

Cambio Climático y Agricultura: *conceptos y enfoque en fertilización nitrogenada*

Vanessa Catalina Díaz Poveda
Disciplina de Suelos



Cambio climático



“Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

El cambio climático es atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática es atribuible a causas naturales.

La atmósfera

Envoltura gaseosa que rodea la Tierra, compuesta por:

- Nitrógeno (78,1 %)
- Oxígeno (20,9 %)
- Argón y helio (0,93 %)
- Gases de efecto invernadero (0,07%)



Troposfera
6-20 km

Estratosfera
85 km

Mesosfera
690 km

Termosfera
1000 km

Exosfera

Efecto invernadero natural

Efecto invernadero acelerado por actividad humana

Energía solar atraviesa la atmósfera. Parte de ella es absorbida por la superficie y otra es reflejada

Una parte de la radiación reflejada es absorbida por los GEI, otra parte regresa al espacio

Más calor se escapa al espacio

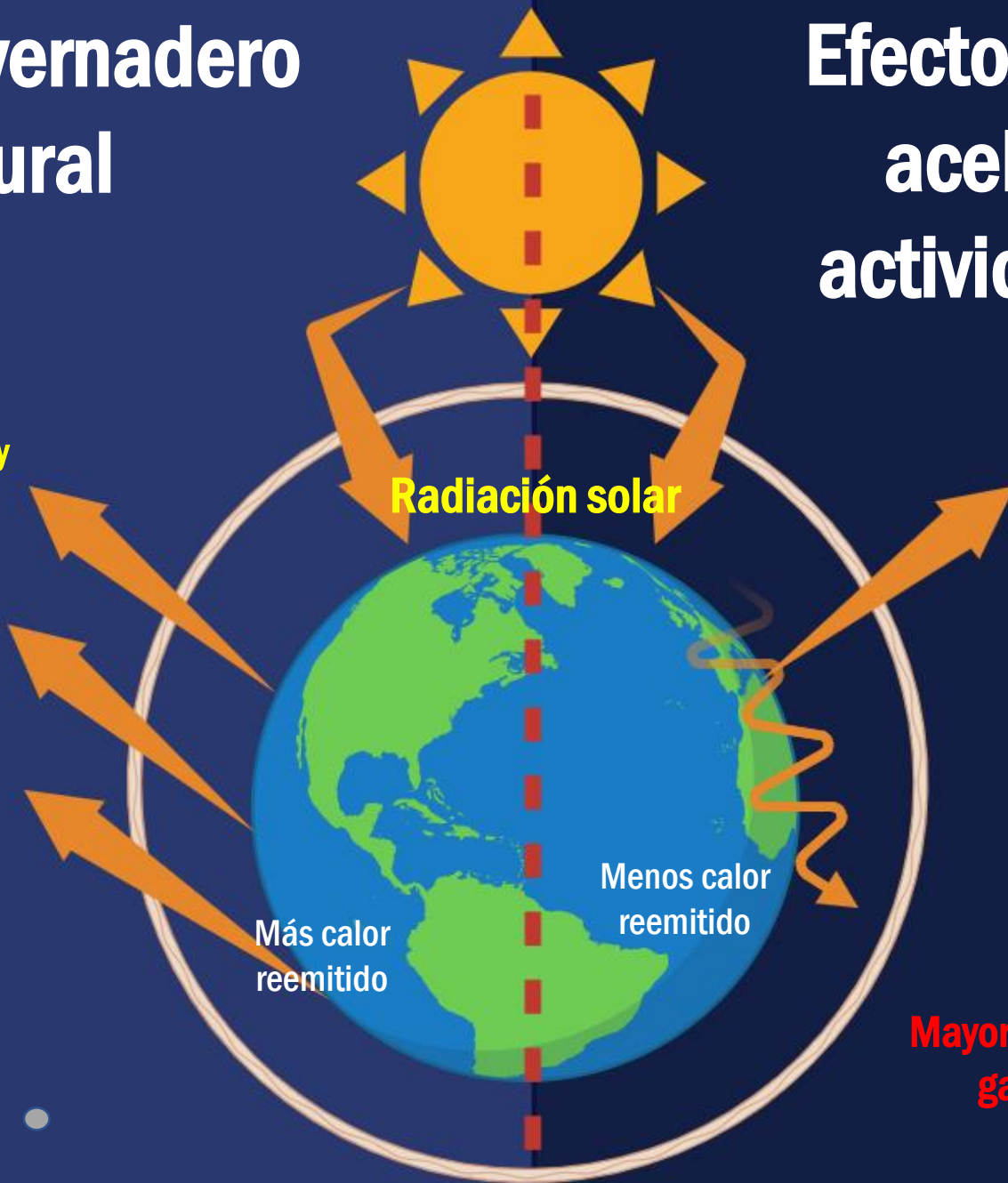
Radiación solar

Más calor reemitido

Menos calor reemitido

Menos calor se escapa al espacio

Mayor concentración de gases de efecto invernadero



Gases de efecto invernadero: GEI

- Vapor de agua (H₂O)
- **Dióxido de carbono (CO₂)**
- **Metano (CH₄)**
- **Óxido nitroso (N₂O)**
- Ozono (O₃)
- Clorofluorocarbonos (CFC y HCFC)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Abundancia media mundial en 2022	417,9 ± 0,2 ppm ^b	1923 ± 2 ppmm	335,8 ± 0,1 ppmm
Abundancia en 2022 respecto a 1750 ^a	150%	264%	124%
Aumento anual medio en valor absoluto en los últimos diez años	2,46 ppm año ⁻¹	10,2 ppmm año ⁻¹	1,05 ppmm año ⁻¹

^aSuponiendo unas concentraciones preindustriales de 278,3 ppm para el CO₂, 729,2 ppmm para el CH₄ y 270,1 ppmm para el N₂O. Número de estaciones utilizadas para los análisis: 146 para el CO₂, 151 para el CH₄ y 109 para el N₂O.

^bpartes por mil millones.

Potencial de calentamiento global de los GEI

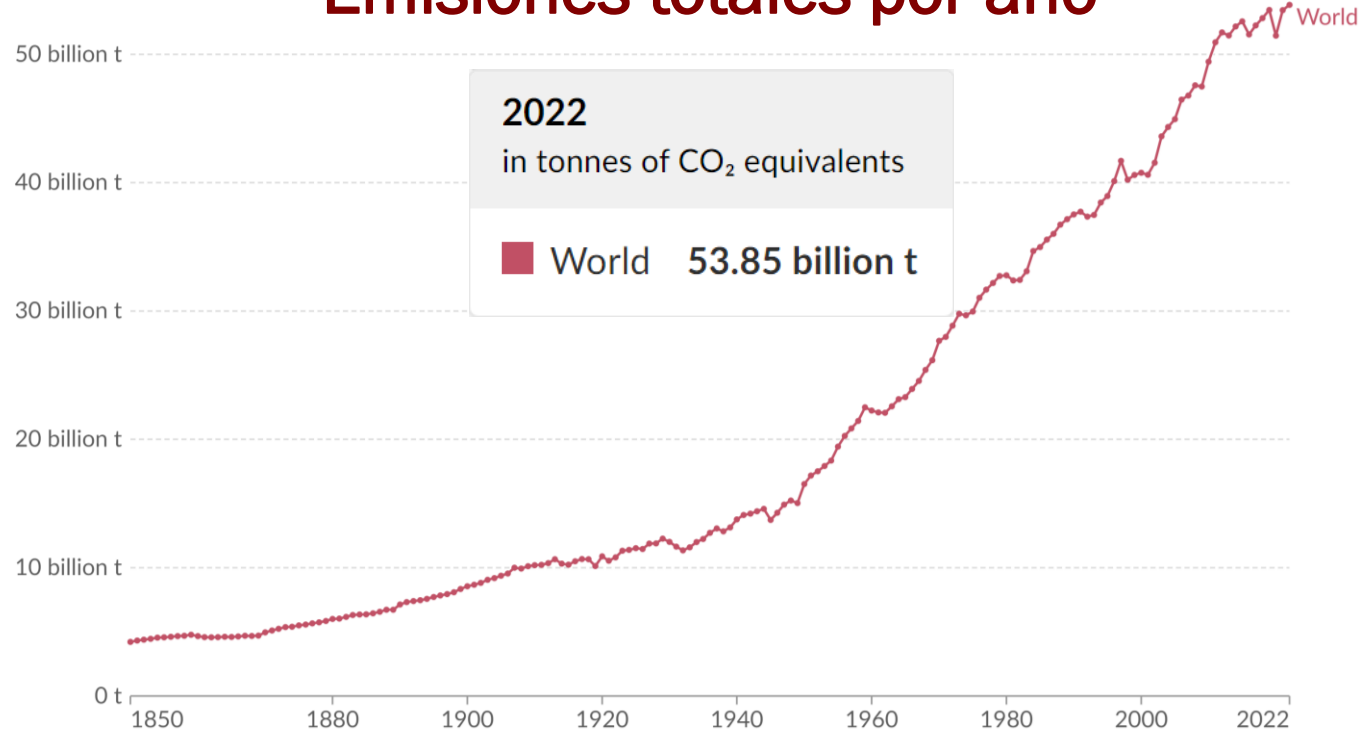
Gas de efecto invernadero	Tiempo de vida, años	Eficiencia radiativa, $W m^{-2} ppb^{-1}$	Potencial de calentamiento, años		
			20	200	500
Dióxido de carbono (CO ₂)	1.2	1.4×10^{-5}	1	1	1
Metano (CH ₄)	12	3.7×10^{-4}	62	23	7
Óxido nitroso (N ₂ O)	114	3.03×10^{-3}	275	298	153

Eficiencia radiativa: o forzamiento radiactivo, es la perturbación del balance radiativo de la atmósfera terrestre entre la radiación solar incidente y la radiación infrarroja saliente, denotado por un cambio en la irradiancia neta en la tropopausa.

Potencial de calentamiento: indicador del efecto radiativo de una sustancia sobre un horizonte de tiempo escogido, teniendo como base al dióxido de carbono.

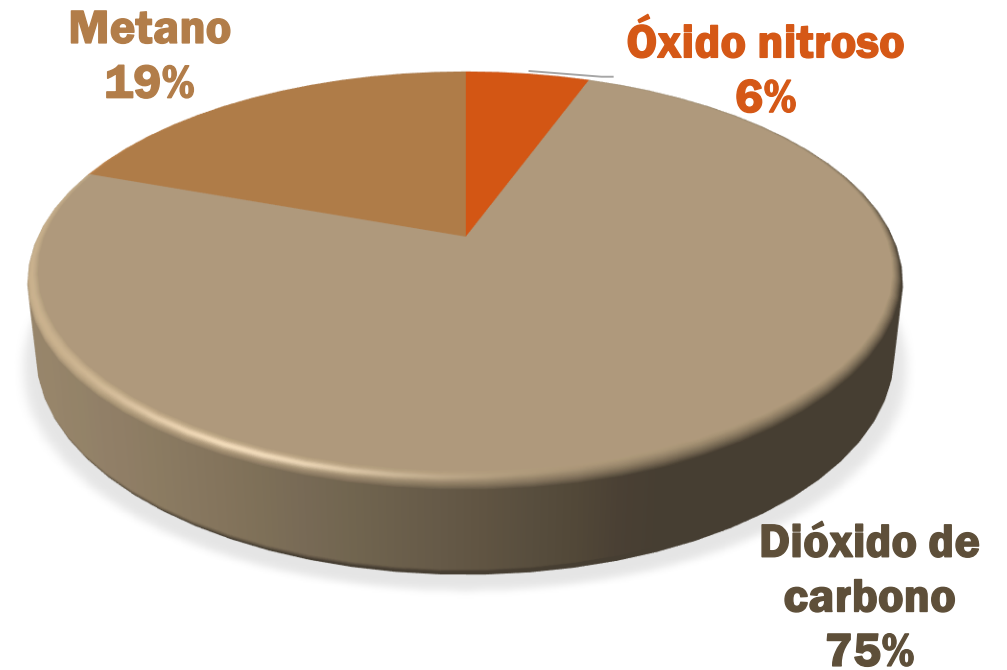
Emisiones mundiales de GEI a 2022

Emisiones totales por año

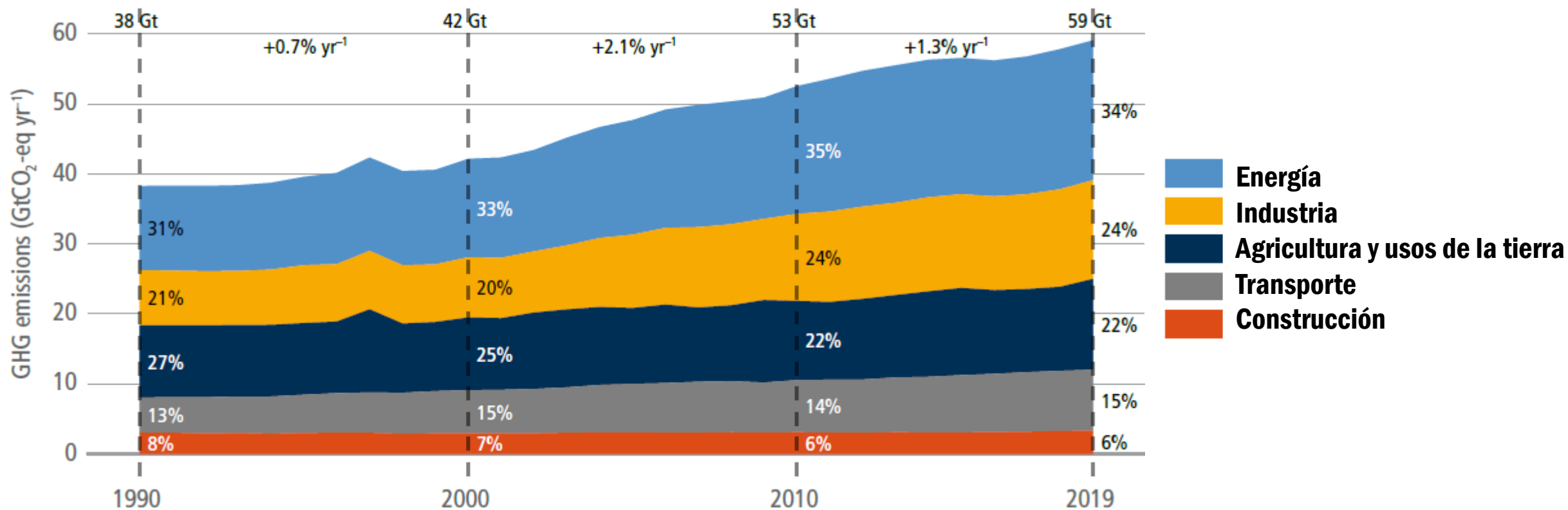


Las emisiones totales incluyen dióxido de carbono, metano y óxido nítrico. Se miden en toneladas de dióxido de carbono equivalente en una escala de tiempo de 100 años.

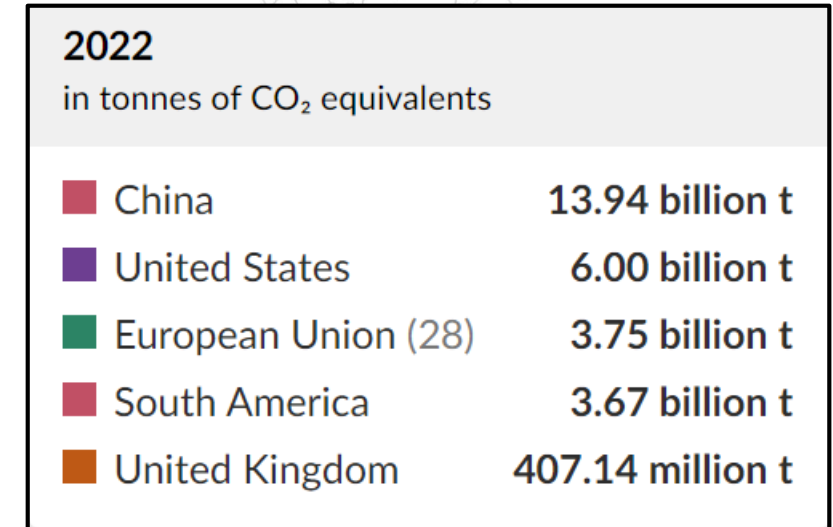
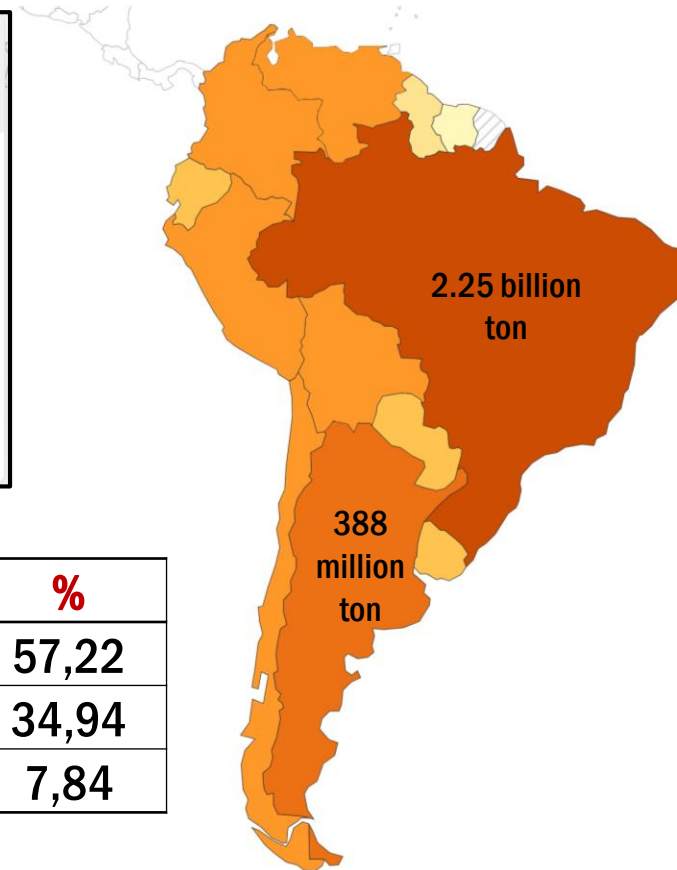
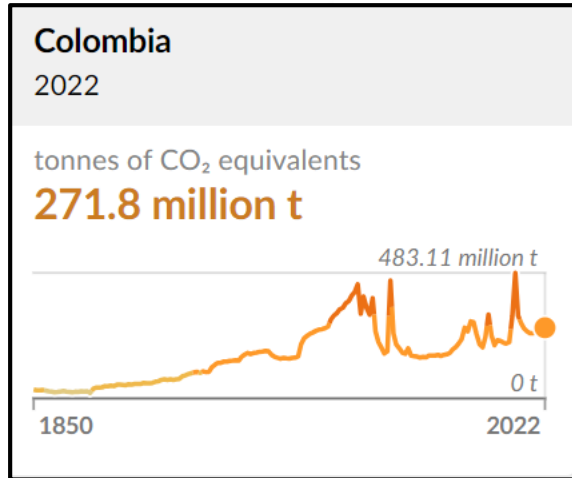
Emisiones por gas



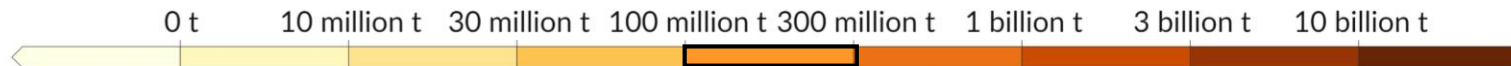
Tendencias globales en emisiones de GEI por sector



Emisiones totales GEI en América del Sur y Colombia a 2022



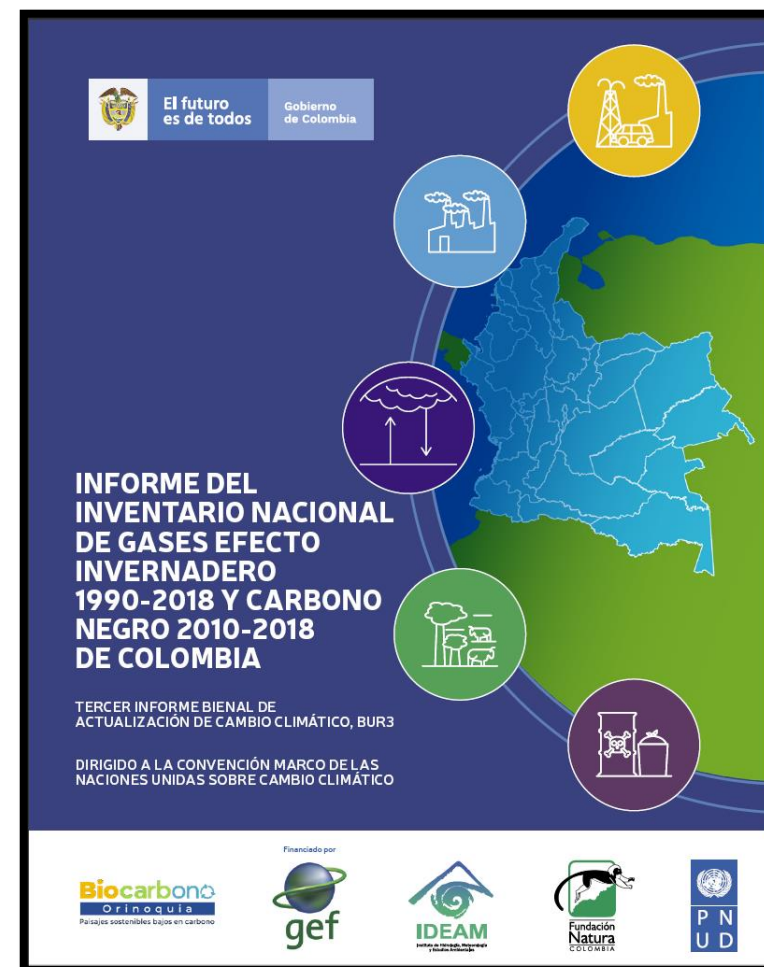
GEI	ton CO ₂ eq	%
Dióxido de carbono	155,514,990	57,22
Metano	94,972,400	34,94
Óxido nitroso	21,308,368	7,84



Inventarios de emisión de GEI

Es un reporte, delimitado para un periodo de tiempo y territorio específico, en el cual se establece la cantidad de GEI emitidos directamente a la atmósfera, como resultado de actividades humanas y de las absorciones por reservorios de carbono, tales como bosques o los ecosistemas marinos como los manglares.

Dentro de los compromisos que Colombia ha adquirido, se debe reportar periódicamente los avances en la implementación a nivel nacional de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático -CMNUCC, el Acuerdo de París y nuestras metas establecidas en la Contribución Nacionalmente Determinada NDC, lo que incluye los reportes periódicos de los inventarios de emisiones y absorciones de GEI.



Factor de emisión

Coeficiente que cuantifica las emisiones o absorciones por actividad unitaria.

Este valor intenta relacionar la cantidad de un contaminante liberado a la atmósfera, con una actividad asociada.

Estos factores generalmente se expresan como el peso del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad que emite el contaminante.

La ecuación general para la estimación de emisiones es:



Huella de carbono

Es una medida de la cantidad total de gases de efecto invernadero que son emitidos por una persona, organización, producto, servicio o evento.

Para la producción de alimentos, la huella de carbono considera todas las emisiones que generan las actividades involucradas en el ciclo de vida del producto, desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo, configurándose en un indicador de desempeño ambiental.



Seville, Spain
42.2°C

Ahvaz, Iran
46.5°C

Mapamundi de temperaturas en superficie. Julio de 2022. (NASA)

Impactos del cambio climático

- Aumento en el nivel del mar
- Cambios en los regímenes de precipitación
- Cambios en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (tormentas, huracanes, fenómenos del Niño y la Niña)
- Impactos sobre la agricultura, los recursos hídricos, los ecosistemas, la salud humana, entre otros.

Nota Técnica IDEAM (2007).

Impactos cambio climático: degradación de los suelos

El suelo productivo de Colombia sufre de ‘cáncer’ por cuenta de la erosión

Unas 19 millones de hectáreas de suelo productivo en Colombia estarían a punto de perderse por cuenta de la erosión, un ‘cáncer’ que afecta al 40% del territorio en diferentes niveles y pone en jaque a la seguridad alimentaria del país, advirtió un reciente informe de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA).



Noticia periódico Semana, julio 2015

Erosión

Fuertes lluvias en el Huila: reportan emergencias y deslizamientos

Al menos cinco veredas del municipio de Palermo, en el noroccidente del Huila, se encuentran afectadas por deslizamientos de tierra a raíz de las fuertes lluvias.



Noticia BluRadio, abril 2024

Deslizamientos de tierra

Los escarabajos y el fuego matan decenas de “indestructibles” secuoyas gigantes

Las secuoyas gigantes, los organismos vivos más longevos del planeta (algunas de más de tres milenios de antigüedad) han comenzado a morir por ataques de escarabajos relacionados con la emergencia climática. Estos escarabajos de la corteza, han coexistido con las secuoyas durante muchos años.



Phloeosinus punctatus, the beetle responsible for the death of the trees, is just 3-4mm long. Photograph: Courtesy of Oregon Department of Agriculture. Tomado del periódico The Guardian.

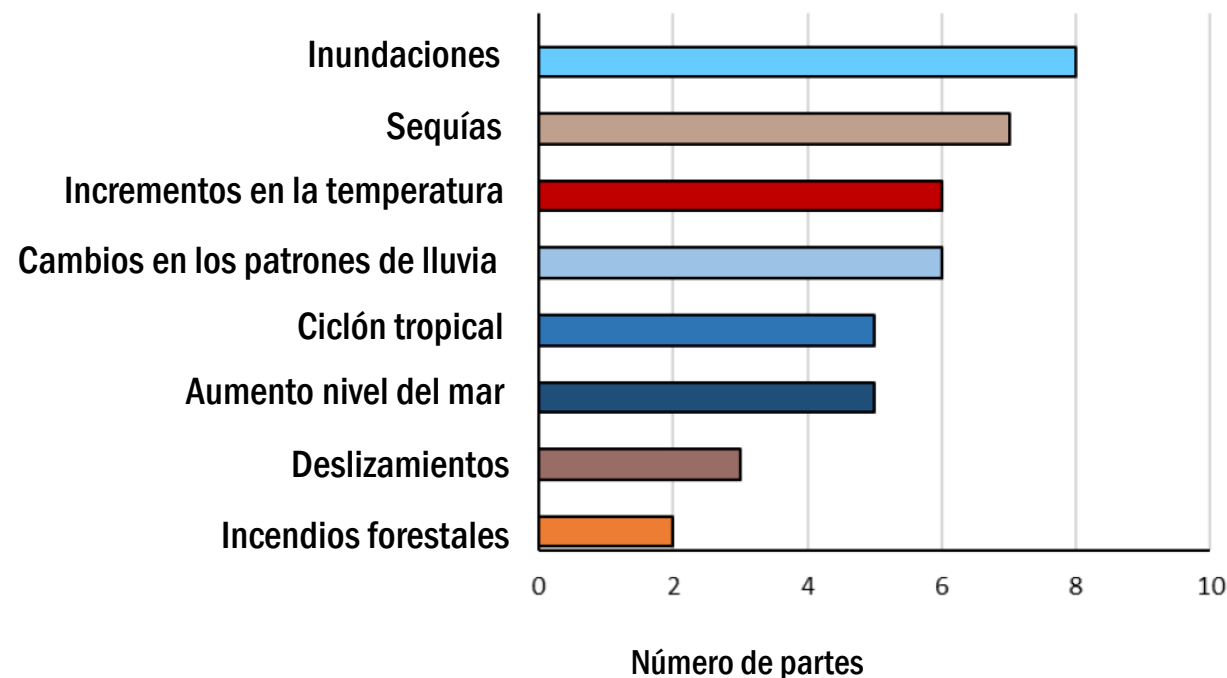
The Guardian. (2020). Beetles and fire kill dozens of 'indestructible' giant sequoia trees.



Impactos cambio climático

“América Latina y el Caribe es una de las regiones del mundo más afectadas por los desastres relacionados con el clima. Los fenómenos hidrometeorológicos, como inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor, representan el 93 % de todos los desastres ocurridos en los últimos 20 años”.

Tipos de peligros de mayor preocupación en América del sur



Conceptos con enfoque de cambio climático



Vulnerabilidad: Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.



Mitigación: Intervención humana destinada a reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero.



Adaptación: En los sistemas humanos, el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos.

Agricultura climáticamente inteligente

Climate-Smart Agriculture (CSA). Enfoque que ayuda a encauzar las medidas necesarias para transformar y reorientar los sistemas agrícolas, con el fin de respaldar con eficacia el desarrollo y lograr la seguridad alimentaria en el marco del cambio climático.

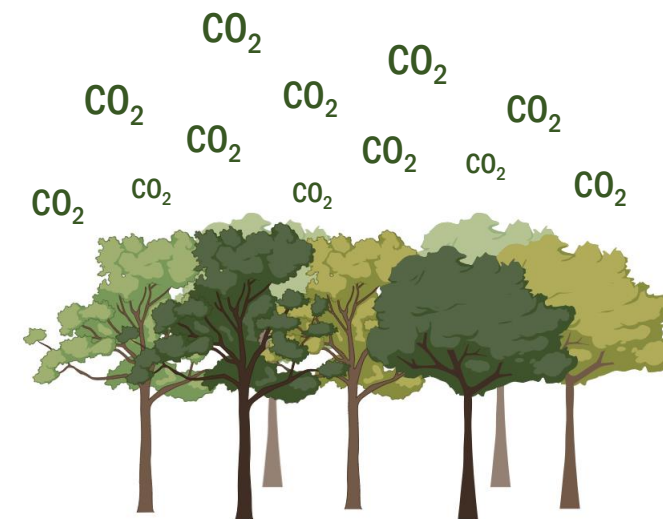
Objetivos principales:



Aumentar sosteniblemente la productividad y los ingresos en el sector agrícola.



Adaptar y crear resiliencia ante el cambio climático.

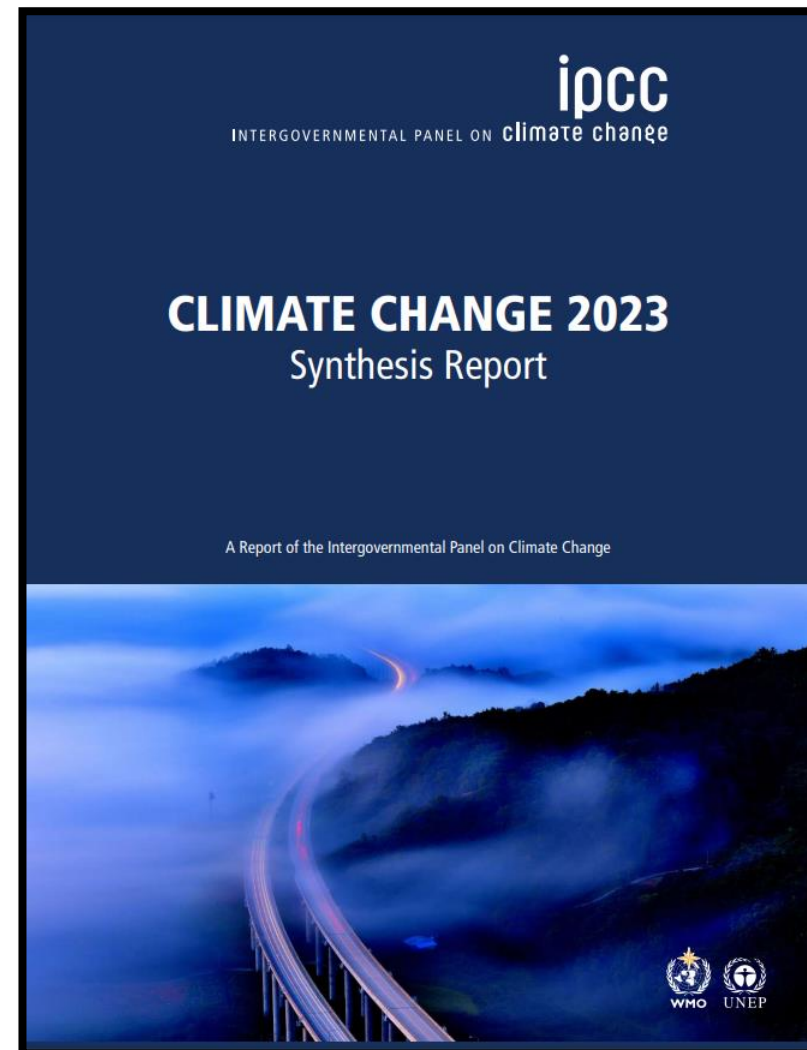


Reducir o remover emisiones de GEI en la medida de lo posible (FAO, 2018).

Organismos y convenios

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

Fue creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 1988 y su objetivo es proporcionar a los gobiernos de todos los niveles información científica que puedan utilizar para desarrollar políticas climáticas. Los informes del IPCC también son un aporte clave a las negociaciones internacionales sobre el cambio climático.



Organismos y convenios

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

Entró en vigor en marzo de 1994. En mayo de 2018 estaba constituida por 197 Partes (196 Estados y la Unión Europea). El objetivo es “la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático”. Las disposiciones se promueven y aplican mediante dos tratados: el **Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París**.

El Convenio fue ratificado por **Colombia** mediante la **Ley 164 de 1994**.

Organismos y convenios

Conferencia de las Partes (CP) (*Conference of the Parties COP*)

La COP de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático se realiza cada año y se trata de la máxima reunión de los órganos de negociación del régimen internacional de cambio climático, en donde se adoptan decisiones vinculantes para las partes. Este órgano se compone de partes con derecho a voto que han ratificado o se han adherido a la convención.



Protocolo de Kyoto

Tratado internacional, adoptado en 1997 en Kyoto (Japón), en la COP3 de la CMNUCC. Entró en vigor el 16 de febrero de 2005, y en mayo de 2018 estaba constituido por 197 Partes.

Compromete a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de GEI de conformidad con las metas individuales acordadas. El Protocolo estableció un riguroso sistema de seguimiento, revisión y verificación (MRV) para el seguimiento de los objetivos.

Anexo I: Hay 43 Partes que se clasifican como países desarrollados y "economías en transición".

Anexo II: Hay 24 Partes, formadas por miembros de la OCDE. Son necesarias para proveer apoyo financiero y técnico a las economías en transición y los países en desarrollo.

No Anexadas: Las Partes que no figuran en el Anexo I de la Convención, son en su mayoría los países en desarrollo.



Acuerdo de París

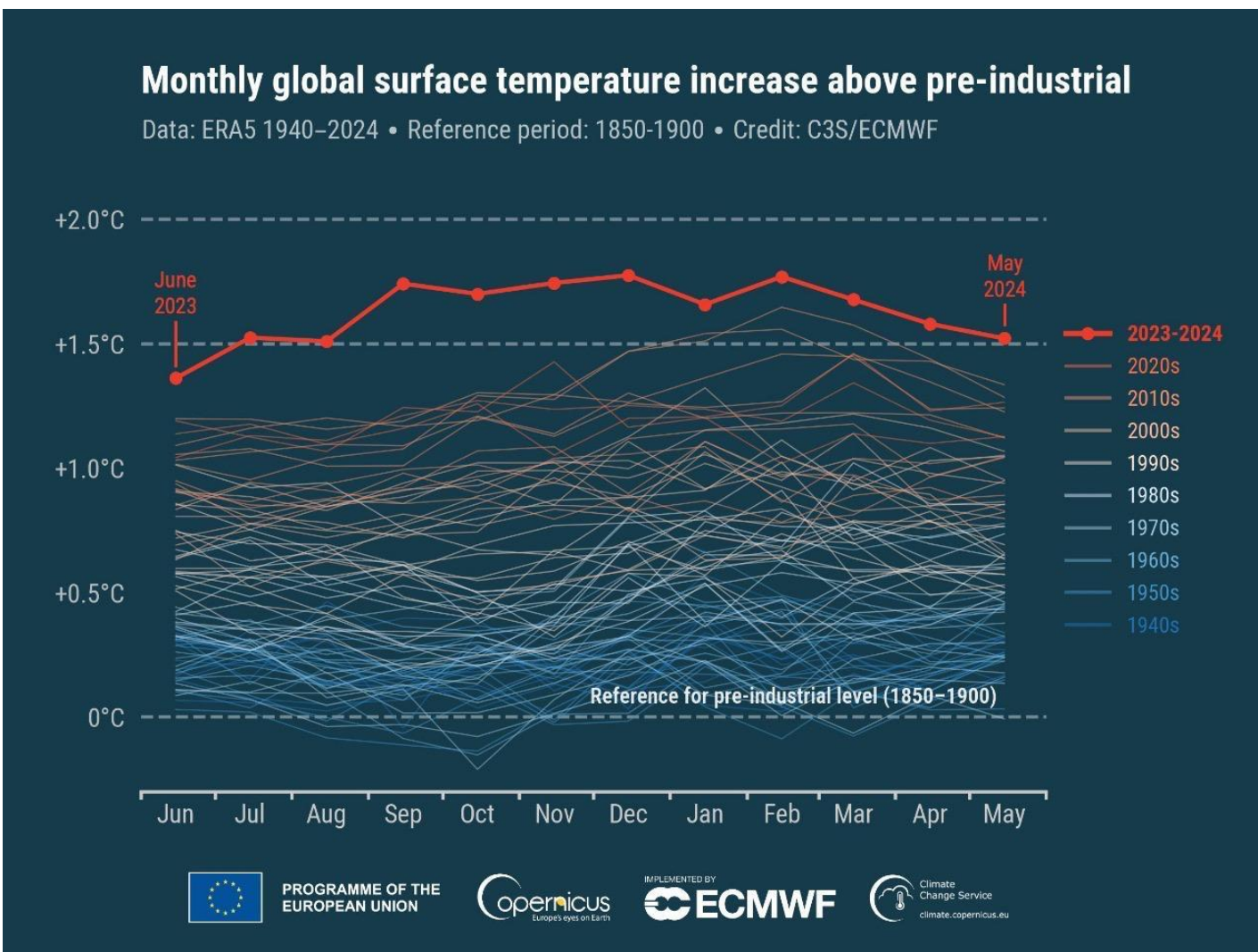
Se aprobó en diciembre de 2015 en París (Francia), en la COP21.

Uno de sus objetivos es “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático”.

Colombia en el Acuerdo de París



Aumento mensual de la temperatura global



Anomalías mensuales de la temperatura del aire en la superficie global (°C) en relación con 1850-1900 desde enero de 1940 hasta mayo de 2024, representadas como series temporales para todos los períodos de 12 meses que abarcan de junio a mayo del año siguiente. Los 12 meses comprendidos entre junio de 2023 y mayo de 2024 se muestran con una línea roja gruesa, mientras que todos los demás períodos de 12 meses se muestran con líneas finas sombreadas según la década, desde el azul (década de 1940) hasta el rojo ladrillo (década de 2020). Fuente de datos: ERA5. Crédito: Servicio de Cambio Climático Copernicus/ECMWF.

Copernicus ECMWF Climate Change Service (C3S) and World Meteorological Organization (2024).

Agricultura y óxido nitroso en Colombia



AFOLU
Agricultura, silvicultura y otros usos de la Tierra
Sector responsable por el 60 % de las emisiones nacionales



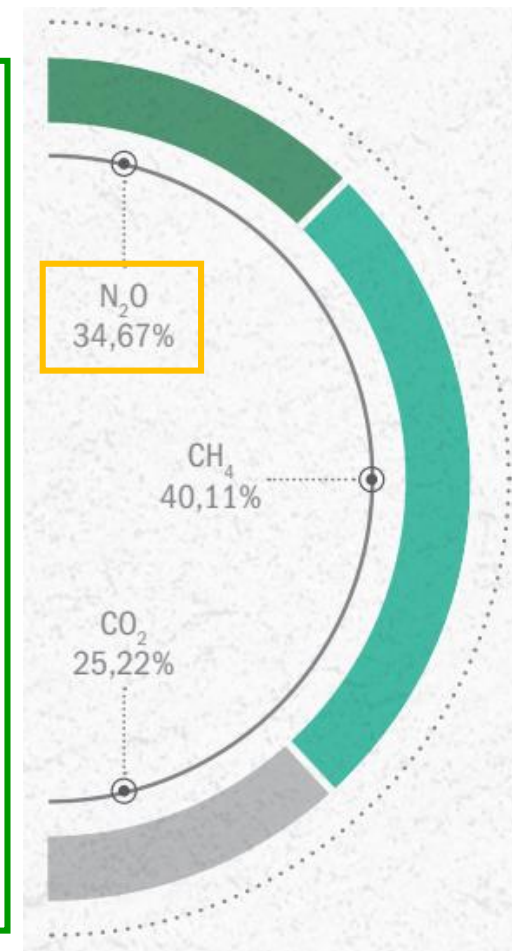
Forestal
36 %



Agropecuario
26%

Principales emisiones son por la fermentación entérica (37%), las quemas y gestión de suelos agropecuarios (34%). El crecimiento de las emisiones asociadas a cultivos permanentes se relaciona con la renovación de cultivos del café, la palma de aceite y frutales.

Las absorciones por crecimiento de cultivos permanentes representan un importante reservorio de carbono (59% de las absorciones totales), en especial el cultivo de café, que representa el 20% del total del área sembrada del país.



Nitrógeno: nutriente limitante para la producción de los cultivos

Considerado como el nutriente más limitante en la producción de café, con requerimientos que oscilan entre 120 y 300 kg ha⁻¹ año⁻¹, de acuerdo con el sistema de producción y el contenido de materia orgánica del suelo.

En Colombia y en café en promedio se aplican 160 kg ha⁻¹ año⁻¹.

Sadeghian & Duque (2003); Sadeghian (2022).



Fertilizantes nitrogenados



Urea

46-0-0



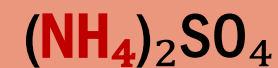
Nitrato de amonio

35-0-0



Sulfato de amonio

21-0-0-24(S)



Nitrato de calcio

34-0-0



Urea

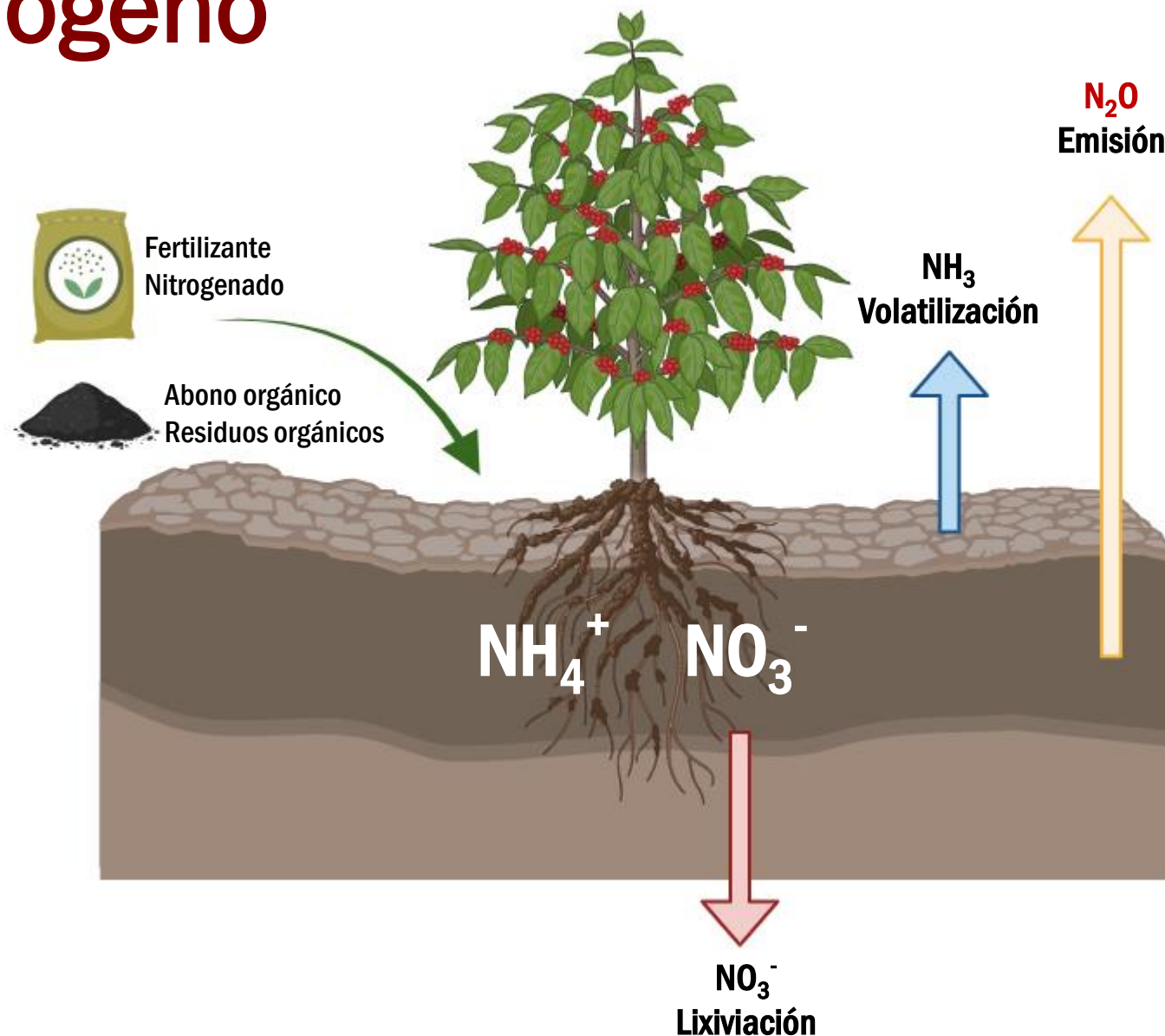


La urea es el fertilizante nitrogenado de síntesis química más empleado en la agricultura a nivel mundial, debido a su alta concentración de N (46%) y bajos costos de producción en comparación con otras fuentes.

Se estima que el 55% de la producción mundial de fertilizantes corresponde a este producto y se proyecta que su demanda anual aumentará en 1,5%.

Pérdidas de Nitrógeno

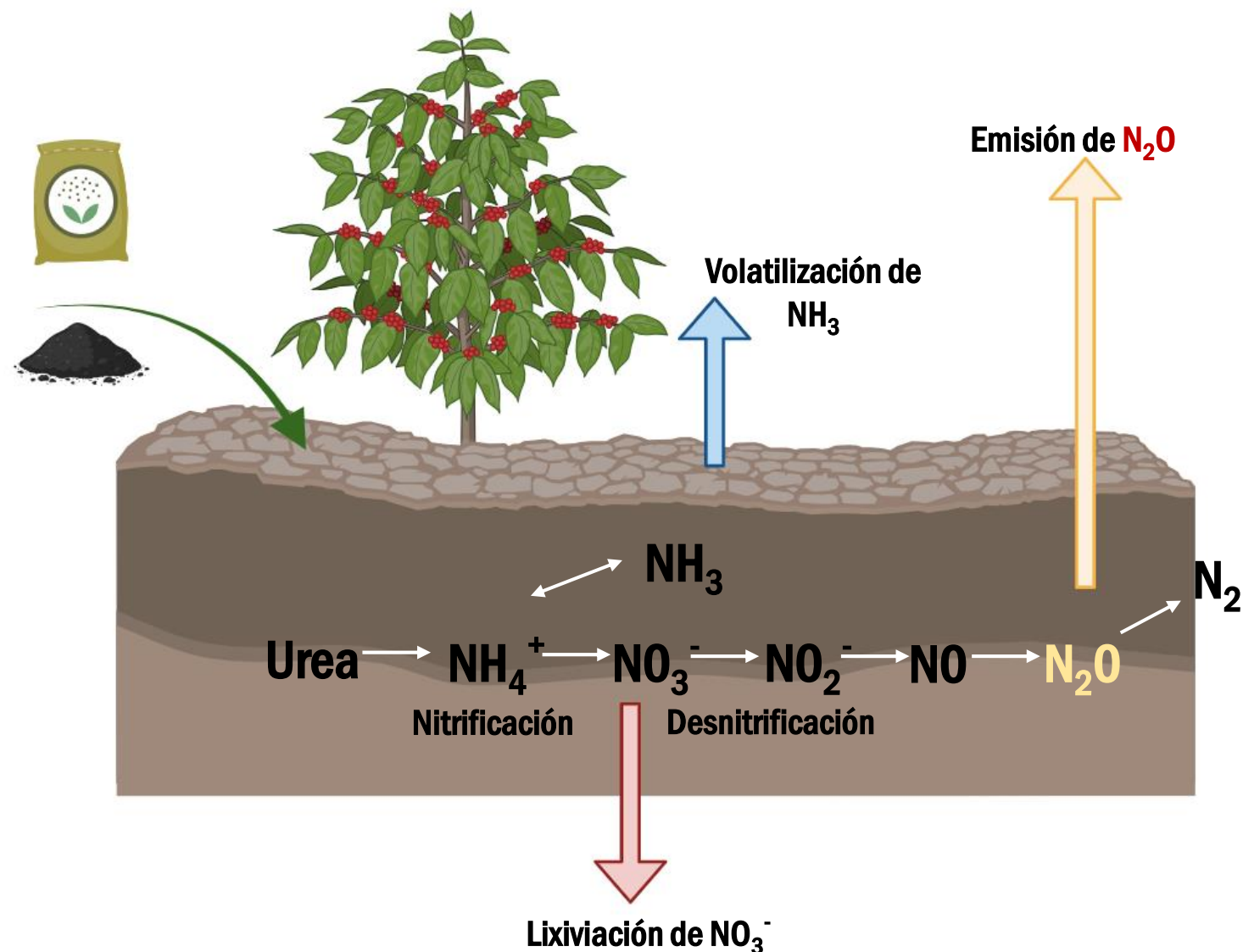
La magnitud en las pérdidas depende de diferentes reacciones basadas en las condiciones químicas, biológicas y físicas del suelo, así como de las condiciones climáticas y del manejo agronómico del cultivo.



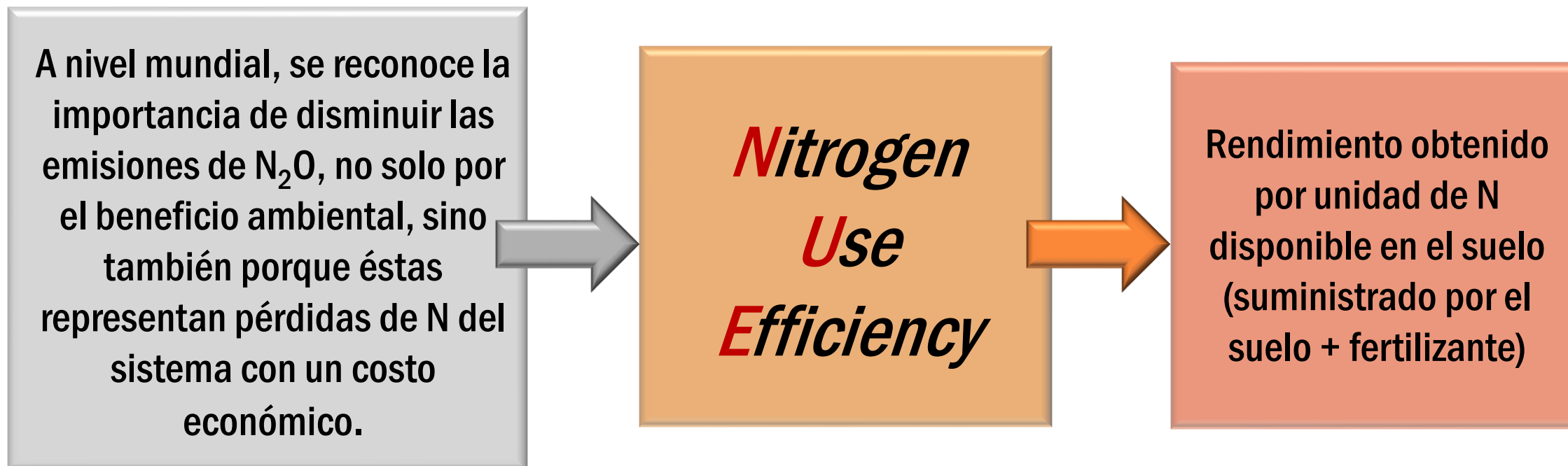
Formación del óxido nitroso

Es un producto intermedio gaseoso en la secuencia de reacción de la desnitrificación y un producto derivado de la nitrificación que se fuga de las células microbianas al suelo y, en última instancia, a la atmósfera.

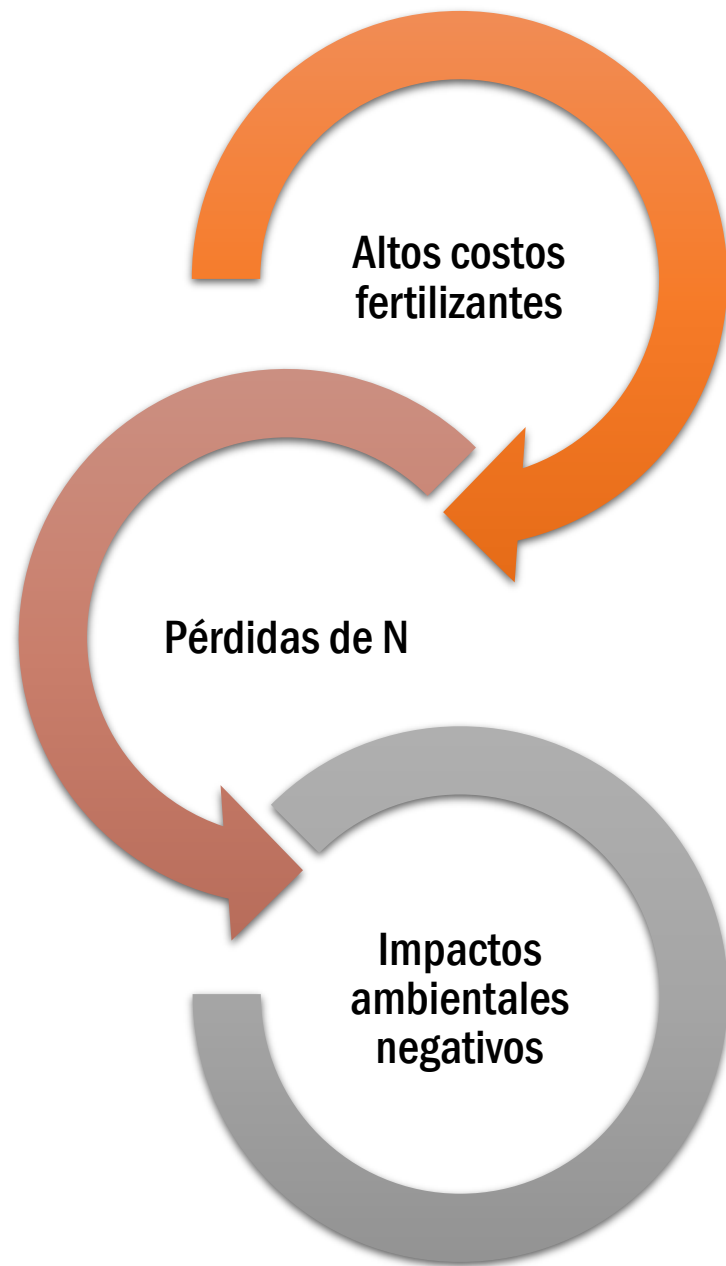
Uno de los principales factores de control de esta reacción es la disponibilidad de N inorgánico en el suelo, la cual aumenta por la aplicación de fertilizantes nitrogenados de síntesis química u orgánica.



Eficiencia en el uso del Nitrógeno



En promedio, solo el 50% del N aplicado a cultivos es recuperado por las plantas siendo la principal causa las pérdidas del sistema suelo-planta vía lixiviación, escorrentía, erosión, o por emisiones gaseosas.



Se enfatiza la necesidad de optimizar las prácticas de fertilización y aumentar la NUE.

En este mismo sentido, una baja adopción del uso del análisis de suelo, como herramienta para establecer la cantidad de fertilizante a aplicar de acuerdo con los requerimientos de este y las reservas del suelo, puede generar mayores pérdidas.

Estudios sobre emisiones de óxido de nitroso

Se han identificado efectos en las emisiones de N_2O por:



Estudios sobre emisiones de óxido de nitroso



Fuentes orgánicas

Su aplicación puede conllevar a mayores emisiones de N_2O al permitir cambios en los microorganismos del suelo en relación con el suministro de N y carbono lábil.



Fuentes sintéticas

El uso de inhibidores de nitrificación puede disminuir o prevenir la formación de NO_3^- que es susceptible a lixiviación y emisión de N_2O .

Proyecto SUE105005

**Evaluación del óxido nitroso
procedente de la fertilización
nitrogenada y alternativas de
manejo en el cultivo de café.**





GREEN
CLIMATE
FUND



*Climate-smart initiatives
for climate change adaptation
and sustainability in
prioritized agricultural
production systems
in Colombia (CSICAP)*



Programa de Intercambio Científico

Programa sobre Agricultura Climáticamente Inteligente de la Universidad Estatal de Carolina del Norte (NCSU) patrocinado por el Departamento de Agricultura de EE. UU.



NC STATE
UNIVERSITY

Sustainable and Organic Soil Fertility Lab

Dr. Alex Woodley

Las iniciativas de investigación incluyen la vinculación de los indicadores de salud del suelo con los agroecosistemas productivos, la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y el manejo nutrientes de los fertilizantes.



Actividades

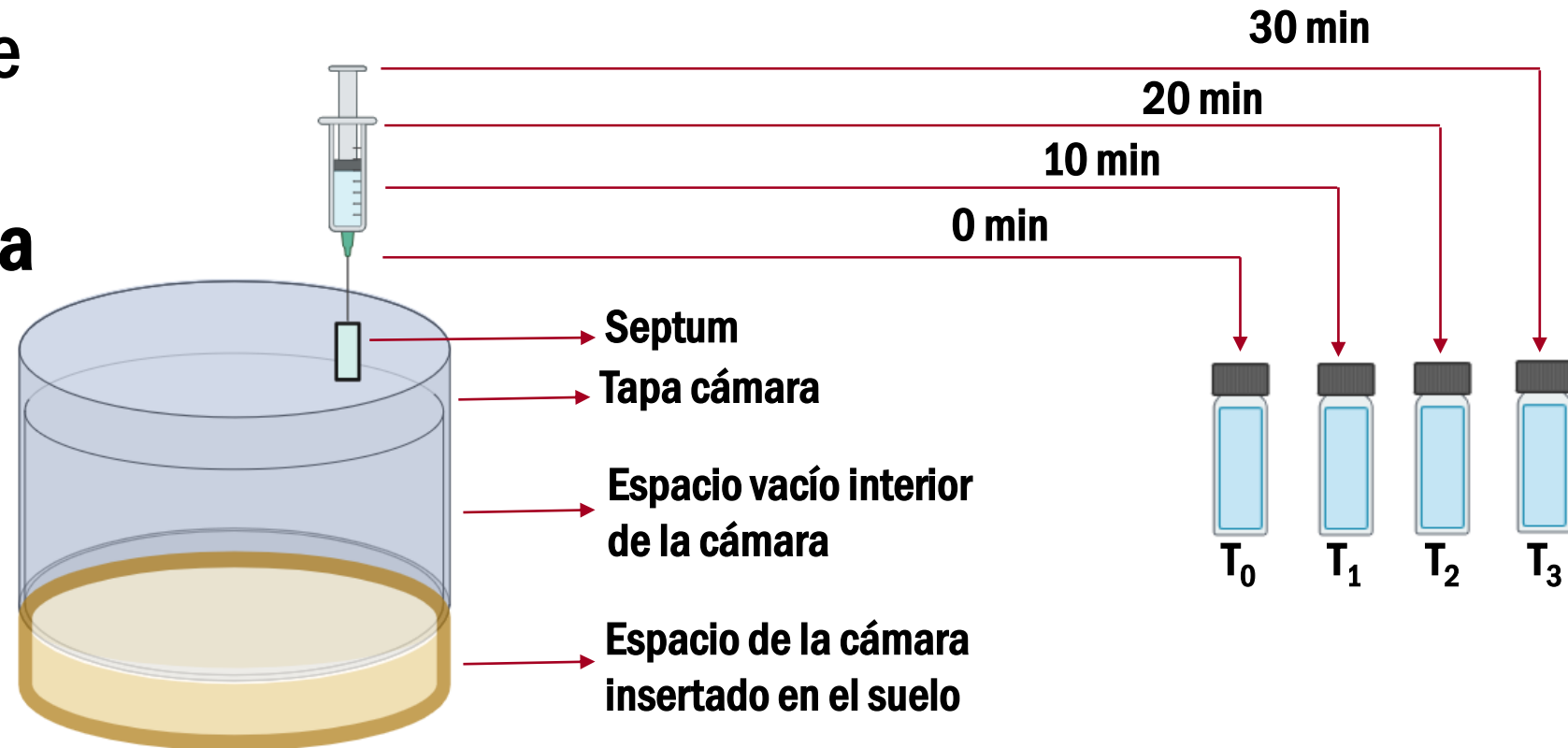
Ensayo en condiciones de laboratorio

Se realizaron incubaciones de suelo hasta 42 días con diferentes tratamientos, los cuales incluyeron fertilizantes N tratados (con inhibidores) y sin tratar y el impacto potencial del encalado y el pH en las pérdidas por emisiones.



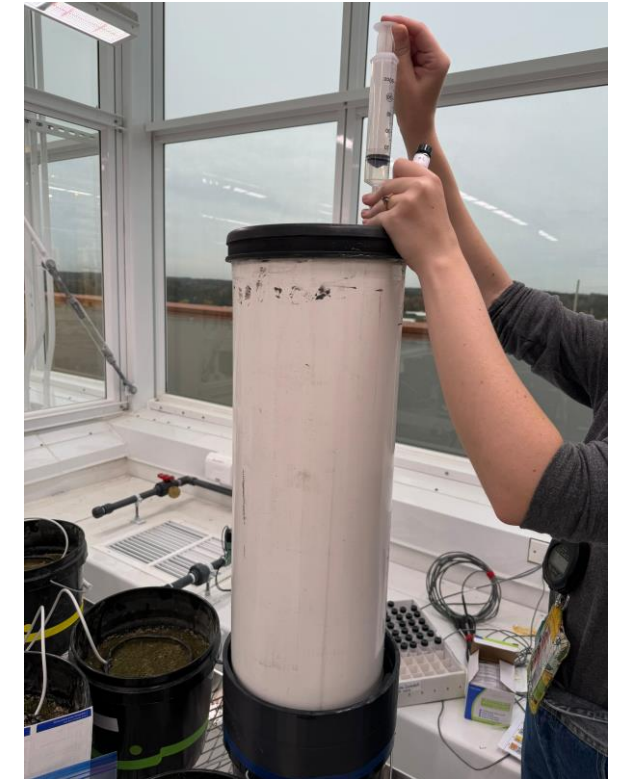
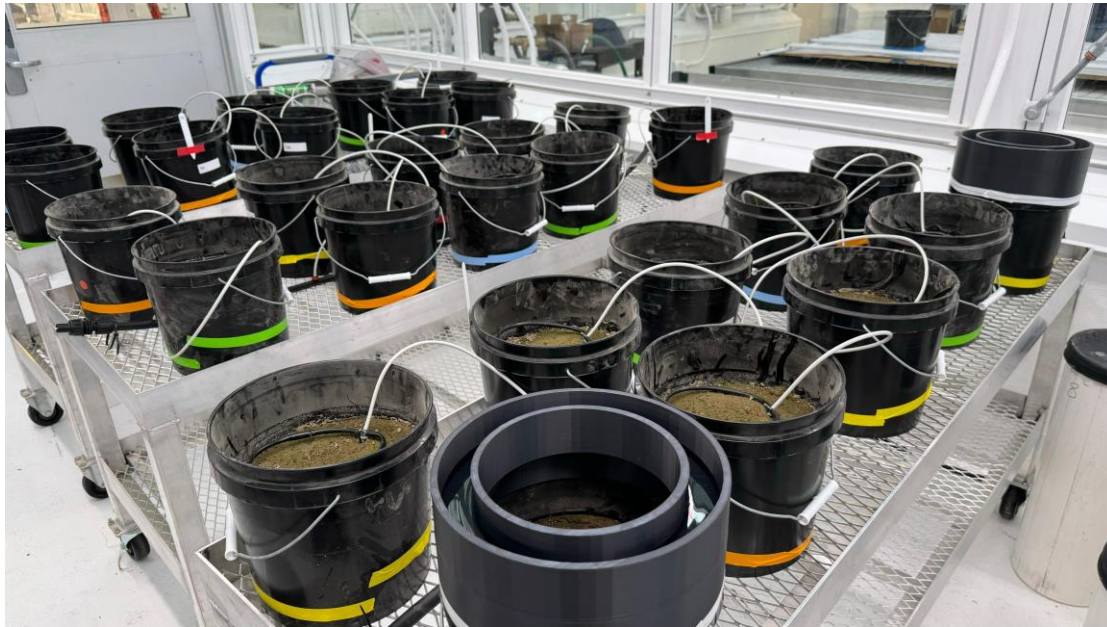
Medición de la emisión de óxido nitroso

Metodología de
muestreo de
cámara estática
cerrada.



Actividades

Ensayos en condiciones de invernadero



Actividades

Ensayo en condiciones de campo



Control



Urea



Urea + inhibidores



Urea+ residuo de hojas

Otras actividades

Ensayos en condiciones de campo



Muestreo manual



Muestreo automático





Cenicafé

Centro Nacional de Investigaciones de Café

Reserva Forestal Protectora Planalto

www.cenicafe.org



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC



@cenicafefnc



MÁS FEDERACIÓN