

---

## 2. ASPECTOS BÁSICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

**Definición:** El **cambio climático** que ha estado experimentando el planeta tierra se ha correlacionado con el aumento en la atmósfera de **gases de efecto invernadero** (GEI), con emisiones superiores a las que el espacio donde se desarrolla la vida conocida como biosfera y los mares pueden absorber.

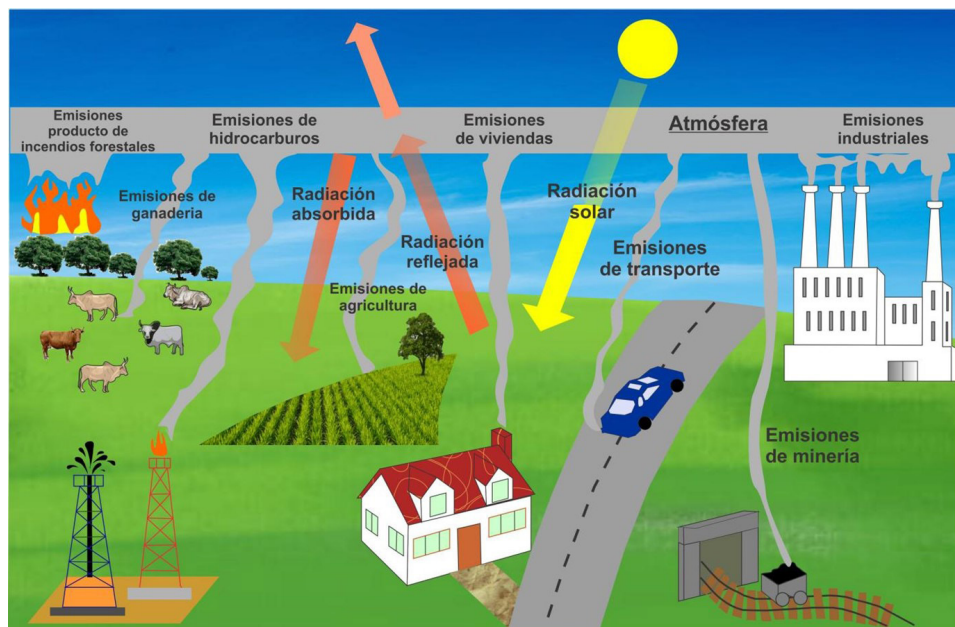
Dichos gases causan que la captura de radiación infrarroja en la atmósfera sea mayor a lo usual, y como resultado, causando el calentamiento o aumento global de la temperatura. La variabilidad climática, que consiste en las fluctuaciones de las condiciones predominantes en una zona, se diferencia del cambio climático en que en este último las condiciones predominantes son modificadas.

Los gases de efecto invernadero que más contribuyen al calentamiento son el CO<sub>2</sub> (dióxido de Carbono) y el CH<sub>4</sub> (metano). El gas metano se caracteriza por ser uno de los gases más agresivos, causantes del efecto invernadero, teniendo un poder de calentamiento global 20 - 30 veces más fuerte que el CO<sub>2</sub>.

Los GEI operan como una barrera que absorbe y remite esa radiación infrarroja emitida por la tierra impidiendo que cierta porción de este calor se escape del planeta. Como resultado, la tierra se calienta, y en consecuencia de ello, sucede el calentamiento global más conocido también como cambio climático en el periodo reciente (Mariño y Chanci, 2020) (Figura 6).

**Figura 6**

*Bloqueo de la radiación infrarroja por las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero)*



Como resultado del COP 21 en París “Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático” (United Nations, 2015), las naciones signatarias, incluida Colombia, se responsabilizaron en gestionar de manera eficaz la medición, reporte y reducción de la emisión de los GEI para que la temperatura media del planeta, producto del calentamiento global, no supere los 2 °C para 2030, e incluso aunar esfuerzos para limitar el calentamiento global a 1.5 °C.

Según el IPCC (“Intergovernmental Panel of Climate Change” o grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático) que es una organización intergubernamental de las Naciones Unidas cuya misión es proveer una síntesis científica sobre el cambio climático.

---

Si la temperatura del planeta supera los 2 °C, los efectos serán catastróficos, tales como: aumento del nivel del mar (por derretimiento de glaciares, casquetes polares y dilatación térmica del agua) cambios de temperatura y precipitación, cambios en la agricultura, aparición de enfermedades tropicales, etc. Con este compromiso en mente, Colombia se ha responsabilizado en disminuir las emisiones en un 51 % para 2030 (IPCC, 1997; CAR, 2021).

**Tipos de emisores de GEI:** en Colombia, el IDEAM que es la oficina encargada de los asuntos climatológicos y ambientales, ha identificado en porcentaje los diferentes sectores que emiten GEI así: energía (que incluye fábricas y transporte) con un 44 %, le siguen la agricultura y otros usos del suelo con el 43 %, las basuras o residuos corresponde a un 8 %, y las fábricas o procesos industriales representan un 5 % (ver Figura 7) (IDEAM y PNUD, 2016; CAR, 2021).

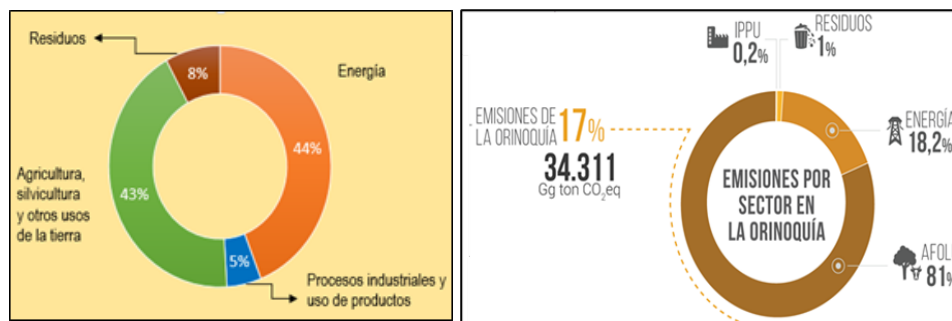
De otro lado, la oficina relacionada con el ambiente de Estados Unidos (EPA), determinó que la ganadería extensiva es una de las prácticas que más emite GEI, no solo por los gases producto de la digestión del alimento de las vacas, lo que genera metano (CH<sub>4</sub>), sino también, por la tala y quema de bosques para abrir nuevos potreros, como consecuencia se produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (USEPA, 2016).

Dichas emisiones estarían alrededor de 14,5 %. La tala y quema de árboles se convierte en un ciclo perverso, porque al mismo tiempo que se aumenta el CO<sub>2</sub>, se disminuye la producción de oxígeno (O<sub>2</sub>) por la reducción indiscriminada de los árboles que son uno de los mayores productores de oxígeno.

Particularmente, en la Orinoquía toda la agroindustria, incluyendo el cambio de uso del suelo (AFOLI) emitiría alrededor del 81% del total de las emisiones de la región, lo que casi dobla en porcentaje a las emisiones de la agroindustria nacional (IPPU). A pesar de lo anterior, esta región solo contribuye al 17% de las emisiones nacionales (203 millones de toneladas CO<sub>2</sub>eq) (Figura 7).

**Figura 7**

Porcentaje de emanaciones de GEI por distintos emisores en Colombia y en la Orinoquía



*Nota.* IDEAM y PNUD (2012) y CIAT (2014) IPPU=industria, AFOLI= agro-industria

Las emisiones de GEI se pueden agrupar en dos grandes grupos, por un lado, las activas y, por el otro, las pasivas. La primera, se presenta cuando hay una quema de combustible, un ejemplo de ello es lo que sucede en un horno de una industria o en una quema de bosques. La segunda, cuando no hay quema y, por lo tanto, no es tan visible que se estén emitiendo GEI. De esta manera, las emanaciones pasivas son distinguidas por el PICC como fugitivas.

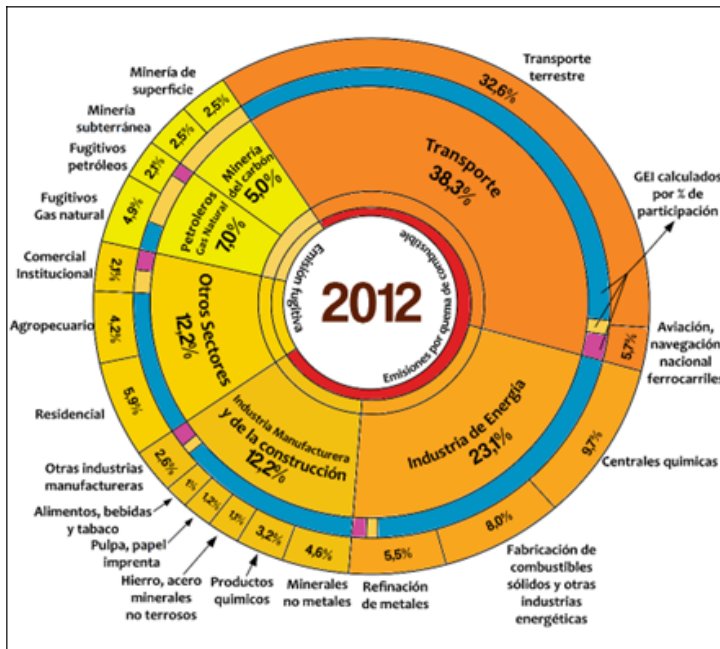
Las **emisiones fugitivas** son invisibles porque no hay ignición de materiales inflamables o combustibles, sino que se generan por la fuga de gases que están retenidos por la naturaleza y que se emiten a la atmósfera por la acción antrópica por motivo de actividades tales como: agropecuarias, residenciales, por la explotación de hidrocarburos, y por la minera (Figuras 6 y 8) (Mariño y Chanci, 2020).

Este es el caso de las emisiones de metano propagado por la flatulencia y eructos de las vacas y otros vacunos, dichas emisiones se producen de manera lenta y casi imperceptible porque el metano que emiten es invisible e inodoro. Lo que significa que, las emisiones

fugitivas de gas metano asociado al ganado bovino representan un porcentaje de los GEI relacionados con agricultura y ganadería que suman un 4,2 %. No obstante, también se generan emisiones pasivas en los cultivos que tienen que ser anegados con agua, tal como sucede con el arroz (Figura 8).

**Figura 8**

*GEI relacionados con emanaciones fugitivas del grupo de agricultura y ganadería*



Nota. IDEAM (2016)

Ante la sospecha de cambio climático por GEI, se acordó que cada país debe, además de mitigar desde sus políticas públicas, reportar las emisiones a partir de las disposiciones establecidas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC), en inglés IPCC, en donde cada gobierno debe tomar acciones para evitar aumentar en dos grados Celsius la temperatura del planeta para 2030.

---

En lo que a este tema respecta, Colombia como aspirante a ser un gran productor de cereales y otros monocultivos, y candidato a incrementar el hato ganadero, debe estar pensando en medir y reportar los gases relacionados con la ganadería y la agricultura, teniendo en cuenta que dichas emisiones de metano y CO<sub>2</sub> contribuyen en forma considerable a los GEI.

A continuación se presentan algunos argumentos que analizan las emisiones procedentes de las vacas. En el caso de Sudamérica, somos señalados, porque producir carne de vacuno demanda diez veces más terreno y emite 3 veces más GEI que en Europa o Estados Unidos debido a la tala de bosques y porque el ganado es alimentado con pasto y no con granos. En cuanto al porcentaje de proteína, algunos investigadores indican que la carne y la leche de los vacunos aportan entre el 18-37 % de las calorías y las proteínas, pero que utilizan más del 80% de las tierras cultivables y generan cerca del 60% de las emisiones de GEI relacionadas con la agricultura.

Si se consulta la documentación emitida por la oficina de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), la cría de ganado también sería uno de los principales productores de GEI, acción que representa al menos un 10% del total, incluso por encima de los automóviles. Se estima que las vacas expulsan más del 50% del óxido nitroso (su efecto invernadero es 300 veces mayor que el CO<sub>2</sub>), cerca del 40% del CH<sub>4</sub> se relaciona a las actividades antrópicas y cerca del 70% del amoníaco que es asociado a la lluvia ácida (FAO, 2021).

Las vacas no solamente son grandes emisores de metano, sino que también degradan el suelo por las pisadas y contaminan el agua con la orina y el estiércol. En la actualidad, cerca de una tercera parte de la superficie terrestre se utiliza para alimentar y sostener ganado, sin tener en cuenta las tierras utilizadas para cultivar cereales, con el único fin de alimentarlo. Sin embargo, la mayor afectación ambiental viene de la deforestación que se causa en Latinoamérica a fin de generar potreros para el ganado.

---

En comparación con la producción de otras carnes como cerdo y aves, la carne de res requiere muchas más calorías, entre 3 y 4 veces más, para producir las mismas toneladas de carne. Lo mismo pasa con el consumo de agua, las reses requieren más agua que la que se utilizaría para criar pollos y cerdos juntos (National Geographic, 2021).

Además, el pastoreo excesivo causa daños al suelo a gran escala porque puede producir erosión y aun desertificación bajo condiciones de excesivo pastoreo. Ya se mencionó que la crianza de ganado requiere enormes cantidades de pasto y de recursos hídricos, que, en su lugar, se podrían utilizar para cubrir las necesidades alimenticias de la gente. Así también, hay que sumarle la contaminación de las aguas con los sobrantes de los nutrientes conocido como eutrofización. Los argumentos presentados han llevado a algunos ambientalistas a sostener que abstenerse del consumo de carne es parte de la solución de los cambios climáticos.

**Cambio climático en la Orinoquía.** Con la firma del acuerdo de París (COP21), el país ha aceptado el compromiso mundial de disminuir las emisiones de GEI a cantidades que impidan que la temperatura del planeta sobrepase los 1,5 °C, o peor aún, los 2 °C con respecto a los niveles preindustriales. En consecuencia, Colombia se ha responsabilizado con disminuir en 51 % las emisiones a 2030.

Para alcanzar dicha meta, el Ministerio del Ambiente viene trabajando en un proceso técnico-político para involucrar al sector público y privado en modelos y escenarios de mitigación de largo plazo; esto ha permitido generar insumos para la formulación de la “Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono” (ECDBC), promoviendo la construcción de escenarios e identificando medidas de mitigación, mientras se comprometen los sectores en mediciones y metas específicas de reducción de GEI (Planes de Acción Sectoriales PAS) (CIAT et al., 2017).

---

En Colombia, la adaptación y mitigación son una prioridad, porque su ubicación dentro de la zona tropical la hace más vulnerable a los impactos. Por esta razón, y con los efectos ya descritos, se suma la vulnerabilidad propia de sectores rurales con recursos limitados. Dentro de los escenarios investigados, se destaca el plan liderado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), que intenta visualizar a futuro los escollos climáticos que afrontarán sectores claves como ganadería, agricultura, disponibilidad de agua, salud, infraestructura y servicios ecosistémicos (Capítulo 14) (CIAT et al., 2017).

Al analizar la evolución del desarrollo de las sabanas a través del tiempo, se puede decir que los llaneros han logrado implementar sistemas ganaderos de pastoreo basados en el uso adaptativo y aprovechamiento de la biodiversidad.

Quienes se dedican al pastoreo tradicional, que consiste en soltar el ganado en las sabanas naturales para recogerlo en la época de saca, se han adaptado al medio y han respetado la biodiversidad, al mismo tiempo se consideran como medio productivo para sus habitantes. Sus defensores agregan que el pastoreo extenso de esta ganadería, simplemente saca provecho de los pastos naturales de la sabana que son forrajes variados y nutritivos, paralelamente, se hace un manejo natural del agua, con un número bajo de cabezas por hectárea.

Sin embargo, este equilibrio parece estar rompiéndose porque en las últimas décadas la Orinoquía ha sido sobrecargada con nuevas economías como la exploración y producción de petróleo y gas, los cultivos agroindustriales de arroz y palma africana, entre otros, lo que ha generado grandes cambios paisajísticos y sociales ya que gran parte de la transformación se ha hecho sin planificación y sin gestionar la adecuada protección de la biodiversidad, así como, de los servicios ecosistémicos.



---

A pesar de su tamaño, la Orinoquía es frágil y su aprovechamiento debe corresponder a las características singulares de la región (Figura 9).

**Figura 9**

*Esteros casi secos durante la sequía de Casanare en 2013-2014*



*Nota.* Las sequías periódicas de la Orinoquía podrían ser más severas y frecuentes a raíz del cambio climático. IDEAM (2016)

En los siguientes capítulos se abordarán casos puntuales y regionales que relacionan el agua de la Orinoquía con el cambio climático. Particularmente, en los Capítulos 14 y 15, se presentan detalles de la situación actual del clima y los escenarios, proyecciones y tendencias para toda la región al año 2040 (CIAT, 2017). Sin embargo, en primer lugar, es necesario entender los factores que controlan el clima, tal como se explican en el siguiente capítulo.

