

 PALMACEITE S.A.	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
---	---	---



**INFORME DE EMISIONES GEI
EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE
PALMACEITE S.A.**

AÑO 2019

 PALMACEITE S.A.	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
--	---	---

1. Introducción

De acuerdo al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) se define el cambio climático como cualquier alteración en el clima en el transcurso del tiempo, ya sea debido a su variabilidad natural o como resultado de la actividad humana.

La variabilidad del clima a largo plazo es un proceso que se viene dando debido a la presencia de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre. El efecto invernadero es un fenómeno natural que ayuda a regular la temperatura del planeta, de manera que cuando la luz solar llega a la Tierra parte de esa energía es reflejada y regresa al espacio, sin embargo la atmósfera contiene pequeñas cantidades de una serie de gases producidos naturalmente por ejemplo vapor de agua (H₂O), Óxido Nitroso (N₂O), Dióxido de Carbono (CO₂) y Metano (CH₄) que atrapan una parte de la energía reflejada por la tierra, evitando que todo se disipe en el espacio exterior, sin esta capa de gases el calor del Sol rebotaría inmediatamente en la superficie terrestre y se perdería en el espacio, de ser así, la temperatura de la Tierra sería unos 30°C Celsius más baja, nuestro planeta sería un lugar frío y sin vida, por lo que los gases de efecto invernadero ayudan a mantener una temperatura adecuada para la vida.

El problema con los gases de efecto invernadero se da cuando por actividades humanas se genera un exceso de gases y se obtiene una capa más gruesa de estos, la cual retiene en mayor medida los rayos infrarrojos y hace elevar la temperatura, lo anterior es lo que conocemos famosamente como Calentamiento Global. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**1a y 1b se esquematiza como ocurre este fenómeno.

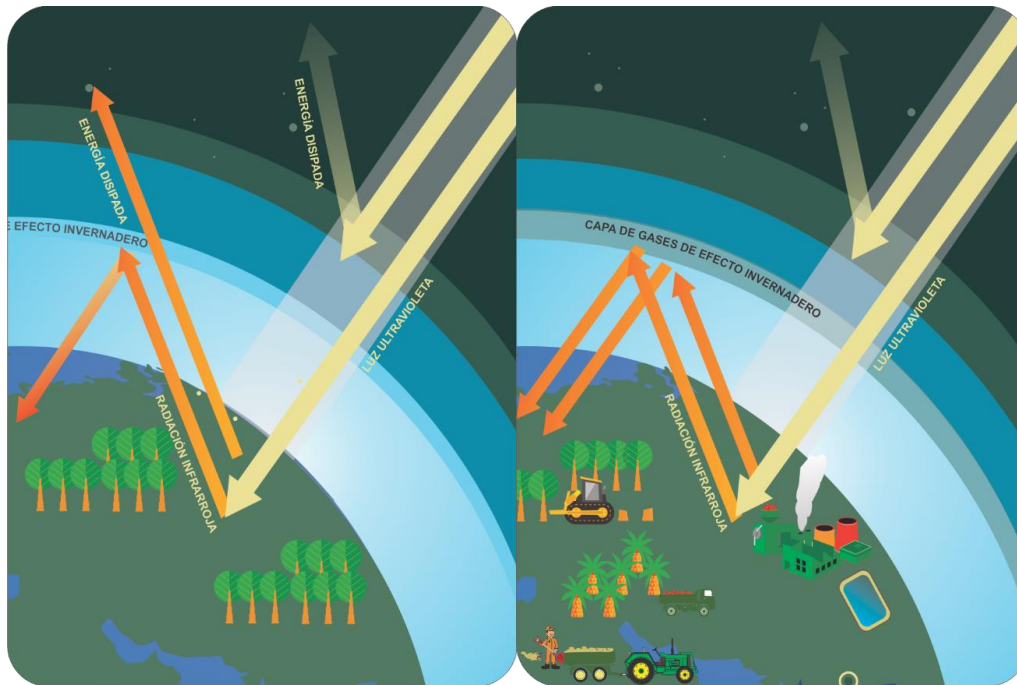


Figura 1a. Efecto invernadero en condiciones normales

Figura 1b. Efecto invernadero alterado por actividades humanas

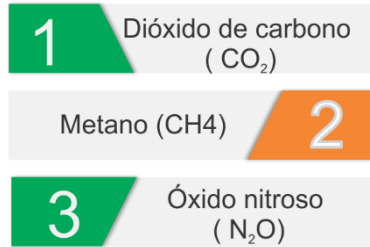
1.1. Gases de efecto invernadero

El efecto invernadero natural hace posible la vida en nuestro planeta, sin embargo, la quema de carbón, petróleo y gas natural, la destrucción de los bosques, los cambios de usos del suelo, la producción de residuos y la emisión de ciertos gases artificiales son factores que refuerzan el efecto invernadero y modifican el clima en forma preocupante

El Protocolo de Kioto - acuerdo internacional sobre cambio climático - enumera seis gases o grupos de GEI, cuyas emisiones se comprometen a reducir los signatarios del mismo. También hay otros GEI aparte de los cubiertos por el protocolo, pero estos seis gases/grupos de gases constituyen la parte principal del total de las emisiones procedentes de las actividades antrópicas y son los más relevantes en términos de responsabilidad humana directa, ellos son:

	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
---	---	---

Producidos naturalmente y por actividades humanas



Producidos íntegramente por actividades humanas



Los tres últimos (SF₆, HFCs y PFCs) a veces son denominados genéricamente como gases fluorados o “gases F”. El GEI más común y que contribuye con más del 60 % al total de estos gases es el dióxido de carbono (CO₂). Éste se genera principalmente por el uso de combustibles fósiles como petróleo, gas y carbón, por lo tanto, el sector energético es el principal contribuyente al calentamiento global. Las industrias generan el 21 % de este gas, mientras que la generación de electricidad emite el 36 % y el transporte contribuye con un 27 % al total de las emisiones de CO₂ provenientes de los procesos de combustión **(1)**.

El segundo gas en importancia es el metano (CH₄). Éste se genera principalmente por las actividades agrícolas y ganaderas y constituye entre un 15 y un 20 % del total de gases de efecto invernadero en el planeta. Por su parte el Óxido nitroso También conocido como “gas de la risa”, se genera en los fertilizantes agrícolas y en la producción industrial. Es producido por los catalizadores y la quema de residuos sólidos.

Cada uno de los gases de efecto invernadero afecta a la atmósfera en distinto grado y permanece allí durante un periodo de tiempo diferente. La medida en la que un GEI determinado contribuye al calentamiento global se define como su Potencial de Calentamiento Global (PCG). Para hacer comparables los efectos de los diferentes gases, el PCG expresa el potencial de calentamiento de un determinado gas en comparación con el que posee el mismo volumen de CO₂ durante el mismo periodo de tiempo, de esta forma el PCG del CO₂ es siempre 1. Algunos gases provocan mucho más calentamiento que el CO₂ pero desaparecen de la atmósfera más rápidamente que éste, de modo que pueden representar un problema considerable durante unos pocos años pero pasan a ser un problema menor más adelante. Por el contrario, otros pueden tener una persistencia mayor, planteando así problemas durante un largo periodo de tiempo. Por su parte, hablar de emisiones de CO₂-equivalente implica considerar el dióxido de carbono como referencia, expresando el calentamiento provocado por un gas de efecto invernadero cualquiera, durante un periodo específico, en términos de cantidad de CO₂ necesaria para producir el mismo efecto. Por ejemplo, el PCG del metano (CH₄) durante 100 años es 25 y el del óxido nitroso (N₂O) es 298. **(2)**

	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
---	---	---

2. Objetivos

2.1. General.

- Cuantificar las emisiones de gases de efecto de invernadero en tCO₂e de los principales productos y coproductos de la extractora Palmaceite S.A. en toda su base de suministro.

2.2. Específicos

- Levantar la información primaria para la cuantificación de las emisiones GEI.
- Valorar las emisiones de GEI por proceso.
- Establecer un plan de reducción de emisiones GEI.

3. Metodología

3.1. Definición del sistema

Las emisiones de gases de efecto invernadero son calculadas bajo el sistema Cradle to Gate (de la cuna a la puerta) este modelo valora las emisiones de empresa a empresa, de este modo solo se incluyen las emisiones de CO₂ generadas en las plantaciones de palma de aceite que producen la materia prima procesada y las emisiones directas del proceso de extracción de Aceite crudo de palma (CPO), Almendra(PK), Aceite de Palmiste(CPKO) y Torta de Palmiste(PKE); no se tienen en cuenta las emisiones de CO₂ de la distribución de los productos finales por ser una actividad realizada por el cliente de la empresa, este se encarga de la logística del transporte nacional e internacional de los productos finales desde la extractora hasta el siguiente actor en la cadena de suministro, dicho modelo se puede observar en la figura 2.

Así mismo, en la figura 2. es posible observar las entradas y salidas relevantes que se tienen durante el cultivo de palma de aceite y durante la extracción de los productos finales, permitiendo definir aquellos materiales, insumos y residuos que generan emisiones de CO₂ ya sea directa o indirectamente.

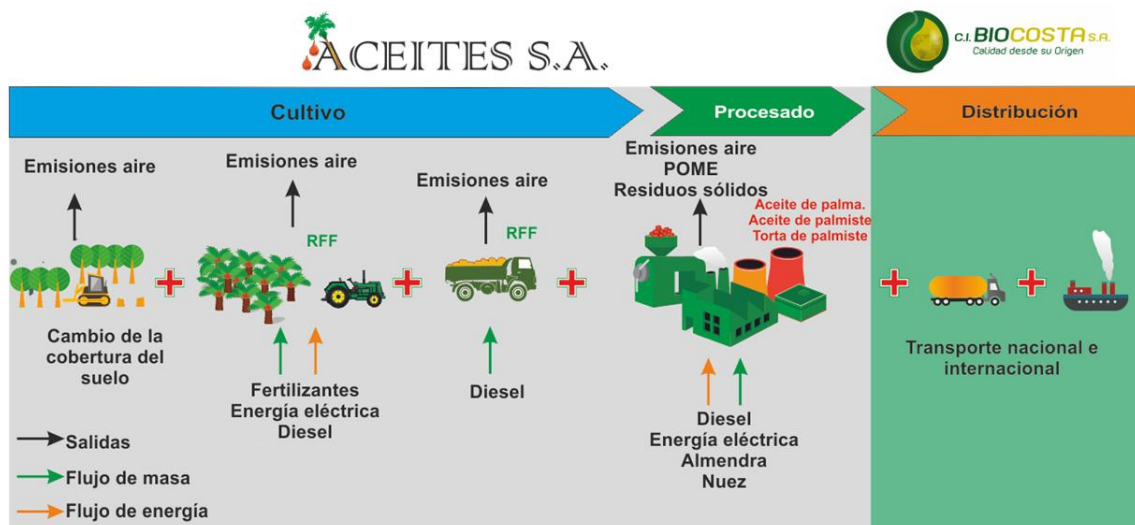


Figura 2. Alcance de la cuantificación de las emisiones de GEI, y entradas y salidas de insumos durante las actividades asociadas a la extracción de los productos del aceite de palma.

3.2. Periodo y unidad de cálculo.

Las emisiones de gases de efecto invernadero se definieron para todas las actividades realizadas durante el año 2017 y se estimaron en unidades de 1 kilogramo de CO₂ equivalente por tonelada de producto comercializado (Kg CO₂e/t producto)

Se evaluaron las emisiones correspondientes de toda la base de suministro de la planta, de esta base de suministro se levantó la información en campo de 42

plantaciones (Ver figura 3.) pertenecientes al núcleo de PALMACEITE S.A. Estas plantaciones se encuentran distribuidas en los departamentos de Magdalena y Cesar, en la Costa Norte de Colombia. Así mismo, se evaluó las emisiones de la planta extractora la cual cuenta con una capacidad de procesamiento de fruta 45 ton/hora.00



3.3. Fuentes de emisiones incluidas en el cálculo

- ✓ Labrado de las tierras
- ✓ Óxido nitroso y dióxido de carbono producido en la aplicación de fertilizantes en campo
- ✓ Combustible fósil utilizado en las plantaciones
- ✓ Combustible fósil utilizado en la planta extractora
- ✓ Metano producido a partir del efluente de las plantas extractoras de aceite de palma (POME)
- ✓ Energía eléctrica consumida en la planta extractora
- ✓ Emisiones asignadas de productos de otras extractoras.

Estos representan aproximadamente el 99% de las emisiones de GEI a lo largo de la cadena de aceite de palma.

3.4. Fuentes no incluidas

- ✓ Etapa de vivero
- ✓ Combustible utilizado en los procesos de resiembra
- ✓ Emisiones asociadas a la infraestructura y maquinaria
- ✓ Tratamientos fitosanitarios con plaguicidas

 PALMACEITE S.A.	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
--	---	---

Estas son fuentes de generación de GEI normalmente insignificantes

3.5. Medición de las emisiones en el cultivo

Para la cuantificación de las emisiones en la planta extractora Palmaceite S.A. y su base de suministro se empleó la herramienta PalmGHG V.3 avalada por la RSPO para realizar las estimaciones de emisiones de GEI en el cultivo de la palma de aceite y planta extractora

3.5.1. Emisión por uso de insumos y materiales.

Para estimar las emisiones de cada plantación se recopiló in situ la información relacionada con los consumos de combustibles fósiles, consumo de fertilizantes, y producción de biomasa, la información se recopiló teniendo en cuenta siempre el hectareaje total de la plantación y el año bajo evaluación. La información recopilada por cada actividad fue tabulada en la aplicación PalmGHG la cual calcula las emisiones de CO₂e multiplicando los valores tabulados por su respectivo factor de emisión para convertirla a dióxido de carbono equivalente (CO₂e), el cálculo de las emisiones se resume en la siguiente expresión:

Ecuación 1. Emisión por uso de insumos y materiales

$$\begin{array}{c} \text{Dato por} \\ \text{actividad} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{Factor de} \\ \text{emisión} \end{array} = \text{Emisión de} \\ \text{la actividad}$$

3.5.2. Emisiones por cambio de la cobertura del suelo.


Para el cálculo de las emisiones por cambio de la cobertura del suelos se realizó una clasificación de las coberturas de los predios de acuerdo a las coberturas estándares establecidas por el panel internacional sobre cambio climático (IPCC) y a las coberturas manejadas por la calculadora de GEI PalmGHG, las cuales son: Bosque primario, Bosque secundario, pastizales, matorrales, tierras de cultivo y asentamientos o áreas antrópicas y adicionalmente se incluyó la cobertura de palma de aceite para casos de emisiones por renovación del cultivo.

Las emisiones por cambios de uso de suelo solo se tuvieron en cuenta a partir del año 2005 para articularlas al estudio de cambio de uso de suelo que se debe realizar en siembras posteriores a 2005 para la RSPO y se dividen para un ciclo de cultivo de 25 años.

Para la interpretación del uso del suelo o coberturas se utilizaron imágenes multiespectrales *Landsat* con una resolución de 30 metros, una vez obtenida la clasificación desde el año 2005 de todos los predios bajo estudio se realizó el cálculo de las hectáreas que variaron su cobertura después del 1 de enero del 2008 y se determinó su respectiva emisión mediante la siguiente expresión:

 PALMACEITE S.A.	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
--	---	---

Ecuación 2. Emisión por cambio de la cobertura del suelo



$$\text{Hectareas Convertidas} \times \text{Factor de emisión de la cobertura} = \text{Emisión por cambio de la cobertura}$$

Tabla 1. Factores de emisión por cambio de uso de suelo de la calculadora PalmGHG.

Cambio de uso de suelo	tCO ₂ /Has
Bosque primario	982,67
Bosque secundario	469,33
Arbustal	168,67
Pastos	18,33
Cultivos arbóreos	275
Cultivos de alimentos/No Perennes	31,17
Palma de aceite	234,04
Asentamientos	0
Suelos desnudos	0

3.5.3. Créditos de captura de carbono

Los créditos de captura de emisiones de GEI en plantaciones vienen dado por el secuestro de carbono en áreas de conservación y en áreas de protección y áreas designadas como AVC.

3.5.4. Emisiones totales en plantaciones.

La emisión total correspondería a la sumatoria de todas las emisiones por uso de combustibles, fertilizantes, plaguicidas, energía eléctrica, cambio de la cobertura del suelo y transporte de la fruta, estaría representada mediante la siguiente expresión:

Ecuación 3. Emisión total en plantaciones

$$\left[\begin{array}{l} \text{Emisión por} \\ \text{consumo de} \\ \text{energía} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Emisión por} \\ \text{transporte de} \\ \text{fertilizante} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Emisión por} \\ \text{aplicación de} \\ \text{fertilizantes} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Emisiones por} \\ \text{cambio de uso} \\ \text{de suelo} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Capturas de} \\ \text{carbono} \end{array} \right] = \text{Emisión total} \\ \text{Biomasa} \qquad \qquad \qquad \text{en} \\ \text{producida} \qquad \qquad \qquad \text{Plantaciones}$$

Las emisiones totales de la plantación son asignadas a la extractora, pues esta representa al siguiente actor de la cadena de suministro de palma de aceite.

3.6. Emisiones en la extractora

Las emisiones en la extractora se obtuvieron por procesos, en el caso de aceite S.A. Se tienen 2 procesos, el primero de extracción de palma de aceite (CPO) y

	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
---	---	---

almendra (PK) y el segundo de extracción de aceite de palmiste (CPKO) y torta de palmiste (PKE).

3.6.1. Emisiones durante la extracción de CPO y PK

Para la extracción de CPO Y PK de acuerdo al diagrama de entradas y salidas de la figura 2. Se utiliza como insumos y materiales: energía eléctrica y diésel, y se tienen residuos como los efluentes o POME, es importante destacar que no se tienen créditos de carbono por venta de subproductos para la generación de energía pues estos son aplicados el 100% en campo. Con base a lo anterior las emisiones totales durante este proceso se ven reflejadas en la expresión 5.

Ecuación 4. Emisión en el proceso de extracción de CPO y PK

$$\left[\begin{array}{l} \text{Emisión por} \\ \text{consumo de} \\ \text{energía} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Emisión por} \\ \text{consumo de} \\ \text{combustible} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Emisión por} \\ \text{tratamiento de aguas} \\ \text{residuales en lagunas} \\ \text{abiertas} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Emisión total} \\ \text{plantaciones} \end{array} \right] = \begin{array}{l} \text{Emisión total} \\ \text{proceso} \\ \text{extracción} \\ \text{CPO y PK} \end{array}$$

3.6.2. Correspondencia de las emisiones por producto de valor comercial

Se realizó la asignación de las emisiones de CO₂e dividiéndolas entre el producto principal (CPO) y el coproducto (PK) obtenidos durante este proceso, la división se efectúa de acuerdo al poder calorífico del CPO y del PK, la correspondencia del porcentaje de emisiones entre cada producto se puede observar en las ecuaciones 5 y 6 para el aceite crudo de palma y las expresiones 7 y 8 para la almendra.

Ecuación 5. Factor de asignación de emisiones para el producto principal

$$\frac{\text{Tasa de extracción producto principal}}{\text{Tasa de extracción coproducto} + \text{Tasa de extracción producto principal}} = \text{Factor de asignación producto principal}$$

Ecuación 6. Emisiones totales para el producto principal

$$\text{Emisiones totales por proceso} \times \text{Factor de asignación producto principal} = \text{Emisiones totales por producto}$$

 PALMACEITE S.A.	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
--	---	---

Ecuación 7. Factor de asignación de emisiones para el coproducto

$$1 - \text{Factor de asignación producto principal} = \text{Factor de asignación coproducto}$$

Ecuación 8. Emisiones totales para el coproducto

$$\text{Emisiones totales por proceso} \times \text{Factor de asignación coproducto} = \text{Emisiones totales por coproducto}$$

3.6.3. Emisiones en el proceso de Palmisteria

Durante el proceso de Palmisteria se tiene de acuerdo al diagrama de entradas y salidas, emisiones por el ingreso de nuez y almendra de otras extractoras, con base a lo anterior las emisiones totales del proceso de Palmisteria quedaría reflejado en la expresión 9.

Ecuación 9. Emisión en el proceso de extracción de CPKO y PKE

$$\left[\begin{array}{l} \text{Emisión de la} \\ \text{almendra PKE} \\ \text{(propia)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Emisión de la} \\ \text{almendra de otras} \\ \text{fuentes} \end{array} \right] = \begin{array}{l} \text{Emisión total} \\ \text{proceso} \\ \text{extracción} \\ \text{CPKO y PKE} \end{array}$$

3.6.4. Correspondencia de las emisiones por producto de valor comercial

Al igual que en el proceso de extracción de aceite y almendra se realizó la asignación de las emisiones de CO₂e dividiéndolas entre los dos productos obtenidos durante el proceso de Palmisteria, la división se efectúa de acuerdo a la tasa de extracción del aceite de palmiste (CPKO) y torta de palmiste (PKE), la correspondencia de emisiones entre cada producto se puede observar igualmente en las expresiones 5 a 8, entendiendo como producto principal el aceite de palmiste y el coproducto la torta de palmiste.

4. Resultados

4.1. Emisiones de las plantaciones

En la figura 4. Se puede ver el cálculo de todas las emisiones de CO₂e generadas por las actividades de las plantaciones para producir fruta de aceite de palma, se puede observar de manera general que las emisiones más significativas por plantación se tienen por cambios en las coberturas del suelo y por aplicación de fertilizantes. De las emisiones de las plantaciones de

pertencientes a socios de Palmaceite S.A. se observan que son mayores que las emisiones de las plantaciones pertenecientes a Palmaceite S.A. esto es debido a las mayores emisiones por cambio de uso de suelo en el núcleo de Palmaceite.

Tabla 2. Emisiones en tCO₂e, tCO₂e/Ha y tCO₂e/tRFF

Plantation / field emissions and sinks	Own			Group			3rd Party		
	tCO ₂ e	tCO ₂ e/ha	tCO ₂ e/t RFF	tCO ₂ e	tCO ₂ e/ha	tCO ₂ e/t RFF	tCO ₂ e	tCO ₂ e/ha	tCO ₂ e/t RFF
Emission Source									
Land Conversion	19917.1	5.08	0.02	11021.31	5.05	0.05	0	0	0
CO ₂ Emissions from Fertiliser	14917.55	3.16	0.01	591.35	0.97	0.01	0	0	0
H ₂ O Emissions	2926.43	0.85	0	2506.45	0.78	0.01	0	0	0
Fuel Consumption	2421.04	0.72	0	808.38	0.28	0	0	0	0
Peat Oxidation	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sinks									
Crop Sequestration	-36810.31	-8.22	-0.04	-16169.5	-7.1	-0.07	0	0	0
Sequestration in Conservation Area	0	0	0	-144.13	-0.04	0	0	0	0
Total	3371.81000000...	1.59	0.01	-1386.11	-0.06	0	508.72	0	0

1 of 1 3rd party without dataset

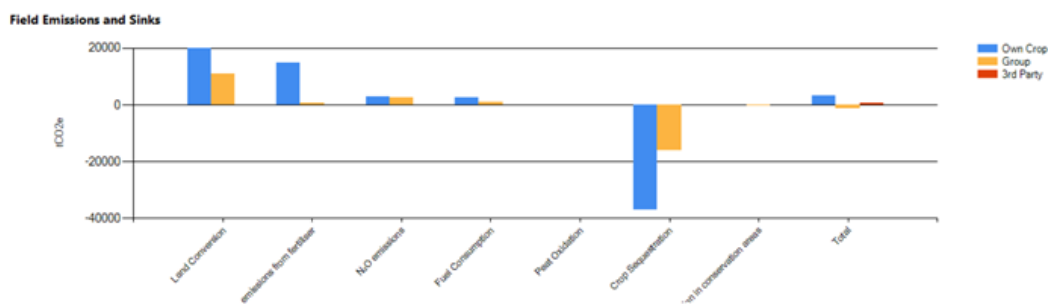


Figura 4. Emisiones en plantaciones por actividades y grupos

Emisiones en la extractora.

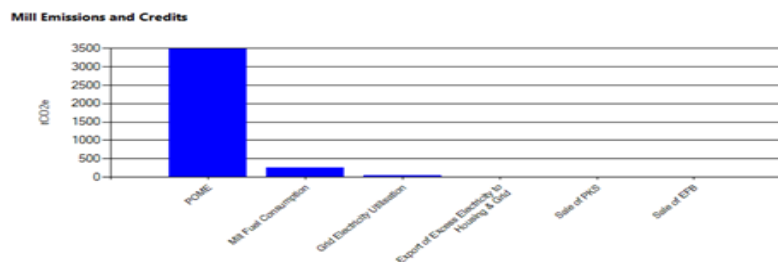
4.1.1. Proceso de extracción de aceite de palma y almendra.

En la tabla 3 y la figura 5, se observa las emisiones propias del proceso de extracción de aceite y almendra, y las asignadas desde las plantaciones, es notable el aporte de las emisiones por el tratamiento de efluentes en lagunas abiertas siendo aún superior a las emisiones asignadas al proceso por parte de las plantaciones, esta fuente se convierte en la principal a intervenir para reducir las emisiones de GEI.

Tabla 3. Emisiones de CO₂e y tCO₂e/tRFF en la planta extractora

Mill Emissions and Credits

Description	tCO ₂	tCO ₂ e/t FFB
Emissions Sources		
POME	3474.76	0.02
Fuel Consumption	247.52	0
Grid Electricity Utilisation	43.7	0
Credits		
Export of Excess Electricity to Housing & Grid	0	0
Sale Of PKS	0	0
Sale Of EFB	0	0
Total	3765.98	0.02


Figura 5. Emisiones de CO₂e en la planta extractora

4.1.2. Emisiones en el proceso de palmisteria.

Para el proceso de palmisteria se puede observar que las emisiones asociadas a este proceso representan cerca del 36% de las emisiones principal, como estas emisiones están determinadas por las asignaciones se concluye que las emisiones de este proceso solo pueden ser reducidas interviniendo anteriormente las actividades más contaminantes en la extractora y plantaciones.

Emissions from Palm Kernel Crusher

	Emission Source	tCO ₂ e
▶	PK from own mill	1336.3
	PK from other sources	0
	Fuel consumption	0
	Total crusher emissions	0

This mill has no kernel crusher operation

Figura 6. Emisiones de CO₂e generadas en las empresas del núcleo para la extracción de CPKO y PK.

4.1.3. Emisiones totales por unidades de producto

De acuerdo a los porcentajes de extracción de cada producto y coproducto obtenido, las emisiones en tonelada de CO₂e por tonelada de producto final se pueden observar en la tabla 4.

En la figura 7. se observa la distribución de las emisiones medidas en todos los procesos de la organización Palmaceite, se cuenta con un alto secuestro de carbono que ayuda a contrarrestar las emisiones por cambio de uso de suelo y de emisiones de POME.

Tabla 4. Emisiones en Ton CO₂e/ tproducto para el CPO, PK, CPKO y PKE

	Product	tCO ₂ e/t Product
▶	CPO	0.12
	PK	0.12
	PKO	0
	PKE	0

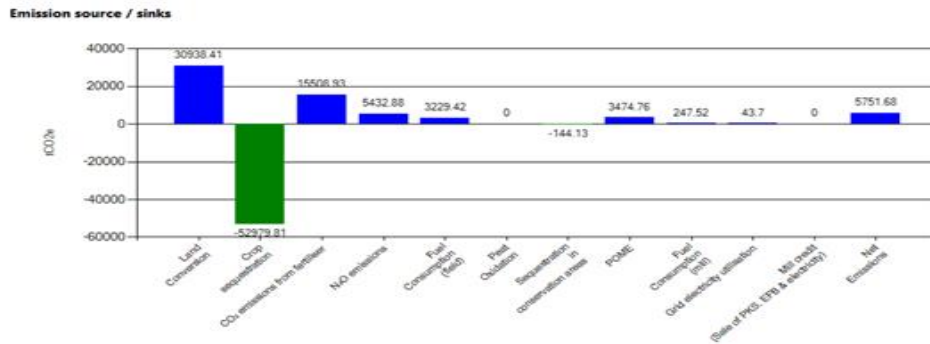


Figura 7. Emisiones en tCO2e por actividades en las actividades de planta extractora y plantaciones.

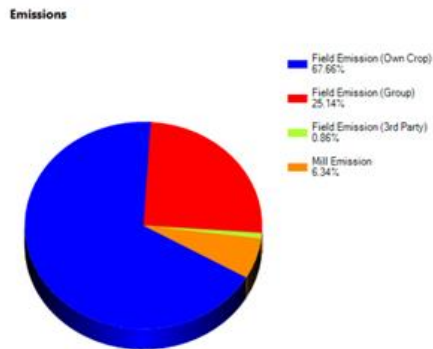


Figura 8. Distribución de las emisiones entre plantaciones y planta extractora

	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
---	---	---

uso de fertilizantes nitrogenados inorgánicos	E	
Implementación de un plan de ahorro y uso eficiente de la energía en la planta extractora.	P	
	E	
Instalación y operación de un trocánter para minimizar la carga orgánica volumétrica en las lagunas de tratamiento.	P	
	E	
Pruebas pilotos con Bouchones de agua para la reducción de la carga orgánica que entra en procesos anaerobios	P	
	E	
Estudios de preevaporacion del efluente líquido para la concentración de nutrientes esenciales para la bioremediacion en el suelo		
Estudios de prefactibilidad técnica y financiera para la implementación de un MDL	P	
	E	
Análisis de Factibilidad y aprobación del proyecto	P	
	E	
Diseño y construcción del proyecto MDL	P	
	E	

INDICADORES:

$$\% \text{ emisiones reducidas} = \left(1 - \frac{\text{emisiones año actual}}{\text{emisiones año anterior}}\right) \times 100$$

METAS DE REDUCCIÓN EN PLANTA EXTRACTORA Y PLANTACIONES

AÑO	2018		2019		2020		2021		2022		
LUGAR	Planta	Fincas	Planta	Fincas	Planta	Fincas	Planta	Fincas	Planta	Fincas	

 PALMACEITE S.A.	INFORME DE EMISIONES GEI PRODUCIDAS POR PALMACEITE S.A	13/11/2018 CÓD. VERSIÓN 01
--	---	---

% DE REDUCCIÓN	Propuesto	2	2	3	3	3	3	3	3	30	3	
	Logrado											
*P: Programado *E: Ejecutado												

6. Bibliografía

1. Naciones Unidas, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).(1997).
2. PNUMA/Grid-Arendal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España (MARM) (2009). El Clima en peligro. Una guía fácil del Cuarto Informe del IPCC.