocos casos se deforesta. Luego, eso tenemos que posicionarlo porque no es cierto, como muchos quieren hacerlo ver, que este es un cultivo que va en contra del medio ambiente, y es por eso que estamos trabajando en el sello de sostenibilidad de la palma y en la existencia de una institución que pueda dar ese acompañamiento a los palmeros en lo que tiene que ver con sostenibilidad, que podamos cerrar esas brechas que existen entre los diferentes tipos de productores, para que puedan acceder a esos sellos de sostenibilidad.

Ante esto, indiscutiblemente no vamos a desfallecer en posicionar el aceite de palma colombiano como una producción sostenible, por medio de un trabajo de diplomacia internacional a través de la cancillería y de las oficinas de Procolombia. Pero para ello tiene que existir el compromiso de todos estos productores de mostrar esa sostenibilidad, de apoyarse en los recursos que da la investigación, la ciencia y las nuevas tecnologías, desarrollado a través de ese trabajo en equipo entre Cenipalma y Agrosavia para lograr menos uso de agua, de fertilizantes,

manteniendo y aumentando la productividad. Y esto solo se hace realidad con investigación.

Vale la pena mencionar también el tema de los híbridos para buscar especies que permitan tener mayor resistencia ante la enfermedad de la Pudrición del cogollo (PC), que tanto ha afectado a las plantaciones. Y en ese sentido, este año continuaremos con el programa realizado en 2021 (en el que se erradicaron 220.177 palmas enfermas), en compañía de Cenipalma, para hacer frente a la enfermedad, prevenirla y contenerla, ya que tenemos el convenio prácticamente armado con el que esperamos hacer un trabajo fitosanitario que nos permita seguir buscando esa productividad en el sector palmero colombiano.

Estas son las apuestas que hacemos desde el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y desde el gobierno del Presidente Iván Duque seguiremos trabajando en los comités, en el tema del Fondo de Estabilización de Precios, y en buscar los mejores incentivos para la producción, siempre privilegiando al productor. También en la erradicación de la Pudrición del cogollo con los recursos que tenemos presupuestales y, de igual forma, continuaremos aportando con el tema de crédito agropecuario, otro de los hitos históricos que tenemos en este Gobierno.

Hoy podemos decir que a través de Finagro se han desembolsado, en estos casi 4 años de gobierno, 18,9 billones de pesos, a través de redescuentos de Finagro en 1.275.000 operaciones, el 88 % de ellas a pequeños y medianos productores y, también, podemos contar cómo a través del seguro agropecuario hemos podido llegar a 918.000 hectáreas aseguradas y a más 162.000 millones de pesos invertidos en seguro agropecuario.

Y en este año, buscando la reactivación del sector y aumentar las áreas de siembra, el 15 de febrero se sacaron las líneas especiales de crédito, que tienen subsidio a la tasa de interés de 1,3 billones de pesos, de los cuales a abril hemos desembolsado más de 720.000 millones de pesos y, también, el incentivo del seguro agropecuario que subsidia el 80 % de las primas del seguro al pequeño productor

Esto es lo que se viene haciendo, con hechos, con cifras que están ahí para que puedan ser revisadas y auditadas por todas las personas. Seguirá nuestro compromiso para trabajar con ustedes, con los productores del sector agropecuario, piscícola y pesquero y en especial con los palmicultores de Colombia. Muchas gracias.

En qué va el mejoramiento de cara a las problemáticas de la palmicultura

Editado por Fedepalma, con base en la presentación durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.

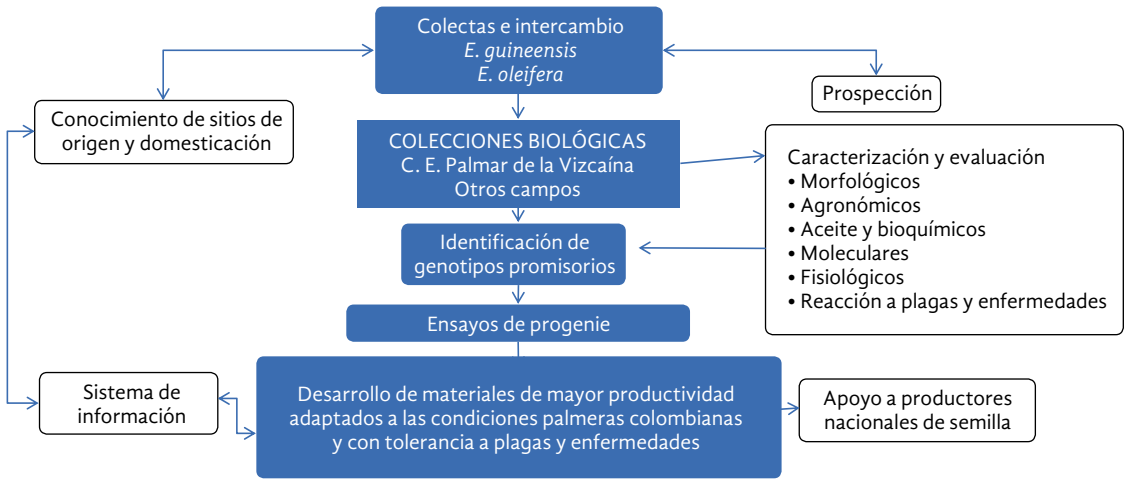
Hernán Mauricio Romero Angulo
Director de Investigación de Cenipalma

Cuando uno arranca un programa de mejoramiento lo tiene que hacer pensando en qué se tiene, cuál es el recurso genético con el que cuenta para desarrollar los cultivares de la palmicultura colombiana que se necesitan. Entonces, cuando empezamos a revisar esto desde Cenipalma, la verdad es que era muy poco lo que había, pues se tenían algunos palmicultores con plantas Deli pero no más. Por esta razón, lo primero que nos tocaba constituir era el recurso genético, como lo pueden observar en la parte superior de la Figura 1, en la que se requería iniciar las colectas y el intercambio de materiales genéticos para que fuera posible arrancar el programa de mejoramiento, estamos hablando del año 2003. Y aunque algunos podrían decir que después de tanto tiempo no ha pasado mayor cosa, vale la pena recordar que desafortunadamente el mejoramiento genético en la palma de aceite es de largo aliento.

Hicimos colectas de *E. guineensis* y de *E. oleifera* y después vino la parte de crear nuestras colecciones biológicas e iniciar con su caracterización para identificar los genotipos promisorios, para luego obtener los parentales que se iban a usar. Todo esto, con el fin de hacer los ensayos de progenie y así desarrollar los materiales genéticos que necesitaba nuestra palmicultura. Y esta es la gran filosofía del programa.

A todo lo anterior viene la pregunta, ¿y esto para qué? Teniendo una respuesta un poco compleja, pues además del mejoramiento genético para aumentar

Figura 1. Filosofía del programa de mejoramiento genético

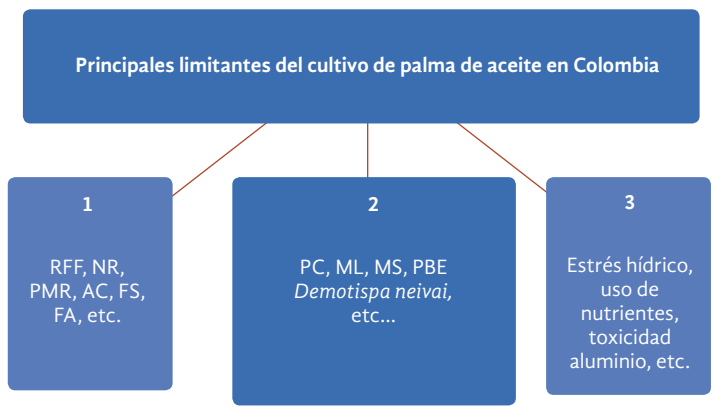


la productividad que es lo que podemos ver en el cuadro 1 de la Figura 2, y es a lo que se dedican los programas de mejoramiento en muchas partes del mundo, Colombia necesita enfocarse también en el tema fitosanitario, pues esa biodiversidad que nos caracteriza no solo está en las aves y las flores sino también en microorganismos e insectos, muchos de ellos benéficos, pero que al mismo tiempo se pueden convertir en las enfermedades que nos atormentan y en las plagas que nos acechan (Figura 2, cuadro 2). Y es ahí cuando empieza un mejoramiento diferente para la palmicultura colombiana, un mejoramiento que tiene que abordar esas problemáticas grandes que nos limitan la productividad, el cuadro 1 no va a funcionar si el 2 está acosándonos y disminuyendo la potencialidad de nuestros cultivos.

En cuanto al cuadro 3 (Figura 2), podemos decir que necesita igualmente de mucha atención porque para nuestro cultivo de palma de aceite es una realidad el déficit hídrico, las inundaciones y los altos precios de los fertilizantes. Qué bueno sería tener cultivares que fueran más eficientes en el uso de los nutrientes, en problemas de toxicidad de aluminio, de acidez, y algunos de ellos deberían ser tratados desde el mejoramiento.

Pero como el tiempo es corto para tocar todos los temas empezaremos por el que mayor dolor de cabeza nos genera: la Pudrición del cogollo (PC) y, dentro de esta, también voy a permitir referirme a la Marchitez letal (ML). En la Figura 3 se observa una gráfica de mitad de año pasado, en la que se hace un

Figura 2. Problemáticas del cultivo de palma de aceite que pueden ser tratadas a través del mejoramiento genético



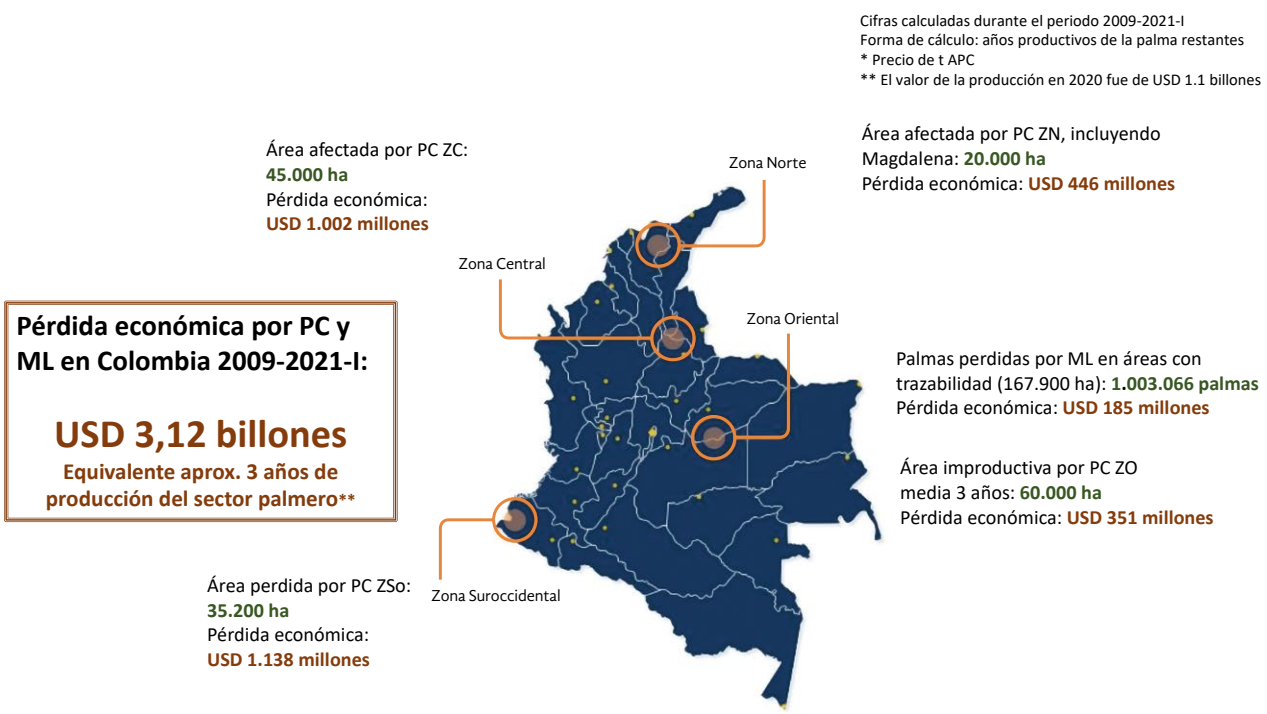
balance de las pérdidas que generaron solo estas dos enfermedades: 3,12 billones de dólares, y por eso nuestros esfuerzos tienen que estar allí. Pero también hay una segunda razón, y es que la PC y la ML no están en otras latitudes, los grandes jugadores de la palma en el mundo como Malasia e Indonesia no sufren de esos problemas, y las grandes casas de mejoramiento, las más antiguas, las que tienen 80-100 años, que son las que nos venden las semillas, tienen en su cabeza mejorar para Malasia, Indonesia e incluso para África, pero no para las plantaciones que pueden llegar a sufrir de estas enfermedades. Entonces, ¿quién va a hacer el mejoramiento para cultivos con estas características? Nosotros, y es por eso la dedicación que tiene Cenipalma de obtener cultivares resistentes a la PC.

Ahora les voy a mostrar cómo se empezó a desarrollar un programa de mejoramiento hacia la PC. Esto comienza con las colecciones, un esfuerzo muy grande que hizo Cenipalma con financiación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para ir a Angola y Camerún, y poder tener esos genes que necesitábamos para empezar dicho programa. En 2002-2003 se iniciaron las colectas, se sembraron en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína y esto fue lo que se hizo entre 2003 y 2017: se terminó esa primera fase de mejoramiento, se hizo la caracterización de lo que se había traído de África, por lo menos, en la colección de Angola y también en la colección de *oleifera*. Y a partir de ahí, se empezaron a identificar parentales interesantes que se llevaron a Tumaco para ver cuáles eran los más resistentes a la PC.

Entre 2018 y 2020, se encontraron unas madres con una resistencia altísima que fueron llevadas a Tumaco, donde por lo general al llegar una *E. guineensis,* más o menos a los 3 meses aparece la primera planta enferma con PC y a los 9 se ha perdido el 50 % del cultivo. Y en el curso de 3 años se encontraron las mejores madres. Pero hay que tener en cuenta que a partir de este punto es que se empiezan a hacer los cruzamientos, a generar la semilla y luego a llevar esas progenies a las diferentes zonas del país para poder probar cuáles de esos cruzamientos son los más promisorios y se pueden convertir en la semilla que se le entregará al palmicultor colombiano.

Muchos palmicultores piden que entreguemos lo que ya tenemos, pero frente a esto digo que no tratemos de salir corriendo sin aprender a caminar. Hemos hecho un trabajo tan juicioso, producto de la

Figura 3. Panorama de pérdidas económicas por afectación fitosanitaria en Colombia a cierre de 30 de junio de 2021



credibilidad que tienen los palmicultores en Cenipalma, que faltando "un centavo para el peso" quisiera que se diera ese compás de espera, porque creo que es responsabilidad del Centro de Investigación entregar el mejor material posible, probado. Para que todos estén tranquilos de que lo que les está llegando a sus plantaciones, sí es.

En todo caso, ya se están entregando progenies a evaluación en numerosas plantaciones. En 2022 deben estar sembrados en campo estos cruzamientos y en unos años se tendrán los resultados que van a permitir, con confianza, entregar a los palmicultores de Colombia la semilla probada.

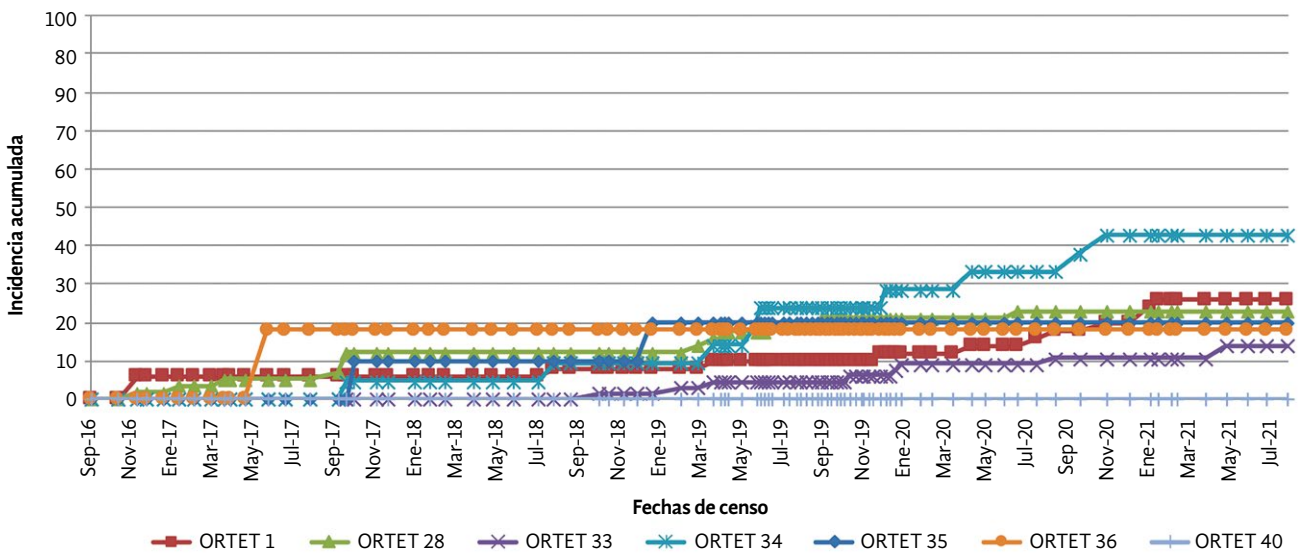
Por otro lado, nos metimos en una locura cuando iniciamos el proceso de clonación. En primera instancia, estandarizarlo se demoró entre 2005 a 2012, y como con un pequeño fragmento de una palma sacamos miles que son genéticamente similares a la palma original, nos pusimos en la tarea de identificar y clonar las palmas que habían sobrevivido a la PC en Puerto Wilches, Tumaco. Luego, empezamos con un proceso de selección *in vitro* entre 2014 y 2015, encontrando cultivares promisorios que fueron llevados nuevamente a Tumaco, y que desde 2016 hasta el presente han estado sembrados, demostrando la resistencia a la PC.

Esto se demuestra en las curvas de progreso de la enfermedad de dichos clones (Figura 4), en la que se ve que en algunos de ellos las incidencias se mantienen muy bajas, pero sobre todo la severidad es mínima. Si se tiene en cuenta que la escala de severidad de la PC llega hasta el cinco, se puede observar que algunos clones se quedan en el uno y al que peor le va llega hasta el dos, de tal manera que se tienen clones que están probados en campo en una de las peores zonas de PC con buenos resultados en resistencia y en producción.

Por lo tanto, puedo decir con confianza, esos son clones se pueden entregar porque sabemos cuál es el rendimiento de las madres, cuál es la calidad de aceite de estas y los rendimientos en fruta. Hoy en día hay plantaciones que están firmando acuerdos para obtenerlos.

Sin embargo, queremos probarlos en diferentes ambientes, por ejemplo, llevarlos a la Zona Norte para ver cómo se comportan si tienen déficit de agua, a la Zona Oriental para verificar si están preparados para la ML. El proceso de clonación de Cenipalma ha sido serio, juicio y tiene muy bajas anormalidades, que es uno de los problemas más grandes que se pueden presentar.

Figura 4. Curvas de progreso de incidencia de PC en diferentes clones de palma de aceite. Comparación entre clones sobrevivientes *E. guineensis*. Finca Providencia, lote 7-Tumaco. Septiembre 2016-agosto 2021



Marchitez letal (ML)

Inició en la zona de Barranca de Upía y duró mucho tiempo confinada allí. Como su nombre lo indica esta enfermedad es letal, pues una vez se identifica, la palma contagiada no tiene chance de sobrevivir, por tal razón, nos dedicamos a estudiar el tipo de manejo agronómico que podíamos hacer para que no se propagara. Este ha sido uno de los trabajos más fuertes y bonitos que he visto, en el que palmicultores junto con diferentes actores y Cenipalma llegaron a elaborar los criterios unificados de la ML, que hoy están vigentes y que han permitido que en los últimos dos años bajen los casos en la Zona Oriental.

Mucha de la investigación en ML se basó en determinar cuál era el agente causal, y aunque esto no cambiaba el manejo que se estaba realizando, sí permitía conocer al enemigo y saber exactamente qué teníamos que hacer de cara al futuro de la palmicultura con respecto a esta enfermedad. La ML ya se movió de Barranca de Upía, recorrió toda la parte de Casanare y siguió por el Meta, y la gente se pregunta ¿será que se puede mover a otras zonas?, y yo les digo la pregunta no es si se va a mover sino ¿cuándo?

Entonces para prepararnos en la lucha, una de las cosas que teníamos que hacer primero era descubrir el agente causal, y esto fue muy difícil porque vive dentro de la palma, en el floema, que es uno de los tejidos internos más difíciles de acceder de la planta. El floema tiene un sistema de coagulación que es mil veces más eficiente que el nuestro, por lo tanto, hacer un muestreo de mismo es prácticamente imposible, por esta razón, determinar un microorganismo que vive encerrado dentro del floema, que no lo podemos cultivar y saber cuál es el nombre ha sido un reto muy grande.

Pero la tecnología de biología molecular nos permitió entrar más de lleno gracias a la metagenómica, el estudio directo de comunidades de microorganismos en su entorno natural, evitando la necesidad de aislar y cultivar cada una de las especies de la comunidad. Esta metodología que secuencia masivamente todo lo que hay en un sistema y permite hacer comparaciones entre palmas sanas y enfermas para tratar de determinar qué las hace diferentes, permitió observar las diferencias que iban más allá de un solo microorganismo, llegando a un listado muy pequeño de lo que tiene en realidad una palma enferma.

Al analizar ese listado se identificaron los patógenos en plantas, surgiendo una segunda lista de cosas incidentales, que habían aparecido solo una vez y que podrían enfermarlas. Luego se revisó la sintomatología, y como se sabía exactamente qué era lo que hacía el patógeno y cómo respondía la planta se concluyó que había cuatro grupos en los que se podía presentar: *liberibacter, erwinia, pseudomonas* y *kosakania* (Tabla 1). Entonces, al descartar cada uno de los síntomas se llegó a *liberibacter* de cual se sabía que era un patógeno de plantas que solo vivía en el floema, que no se podía cultivar, que necesitaba un vector, y que cambiaba la fisiología de la planta y esta no podía hacer fotosíntesis, lo que nos llevó a concluir que el agente causal de la ML era el *Candidatus* Liberibacter. Pero ¿por qué se le llama candidato?, algunos dicen que entre los fitopatólogos si no puede establecer un cultivo de un microorganismo y algo que se llama los Postulados de Koch, siempre se le debe decir que es el candidato y como este no se deja cultivar, es necesario dejarlo con ese nombre.

Y empezamos a hacer pruebas de PCR en las que consistentemente las palmas enfermas de ML tenían *Ca.* Liberibacter y las sanas no, e hicimos otro tipo de estudios, y seguimos trabajando con las secuencias y al analizarlas nos damos cuenta de que son *Ca.* Liberibacter. Incluso trabajamos con pruebas PCR digitales, que son más sensibles, y nos dio el mismo resultado. Entonces me preguntan, ¿y cómo sabe que *Ca.* Liberibacter es el agente causal de la Marchitez letal?, y yo creo que con todo esto ustedes hoy quedan convencidos, pues saben lo que se hizo para llegar a esa conclusión.

Ahora, lo que tenemos que establecer son métodos de diagnóstico, aprovechar esas tecnologías tan sensibles que nos permiten ir a plantaciones, hacer pruebas rápidamente y mirar cómo se está moviendo la enfermedad. Pero, además, tenemos un candidato para el vector, por lo tanto, debemos revisar si en este encontramos el *Ca.* Liberibacter, y si no, iremos a otros insectos, porque encontrarlo (el vector) nos permitirá dar manejo a la especie que lo mueve de un lado a otro.

Es importante saber que *Ca.* Liberibacter se ha identificado como patógeno de diferentes plantas y es un enemigo muy difícil. En el caso de la palma, estamos observando por qué no es tan agresivo como en otros cultivos, por qué no arrasa, pues aunque en nuestro caso ha sido el causante de la pérdida de miles de plantas, en los cítricos, con la enfermedad del Huanglongbing, se han destruido industrias comple-

Tabla 1. Revisión de sintomatología que producen los cuatro patógenos elegidos.

Género bacteriano	Características
Ca. Liberibacter	Bacterias gram negativas. Taponador floema rutáceas, solanáceas y apiáceas. No cultivable
Erwinia	Bacterias gram negativas. Enfermedades necróticas. Gotas de un exudado pegajoso. Perales, manzanos, nísperos, patatas, ornamentales y silvestres
Pseudomonas	Bacterias gram negativas. Manchas amarillas, puntos negros. Legumbres, guisantes, frutales
Kosakania	*Kosakoniacowanii* como el nuevo patógeno bacteriano que afecta a la soya (*Glycine max* Willd.) doi: 10.1007/s10658-020-01998-8

tas en diferentes países, porque se mueve y destruye más rápido. Entonces, necesitamos entender qué hace diferente a la palma, porque en términos relativos se mueve más despacio que en otros sistemas. Y sobre todo, necesitamos generar cultivares con resistencia a la ML.

En la Tabla 2 se muestra la línea de tiempo que se tiene pensada para lograr un cultivar resistente a la ML, lo que muestra que probablemente no estaré aquí para verlo, por eso hay que comenzar ahora. Ojalá que no nos gastemos 20 años, pero, mientras tanto, se deben seguir aplicando esos criterios unificados de la ML, pues es la forma de luchar contra este enemigo.

Conclusiones

El desarrollo de cultivares adaptados a las condiciones colombianas y con resistencia a nuestras enfermedades es estratégico y fundamental para la palmicultura.

Se han finalizado las primeras fases de identificación de parentales resistentes a la PC, y se ha dado inicio a las PEA para asegurar que los palmicultores colombianos reciban los mejores cultivares probados y adecuados para cada región palmera de Colombia.

La estrategia de clonar sobrevivientes de las epidemias de PC de Puerto Wilches y de Tumaco ha dado frutos con la identificación de clones altamente resistentes a la PC, probados por casi 7 años en Tumaco. Así, se han iniciado pruebas adicionales agronómicas y la siembra comercial de clones por palmicultores de diferentes regiones del país

La identificación de *Ca.* Liberibacter como el agente causal de la Marchitez letal es un hito de Cenipalma que abre la posibilidad de avanzar más rápido en el desarrollo de cultivares resistentes, en la confirmación del vector y en el seguimiento de la enfermedad. Sin embargo, las prácticas de manejo recomendadas se mantienen como la mejor alternativa para luchar contra la ML.

Tabla 2. Línea de tiempo para desarrollar cultivares resistentes a la ML.

Actividad	Años			
	1-5	6-10	11-15	16-20
Desarrollo de métodos de inoculación/ tamizaje en invernadero a la ML	x			
Estudios bases genéticas, biológicas (vectores, resistencia varietal) y bioquímicas de la resitencia a la ML	x	x	x	
Tamizaje de genotipos (colecciones) en campo en *hotspots* de la enfermedad	x	x		
Pruebas de evaluación agronómica (PEA)		x	x	
Liberación de cultivares				x

¿Cómo vamos en asistencia técnica y adopción de tecnología?

Autores: Alcibiades Hinestroza Córdoba, Líder de Promoción y Desarrollo de la Asistencia Técnica; José Luis Baracaldo, Analista del proyecto Promoción y Desarrollo de la Asistencia Técnica.

Alcibiades Hinestroza Córdoba
Líder de Promoción y Desarrollo de la Asistencia Técnica

La palma de aceite está cultivada en cuatro zonas del país llegando a un poco más de 596.000 hectáreas, de las cuales 41 % corresponde a la Zona Oriental, 31 % a la Central, 24 % a la Norte y 4 % a la Suroccidental, en una gran diversidad de condiciones ambientales, agroecológicas, sociales y económicas. Debido a esto, no existe una tecnología estandarizada que se puede aplicar a toda el área de una zona o para todo el país.

Tradicionalmente, las grandes empresas con planta de beneficio y con cultivos propios manejaban directamente 52 % del área con palma de aceite y los proveedores de fruto, en su mayoría de pequeña y mediana escala, participaban con 48 % del total del área (Fedepalma, 2020). En la actualidad, los proveedores de fruto cuentan con 70 % del área cultivada y las empresas con planta de beneficio con 30 %. Muchos de los proveedores en especial de pequeña y mediana escala no tienen tradición palmera, cambiaron de ganadería a palma y sin conocimientos suficientes para el manejo del cultivo. Además, gran parte tienen bajos niveles de escolaridad, acceso limitado a recursos financieros y poca capacidad de obtener insumos suficientes para el cultivo de la palma.

Para lograr mejoras en la productividad, la Federación ha venido acompañando y promoviendo la organización de los productores de pequeña, mediana y gran escala en Núcleos Palmeros para acceder al servicio de asistencia técnica integral, entregando herramientas metodológicas con el fin de facilitarle a los palmicultores atendidos la adopción de tecnologías y una capacitación y formación que los estimule para lograr, con su esfuerzo y trabajo en grupo, el

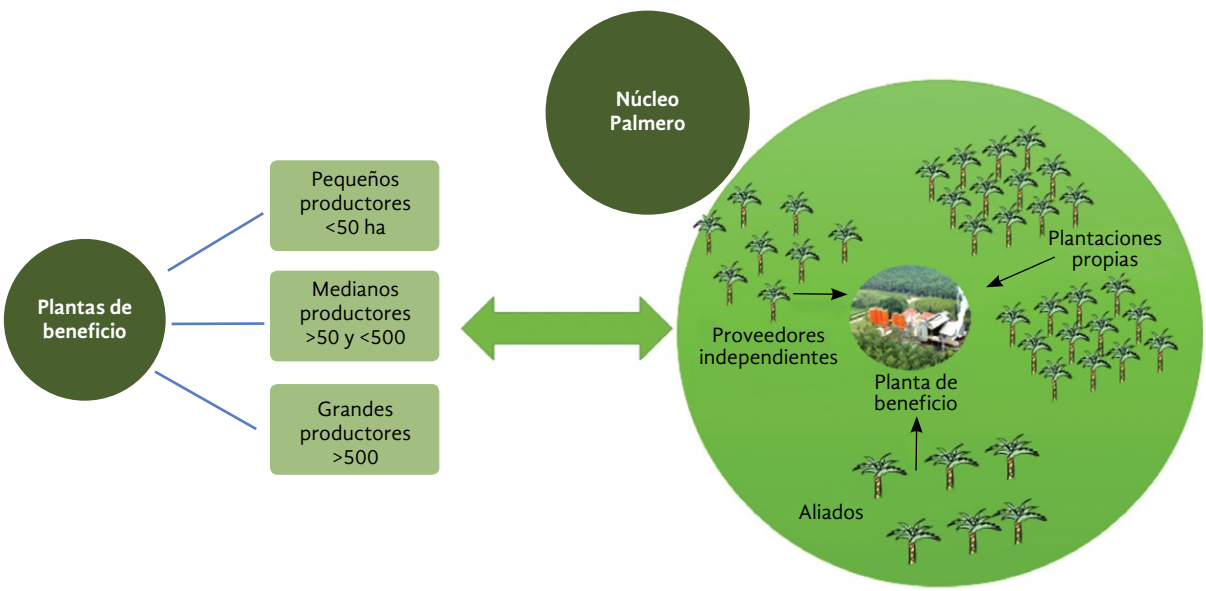
mejoramiento de la productividad de sus cultivos y, de esta forma, elevar sus ingresos y la calidad de vida de sus familias, como se puede ver en la Figura 1.

Este servicio requiere recursos que permitan financiar la estrategia de acompañamiento a los productores en especial a los de pequeña y mediana escala. En este orden de ideas, y considerando lo anterior, en el Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, realizado en junio de 2019, en Bogotá, se aprobó una proposición que solicitaba, al Comité Directivo del Fondo de Fomento Palmero y a las Juntas Directivas de Fedepalma y Cenipalma, destinar recursos para cofinanciar acciones de los Núcleos Palmeros y otros prestadores que ayudaran a fortalecer la asistencia técnica como un medio para incrementar la productividad.

Dando cumplimiento a este mandato, el gremio palmero con sus órganos de dirección construyeron unos lineamientos en los que se establecieron los mecanismos de cofinanciamiento para la consolidación de la asistencia técnica. Esto a través de planes estratégicos articulados con los Núcleos Palmeros, por medio de prestadores de este servicio, que permitieran llegar a más de 90 % de los productores con información oportuna para el manejo de los cultivos, los cuales eran: las Unidades de Asistencia y Auditoría Técnica, Ambiental y Social (UAATAS) internas (integradas y/o independientes) y externas (asociativas y/o tercerizadas); y la Dirección de Extensión de Cenipalma, los cuales tienen como objeto la transferencia de las mejores prácticas para el cierre de brechas productivas, ambientales y sociales, y que priorizan la implementación de técnicas que ofrecen una solución a aquellas limitantes que impiden el desarrollo eficiente de los cultivos en la ruta paso a paso para la producción de aceite de palma sostenible. Todo con el fin de incrementar la productividad a cinco toneladas de aceite de palma por hectárea por año, de acuerdo con la megameta establecida por la Federación (Cenipalma, 2018).

Estos planes se deben estructurar mediante la identificación de las necesidades y los problemas de cada productor, de acuerdo con sus intereses, los recursos económicos disponibles, el apoyo del Núcleo y otros actores, partiendo de una caracterización que además de los aspectos productivos, identifique factores asociados al perfil del productor y temas biofísicos y subregionales que permitan identificar la

Figura 1. Modelo organizativo en el Núcleo Palmero.
Fuente: Dirección de Extensión de Cenipalma, 2015



Para fortalecer la autogestión de los productores e interactuar eficientemente con el gremio, buscamos que los palmicultores se organicen por Núcleos Palmeros

causalidad de los principales problemas que afectan la adopción de tecnologías y el cierre de brechas productivas, ambientales y sociales. En la Figura 2 se observa el paso a paso de la estructuración de los planes estratégicos.

De esta forma se podrá construir un mapa de productividad a partir de la situación de cada finca, con metas de producción año tras año concertada con los cultivadores; así como también con metas sanitarias basadas en las políticas de manejo de las plagas de control oficial ajustadas a la problemática específica de su plantación.

Es así como en el sector palmero es imprescindible contar con un modelo de asistencia técnica idóneo para la transferencia y adopción de las tecnologías que le permita a los productores implementar las mejores prácticas de manejo del cultivo con criterios de sostenibilidad económica, ambiental y social, y así cumplir con los indicadores que exige la norma para certificarse y poder vincularse a las cadenas de aceite de palma sostenible cumpliendo con los estándares que demanda el mercado.

Esta es la oportunidad para establecer estrategias estructuradas desde el mismo sector que permitan avanzar en un proceso de asistencia técnica, de la mano de los Núcleos Palmeros y otros prestadores, para que las tecnologías existentes sean efectivamente adoptadas por los productores, y que esto redunde en la disminución de costos como consecuencia del incremento de la productividad. Es importante aclarar que la actividad de direccionamiento técnico de las empresas debe ser complementada por servicios como apoyo en insumos, crédito, entre otros, prestados por el Núcleo Palmero o por otras entidades que permitan al agricultor adoptar efectivamente:

- Manejo nutricional del cultivo.
- Manejo y control fitosanitario.
- Fortalecimiento de estrategias de sostenibilidad eje ambiental y social.
- Estrategias de comunicación digital.
- Intercambio de experiencias entre productores.
- Establecimiento de parcelas demostrativas y áreas parciales de adopción de tecnología.

A partir de la implementación de los planes operativos anuales, hemos observado cómo los productores han venido mejorando su nivel de adopción de tecnología, como se observa en la Figura 3. Al analizar las variables de establecimiento del cultivo, labores culturales, manejo nutricional, manejo sanitario, cosecha y producción, se ve cómo los productores pasaron de un Índice de Base Tecnológico (IBT) inicial más bajo a un IBT final más alto, lo que significa que implementaron mejores prácticas en ese periodo observado.

De igual manera, al analizar el área en adopción de tecnología en la Figura 4 se ve cómo este se ha incrementado significativamente con prácticas como: nutrición balanceada, punto óptimo de cosecha, aplicación de biomasa y polinización para el caso del híbrido, entre otros temas que requieren el acompañamiento y entrenamiento de los productores para su adopción.

Figura 2: Proceso de estructuración de planes estratégicos.
Fuente: Dirección de Extensión-Cenipalma, 2020

Figura 3. Índice de base tecnológico (IBT). Planes estratégicos y POA-2021. Fuente: Dirección de Extensión-Cenipalma. Informe final de los POA 2021-25 Núcleos Palmeros, 2021.

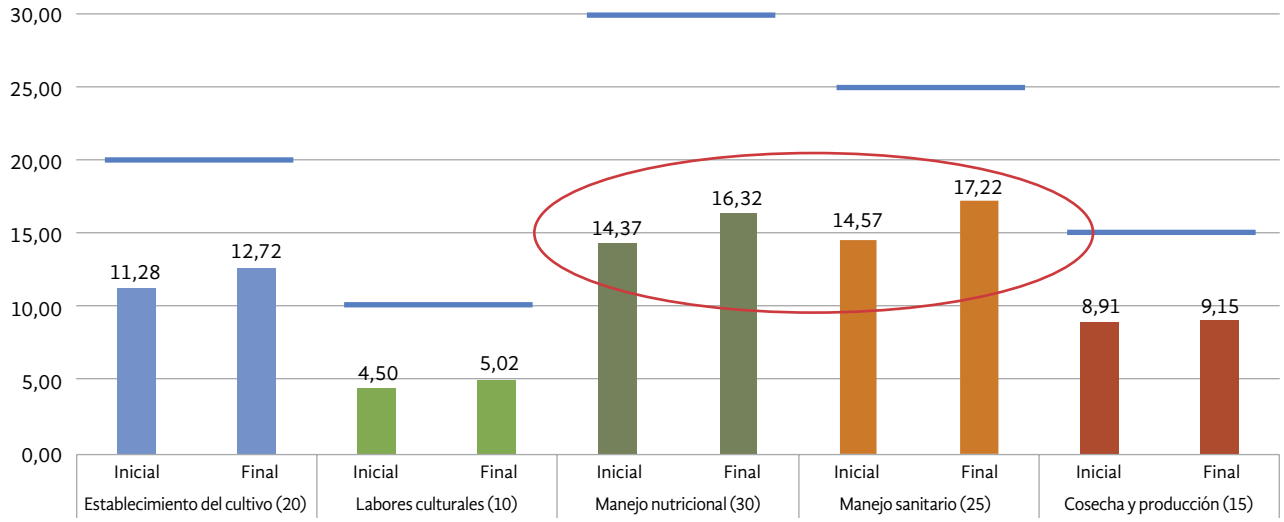
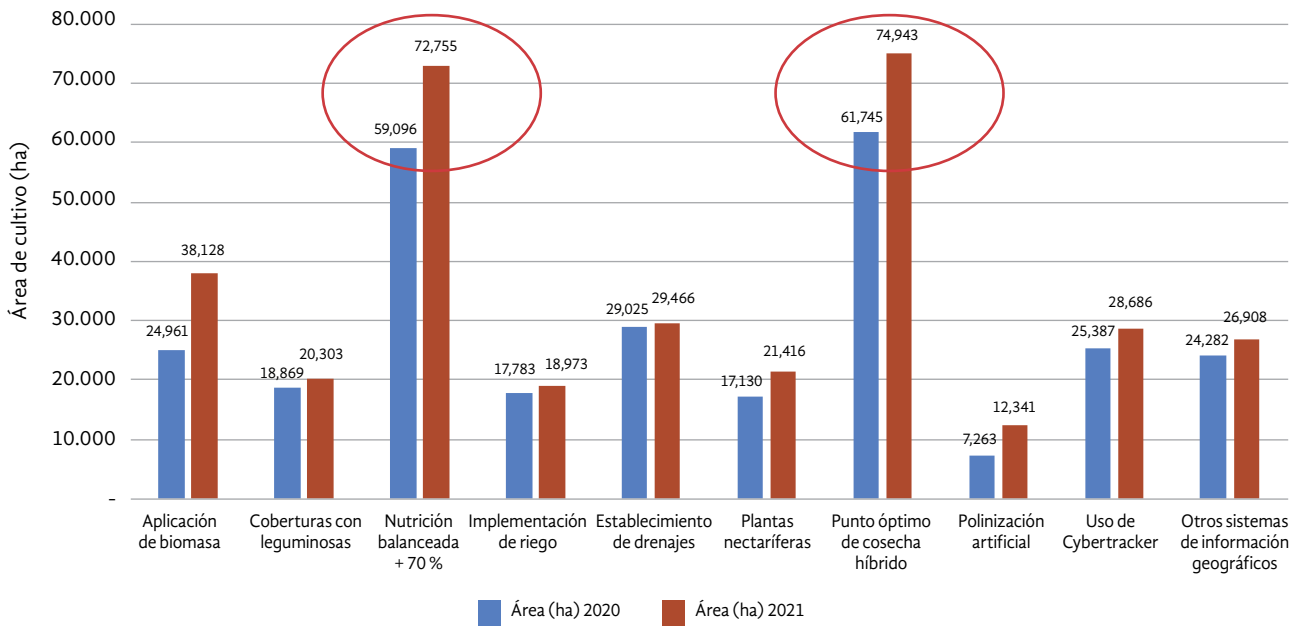


Figura 4. Incremento en el área de adopción de tecnología en los Núcleos con planes estratégicos y POA 2021. Fuente: Dirección de Extensión-Cenipalma, Informe final de los POA 2021-25 Núcleos Palmeros, 2021



Estas mejoras, sin duda, están asociadas al fortalecimiento de los equipos técnicos, lo que permite contar con un modelo idóneo que facilite a los palmicultores la transferencia y adopción de las tecnologías en 2021. Como se observa en la Figura 5, se incrementó el número de técnicos de campo (68 %), sociales (35 %) y ambientales (70 %) para la asistencia técnica a los proveedores, comparado con 2019 antes de iniciar la estrategia.

Todo el esfuerzo en adopción de tecnologías y consolidación de los equipos técnicos tiene como objetivo que los productores implementen las mejores prácticas de manejo del cultivo, con los criterios de sostenibilidad económica, ambiental y social que exigen las normas; mejoren la productividad; y sean competitivos en los mercados de aceite de palma sostenible. En la Figura 6 se observa cómo comienzan a incrementar los niveles de productividad de racimos de fruta fresca y toneladas de aceite de palma crudo

Figura 5. Incremento de los equipos técnicos en los Núcleos Palmeros para asistencia técnica.
Fuente: Dirección de Extensión-Cenipalma. Informe final de los POA 2021-25 Núcleos Palmeros, 2021

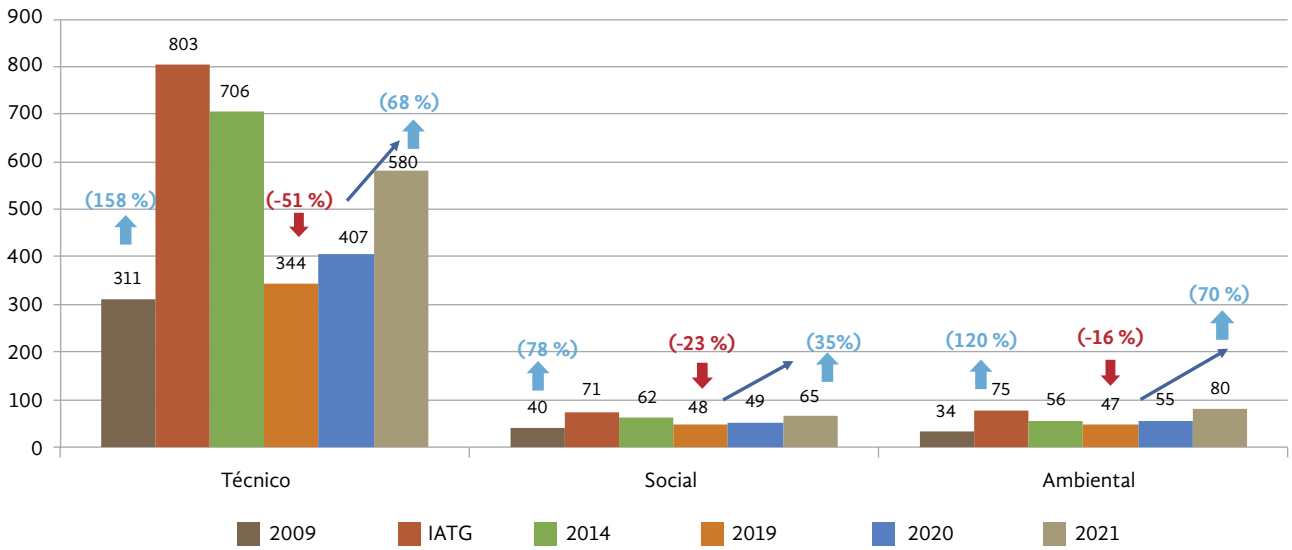
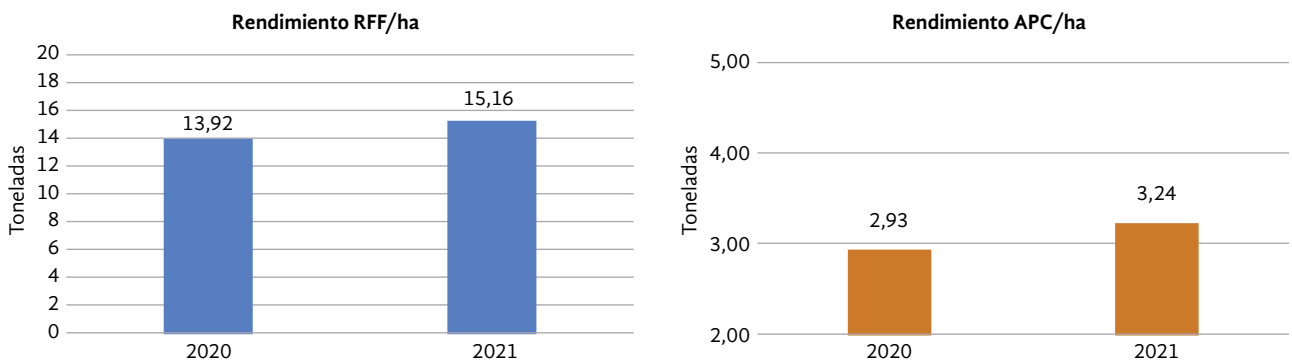


Figura 6. Incremento en el rendimiento de RFF y APC de los Núcleos con planes estratégicos y POA 2021.
Fuente: Dirección de Extensión-Cenipalma. Informe final de los POA 2021-25 Núcleos Palmeros, 2021



por hectárea, impulsados por los planes estratégicos de asistencia técnica.

Al analizar un caso específico del mapa de productividad de un Núcleo Palmero en la Zona Central, se observa cómo se ha ido movilizando la productividad y cerrando las brechas entre grupos de productores que tenían bajos niveles en producción de aceite por hectárea hacia grupos con mayores niveles de productividad. En la Figura 7, en el margen izquierdo, 13 % de área (966 ha) está con menos de 2 t/APC/ha/año; en color rojo, 31 % de área (2.295 ha) está entre 2 y 3 toneladas de APC por hectárea; 15 %, entre 3 y 4 (1.098 ha); 30 %, entre 4 y 5 (2.157 ha); y 11 % (780 ha) con más de 5 t/APC/ha/año.

Ahora bien, en el margen derecho se muestra el cambio a partir de la implementación de los planes estratégicos y operativos de asistencia técnica encontrando que: los grupos de productores con mayor porcentaje de áreas con menores niveles de productividad de la figura anterior disminuyen significativamente, sobresaliendo los grupos de productores con mayores áreas que incrementan la producción pasando de un área de 1.098 hectáreas a 3.283 entre 3 a 4 t/APC/ha/año; y la de 780 a 1.959 hectáreas con más de 5 t/APC/ha/año.

Para seguir avanzando en el mejoramiento de la producción de aceite de palma sostenible es imprescindible entender y conocer el perfil socioeconómico de los productores, por eso, mediante su caracterización lograremos ofrecer un servicio a la medida, de acuerdo a su perfil y las condiciones de su finca y su entorno, en busca del desarrollo de una palmicultura con sentido humano. En los análisis preliminares de la información levantada vemos la necesidad de trabajar en el relevo generacional y resaltar el rol de la mujer en la actividad palmera, pues como se observa en la Figura 8 sobre la pirámide poblacional, encontramos que más de 60 % de la población palmera esta entre los 40 y 70 años, 47 % son mujeres y 56 % de los hogares son nucleares, es decir, que están formados por los miembros convivientes de un solo núcleo familiar (padres y sus hijos), donde será clave el liderazgo de la mujer y el involucramiento de la familia en la palmicultura del futuro y con sentido humano.

Conclusiones

A partir de la estrategia de financiamiento de la prestación del servicio de asistencia técnica un buen número de Núcleos que no realizaban esta activi-

Figura 7. Cierre de brechas de productividad, mapa de un Núcleo Palmero en la Zona Central. Fuente: Informe final de los POA 2021-Núcleo Palmero-Zona Central, 2021

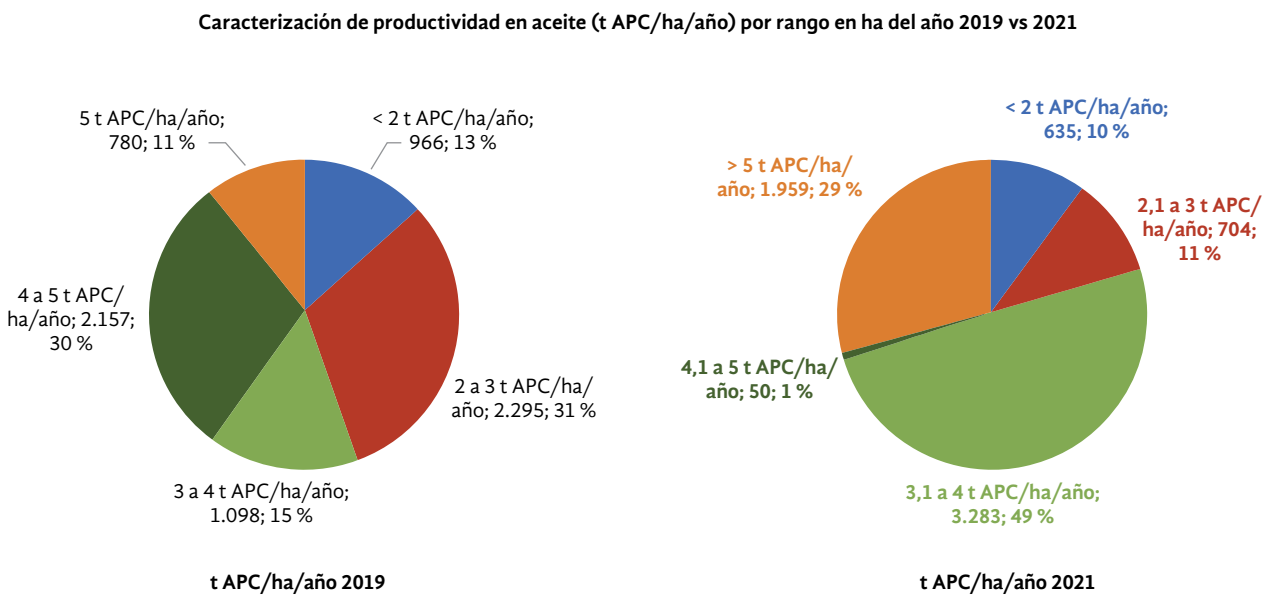
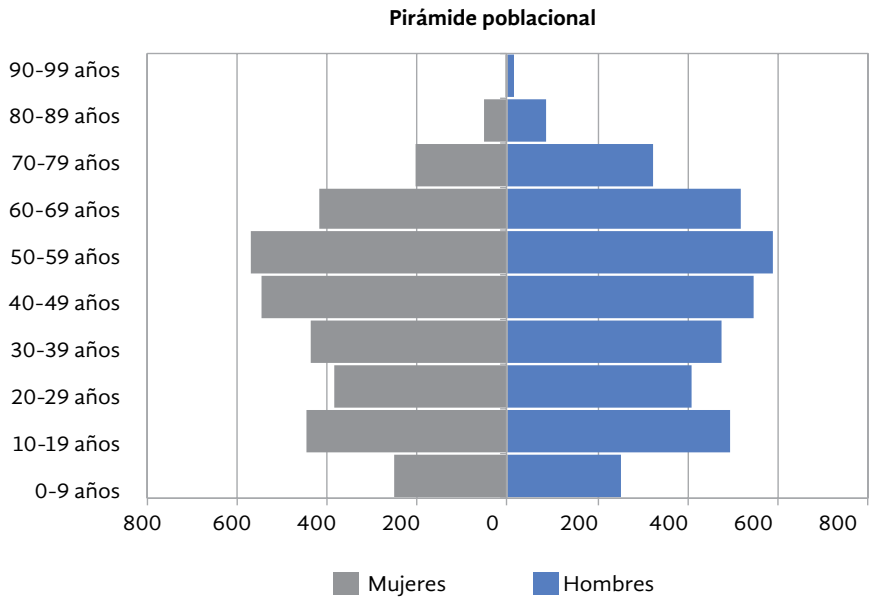
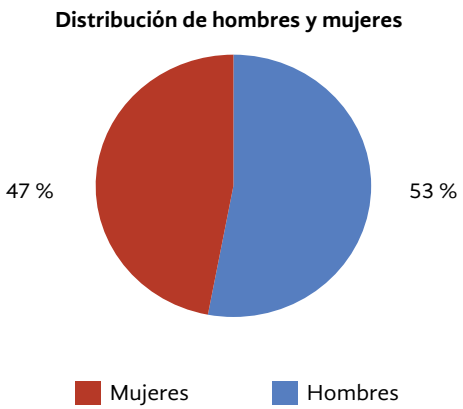
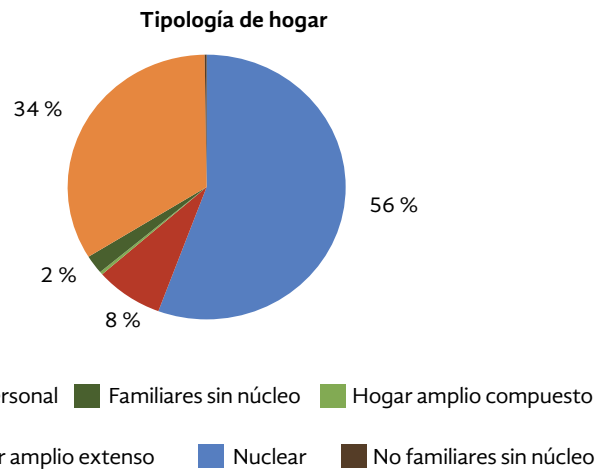


Figura 8. Distribución de la población palmera por edad, sexo y tipología del hogar. Fuente: Caracterización socioeconómica, 2021







dad se han vinculado, aumentando la cobertura a productores sin asistencia técnica. Si, bien esta nueva estrategia tiene dos años, ya se muestran, a nivel de Núcleos, impactos y evidencias palpables como acompañamiento a los productores e implementación y adopción de mejores prácticas a través de la estrategia productor a productor que impactan el mejoramiento en la productividad.

Más de 90 % de los productores hoy cuentan con información oportuna para la toma de decisiones en el manejo de su cultivo. Además pueden participar en estrategias de capacitación e intercambio de experiencias.

La estrategia de asistencia técnica ha permitido fortalecer los equipos técnicos de forma integral, tanto en la parte productividad como en la parte ambiental y social.

Intervención del Ministro de Defensa Nacional de Colombia

Editado por Fedepalma, con base en la presentación realizada durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite

Diego Andrés Molano Aponte
Ministro de Defensa Nacional

Quiero agradecer la posibilidad de compartir con ustedes a lo largo de esta tarde, cómo nuestra Fuerza Pública protege a sectores productivos como el de la palma de aceite, y especialmente recordar que hace muchos años, cuando en 2003 pertenecía a la Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional, tuve la fortuna de trabajar en un programa de sustitución de cultivos ilícitos que buscaba, con las familias guardabosques, ingresar a zonas que estaban pérdidas para Colombia por la presencia de grupos armados organizados. Gracias a este entramos en varias regiones del país: Tumaco, Santander por los lados de Puerto Wilches, pero especialmente en Norte de Santander, en el Catatumbo, en Tibú. Llegamos allí para convencer a los cultivadores de coca que se salieran de la ilegalidad, pues el programa les daba apoyo, por un periodo de tiempo; subsidio; y formación para que estuvieran del lado de la ley. En Tibú fue duro porque preguntaban ¿qué ofrecíamos que fuera tan rentable para garantizar un futuro para las generaciones venideras? En ese tiempo recuerdo a José Cáceres que en su época era el líder de un grupo muy importante de campesinos, pequeños cultivadores, que formaron familias guardabosques, y luego se hizo palmicultor, el cual espero esté aquí. Después trabajé con USAID en el programa MIDAS, apoyando diferentes proyectos para quienes se habían acogido a la legalidad, los que con su comunidad habían progresado y convertido en prósperos empresarios. Yo vi lo que significó la asociación que lideraba José. Siempre le he hecho seguimiento a su carrera hasta hoy.

La verdad es que la palma en esa época se convirtió en una gran apuesta de país para generar progreso, empleo, lograr asociación y desarrollo tecnológico. Por eso veo que estas más de 600.000 hectáreas de palma de aceite en Colombia son bienestar en las regiones donde ha llegado, por supuesto, en medio de muchas dificultades. Entonces, como Ministerio de Defensa tenemos una responsabilidad inmensa. Hoy representa tal vez uno de los sectores productivos

más importantes para el país, y me refiero a ello porque como lo ha señalado el Presidente Iván Duque, en una nación azotada por el COVID-19; en la que perdimos a más de 150.000 colombianos; en 2 años caímos 10 % en el nivel de pobreza; y el desempleo llegó a estar por encima del 15 %; esta agroindustria nunca cerró. La apuesta del Gobierno era mantener y garantizar el abastecimiento de alimentos, y este sector siguió con pujanza, con dedicación en medio de las adversidades, produciendo y manteniéndose en la cadena exportadora.

En la actualidad continúa avanzando, y es una fortuna por lo que significa para Colombia. Es nuestro deber en plena reactivación, trabajar para proteger eso que ustedes han construido a lo largo de todos estos años, y que fue y será pieza fundamental del crecimiento económico y el progreso de los próximos. Que nuestro país crezca a 1,5 % en el último trimestre y que hubiéramos logrado reducir la tasa de desempleo con 2 millones de puestos de trabajo más, es gracias a sectores como este que están jalonando la reactivación. Nuestra responsabilidad como Fuerza Pública es garantizar, dar la seguridad y la certeza, de que eso siga siendo así.

Quiero compartir con ustedes cuatro acciones prioritarias que hemos venido desarrollando en defensa. En primer lugar, hemos combatido de forma contundente las amenazas que tiene Colombia. Después del Acuerdo de Paz de la Habana, el país no quedó totalmente en paz, pues 13.000 hombres continuaron en armas y redes de apoyo, concentrados en grupos armados organizados: las disidencias de las Farc, el ELN, el Clan del Golfo, Los Pelusos y los Caparros, todos nutridos por el negocio del narcotráfico que tanto daño y violencia generan. Después de tres años y medio de trabajo conjunto de nuestra Fuerza Pública, hemos desmantelado dos organizaciones ilegales (nos quedan las disidencias de las Farc, el ELN y el Clan del Golfo), pues todos los cabecillas del ELN están en Venezuela o en Cuba, y lo mismo pasa con los líderes de las disidencias de las Farc, que defraudaron a los colombianos en los acuerdos de la Habana. Allá se la pasan disputándose el control del narcotráfico. Cuando entran al país, los combatimos, los neutralizamos y los capturamos.

Al Clan del Golfo, el que más creció, lo hemos enfrentado también con decisión. Su cabecilla principal, alias Otoniel, uno de los principales narcotraficantes de Colombia, fue buscado durante 11 años sin neutralizarlo. Sin embargo, gracias al trabajo reciente, se pudo capturar y extraditar. El 60 % de la cocaína que exportaba el país salía por las redes criminales que tenía este grupo armado con los carteles mexicanos o con los de Los Balcanes. El esfuerzo de enfrentarlas ha sido una prioridad, porque sabemos que afecta la dinámica económica en ciertas regiones, algunas en las que funciona la agroindustria de la palma de aceite como Tumaco, Norte de Santander en el Catatumbo, Magdalena Medio, Meta, todas zonas prósperas. Hoy nuestro problema está en Venezuela. Desde allí se planearon los ataques contra el Presidente en Norte de Santander; desde ese país operan las rutas del narcotráfico, que hace seis años salían casi todas de Colombia. Es así como fortalecemos la frontera, porque sabemos que es donde está la mayor amenaza.

Ayer hacíamos un consejo de seguridad en el Magdalena, debido a un fenómeno complejo que está afectando al sector palmicultor y bananero en esta zona del país, y es que el narcotráfico comenzó a tener dos caras. Una es la del negocio que se exporta, que va a los mercados de Estados Unidos y de Europa y, la otra, es el microtráfico que se tomó los municipios, los colegios y los parques de nuestras ciudades.

A lo largo de este Gobierno, hemos desmovilizado y sometido a más de 2.300 miembros de las estructuras del narcotráfico y extraditado con decisión a 300, que hoy están en Estados Unidos pagando sus penas. Destruimos 20.000 laboratorios y, en 2021, incautamos 700 toneladas de coca, la máxima que se ha dado. Aunque los combatimos, aún quedan algunos porque continúa el narcotráfico, que al inicio del mandato del Presidente Iván Duque llegó a tener 173.000 hectáreas y en la actualidad es de 143.000. Esos grupos asesinan a los líderes sociales y fueron ellos, las disidencias de las Farc y el ELN, los que cometieron la mayor cantidad de homicidios colectivos el año pasado, alimentados por esta misma estructura del narcotráfico.

En el primer capítulo combatimos a los símbolos del mal porque sabemos que afectan la dinámica económica y aquí tuvimos que hacer un trabajo conjunto con este sector. En el segundo capítulo, existía preocupación en las fincas, en sus administradores y trabajadores, por eso, la seguridad ciudadana en calles, veredas y corregimientos se convirtió en una prioridad para la administración del Presidente y la Policía. Además, puedo decir con orgullo y contundencia, que en 2020 tuvimos la tasa más baja de homicidios. Recuerdo que en 1994 cuando trabajaba en el Congreso, Colombia era calificado como un país y una democracia fallida por el número de asesinatos, que en esa época era de 68 por cada 100.000 habitantes. En el cuatrienio del Presidente Duque vamos a

cerrar con un promedio de 25,2, una valoración que debe hacer Colombia, porque se ha preservado la vida, lo que construye verdadera paz.

Nuestra Fuerza Pública ha hecho una tarea importante, y especialmente la Policía. En 2021 se registró el número de secuestros más bajo de los últimos 36 años. Atrás quedaron las cárceles y jaulas de ignominia de las Farc, donde concentraban a los civiles, soldados y policías. Teníamos más de 3.000 secuestros al año, en 2021 fueron menos de 100. No debería haber ninguno y luchamos para que así sea.

Por supuesto estamos trabajando todos los días para tener una mejor Policía, que pueda combatir los fenómenos nuevos que se presentan, tal es el caso del microtráfico que nos está robando una generación de colombianos. Llegan los jíbaros a las esquinas, a los colegios y a los parques, les entregan una papeleta a los niños y los inducen al delito. Lo primero que hacen es decirle al joven que les avise si el policía viene en la esquina y lo meten en un círculo del mal. Lo llevan a cometer hurtos, luego al sicariato. Por eso, como Ministro de Defensa hemos acabado con 134 ollas y 3.000 estructuras de estos delincuentes, incautando más de 2.100.000 dosis de cocaína, bazuco y marihuana, evitando que lleguen a los jóvenes.

Finalmente, en materia de seguridad ciudadana quiero hacerle una invitación a Fedepalma. Después de los bloqueos, del vandalismo del año pasado, Colombia entera sufrió mucho por un pequeño, pero ruidoso grupo que paralizó al país, quiso cometer delitos y cambiar la narrativa de que el problema era que teníamos una Policía que atentaba contra las manifestaciones ciudadanas. No señores, así no fue. Se realizaron manifestaciones entre abril y junio del año pasado, muchas de ellas violentas, pues obstaculizaron vías como la Ye en Norte de Santander y el Puerto de Buenaventura, afectando la distribución de alimentos. Nuestra Policía actuó frente a todos aquellos que bloquearon la circulación o cometieron delitos en contra de la Constitución y la ley colombiana. Hoy, 158 miembros de la primera línea están capturados con medida intramural, porque no pueden atentar contra los bienes de los colombianos, perturbar la tranquilidad, la dinámica económica, el empleo, el suministro y abastecimiento de medicinas.

Mi invitación, en el caso de Fedepalma, es a apoyar la Ley de Seguridad Ciudadana aprobada por el Congreso de la República, que trae elementos fundamentales para que, con su aplicación, Colombia pueda combatir de una mejor forma el delito. En todos los consejos de seguridad nos dicen: aquí se captura un delincuente y al día siguiente se le ve en la calle burlándose del policía y robando otra vez o cometiendo algún tipo de delito. Con esta ley todo reincidente se queda en la cárcel en proceso de judicialización y se le imponen penas mucho más severas. Igualmente, a quien arremeta contra un bien público o privado.

Un tema fundamental para el sector agrícola es lo que venía sucediendo con las invasiones de tierra. Encontrábamos en el Cauca, en Norte Santander, en el Magdalena Medio, que de forma descarada algunos grupos se tomaban un pedazo de tierra y después iniciaban un proceso de invasión imparable. La Ley de Seguridad Ciudadana incluye un nuevo tipo penal que es el de avasallamiento de tierras, dándole instrumentos a la Policía y a la Fiscalía para evitarlo.

Esta ley permite también que se respete a la Policía. Lo que aquí no puede seguir pasando es que cualquier persona agreda a una autoridad o lo mate sin consecuencias. Hoy, el que se atreva a asesinar a un policía, a un defensor de derechos humanos o a un periodista tendrá 60 años de cárcel, la máxima pena. Hicimos una transformación de la Policía Nacional con la aprobación de dos proyectos de ley. El primero, gracias al Congreso de la República, sobre profesionalización de los 160.000 policías de Colombia, en el que cada cinco años deben certificarse en competencias, procedimientos, derechos humanos, atención al ciudadano y el uso de la fuerza. Si lo logran, siguen adelante, e inclusive puede recibir distinciones que le permitirán tener un mejor salario o remuneración, y si no están bajo ninguna investigación, reciben una adicional. El que no cumpla después de la segunda oportunidad sale de la institución.

Tenemos cero tolerancia con aquel que cometa un delito en contra de la Constitución, la ley, el régimen disciplinario o manche el honor de su uniforme. El nuevo régimen es más exigente y transparente. Cada ciudadano que entable una denuncia, puede hacerle seguimiento en internet, para que tenga certeza jurídica y sepa qué está haciendo la Policía. El cambio del uniforme no es cosmético. Pasarlo de verde a azul, responde a esos nuevos valores de la transformación. Con un código QR, cualquier persona con su celular puede identificar a qué CAI o estación pertenece el funcionario y qué función está cumpliendo.

El tercer capítulo que quería traer a ustedes, porque sé que es un tema no necesariamente atado a la Fuerza Pública, pero que es de permanente preocupación por diferentes sectores del país y especialmente por el de la palma de aceite, es el de la sostenibilidad.

Quiero contarles que a lo largo de estos tres años y medio con el Presidente Duque, se definió como prioridad que en Colombia el agua, la biodiversidad y los bosques fueran un activo para proteger. El mundo se comprometió a reducir las cifras de deforestación a la mitad para 2030. Muchos hablan del cambio climático y del tema ambiental, pero no actúan; otros discuten sobre cualquier actuación ambientalista, pero no adelantan actividades propias concretas. Nuestra Fuerza Pública generó acciones específicas.

En la Amazonia se deforestan aproximadamente 200.000 hectáreas al año, afectando la biodiversidad, el cambio climático y evitando a la emisión de oxígeno a la atmósfera. La Amazonia colombiana es nuestro activo más importante, muy pocos países del mundo lo tienen. Para actuar en contra de la deforestación se creó la campaña Artemisa, conformada por soldados y policías que enfrentan a quienes queman y acaban con la selva, que son nuevamente las disidencias de las Farc. Su líder, alias Iván Mordisco, nunca entró al Acuerdo de Paz, ¿saben por qué?, porque no le legalizaban todas las tierras que había adquirido a punta de tala y quema de árboles en Guaviare y Caquetá. Hoy ese criminal está siendo judicializado como ecocida, lo mismo que alias Gentil Duarte.

Gracias a esa campaña, en la que policiales y militares entran a puntos de la selva amazónica con despliegue de fuerzas especiales, trabajando con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el año pasado se redujo la deforestación en Colombia en 30 %, contribuyendo de esa manera al propósito de acabarla de aquí a 2030. Quisiéramos que fuera más. Nuestra actuación es contundente y en esa medida es ejemplo. En donde quedaba el Borugo, el sitio con jaulas de ignominia para mantener a los secuestrados, el Ejército Nacional tiene hoy el vivero más grande de la Amazonia colombiana, manejado por ingenieros militares. También estamos repoblando todos los páramos, como el de Santurbán, con especies de frailejón. Vamos a construir dos bases conjuntas con la dirección de Parques Nacionales Naturales para preservar las 60 áreas protegidas. A partir de julio, la Armada Nacional bajo la campaña Artemisa Naval, iniciará labores para salvaguardar el arrecife de coral con mayor concentración de biodiversidad de nuestros océanos, que hoy es devastado por la pesca de arrastre de los barcos ilegales chinos, especialmente en el pacífico colombiano. Algunos datos: 20 operaciones, 20.000 hectáreas recuperadas y más de 119 capturas frente a ese tema; acabamos un cartel de los mayores deforestadores; fueron capturados 15 en menos de 6 meses, y hoy están pagando penas por delitos ambientales.

Para terminar, quiero mencionarles que hemos hecho otra tarea fundamental, para la que necesitamos el apoyo de ustedes como empresarios, como productores, como miembros de una sociedad que saben de la importancia del respeto a las instituciones. Después de la firma del Acuerdo de la Habana, todos los reflectores han estado sobre nosotros y no sobre los victimarios. El país debe garantizar la legitimidad de su Fuerza Pública y la sociedad entera rodear a sus soldados y policías, porque han sido cimiento de la democracia. No se puede tergiversar la historia, y que la Fuerza Pública se presente como enemigo de Colombia. Por eso, elaboramos el informe Aporte a la verdad, que fue entregado a la JEP, a la Comisión de la Verdad y al Centro de Memoria Histórica, mostrando que en los últimos 50 años hemos tenido unos soldados y policías comprometidos con la defensa de la Constitución y la ley. Y si bien algunos de estos hombres han cometido actos irregulares, se han judicializado, pues es una responsabilidad individual. Aquí no hay una práctica generalizada, por el contrario, hoy como Ministro de Defensa les aseguro que no hay un solo integrante de la Institución, que no haya sido formado en derechos humanos y en derecho internacional humanitario antes de salir a cualquier operación. Más bien por el contrario, fueron las Farc las que; a través de prácticas de crímenes de guerra, como desapariciones forzadas, minas antipersona y secuestros; hicieron que 403.353 miembros de la Fuerza Pública fueran vulnerados. Por eso pedimos a la JEP que abriera un macrocaso para juzgar a todos aquellos que cometieron estos crímenes.

Por eso es tan importante la Ley del Veterano, que reconoce a todos los héroes de la patria, 250.000, con beneficios y apoyos en líneas de servicio en las entidades privadas, subsidios de vivienda, emprendimiento, educación y rehabilitación si lo requieren.

Nuestra Fuerza Pública es respetuosa de la democracia, tal y como se vio en las pasadas elecciones al Congreso de la República, una de las más seguras en los últimos años. En 16 Circunscripciones Especiales de Paz se eligieron a los representantes de las víctimas sin ningún problema. Hoy son congresistas gracias al Plan Democracia que establecimos.

Pueden contar ustedes con los soldados y policías de la patria, que protegerán y garantizarán que lo que han construido en estos 60 años de vida de Fedepalma, siga siendo una fuente de progreso, de bienestar y desarrollo para todos los colombianos. Muchas gracias.

Prospectiva del sector palmero colombiano

Editado por Fedepalma, con base en la presentación realizada durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite

Saúl David García Sterimberg
Director de BIP Colombia

Catalina Restrepo, Presidenta de la Junta Directiva de Fedepalma. Saul García nos dará un primer informe del proyecto de prospectiva estratégica que se está llevando a cabo a nivel de la Federación. Para este trabajo de consultoría se han entrevistado por lo menos a 300 palmicultores de todas las zonas palmeras, para lograr un mayor consenso. Abrimos este espacio para que nos cuente algunos hallazgos de esta primera etapa, que ya lleva 6 semanas de las 10 que durará el estudio.

Saul García Sterimberg. Hemos recorrido 1.250 kilómetros en las cuatro zonas palmeras, viviendo la realidad, tratando de conversar y entender las diferentes posiciones de los palmicultores. Encontramos un gremio muy heterogéneo, con diversas visiones, grupos que se perciben como distintos, con diferentes problemáticas. Por eso, el proyecto se llama *Visión estratégica y alineación gremial*, porque en este diagnóstico hemos identificado que la palma de aceite es uno de los casos de éxito de Colombia, así como la institucionalidad palmera que ha logrado soportar este avance. Sin embargo, a futuro es fundamental generar algunos consensos y alineación, de manera que todos empujen hacia el mismo lado.

Si una empresa tiene unos socios y cada uno piensa de forma distinta, por más buena que sea, probablemente va a tener problemas y va a quebrar. En cambio, compañías que pueden no ser exitosas, pero están todos juntos, se arremangan y jalan para el mismo lado, tienen más chance de salir adelante. Estamos aún en la etapa de diagnóstico, de entender cuáles son esas posiciones, y a partir de ahora, de tratar de construir algunos elementos comunes, en donde los diversos grupos se puedan poner de acuer-

do sobre cómo debe evolucionar la institucionalidad gremial. Esto implicará tener que ceder parte de sus posiciones, poderse poner más arriba y transigir, para que juntos, bajo un plan que le sirva a la mayoría, hagan que el gremio y el sector siga avanzando. Ese es el reto que nos queda por delante.

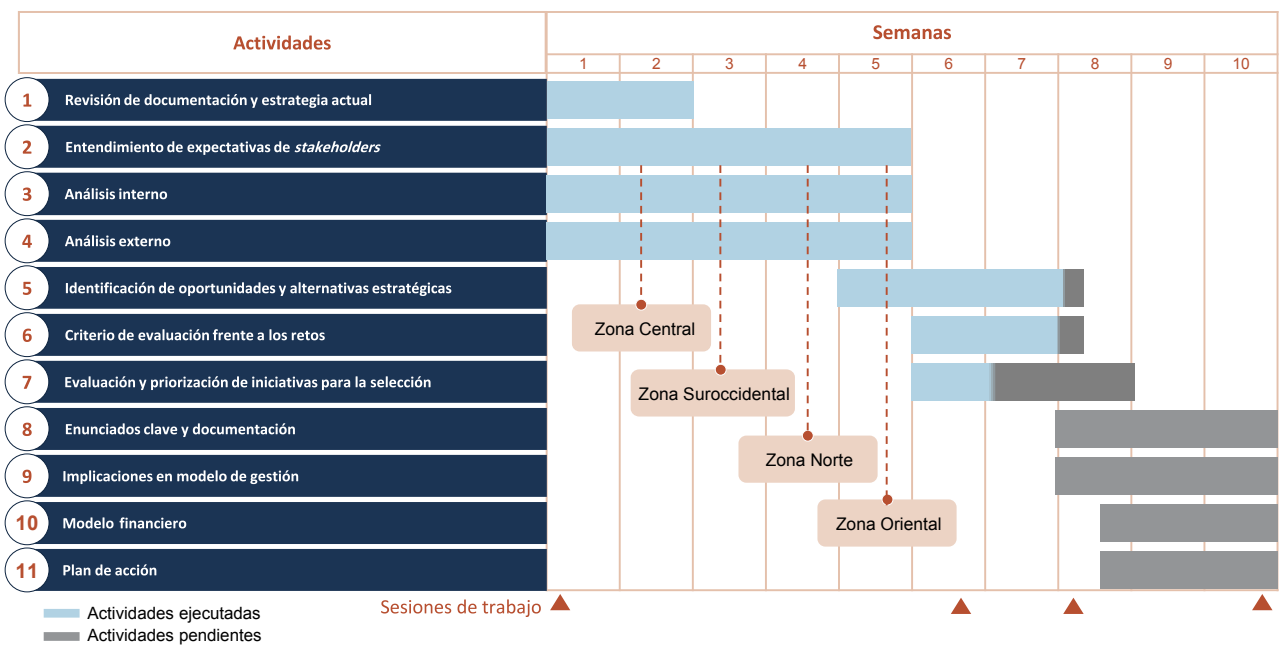
Vamos a exponer ahora los resultados de ese diagnóstico inicial, que es lo que hemos visto en estas etapas como tercer actor que no tiene ni agenda, que está entendiendo, que a veces ni siquiera comprende cuáles son esos grupos o esos intereses; y que tiene opiniones de ¿cómo vemos nosotros la problemática desde fuera? y ¿cuáles son los puntos de convergencia y de divergencia?, algo fundamental para encarar el futuro y poder seguir construyendo otro ciclo, manteniendo la bonanza de este sector.

Para el proyecto definimos una metodología de 11 pasos (Figura 1) con énfasis en tratar de comprender las expectativas del mayor número de actores. Por eso, de la semana 2 a la 5 fuimos a cada una de las regiones, hicimos talleres para conversar con más de 300 personas, en 10 ciudades, en hoteles y en fincas. También dialogamos con algunos ejecutivos de la Federación, de la Junta Directiva e, incluso, hicimos algún grupo focal para ver cómo reaccionaban en conjunto. Todo con el objetivo de entrevistar al mayor número de personas.

No es un ejercicio que pretende la globalidad, sino entender esos puntos de vista y hacer un diagnóstico, que abarca el primer reporte al equipo de prospectiva estratégica. Lo que sigue es llevar estos hallazgos a una convergencia, a un plan, a una definición de cómo debe evolucionar la gremialidad, un modelo de transformación para maximizar la generación de valor para todos.

A nivel macro, vemos un escenario principalmente positivo, lleno de oportunidades para la palma de aceite en general y para el país en particular, con unos retos que de todas formas serán importantes superar para poder capturar dichas oportunidades. Lo primero es que el crecimiento de la población es una realidad. Hoy somos, 7,5 billones de personas en el planeta y se espera que en 2050 se llegue a 10 billones. Un aumento poblacional que conlleva a un incremento en la demanda de alimentos y de energía. El de palma, comparado con los demás aceites vegetales, está posicionado como una de las soluciones más convenientes para cubrir dicha demanda. Esto porque requiere menos recursos (tierra, fertilizantes y agua) y es más costoeficiente para solucionar necesidades futuras.

Figura 1. Cronograma del proyecto



Ahora ese mercado está principalmente en el tema de alimentos, y dentro de este segmento el producto más demandado son las grasas, el aceite refinado. Estados Unidos es un mercado natural cercano que requiere aceite refinado, y nosotros realmente le exportamos muy poco. Cada vez se exige más calidad, sostenibilidad y valor agregado. Hay otros segmentos también globales que representan oportunidades de nicho, como oleoquímicos y biocombustibles con la potencialidad para ser usados en aviones y barcos, si la regulación internacional avanza hacia allá. Un mercado igualmente prometedor e interesante.

Hay un debate fundamental entre si los alimentos debieran sustituirse por combustibles o no. Lo más seguro es que los primeros prevalezcan, pero en cualquiera de los casos, estamos en un entorno global que a futuro se ve favorable para el sector.

Colombia es el cuarto productor a nivel mundial de aceite de palma. Tenemos una potencialidad de seguir creciendo en productividad, y probablemente dicho crecimiento necesariamente se relacione con la exportación hacia Estados Unidos y Europa que son para nosotros mercados naturales, y que representan 23 % de ese comercio global.

Para poder participar y capturar ese crecimiento, la palma de aceite debe enfrentar desafíos importantes. Los mercados europeo y el de Estados Unidos son relevantes, pero igualmente tienen una serie de restricciones, de requerimientos complejos, muchas veces impulsados por los sustitutos como la soya, con gran escala e influencia, y con los que debemos competir.

Hay una imagen desfavorable frente al uso y el consumo de productos derivados del aceite de palma, que parte de algunos hechos condenables en Indonesia y en Malasia, y de la publicidad generada por los países ricos. Lo cierto es que hoy hay una percepción de que la palma tiene efectos nocivos en el ambiente y en la salud, tema que es preciso enfrentar para poder seguir avanzando.

La otra limitación es crecer de forma sostenible y según lo requieren los mercados. En países como Indonesia y Malasia que concentran 85 % de la producción, la posibilidad de aumento en área sostenible es muy limitada, generando también el reto de cómo incrementar la productividad para responder a la demanda global.

Ahora Colombia está bien posicionado para competir en ese mercado. Como se observa en la evolución del país palmero en los últimos 20 años (Figura 2), hemos superado entre 3 y 4 y hasta 5 veces muchos de los indicadores relevantes como producción, hectáreas, área sembrada. Este crecimiento ha sido superimpor-

Figura 2. Evolución de la palmicultura en Colombia 2000-2020. El sector ha crecido entre 3X y 4X en área, producción y exportaciones con un deterioro del nivel de rendimiento por hectárea

Descripción	Real					Moderado	Evolución	Cumplimiento de metas Visión 2020
	2000	2005	2010	2015	2020	2020		
Producción								
Metas de participación en el consumo mundial (%)	2,4	2	1,6	2	**2,1**	**5**	↓	✗
Producción de fruto (miles de t)	2.483	3.164	3.697	5.937	**7.173**	**14.756**	↑	✗
Producción de aceite de palma (miles de t)	520	660	753	1.275	**1.558**	**1.902**	↑	✗
Consumo doméstico								
Proyecciones del consumo interno (miles de t)	400	440	776	970	**1.170**	**781**	↑	✓
Exportación								
Metas de exportación (miles de t)	145	257	114	438	**666**	**1.122**	↑	✗
Exportaciones/producción (%)	27,8	38,9	15,1	34,4	**42,7**	**59**	↑	✗
Áreas de siembra								
Área sembrada (miles ha)	158	260	380	488	**590**	**461**	↑	✓
Área de producción (miles de hectáreas)	126	169	256	377	**478**	**405**	↑	✓
Tasa de crecimiento del área en producción (%)		11,3	12,1	6,8	**2,5**	**5,5**	↑	✗
Nuevas siembras acumuladas (miles de hectáreas)	7,9	113,8	266,1	393,3	**505,5**	**360,6**	↑	✓
Renovaciones acumuladas (miles de hectáreas)	0,9	4	8,5	20,9	**38,6**	**118,2**	↑	✗
Siembras totales por año (miles de hectáreas)	8,8	32	32,9	22	**27,8**	**38,2**	↑	✗
Productividad								
Metas de rendimiento (toneladas aceite/hectáreas)	4,1	3,9	2,9	3,4	**3**	**5**	↓	✗

tante, generando desarrollo económico y bienestar para gran parte de la población. Quizás el único indicador que tiene un deterioro con respecto a las metas establecidas en 2020, es el rendimiento y la productividad de toneladas de aceite por hectárea, que es una de las grandes oportunidades para el sector, aprovechar la capacidad instalada, suplir esos mercados y poder tener un negocio más grande.

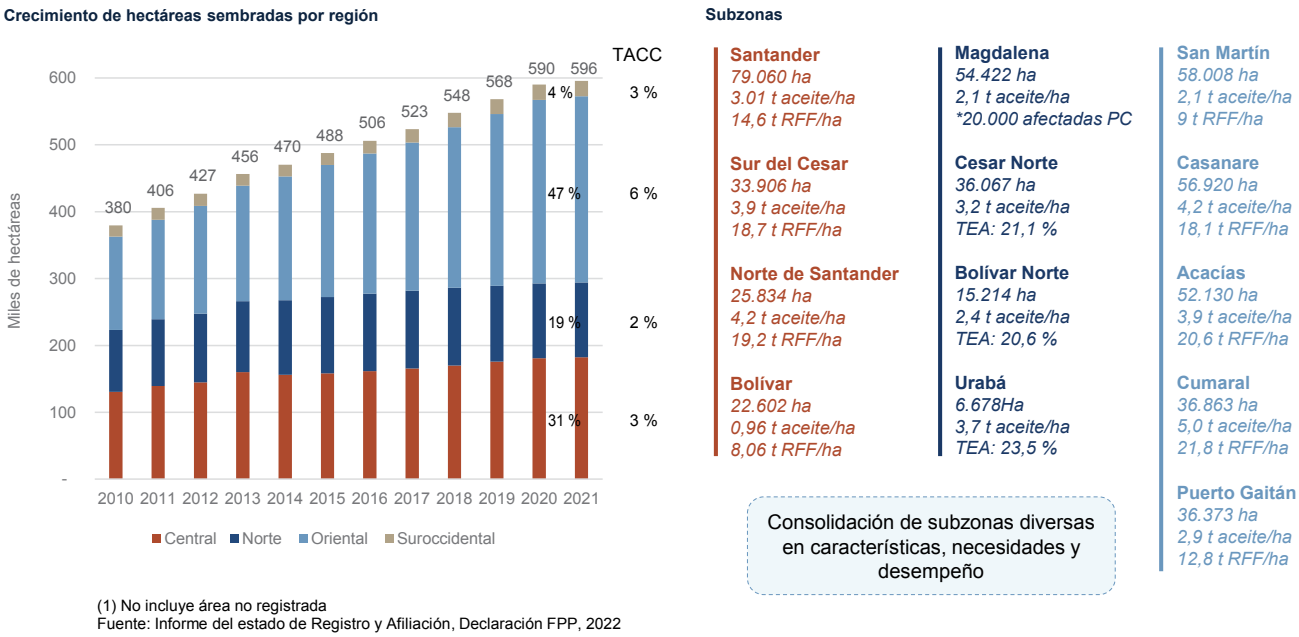
En cuanto al tamaño del cultivo, hemos crecido en cuatro regiones diferentes entre el 3 y el 6 %, llegando a 600.000 hectáreas. Hoy la industria está concentrada en la Zona Oriental con 47 %, seguida de la Central con 31 %, la Norte con 19 % y la Suroccidental con 4 % (Figura 3). Adicional a este avance, también es evidente el crecimiento de las subzonas. El país ha tomado una dinámica importante, en donde hay subzonas con un tamaño considerable que las hacen foco de intervención y de gestión relevante. Eso nos obliga a repensar si quizás un modelo de atención por subzonas a futuro tenga más sentido, reconociendo la diversidad y las características particulares de cada una de ellas.

El crecimiento de la palma ha sido inclusivo, pues ha incorporado a grandes, medianos y pequeños productores, y como dijo el Ministro de Defensa en su momento, fue un sector que generó oportunidades a muchas personas en zonas complejas (Figura 4). Lo cierto es que hoy contamos con una agroindustria compuesta por más de 6.000 palmicultores, de los cuales el 85 % son pequeños, 12 % medianos y 3 % grandes, con diversidades y brechas en necesidades que hacen aún más compleja la tarea, porque nos toca entender y segmentar mejor los problemas.

El año pasado 29 % de la producción se exportó; 71 % se quedó en el mercado local, en sectores tradicionales, alimentos concentrados; y 39 % se fue a biodiésel. Es factible que este siga en alza, pero a futuro las posibilidades de crecimiento estarán especialmente en las exportaciones, y para competir es preciso que la agroindustria evolucione, sea costoeficiente, tenga alguna posición de valor que la diferencie de las otras y cumpla con los requerimientos de producto y de prácticas de sostenibilidad que requieren los mercados.

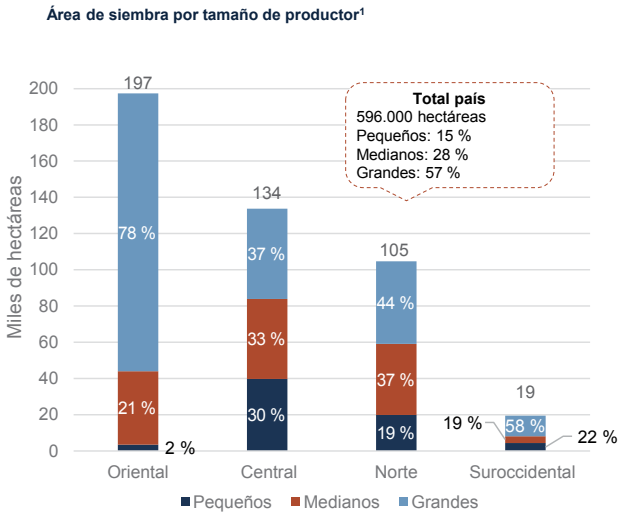
A nivel de costos, tenemos una brecha en cada uno de sus componentes con respecto a los principales competidores, y probablemente nuestra estrategia no podrá ser jamás liderar en estos. Pero trabajar en la competitividad, reducir los costos de tonelada de 563 a por debajo de 500, es lo que va a hacer que la

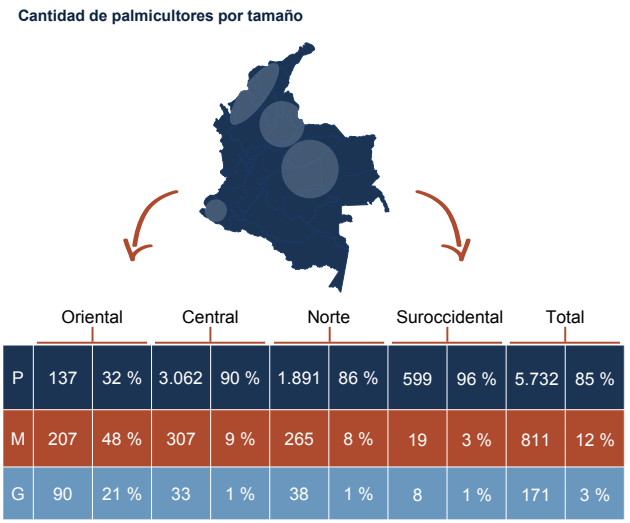
Figura 3. Evolución por zona. El crecimiento ha venido impulsado por la Zona Oriental y Central con subzonas emergentes con características particulares



(1) No incluye área no registrada
Fuente: Informe del estado de Registro y Afiliación, Declaración FPP, 2022

Figura 4. Composición productiva. El desarrollo ha incorporado a grandes, medianos y pequeños productores de diferente forma por región.





(1) No incluye área no registrada
Fuente: Informe del estado de Registro y Afiliación, 2022

agroindustria pueda ser sostenible y sustentable en épocas, incluso, de precios bajos. Volvernos más eficientes en cada uno de los eslabones, si bien no es la estrategia competitiva y de diferenciación, sí es un imperativo para poder competir.

Durante estos años, el indicador de productividad pasó de 4 a 3,2 toneladas por hectárea, pero algo se recuperó en la última medición de 2021. Cenipalma ha generado una cantidad de progreso en prácticas, en desarrollo, en soluciones. Sin embargo, no todos las adoptan de la misma forma. Por eso encontramos en algunas zonas del país, Núcleos en los que funcionan bien los temas, alcanzado entre 4,5 y 4,7 toneladas, otros que están en 6, incluso más, y algunos por debajo del promedio. Nuestro reto es cómo hacer para que podamos impactar de forma eficiente a todos los actores (Figura 5).

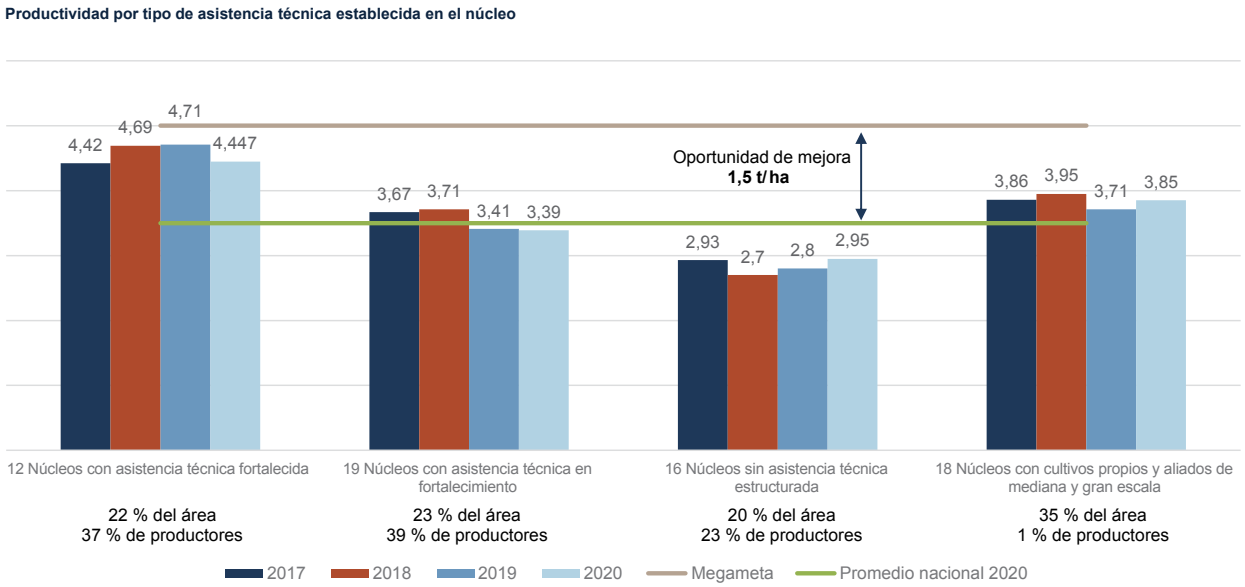
Hay buenas noticias. En esta visita por el país, hallamos muchos palmicultores que están apuntando a productividades de 7 y de 8 t/ha, e incluso a largo plazo piensan en 12 gracias a la nueva variedad. Encontramos que no existe correlación entre el tamaño y la productividad, es decir, que no se necesita ser grande para ser más productivo. La principal variable es la eficiencia en la adopción de prácticas agronómicas adecuadas. La oportunidad de crecimiento va a depender también de la colaboración de todos y de cómo el gremio evoluciona para poder tener más cercanía, mejorar sus temas de comunicación y capacitación, y poder entre todos hacer que la agroindustria avance.

El país cuenta con una frontera agrícola de alto potencial para el desarrollo del cultivo a futuro. Tenemos alrededor de 7,3 millones de hectáreas para seguir creciendo en área bajo los criterios de no deforestación y de agricultura sostenible.

También es cierto que antes de crecer, existe una necesidad de renovación de cultivos muy importante (Figura 6). Alrededor de un 12,5 % tienen más de 25 años, y esto unido a la reconversión de la cosecha hacia la variedad híbrida nueva, hace que se requieran otras 75.000 hectáreas. Estamos hablando en los próximos años de alrededor de 150.000 hectáreas que van a tener que ser renovadas exigiendo una inversión considerable, y mecanismos de apoyo en financiamiento y en esquemas para que los pequeños productores puedan hacer también el proceso de transición, ya sea por temas de sanidad o por antigüedad.

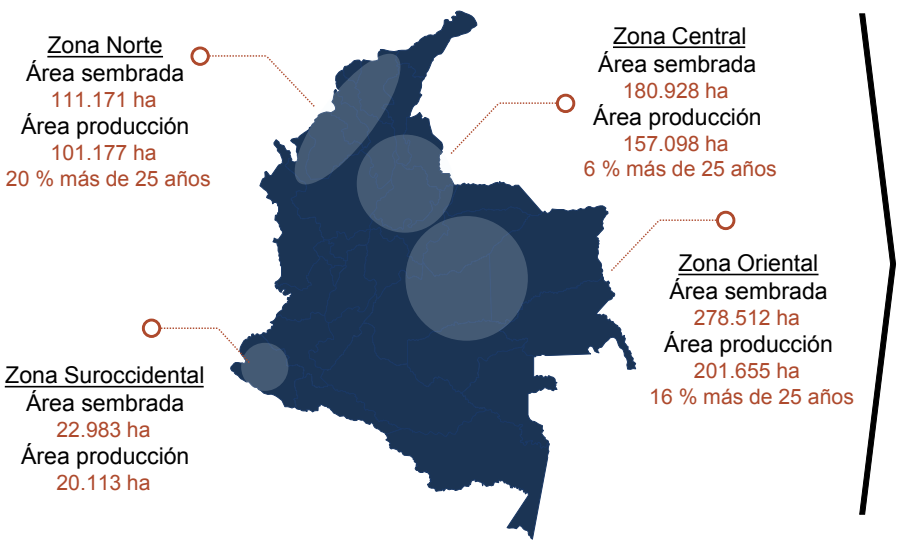
Después de los talleres que hicimos en las diferentes zonas del país, nos reunimos con algunos ejecu-

Figura 5. Histórico de productividad por Núcleo. Un factor de rezago es la heterogeneidad de capacidad de gestión al interior del gremio. Se evidencian modelos de gestión exitosa con progreso relevante y preocupa el volumen de actores con gestión inferior



Fuente: Cenipalma, equipo de extensión – Implementación de mejores prácticas para incrementar la productividad en tiempos de buenos precios

Figura 6. Renovaciones de cultivo



Zona	ha > 25 años
Norte	20.223
Centro	9.426
Oriente	44.562
Total	**74.211**
Inversión x ha	24MM COP
Inversión estimada	1,78 billones COP

Adicionalmente, se prevén renovaciones adicionales relevantes por temas sanitarios en todas las zonas del país

Retos relevantes en promover esquemas de financiación de semillas y prácticas para OxG

Fuente: Sispa 2021

tivos con el fin de identificar dentro de este grupo tan heterogéneo, qué obstáculos veían, qué puntos de divergencia y de convergencia tenían. En general encontramos un contexto alentador: los palmicultores se sienten en este momento esperanzados por el tema de los precios, y agradecen la facilidad de la comercialización. Es un cultivo que siempre tiene salida e igual hay una perspectiva positiva hacia el futuro. Es el momento de poder plantearse cosas profundas, y tomar decisiones para tiempos no tan buenos.

El siguiente punto que nos llamó la atención es que hay una gran conciencia, hasta de los más pequeños productores, sobre la importancia de la sostenibilidad. Todos recalcan el tema, el valor del agua y el desarrollo social y económico de su entorno. Lo ven como una palanca de progreso en muchas zonas, como por ejemplo en María La Baja y Curumaní, nos contaban cómo era antes y después de la palma de aceite. La gente dibujaba una casita pequeña y después una grande, luego un carro, el hijo yendo a la universidad, como resaltando el gran impacto que ha tenido esta agroindustria en las vidas de las personas en múltiples regiones del país. Lo otro es que se reconoce al gremio como ente interlocutor ante los diferentes actores del mercado, su gran capacidad de investigación y los logros y soluciones generadas en temas fitosanitarios, que han ayudado a incrementar la productividad. Igualmente, las prácticas desarrolladas y su impacto, reconociéndolas como un esfuerzo superimportante que nadie sería capaz de hacer por sí mismo. También, un habilitador en la versatilidad de usos de la palma de aceite, y la competitividad que se tiene con respecto a otros aceites.

En cuanto a obstáculos, se percibe una operación del gremio muy centralizada. En algunas zonas reclaman más cercanía, atención y reacción rápida a necesidades urgentes, no únicamente enfocadas en las prácticas productivas, sino en materia de educación, infraestructura, créditos y seguridad de forma eficiente. Para los pequeños productores es importante tener más apoyo en la interlocución con los entes territoriales para resolver sus problemas de vías y algunos temas de salud. El gremio tiene una oportunidad de mejora, siendo más efectivo a nivel del *lobby* nacional y regional, o comunicar mejor las acciones que hace, ya que lo comparan con otras agremiaciones.

El otro obstáculo es que la forma utilizada para permear el conocimiento y las capacidades, es a través del esquema de núcleos. Registramos casos en los que funcionan muy bien, con palmicultores agradecidos con su gestión, pero también pudimos evidenciar todo lo contrario. Hay regiones con un alto nivel de desconfianza hacia ellos, porque no se hace una transferencia efectiva del conocimiento, y por ende la productividad en general de la zona no funciona bien.

Además de la estigmatización de la palma de aceite, otra dificultad radica en los problemas fitosanitarios. En algunos territorios la Pudrición del cogollo (PC) está haciendo de las suyas. Aunque el híbrido ha sido una solución importante, se percibe igual cierta incertidumbre sobre su manejo, pues está en una etapa que requiere de aún más investigación y desarrollo para seguir evolucionando. Hay inquietud sobre cómo va a ser su comercialización en los mercados internacionales, la polinización con ANA y lo que implica esos costos.

La última inquietud también relevante es que el éxito y la mejora económica que ha traído la palma de aceite a las regiones ha ocasionado, a su vez, que las nuevas generaciones progresen y vayan a la universidad, haciendo que escasee la mano de obra, no solo operativa sino en la misma gestión de cultivos pequeños y medianos. La siguiente generación está en la universidad con intereses distintos o hay zonas en las que están compitiendo con otros cultivos por trabajadores disponibles. Preocupa en un escenario de crecimiento, de continuidad, ¿cómo resolver este tema?

Identificamos puntos de convergencia y de alineación sobre el futuro. Si bien hay diferencias en puntos de vista de cómo gestionar, nadie niega el valor de la agremiación como ya se expuso (las diferencias están en las visiones de cómo exactamente es que debe evolucionar).

Es fundamental tratar los puntos de divergencia que hemos identificado, que generan malestar y tensión entre actores, y que afectan y distraen la gestión efectiva del gremio a futuro. Hay diferentes visiones sobre su tamaño: algunos dicen que es muy grande y gasta mucho dinero, otros que es adecuado. El problema no es el nivel de gastos, sino cómo se gasta, cómo aseguramos que hacemos un uso efectivo del mismo. Alguien afirmó en una entrevista: "si yo sumo lo que he pagado al gremio, contrastado con los beneficios que me ha dado en temas fiscales, productividad e investigación, el múltiplo generado de mi inversión ha sido entre cuatro a seis veces". Aquellos que piensan de esta forma tienen un enfoque hacia el gasto eficiente, otros van más hacia cómo hacemos un gremio más pequeño.

Son temas de cultura. Hay gente que la percibe centralista, como de estatus, de posicionamiento, otros que quisieran más austeridad, más cercanía con las regiones.

El gobierno corporativo también es un punto importante de discrepancia. Se hicieron cuestionamientos alrededor de una representatividad adecuada en los órganos de control, de asegurar que es eficaz, de tener acceso a la información. Además del gobierno corporativo conformado por 18 miembros, existen otros 4 órganos de control, múltiples comités y un equipo gestor que dedica gran parte de su tiempo a atender reuniones. Acá hay elementos importantes sobre la forma en que este debe evolucionar. Otro aspecto que se suma, radica en los Fondos Parafiscales Palmeros, su rol en el mercado actual, el tema de fletes (que si favorecen a unos o a otros).

Terminando mi intervención, vemos todo lo que hemos hecho y lo que han hecho ustedes. Hay una agroindustria que es un caso de éxito en el país, con mucho impacto, no solo por los resultados sino por lo construido, por sus capacidades. Todo lo que es hoy y el entorno global donde también existen múltiples oportunidades. Es nuestra responsabilidad encontrar puntos en común para establecer una hoja de ruta en la que cada uno participe y esté de acuerdo con el bienestar común, y diseñemos la evolución de la institucionalidad de manera que esta historia de logros se profundice de forma armónica, entendiendo las diferencias que siempre existirán y son sanas. Un acuerdo sobre lo fundamental, que permita una gestión enfocada. No un tema de inestabilidad total, en donde hay luchas de intereses, grupos que manifiestan gran insatisfacción, porque al final esto va a desconcentrar al sector de lo que le toca hacer, generando escenarios negativos. Necesitamos un gremio que aporte, que facilite, que sea competente en lo que le toca, y que vaya evolucionando acompañándo al palmicultor de la mejor forma.

Hasta ahora vamos acá. Hemos entendido e identificado esos espacios de divergencia. Lo que queda ahora con la nueva Junta, es encontrar la mejor forma de definir ese camino, determinar cuáles son esas opciones y establecer los programas de cambio, la visión del gremio a futuro y cómo la vamos a formular para que se ejecute, de manera que la institución siga evolucionando y tenga una nueva ruta exitosa,

Muchas gracias.

ESTAMOS TRABAJANDO POR CONSOLIDAR Y POSICIONAR LOS ATRIBUTOS QUE DIFERENCIAN NUESTRO PRODUCTO

Principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia*

1. Agroindustria productiva, competitiva y resiliente
2. Uso adecuado y eficiente del suelo, el agua y la energía
3. Cero deforestación y no reemplazo de AVC
4. Palmicultura armónica con su entorno natural y la biodiversidad
5. Prevención y mitigación de la contaminación ambiental
6. Generación de valor a partir de la biomasa
7. Trabajo decente y derechos de los trabajadores
8. Esquemas de suministro responsable y negocios inclusivos
9. Relacionamiento responsable con comunidades y protección de derechos humanos
10. Comportamiento ético, legal y transparente

* Condiciones que enmarcan la producción palmera colombiana y que se despliegan con la aplicación de las mejores prácticas productivas, ambientales y sociales

PROGRAMA DE ACEITE DE PALMA SOSTENIBLE DE COLOMBIA

Tiempos de inversión, tiempos de crecer en productividad

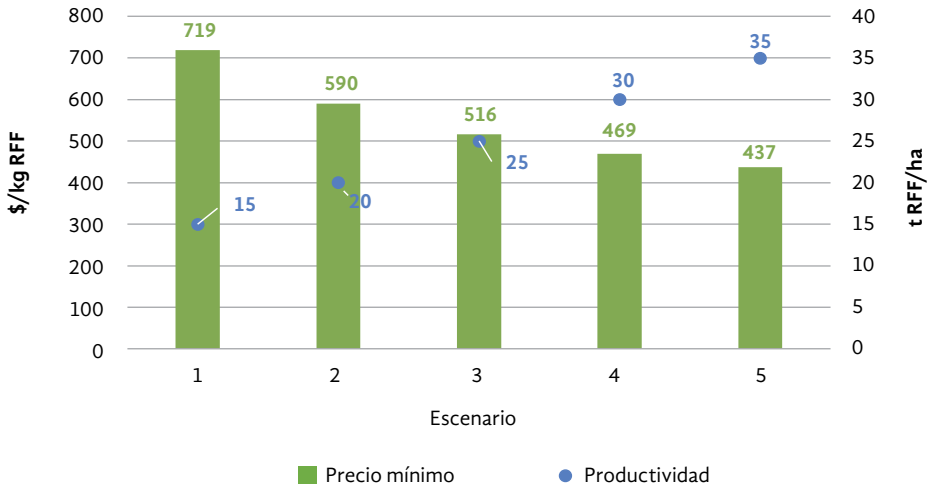
Mauricio Mosquera Montoya, Coordinador de la Unidad de Validación de Cenipalma; **Nolver Atanacio Arias,** Coordinador del Programa de Agronomía de Cenipalma; **Jesús Alberto García Núñez,** Coordinador del Programa de Procesamiento; **Ánderson Eduardo Guerrero Sánchez,** Extensionista de Planta de Beneficio de Cenipalma.

¿Incrementar la productividad o extender el área sembrada?

El palmicultor que está al frente de su negocio de palma de aceite suele pensar que incrementar el área cultivada le permitirá obtener un mejor rédito económico. Dicha percepción parte del supuesto de que algunas inversiones son susceptibles a la escala del negocio; sin embargo, con frecuencia se pasa por alto el hecho de que la productividad del cultivo, expresada en toneladas de fruto fresco por hectárea, es una variable determinante en la resiliencia del negocio ante las fluctuaciones a la baja del precio del aceite de palma.

Estimaciones realizadas por la Unidad de Validación de Cenipalma, a valores de 2021 (Figura 1), arrojan que un cultivo de palma, el cual produce 15 t RFF/ha en etapa adulta, requiere un precio mínimo de $ 719/kg RFF, para que sea viable desde el punto de vista económico. Entre tanto, un cultivo de palma que en fase adulta produzca 35 t RFF/ha necesita un precio mínimo de $ 437/kg RFF (Figura 1). Dado que existe una relación inversa entre productividad y costo de producción, según la cual a mayor productividad (t RFF/ha) menor costo de producción ($/t RFF), vale la pena cuestionarse si no es más rentable incrementar la productividad de los cultivos que desarrollar un nuevo proyecto de palma de aceite.

Figura 1. Relación entre productividad de los cultivos y precio mínimo requerido a valores de precios y costos en 2021



Para ilustrar las posibilidades a las que se enfrenta un palmicultor, se planteó un modelo económico que permite evaluar las implicaciones de tres posibles decisiones. Los supuestos y las consecuencias de dichas alternativas se sintetizan a continuación.

***Business as usual* (BAU).** El palmicultor decide seguir con su negocio tal y como está en términos de área, y su cultivo sigue produciendo 22 t RFF/ha. Naturalmente, las cantidades de insumos utilizadas y las labores de cultivo no se alteran; por lo tanto, el costo es el mismo.

Incremento de la productividad. El productor decide invertir en el manejo físico-químico del suelo, sembrar coberturas e incorporar materia orgánica, entre otras acciones, con el fin de aumentar la productividad. El efecto de estas inversiones se refleja en la productividad obtenida 2 años después y se asume que esas prácticas seguirán siendo parte del manejo del cultivo en adelante. La productividad pasa de 22 t RFF/ha a 26 t RFF/ha, lo que implica un mayor costo por hectárea de la cosecha y del transporte de RFF a la planta de beneficio.

Nueva siembra. El palmicultor decide ampliar el área sembrada y seguir con la tecnología que ha venido utilizando; luego, la productividad en etapa adulta del nuevo proyecto alcanza 22 t RFF/ha. En este caso, se consideran los costos asociados a la siembra y mantenimiento del cultivo en las etapas improductiva y de palma en desarrollo.

En este modelo se trabajó con un precio real de $ 822/kg RFF, el cual es un promedio del precio mensual real que se pagó durante el periodo de enero de 2015 a enero de 2022; es decir, de los últimos 7 años, con lo cual se tuvieron en cuenta épocas de precios bajos y precios altos. Por simplicidad, se considera que el palmicultor está tomando la decisión cuando su cultivo actual tiene 8 años de haber sido sembrado. La Figura 2 presenta los supuestos en términos de costo e ingreso, con los que se trabajó el escenario de nueva siembra. La unidad espacial del modelo es una hectárea y la de tiempo es un año.

La Figura 3 presenta los flujos de ingreso neto para las 3 posibles decisiones. Es importante tener en cuenta que, para los escenarios BAU y el de incremento de la productividad, el proyecto de palma termina al año 30. Entre tanto, para el escenario con nueva siembra, el flujo se extiende por 8 años más; además, entre los años 10 (2 años después de establecida la nueva siembra) y 30 se cuenta con el ingreso que proviene de las ventas del RFF de la siembra previamente existente y de la nueva siembra.

Adicionalmente, desde el año 31 al 38 se percibe exclusivamente el ingreso de la nueva siembra, porque la siembra anterior se eliminaría en el año 30. Como se mencionó previamente, los primeros 8 años tienen el mismo flujo de ingresos en los 3 escenarios, porque se supuso que es el año en el cual se toma la decisión. A estos flujos netos se les analizó mediante

Figura 2. Flujo de ingresos y egresos para el incremento del área sembrada

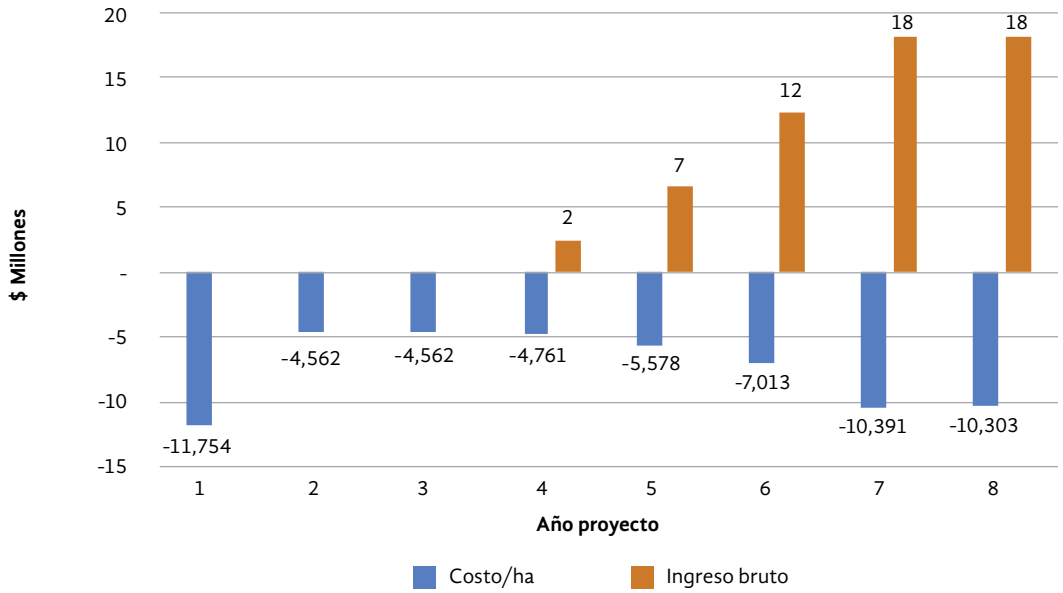
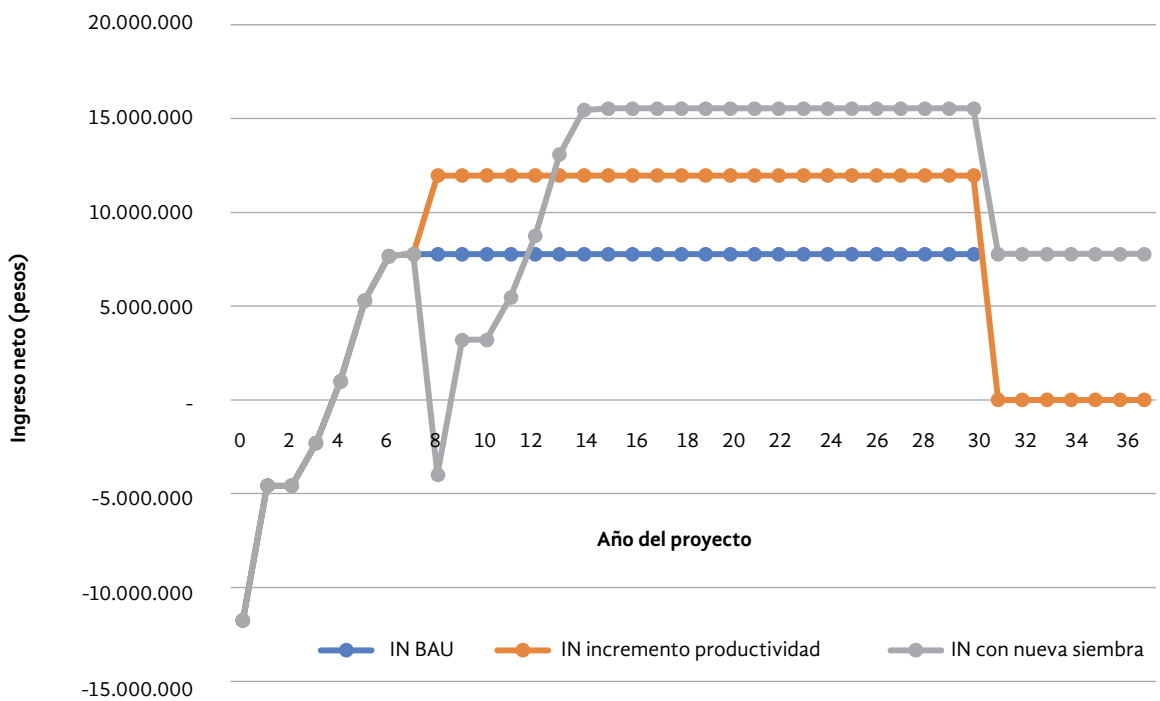


Figura 3. Flujo de ingreso neto (ingreso menos egreso)



4 indicadores: valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), periodo de recuperación de la inversión (con una tasa de descuento del 10 %) y costo por kilogramo ($/kg RFF).

Los resultados que se sintetizan en la Tabla 1 indican que invertir en el incremento de la productividad es la mejor alternativa de acuerdo con los supuestos aplicados. En este orden de ideas, el mayor VPN (35 millones de pesos), la TIR más alta (22 %), el menor periodo de recuperación de la inversión (año 9) y el costo por kg RFF sería de $ 514 (igual al de la nueva siembra).

Los supuestos pueden cambiar y el análisis puede hacerse más complejo según lo desee el usuario; sin embargo, este ejercicio brinda una herramienta para la toma de decisiones, especialmente en un contexto de precios altos, en el que los palmicultores están dispuestos a invertir recursos en el negocio y quieren hacer el uso más eficiente de los mismos.

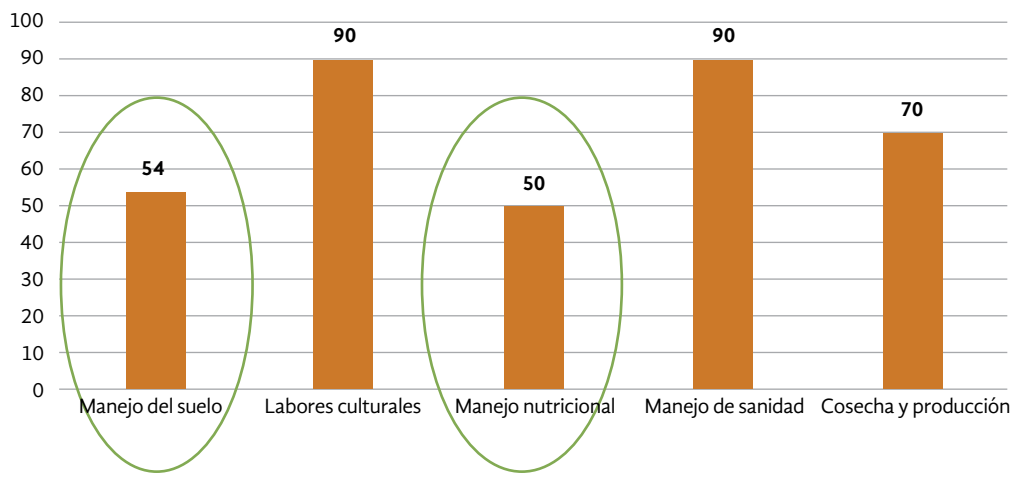
Tecnologías en campo

Los buenos precios registrados desde inicios de 2021 permiten pensar en inversiones que le apunten al incremento de los rendimientos y a la eficiencia de los procesos productivos antes que en la siembra de nuevas áreas, es decir, pensar en crecer hacia arriba en lugar de hacia los lados. Sin embargo, surge la pregunta, ¿en qué invertir? Para responder esta inquietud, el primer paso es la aplicación del denominado índice de balance tecnológico (IBT), el cual nos permite conocer aquellas prácticas de manejo que presentan mayor oportunidad de mejoramiento. A manera de ejemplo, en la Figura 4 se presenta el resultado de la aplicación del IBT para una plantación:

Tabla 1. Comparación de las posibles decisiones mediante indicadores financieros.

	Business as usual (BAU)	Incremento productividad	Nueva siembra
VBN (10 %) ($ millones)	$ 24	$ 41	$ 35
TIR (%)	19 %	22 %	19 %
Recuperación de la inversión (10 %)	10	9	13
Costo kg	441	514	514

Figura 4. Resultados de la aplicación del IBT en una plantación de palma de aceite



En este caso, se destaca que los componentes de manejo del suelo y el nutricional se encuentran en valores cercanos a 50 % con respecto al objetivo de 100 %, y precisamente estos dos componentes tienen alto impacto en la productividad y sanidad de los cultivos.

Teniendo en cuenta el impacto del manejo del suelo y la nutrición, las inversiones deberían encaminarse hacia el mejoramiento de estos elementos, el manejo eficiente del agua e incluir el mejoramiento continuo del conocimiento y habilidades de las personas.

El mejoramiento del suelo y la nutrición de las plantas

Empieza por conocer en detalle la variabilidad de los suelos en la plantación a través de estudios de suelos que incorporan también variables ambientales y del paisaje. Esto es clave para el diseño de las Unidades de Manejo Agronómico (UMAs) y parte del principio de que, para manejar adecuadamente un recurso es imperativo su conocimiento en profundidad (Figura 5).

El mejoramiento físico implica la intervención del suelo cuando presenta limitaciones, por ejemplo, en términos de porosidad total (<40 %) o alta resistencia a la penetración (valores mayores de 2 Mpa). Mejorar estos suelos puede representar incrementos de la eficiencia de la nutrición hasta del 70 %. Por otra parte, bajo condiciones de suelos ácidos, implica la adición de enmiendas que disminuyan la acidez del mismo, favorezcan el desarrollo de raíces y con esto el crecimiento vegetativo y el rendimiento de fruto fresco.

Figura 5. Exploración del suelo para el conocimiento de sus variables físicas, químicas y biológicas

Con respecto a la nutrición de las plantas, es importante asegurar la calidad de las fuentes de nutrientes utilizadas. Adquirir estos insumos con proveedores confiables y además revisar que los contenidos de nutrientes correspondan con los reportados en las fichas técnicas. Esto a través de análisis de muestras en laboratorio. Por otra parte, nutrir las plantas con base en el conocimiento específico de los cultivares. Tal es el caso de los cultivares híbrido OxG, los cuales extraen menores cantidades de potasio con respecto a la palma *guineensis*, por mencionar un ejemplo.

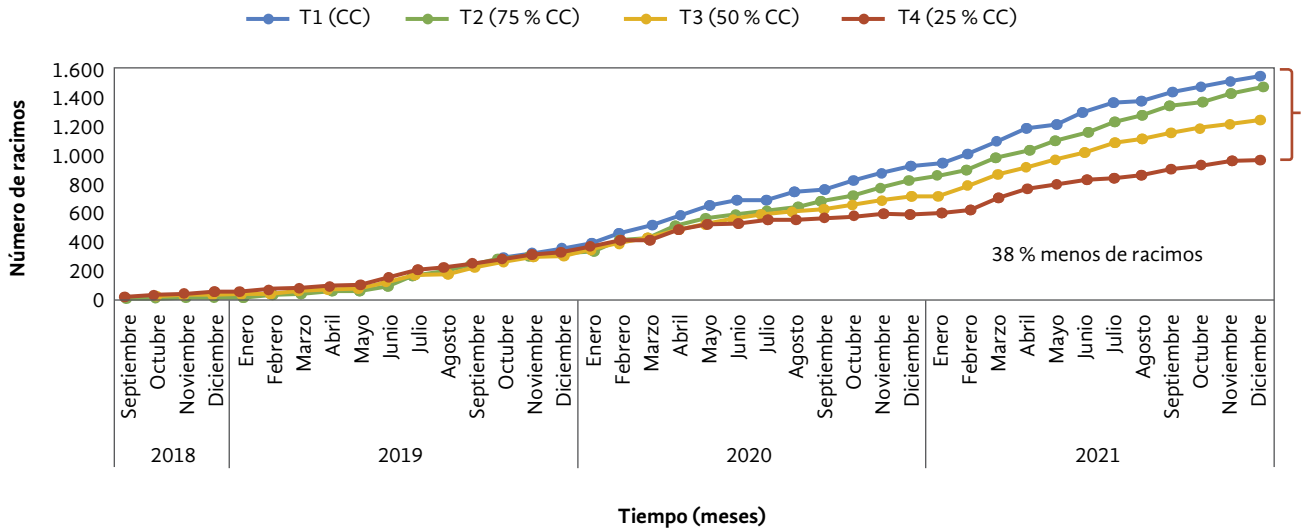
El manejo eficiente del agua

El exceso y el déficit de agua afectan los rendimientos y la sanidad de los cultivos de palma de aceite. Es el momento de revisar el estado actual del drenaje en la plantación y adelantar tanto las labores de mantenimiento como la ejecución de estudios de drenaje en caso de ser necesario. Con estas acciones se busca mejorar la aireación de los suelos y la generación de un medio propicio para el desarrollo de las raíces, la vida en el suelo y la eficiencia en el uso de nutrientes.

Por otra parte, ante la incertidumbre generada por el cambio y la variabilidad climática es cada vez más imperativo el suministro de agua en los periodos secos, especialmente para las zonas Norte y Central en Colombia. Por tanto, es pertinente la inversión en sistemas de riego presurizados que permitan incrementar la eficiencia en el uso del agua de valores cercanos al 40 %, con sistemas por superficie a valores superiores al 85 % cuando se usa aspersión o goteo, considerando también los efectos que esto tiene en el uso racional del agua, la disminución de la huella hídrica y el incremento de los rendimientos que pueden ser superiores a 50 %. En la Figura 6 se muestran los efectos de mantener el suelo a capacidad de campo (T1) y diferentes tratamientos hasta 25 % de esa capacidad de campo.

De acuerdo con la Figura 6, mantener la humedad del suelo en condiciones cercanas a la capacidad

Figura 6. Acumulado del número de racimos para diferentes tratamientos de humedad en el suelo, en cultivos establecidos de palma de aceite



de campo del suelo, permite el incremento hasta de 38 % más de racimos con respecto a la condición de 25 % de dicha capacidad.

A manera de conclusiones se pueden destacar la importancia de analizar los requerimientos locales de mejora y con base en esto planear las inversiones; la generación de indicadores claros que permitan evaluar la eficiencia de las mejoras implementadas; la inversión en el conocimiento y habilidades de las personas; la importancia del entendimiento de las relaciones suelo-planta-agua; y definitivamente, que es más sostenible el incremento de la productividad que el aumento de áreas sembradas.

Tecnologías clave para el manejo de la planta de beneficio

Las plantas de beneficio (PB) en Colombia enfrentan grandes retos en torno a la producción de aceite de palma sostenible. La variación en el precio de venta, las nuevas exigencias en cuanto a la calidad de aceite en los mercados, el compromiso del sector con la producción para ocasionar el menor impacto ambiental posible y el interés de ser un motor de transformación social para contribuir al cambio de la agricultura en Colombia han motivado a Cenipalma a trabajar en los últimos cinco años en herramientas que permitan conocer el estado tecnológico, económico, ambiental y social de las plantas de beneficio en Colombia. Para ello se tiene una línea base, que involucra las siguientes herramientas:

- Índice de balance tecnológico en PB.
- Índice de sostenibilidad en PB.
- Metodología de estimación de costos de producción en PB.

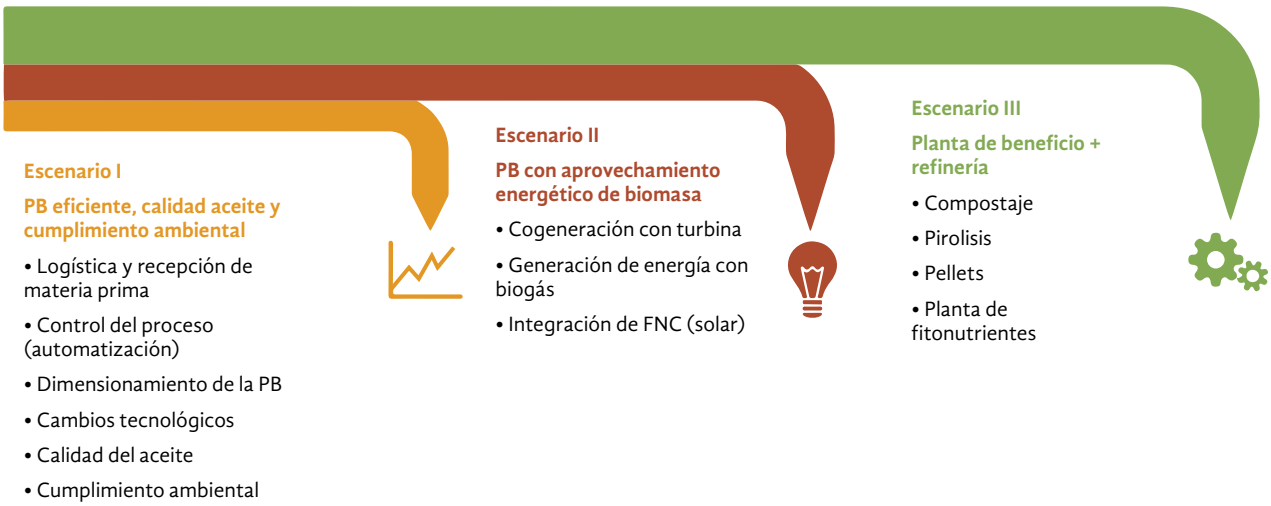
Actualmente, la agroindustria de la palma de aceite en el mundo está pasando por uno de sus mejores momentos en la historia, debido a los elevados precios del aceite de palma. Esta situación ayuda a las plantas de beneficio a tener una mayor utilidad y, con esto, una oportunidad de destinar recursos para mejorar sus procesos productivos. Esta inversión debe estar acorde con las necesidades de cada planta de beneficio.

Con base en los trabajos de diagnóstico realizados en las PB en Colombia, Cenipalma-Fedepalma planteó una ruta de crecimiento e inversión para las PB en diferentes escenarios, las cuales se describen a continuación.

Escenarios de crecimiento e inversión para plantas de beneficio en Colombia

El escenario I: PB eficiente, calidad del aceite y cumplimiento ambiental (Figura 7). Tiene como ob-

Figura 7. Escenarios de crecimiento e inversión para plantas de beneficio en Colombia.



jetivos disminuir pérdidas, garantizar el rendimiento de los procesos, cumplir con los requerimientos de calidad de aceite asociados a nuevos contaminantes y los de exigencia ambiental relacionados con vertimientos, emisiones y gestión de residuos. Para su alcance se plantea trabajar en los siguientes frentes como puntos prioritarios:

- Logística y recepción de materia prima. Mejoramiento de la recepción del fruto al disminuir interrupciones del proceso por falta de racimos de fruta fresca (RFF), implementación de metodologías para medir el potencial de aceite y cumplimiento de la dimensión global del proceso (que todas las etapas tengan la misma capacidad).
- Control del proceso. Automatización de algunas fases de la producción, mediante la disminución de mano de obra y la optimización de la seguridad industrial, con el fin de garantizar la trazabilidad de la información. Igualmente, la implementación de equipos, como las tecnologías NIR y/o RMN, permiten realizar un mejor seguimiento y control al proceso.
- Dimensionamiento de la PB. El aumento de la capacidad de prensado debe estar acompañado del crecimiento en la capacidad de todas las etapas del proceso de extracción de aceite, para eliminar los posibles cuellos de botella.
- Cambios tecnológicos. Implementación de tecnologías promisorias que ayuden a la eficiencia del proceso, como la esterilización continua o inclinada; separadores dinámicos de tres fases y calderas de elevada eficiencia con parrillas vibratorias/viajeras; medidores de flujo, temperatura del hogar y oxígeno, y control de la combustión y nivel del agua.
- Calidad del aceite. Aplicación de estrategias de mitigación de cloro y otros contaminantes, como MOSH y MOAH. Mediante la separación de corrientes de proceso, como el licor de prensa de tusa, condensados de esterilización y recuperado de florentinos, estas corrientes de proceso pueden certificarse como aceites residuales.
- Cumplimiento de normas ambientales. Optimización de los STAR (sistemas de tratamiento de aguas residuales) e implementación de humedales artificiales para la reducción de cloruros en vertimientos. Además, uso de tecnología de alta eficiencia con el propósito de disminuir el material particulado en las emisiones, como el precipitador electrostático y/o filtro de mangas.

El escenario II: PB con aprovechamiento energético de biomasa (Figura 7). Está orientado al uso de la biomasa residual (sólida y líquida) del proceso de extracción de aceite y a las condiciones agroecológicas en las que se instaló la PB. Con este procedimiento se puede mejorar la calidad de la energía eléctrica que consume la planta, disminuir los costos de producción y reducir los gases efecto invernadero

(GEI) en la PB. Para este escenario se plantean las siguientes tecnologías:

- Cogeneración con turbina. En Colombia, actualmente solo 25 % de las plantas de beneficio tienen instalado un sistema de cogeneración. Con este tipo de tecnología se aprovechan los casi 31.246 kJ/kg que tiene la biomasa sólida en la generación de energía térmica y eléctrica para el proceso.
- Generación de energía con biogás**.** El biogás obtenido de los sistemas de tratamiento de aguas residuales produce entre 40 y 60 % de los GEI de una planta de beneficio. Adicionalmente, este biogás se puede quemar en un motor de combustión y generar energía eléctrica.
- Integración de FNC (solar). Las PB en Colombia se encuentran en una zona de alta radiación, la cual oscila entre 3,8 y 5,8 kWh/m^2. La importante magnitud de este recurso natural debería aprovecharse para la generación de energía eléctrica que ayude a suplir la demanda en el momento del proceso.

El escenario III: Planta de beneficio + biorrefinería (Figura 7). Contempla una sumatoria de otros procesos, de tal manera que se puedan obtener productos de mayor valor agregado tanto de la biomasa como de los aceites de palma y palmiste, aprovechando la misma infraestructura y la integración energética y logística. Se vislumbra que, para llegar a este punto, se debe cumplir previamente y en buena parte las acciones mencionadas en los escenarios I y II. Algunas de las tecnologías planteadas serían:

- Obtención de aceites especializados. Con los aceites de óptima calidad es posible producir concentrados ricos en fitonutrientes a través de diferentes tecnologías, como el uso de solventes verdes, de filtración (micro, meso y nanofiltración) o de refinación con condiciones controladas.
- Elaboración de productos de la biomasa sólida. Como se ha reportado, es posible tener productos como el biocarbón, los pellets, el compost y el gas de síntesis mediante diferentes tecnologías, las cuales no solo ayudan a reducir los indicadores ambientales del sector, sino que también son una fuente de nuevos ingresos.
- Consecución de productos a través de la biomasa líquida. El biogás generado en las lagunas de estabilización de los efluentes puede convertirse en biometano, el cual puede usarse para ser mezclado con combustibles tradicionales en el parque automotor de las plantaciones o como gas natural con el propósito de inyectar a los gasoductos o ser empleados en las casas de las comunidades vecinas.

En conclusión, cada planta de beneficio tiene espacio para crecer de manera organizada. Constantemente se presentan nuevas oportunidades y modelos de negocio para el uso de productos y subproductos de la palma. Los escenarios de biorrefinería llegaron para quedarse y los beneficios económicos, ambientales y sociales de la integración potencializarán al sector palmero en una nueva etapa.

Regulaciones europeas en sostenibilidad: una mirada desde los compradores internacionales

Documento elaborado por Ana Verónica González Moncada, Especialista en Comercio de Fedepalma.

Jaime González Triana
Líder de Gestión Comercial y Estratégica de Fedepalma

El 1 de junio, durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, se realizó un taller sobre regulaciones europeas en sostenibilidad liderado por Jaime González Triana, Líder de Comercialización Sectorial, en el cual se socializaron las experiencias de tres compañías comercializadoras internacionales de aceite de palma (Cargill, Bunge Limited y Louis Dreyfus Company) y Solidaridad Latinoamérica, una ONG internacional que promueve y apoya las cadenas de valor agrícolas entre ellas la de palma de aceite. Igualmente, se tuvo la oportunidad de conocer las principales tendencias en materia de regulación y requerimientos del mercado europeo para la cadena de suministro del aceite de palma, los retos y las oportunidades para el sector palmero colombiano.

El taller inició presentando el panorama general de la evolución del área sembrada de palma (Figura 1) y las ventas de aceite de palma en Colombia (Figura 2), señalando que en la medida en que ha venido creciendo la producción de aceite de palma, el país cuenta con una oferta exportable que requiere para su colocación un completo entendimiento, por parte de los palmicultores colombianos, de los requerimientos que en materia de sostenibilidad están haciendo los mercados internacionales.

Así mismo, se destacó la importancia de los productos de la agroindustria de la palma de aceite como cuarto renglón de exportación dentro del agro, alimentos y bebidas en Colombia. Las exportaciones en 2021 de este sector sumaron USD 9.440 mills., siendo los principales: café (USD 3.092 mills.), flores y follajes cortados (USD 1.291 mills.), bananas o plátanos frescos o secos (USD 770 mills.), aceite de palma, palmiste y sus fracciones (USD 664 mills.) y azúcares y artículos de confitería (USD 506 mills.) (Figura 3).

Figura 1. Evolución histórica del área sembrada de palma de aceite en Colombia. Fuente: Sispa-cifras a corte de 27/01/22

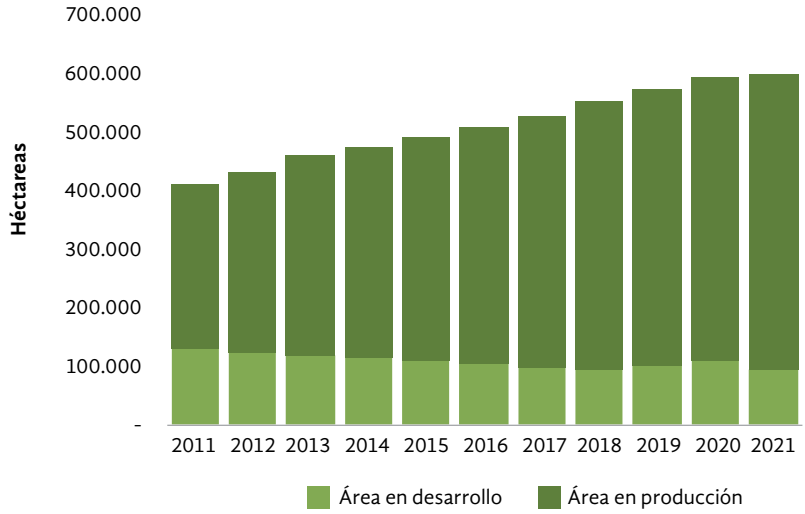


Figura 2. Evolución histórica de las ventas del aceite de palma en Colombia. Fuente: FFP

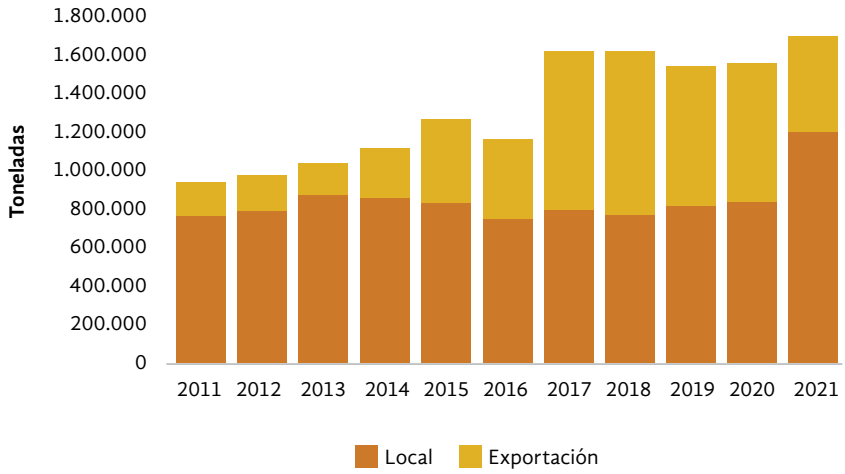


Figura 3. Los aceites de palma, palmiste y sus fracciones forman parte del *top* 5 de las exportaciones de productos agropecuarios, alimentos y bebidas en 2021

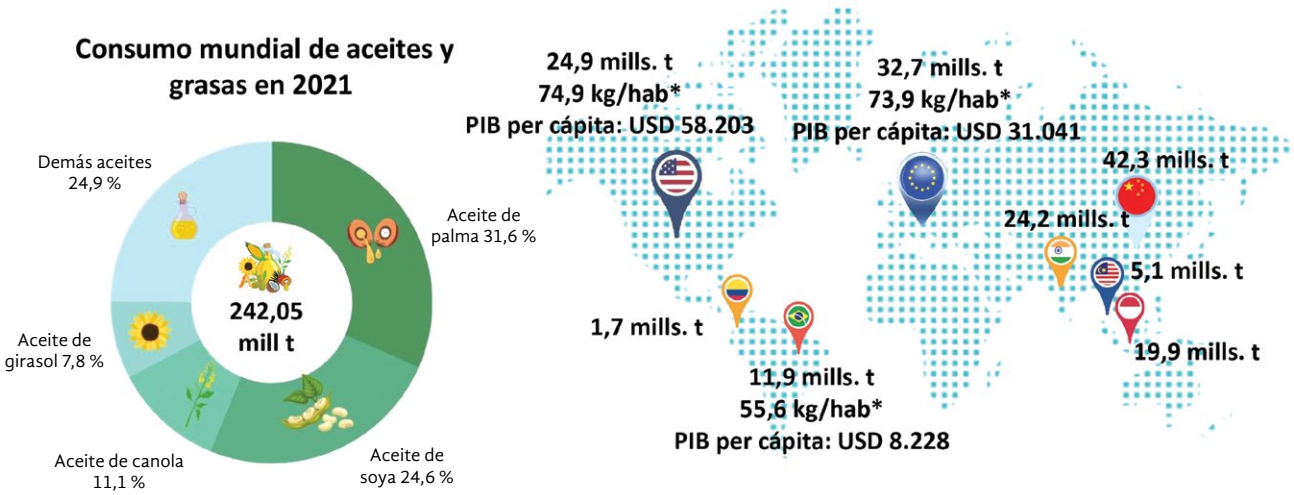
Fuente: DIAN-DANE. En el caso del café se incluyen las subpartidas 0901.11.10.00 y 0901.11.90.00 y en los demás productos se tienen en cuentas las exportaciones, según principales capítulos del arancel y principales partidas arancelarias. *Cálculos FEDEPALMA.

En cuanto al consumo mundial de aceites y grasas, en 2021 se alcanzó los 242 millones de toneladas, siendo el de palma (31,6 %) el principal aceite consumido a nivel mundial, seguido por el de soya (24,6 %), el de canola (11,1 %) y el de girasol (7,8 %). Al analizar este aspecto a nivel global, se observa que el principal consumidor de aceites es China, seguido por la Unión Europea y Estados Unidos. Particularmente, en el caso del aceite de palma colombiano requiere especial atención entender los requerimientos en los mercados de la Unión Europea y los Estados Unidos, en la medida en que el primero de ellos es actualmente el principal destino de sus exportaciones y, en el caso del segundo, representa una oportunidad para el sector, ya que contamos con ventajas de acceso y logística a ese mercado y su demanda de aceite de palma ha venido creciendo en los últimos años. Ambos mercados, con una capacidad de compra importante debido a que su ingreso per cápita es alto, al igual que el número de habitantes que los componen (Figura 4).

Teniendo en cuenta que la Unión Europea es el principal destino de las exportaciones colombianas de aceite de palma, Fedepalma viene trabajando de la mano del Gobierno Nacional; específicamente con los Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Comercio, Industria y Turismo, así como con la Oficina Comercial del Gobierno de Colombia ante la Unión Europea (UE), y Misión Permanente de Colombia ante la Organización Mundial del Comercio (OMC); para hacer un seguimiento permanente a las normativas de este continente que puedan afectar la comercialización de aceite de palma a este mercado, como es el caso de las disputas comerciales de Malasia e Indonesia con la UE en el Órgano de Solución de Controversias de la OMC. Esto con el propósito de brindarle a Gobierno los elementos que permitan defender los intereses de la palmicultura colombiana en esos mercados.

Finalmente, se presentó a los asistentes al taller las diferentes iniciativas que en materia de sostenibilidad están adelantando los mercados internacionales, tales como la propuesta de la Comisión Europea sobre comercio de bienes libres de deforestación, la normativa de energía renovable de la UE, el ReFuelEU Aviation y la ley forestal de Estados Unidos. Haciendo énfasis en que este tipo de normativas que están en discusión hacen parte de los compromisos que tanto la Unión Europea como Estados Unidos tienen en materia de descarbonización de sus economías y reducción de gases efecto invernadero, que implican que las cadenas de suministro de productos agrícolas como el aceite de palma deben cumplir para acceder a esos mercados.

Figura 4. Para el aceite de palma colombiano es fundamental contar con un acceso real a los principales mercados de aceites y grasas en el mundo



Fuente: Oil World/Banco Mundial-PIB per cápita 2020 (USD a precios constantes de 2010). *Año agrícola 20/21F

El mercadeo y las tendencias nutricionales pospandemia

Documento elaborado por Claudia Angarita Gómez
ND., Esp. Fundadora y directora, Centro Colombiano de Nutrición Integral.

Fedepalma

Durante la edición 50 del Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite de 2022 realizado el 1 de junio en la ciudad de Bucaramanga se llevó a cabo esta plenaria, en la cual se desarrollaron los siguientes temas:

- Seguridad alimentaria y COVID-19.
- Riesgo nutricional y salud.
- Tendencias alimentarias después de la pandemia.

Seguridad alimentaria y COVID-19

El virus y las medidas para contener su propagación han tenido profundas repercusiones para la seguridad alimentaria, la nutrición y los sistemas alimentarios de las personas. Estas medidas provocaron una grave desaceleración de la actividad económica y perturbaron las cadenas de suministro, lo cual dio lugar a nuevas dinámicas. Fue así como esta pandemia afectó las seis dimensiones de la seguridad alimentaria, siendo estas las más importantes:

- **Disponibilidad:** las cadenas de suministro de la horticultura, los productos lácteos y los cárnicos son los más vulnerables a los efectos del COVID-19 debido a su naturaleza intensiva en mano de obra, su susceptibilidad a las enfermedades de los trabajadores alimentarios y a la concentración de empresas que da lugar a explotaciones e instalaciones de elaboración más grandes, en las que los brotes del virus se propagan con rapidez.

- **Acceso:** el acceso a los alimentos ha sido el más perjudicado por la crisis que ha generado esta pandemia, pues la recesión económica mundial desencadenada por los confinamientos ha tenido una repercusión muy negativa en la capacidad de las personas para llegar a los alimentos.
- **Utilización:** una buena nutrición es fundamental para respaldar el sistema inmunitario humano y reducir el riesgo de infecciones. No obstante, dado que la capacidad para acceder a los alimentos se redujo en la crisis, esto tuvo una repercusión negativa en su facultad de costearse una dieta saludable.
- **Sostenibilidad:** durante la pandemia aumentó la pérdida y desperdicio de alimentos, se incrementaron los residuos de envases y de plástico, y hubo pérdidas sociales y económicas que afectaron a la viabilidad de los sistemas alimentarios.

Riesgo nutricional y salud

El COVID-19 está suponiendo un importante desafío a los sistemas de salud de todo el mundo. La obesidad y la desnutrición, dos pandemias silenciosas preexistentes a la llegada de la infección por SARS-CoV-2, condicionan el riesgo de agravamiento de los pacientes infectados, ya que quienes sufren esta dolencia presentan un alto riesgo de desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE) y sarcopenia por síntomas derivados de la propia infección, la inflamación aguda, el encamamiento prolongado y las terapias de soporte utilizadas.

Durante la crisis de COVID-19 también se ha producido un aumento del consumo de bebidas azucaradas (35 %), *snacks* y dulces (32 %), comida rápida y productos precocinados (29 %); y una disminución del consumo de frutas y verduras (33%) y agua (12 %). Además, diferentes encuestas mencionaron una disminución en la actividad física. El 52 % reportó que era menos activo físicamente en comparación con los tiempos prepandemia.

Tendencias alimentarias después de la pandemia

Una tendencia alimentaria es una nueva manifestación en el comportamiento de consumo o actitud de las personas basado en las necesidades, deseos o aspiraciones básicas humanas. Las necesidades están basadas en la seguridad, el bienestar y la confianza con el alimento. Actualmente las tendencias alimentarias están basadas en:

- **Más:** vegetales, frutas, frutos rojos (*berrys*), pescados, crustáceos, nueces y semillas.
- **Cambiar a:** granos enteros, grasas saludables, productos lácteos bajos en grasa.
- **Menos:** carnes rojas y procesadas, sal, azúcar y alcohol.

Las tendencias en la alimentación para reducir el riesgo de enfermedad crónica se orientan es tres grandes conceptos: adherencia al cambio, balance energético adecuado y alimentos de alta calidad y densidad nutricional. De acuerdo con lo anterior se proponen tres grupos de tendencias:

Manipulación en el contenido de nutrientes
Alta en grasa-Baja en grasa-Alta en proteína-Baja en carbohidratos

Manipulación del tiempo
Ayuno fisiológico
Ayuno 8:16
Disminución del número de comidas

Restricción de alimentos o grupos de alimentos
Dietas basadas en plantas
Dieta mediterránea
Libre de glúten
Dieta paleo
Dieta antiinflamatoria
Dieta cetogénica

En cuanto a las tendencias en el consumo de grasas, existe una gran cantidad de información que plantea preguntas sobre las creencias convencionales acerca de los ácidos grasos saturados (AGS) y su efecto sobre la salud. En conjunto, la evidencia tanto de estudios de cohortes como de ensayos aleatorizados no apoya la afirmación de que una mayor restricción de grasas saturadas en la dieta puede reducir los eventos clínicos.

El efecto general de las grasas y los aceites sobre la salud no solo depende del contenido de AGS y ácidos grasos insaturados (AGI) individualmente, sino de la interacción de estos con otros componentes naturales de la dieta y de compuestos no saludables introducidos durante el procesamiento de los alimentos.

Por esta razón, las nuevas recomendaciones deben enfatizar estrategias basadas en alimentos que se traduzcan para el público en recomendaciones comprensibles, consistentes y sólidas de patrones dietéticos saludables.

En cuanto a los aceites y grasas las tendencias actuales se describen a continuación:

- Extravirgen sin tanta refinación.
- Sin inclusión de compuestos químicos como aditivos o conservantes.
- Mejor calidad de los ácidos grasos con más cantidad de ácidos grasos monoinsaturados (oleico).
- Mejor sabor y versatilidad.

Alimentación antiinflamatoria

La dieta antiinflamatoria es una tendencia nutricional basada en alimentos que reducen la inflamación crónica en el organismo. En general, tiene un bajo contenido en grasa *trans* y alto contenido en verduras y ácidos grasos esenciales omega 3 y ácidos grasos monoinsaturadas. Sus beneficios son el alivio de los síntomas de enfermedades inflamatorias, la aceleración de la pérdida de peso, la reducción del riesgo cardiovascular, el aumento del colesterol HDL y la disminución del LDL, así como también reduce significativamente los niveles de glucosa e insulina.

Alimentos funcionales

El International Life Science Institute (ILSI) los define como "alimentos que de forma natural o mediante el procesamiento industrial o biotecnológico poseen compuestos químicos que confieren beneficios para la salud, más allá del aporte de nutrientes y energía, promoviendo bienestar, un mejor estado de salud o previniendo el riesgo de enfermedad".

Conclusiones

Es muy importante definir y entender qué es una dieta sostenible.

Las dietas actuales deben estar alineadas con un bajo impacto ambiental, que contribuyan a la seguridad alimentaria y nutricional, y a la vida sana de las generaciones presentes y futuras.

Las tendencias alimentarias deben favorecer el concepto de completa, equilibrada, suficiente, adecuada e inocua.

Las tendencias alimentarias se deben adecuar a los conceptos de la seguridad alimentaria: acceso, disponibilidad, calidad, estabilidad, consumo y utilización biológica.

La demanda de alimentos está cambiando hacia nuevos hábitos de compra y hacia el consumo de alimentos más saludables y respetuosos con el medio ambiente y el bienestar animal, cambios que se han acelerado debido a la pandemia.

Las nuevas tendencias en alimentación y, como consecuencia, la adaptación y modernización de la industria alimentaria para satisfacer las demandas de los consumidores requieren de un trabajo juicioso y multidisciplinar.

Las nuevas tendencias en la alimentación deben estar encaminadas a reducir enfermedades crónicas, fortalecer el sistema inmune y asegurar la salud holística, de elevada calidad sensorial, segura, suficiente y al alcance de todos los bolsillos.

El aceite de palma alto oleico proveniente del híbrido OxG se ha consolidado a través de los últimos años como una alternativa saludable gracias a sus efectos:

A su consumo se le ha atribuido beneficios cardioprotectores debido a su capacidad de mejorar el perfil lipídico, aumentando las concentraciones plasmáticas de lipoproteína HDL y disminuyendo las concentraciones de lipoproteína LDL. Igualmente, su contenido de fitoesteroles brinda efectos hipocolesterolémicos, contribuyendo a disminuir el riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares.

Su alto contenido de vitaminas y fitonutrientes lo convierten en un potente antioxidante exógeno, capaz de contrarrestar efectos negativos dados por procesos de peroxidación lipídica y estrés oxidativo, mecanismos involucrados en la patogénesis de diferentes enfermedades tales como la arteroscleroSis.

Referencias

Arévalo, H., Urina-T., M, & Santacruz, J. C. (2020). Impacto del aislamiento preventivo obligatorio en la actividad física diaria y en el peso de los niños durante la pandemia por SARS-CoV-2. *Revista Colombiana de Cardiología, 27*(6), 589-596. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.rccar.2020.09.003

Astrup, A., Magkos, F., Bier, D., Brenna, T. *et al.* (2020). Saturated Fats and Health: A Reassessment and Proposal forFood-Based Recommendations. *J Am Coll Cardiol., 76* (7), 844-857. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.05.077

Caballero-Gutiérrez, L. & Gonzáles, G. F. (2016)Alimentos con efecto anti-inflamatorio. *Acta Méd. Peruana*, *33*(1), 50-64. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172016000100009&lng=es.

GANESAN. (2020). *Los efectos de la COVID-19 en la seguridad alimentaria y la nutrición: la elaboración de respuestas eficaces en materia de políticas para abordar la pandemia del hambre y la malnutrición*. Roma. Recuperado de https://doi.org/10.4060/cb1000es

FAO. (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos.* Versión resumida. Recuperado de https://www.fao.org/3/cb1000es/cb1000es.pdf

Freire, R. (2020). Scientific Evidence of Diets for Weight Loss: Different Macronutrient Composition, Intermittent Fasting, and Popular Diets. *Nutrition, 69*, 2020, 110549, ISSN 0899-9007. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.07.001

Moncada-M., E., González-M., H., Rueda-A., C. & Nieto-M., I. (2020). *Hábitos alimentarios en tiempos del COVID-19: un estudio con escolares de la ciudad de Puerto Colombia (Atlántico).* Vol. 15 No. 2-ISSN 0124-0110-e-ISSN 2390-0512

Mondragón, A. & Pinilla, C. (2015). Aceite de palma alto oleico: propiedades fisicoquímicas y beneficios para la salud humana. *Palmas, 36*(4), 57-66.

Riesco, S., Picaza, N., Santa Cruz, E. & García, S. *Una mirada al 2020 para adelantarnos al futuro.* EATendencias. Recuperado de https://www.azti.es/aztinnova/wp-content/uploads/2020/12/EATRENDS2020.pdf

Resultados de los planes para posicionar el aceite de palma en los últimos años

Daniella Sardi Blum
Directora de Gestión Comercial
y Estratégica de Fedepalma

En el año 2020, cuando inició la pandemia, hicimos mucho énfasis en promover el concepto 100 % colombiano. Fue un momento en el que muchos lo necesitábamos y todos los países estaban estancados. Por ello, desde el sector palmero quisimos poner de nuestra parte al brindar apoyo a lo local, algo que nos representó un importante beneficio. En 2021 seguimos con este interés y comenzamos con el programa Palmas Arriba, con el cual también pretendimos conectar el aceite con la identidad de los colombianos y todo por aquello que debemos poner "las palmas arriba". Actualmente, en 2022, queremos lograr que el Aceite de Palma 100% Colombiano sea aún más identificado, preferido y comprado, todo esto en un contexto político bastante interesante.

A manera de recuento, quiero resumir los primeros comerciales que hemos sacado. En 2018 arrancamos con *Voces de la palma*. En ese entonces comenzó nuestra campaña para dar a conocer al país el sector que teníamos localmente.

Luego lanzamos un comercial que resumía de dónde salía el aceite de palma, sus propiedades naturales, saludables y de rendimiento y, sobre todo, que era un producto 100% colombiano. Eso era lo que teníamos concerniente a ATL. La estrategia de marketing ATL se refiere a todas las campañas relacionadas con medios de comunicación masiva, como televisión y radio. Al mismo tiempo, y como una forma de complementar este trabajo, desarrollamos actividades en el campo de BTL, el cual se enfoca en

la realización de actividades dirigidas de manera personalizada a los consumidores.

En esta parte del programa fue muy importante el sello del Aceite de Palma 100% Colombiano, algo que nos podía identificar y con el cual era posible enseñarle al consumidor que, cuando estuviera en una estantería, esto era algo diferente al aceite de girasol, al de soya y al de oliva. En este punto era necesario tener en cuenta que todos esos aceites venían con toda una inversión en medios desde hace muchos años.

En 2018 y 2019 desarrollamos también la campaña *Palmero compra palma*, con la que quisimos transmitir el mensaje que todo comienza por casa, pues internamente tenemos que estar convencidos de lo que estamos produciendo y consumiendo. Esta actividad de *endomarketing* promueve el uso por parte de lo que denominamos Núcleos, además de todas las personas que tenemos algo que ver con la palma de aceite.

También tuvimos presencia en el campo internacional mediante la participación en ferias, como la de Anuga en Alemania, y estuvimos incluidos en la campaña de ProColombia llamada *Alimentos colombianos, origen que emociona*, la cual impulsa productos del país. Adicionalmente, se diseñó el logo de APSCo, del cual ya hemos brindado numerosas charlas e información.

En 2020 trabajamos con un enfoque para dar relevancia al concepto 100% Colombiano. Para ello, pasamos por distintas fases. Comenzamos con el lema *Siempre contigo*, y fue cuando inició la pandemia; más adelante nos involucramos en la campaña de *Somos Colombia* y, finalmente, en junio, cuando estábamos en confinamiento, pusimos en marcha una estrategia que llamamos *Único como nuestra tierra*, con el fin de evocar todo lo relacionado con la colombianidad, y destacar la importancia de la riqueza local, de estar muy enfocados en lo nuestro y en darle la oportunidad a lo propio.

Además de todo lo realizado con medios masivos, una de nuestras estrategias más importantes fue todo lo relacionado con BTL, específicamente las activaciones en los canales. En 2020 llevamos a cabo activaciones en 16 ciudades, donde empezamos a tener las marcas vinculadas a la estrategia *Plan pioneros*. Con esta campaña hicimos *branding* en más de 1.200 puntos de venta, organizamos concursos, y realizamos novenas y eventos en las escuelas de gastronomía Mario Moreno.

A sabiendas de que se partía de un desconocimiento absoluto, todo el material empleado durante las activaciones en puntos de venta estuvo relacionado con el sello del Aceite de Palma 100% Colombiano, con el propósito de mostrar constantemente dónde está nuestro aceite, y así brindarle la posibilidad al consumidor de detectarlo y encontrarlo fácilmente.

En cuanto al programa *Palmero compra palma*, con el cual buscamos que todos consumamos lo que producimos, tuvimos 17 Núcleos vinculados y esos ya representaban más de 37 % de la producción local. En 2021 seguimos la misma tendencia y adicionamos la campaña *Palmas arriba*.

Cuando estuvimos en medios, tuvimos presencia en dos programas muy interesantes. Uno de ellos fue Master Chef Celebrity, en el que ya hemos participado en varias oportunidades. Este año también estuvimos en las eliminatorias al mundial de fútbol.

En definitiva, hemos tratado de impactar al consumidor por todos los frentes, ya sea a través de medios masivos como televisión y radio, por canales digitales y, por supuesto, en puntos de venta.

En 2021 logramos vincular otros 8 Núcleos, con lo que llegamos a un total de 30 con una producción de más de 56 %. De esta manera, vamos consiguiendo que cada vez más personas sigan la tendencia, y realmente estamos llevando a la venta lo que producimos. Ese año también tuvimos la oportunidad de lanzar la iniciativa *Palmas por el planeta*, enfocada al medio ambiente y cuyo propósito es educar a la población acerca de la correcta disposición del aceite usado. Queremos que la gente entienda qué debe hacer y cómo lo debe hacer.

Además, desarrollamos nuevos videos para empezar a mostrar y a llevar el APSCo hacia los mercados internacionales. Estuvimos en un plan de trabajo con CNN, y también hicimos acompañamiento en el proceso de internacionalización a las marcas pioneras vinculadas con material de Aceite de Palma 100% Colombiano.

Acerca del *Plan pioneros*, en el que participan marcas vinculadas, este programa inició cuando empezamos a contactar algunos de los productores de aceite para consumo. Como Federación que estamos con los palmicultores y tenemos el aceite de palma crudo comenzamos a hacer alianzas con algunas empresas refinadoras. A este plan, que arrancó en 2018, se le han ido sumando marcas de manera constante.

A finales de 2021 contábamos con 10 refinadoras con convenio firmado y 28 marcas que tienen el logo de Aceite de Palma 100% Colombiano.

Con las refinadoras asociadas reconocimos las grandes oportunidades con marcas que podríamos vincular y nos dieran mayor visibilidad y conocimiento por parte de los consumidores. De esta manera, tenemos marcas que son 100 % palma y otras que son mezclas con palma, las cuales también tienen mucha relevancia en el mercado.

En 2021 llevamos a cabo una investigación que arrojó una información muy importante. Hubo un crecimiento en la participación del aceite de palma y de las mezclas con palma. Vimos que estos tuvieron un volumen de participación de 55,9 %, y de este porcentaje, 13 % correspondió a las marcas que teníamos vinculadas a la campaña de Aceite de Palma 100% Colombiano.

Con la última campaña de 2021 puesta en marcha a través de televisión nacional y por cable, radio y medios digitales, logramos un alcance de más de 39 millones de personas y una recordación de campaña de 86 %.

Con la investigación de 2021 similar a la que se había hecho también en 2019 en la que se evaluaron los aceites que tenemos en el mercado: oliva, girasol, soya, canola, coco y palma, vemos que el *top of mind* del aceite de palma está incrementándose.

Gracias a este estudio también pudimos conocer que somos el quinto aceite en preferencia de los consumidores. Esto se debe en gran parte a la inversión que han hecho todos los demás aceites a lo largo de los años, no solamente durante los últimos cinco, sino en las últimas décadas. En cuanto al aceite de palma, lo que más se resalta son los atributos que hemos venido sembrando, que son salud, calidad y mayor rendimiento.

En lo que concierne al sello, algo que ha sido tan importante para el gremio y que se concibió para mostrar cuáles marcas tienen Aceite de Palma 100% Colombiano, pudimos ver que más de 40 % de los encuestados reconoce la insignia; esto sucedió especialmente en Cali y Medellín. También supimos que casi la mitad de los encuestados considera que si le ponemos este sello a las margarinas podría darles un valor agregado.

Adicionalmente, conocimos cómo identifican el aceite de palma: la gran mayoría lo hace mediante las especificaciones de la etiqueta del envase. Sin embargo, muchos todavía no saben cómo hacerlo, y por ello estamos promoviendo esta campaña alrededor del sello, porque no es muy visible.

En 2022, el sector nos pide que volvamos un poco hacia lo que es la agroindustria de la palma de aceite sin perder de vista el aceite ni el sello que hemos estado tratando de construir. La petición consiste en dar a conocer lo que hace esta agroindustria por el país en lo que tiene que ver con lo económico, social y ambiental.

En resumen, estamos trabajando con *Palmero compra palma*, el *Plan pioneros* para tener más marcas vinculadas y con activaciones en diversas ciudades del país, todo con el fin de resaltar los valores que orientan e impulsan el sector del que todos formamos parte.

Costos de producción en la agroindustria de palma de aceite

Andrés Silva Mora
Líder de Economía de Fedepalma

Esta ponencia expuso un análisis de los costos de producción en la agroindustria de palma de aceite en Colombia para 2021. En la primera sección se presentó un análisis comparado de los costos de producción de Colombia, frente a los principales países productores referentes: Indonesia, Malasia y Tailandia, y para tener uno en la región de América Latina se tomó a Ecuador. La información corresponde a las estimaciones del informe Oilsseeds & Oils Report de LMC International 2021.

En las siguientes dos secciones, se presentó la metodología de estimación y el cálculo de los costos de producción actualizado a 2021, a partir de las variaciones de precio del *Estudio de costos de producción 2020 para empresas benchmark del sector de la palma de aceite en Colombia*. Finalmente, en la cuarta y última sección, se mostraron algunos retos del sector en torno a los costos de producción del aceite de palma.

Costos de producción: ¿cómo esta Colombia frente al mundo?

El análisis de la información de costos de producción de la agroindustria de palma de aceite a nivel mundial busca establecer una medida de la competitividad del sector en Colombia y es útil para la toma de decisiones de productores, gobierno y sector financiero. Este, toma mayor importancia considerando que en 2021 la palmicultura fue el cuarto renglón de exportaciones agropecuarias con USD 664 millones[1], que correspondían a 30 % de la producción nacional.

Para el periodo 2017-2021, Malasia fue en promedio el país de mayor costo-eficiencia, siendo 77 % menor que Colombia, seguido de Indonesia (-55 %) y

1 Cálculos FEDEPALMA a partir de DIAN-DANE.

Tailandia (-26 %). A nivel regional, se encuentra que la producción de Ecuador es 28 % más costosa que Colombia (Tabla 1). El costo del cultivo y la extracción son las fases de producción que tienen mayor incidencia en los costos.

En consideración con el promedio mundial, la producción de aceite de palma nacional se encuentra por debajo del promedio de costos de cosecha y transporte (USD 79), aun cuando se encuentra ligeramente por encima en los costos de establecimiento (85 USD), cultivo (USD 265 y el costo extracción (USD 101) (Figura 1).

En cuanto al establecimiento, Malasia e Indonesia son los referentes que presentan un menor costo, siendo 67 % (USD 51) y 35 % (USD 63) menores que el promedio nacional. Respecto a los costos del cultivo, Malasia y Tailandia son los más bajos, siendo 44 % (USD 184) y 39 % (USD 191) respectivamente, menores que el costo en Colombia. Vale la pena resaltar que este es el segundo país de menor costo de cosecha y trasporte, solo siendo inferior el valor presentado por Malasia (USD 77).

Es importante anotar que para los países de la muestra analizada, Colombia es el que aprovecha en menor medida el crédito de la almendra, donde el promedio mundial está en USD 123.

En 2021 Malasia fue el país referente que mostró ser más costo-eficiente por factor de producción, siendo un 134 % menor que Colombia, Indonesia fue el segundo (-73 %), seguido de Tailandia (-49 %) que fue el tercero. Nuevamente a nivel regional, el país latinoamericano presentó un menor costo de los factores de producción que Ecuador. Como era de esperarse, en la estructura de costos por factores de producción en Colombia la mano de obra, así como el costo de fertilizantes y combustible fueron los que tuvieron un mayor peso (Tabla 2).

En cuanto a la mano de obra, Malasia e Indonesia fueron los países con menor costo, siendo 18 %

Tabla 1: Análisis de costos por fases de producción. Fuente: LMC Oilseeds & Oils Report 2021. Cálculos Fedepalma.

Costos por fase de producción 2017-2021*								
País	**Establecimiento**	**Cultivo**	**Cosecha y transporte**	**Extracción neta**	**Extracción de aceite de palma**	**Extracción de palmiste**	**Crédito almendra y torta**	**Total**
Colombia	85	265	79	5	101	7	-103	434

*Valores en USD.

Figura 1. Costos de etapas de producción Panel A

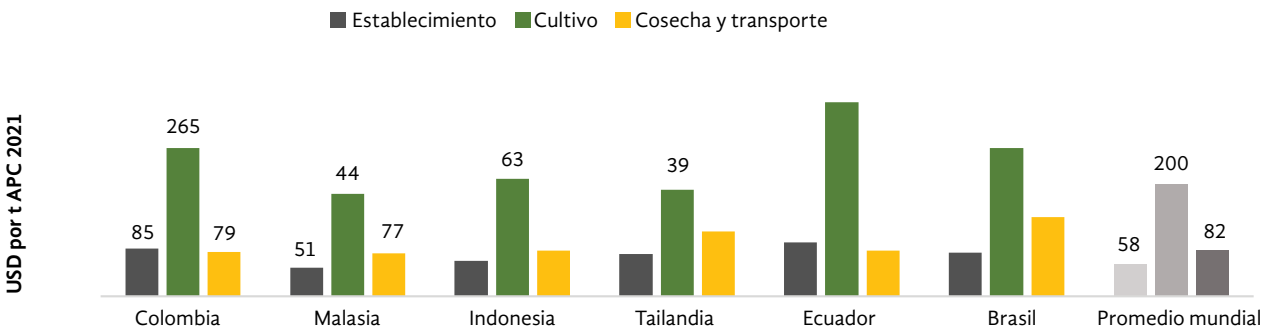


Tabla 2. Análisis de costos por factores de producción. Fuente: LMC Oilseeds & Oils Report 2021. Cálculos Fedepalma.

Costos por factor de producción 2021*							
País	**Mano de obra**	**Fertilizante y combustible**	**Maquinaria**	**Otros**	**Planta de beneficio**	**Crédito de almendra y torta**	**Total**
Colombia	231,1	198,8	37,1	21,3	109,5	-137,9	459,9

*Valores en USD.

(USD 196) y 4 % (USD 223) menores que Colombia, respectivamente. Sin embargo, es necesario resaltar en este punto, que hay importantes diferencias en la forma de vinculación laboral entre Colombia y los demás países productores, considerando que en el país se estima que 80 % de la mano de obra es formal.

En referencia al costo de fertilizantes, Malasia e Indonesia son los referentes de menor costo, siendo 104 % (USD 98) y 55% (USD 128) menores que Colombia, respectivamente. Así mismo pasa con referencia al costo de la maquinaria donde ambos países presentan un menor costo(USD 37).

En conclusión, la producción nacional de aceite de palma presenta una competitividad media-país baja, en comparación con los referentes mundiales Indonesia, Malasia y Tailandia. A nivel regional, Colombia presenta un desempeño superior a referentes como el Ecuador y Brasil. Las mayores brechas que presenta la producción nacional son: mano de obra, fertilizantes, combustibles y el crédito de almendra.

El estudio de los costos de producción para empresas *benchmark* del sector de la palma de aceite en Colombia

La información del estudio de los costos de Fedepalma y Cenipalma facilita la toma de decisiones a diferentes actores, a partir del desarrollo de modelos para la promoción de una palmicultura sostenible. Aun cuando está acotado a empresas *benchmark* del sector y no refleja todos los tipos de palmicultura en el país, en la última década ha resultado útil como:

Referente para la planificación de las actividades y metas anuales de empresas y palmicultores.

Referente para la valoración de riesgo y financiamiento de la palmicultura a través de Finagro y los bancos y entidades financieras.

Referente para el desarrollo de instrumentos de política sectorial y promoción de la agroindustria, la promoción del empleo y reactivación económica.

Desde 2003 el sector viene realizando el ejercicio de estimación de costos para cultivo y planta de beneficio. Como resultado se tienen los referentes de costo por tonelada de racimo de fruta fresca ($/t RFF) y el costo de producción por tonelada de aceite de palma crudo ($/t APC). La estimación asume el ciclo de vida de un cultivo de palma de aceite en 30 años, distribuidos en 4 etapas de desarrollo: el establecimiento (año 0 del cultivo), la etapa improductiva (1 a 3 años), etapa en desarrollo (4 a 6 años) y etapa adulta (a partir de los 7 años).

Para la elaboración de esta presentación, la actualización de los costos 2021 se estimó a partir de la actualización de las variaciones de precio del *Estudio de costos de producción 2020 para empresas benchmark del sector de la palma de aceite en Colombia*.

Referentes de costos de producción 2021 para Colombia

Costos de establecimiento

Para los materiales *Elaeis guineensis* en 2021, establecer una hectárea de cultivo se estimó en $ 11,4 millones, siendo los rubros de infraestructura de riego (18 %), la construcción de infraestructura de transporte (14 %) y la etapa de vivero (14 %), los de mayor peso en el costo total de iniciar un cultivo.

Para los materiales híbrido OxG en 2021, establecer una hectárea de cultivo se estimó en promedio de

$ 10,1 millones. La infraestructura de riego (7 %), el vivero (19 %) y la construcción de drenajes (15 %) fueron los rubros con mayor participación en el costo total de establecimiento.

Etapa improductiva

El costo estimado de la etapa improductiva (años 1 a 3) para los materiales *E. guineensis* se estimó en $ 3,9 millones/ha mientras que para el cultivar híbrido OxG fue de $ 5,9 millones/ha. La fertilización (33 %) y cosecha (25 %) fueron las actividades con mayor peso en el total de costos de esta etapa. Para el caso de los materiales híbridos OxG, la mayor participación fueron fertilización (27 %), polinización (25 %) y cosecha (23 %).

Etapa en desarrollo

El costo de esta etapa se estimó en $ 3,9 millones/ha para los materiales *E. guineensis*, mientras que para los cultivos con híbridos OxG el valor fue de $ 5,9 millones/ha. La fertilización tiene la mayor participación con 33 % en *E. guineensis* y de 27 % en híbrido OxG. La cosecha tuvo una participación de 25 % en *E. guineensis* y de 23 % en OxG. En el caso del híbrido, la polinización tuvo un peso de 25 %.

Etapa adulta

Para los materiales *Elaeis guineensis*, el costo de mantener una hectárea de palma adulta se estimó en 6,6 millones de pesos, siendo la fertilización (24 %) y cosecha (20 %) los rubros con mayor peso en los costos totales. Para los materiales híbrido OxG mantener una hectárea de cultivo se estimó en promedio de 8,3 millones de pesos, siendo la polinización (18 %), la fertilización (20 %), la cosecha (17 %) y la operación del sistema de riego (17 %) los rubros con mayor participación en los costos totales.

Costos totales

Para los cultivares *E. guineensis* el costo de referencia para racimos de fruta fresca (RFF) fue de $ 338.359, para el aceite de palma crudo (APC) fue de $ 1.561.057. Para los cultivares híbridos OxG el costo por RFF fue de $ 326.031 y el valor referencia para el APC fue de $ 1.599.578[2].

Retos del sector en torno a los costos de producción

Para finalizar, es importante señalar algunos retos que tiene el sector que inciden de manera directa en la estructura de costos de producción y, por consiguiente, en la competitividad de la palmicultura colombiana, la cual depende del balance entre la productividad (entendida como eficiencia productiva), así como en la rentabilidad (entendida como costo-eficiencia). Estos retos se resumen en:

Mejorar la productividad: hay una alta dispersión productiva en el sector. La productividad media no es competitiva, considerando otros referentes como Indonesia, Malasia y Tailandia. Es necesario el cierre de brechas de productividad, mediante la adopción de buenas prácticas agrícolas por parte de todos los cultivadores.

Avance tecnológico: el camino de la competitividad pasa, entre otros, factores por la optimización de costos de producción, lo cual requiere la adopción tecnológica en la producción, una fertilización adecuada, el aprovechamiento de los subproductos (economía circular) y la obtención de mayores eficiencias en la logística.

Aumentar la productividad laboral: la mano de obra es fundamental en la estructura de costos de la palmicultura. El aumento de su productividad depende de mejorar las competencias y especialización del recurso humano, así como la tecnificación y mecanización en la producción.

Consolidar una palmicultura sostenible: se debe consolidar la estrategia sectorial hacia la sostenibilidad, con sus componentes de Colombia origen sostenible, que se enfoca en los Núcleos y regiones palmeras; mercados sostenibles, que buscan diferenciar el aceite de palma y; por último, una institucionalidad palmera para la sostenibilidad.

2 Los resultados presentados son preliminares, los cuales solo consideran las variaciones de precios.

Oportunidades del aceite de palma en la producción y uso de biocombustibles avanzados (DR y SAF)

Editado por Fedepalma, con base en la presentación realizada durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.

Mónica Cuéllar Sánchez
Líder de Desarrollo de Nuevos Negocios de Fedepalma

Esta charla tiene como objetivo presentar las oportunidades del aceite de palma en la producción y uso de biocombustibles avanzados: el diésel renovable y los combustibles sostenibles de aviación. Los biocombustibles es uno de los grandes segmentos de mercado que tienen los aceites vegetales. ¿A qué se debe su auge? Desde la firma del Acuerdo de París, y especialmente desde 2020, el mundo se encuentra en el proceso de transición energética, con el objetivo de contribuir a reducir el consumo de combustibles fósiles, promover el uso de fuentes renovables de baja huella de carbono y de reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI).

Para lograr el objetivo global de reducir 36,9 gigatoneladas de CO_2 se han definido 6 rutas tecnológicas para el año 2050, que ayudan a disminuir la huella de carbono: el uso de combustibles renovables proveniente de la biomasa y fuentes naturales, la mejora de la eficiencia energética de los procesos, el incremento del uso de energía eléctrica, el uso de hidrógeno, implementación de procesos de remoción de carbono y, por último, la implementación de sistemas basados en captura y almacenamiento de carbono. Si todas estas rutas se implementan, se obtendría 90 % de la meta de descarbonización establecida para el 2050, objetivo que involucra el uso de energía renovable a través del suministro de fuentes de bajo costo, eficientes y la implementación de los sistemas de captura.

La promoción de la energía eléctrica como alternativa energética de bajo impacto para el medio ambiente ha llegado a tal punto, que es común pensar que en 2050 no se van a utilizar los combustibles

fósiles como fuente de energía, sin embargo, esto no es del todo cierto. Como se observa en la Figura 1, la franja verde corresponde a los combustibles fósiles, especialmente los derivados del petróleo: diésel, gasolina, *jet fuel*, que tienen una participación importante de la matriz energética de 2050. Este aspecto es relevante, ya que los biocombustibles tales como el biodiésel, el bioetanol, el diésel renovable y los combustibles de aviación sostenible, se utilizan en mezcla con los fósiles, es decir, que al pasar del proceso de electrificación del mundo, aún existirá un mercado para este tipo de productos.

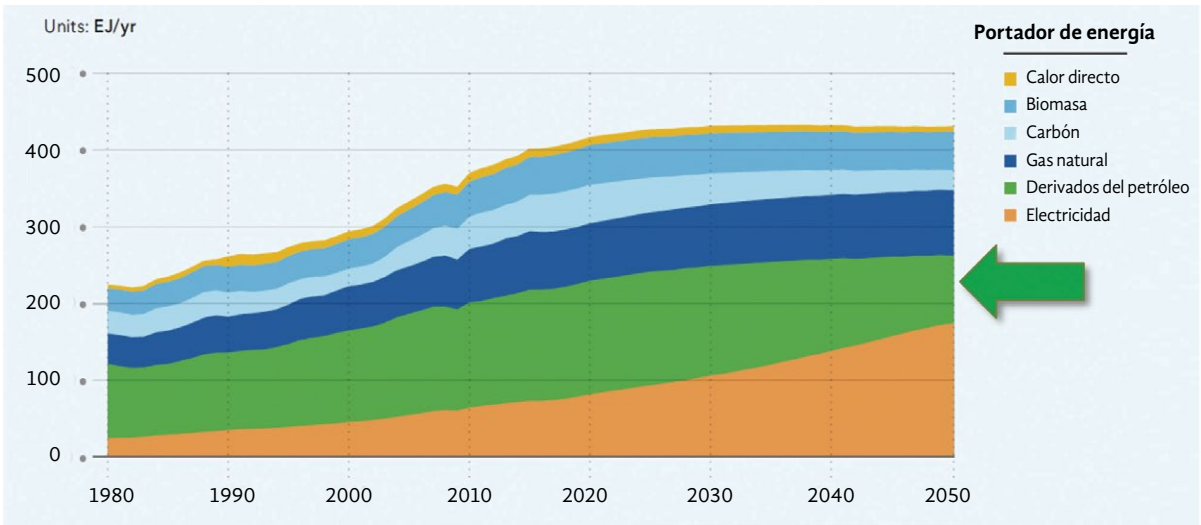
Otro aspecto de interés para el sector y que puede ser una oportunidad de negocio es el uso de la biomasa para la generación de energía eléctrica, en especial si se tiene en cuenta que 40 % del racimo de fruta fresca es biomasa que está compuesta por la tusa, la fibra y el cuesco. Como se puede observar en la Figura 1 el uso de biomasa incrementa su participación a través del tiempo.

Por lo anterior, varias subregiones y países del mundo han buscado alternativas y han promovido esquemas normativos que impulsen el uso. Los esquemas más conocidos son el Programa RFS2 de Estados Unidos, que establece una meta de consumo en combustibles renovables acorde con el nivel de emisiones de GEI, y la Política RED II de la Unión Europea, la cual tiene como objetivo el fomento de las energías renovables.

Estas dos políticas tienen algo en común, pues excluyen el aceite de palma y sus derivados por considerarlos que no son sostenibles. En el caso de Estados Unidos, el programa RFS2, coordinado por la EPA, definió como meta una reducción de GEI de 20 % para considerarlo un biocombustible apto para uso en este país. En cuanto al aceite de palma, según el estudio que se realizó, la cifra fue de 19 %, es decir, no entramos. Con la Unión Europea el tema, por no decir el cuento, es que tenemos el uso indirecto del suelo y que, entonces, cualquier persona que siembre palma, así sea una hectárea, ya está causando un impacto negativo. Ese es un concepto que a mi parecer se lo inventaron los de la Unión Europea para rechazar el aceite de palma. Entonces, ¿qué podemos hacer?

Necesariamente debemos demostrar que somos sostenibles y que realmente no generamos un impacto negativo a bosques primarios ni a las fuentes ni a las tierras con un elevado *stock* de carbono, y que esa es la gran diferencia que tenemos principalmente en Colombia, donde contamos con una importante frontera agrícola.

Figura 1. Proyección de la demanda mundial de energía final por vector energético. Fuente: Preview of IRENA (2021), World Energy Transitions Outlook: 1,5 °C Pathway, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi



Tipos de biocombustibles

Los biocombustibles son una alternativa importante que puede contribuir a la reducción de GEI, y se clasifican de acuerdo con el origen de las materias primas empleadas para su elaboración (Figura 2). Se consideran de primera generación los biocombustibles que se producen a partir de aceites de semillas y plantas oleaginosas, tales como soya, colza, girasol o palma, es decir, las que se usan también para alimentos.

Los biocombustibles de segunda generación se producen a partir de materiales que se consideran residuos, y entre ellos están las grasas animales, los aceites usados de cocina y los aceites residuales. En el grupo de los aceites residuales, hay dos productos que se pueden obtener en el proceso de extracción del aceite que son: el aceite de POME[1] (POME Oil) y el de tusa, los cuales son reconocidos por la Unión Europea como aceites residuales y son parte del mecanismo de doble conteo, lo cual favorece su uso en la producción de biocombustibles. El mecanismo de doble conteo ha promovido el uso de este tipo de aceites logrando una diferenciación en precio, con respecto a las materias primas de primera generación.

Los biocombustibles de tercera generación son aquellos que se producen a partir de microalgas. Estas, desde hace más de 15 años se consideran como solución por su alto rendimiento en términos de producción de aceite por hectárea, sin embargo, esta tecnología aún se encuentra en desarrollo y a la fecha no se cuenta con una planta a escala comercial de producción de biodiésel o diésel renovable que utilice dicha materia prima. Esta, seguirá siendo una opción futura.

En síntesis, se consideran parte del grupo de los biocombustibles: el etanol que puede producirse a partir de la caña de azúcar y el maíz, principalmente; el biodiésel, que se produce a partir de aceites vegetales; los aceites vegetales hidrotratados o HVO, como el diésel renovable y el biojet que pueden producirse a partir de aceites vegetales y biomasa residual; el biogás; y el biohidrógeno.

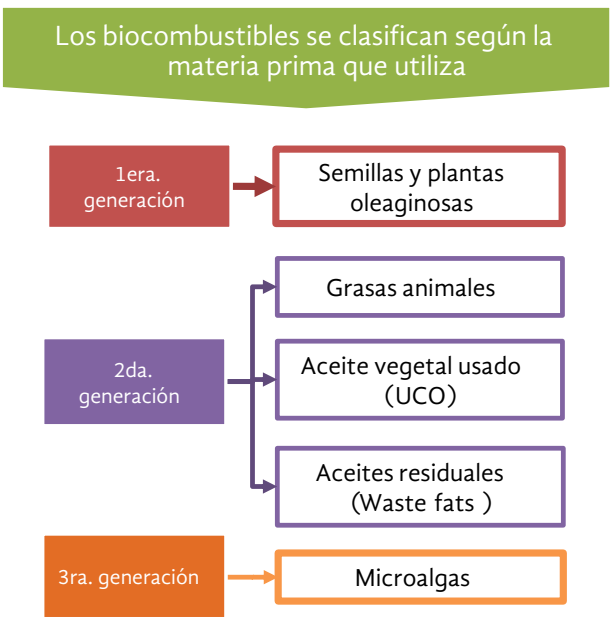
El sector palmero también tiene la opción de producir biogás como producto del proceso de digestión anaeróbica del efluente en los sistemas de tratamiento de aguas residuales de las plantas de beneficio. Este biogás tiene una concentración de metano de 55 %, aproximadamente.

Esta presentación tiene como objetivo explicar en detalle el diésel renovable y el biojet, en especial la ruta de producción de los aceites. Recordemos que los triglicéridos están compuestos por cadenas de ácidos grasos de diferentes longitudes, entre 10 a 18 carbonos pueden ser saturadas (con enlaces sencillos) o insaturadas (con uno o más dobles enlaces). Las variaciones entre los ácidos grasos que componen un triglicérido marcan la diferencia en las propiedades fisicoquímicas de los biocombustibles. Como se observa en la Figura 3**,** el biodiésel se forma a partir de la reacción entre un triglicérido o aceite con metanol, donde se obtiene el metil ester de ácido graso o biodiésel y glicerol.

En el caso de los aceites vegetales hidrotratados o HVO, el proceso se llama hidrotratamiento, el cual consiste en la reacción de un triglicérido con hidrógeno a condiciones específicas de temperatura y presión, en este proceso se rompe el triglicérido, se eliminan los dobles enlaces y se producen cadenas lineales de carbono; como subproducto se produce propano. A estas cadenas lineales de carbono se llama *Green* diésel, diésel renovable o HVO. Todos los

1 POME: por sus siglas en ingles Palm Oil Mill Efluents.

Figura 2. Clasificación de los biocombustibles según la materia prima usada para su elaboración



nombres son sinónimos y tienen dos ventajas principalmente: 1) que son químicamente iguales a las cadenas del petróleo y 2) no contienen compuestos aromáticos, que son supremamente tóxicos.

Dependiendo de la longitud de la cadena tienen diferentes puntos de ebullición (Figura 4) y se empiezan a diferenciar los HVO. Entonces, los HVO de cadenas cortas de carbono, entre 8 y 14 se emplean como combustible de aviación o biojet y los HVO de cadenas largas, es decir, de C14 en adelante se utilizan para el transporte de carretera o diésel. Este grupo puede emplearse de manera complementaria o sustituir al combustible diésel y al biodiésel, y se llama diésel renovable o *Green* diésel.

El término HVO se ha extendido y en este grupo se incluyen el combustible compuesto de cadenas de carbono derivadas de fuentes diferentes a los aceites, tales como las que se pueden producir a partir de la transformación del etanol o la biomasa residual. Esto representa otra oportunidad para el sector palmero

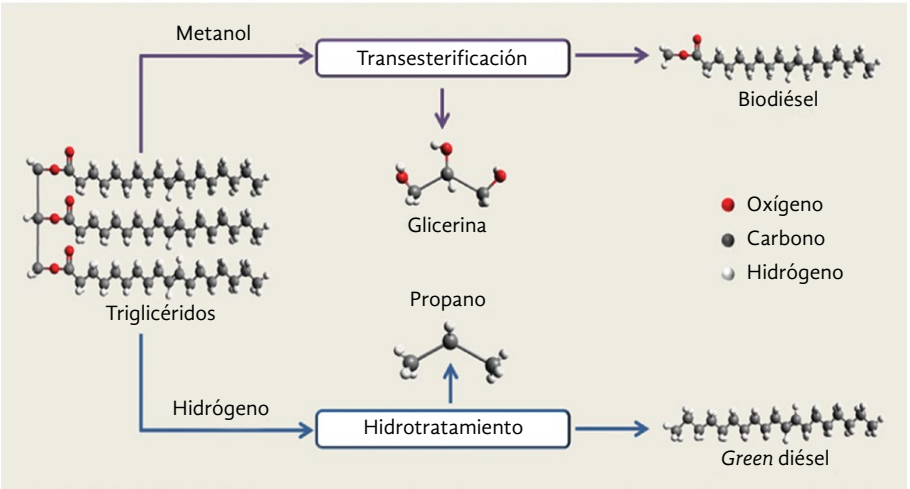


Figura 3. Esquema para la obtención de biodiésel y *Green* diésel

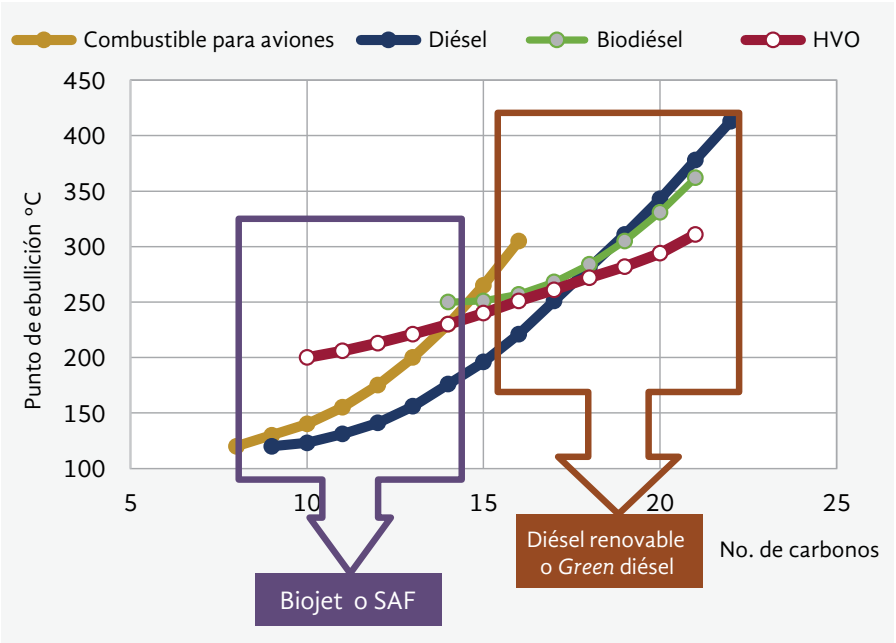


Figura 4. Relación entre la longitud de la cadena y el punto de ebullición del biojet y el *Green* diésel

colombiano, ya que el cultivo es rico en producción de biomasa. Sin embargo, el grado de avance tecnológico para la producción de HVO a partir de biomasa se encuentra en la fase de desarrollo intermedio, entre 6 y 7, es decir se encuentra en etapa piloto de producción. Caso contrario ocurre con la tecnología de producción de HVO a partir de aceites vegetales que tiene un grado de avance de 9-10, es decir la tecnología ya está a escala comercial.

El proceso de producción de HVO a partir de aceites vegetales es una realidad, en el mundo se encuentran en operación más de 50 plantas de producción de estos biocombustibles avanzados. Las tecnologías para su producción a partir de la biomasa son dos: la gasificación y el proceso de Fischer-Tropsch (Figura 5). El proceso de Fischer Tropsch es muy utilizado para la producción de hidrocarburos a partir del gas natural y del carbón, y también se puede utilizar para la producción de HVO a partir de la biomasa residual. Se espera que de 5 a 10 años ese proceso sea comercial, por lo cual se debe estar atento a su evolución, ya que es una oportunidad de negocio para la biomasa residual de la palma de aceite.

El proceso de hidrotratamiento de aceites vegetales requiere de una infraestructura similar a una refinería de petróleo. Los procesos unitarios necesarios son el hidrotratamiento, la desoxidación, la isomerización y el fraccionamiento. Es por esto por lo que varias refinerías de petróleo en el mundo se han convertido y hoy producen HVO. Para ello se conocen dos vías: la primera es el montaje de una planta independiente dedicada al proceso de hidrotratamiento, la cual utiliza como materia prima los aceites vegetales y el hidrógeno como insumo principal de la reacción y, la segunda, se denomina coprocesamiento, que se realiza en una refinería donde la materia prima es una mezcla de petróleo y aceite vegetal en una relación 90:10 e hidrógeno. De estos dos procesos, como se ha mencionado previamente se obtiene el HVO, nafta verde y propano. Es importante tener en cuenta que en el caso del coprocesamiento se obtiene la mezcla de diésel-HVO y no los dos productos (Figura 6).

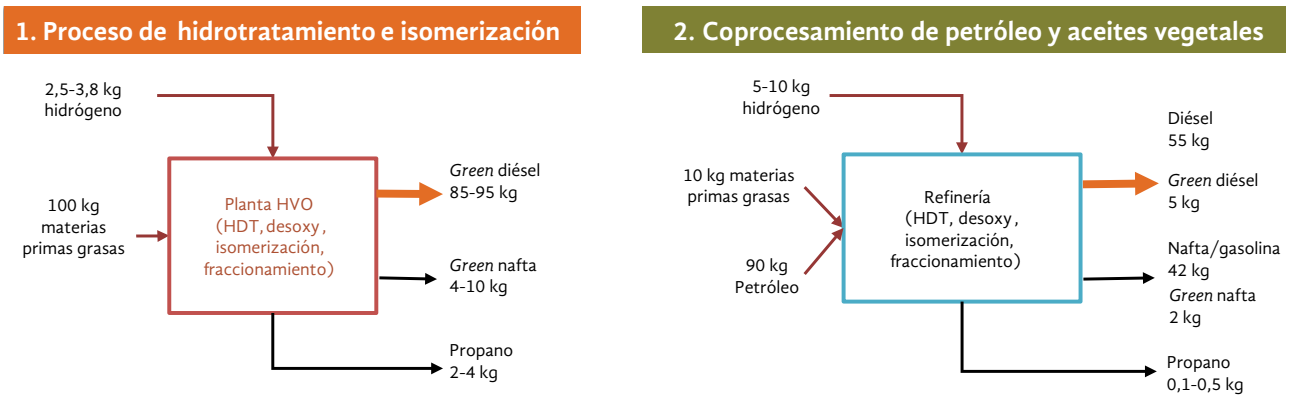
Como consecuencia de la ola verde hacia el uso de fuentes de energía bajas en carbono, muchas refinerías de petróleo están transformándose hacia plantas productoras de *Green* diésel y/o combustibles de aviación. Esto en parte se debe al menor costo de inversión para la transformación de una refinería de petróleo, la cual puede ser 50 % más económica frente a la opción de establecer una planta independiente de producción de HVO. Adicional a esto, varias empresas de petróleo optan por esta vía como una de las acciones que implementan dentro de la estrategia de descarbonización, lo que les garantiza su permanencia en el negocio en el mediano plazo.

Figura 5. Grado de madurez tecnológica de los hidrocarburos renovables

	Proceso	Nivel TRL (Tecnología Nivel de preparación)	Materias primas	Productos	
Corto plazo	HVO (aceites vegetales hidrogenados)	9 - 10	Aceite vegetales, UCO, grasas residuales, animales, ácidos grasos	HVO parafínicos, (diésel sintético, *Green* diésel), biojet	Aceite de palma
	Isoparafinas sintéticas (azúcares a hidrocarburos)	7	Azúcar de caña, remolacha, licores	Hidrocarburos livianos parafínicos (biogasolinas)	
	Alcohol- para -Jet	6	Alcoholes (metanol, etanol, butanol)	*Green* diésel, biojet, bionafta	
Mediano plazo	Gasificación Fischer-Tropsch	6	Biomasa vegetal, residuos celulósicos, residuos lignocelulósicos	*Green* diésel, biojet, bionafta	Biomasa residual
	Pirólisis y mejora	5	Biomasa	*Green* diésel, biojet, bionafta	
	Microalgas e hidrotratamiento	4	Luz del sol, CO_2	HVO parafínicos, (diésel sintético, *Green* diésel), biojet	

Fuente: https://www.iea.org/articles/etp-clean-energy-technology-guide

Figura 6. Procesos para producir HVO a partir de aceites y grasas



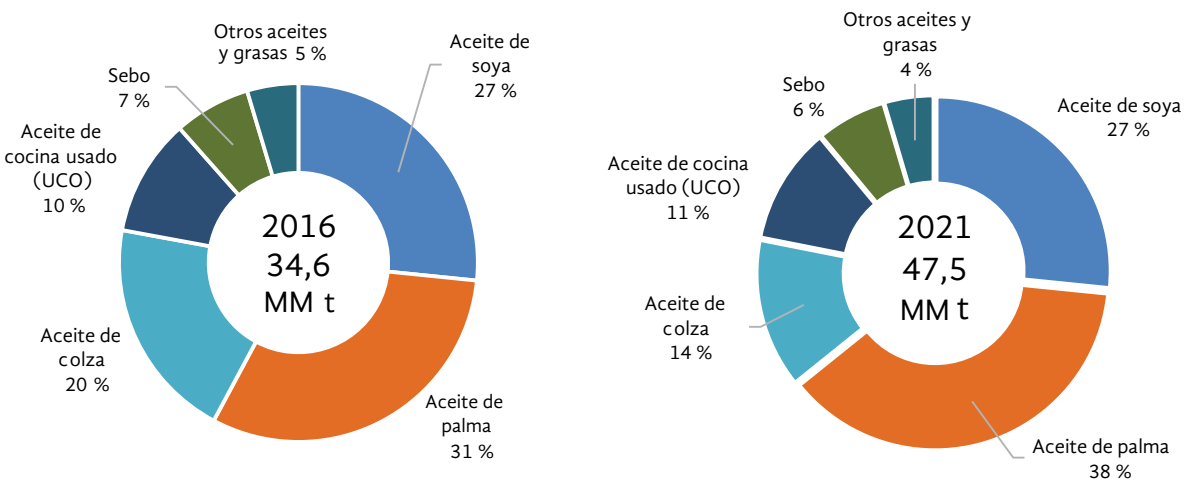
Materias primas y evolución de los biocombustibles

En la Figura 7 se presentan las materias primas que se utilizan para la producción de biocombustibles. Allí muestran la evolución en su uso y que a pesar de que son las mismas, lo que cambia es la proporción de su participación a través del tiempo.

En 2016 el aceite de palma y de soya tenían la mayor participación y su liderazgo se mantiene en 2021, entretanto otras materias primas como el aceite de cocina usado (UCO por sus siglas en inglés) ha ganado participación, con el tiempo, en un 1 %. Lo interesante de este incremento es el volumen de aceite que ha aumentado en los últimos 5 años, pasando de 3,4 millones a 5 millones de toneladas, porque demuestra el interés del consumidor final por el reciclaje de este tipo aceites.

La pregunta que surge frente a esta materia prima es: ¿cuánto UCO vamos a poder recoger como sociedad? Los ciudadanos en Europa tienen un hábito desde hace muchos años de llevar el aceite usado a un lugar específico de recolección y hay uno en cada barrio. La cultura colombiana no tiene esa práctica, pues en el país se tiene la costumbre de utilizar el aceite hasta que se acaba, sin importar la generación de compuestos tóxicos que genera su reúso extremo. A lo anterior se suma el hecho de que muchas perso-

Figura 7. Distribución global de materias primas para la producción de biocombustibles diésel



Fuente: OilWorld2021 y 2022

nas deciden eliminarlo por el fregadero, lo cual contamina las fuentes de agua. Es por esto que tenemos la campaña *Palmas por el planeta*. Necesitamos recoger el aceite usado.

Entonces, ¿será viable recolectar 50 millones de toneladas de UCO que permitan sustituir a las materias primas tradicionales para la producción de biocombustibles? La respuesta es no, en el corto plazo, lo que genera una oportunidad para las materias primas de primera generación (palma, soya, y colza) y permite afirmar que van a mantener su participación en la producción de biocombustibles de bajas emisiones. Esto, independientemente de la identificación y producción de materias primas de segunda generación, como es el caso de los aceites residuales, pues es complejo encontrar fuentes que estén en capacidad de tener un suministro constante a través del tiempo.

Es importante tener en cuenta que, en la búsqueda de nuevas oportunidades para el aceite de palma en el campo de los biocombustibles existen otros mercados en los cuales puede ser utilizado. Por ejemplo, en la producción local de diésel renovable, que se puede usar en conjunto con el biodiésel y el diésel fósil. El diésel renovable tiene un alto nivel de aceptación por parte de la industria automotriz por la similitud química con el tradicional. Si bien existe esta opción, desde Fedepalma continuamos trabajando en alternativas que permitan minimizar las barreras de acceso que actualmente tiene el aceite para ingresar al mercado de Europa y Estados Unidos.

En cuanto a los precios de las materias primas, la directiva de Europa que promueve el uso de energías renovables y de materias primas sostenibles ha establecido el esquema de doble conteo, que consiste en que una tonelada de biocombustible de segunda generación tiene una reducción de 50 % de las emisiones de una tonelada de biocombustible de primera generación, lo que marca una diferencia en la huella de carbono de la mezcla y promueve el uso de las materias primas de segunda generación.

Esto ha tenido un efecto al alza en los precios de estas materias primas alternativas. En 2022, el precio promedio del UCO en Europa ha sido de USD 1.713 por tonelada, y el de aceite de palma en el mismo periodo ha sido de USD 1.603, esto surge en parte como reflejo al esquema de doble conteo antes mencionado. Además, la tendencia en los últimos años indica que el UCO ha estado por encima del precio del aceite de palma.

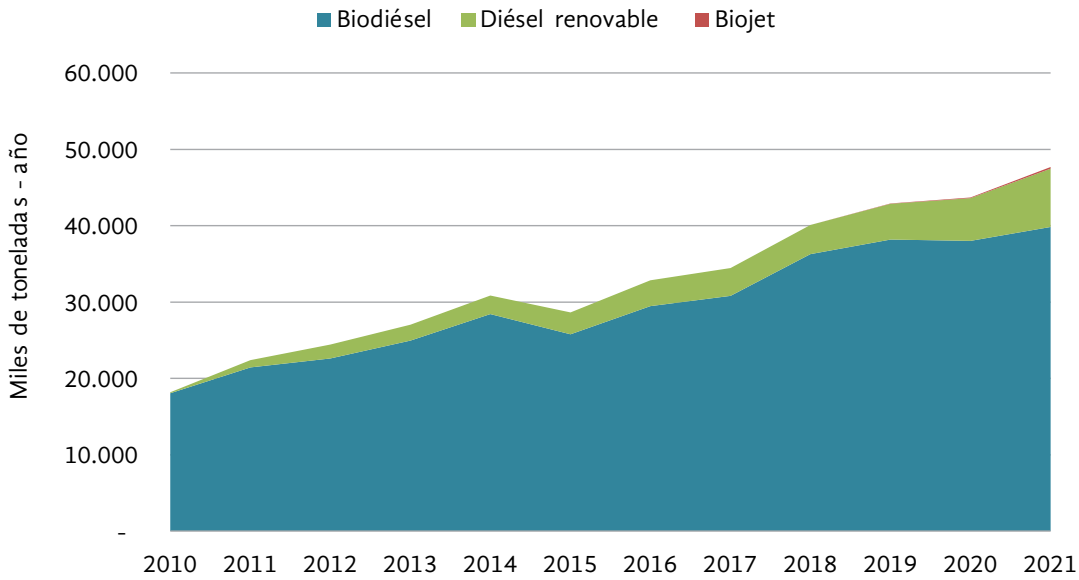
Por otro lado, si analizamos los precios de los biocombustibles también en Europa, el metil ester o el biodiésel de aceite usado tiene una diferencia de casi USD 300 con respecto al aceite de palma (1.708 a 2.048); y en el caso del biodiésel de palma versus el aceite de palma, la diferencia es de USD 100. Entonces, el valor agregado es impresionante por usar un aceite residual o de segunda generación. Este punto es relevante, si se tiene en cuenta que el sector palmero podría participar en el mercado de aceites residuales, sin embargo, este aún no se ha consolidado y por ende no hay precios de referencia para el aceite de POME.

El aceite de POME es nuevo en el mercado, empezó su demanda en 2020 y había una gran confusión sobre el término y la fuente del mismo. Su nombre se deriva, porque en un principio era recuperado del sobrenadante de las lagunas de tratamiento de aguas residuales en las plantas de beneficio en Malasia e Indonesia. El término fue aclarado por la ISCC en el documento *Guidance Document for the Audit of Wastes and Residues from Palm Oil Mills*, que definió el aceite de POME y tusa, la forma como recuperarlo durante el proceso de extracción y los contenidos máximos a recuperar. A medida que estos aceites se vayan separando del proceso, se consolidaran los volúmenes de producción y por ende los precios. Esperamos que esto sea en el corto plazo, ya que esta separación tiene un beneficio adicional, y es la reducción de contaminantes del aceite de palma crudo.

En cuanto a la producción histórica mundial de los biocombustibles, el biodiésel ha predominado desde 2010, sin embargo, el diésel renovable cada día va aumentando su participación. El biocombustible de aviación o biojet, como se observa en la Figura 8, tiene una muy baja participación pero un potencial de crecimiento importante, hecho que explicaré más adelante. En 2021, del total de la producción, el biodiésel participó con 81 % y el diésel renovable con 17 %.

De acuerdo a lo anterior, ¿cuál es el futuro de los biocombustibles? La Agencia Internacional de Energía estima un crecimiento exponencial en los próximos años, especialmente en la producción y uso de diésel renovable. Expertos indican que esta se incrementará desde 7 millones de toneladas en 2020 a 30 millones de toneladas en 2025. Esto como resultado de las políticas de promoción de Estados Unidos y Europa hacia el uso de combustibles de bajas emisiones. En Latinoamérica, a la fecha se encuentra una planta en construcción para la producción de diésel renova-

Figura 8. Comportamiento histórico de la producción de biocombustibles. Fuente: IEA (2021), Renewables 2021, IEA, París. https://www.iea.org/reports/renewables-2021



ble, sin embargo tiene un alto potencial de desarrollo por la oferta de materias primas grasas en la región.

Según la proyección de la Agencia Internacional de Energía habrá un crecimiento leve en el consumo de biodiésel, y uno mayor en diésel renovable (Figura 9). Los datos de 2019 a 2021 son cifras reales, y desde 2022 en adelante es proyección. En dicha figura se observa que el biodiésel, en el mediano plazo, disminuirá su participación, es decir, va a continuar siendo parte de la canasta energética a niveles similares a 2020. Entonces, la industria del biodiésel no va a desaparecer, y tendrá un crecimiento acumulado de 29 % desde 2019 a 2026 (Figura 9).

El diésel renovable, por su parte, está creciendo a unas tasas impresionantes y, si sumamos a 2026, va a tener un incremento acumulado de 175 % en la capacidad de producción (Figura 9). Esto corresponde a un aumento de 7 a 31 millones de toneladas, como se mencionó previamente.

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que en el corto plazo la canasta de combustibles líquidos va a ser una mezcla de tres componentes como mínimo: diésel, biodiésel y diésel renovable para el sector de transporte terrestre.

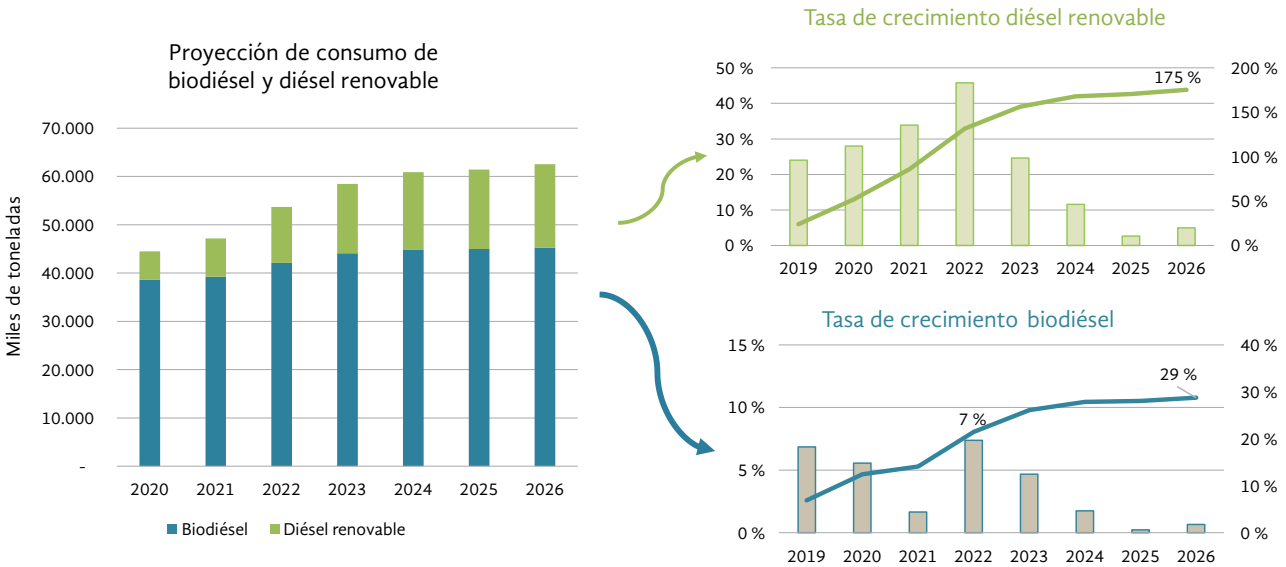
Combustibles de aviación sostenibles

Los combustibles de aviación sostenibles (SAF por sus siglas en inglés) es un nuevo concepto que surgió de la industria de aviación desde 1990 y está asociado con la estrategia de reducción de gases efecto invernadero, la cual fue reforzada en octubre de 2021 y ratificó el compromiso de cero emisiones para 2050. Según esto el SAF participará con 65 % de la reducción de emisiones de gases efecto invernadero establecidas por esta industria para dicho año.

Las otras acciones para completar el 100 % de reducción de GEI están relacionadas con operaciones, esquemas de compensación de carbono y nuevas tecnologías. En relación con las nuevas tecnologías, la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) menciona que a 2050 se podrá contar con aviones eléctricos pequeños y de corto alcance, aunque no se prevé que exista la tecnología para utilizarse de forma comercial. Por esta razón, la apuesta de esta industria es hacia el uso de combustibles de aviación sostenibles.

La industria de la aviación, se caracteriza por su alto nivel de regulación y estandarización de los procesos,

Figura 9. Proyección del consumo de biodiésel y diésel renovable. Fuente: IEA (2021), Renewables 2021, IEA, París. https://www.iea.org/reports/renewables-2021



es por esto que estableció un estándar de compensación de emisiones de GEI denominado Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA). Este estándar de sostenibilidad está enfocado en garantizar la reducción de emisión de CO_2 establecida, y que estas emisiones no sean contabilizadas el doble.

El estándar CORSIA ha definido tres fases: 1. un esquema piloto del 2021 hasta 2023; 2. la fase de implementación voluntaria del 2024 al 2026; y 3. a partir de 2027 de uso obligatorio. En este esquema de reducción hay 107 estados involucrados que representan aproximadamente 80 % de la aviación del mundo.

¿Cuáles son las características del estándar CORSIA? Primera: la protección del medio ambiente y la reducción de gases efecto invernadero; segunda, el estándar que permite que el productor de materias primas o biocombustibles demuestre su cumplimiento; y tercera, no limita el uso del aceite de palma *per se*. Lo que estipula es que "cualquier materia prima o SAF debe cumplir con el estándar y demostrar que como mínimo reduce en un 10 % las emisiones de GEI". Entonces, este mercado representa una oportunidad para el aceite de palma colombiano.

La IATA estimó el volumen de SAF requerido para cumplir con la meta de reducción de GEI en el marco de la estrategia de carbono-neutralidad en 2050. De acuerdo con esta proyección, en 2025 la industria va a requerir 8 millones de toneladas de SAF, un volumen que es considerado poco en relación con la meta final. En cuanto al volumen requerido en 2050 es de 443 millones de toneladas.

Para tener una idea de lo que esto representa, el volumen requerido en 2045 (342 millones de toneladas) corresponde al utilizado de *jet fuel* en 2019. Otro ejemplo que nos permite dimensionar el tamaño del mercado es el consumo de *jet fuel* en Colombia en 2021, que fue de 30.000 barriles al día, es decir, 1.600.000 toneladas, un volumen muy similar a la producción de aceite de palma (1,75 millones de toneladas) en el mismo año. Lo que significa, en términos relativos, que el mercado mundial puede considerarse infinito para el sector palmero colombiano.

Por el compromiso de la industria de la aviación, la producción de SAF se está incrementando de forma vertiginosa. Existen más de 15 plantas en producción y más de 100 proyectos en análisis. La producción en 2020 fue de 59.000 toneladas de SAF, y se estima que en 2025 esté cercana a los 1,3 millones de toneladas. Y en este punto es importante recordar una cifra que mencioné previamente, y es que según la IATA se requieren 8 millones de toneladas para lograr la meta de reducción de emisiones definida para el año 2025.

El estándar CORSIA tiene 7 principios de cumplimiento obligatorio y 5 de cumplimiento voluntario. Los más relevantes son: la reducción neta de emisiones de gases efecto invernadero, establecida en al menos un 10 % con respecto a las emisiones del combustible tradicional; y que las materias primas no pueden provenir de áreas con reservas altas en carbono como es el caso de los bosques, turbas, humedales. Los otros criterios son muy similares a los estándares de sostenibilidad conocidos por el sector palmero colombiano: la RSPO y el ISCC.

Entonces, teniendo en cuenta que el aspecto fundamental para acceder a este mercado es demostrar que las materias primas cumplen con el nivel de reducción de GEI establecido en el CORSIA, es necesario adelantar un análisis de ciclo de vida que permita cuantificar el nivel de GEI del aceite de palma colombiano y de esta forma que sea considerado una materia prima elegible para la producción de SAF.

Actualmente el aceite de palma de Malasia e Indonesia hace parte de la lista de materias primas elegibles por el CORSIA, sin embargo, es necesario lograr que el aceite de palma colombiano sea incluido aquí con los valores de emisiones de GEI propios de nuestro aceite. Análisis previos que se han realizado en el país, especialmente del ciclo de vida del biodiésel, han demostrado el alto nivel de reducción de GEI en relación con el combustible diésel tradicional, siendo uno de los factores clave en el cambio del uso del suelo, el cual es totalmente diferente en Colombia en relación con Malasia e Indonesia, pues en el país la siembra de palma se ha realizado en su mayoría en tierras agrícolas o sabanas, lo cual favorece la captura de CO_2.

Sobre análisis de ciclo de vida del SAF hay muy pocos disponibles, a la fecha no hemos encontrado uno específico para el SAF de aceite de palma. La única referencia que tenemos es el estudio realizado por la empresa Neste; uno de los principales productores de HVO en el mundo con 20 años de trayectoria; es sobre las emisiones de gases efecto invernadero del diésel renovable o HVO de palma de aceite, encontrando que las emisiones son muy bajas en comparación con otros HVO de diferentes materias primas.

Esto nos da una muy buena señal de que vamos a estar muy bien en el tema de reducción de gases efecto invernadero, y por eso es fundamental que se realice el análisis de ciclo de vida del SAF de palma en Colombia como un criterio importante para ingresar al estándar CORSIA.

¿Cuál es la situación en Colombia? El país ha ido avanzando, Ecopetrol lleva unos años trabajando en la producción de diésel renovable, ha realizado ensayos de producción en el esquema de coprocesamiento y actualmente está analizando el modelo de negocio a implementar para este tipo de biocombustibles. Además, está en el procesos de estructuración de una prueba de coprocesamiento en la refinería de Cartagena, donde van a utilizar, por supuesto, aceite de palma como materia prima.

En cuanto a normatividad, el diésel renovable está regulado en Colombia mediante la NTC 6031, y también está incluido en las especificaciones de calidad del Ministerio de Minas en la Resolución 40111 de 2021. Adicionalmente, los biocombustibles avanzados fueron incluidos en el Plan Energético Nacional 2020-2050.

Para finalizar, el diésel renovable y el SAF están incluidos en la Ley de Transición Energética que fue aprobada en junio de 2021 y la Ley de Acción Climática, aprobada en diciembre del año pasado. Eso permitirá desarrollar un marco normativo que ayude a la producción y el uso de este tipo de biocombustibles en el país.

Palabras de apertura de Nicolás Pérez Marulanda en el Encuentro de la Sostenibilidad Palmera

Nicolás Perez Marulanda
Presidente Ejecutivo de Fedepalma

Conscientes de la importancia de diferenciar nuestro origen y del valor de hacer las cosas bien, la palmicultura colombiana se ha consolidado como un sector líder en la implementación de prácticas de sostenibilidad a nivel ambiental, económico y social.

Hoy en día la palma de aceite es la segunda plantación más importante en términos de extensión, con cerca de 600.000 hectáreas sembradas, lo que la convierte en el principal cultivo productor de alimentos del país. Este se encuentra distribuido dentro de la frontera agrícola de 162 municipios de 21 departamentos, y abarca amplias zonas del trópico bajo colombiano donde se desarrolla en armonía con el medio ambiente y su entorno.

El sector se ha venido consolidando, no solo por su desempeño productivo y versatilidad, sino por su creciente compromiso con los más altos estándares de sostenibilidad. Por un lado, 26 % de la producción cuenta con algún sello de sostenibilidad internacional, lo que convierte a Colombia en el país con la

mayor proporción de su producción certificada. Por otra parte, este es un sector clave en la generación de empleo formal y de calidad en el campo colombiano. En 2021 el sector palmero generó alrededor de 197.000 empleos, favoreciendo de manera directa a más de 244.000 familias colombianas y a cientos de comunidades que se benefician indirectamente de la actividad palmera.

La agroindustria de la palma de aceite en Colombia ha sido testigo del aumento de la participación de las mujeres en las diferentes labores, tanto operativas, como administrativas y directivas. El 31 % de los productores de palma de aceite registrados son mujeres y, de ellas, 89 % corresponden a pequeñas productoras. La Federación, en su interés por contribuir al cierre de las brechas de género, comenzó a reconocer este trabajo desde 2009 mediante el Premio a la Mujer Palmera, que desde entonces ha exaltado a 17mujeres de las 4 zonas palmeras por su aporte destacado a nuestra agroindustria. Este reconocimiento, junto con la Red de Mujeres Palmeras, creada en 2020, consolida nuestra política de género, la cual está orientada a la promoción de espacios que permitan la participación, inclusión, capacitación y reconocimiento del rol de la mujer en el sector palmero y en nuestra sociedad.

Esta política de género también se ha visto reflejada al interior de la Federación, 64 % del equipo de trabajo de Fedepalma son mujeres y esto se refleja en todos los niveles de la organización. De hecho, en 2019 María del Pilar Pedreira fue elegida la primera mujer Presidenta de la Junta Directiva de Fedepalma y hoy orgullosamente Catalina Restrepo es la segunda en ocupar esta posición.

El sector palmicultor se ha convertido en un motor de desarrollo en todas las zonas en las cuales opera. Hemos evidenciado que el crecimiento del área sembrada en palma de aceite tiene un impacto positivo, mejorando la cobertura en educación y salud más que proporcionalmente. En educación básica primaria se evidencia un aumento de 2,7 % en la cobertura y de 2,1 % en básica secundaria, lo cual refuerza nuestro compromiso con el desarrollo de la niñez en el campo colombiano. En términos de salud, el crecimiento de la cobertura asociada con los cultivos de palma se estima en 2 % aproximadamente, lo cual se ve reflejado en una mejor calidad de vida para las comunidades que se encuentran alrededor de los proyectos palmeros.

En la dimensión ambiental, el cultivo de la palma de aceite se ha desarrollado en Colombia con un mínimo impacto en deforestación y ha buscado proteger los diferentes ecosistemas relacionados con la actividad productiva. Para ello, se ha promovido la conservación de los corredores naturales, por medio de las herramientas desarrolladas en el Proyecto Paisaje Palmero Biodiverso (PPB), generando estrategias que promuevan el uso eficiente de los recursos hídricos, generación de energías renovables y adopción de los principios de la economía circular, entre otros.

Con respecto a la estrategia sectorial para la prevención y mitigación de la deforestación, el sector palmero fue pionero en la firma del Acuerdo Cero Deforestación en 2017. En 2021 se obtuvieron las conclusiones de la actualización de la línea de deforestación elaborada por el IDEAM, dando como resultado que tan solo 0,2 % de la total nacional en 2018 estuvo asociada a cultivos de palma, lo cual reafirma que el sector palmero colombiano no es un motor de la deforestación del país. Por el contrario, mediante las alianzas que tenemos con la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) hacemos un monitoreo de la deforestación en departamentos como Meta, Guaviare, Norte de Santander, entre otros, que han dado lugar a denuncias ante las autoridades competentes.

Para acelerar el cumplimiento de nuestros objetivos estratégicos y la consolidación de nuestra estrategia de sostenibilidad, hemos desarrollado diversas alianzas que nos han permitido importantes logros en los últimos años. Destacamos los aliados estratégicos como: Solidaridad, el IDH, Procolombia, WWF, Partner of Americas, Organización Internacional del Trabajo, Proforest, la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, entre otros.

En materia de desarrollo sostenible sectorial, desde la Federación hemos trabajado en los Principios de Aceite de Palma Sostenible de Colombia como marco rector de actuación del sector y un protocolo para medir y cerrar brechas en el cultivo y las plantas de beneficio. Este esfuerzo se materializó con la creación de la Corporación APSColombia, Aceite de Palma Sostenible de Colombia, el 27 de abril del 2022, como la apuesta de diferenciación del país como un origen sostenible de producción de aceite de palma.

A la fecha tenemos una línea base con la medición del Índice de Sostenibilidad para más de 3.000 cultivadores (el 44 % del total), con lo cual conocemos caso a caso cuáles son las brechas que deben trabajarse para alcanzar el estándar de productor de aceite de palma sostenible de Colombia.

Sea esta la oportunidad para resaltar el apoyo de aliados clave que desde el inicio han contribuido a su desarrollo, como es el caso de Solidaridad, el IDH, GIZ y Cargill, quienes además de su respaldo, han realizado aportes a distintos proyectos, por un monto que asciende a los 600.000 euros en los últimos 2 años. En el marco de esta estrategia, existe entonces una gran oportunidad para ejecutar recursos de terceros y de esa forma aumentar el apalancamiento de los recursos palmeros, lo cual nos permitirá aumentar nuestro alcance e impacto.

Sobre el trabajo que viene adelantando APSCo se debe insistir en que no es suficiente con decir que hacemos las cosas distintas, sino que debemos demostrarlo. El reto para diferenciarnos pasa por cerrar las brechas para cumplir exigencias del mercado, acercarnos al consumidor internacional con mensajes pertinentes y fortalecer nuestra red de aliados para validar y apalancar nuestra gestión de diferenciación.

Es así como el sector se convierte en un actor clave para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible acordados en el marco de las Naciones Unidas, reafirmando nuestro liderazgo en el desarrollo sostenible de nuestro país.

Firma del convenio de cooperación entre Fedepalma, Cenipalma y Solidaridad

Editado por Fedepalma, con base en la presentación realizada durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite

Fedepalma

El convenio de cooperación entre Fedepalma, Cenipalma y Solidaridad es fruto de una relación institucional que por varios años ha permitido avanzar en la identificación de necesidades y oportunidades de trabajo con los palmicultores colombianos, para el afianzamiento de su sostenibilidad. Tendrá una duración inicial de cinco años, con el objetivo de establecer un plan conjunto para adelantar acciones para el fortalecimiento de la estrategia del sector en las líneas Colombia origen sostenible, Mercados sostenibles y Gobernanza para sostenibilidad.

Joel Brounen, Gerente de Solidaridad Colombia. No es un secreto que la palma de aceite ha tomado un papel protagónico en la creciente crisis alimentaria a nivel global observada este año. Dicho protagonismo es una oportunidad única para establecerse como una opción segura para muchas industrias, desde alimentos hasta productos de aseo, belleza hasta biocombustibles. En momentos de abundancia hay que prepararse para tiempos de austeridad, así que hay que aprovechar los precios altos para invertir en el futuro del sector palmero, más preciso en la sostenibilidad del cultivo y las familias que dependen de ello. La sostenibilidad corporativa en la cultura japonesa se interpreta en cómo pasar una empresa familiar en buenas condiciones a la próxima generación. Es por eso que existen tantas compañías con más de 100 años en ese país asiático. El sector palmero colombiano cuenta con aproximadamente 5.000 empresas familiares. Al ser la palma de aceite un cultivo con un ciclo de mínimo 20 años, la agroindustria tiene una visión a largo plazo.

Firma del acuerdo entre Fedepalma, Cenipalma y Solidaridad.

Mediante este convenio que firmamos hoy con Fedepalma y Cenipalma, esperamos trabajar juntos para el bienestar y la competitividad de esas miles de familias palmeras en este país. Nos enfocamos en mejores prácticas de sostenibilidad según criterios como APSCo o RSPO, para posicionarnos en mercados nacionales e internacionales, utilizando modelos de trazabilidad y de monitoreo satelital. Realizamos una transformación digital, a través de desarrollo de soluciones tecnológicas y educativas innovadoras y promovemos también una inclusión financiera para que los productores de aceite de palma, mediante esquemas innovadores, puedan acceder a diferentes productos financieros.

En esta alianza se unen dos organizaciones con una amplia trayectoria. Fedepalma tuvo el año pasado un traspaso exitoso en la Presidencia, pasando de una generación a otra. Empalme que demuestra su solidez institucional según el concepto japones de sostenibilidad. Sumando la edad de Solidaridad y la de Fedepalma cumplimos también más de 100 años de servicio a las comunidades y familias palmeras. Estamos honrados con la confianza del gremio en nuestra organización, y esperamos entregar la industria palmera a las mejores manos en la próxima generación de la palma en Colombia.

Muchas gracias.

Premio a la Mujer Palmera 2022

Documento elaborado por la Dirección de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma

Fedepalma

Teniendo en cuenta el incremento de la mano de obra femenina en la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y el interés del sector por vincular cada vez más mujeres, en 2021 la Junta Directiva de Fedepalma aprobó la inclusión de categorías adicionales al concurso. Se acordó premiar, además de la categoría de Mujer Palmera Campesina Emprendedora, la de Mujer Colaboradora y Mujer Directiva, para visibilizar los diferentes roles que está desempeñando este género en el sector.

Para Fedepalma es motivo de orgullo informar que este año recibimos 37 postulaciones, el mayor número en la historia de este premio, provenientes de las cuatro zonas palmeras del país, lo que indica que la agroindustria de la palma de aceite cree en el valor del trabajo femenino y sus aportes a la agroindustria y a los entornos palmeros.

Las participantes de todas las zonas cuentan con hojas de vida destacadas y sus aportes en las empresas, cultivos, asociaciones, fundaciones y comunidades han sido ejemplares, lo que dificultó enormemente la tarea de elección.

El concurso contó con un jurado compuesto por tres destacadas mujeres cuya trayectoria es ampliamente reconocida: Ana Fernanda Maiguashca, quién se ha desempeñado como Viceministra de Hacienda, fue miembro de la Junta Directiva del Banco de la República y actualmente es la Directora del Consejo Privado de Competitividad. Ángela Penagos, quién fue la Directora para Colombia del Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, entre otros cargos, y quien hoy dirige el Centro de Sistemas Agroalimentarios de la Universidad de Los Andes. Finalmente, Alejandra Torres, quien presidió el Consejo

Eigny Jhoana Garza Mancipe, Cilia María Contreras Sierra, Fanny Germania Ortiz, Nicolás Pérez Marulanda, Patricia María Sibaja Hurtado y Diana Vega Pérez.

de Construcción Sostenible de Colombia y dirigió la Oficina de Asuntos Internacionales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Alejandra es fundadora y directiva de Musas y es jurado de Shark Tank Colombia.

Esta ha sido una elección nada sencilla, ya que todas las concursantes cuentan con trayectorias laborales reconocidas y de impacto. Invitamos a pasar al escenario a Emanuela Borja Birschel, Cilia María Contreras Sierra, Fanny Germania Ortiz, Eigny Johana Garza, Patricia Sibaja y Diana Vega Pérez. Y la finalista de la categoría Mujer Palmera Campesina Emprendedora 2022 es Cilia María Contreras Sierra, postulada por Palmeras de la Costa S. A., de la Zona Norte; y la ganadora de la categoría es Fanny Germania Ortiz, postulada por Extractora Santafe S. A. S. de la Zona Suroccidental.

Para la categoría Mujer Palmera Colaboradora nuestra finalista es Patricia María Sibaja Hurtado, postulada por Promotora Palmera de Antioquia S. A. S., de la Zona Norte; y la ganadora es Eigny Jhoana Garza Mancipe, postulada por Palmicultores del Norte S. A. S., de Zona Central.

Para la categoría Mujer Palmera Directiva, la finalista es Diana Vega Pérez, postulada por Palmas Vega S. A. S. ZOMAC, de la Zona Central. Y la ganadora es Emanuela Borja Birschel, postulada por Oleaginosas San Marcos, de la Zona Oriental.

Conversatorio: Mujeres palmeras, líderes que transforman vidas

Editado por Fedepalma, con base en la presentación realizada durante el L Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite

Moderadora: Catalina Restrepo Rada
Presidenta de la Junta Directiva de Fedepalma.

Catalina Restrepo Rada, moderadora. Buenas tardes a todos. Esto es muy emocionante. Es un honor para mí participar en la introducción del programa *Mujeres palmeras, líderes que transforman vidas*, una idea que nació del deseo espontáneo de mujeres del sector, de enaltecer su valor y contribuir a sembrar semillas que ayuden a tener un mundo más inclusivo. Estamos lejos del día en que a las mujeres se nos pague equitativamente, que tengamos por igual una cuenta bancaria y que no seamos discriminadas en el mundo laboral por ser mamás o porque algún día lo vamos a ser. Es por eso que desde el sector palmero no queremos ser indiferentes, y hoy nos reunimos con el deseo de dar comienzo a esta iniciativa.

Nos mueve el convencimiento de que el mundo nos necesita, y esto sucede porque tenemos una visión a largo plazo. No en vano somos las encargadas de manejar las finanzas del hogar y gracias a ello, muchos de nuestros hijos hoy acceden a una educación superior. Nos necesitan porque tenemos una perspectiva más compasiva y sabemos que podemos ayudar desde nuestro liderazgo a construir un sector, un país y por qué no, un mundo mejor. Esta iniciativa busca tres objetivos fundamentales. El primero es respaldo al emprendimiento de las mujeres del sector, mediante el sistema de madrinazgo, óigase bien "madrinazgo", apoyo en capacitación y fortalecimiento de la marca personal de las mujeres,

así como en temas relacionados con su entorno familiar y social, que les permita tener herramientas para superar obstáculos, mejorar su calidad de vida y visibilizar liderazgos que sirvan de ejemplo a otras.

Y que más liderazgo que todas estas mujeres palmeras. Es por eso que hoy tengo el gusto de introducir el siguiente conversatorio para compartir las experiencias de dos mujeres con trayectorias destacadas en el ámbito científico y gerencial de nuestra agroindustria. Bienvenidas María del Pilar Pedreira y María del Pilar Noriega, gracias por aceptar nuestra invitación.

La idea es hacer un conversatorio muy informal, lo que nazca del corazón, de su experiencia, aportar a todas estas mujeres que tenemos al frente con su ejemplo de liderazgo. Entonces vamos a empezar con la pregunta más obvia, ¿cuál ha sido su trayectoria en el sector de la palma de aceite?

María del Pilar Noriega, Directora de Investigación, Desarrollo e Innovación del Grupo Daabon. Formalmente estoy en esta agroindustria hace dos años, pero vengo del área de polímeros y biopolímeros y ciencia de los materiales. Hacia 2012 hice varios estudios de biorrefinería en Colombia, en los que se visualizaban las oportunidades del sector palmero hacia la glicerina del grado farmacéutico y especialidades a partir de la glicerina. Siempre he dicho que la oleoquímica es como oro blanco. En el 2008 inicié todo el tema de biopolímeros con distintas matrices y procesos. En ese campo tengo patentes de invención con empresas reconocidas en Colombia, como por ejemplo con Procaps Group para liberación de medicamentos, o suplementación dietaría a partir de biopolímeros, catequinas y epitaquetinas con el Grupo Nutresa. Hace dos años llegué al Grupo Daabon, donde tenemos todo un mapa de ruta para biorrefinerías.

María del Pilar Pedreira, Gerente General de las compañías de palma que operan en las zonas Oriental, Suroccidental y Central de la Organización Espinosa. Lo que puedo contar no es nada diferente a las muchas de las historias de las mujeres que están aquí presentes y que merecen todo mi respeto y admiración. Soy administradora de empresas, hice carrera en recursos humanos, pues realmente lo mío es el contacto con la gente. Hace ocho años trabajo en una organización con una reputación impecable en torno al ejercicio profesional. Entré a una evaluación de desempeño y salí como gerente de las plantaciones. Para que se hagan una idea de lo mucho que me costó tomar las riendas de varias compañías líderes del sector palmero, lo primero que hice fue montarme a un caballo en Palmar del Oriente S. A. S. y pasar muchas horas aprendiendo del campo. Sabía que si no lo hacía nunca iba a tener ni el respeto ni la legitimidad en mis compañeros y proveedores. Pasé muchas horas en carro visitando proveedores en carreteras bastante complejas, especialmente en invierno. Aterricé en este sector en un congreso en Villavicencio de la mano de mi antecesor Joaquín Palou. Todos creían que Joaquín había llevado a su hija, y él no sabía cómo explicar que yo era la gerente de las empresas de los señores Espinosa, y que iba a estar en la Junta Directiva. Era aparentemente una rareza que mis jefes me hubiesen confiado el ocupar ese rol. El encargo inicial era para tres años, pero acabó siendo por ocho. No contentos con las sorpresas que da la vida, terminé como Presidenta de la Junta Directiva del gremio, lo que significó un reto mayúsculo. Se imaginarán que estos niveles de exposición no son mi fuerte, y sobre todo la responsabilidad de saberme ejemplo para otras mujeres que conocen mucho más y llevan mucho tiempo en el sector. En este camino tuve la fortuna de estar acompañada por entre 17-18 hombres, que sobrevivieron a mi estilo de trabajo y a algunos de los ingredientes que solo ponemos las mujeres. Mis compañeros imagino que lo podrán refrendar. Pero desde hace un año ya no estoy sola en la Junta. Somos cuatro mujeres por primera vez en la historia de Fedepalma y conservamos la buena costumbre de estar liderados por una de ellas.

Aún hoy, ocho años después y a pesar de todas las cicatrices que tengo, me preguntan con delicadeza que si necesito a alguien que me conduzca el carro. Todavía les cuesta entender que yo manejo, y voy sola a los Llanos, a Tumaco, y llegó sin avisar.

El mensaje central es que acá hay muchas mujeres a las que admiro, y mi invitación es a que nunca se pongan techos. Yo soy la prueba de que sin haberme trazado una ambiciosa carrera en el sector palmero, me la he disfrutado y me la seguiré disfrutando.

Catalina Restrepo Rada: Y para ti María del Pilar, ¿cómo han sido esos aprendizajes, como ha sido recorrer ese camino y esos retos?

María del Pilar Noriega. Excelente pregunta. Yo venía del sector polimérico, así que todo ese conocimiento y bagaje técnico había que llevarlo a la práctica en procesos de la agroindustria. Aquí está la bon-

dad de la ingeniería: cuando hablamos de operaciones unitarias de sólidos, por ejemplo, en polímeros o en textiles o agroindustria, hay muchos elementos comunes, como los procesos de extracción, la densificación, el secado, la molienda, el desfibrado. Entonces simplemente toca estudiar el nuevo material, y se empieza a generar conocimiento en ese sector.

Las operaciones unitarias sólido-líquido, fraccionamientos, esterificaciones, interesterificaciones, hidrogenaciones, mezclas, etcétera, también son comunes en muchísimas áreas y toca entonces entender muy bien el material, sus propiedades químicas y físicas y hacer la traslación. Lo bonito de esto, que fue incluso sorpresa para mí, fue que al año de estar en el Grupo pudimos poner una patente de invención en Estados Unidos y en Europa, la cual ya está próxima a otorgamiento en el campo de la jabonería. Uno piensa que jabonería son triglicéridos, y hay que manejarlos parecido a los polímeros, o sea tener muy claro todo su perfil de propiedades, cómo fluyen y disipan energía, y ya luego modelarlos en los distintos procesos, en este caso uno como la extrusión.

La traslación es posible e incluso es bienvenida porque el tener colegas y discusiones nuevas en distintos sectores, nos llevan a una verdadera innovación. De hecho, la última patente jabonera había sido otorgada 18 años atrás. Invito a que los chicos y chicas, hombres y mujeres menores de 30 años, ingresen a este campo tan bonito, realmente es fascinante.

Catalina Restrepo Rada. María del Pilar Pedreira, ya nos has contado un poquito de ese camino y esos aprendizajes, pero quisiera ahondar más en ellos.

María del Pilar Pedreira. Antes que nada, un saludo a las mujeres que ganaron hoy el premio y a todas las que se postularon. Andrés se ríe porque sabe lo mucho que discutimos para que este premio se ampliara a diferentes categorías, porque son muchas las mujeres admirables que hemos conocido. No sé si ustedes saben que cuatro de los cinco Núcleos que hay en Tumaco están a cargo de mujeres, y eso explica seguramente porque la zona vuelve a florecer.

El primer reconocimiento es a Andrés por haber atendido la necesidad de conocer y reconocer a las mujeres del sector, no por ser mujeres, realmente creo que ante todo somos humanos y que no es un asunto de cuotas, sino de reconocernos en la diferencia. Por eso decía que el gran mérito de la Junta Directiva de Fedepalma no es haber nombrado una mujer por su condición ni por una cuota, sino porque estamos en igualdad de capacidades, y muchas veces de aportar cosas diferentes y complementarias. Les puedo decir que conozco mujeres en las zonas palmeras que vuelan bajito en el radar, pero son valientes, se van solas, combaten plagas. Una curiosidad: cuando acepté este cargo era absolutamente fóbica a los bichos. Mi jefe se dio cuenta un año después, y me dijo que cómo podía con eso, que lo tenía que superar. Y el campo me dio un regalo muy grande para cerrar esta experiencia.

Tengo 2 hijos, uno de 11 y una de 9. Si hacen las cuentas, llegué a gerenciar muy joven. Fue una decisión personal que sin duda ha salido bien, gracias a que he tenido una red de apoyo, porque debo decir que trabajo en una organización donde es mal visto trabajar después de las cinco de la tarde; que comprende que una mujer debe estar con sus hijos, puede ir a todas las entregas de notas, conoce el nombre de todos sus amigos, prepara sus fiestas, siendo a la vez la señora gerente, la que esta acá sentada. No es fácil. Yo he llegado muchas veces sin dormir a trabajar (se nota porque el genio es aún peor), pero han aprendido a entenderlo y creo que eso es importante. Resulta una elección muy difícil, arrojarse a sacar dos cosas al tiempo. Las organizaciones tienen mucho por aprender, y de verdad tengo la fortuna de poder interrumpir un comité de Presidencia para recibir llamadas, por ejemplo del pediatra, y no está mal visto. Es posible que las mujeres no nos veamos obligadas a pensar que si somos profesionales exitosas, somos madres ausentes, definitivamente no. Y ese es otro mensaje que les quería dejar ya que me prestaron el micrófono esta tarde. Si es posible, pero no es fácil, y mi admiración a las mujeres que trabajan y que han sacado a sus hijos adelante. Todas somos hoy ejemplo de esas nuevas generaciones.

Catalina Restrepo Rada. Las mujeres ganadoras de este premio recorren el campo, les gusta estar en la plantación haciendo múltiples labores. La estadística del 31 % de su participación en el sector palmicultor nos pareció maravillosa, sobre todo en pequeña escala como doña Fanny, felicitaciones, pero ¿cómo hacemos para incrementar esa cuota femenina en el día a día de la palma de aceite y de la agroindustria en general.

María del Pilar Noriega. El DANE sacó un dato en 2020 sobre la participación de la mujer en la agricultura, en la agroindustria propiamente, que era de 29,2 %. Si comparamos esta cifra con la de la industria de la colza en Europa que es del 46 %, por ejemplo, estamos en un valor bajo. Sin embargo, no

debemos verlo como algo negativo, sino como una gran oportunidad.

¿Cómo podemos mejorar esto? Yo diría que hay tres ejes muy grandes. El primero es el de la educación, haciendo que desde la primaria y bachillerato a las niñas les encante la química, la física, las matemáticas, porque esa es la clave para poder evolucionar muchas áreas de interés. Así que nos toca, quizás con un mecanismo de mentorías, que las niñas y jóvenes sientan esa ilusión por este campo. Hablamos de las chicas, pero hay que pensar en los chicos también, porque la demografía de Colombia cambió. Nuestro país está envejeciendo e igualmente tenemos dificultad para encontrar hombres menores de 30 para nuestros sectores.

El segundo es el SENA. Hace poco estaba buscando un aprendiz con un perfil en química. Lo primero fue mirar en todo el país, aunque lo queríamos en la costa, y encontramos varios ligados a la industria petroquímica en Mamonal, Cartagena. Cuando se hizo la citación, llegaron ocho hojas de vida de hombres y dos de mujeres. También en el SENA hay que hacer un esfuerzo, para que la formación en esta área tan importante como es la química, no solo esté en Cartagena, Medellín o Bogotá, sino en muchísimos lugares del país, para que la agroindustria, la oleoquímica, la refinería, todo lo que queremos en sostenibilidad se pueda dar de la mejor manera. No solo se requieren ingenieros, químicos y físicos, sino tecnólogos. El matrimonio entre estos y los profesionales es fantástico, porque unos están orientados más al hacer y los otros a la prospección, diseño de experimentos, planeación, modelación, simulación, otro tipo de cosas.

El tercero son las mentorías. Generemos tutorías porque ese es el mecanismo que utiliza Europa para poder atraer a chicos y chicas a este umbral, que luego evoluciona a eso que nos interesa.

María del Pilar Pedreira. Bueno yo sigo con mi línea de anécdotas. La primera que no es menor a mi juicio tiene que ver con el ejemplo. Cuando mi hija descubrió a qué me dedicaba porque la lleve a los Llanos, andaba diciendo que quería ser como su mama: vaquera. Llegó a esta conclusión porque fue a montar conmigo a caballo por la plantación. Pero definitivamente el ejemplo hace la diferencia, y este no es solo para las niñas. Los niños deben entender que cuando la mamá trabaja, también hay que ayudar a hacerse cargo de la casa. Por eso tiene tanto valor esta convocatoria que hoy nuestra Presidenta nos hace de participar en la red de mujeres palmeras. Todas estamos llamadas a jalonar a través del ejemplo. Sin duda, como lo anotaba María del Pilar, la educación es fundamental y dicho ejemplo tiene que ver con eso, visibilizar estas mujeres que están en el campo.

Después de un estudio que realizamos con el Director de Recursos Humanos, detectamos que para la labor de polinización en Tumaco nuestro mejor perfil, el más estable y eficiente, corresponde a mujeres cabezas de familia.

A las mujeres en el campo hay que cuidarlas, hay que crear redes y grupos para acompañarlas, ser tajantes con las amenazas que tienen, y darles oportunidades. Yo cuento con fantásticas supervisoras, coordinadoras, directivas. Creo que en la medida en que seamos conscientes de ese llamado de apoyo, de cuidado y de ejemplo, unidos a una política de educación estructurada, vamos a conseguir abrir todos esos espacios que necesitamos.

Catalina Restrepo Rada. Relacionado con lo que dicen, me impresionó mucho un estudio reciente que me compartió James Cook, miembro de la Junta Directiva de Cenipalma, que hablaba sobre la productividad laboral y el problema que tenemos con esta. Inclusive antes de empezar este conversatorio, estábamos hablando con las mujeres sobre la dificultad que tenemos hoy en día de conseguir mano de obra, y en especial femenina en todas las labores. Sabemos que la polinización abrió este espacio y definitivamente transformó nuestro sector, pero ¿por qué no tractoristas? Aquí hay un ejemplo. Manuela maneja buldócer y retroexcavadora. Entonces todo es posible, abramos la mente. Creo que debemos dar a las mujeres las posibilidades de atender esos trabajos. Necesitamos un cambio de mentalidad, pensar en darles soporte, como dice María del Pilar, abrirles espacios para que vayan a atender a sus hijos, flexibilidad de horarios. Tenemos como sector el reto de ser innovadores, y pensar como involucramos más mano de obra femenina.

A todos muchas gracias, a ustedes especialmente por esta participación y esperamos seguir viéndonos.

Reconocimiento a las empresas certificadas en sostenibilidad

Documento elaborado por la Dirección de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma

Fedepalma

El sector palmero colombiano ha ratificado su compromiso con la sostenibilidad y el desarrollo de una agroindustria única y diferenciada. En este sentido, las empresas han emprendido el camino hacia el cumplimiento de dicho objetivo, buscando alcanzar los más altos estándares internacionales y contribuyendo a dar a conocer el país y al país, las condiciones de sostenibilidad en las cuales evoluciona.

Cabe recordar y destacar que el desarrollo del sector se ha dado con un mínimo impacto en deforestación, con valiosos aportes para mejorar los ingresos y calidad de vida de los palmicultores y sus comunidades, siendo una importante fuente de empleo formal en el campo. También, promoviendo la implementación de esquemas asociativos y de negocios inclusivos. Para visibilizar y exaltar ese esfuerzo, desde 2017 Fedepalma ha hecho un reconocimiento público en el marco del Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, a las compañías que el año anterior hayan obtenido la certificación RSPO, la ISCC o la Rainforest Alliance.

En esta ocasión, se otorga este reconocimiento a dos empresas que obtuvieron por primera vez una certificación de sostenibilidad entre septiembre de 2020 y mayo de 2021: Palmeras Santana S. A. S., que obtuvo su certificación en RSPO (Catalina Convers); Unipalma S. A., que obtuvo su certificación en ISCC (Francisco Bejarano); Palmas y Extractora Monterey S. A., que obtuvo su certificación en RSPO y ya contaba con certificación ISCC (Catalina Restrepo y Mercedes Campo).

Ser sostenible es una filosofía y una forma de hacer las cosas, que requiere compromiso, constancia y permanente mejora. Muestra de ello, son los galardonados el día de hoy.

13 Concurso Nacional de Fotografía Ambiental y Social en Zonas Palmeras

Documento elaborado por la Dirección de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma

Fedepalma

Este concurso cuenta con una trayectoria de más de una década. Ha sido organizado por Fedepalma desde 2009 y se ha convertido en una vitrina para mostrar a Colombia y al mundo una dimensión de la sostenibilidad en la palmicultura que muchos no alcanzan a conocer.

Para describir qué es el Concurso Nacional de Fotografía Ambiental y Social en las Zonas Palmeras es preciso mencionar que el cultivo de la palma de aceite, al ser perenne y tener un ciclo de vida de más de 25 años, así como una estructura vegetal permanente, genera unas condiciones favorables para la biodiversidad entre las que podemos documentar hábitat y alimento, en comparación con otros sistemas productivos. Adicionalmente, brinda servicios ecosistémicos como el efecto barrera para protección contra el viento, evita la erosión y aporta a la mitigación de riesgos, los cuales son fundamentales en la dinámica de los ecosistemas.

Por otra parte, la palmicultura en Colombia beneficia directamente a unos 7.000 productores, la gran mayoría de ellos pequeños, y genera alrededor de 195.000 empleos entre directos e indirectos, lo cual impacta positivamente a miles de familias en las 4 zonas palmeras del país.

Las dimensiones humana y ambiental de esta agroindustria están llenas de vida, de color, de historias que contar y compartir a través de la lente de los participantes. Este maravilloso concurso es una oportunidad para mostrar, mediante fotografías de carácter artístico, cómo la agroindustria de la palma de aceite en Colombia se desarrolla con criterios de sostenibilidad ambiental y social, conservando los recursos naturales, protegiendo la biodiversidad y generando empleo rural, que aporta al crecimiento económico y bienestar de las comunidades en las regiones palmeras de Colombia.

En esta edición concursaron 360 fotografías de 101 participantes de las distintas zonas palmeras del país. Recibimos 273 fotografías en la categoría ambiental y 87 en la categoría social. Del gran número de postulaciones para este año, el jurado calificador, luego de una jornada de deliberación, seleccionó las fotografías ganadoras.

Vale la pena destacar que la categoría Ambiental busca visibilizar las especies de fauna y flora y los ecosistemas naturales que se encuentran dentro o en los alrededores de los predios palmeros; las acciones que las empresas y los habitantes de las zonas palmeras adelantan para proteger el medio ambiente y garantizar el uso sostenible de los recursos naturales en su región; y la adopción de buenas prácticas de manejo ambiental en cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio. Para esta decimotercera versión

del concurso, el énfasis está orientado a documentar el rol de los agroecosistemas palmeros y las zonas en restauración y conservación en la generación de hábitat para diversas especies que viven o frecuentan estos paisajes.

En cuanto a la categoría social se busca destacar aspectos de la vida cotidiana, familiar, comunitaria y actividades laborales propias de los trabajadores de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia; iniciativas en responsabilidad social empresarial que hayan generado un impacto positivo en el entorno palmero; y la adopción de buenas prácticas de salud y seguridad en el trabajo, según la normatividad vigente. Para esta decimotercera versión del concurso, el énfasis de esta categoría documenta el rol que juegan las personas como cuidadores de los agroecosistemas palmeros y las zonas en restauración y conservación.

El jurado encargado de seleccionar las fotografías finalistas y ganadoras en cada categoría estuvo conformado por Sergio Rengifo Caicedo, actualmente Director Ejecutivo de CECODES, quien a través de su gestión busca generar negocios exitosos y mejorar la calidad de vida de las personas alrededor de los mismos, por medio de la sostenibilidad empresarial. También por Jhon Barros, fotógrafo profesional, periodista ambiental con más de 20 años de experiencia en medios de comunicación como prensa, revistas y radio. Y Álvaro Tavera Torres, profesional en fotografía del Politécnico de Colombia y Fotocultura, que ha trabajado con agencias de Filipinas, Brasil, Ecuador y la revista Semana. Ha recibido importantes reconocimientos entre los que se destaca el Premio Nacional de Periodismo Simón Bolívar en la categoría Fotografía Periodística. Actualmente se desempeña como fotógrafo de Colprensa.

El jurado destacó 143 fotografías finalistas, 113 en la categoría ambiental y 30 en la social. De estas, fueron seleccionadas las que ocuparon el primero, segundo y tercer puesto en cada categoría. Adicionalmente, y por la excelente calidad de las fotografías participantes este año, el jurado otorgó 7 menciones de honor en ambas categorías, 4 para la ambiental y 3 para la social. Con esas condiciones se eligieron los ganadores:

Categoría social

1er puesto

Didier Eduardo Calderón, con la fotografía *Fruto del trabajo de nuestros padres.*

2º puesto

Valentina Hurtado Zapata, con la fotografía *Mujer Palmera*.

3er puesto

Jenny Paola Palencia, con la fotografía *Una sonrisa de esperanza*.

Menciones de honor

Primera mención: Humberto Gámez Rodríguez, con la fotografía que hace parte de la serie llamada *Futuro*.

Segunda mención: Joseph Janner López, con la fotografía *Nuevas raíces*.

Tercera mención: Mónica Yojana Muñoz González, con la fotografía *Gomelo*.

Categoría ambiental

1er puesto

Juan Camilo González, con la fotografía *El huésped de la palma*.

2o puesto

Mónica Yhojana Muñoz, con la fotografía *Entre chiflidos*.

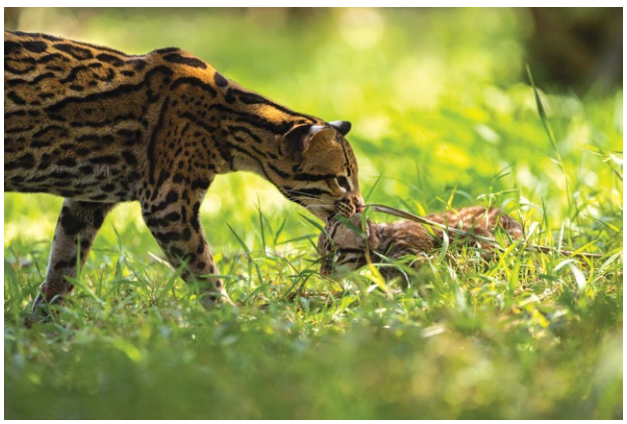
3er puesto

Sandra Carolina Ureña, con la fotografía *Plumaje colorido degustando palma*.

Menciones de honor

Primera mención: Carlos Andrés Sendoya, con la fotografía *Zarigüeya Lanuda*.

Segunda Mención: Mónica Yojana Muñoz, con la fotografía *Juego de miradas,* una serie de dos fotografías.



Tercera mención: Jospeh Janner López, con la fotografía *Dejando huella,* que hace parte de una serie de tres fotografías.

Cuarta mención: Lina María Gálvis Salamanca, con la fotografía *Cándido aullido*.

Reconocimiento a la Sostenibilidad Palmera

Andrés Felipe García Azuero
Director de Planeación Sectorial y
Desarrollo Sostenible de Fedepalma

Este año queremos presentar una nueva iniciativa gremial: el Reconocimiento a la Sostenibilidad Palmera, creado con el objetivo de visualizar y resaltar el trabajo de los palmicultores que día a día, con su esfuerzo, contribuyen a consolidar la sostenibilidad de nuestro origen, adoptando las mejores prácticas económicas, ambientales y sociales, en el cultivo y proceso de extracción, convirtiéndose en un referente para Colombia y el mundo.

En las postulaciones para este reconocimiento podrán participar los pequeños, medianos o grandes cultivadores de palma, así como las plantas de beneficio de aceite del país. Para esto se han creado dos categorías, la primera está dirigida a pequeños cultivadores, en las modalidades ambiental y social. Esta, quiere reconocer a aquellos que sobresalgan por su nivel de adopción de los principios del Aceite de Palma Sostenible de Colombia, en particular de las prácticas ambientales y sociales medidas a través del Índice de Sostenibilidad.

La segunda, se enfoca en los medianos y grandes cultivadores, así como en las plantas de beneficio, en las modalidades ambiental y social. En esta se reconocerán empresas que se destaquen por la implementación de iniciativas o proyectos ambientales y sociales que impacten positivamente sus entornos.

El proceso de inscripción estará habilitado desde el 2 de junio hasta el 31 de julio de 2022 y no tendrá ningún costo. Para esto es muy importante consultar la página web de Fedepalma en la cual hemos dispuesto toda la información de manera detallada. Las postulaciones se podrán presentar directamente por los palmicultores o por las fundaciones palmeras presentes en las distintas zonas.

Para esta primera versión del Reconocimiento a la Sostenibilidad Palmera, la premiación tendrá lugar el 28 de septiembre de 2022, en el marco de la XX Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite, en la Ciudad de Cartagena de Indias.

Este reconocimiento, constituye una gran oportunidad para mostrar el importante trabajo que se realiza desde las zonas palmeras del país, en cada una de las cuales, cultivadores y plantas de beneficio le apuestan día a día a contribuir en la consolidación del origen sostenible para el aceite de palma colombiano, único y diferenciado en el mundo.

Taller Red de sostenibilidad social

Documento elaborado por Lisa Durán López, Analista Social de la Dirección de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma

Fedepalma

El Taller de Construcción Colectiva de la Agenda Sectorial Sobre Desarrollo Humano y Sostenibilidad Social fue realizado en Bucaramanga, Colombia, el 2 y 3 de junio de 2022, por los consultores Alberto Heredia y Gabriel Murillo. Un espacio en el que se analizaron los obstáculos y limitaciones en materia de responsabilidad social para contribuir al bienestar, prosperidad y resiliencia de los entornos palmeros, todo esto desde una dimensión interna de las empresas y fundaciones palmeras.

El evento, de cuatro horas y media de duración, tuvo como objetivo facilitar la construcción colectiva de una agenda sectorial propositiva de estrategias tangibles y realistas para impulsar la sostenibilidad social y el desarrollo humano del sector palmero.

Desde un comienzo se buscó que la reflexión y el diálogo colectivo abordaran la complejidad del tema, desde el punto de vista de dos dimensiones, para tratar los tres ejes temáticos clave, formalmente señalados en la *Guía básica para la gestión de la responsabilidad social del sector palmero*: 1) Derechos humanos, 2) Buenas prácticas laborales y 3) Comunidades sostenibles.

La primera dimensión tiene un carácter interno y busca suscitar el abordaje colectivo en dirección centrípeta para pensar y dialogar al interior de la esfera del sector palmicultor. La segunda, es de carácter externo y va en dirección centrífuga para tratar lo relativo al entorno circundante a la palmicultura y así poder revisar las distintas percepciones externas existentes.

La conversación grupal realizada, incluyó tres temporalidades: el pasado, el presente y el futuro. El grupo de participantes se dividió en tres mesas, cada una conformada por un promedio de ocho personas.

Este taller permitió construir una agenda sectorial del sector en temas sociales desde perspectivas colectivas y desarrollar una estrategia unificada, que tiene como objetivo, fortalecer el relacionamiento con los grupos de interés, diseñar e implementar un plan de generación de capacidades dirigido a fortalecer el conocimiento del paso del "ser al hacer" y desarrollar una estrategia de inclusión y relacionamiento con las comunidades étnicas en las zonas de influencia.

En su totalidad, los participantes construyeron esa visión de futuro encadenando las temporalida-

des, para que el Área Social de Fedepalma lograra culminar la construcción de una agenda estratégica sectorial. Se sugiere que esta agenda aplique el resultado de este ejercicio para el logro de metas y retos que tiene la palmicultura colombiana, con el fin de cumplir con la demanda de los mercados internacionales, principalmente el de la Unión Europea. De esta forma se aporta al logro de una acreditación y un reconocimiento al cumplimiento de los ejes temáticos para dejar atrás el pasado, revisar el presente y adentrarse en la construcción continua de futuro. Así se sacará el mejor provecho a las recomendaciones estratégicas que se hicieron, gracias a la aplicación de esta metodología dialógica generativa y deliberativa.

La conversación grupal tuvo tres temporalidades: pasado, presente y futuro. Foto: archivo Fedepalma.

EXPOPALMA
Catálogo de expositores

Empresa: Yara Colombia S. A.
Dirección: carrera 11 # 94 A-34. Edificio LG, piso 3
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
Teléfonos: (601) 744 1470
E-mail: mercadeoyara@yara.com
Página web: www.yara.com.co
Gerente: Andrés Useche
Contacto comercial: Didier Casallas
Actividad de la empresa: Comercialización de Fertilizantes.

Empresa: Industrias Acuña Ltda.
Dirección: calle 22 # 11-61
Ciudad: Bucaramanga, Colombia
Teléfono: (607) 671 9898-671 5237
E-mail: gerencia@inal.com.co / comercial@inal.com.co / comercialpalma@inal.com.co
Página web: www.inal.com.co
Gerente: Ángel Custodio Acuña Llanes
Actividad de la empresa: ingeniería y metalmecánica con amplia experiencia en el diseño, fabricación,

montaje, reparación y mantenimiento de equipos, piezas, máquinas y plantas industriales para la extracción de aceite de palma y de palmiste, así como en tecnologías de esterilización (esterilización dinámica: tecnología Avatar), clarificación y aprovechamiento de biomasa residual.

Empresa: Nitrofert S. A. S.

Dirección: carrera 53 # 80-198, oficina 201
Ciudad: Barranquilla, Atlántico, Colombia
Teléfonos: (605) 309 3308
E-mail: notificaciones@nitrofert.com.co
Página web: www.nitrofert.com.co
Gerente: Andrés Piñeros
Contacto comercial: María Alexandra Montoya
Actividad de la empresa: comercialización de fertilizantes.

Empresa: Microfertisa S. A. S.

Dirección: calle 10 # 90 A 54
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
Teléfonos: (601) 424 4990
E-mail: servicioalcliente@microfertisa.com.co
Página web: www.microfertisa.com.co
Gerente: Diego Ernesto Salazar
Contacto comercial: Wilson Villamil-Diana Avella
Actividad de la empresa: fabricación de fertilizantes agrícolas.

Empresa: Verion S. A. S.

Dirección: transversal 93 # 53-32. Bodega 17. Parque Empresarial El Dorado
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
Teléfonos: (601) 467 2473 / 315 523 5765 / 318 601 0942
E-mail: ventas@agriculturaverion.com.co
Página web: www.agriculturaverion.com.co
Gerente: Guillermo Rothpflug
Contacto comercial: Iván Guillermo Zárate.
Actividad de la empresa: agricultura de precisión e implementos agrícolas

Empresa: Makita Colombia S. A. S.

Dirección: kilómetro 7, Autopista Bogotá-Medellín, Centro Empresarial Celta Trade Park, lote 123-Bodega 3, Funza-Cundinamarca
Ciudad: Funza, Cundinamarca, Colombia
Teléfonos: (601) 742 9245
E-mail: info@makita.com.co / guillermo.bernal@makita.com.co
Página web: www.makita.com.co
Gerente: César Gutiérrez
Contacto comercial: Guillermo Bernal
Actividad de la empresa: comercialización de herramientas.

Empresa: Gaula Policía Nacional

Dirección: calle 30 # 18-44, barrio Centro
Ciudad: Bucaramanga, Colombia
Teléfonos: 317 894 3856
E-mail: diase.gasan@policia.gov.co
Contacto: Mayor, Néstor Alfonso Rodríguez Santoyo
Teléfono: 321 394 8417

Empresa: Naturezza Distribuciones S. A. S.

Dirección: calle 4 # 17-80, zona Chimitá
Ciudad: Girón, Santander, Colombia
Teléfonos: 317 732 5351-(607) 615 8880
E-mail: info@naturezza.com.co
Página web: www.naturezza.com.co
Gerente: Sandra Liliana Moreno Hernández.
Actividad de la empresa: distribuidora de fertilizantes e insumos agrícolas.

Empresa: Calderas JCT S. A. S.

Dirección: calle 6 # 50-151
Ciudad: Medellín, Colombia
Teléfonos: (604) 448 0610-320 696 3329
E-mail: atencionalcliente@calderasjct.com
Página web: www.calderasjct.co
Gerente: Alejandro Sierra

Contacto comercial: Diego Echeverri
Actividad de la Empresa: líder en el diseño, fabricación y mantenimiento de calderas, calentadores de aceite térmico, equipos ambientales y complementarios.

Empresa: Agencia Nacional de Tierras (ANT)

Dirección: calle 43 # 57-41
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
Teléfono: en Bogotá (601) 518 5858, opción 0. Línea Nacional (+57) 018000-933881
E-mail: atencionalciudadano@ant.gov.co
Página web: www.ant.gov.co
Gerente: Myriam Carolina Martínez Cárdenas-Directora General
Contacto comercial: Andrés Horacio Carvajal
Actividad de la empresa: máxima autoridad de tierras de la Nación, cuyo propósito es ejecutar la política de ordenamiento social de la propiedad rural formulada por Ministerio Agricultura y Desarrollo Rural.

Empresa: Tecnintegral S. A. S.

Dirección: carrera 81 # 65 A-45 Sur
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
Teléfonos: (601) 779 9090
E-mail: correo@tecnintegral.com
Página web: https://www.tecnintegral.com/
Gerente: Nicolás McAllister Obregón
Contacto comercial: Hugo García Künzel / hugo.garcia@tecnintegral.com
Actividad de la empresa: ingeniería, fabricación y puesta en marcha de equipos de extracción de aceite de palma.

Empresa: Transportes Gayco S. A. S.

Dirección: km2, vía Puerto López
Ciudad: Villavicencio, Colombia
Teléfono: 320 340 9647
E-mail: asistente.gerencia@transportesgayco.com
Página web: www.transportesgayco.com
Gerente: Lina Marcela Ramírez Izaquita
Contacto comercial: 320 390 5929
Actividad de la empresa: transporte de carga líquida y sólida por carretera

Empresa: Ecoplanta Pri S. A. S.

Dirección: km 17 Aguazul, vía Rincón del Bubuy
Ciudad: Aguazul-Casanare, Colombia
Teléfono: 314 447 1469
E-mail: gerente@ecoplantapri.com
Página web: ecoplantapri.com
Gerente: Jaime Alberto Moreno Rincón
Contacto comercial: 320 340 9651
Actividad de la empresa: tratamiento y disposición de desechos peligrosos

Empresa: Soluxionar S. A. S.

Dirección: km 28, vía La Fortuna, San Alberto, Finca Sion, vereda La Moneda
Ciudad: Sabana de Torres, Santander, Colombia
Teléfono: 317 643 9570
E-mail: gerencia@soluxionar.com
Página web: www.soluxionar.com
Gerente: Mayra Teresa Peñaranda Beltrán
Contacto comercial: 316 678 6188
Actividad de la empresa: saneamiento ambiental, alquiler y arrendamiento de maquinarias, equipos y bienes tangibles.

Empresa: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Dirección: avenida Jiménez # 7A-17
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
Teléfonos: (601) 254 3300, línea gratuita 01-8000-510050
E-mail: atencionalciudadano@minagricultura.gov.co
Página web: www.minagricultura.gov.co

Empresa: RSPO Roundtable On Sustainable Palm Oil

Dirección: calle 99 # 10-57
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
E-mail: RSPOlatam@RSPO.org
Página web: RSPO.org
Gerente: Francisco Naranjo
Contacto comercial: Diego Pierrend.

Empresa: Industrias AVM S. A.

Dirección: km 6, vía Girón-Bucaramanga, contiguo a Cenfer.
Ciudad: Girón, Santander, Colombia
Teléfonos: (607) 697 1122
E-mail: comercial@avm.com.co
Página web: www.avm.com.co
Gerente: Sara Milena González Camacho
Contacto comercial: Celestino Arango Cano, Julián González y Zeury Álvarez.
Actividad: empresa familiar de origen Santandereano, fundada en 1994. Pertenece al sector metalmecánico.

Empresa: Metalteco

Dirección: km 6, vía Bucaramanga-Girón
Ciudad: Bucaramanga, Colombia
Teléfonos: 318 680 1717
E-mail: contacto@metalteco.com
Página web: www.metalteco.com
Gerente: Enrique Plata Vanegas
Contacto comercial: Édgar Augusto Marín
Actividad de la empresa: fabricantes de plantas de beneficio.

Empresa: Murrin Corp. (Grupo Danec)

Dirección: km 1 ½, vía Sangolquí-Tambillo.
Ciudad: Quito, Ecuador.
Teléfonos: (593) 223 30301
Celular: (593) 985 887 756
E-mail: infogerminador@danec.com
Gerente de operaciones agrícolas: Carlos Andrés Madrigal Restrepo.
Contacto comercial: Gabriel Chaves
Teléfono: (593) 994 143 421
E-mail: gchaves@danec.com
Actividad de la empresa: producción y comercialización de semillas de palma de aceite

Empresa: Copalcol-Cooperativa de Palmicultores de Colombia

Dirección: carrera 37 # 53-30, Cabecera
Ciudad: Bucaramanga, Colombia
Teléfonos: (607) 643 9440 / 311 491 0669
E-mail: comercial@copalcol.com
Página web: http://www.copalcol.com/
Gerente: Erwin Román Roa Ballesteros.
Contacto comercial: Diana Yisseth Orejarena.
Actividad de la empresa: actividades de otras asociaciones n.c.p.

Empresa: Semillas Élite de Palma para las Américas S. A. S. (Sepalm S. A. S.)

Dirección: carrera 9 # 74-08, oficina 208, edif. Profinanzas
Ciudad: Bogotá, Colombia
Teléfono: (601) 744 9089-744 9097
E-mail: crojas@sepalm.com.co
Página web: www.semillasdepalma.com
Gerente: Mauricio Herrera Vargas
Actividad de la empresa: empresa agrícola dedicada a la producción y comercialización de semillas y plántulas de palma de aceite

Empresa: Monómeros S. A.

Dirección: vía 40, Las Flores
Ciudad: Barranquilla, Atlántico, Colombia
Teléfonos: (605) 361 8212
E-mail: asistenciatecnica@monomeros.com.co
Página web: www.monomeros.com
Gerente: Diego Otálora
Contacto comercial: Ómar Toloza. Celular: 311 422 9393
Juan Manuel Guerrero. Celular: 322 863 4507
Actividad de la empresa: grupo empresarial con experiencia en la producción y comercialización de insumos y fertilizantes para la agroindustria, a través de las marcas líderes NUTRIMON® y ECOFÉRTIL®.

Empresa: CI Cargill de Colombia, Ltda.

Dirección: carrera 7# 72-13 piso 3
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
Teléfonos: (601) 326 6777
E-mail: juan_gonzalezpungo@cargill.com
Página web: https://www.cargill.com/worldwide/colombia-en
Gerente: Eduardo Eraso
Contacto comercial: Juan Guillermo González.
Actividad de la empresa: comercializadora de aceites vegetales y granos en el caso de ser abierto.

Empresa: Agencia de Renovación del Territorio

Dirección: carrera 7 # 32-24
Ciudad: Bogotá, Colombia
Teléfonos: (601) 422 1030
E-mail: carolina.medrano@renovacionterritorio.gov.co
Página web: https://www.renovacionterritorio.gov.co
Director General: Juan Carlos Zambrano Arciniegas
Contacto comercial: Carolina Medrano Lerma 317 640 3153 / Santiago Molina 324 681 2348
Actividad de la empresa: creada para coordinar la intervención de entidades nacionales y territoriales en zonas rurales afectadas por el conflicto priorizadas por el Gobierno Nacional, a través de la ejecución de planes y proyectos para la renovación territorial de estas zonas.

Empresa: Energía Fuera de Red (EFR)

Dirección: calle 13 # 2-27. Edificio Bahía, oficina 406
Ciudad: Santa Marta, Colombia
Teléfonos: 317 440 0792
E-mail: maria.vives@fueradered.com
Página web: www.fueradered.com
Gerente: Hugo José Serrano
Contacto comercial: María Victoria Vives
Actividad de la empresa: instalaciones de bombeo solar.

Empresa: Fundación Centro de Bienestar del Adulto Mayor de Puerto Wilches

Dirección: carrera 15 # 2-24, barrio 7 de Abril
Ciudad: Puerto Wilches, Colombia
Teléfonos: 316 447 2340
E-mail: campuspto1@gmail.com
Gerente: Rocío Aguirre Domínguez
Contacto comercial: 316 207 9272
Actividad de la empresa: servicio atencion integral al adulto mayor

Empresa: Fundaciones Grupo Empresarial Oleoflores (Fundeflores, Fundemaria y FundeCatatumbo)

Dirección: carrera 58 # 64-82
Ciudad: Barranquilla, Colombia
Teléfono: 311 418 8699
E-mail: fundemaria@oleoflores.com
Gerente: María Victoria Dávila de Murgas
Actividad de la empresa: desarrollo social

Empresa: Fundación Guaicaramo

Dirección: carrera 9 # 77-67
Ciudad: Bogotá, Colombia
Teléfono: 311 501 6029
E-mail: directorproyectos@funguaicaramo.org
Página web: www.funguaicaramo.org
Gerente: Martín Herrera
Actividad de la empresa: fundación en Barranca de Upía, Meta.

Empresa: Fundación Fruto Social de la Palma

Dirección: carrera 38 # 37-36
Ciudad: Bucaramanga, Colombia
Teléfono: 315 396 2425
E-mail: direccion@frutosdepalma.org
Página web: www.frutosdepalma.org
Director: Javier Toro Vanegas
Actividad de la empresa: trabajo de responsabilidad social con comunidades de interés de empresas palmicultoras asociadas

Empresa: Fundación de Palmicultores del Catatumbo

Dirección: Tibú, Norte de Santander, Colombia
Ciudad: Cúcuta, Colombia
Teléfono: 320 260 2530
E-mail: funpalcat@palnortesas.com
Página web: www.funpalcat.org
Gerente: Mauricio Mario Vargas Giraldo
Actividad de la empresa: responsabilidad social empresarial.

Empresa: Fundación Bajo El Palmar

Dirección: calle 35 # 17-56, piso 15, edificio Davivienda
Ciudad: Bucaramanga, Colombia
Teléfono: 310 231 6927
E-mail: claudia.jaimes@bajoelpalmar.com
Página web: www.palcesar.com
Gerente: Claudia Jaimes González

Empresa: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

Dirección: av. Quebrada Seca # 31-39
Ciudad: Bucaramanga, Colombia
Teléfonos: 320 350 9732
E-mail: gerencia.santander@ica.gov.co
Página web: www.ica.gov.co
Gerente: Diana Lucía Villamil Torres
Contacto comercial: Alfonso Díaz Fonseca
Teléfono 315 233 3677
Actividad de la empresa: instituto público

Empresa: Agrosavia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Dirección: km 32, vía al mar, vereda Galápagos.
Ciudad: Rionegro, Santander, Colombia.
Teléfonos: (601) 422 7300
E-mail: atencionalcliente@agrosavia.co
Página web: www.agrosavia.co
Gerente: Jorge Mario Díaz Luengas
Contacto comercial: Neiser Josimar Quiñones Hurtado nquinones@agrosavia.co
Actividad de la empresa: investigación agropecuaria

Empresa: Agrobrokers

Dirección: km 5,5, vía alterna al puerto Parque Industrial Puerto del Sol Bodega 1A
Ciudad: Santa Marta, Magdalena, Colombia.
Teléfonos: 313 255 3448 / 321 412 4459
E-mail: servicio.cliente@agrobrokers.com.co
Página web: www.agrobrokers.com.co
Gerente: Ibett Velandia.
Contacto comercial: 313 255 3448 / 318 206 2817
Actividad de la empresa: producción y comercialización de fertilizantes, insumos agrícolas, semillas y productos biológicos

Empresa: Durman Colombia S. A. S.

Dirección: km 27, vía Fontibón-Facatativá. Los Alpes+400m. Vía Barley-El Colegio, lote 3
Ciudad: Madrid, Cundinamarca, Colombia
Teléfonos: (601) 820 0200
E-mail: colombia@aliaxis-la.com
Página web: www.durman.com.co
Gerente: Álvaro Leonardo Perdomo Lizarazo
Contacto comercial: Julián Granados
Actividad de la empresa: diseño, suministro e instalación de sistemas de riego, fabricación de tuberías y accesorios de PVC

Empresa: AGP Representaciones S. A. S.

Dirección: calle 21ª # 70-40, bodega UA7-1
Ciudad: Bogotá D.C., Colombia
Teléfonos: (601) 570 6353
E-mail: agp@agp.com.co
Página web: www.agp.com
Gerente: Andrés Guerrero
Contacto comercial: Mauricio Mantilla
Actividad de la empresa: comercialización de equipos de transmisión de potencia marca Flender

Empresa: Timac Agro Colombia S. A. S.

Dirección: calle 19 # 69-53
Ciudad: Bogotá D. C., Colombia
Teléfonos: (601) 629 1904 / 322 366 3651
E-mail: info@co.timacagro.com / carlosvicente.gonzalez@co.timacagro.com
Página web: https://co.timacagro.com/
Gerente: Carlos Vicente González Ardila
Contacto comercial: 322 366 3651
Actividad de la empresa: fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados

Empresa: Imelco S. A. S.

Dirección: km 8, recta Cali-Palmira
Ciudad: Palmira, Valle del Cauca, Colombia
Teléfono: (602) 666 6605
E-mail: mercadeo@imecol.com
Página web: www.imecol.com
Gerente: Mauricio Emura
Actividad de la empresa: comercialización de maquinaria marca Case IH e implementos agrícolas de diferentes marcas nacionales e internacionales

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 3, 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 gr.