



CONFERENCIA NACIONAL SOBRE PALMA DE ACEITE

Un encuentro para vivir el
conocimiento e impulsar
la agroindustria

Villavicencio, Parque Las Malocas

22 al 24
de septiembre

20
26

Producción Sostenible de Aceite de Palma en Colombia: Un enfoque desde la Bioeconomía Circular

Nidia Elizabeth Ramírez Contreras;

David Arturo Munar Flórez;

Diana Catalina Chaparro Triana;

Jesús Alberto García Núñez



cenipalma

35
AÑOS



fedepalma

Agenda

1. Cadena de valor del aceite de palma en Colombia
2. Desafíos de la sostenibilidad
3. Bioeconomía circular
4. Valorización de subproductos
5. Rutas de aprovechamiento
6. Conclusiones

Cadena de valor del aceite de palma en Colombia

01



Cultivo

Establecimiento y
manejo agronómico del
cultivo de palma

02



Cosecha y acopio

Corte de racimos de
fruta fresca (RFF) y
transporte a planta

03



Extracción APC

Esterilizado, digestión y
prensado en la planta
de beneficio

04



Refinación

Fraccionamiento y
refinación del aceite
crudo de palma (ACP)

05



Productos finales

Alimentos, oleoquímica,
biocombustibles y
derivados

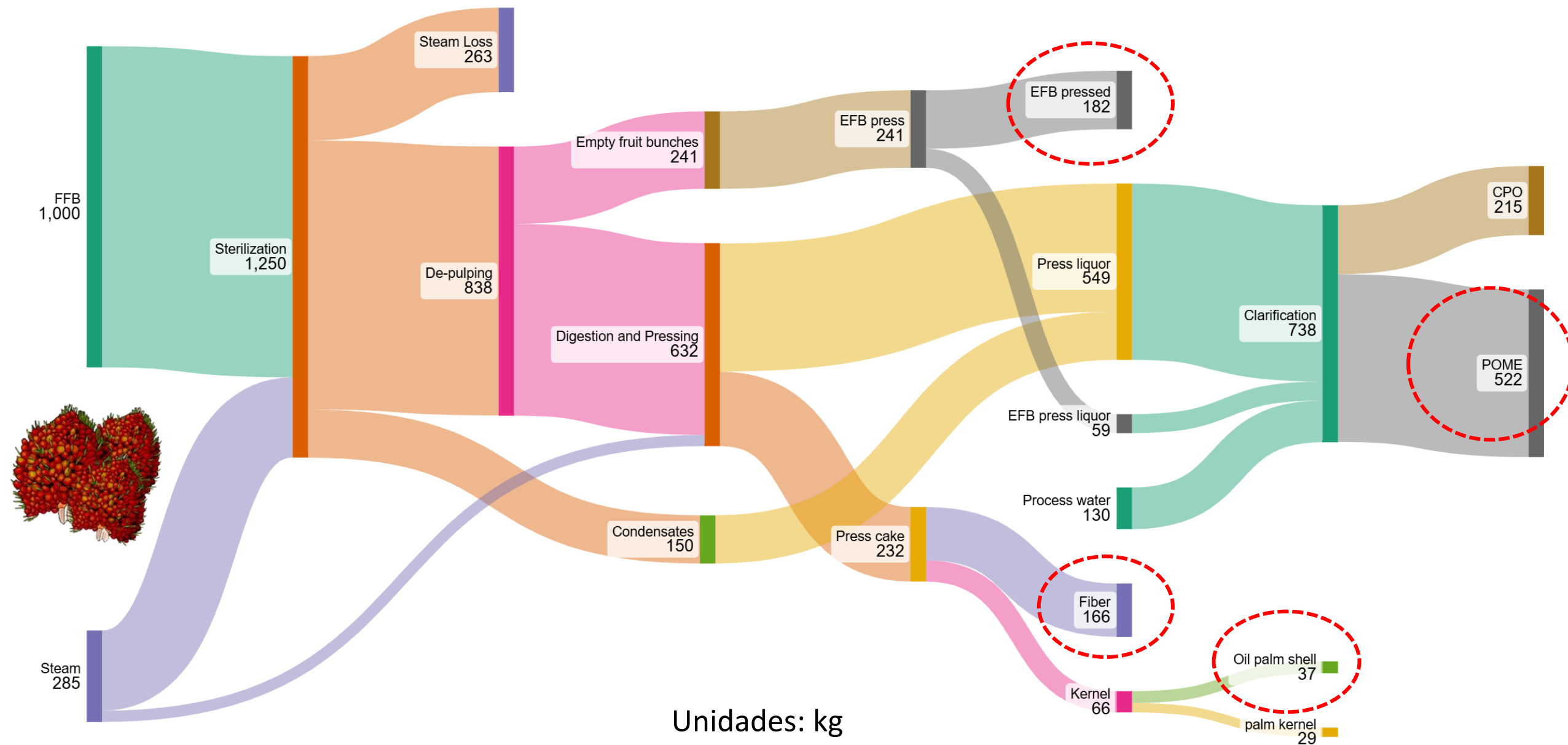
06



Residuos y subproductos

Oportunidad para la circularidad

BIOMASA



Garantizar el origen sostenible del aceite y la biomasa



Racimo de fruta fresca

Origen sostenible y regenerativo

01



Sostenibilidad



Visión integral

02



Bajas emisiones de GEI



DLUC · ILUC

Reducción del impacto climático

03



Restaurar y recarbonizar



Regeneración de suelos y paisaje

¿Por qué una bioeconomía circular y sostenible?

01 · PUNTO DE PARTIDA

Recursos finitos

Exigen nuevas formas de producir y consumir

02 · PRESIONES GLOBALES

-  **Cambio climático**
-  **Degradación de los ecosistemas**
-  **Demanda de alimentos, energía y materiales**

03 · OPORTUNIDADES

-  **EMPLEO**
Empleos verdes y oportunidades en zonas rurales
-  **INNOVACIÓN**
Transformación del sector agroindustrial
-  **CLIMA**
Mitigación y neutralidad de carbono
-  **BIODIVERSIDAD**
Restauración de ecosistemas y biodiversidad

Principios de la bioeconomía circular



Cero residuos por diseño

Cada subproducto se planifica como insumo de otro proceso desde el diseño de la planta.



Cascada de valorización

Priorizar el uso de mayor valor agregado antes de disposición final.



Cierre de ciclos de agua y nutrientes

Reincorporar agua tratada y nutrientes del efluente y del compost al cultivo.



Energía renovable a partir de biomasa

Sustituir combustibles fósiles por biomasa, pellets, biogás.



Diseño regenerativo del sistema productivo

Restaurar la capacidad del suelo y del ecosistema, no solo mitigar impactos.

MERCADOS

Valorización de la biomasa



Mercados verdes



Biocombustibles



Alimento animal



Energía



SAF



Biomateriales

Soluciones circulares que conectan biomasa, industria y nuevos destinos de valor

¿Puede la cadena de aceite de palma producir más valor?

El residuo deja de ser el final del
proceso,
se **convierte**
en el **inicio de una**
de valor

¿ Como se convierte la biomasa en productos de valor agregado?

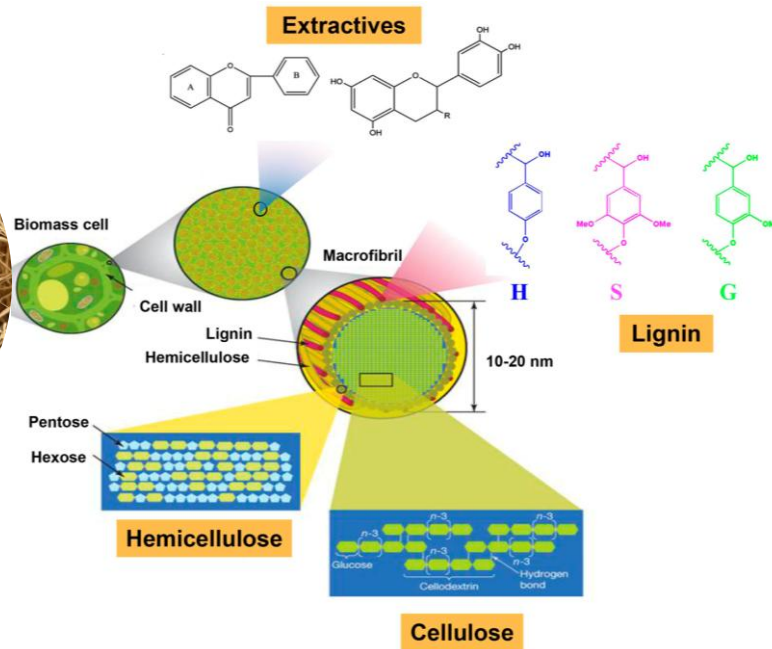


Modelos de biorrefinería

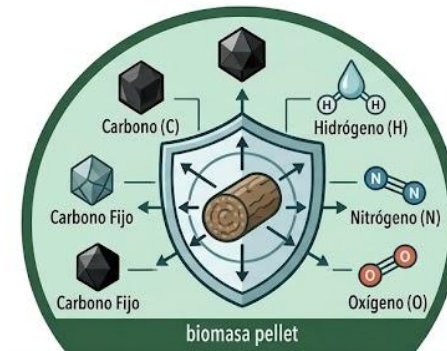


Rutas de aprovechamiento

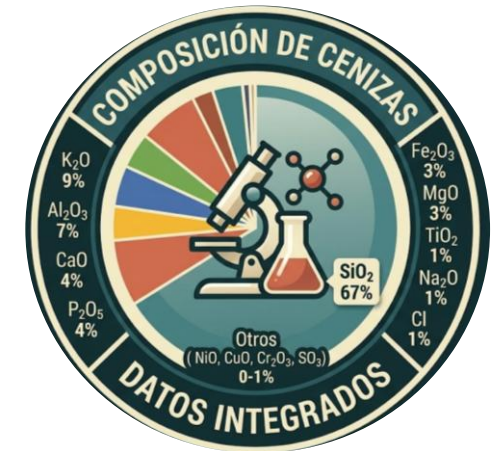
¿Cómo iniciar el aprovechamiento de la biomasa?



ANÁLISIS PRÓXIMO: COMPOSICIÓN TÉRMICA Y MINERAL
Determinación de Humedad, Volátiles, Carbono Fijo, Ceniza, y Poder Calorífico



ANÁLISIS ELEMENTAL (CHNSO)



Caracterización de la biomasa (física, química y biológica)

Rutas de aprovechamiento (Criterio humedad)

>50% ALTA HUMEDAD

RUTA BIOQUÍMICA

- 01

Digestión anaeróbica

→ Biogás - Biometano
- 02

Fermentación

→ Alcoholes - SAF (ATJ)

VENTAJA CLAVE
Evita gasto energético para el secado

<30% BAJA HUMEDAD

RUTAS TERMOQUÍMICAS

- 01

Pirólisis

→ Biochar • alquitrán
• gases de síntesis
- 02

Gasificación

→ Gas de síntesis • SAF
- 03

Combustión

→ Calor • Electricidad
• Hidrógeno

Rutas de aprovechamiento (Criterio composición química)

Pretratamientos

PASO I • FRACCIONAMIENTO

01 CELULOSA

Hidrólisis enzimática



Azúcares



Fermentación



SALIDA

Bioetanol /
Otros bioquímicos

Rutas bioquímicas

02 HEMICELULOSA

Producción enzimática



SALIDA

Bioetanol /
Otros bioquímicos

03 LIGNINA

Valoración



SALIDA

Energía y
Productos valiosos

Rutas Termoquímicas

Niveles de madurez tecnológica (TRL)



Biomasa líquida a biogás

El potencial del sector alcanza

≈208

millones m³/año
Producción de biogás

ENERGÍA ELÉCTRICA

80 MW

REDUCCIÓN DE GEI

1,43 Mt CO₂e

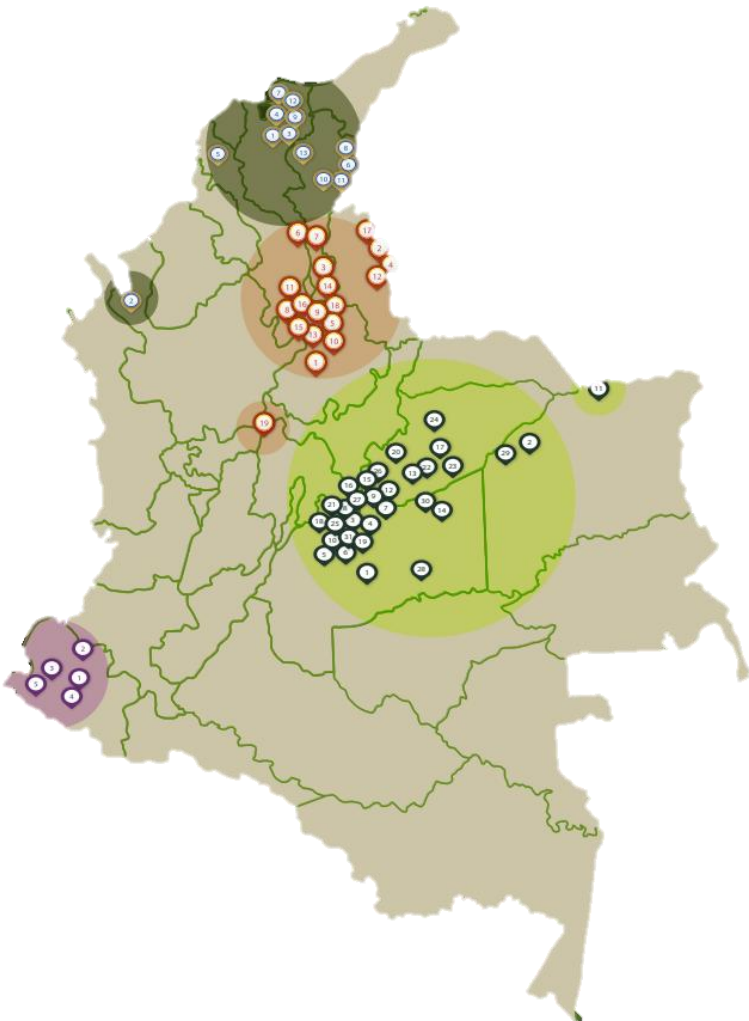
Aprovechamiento del biogás generado en la cadena de aceite de palma



Captura y valorización del biogás en planta

POTENCIAL POR ZONA

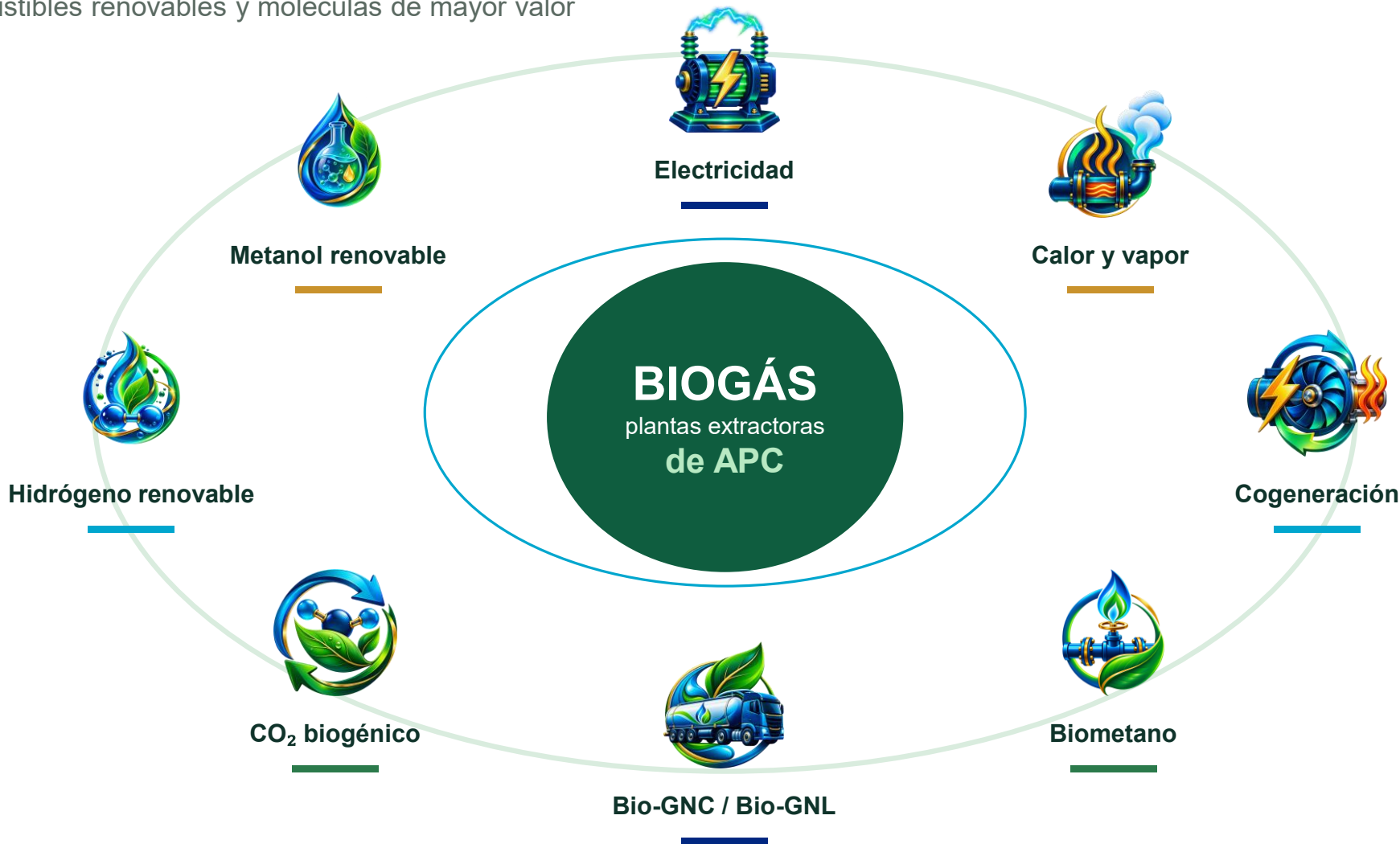
-  Zona Norte
46 millones m³
-  Zona Central
70 millones m³
-  Zona Oriental
83 millones m³
-  Zona Sur-occidental
7,7 millones m³



Fuente: Cuellar, M. (2025).
Cifras redondeadas.

El biogás de las plantas extractoras abre varias rutas de valor

Energía, combustibles renovables y moléculas de mayor valor

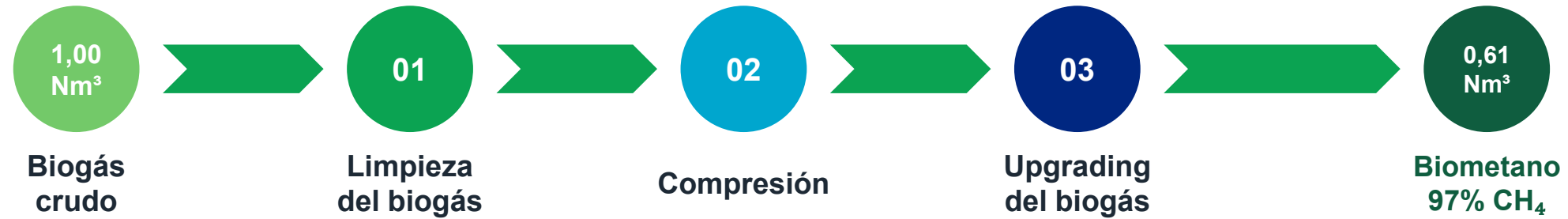


Fuentes: IEA Bioenergy Task 37 (2022, 2024); IEA (2025); European Biogas Association (2022–2026); U.S. DOE.

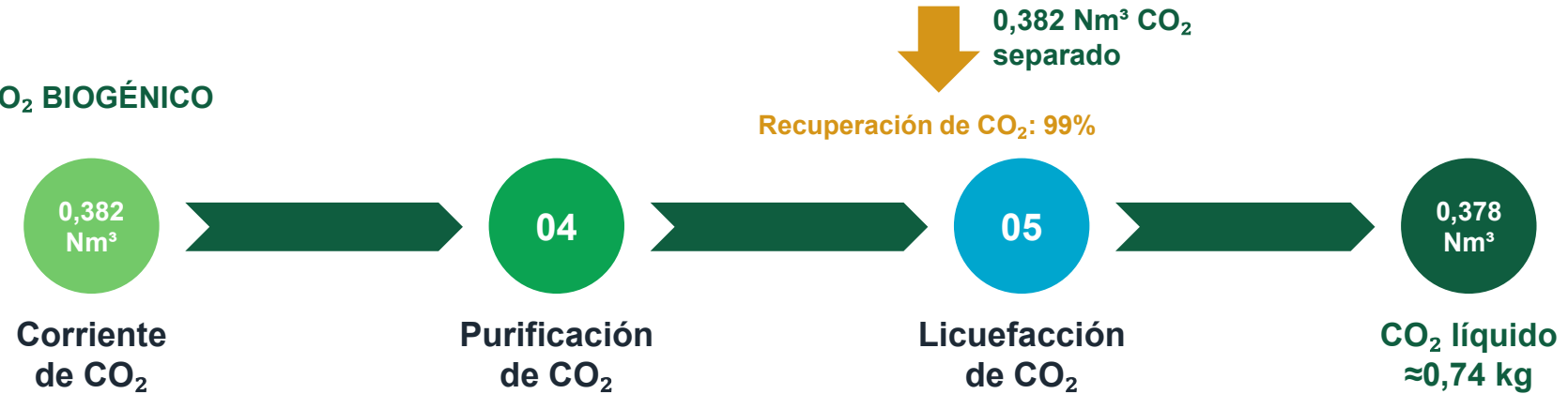
Procesos de biogás-biometano upgrading

FLUJO PRINCIPAL · BIOMETANO

Recuperación de CH₄: 99%



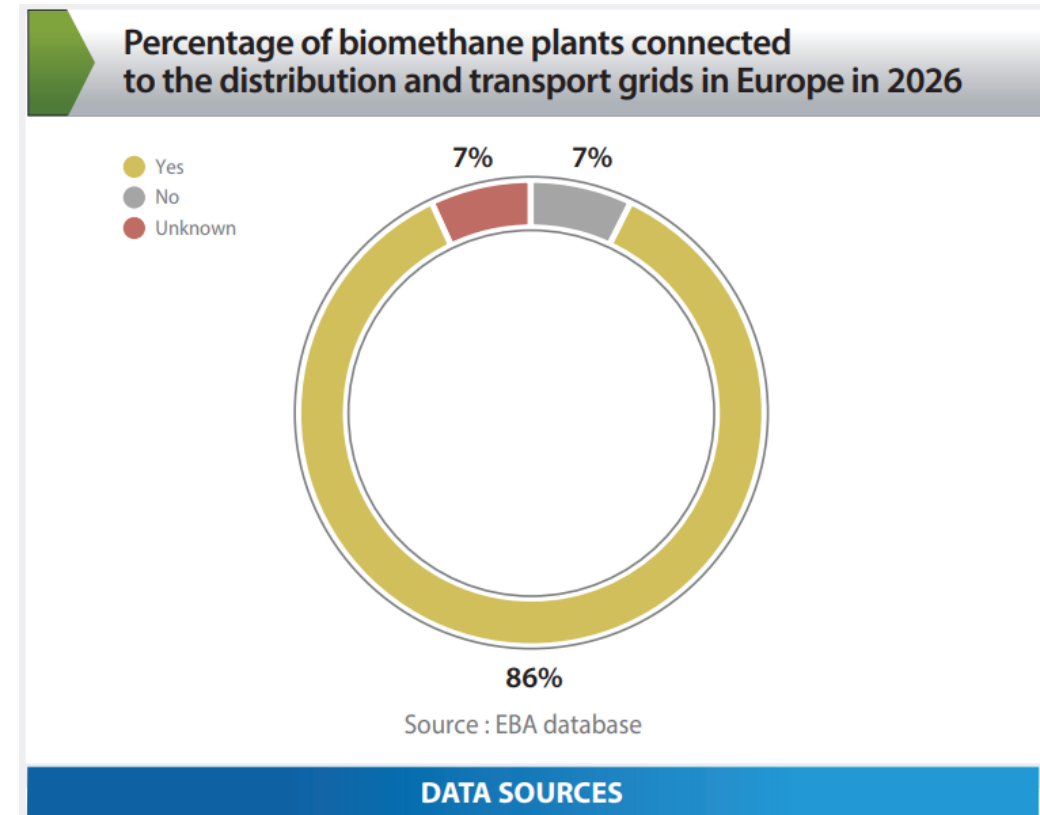
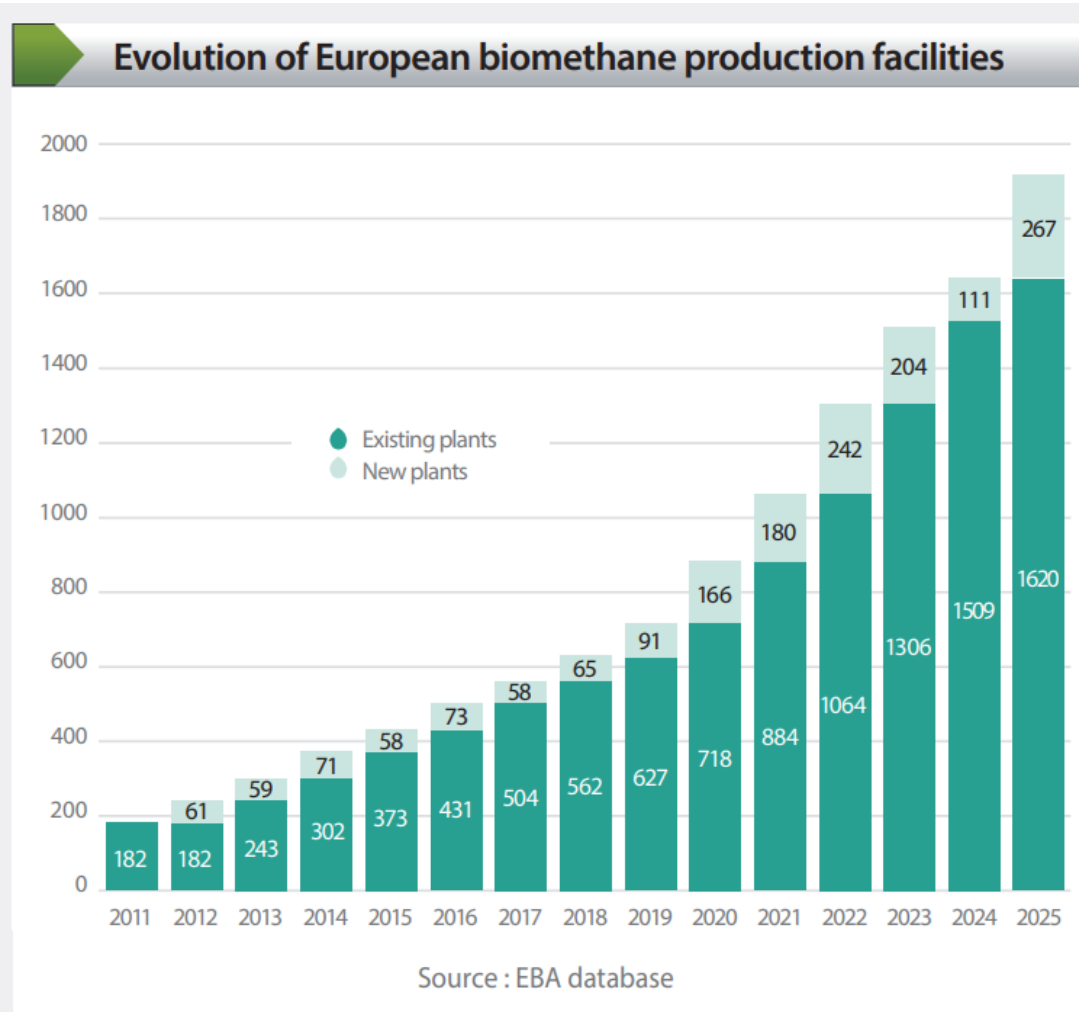
VALORIZACIÓN DEL CO₂ BIOGÉNICO



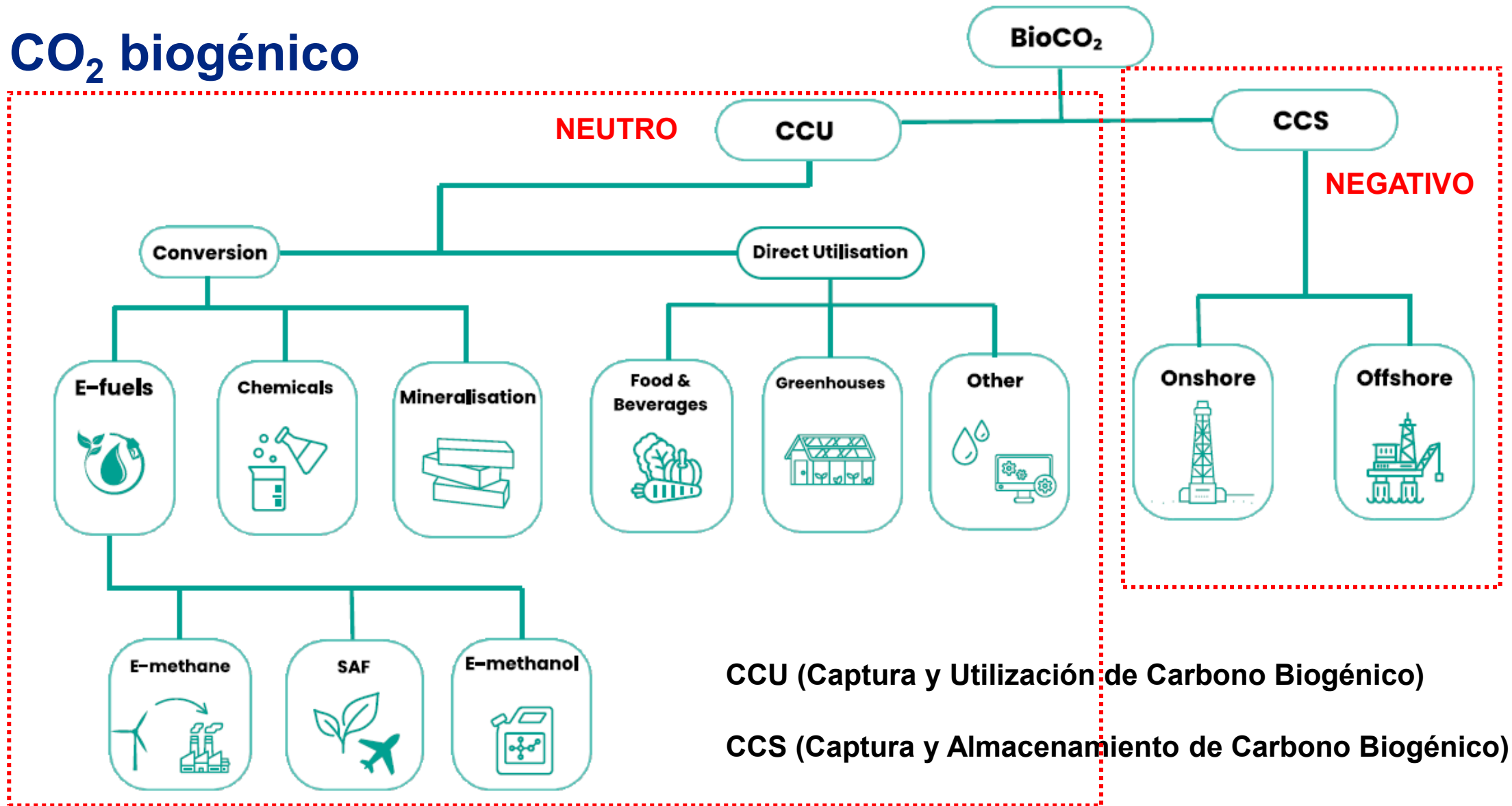
Pérdidas estimadas: ≈1% del volumen de entrada (CH₄ + CO₂)

Caso ilustrativo, base seca y condiciones normales; trazas omitidas. Fuentes: EBA (2025), Decoding Biogases; Baena-Moreno et al. (2020); HoSt (>99% rec. CO₂).

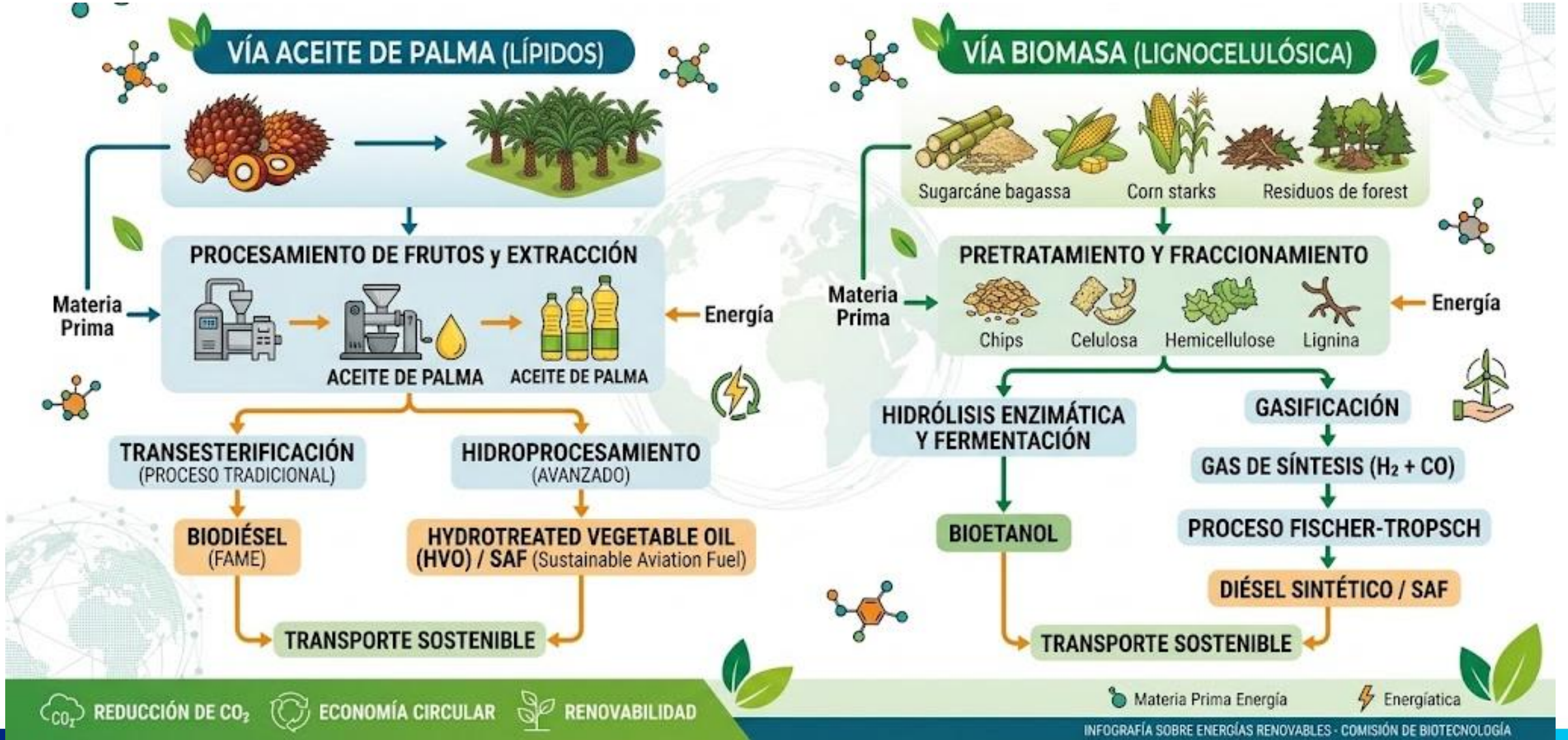
Evolución de plantas de biometano en Europa y conexión a redes de distribución



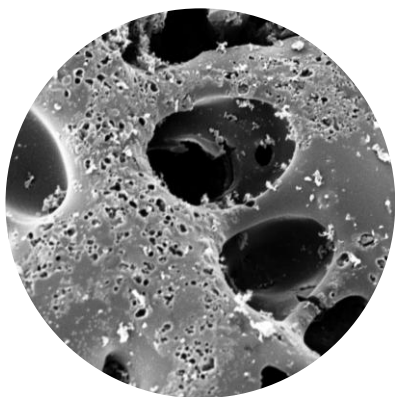
CO₂ biogénico



Biomasa a biocombustibles



Biomasa a productos de alto valor agregado



**Materiales porosos
para procesos de
adsorción**



Ácidos orgánicos



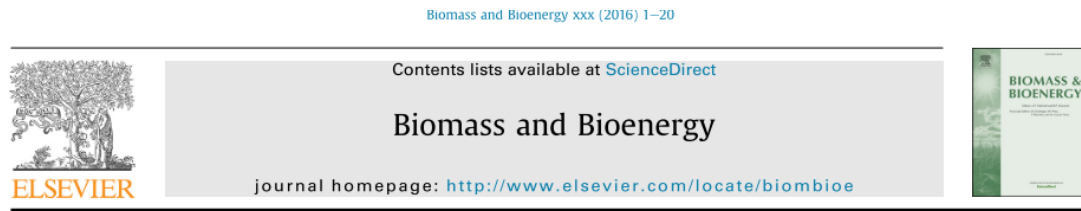
**Bioplásticos
Xilitol
Nanocelulosa
Sílice Biogénica**



Biochar certificado

Algunas rutas que aún requieren inversión en I+D antes de ser rentables

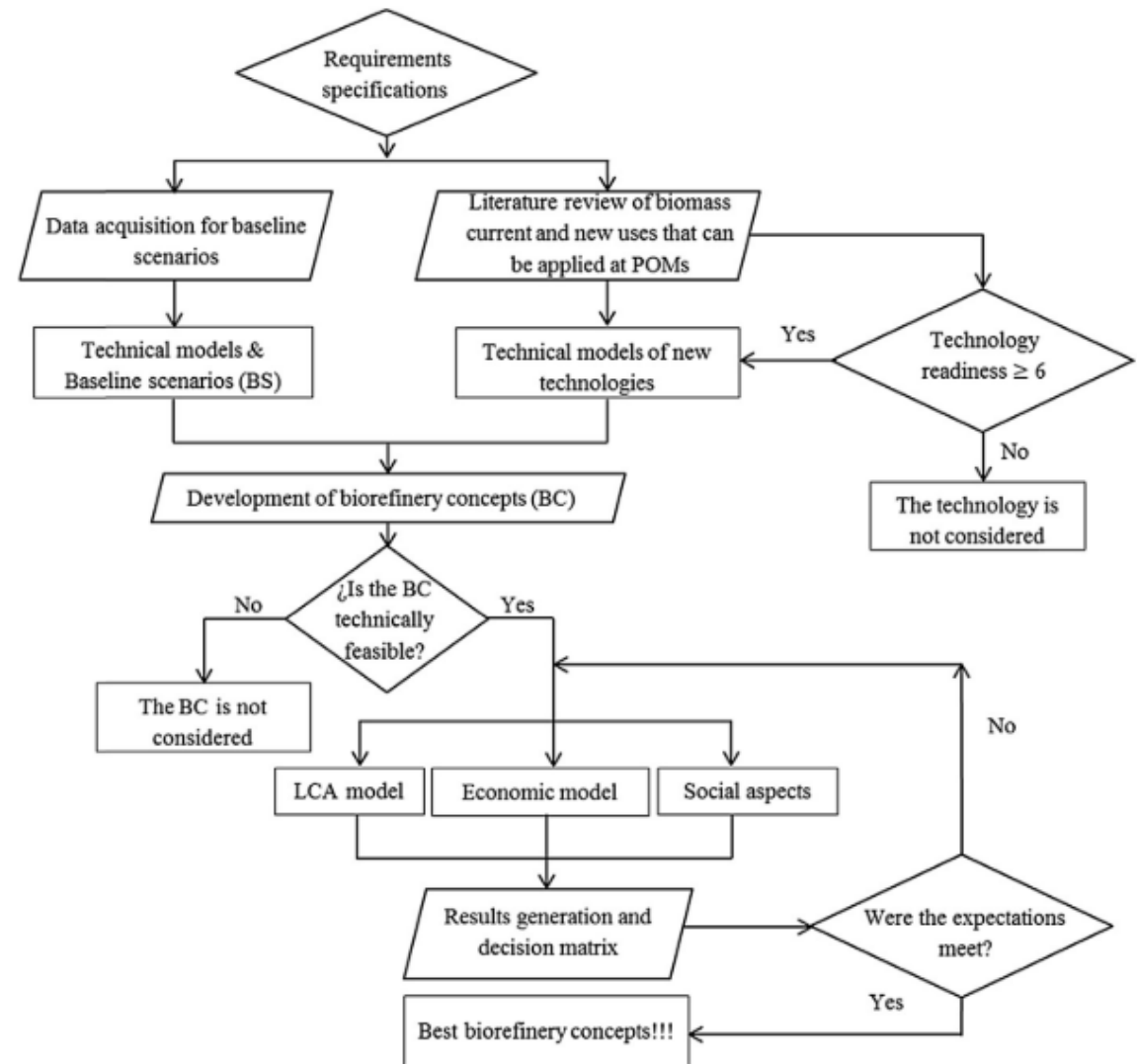
Análisis de sostenibilidad – Modelos de biorrefinerías



Research paper

Evaluation of alternatives for the evolution of palm oil mills into biorefineries

Jesus Alberto Garcia-Nunez ^{a, b}, Deisy Tatiana Rodriguez ^a, Carlos Andrés Fontanilla ^a,
Nidia Elizabeth Ramirez ^a, Electo Eduardo Silva Lora ^c, Craig Stuart Frear ^b,
Claudio Stockle ^b, James Amonette ^d, Manuel Garcia-Perez ^{b, *}



Modelos de negocio circular



Cogeneración conectada a red

Plantas que venden excedentes de energía eléctrica generada con biomasa propia a la red local.



Captura de metano con fines de carbono

Digestores anaerobios que capturan biogás del efluente y habilitan proyectos de reducción de emisiones.



Simbiosis industrial regional

Subproductos de una planta (cuesco, ceniza) usados como insumo por otras industrias cercanas.



Diversificación en bioproductos

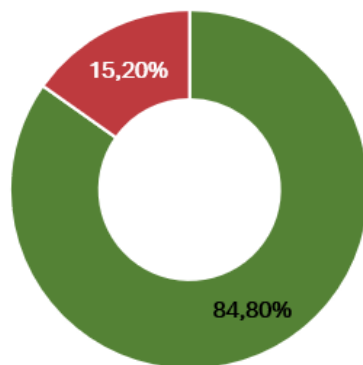
Desarrollo de líneas de bioabonos, carbón activado o extractos de alto valor agregado.

Análisis de ciclo de vida 2025 – Actualización huella carbono APC

Porcentaje de APC con inventario respecto al total nacional

84,80%

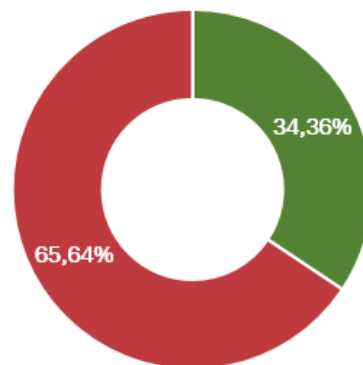
Porcentaje de APC con inventario respecto al total nacional



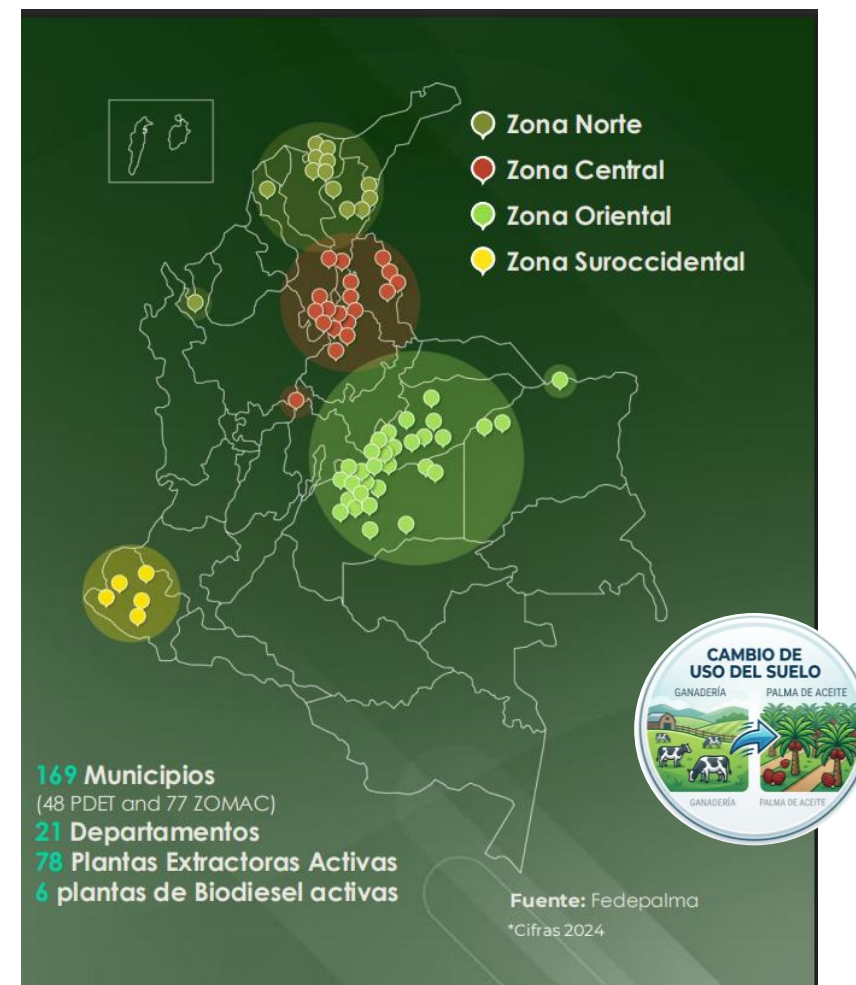
Porcentaje de Fruta con inventario respecto al total nacional

34,36%

Porcentaje de Fruta con inventario respecto al total nacional



Inventario de ACV para plantaciones
y plantas de beneficio



Estudio de cambio de uso del suelo
por zonas (2008-2025)

Conclusiones



El residuo es un recurso mal ubicado

Cada flujo de la extracción — tusa, fibra, cuesco, efluente— tiene una ruta de valorización viable hoy.



La circularidad es un caso de negocio, no solo ambiental

Reduce costos, diversifica ingresos y mejora el acceso a mercados exigentes.



La transición es gradual y colaborativa

Empieza con diagnóstico y pilotos, y se fortalece con alianzas entre empresa, academia, gobierno y comunidades.

Gracias

A stylized sunburst or starburst graphic composed of several elongated, rounded rectangular segments radiating from a central point. The segments are a darker shade of blue than the background, creating a subtle, decorative element on the right side of the slide.