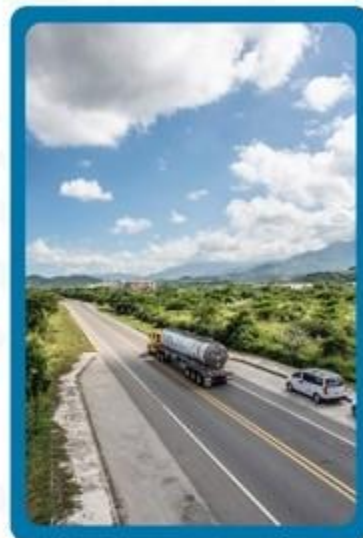


Emisiones de GEI y desempeño económico del sector palmicultor colombiano; estado actual y perspectivas a largo plazo

Nidia Elizabeth Ramirez-Contreras



Outline

- Introducción
- Criterios de Sostenibilidad (sistemas de certificación)
- Aplicación de los criterios ambientales y económicos en el sector palmicultor Colombiano
- Conclusiones

Introducción

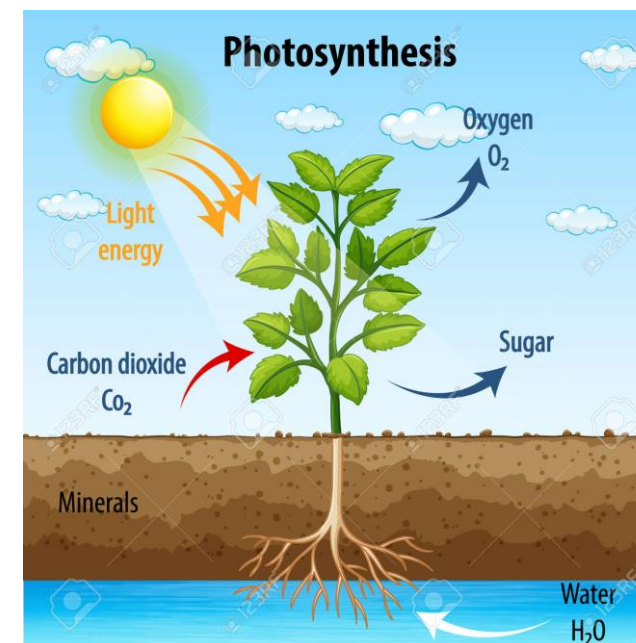
¿Qué es biomasa?

“Fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y animal, de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos, incluidos los residuos industriales y municipales de origen biológico” (Directiva UE 2018/2001).

Biomasa hace referencia a todo material orgánico biodegradable y no fosilizado originado por plantas, animales y microorganismos

(A. Demirbas, M.F. Demirbas, Biorefineries, in: Springer Science & Business Media, 2010: pp. 159–181. https://doi.org/10.1007/978-1-84996-050-2_7)

Biomasa es la materia orgánica utilizada como fuente energética (residuos forestales y agrícolas; residuos urbanos, aguas residuales).



¿Por qué producir biomasa?

Biomasa para producir,

→ Alimentos y piensos

→ Productos (bioquímicos y biomateriales)

→ Bioenergía (biocombustibles, calor, y electricidad)

CLAVE,

- ✓ suplir las necesidades de la población
- ✓ reducir la dependencia de los recursos fósiles (materiales y energía)
- ✓ aplicabilidad versátil en transporte, electricidad y calor
- ✓ contribución a la diversificación de la matriz energética
- ✓ desarrollo de nuevos mercados y crecimiento económico

¿Por qué producir biomasa **SOSTENIBLE**?

Bioeconomía

Biomasa para producir,

→ Alimentos y piensos

→ Productos (bioquímicos y biomateriales)

→ Bioenergía (biocombustibles, calor, y electricidad)

FAO la define como “la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluyendo el conocimiento, ciencia, tecnología e innovación, para proporcionar información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos con el objetivo de avanzar hacia una economía **sostenible**”



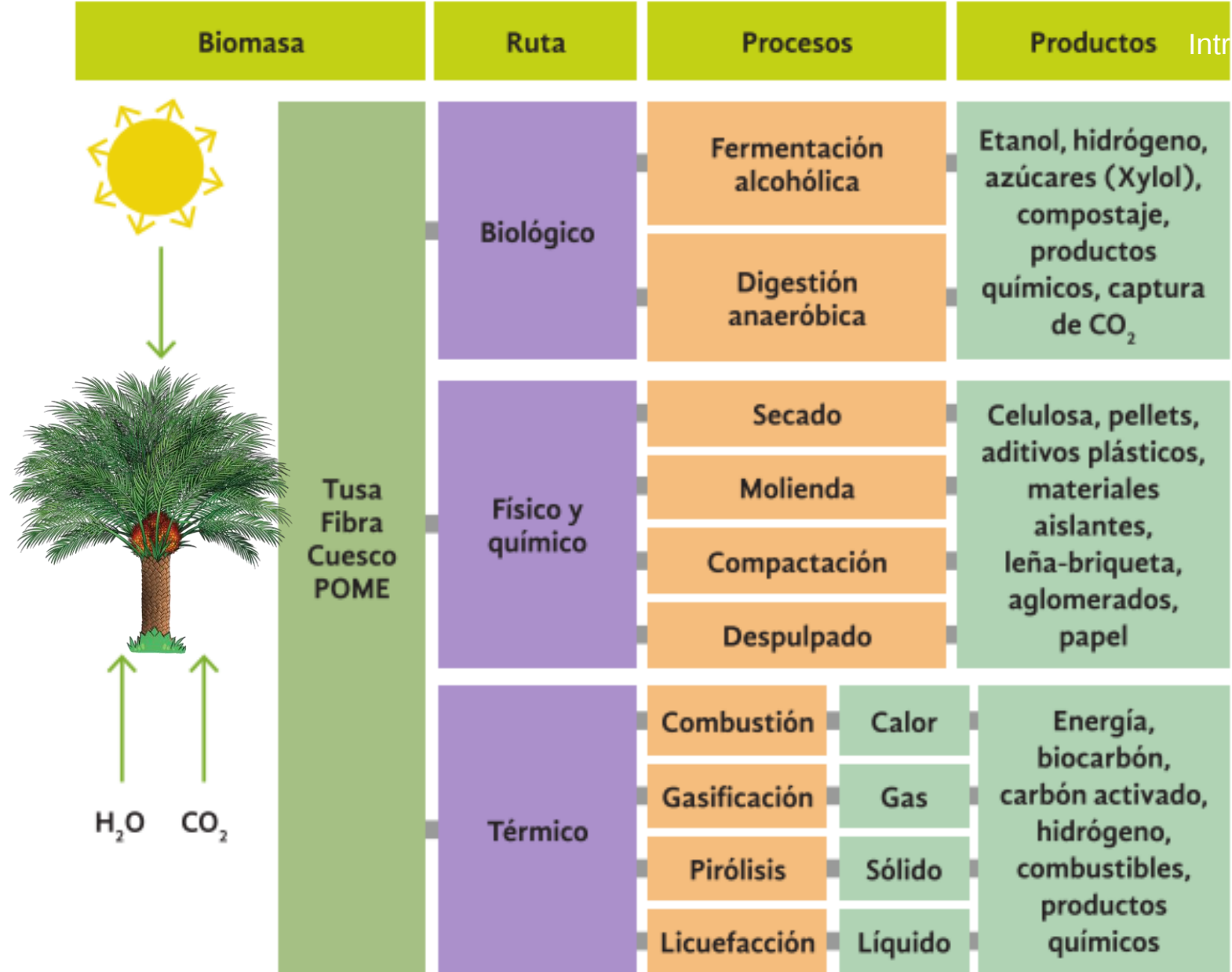
- Reducción de emisiones GEI
- Reducción de la dependencia de recursos fósiles

Producción de biomasa para bioeconomía

(valoración de la biomasa)

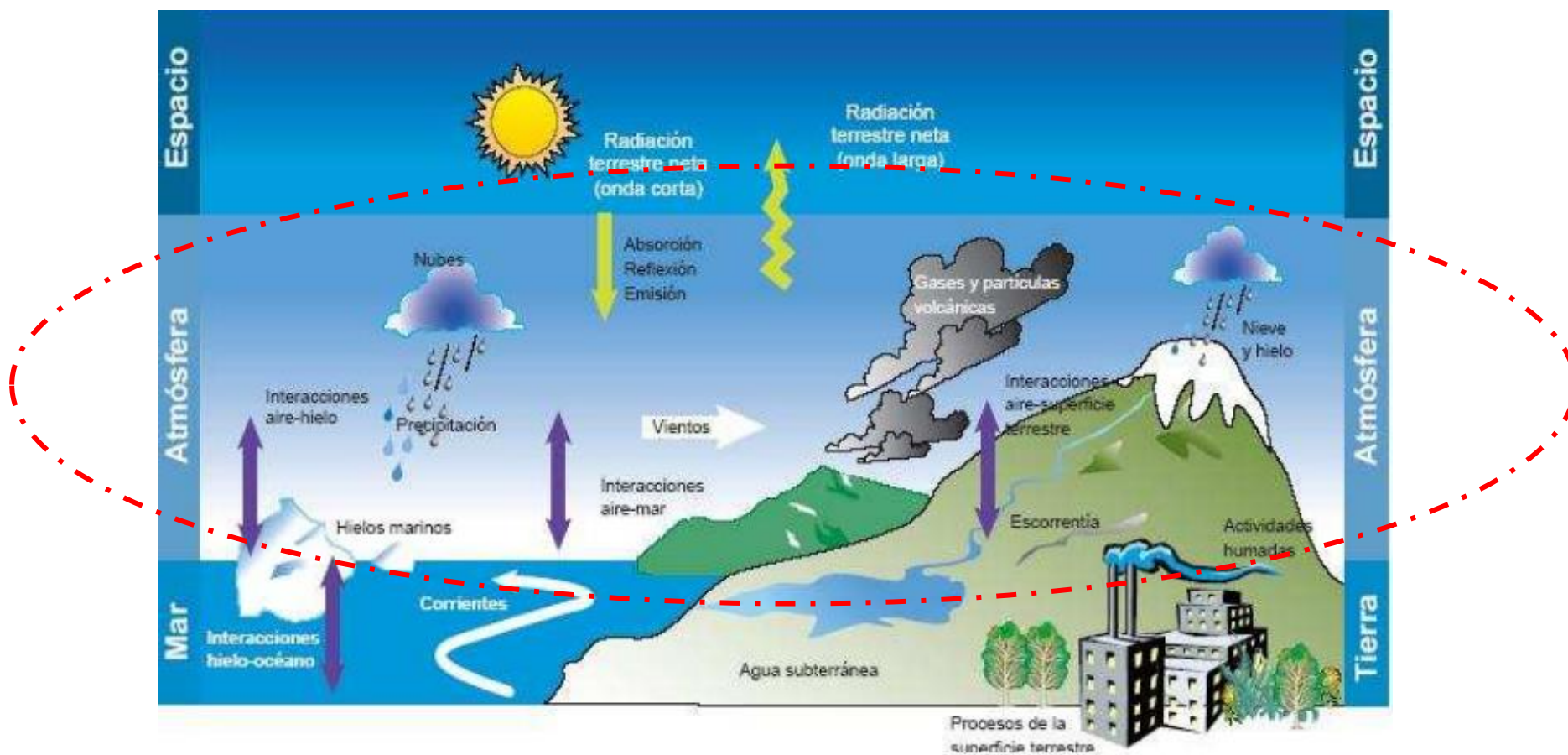


Biomasa de palma de aceite para bioeconomía 2022



Emisiones GEI (gases de efecto invernadero)

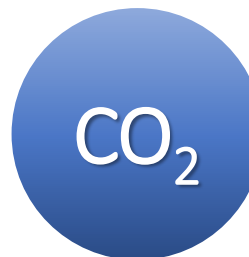
GHG en inglés



Emisiones GEI (antropogénicas)

Se produce por quema

- combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo)
 - residuos sólidos, árboles y otros materiales biológicos
- El CO₂ se elimina ("**secuestra**") de la atmósfera x absorción de las plantas



Se genera

- en prácticas ganaderas y descomposición de residuos orgánicos (materia orgánica)
- producción y el transporte de carbón, gas natural y petróleo



Se genera

- actividades agrícolas (fertilización) e industriales
- combustión de residuos sólidos y combustibles fósiles
- tratamiento de aguas residuales (POME)

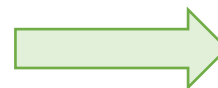


Cambio del uso del suelo CUS (LUC en inglés)

CUS

Transformación
de la cubierta
vegetal

Directo



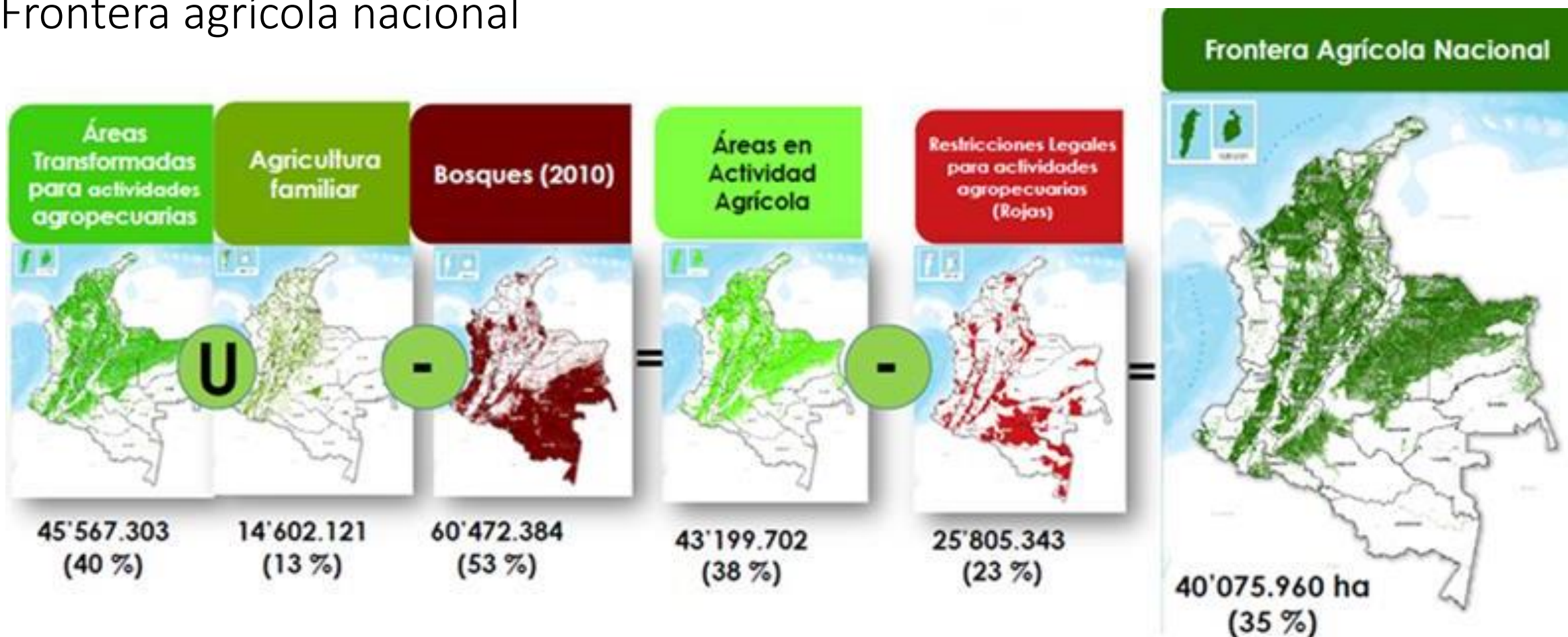
Indirecto
Low-ILUC-risk"



ó generar desplazamiento de otros cultivos de alimentos

Cambio del uso del suelo CUS

Frontera agrícola nacional



Criterios de Sostenibilidad

A review of key international biomass and bioenergy sustainability frameworks and certification systems and their application and implications in Colombia

Nidia Elizabeth Ramirez-Contreras, André P.C. Faaij

Renewable and Sustainable Energy Reviews (2018) Volume 96, 460–478

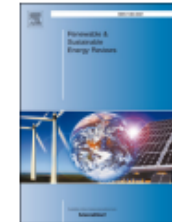
Renewable and Sustainable Energy Reviews 96 (2018) 460–478



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Renewable and Sustainable Energy Reviews

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rser



A review of key international biomass and bioenergy sustainability frameworks and certification systems and their application and implications in Colombia



Nidia Elizabeth Ramirez-Contreras^{a,b,*}, André P.C. Faaij^a

^a Energy Sustainability Research Institute Groningen, University of Groningen, Nijenborgh 6, 9747 AG Groningen, the Netherlands

^b Colombian Oil Palm Research Centre, Cenipalma, Bogotá, Colombia

Comparación: certificaciones de sostenibilidad

2022

11

General characteristics of certification systems included in this overview. • = Included; X = not included.

Level system	Initiative	Principal scope	Additional scope	Analyzed publication	Type of scheme	Initiator	EC-RED ^a	GHG tool/method
General Certification	ISCC	Raw materials and products	Bioenergy, food, feed and chemical/technical	ISCC 202. Version 3.0/2016	Voluntary	Multi-stakeholder process	•	GHG emissions calculation methodology
	RSB	Biomaterials	Biofuels, biomass derived products or by-products	Version 3.0/2016	Voluntary	Global multi-stakeholder coalition	•	GHG calculator tool (RSB, Biograce, others)
	Icontec-GTC 213	Biofuel	X	2011	Voluntary	Multi-stakeholder process in Colombia	X	X
Bioenergy Certification	GBEP	Bioenergy	X	First Edition/2011	Voluntary	G8 Leaders	•	Analytical tools
	BETTER BIOMASS	Bioenergy	Bioenergy and bio-based products	NTA 8080-1:2015	Voluntary	The Netherlands Government	•	BioGrace GHG calculation tool
	ISO 13065	Bioenergy	X	2015	Voluntary	G8 Leaders	X	ISO/TS 14067:2013, GHG-Carbon footprint of products
	SBP	Bioenergy	Woody biomass (pellets and wood chips)	Version 1.0/2015	Voluntary	European utilities that use biomass in thermal generating plants	X	X
	EC-RED	Bioenergy	Biofuels and bioliquids	Directive 2009/28/EC amended through Directive EU2015/1513	Mandatory	European Parliament	•	GHG emissions calculation methodology
Agricultural Certification	RTRS	Sustainable soy production	X	Version 3.0/2016	Voluntary	Multi-stakeholder process	•	GHG emissions calculation methodology
	RSPO	Sustainable palm oil production	X	RSPO P&C 2013	Voluntary	Multi-stakeholder process	•	PalmGHG calculator
	BONSUCRO	Sustainable sugarcane production	X	Version 4.2/2016	Voluntary	Multi-stakeholder process	•	Biograce GHG Calculator tool

^a EC-RED (European Commission – Renewable Energy Directive).

Criterios de Sostenibilidad



Ambiental (44%):

- **ILUC**, agua, biodiversidad, y emisiones GEI.
- Colombia: LULUC es clave (se han aprobado políticas y planes de acción).



Social (30%):

- Desarrollo rural y social, seguridad alimentaria, derechos humanos, laborales y territoriales.
- Colombia: temas laborales, protección de comunidades étnicas y uso de guardias indígenas.



Económico (26%):

- Viabilidad económica, cumplimiento legal y buenas prácticas de gestión y mejora continua (reducir el uso de recursos).
- Colombia: Se promueve la incorporación del cambio climático en la planificación económica y financiera.

Criterios de Sostenibilidad

- Reducción de emisiones GEI
- Reducción en la dependencia de fuentes fósiles
- Eficiencia en la producción Agrícola de alimentos y energía (biomasa)
 - Incremento de rendimientos/ha - **Intensificación**
 - Reducción de residuos en la cadena de producción (economía circular)
- Planificación estratégica del uso de la tierra
 - Conservación de la vegetación natural (biodiversidad y valores de carbono del suelo)
 - Uso de tierras subutilizadas (tierras agrícolas degradadas, marginales o abandonadas)
 - Tierras excedentarias obtenidas por intensificación

Aplicación de los criterios ambientales y económicos en el sector palmicultor Colombiano

Emisiones de GEI y desempeño económico del sector palmicultor colombiano; estado actual y perspectivas a largo plazo

Nidia Elizabeth Ramirez-Contreras, David Arturo Munar-Florez, Jesús Alberto Garcia-Nuñez, Mauricio Mosquera-Montoya, André Faaij

Journal of Cleaner Production (2020) Volume 258, 120757

Journal of Cleaner Production 258 (2020) 120757

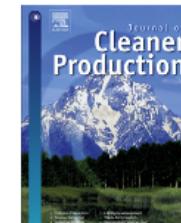


ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



The GHG emissions and economic performance of the Colombian palm oil sector; current status and long-term perspectives

Nidia Elizabeth Ramirez-Contreras ^{a, b, *}, David Arturo Munar-Florez ^b,
Jesús Alberto Garcia-Nuñez ^b, Mauricio Mosquera-Montoya ^b, André P.C. Faaij ^a

^a Energy Sustainability Research Institute Groningen, University of Groningen, Nijenborgh 6, 9747 AG, Groningen, the Netherlands

^b Colombian Oil Palm Research Centre, Cenipalma, Bogotá, Colombia



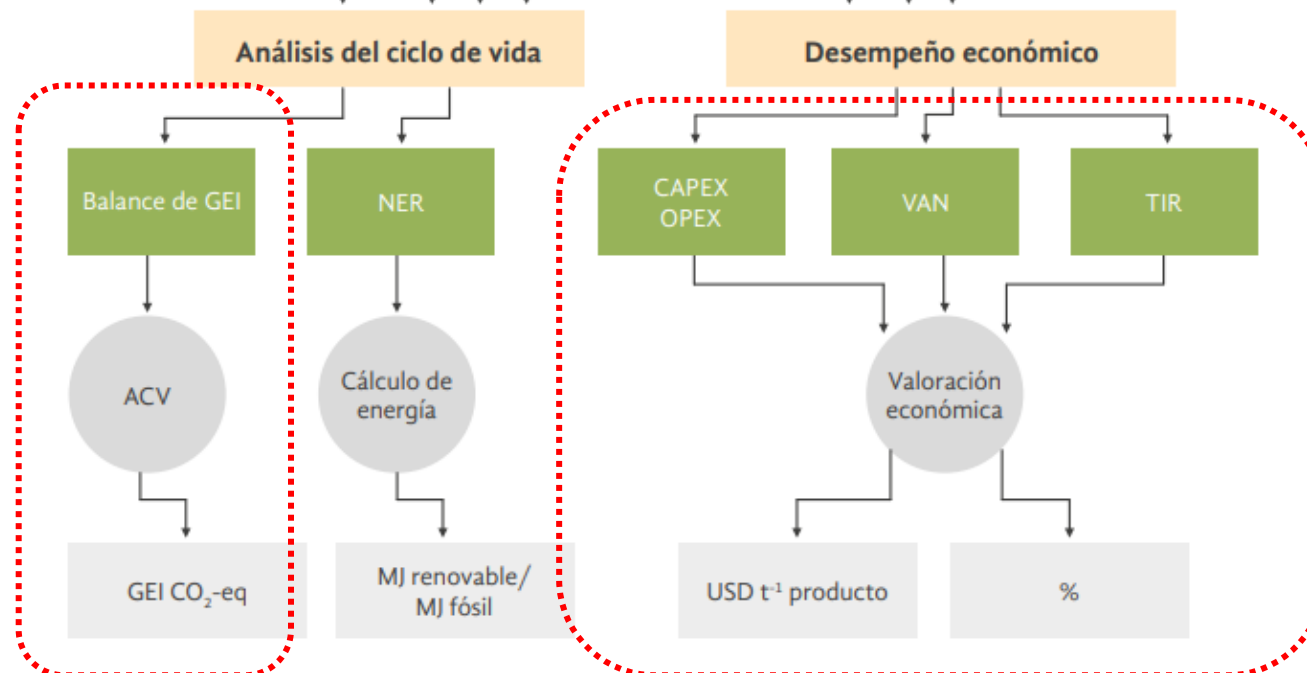


METODOLOGÍA

Cadena de producción



Metodología



Resultados

GEI Gases de efecto invernadero

ACV Análisis del ciclo de vida

CO₂-eq Equivalentes de CO₂

CAPEX Gasto de capital

OPEX Gasto Operativo

NER Relación de energía neta

VAN Valor Actual Neto

TIR Tasa interna de retorno

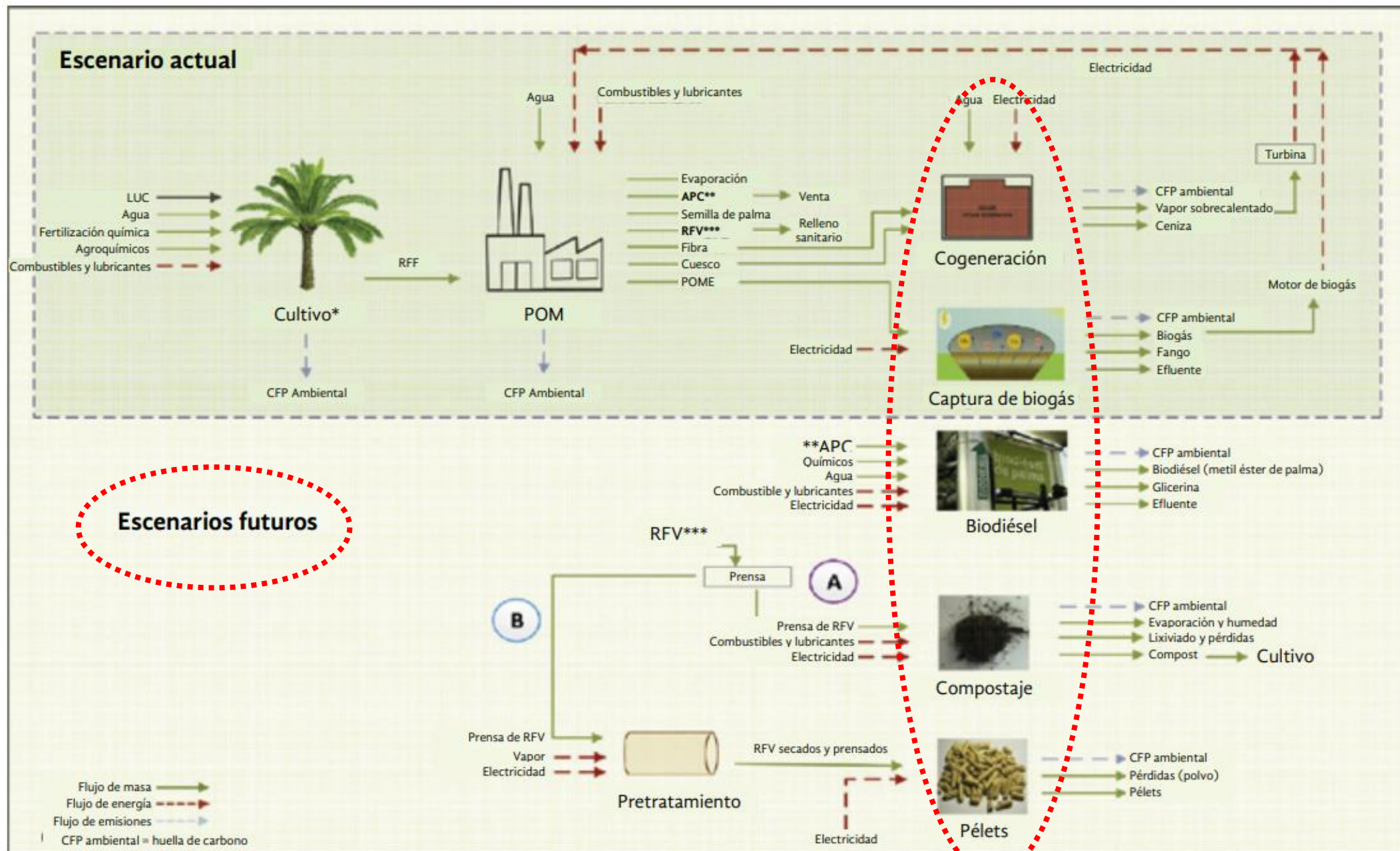
MJ Megajulios

RFF Racimos de fruta fresca

t Toneladas

USD Dólares estadounidenses

Límites del sistema para cada escenario



Emisiones GEI evaluadas x escenario

2022

ESTADO ACTUAL

- LUC (emisiones y absorciones)
- Emisiones del cultivo:
 - ✓ fertilización química (producción y aplicación);
 - ✓ agroquímicos;
 - ✓ consumo de diesel (transporte de fruta)
- Emisiones de la PB:
 - ✓ consumo de diesel (transporte y generación),
 - ✓ generación eléctrica (red) y vapor (proceso);
 - ✓ tratamiento del POME (Sistema lagunas abierto o carpado)

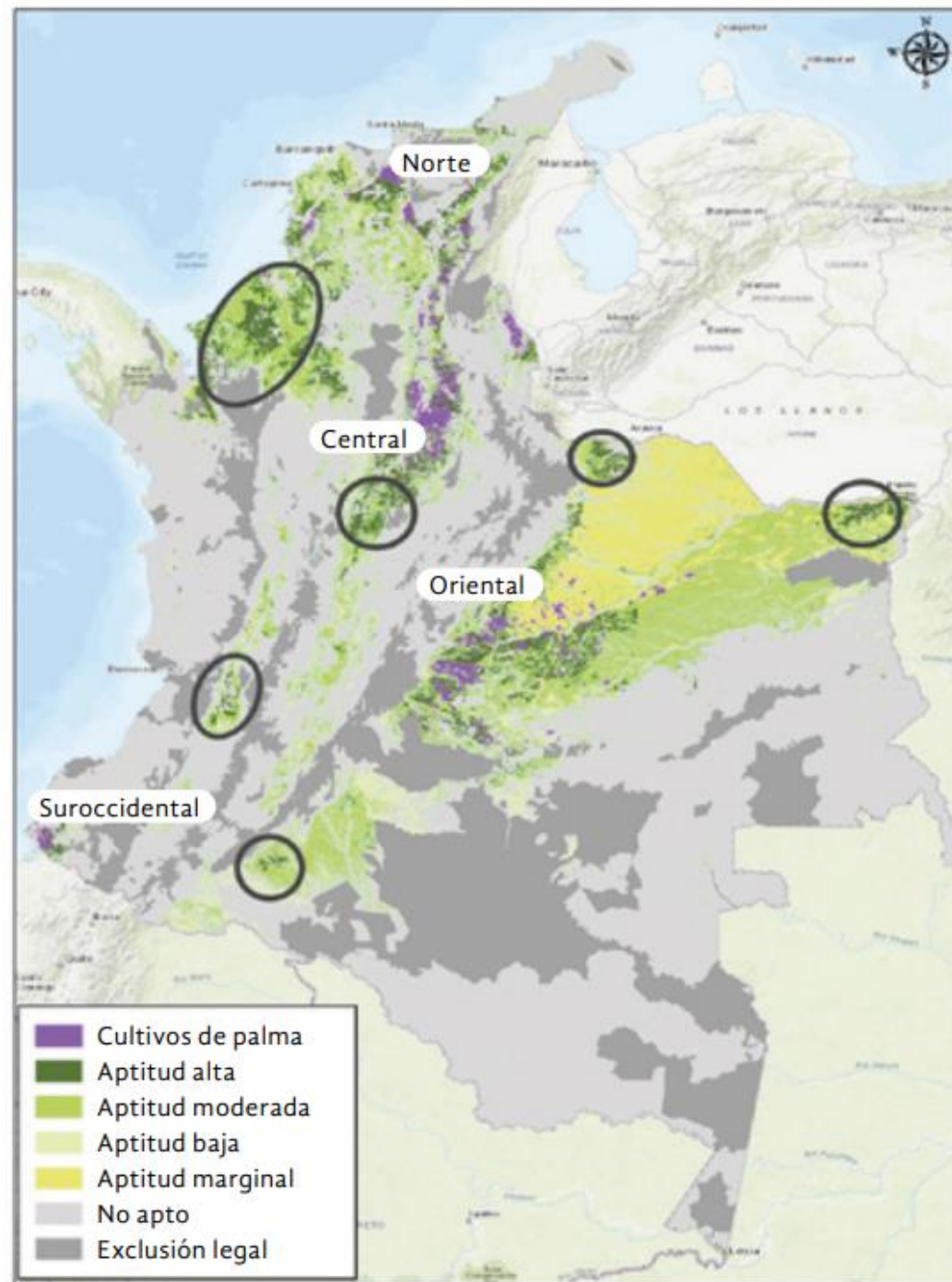
FUTURO

BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS

- LUC
 - ✓ tierras adecuadas x frontera Agrícola *
 - ✓ Low-ILUC-risk
- Emisiones del cultivo:
 - ✓ Uso de fertilizantes más eficientes
 - ✓ Aplicar lo necesario (análisis suelos y foliares)
 - ✓ Minimizar el consumo de diesel
 - ✓ Incrementar la productividad (t/ha)
- Emisiones de la PB:
 - ✓ Minimizar consumo de diesel
 - ✓ Carpado del Sistema tratamiento del POME
 - ✓ Uso eficiente de energía (red y cogeneración)
 - ✓ USO DE TODA LA BIOMASA GENERADA (compost, cogeneración, pellets)

✓ tierras adecuadas para frontera
Agrícola *

Mapa de aptitude del suelo
para el cultivo de palma de
aceite (UPRA, 2018)



Cambio del uso del suelo CUS (LUC en inglés)

Tabla 1. Uso de los suelos convertidos a palma de aceite a escala nacional y regional (2000-2012)

Uso del suelo/cobertura	% cobertura terrestre convertida a palma de aceite			
	Nacional ^a	Regional ^b		
		Norte	Central	Oriental
Bosques	5,9	3,3	10,9	5,7
Cultivos estacionales	23,7	4,1	0,2	11,7
Cultivos perennes	1,4	40,6	6,4	4,3
Áreas agrícolas heterogéneas	-	23,6	20,0	5,5
Otras coberturas ^c	3,6	0	5,3	3

^a Adaptado de Torres (2018), quien estudió datos oficiales del IDEAM y otras instituciones gubernamentales para el periodo 2000-2012.

^b Adaptado de Castiblanco *et al.* (2013), quienes presentan datos del IDEAM, trabajo de campo y datos de satélite para el periodo 2002-2008.

^c Incluye zonas urbanizadas, suelo con escasa vegetación y cuerpos de agua.

- vida útil de la plantación: 30 años
- stock de carbono (biomasa subterránea y aérea - planta de palma aceitera, vegetación de cobertura del suelo y materia orgánica).



Tabla 2. Valores de reservas de carbono en las categorías de uso del suelo en Colombia

Categorías de uso del suelo	t C ha ⁻¹		
	Nacional ^a	Mín.	Máx.
Bosque	147,5	48,1 ^a	211 ^c
Vegetación herbácea	14,1	14,1 ^a	113 ^c
Pastos	6,4	6,4 ^a	7,4 ^b
Cultivos estacionales	4,2	4,2 ^a	33,1 ^c
Cultivos perennes	28,9	28,9 ^a	28,9 ^a
Áreas agrícolas heterogéneas	5,8	5,8 ^a	5,8 ^a
Otras coberturas (suelo despejado, vegetación escasa y cuerpos de agua)	0	0 ^b	16,4 ^b
Plantaciones de palma de aceite	113 ^d	113 ^d	129 ^c

^a Datos de Yepes *et al.* (2011). Los valores de reservas de carbono solo incluyen biomasa superficial. Debido a la incertidumbre en las estimaciones de las emisiones de GEI relacionadas con LUC, el IDEAM estimó las emisiones de carbono a partir de la conversión de bosques en el país. Los valores de referencia para algunos usos del suelo utilizados en este estudio fueron clasificados como "Nacional".

^b Datos de Henson *et al.* (2012).

^c Datos de Castanheira *et al.* (2014).

^d Datos de Rivera-Méndez *et al.* (2017). El valor de reservas de carbono incluye a la planta de palma de aceite (tronco, fronda, raíces), la cobertura vegetal y la materia orgánica relacionada.

Evaluación económica

2022

Parámetros clave para calcular los costos de producción para la cadena de aceite de palma

Discount rate ^b	12%
Equipment lifetime	30 years
Investment expenditure	100% in first year
POM annual load ^c	5381 h (current situation); 6,000 h (future scenarios)
Raw material ^d	
FFB	125 USD ₂₀₁₇ t ⁻¹ (current s.); 110 USD ₂₀₁₇ t ⁻¹ (future sc.)
CPO	735 USD ₂₀₁₇ t ⁻¹ (current s.); 646 USD ₂₀₁₇ t ⁻¹ (future sc.)
Operational costs	
Plantation costs	(% of the total crop costs)
Crop establishment ^e	4%
Crop maintenance	
Fertilization	29%
Harvesting and FFB transport	25%
Agricultural works, supplies, and machinery	22%
Opportunity cost of land	10%
Management costs	10%
POM costs	(% of the total POM costs)
Fixed costs	42%
Labor	28%
Equipment and infrastructure maintenance	16%
Electricity	9%
Management costs	5%
BD plant costs^f	(% of the total BD plant costs)
Feedstock	73%
Supplies	21%
Labor	2%
Quality Analysis	1%
Maintenance	1%
Electricity	2%

^a Parameters came from data collected during fieldwork and the study by (Mosquera et al., 2018). Costs were converted from Colombian pesos (COP) to US dollars (USD) using the 2017 exchange rate (i.e. COP 2,951/1 USD) (<http://www.banrep.gov.co/es/trm>).

^b 8% is the real discount rate used by (Mosquera-Montoya et al., 2017), to which we added the average inflation rate for the period 2010–2017 (4%). This yields the 12% nominal discount rate.

^c In the *current situation*, it is work hours per year obtained from the median collected data.

^d It is expected that the raw material prices decrease when production yield increases.

^e This includes crop infrastructure, sowing of palm oil, and coverages, nursery, and others.

^f Data was taken from (Acevedo et al., 2015). CPO transport from the mill is not considered since the BD plant is assumed to be located in the same area.

RESULTADOS

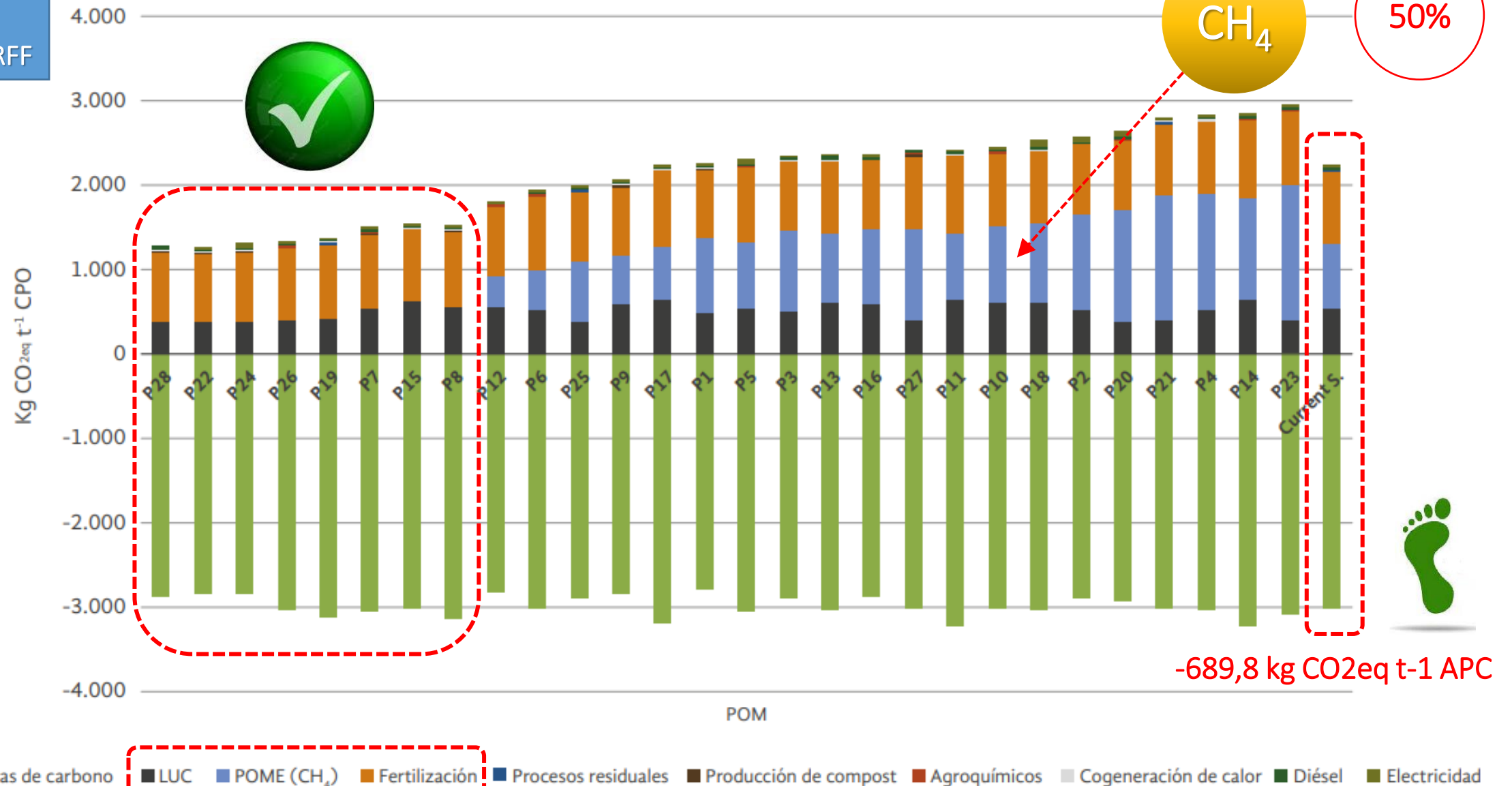


2022

Emisiones de la cadena de producción del APC ACTUAL

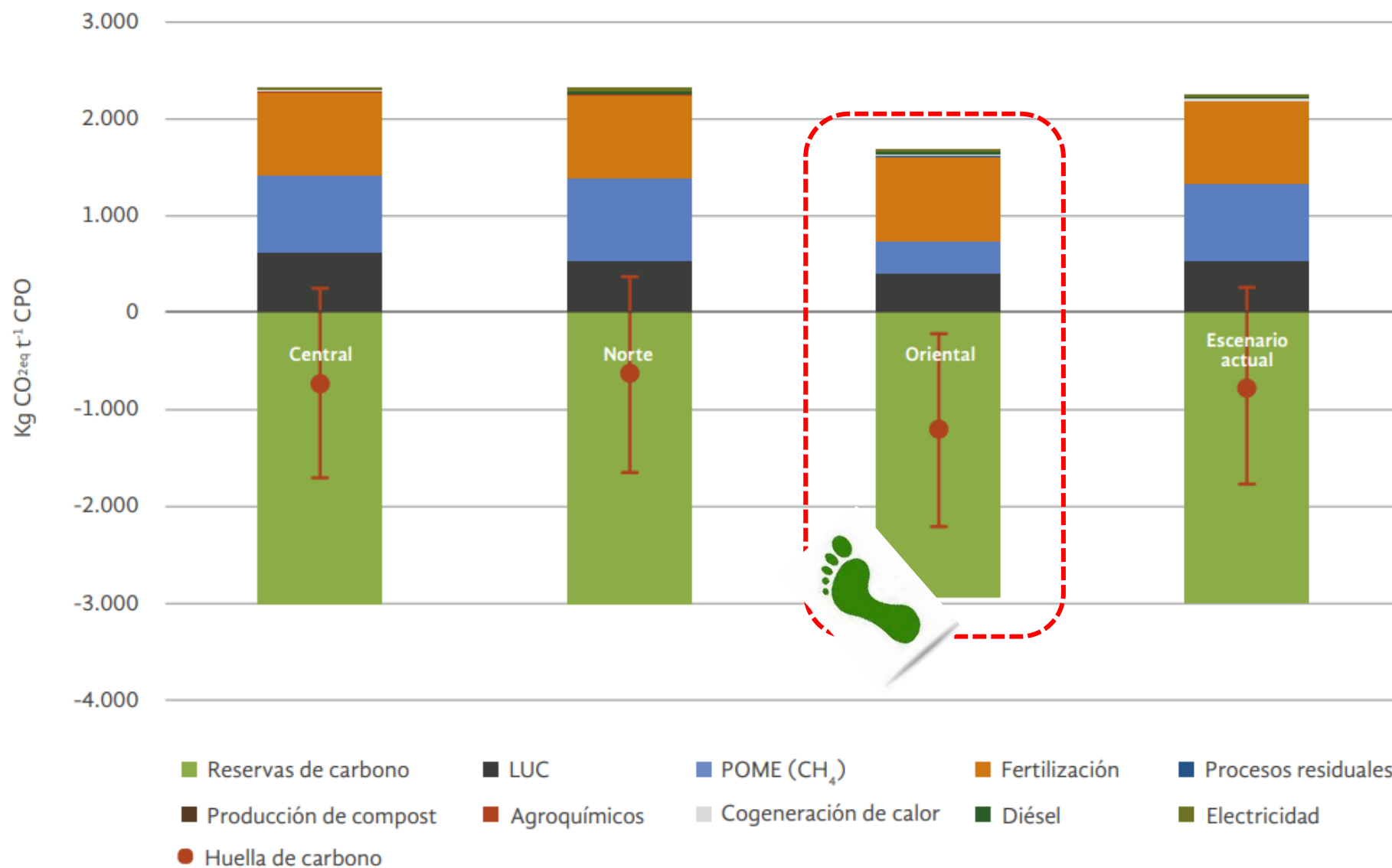
2022

70%
Producción RFF



Emisiones GEI x zona palmera

2022



Comparación de las emisiones GEI x escenario (kg CO₂eq t⁻¹ APC)

2022

Fuente	Escenario actual	Escenario A	Escenario B
Reservas de carbono			
Cultivo de palma de aceite	-3.014,1	-1.852,3	-1.852,3
Emisiones			
LUC	537,6	151,1	151,1
POME (CH ₄)	778,7	0,0	0,0
Fertilización	860,5	807,1	741,0
Producción de compost	0,0	3,7	0,0
Diésel	114,7	54,8	54,7
Cogeneración (energía)	14,7	0,4	0,5
Cogeneración (calor)	9,1	7,6	7,6
Agroquímicos	6,3	4,3	4,3
Procesos residuales	2,6	1,7	1,6
Emisiones totales	2.324,3	1.030,6	960,8
Balance			
Huella de carbono	-689,8	-821,7	-891,5

NO se consideró el aumento del C-stock

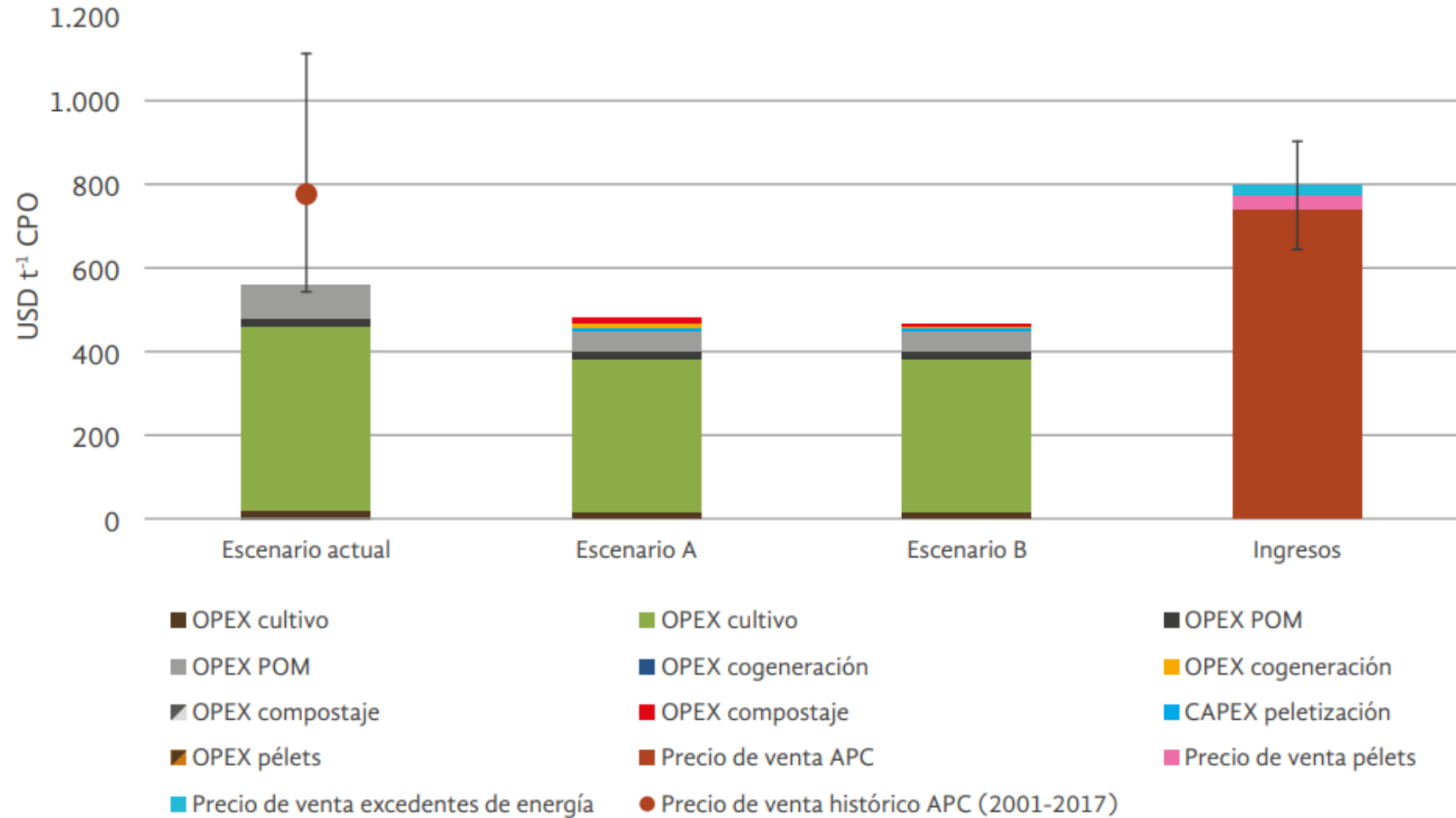


Comparación con otros estudios en Colombia

Process	The present study					Recent studies for the oil palm sector ^a			
	Current situation	Future scenario A	Future scenario B	Future scenario A	Future scenario B	Study 1	Study 2	Study 3	Study 4
Study area	28 POMs	A representative study case		A representative study case		Five BD plants	11 scenarios	Hypothetical POM	A specific plantation
Unit ^b	kg CO ₂ eq t ⁻¹ CPO	kg CO ₂ eq t ⁻¹ BD				kg CO ₂ eq t ⁻¹ BD	kg CO ₂ eq t ⁻¹ CPO	kg CO ₂ eq t ⁻¹ CPO	kg CO ₂ eq t ⁻¹ CPO
Carbon Stock									
Palm oil crop	−3,014.1	−1,852.3	−1,852.3	−1,883.9	−1,883.9	−6,080.8	−894	−5,372.6	−3,388.3
Emissions									
LUC	537.6	151.1	151.1	153.6	153.6	34.4	343	49.1	74.9
Fertilization	860.5	807.1	741.0	820.9	753.7	450.5	61	224.2	351
Agrochemicals	6.3	4.3	4.3	4.4	4.3	5.3	.	6.6	.
POME (CH ₄)	778.7	0.0	0.0	0.0	0.0	945.6	179	1689.5	778.7 ^e
Compost prod.	.	3.7	.	3.7	.	.	.	.	.
Steam	.	.	.	.	.	332.4	.	879.8	.
produced									
Diesel	114.7	54.8	54.7	55.7	55.6	468.6	255	79.6	79.6
Electricity	14.7	0.4	0.5	23.8	2.3	56.6	.	60.8	.
Cogeneration	9.1	7.6	7.6	10.9	10.9	.	.	355.7	.
RBD + BD ^c	.	.	.	130.7	130.7	40.3	.	.	.
Remnant proc. ^d	2.6	1.7	1.6	0.6	1.6	374.2	.	0.2	46.8
Total emissions	2,324.3	1,030.6	960.8	1,204.3	1,112.7	2,707.9	838	3,345.5	1,331.0
Balance									
Carbon Footprint	−689.8	−821.7	−891.5	−679.6	−771.2	−3,372.9	−56	−2,027.1	−2,057.3

Evaluación económica

a. Análisis de costos de la cadena de producción de APC (CAPEX, OPEX e ingresos)



Conclusiones

Conclusiones

- El balance de GEI varía según las suposiciones hechas (por ejemplo, fuente de los datos, representatividad de los datos, parámetros incluidos).
- En la producción de APC, el LUC, las emisiones de CH₄ y la fertilización química son los factores con mayor aporte a la generación de emisiones de GEI.
- Considerando que el LUC afecta fuertemente el balance de GEI, la expansión futura de los cultivos de palma de aceite debe realizarse en áreas de vocación agrícola y ganadera con bajas reservas de carbono, evitando la deforestación de áreas naturales y por ende la generación de emisiones asociadas a LUC.

Conclusiones

- Se requiere generar los factores de emisión propios del sector palmicultor en Colombia para minimizar la incertidumbre en el cálculo de las emisiones y stock de carbono.
- Dado que el potencial de calentamiento global del CH₄ es superior al del CO₂, la captura del biogás y su uso como fuente de energía renovable son esenciales.
- El futuro de la cadena de producción de APC en Colombia debe centrarse en la producción sostenible mediante la optimización de prácticas agroindustriales (aumento de los rendimientos del cultivo; reducción del consumo de diesel; valorizar la biomasa).

GRACIAS

2022

