

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.

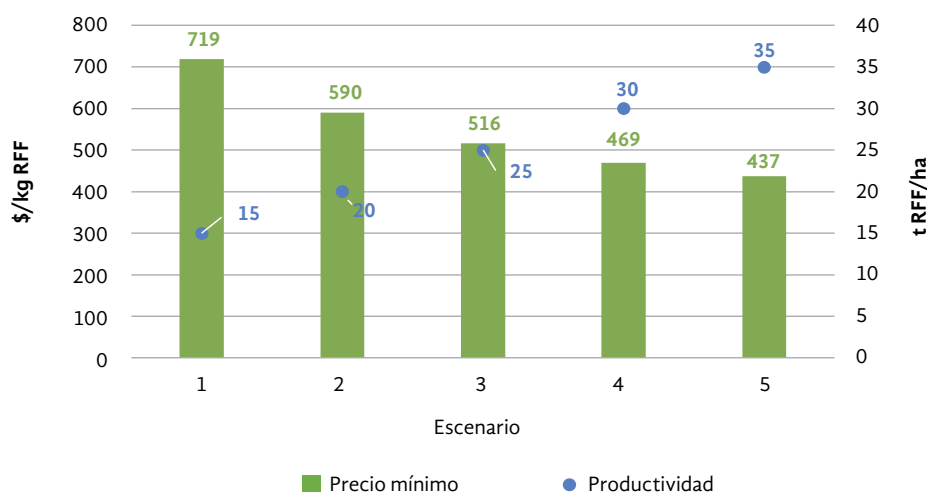


¿Incrementar la productividad o extender el área sembrada?

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

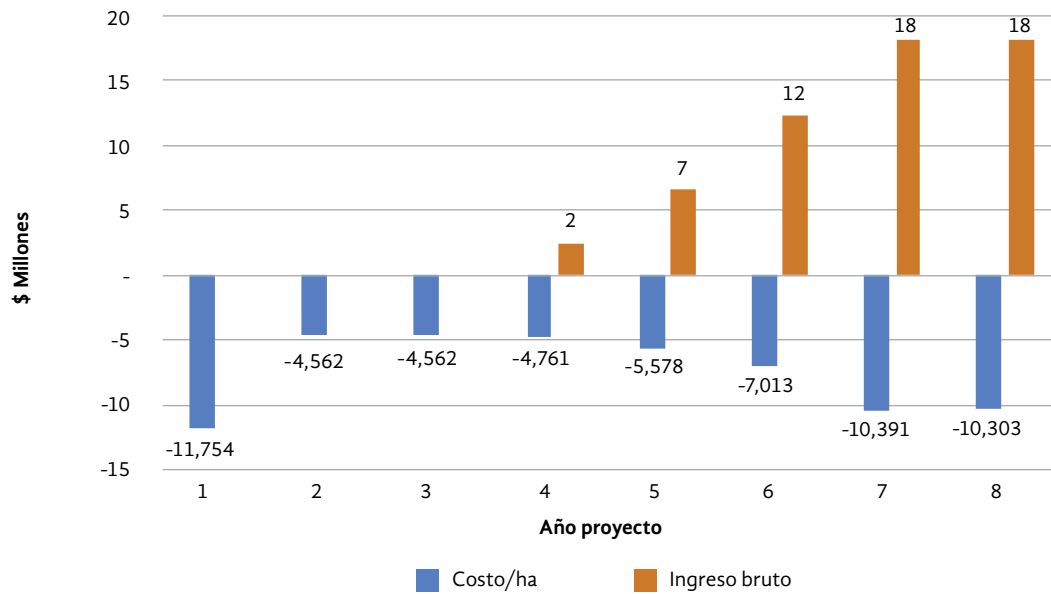
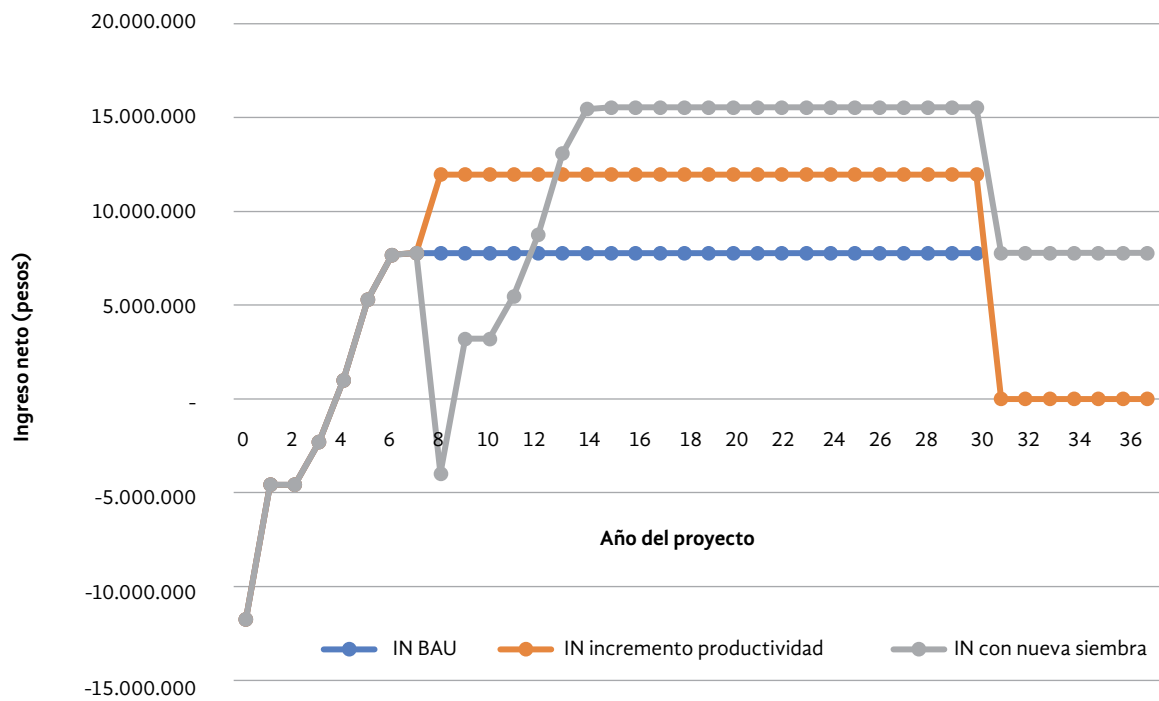


Figura 3. Flujo de ingreso neto (ingreso menos egreso)



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.

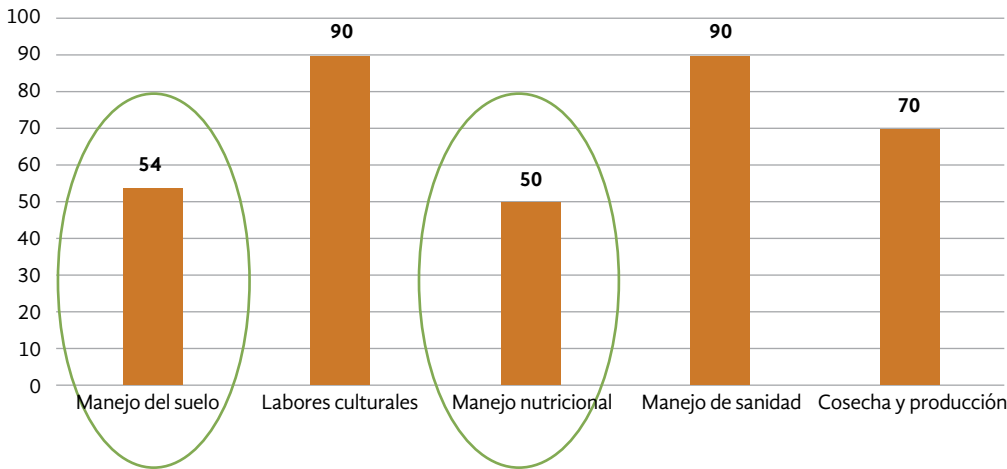
Tecnologías en campo

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
VPN (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.

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 O×G, 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.

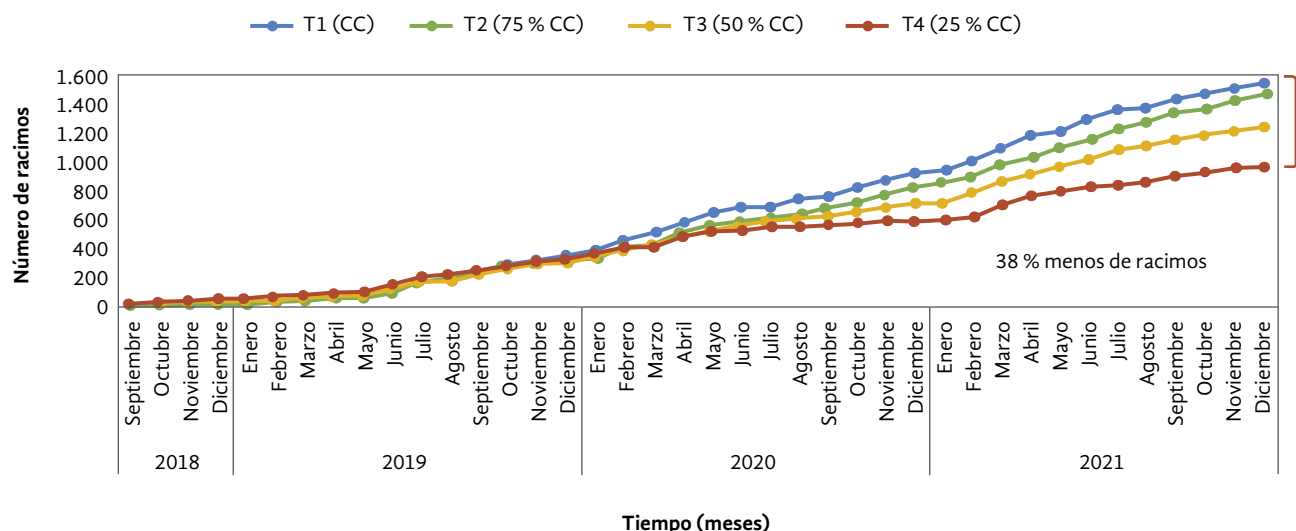
Por otra parte, ante la incertidumbre generada por el cambio y la variabilidad climática es cada vez más imperativo el suministro de agua en los periodos secos, especialmente para las zonas Norte y Central en Colombia. Por tanto, es pertinente la inversión en sistemas de riego presurizados que permitan 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 5. Exploración del suelo para el conocimiento de sus variables físicas, químicas y biológicas



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, econó-

mico, 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/m². 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.