

CULTIVANDO EL CARBONO DEL SUELO

DRA. CARMEN SOL SOLORZANO CASANOVA

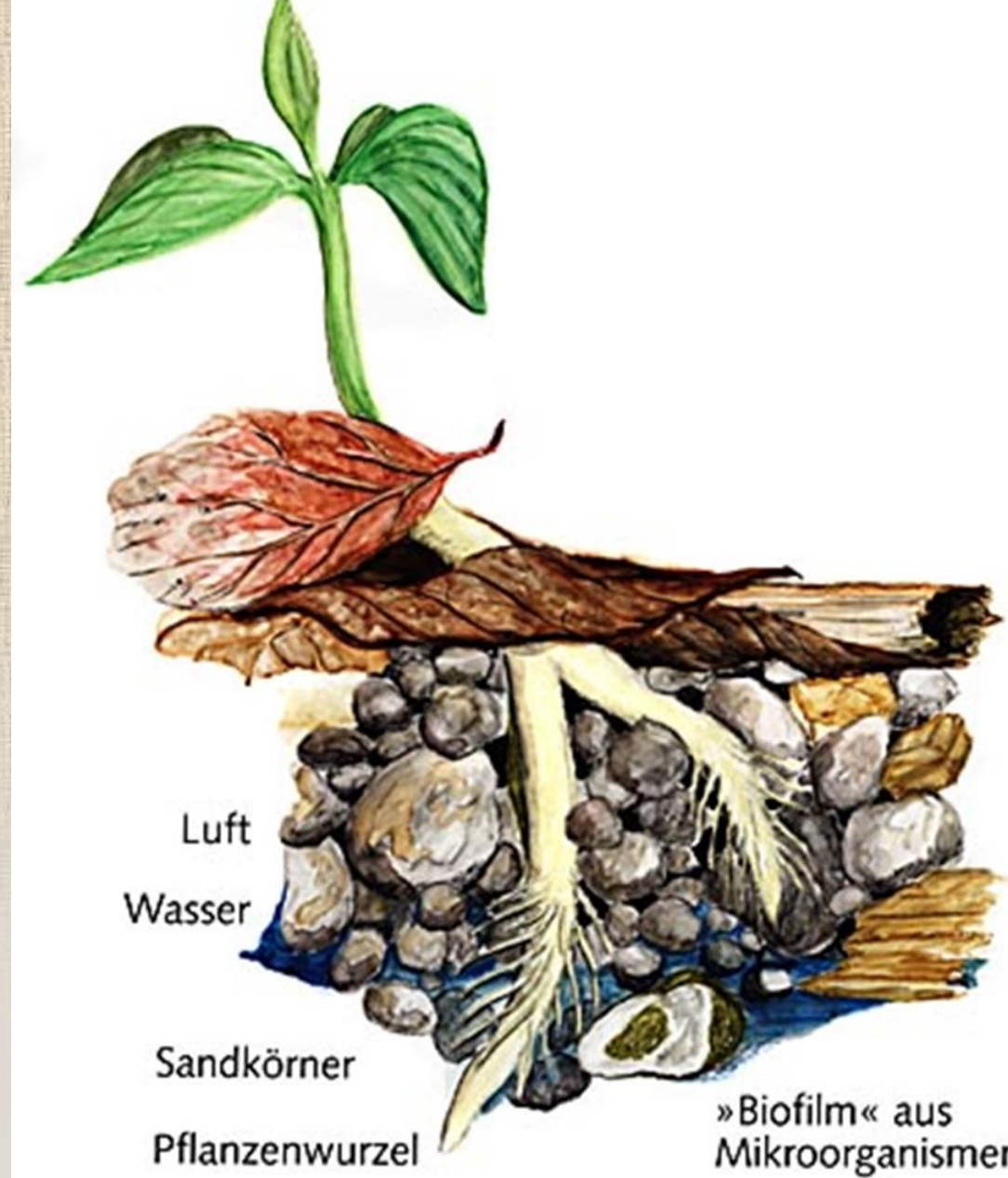
DOCENTE EN LAS CÁTEDRAS DE AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO RURAL, UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA,
UNET.

CSOLORZA@UNET.EDU.VE

22 DE JULIO DE 2025

Importancia del Suelo para la Vida del Planeta

- Es un filtro natural, almacena agua, regula la temperatura, y es el hogar de una vasta diversidad de organismos.
- Es la base de la cadena alimentaria y un regulador clave de los ciclos biogeoquímicos.
- Ayuda a regular el clima global al almacenar grandes cantidades de carbono y liberar vapor de agua a la atmósfera, contribuyendo a la formación de lluvia.



Capacidad de secuestro y almacenamiento de C en los ecosistemas

El **secuestro** de carbono es el proceso activo mediante el cual el dióxido de carbono (CO_2) es retirado de la atmósfera. Este carbono luego es **almacenado** en reservorios naturales a largo plazo, como suelos, vegetación y océanos. En esencia, el secuestro es la acción de captura, mientras que el almacenamiento es la retención o permanencia de ese carbono en un depósito

Ecosistema	Tasa anual de secuestro (tC/ha/año)	Almacenamiento total (tC/ha)	Características clave
Bosque maduro	0.2 – 0.5	500 – 1,200	Gran reserva en biomasa y suelo. Acumulación estable a largo plazo.
Bosque secundario	2 – 6	100 – 400	Alta velocidad de captura en primeras décadas. Reserva menor que bosques maduros.
Turbera	0.2 – 0.5	1,000 – 2,000	Mayor almacenamiento total por área. Carbono muy estable en condiciones húmedas.
Mar (humedales costeros)	2 – 10+	300 – 1,000+	Manglares, marismas y pastos marinos: secuestro rápido y almacenamiento en sedimentos.
Suelo vivo	0.2 – 1.0	50 – 300	Reserva depende de manejo. Potencial de mejora con prácticas regenerativas y agroforestales.

Entendiendo el Ciclo Biogeoquímico del Carbono en el Suelo

Carbono en las Raíces:

Aproximadamente el 40% del carbono que las plantas absorben de la atmósfera se transfiere a sus raíces. Este carbono se utiliza para la alimentación de la propia planta y para alimentar a los microorganismos del suelo que viven en simbiosis con ella.



Entendiendo el Ciclo Biogeoquímico del Carbono en el Suelo

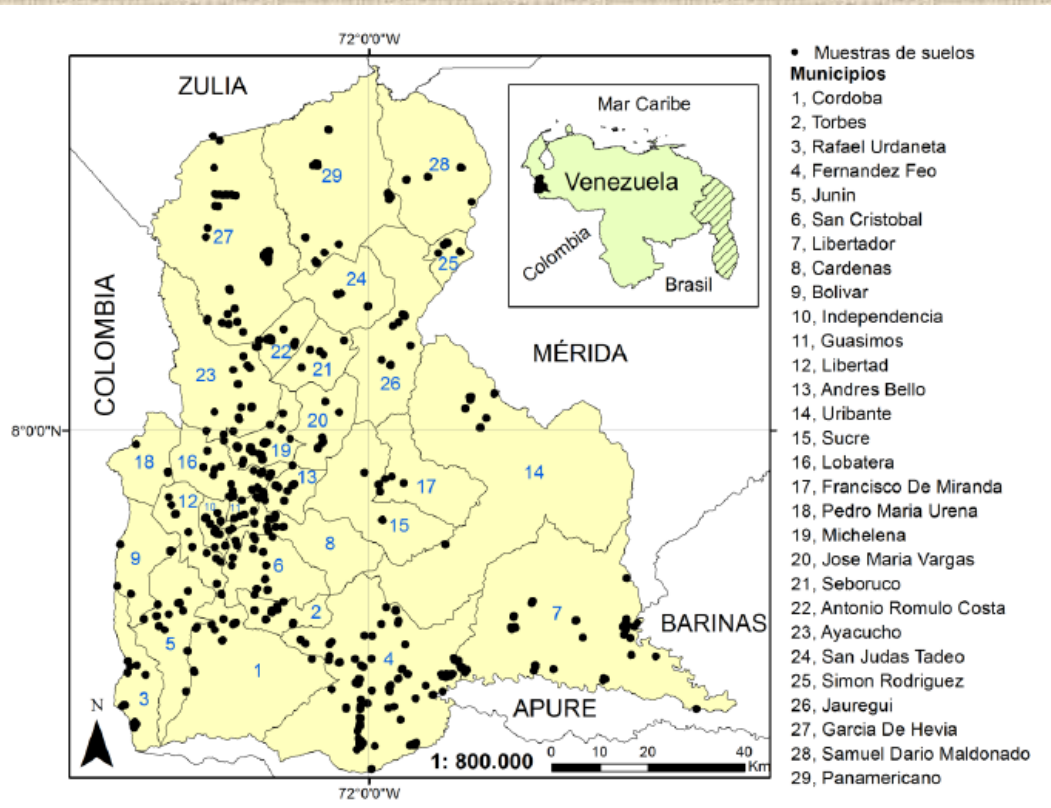
Importante en la producción agrícola

La **materia orgánica** está estrechamente relacionada con el **carbono orgánico del suelo (COS)**, ya que aproximadamente el **58% de la materia orgánica es carbono**.

La materia orgánica es fundamental para conocer la fertilidad, capacidad de retención de agua, aireación y vida microbiana.

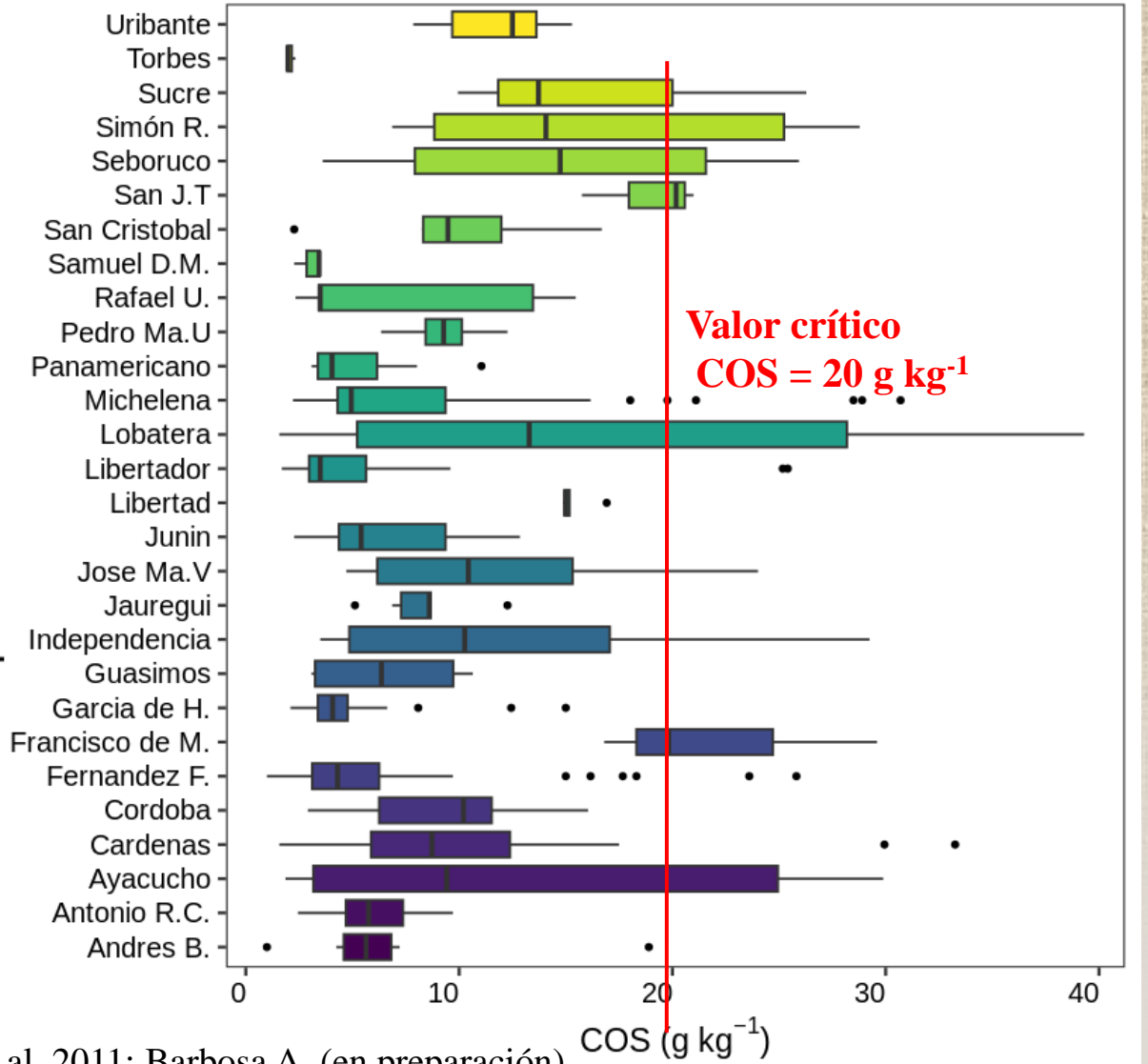
$$\text{MO (\%)} = \frac{\% \text{ C}}{0.58}$$

Valores de carbono orgánico del suelo (20 cm). Estado Táchira



Muestras de suelo del estado Táchira entre el 2015-2019, Alvarez et al., 2022

Municipios del Edo. Táchira-Venezuela



Elaborado: Barbosa A. (no publicado)

Patrick et al., 2013; Lal, 2011; Barbosa A. (en preparación)

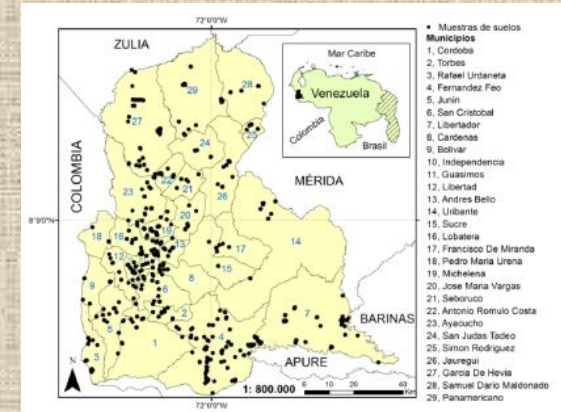
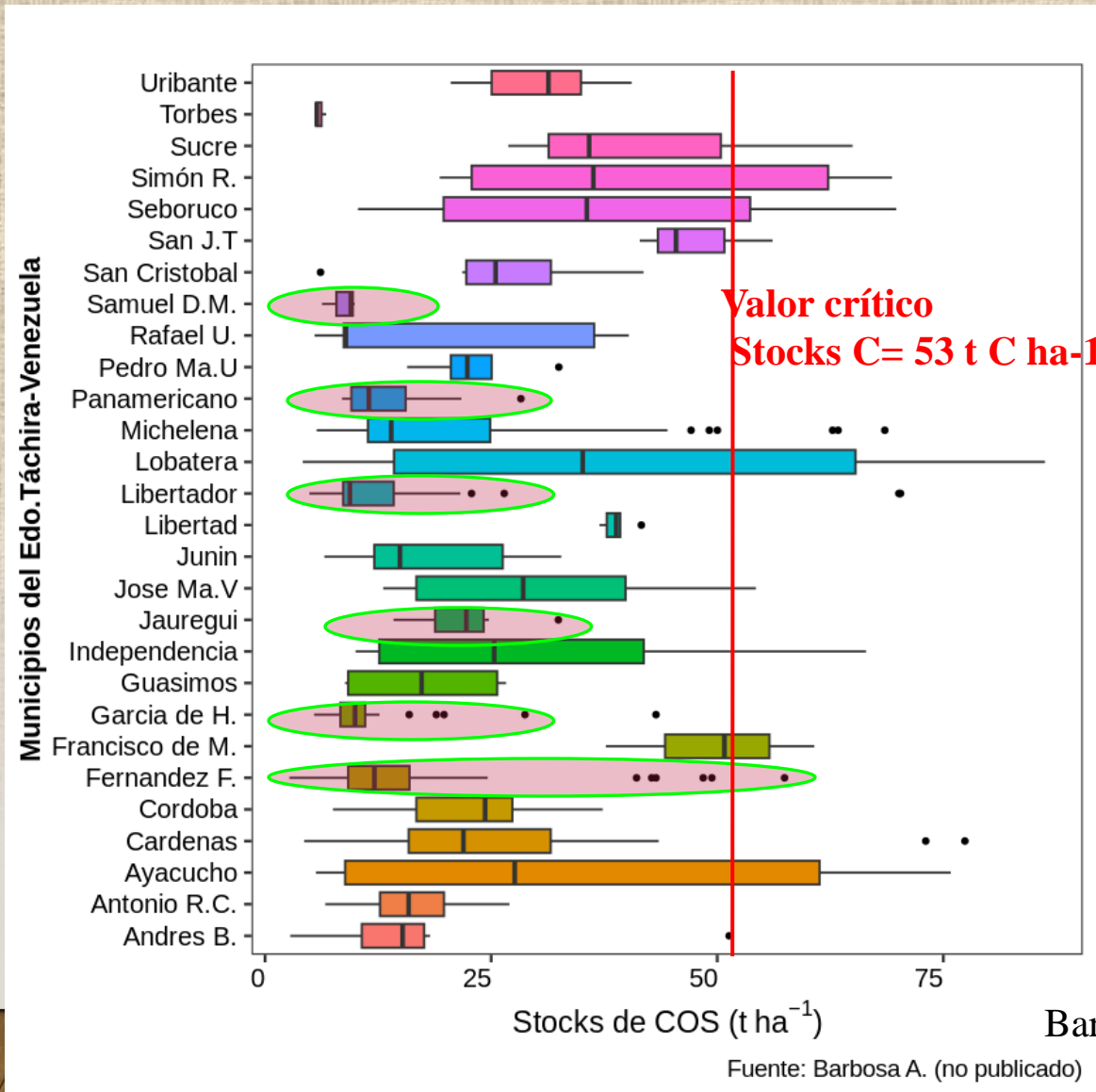
Existe ya una estimación de secuestro de C en suelos Venezolanos del estado Táchira.

Stocks de carbono orgánico del suelo (20 cm). Estado Táchira

Stocks de COS a 20 cm de profundidad entre:

$2,7$ a $86,2$ t C ha⁻¹

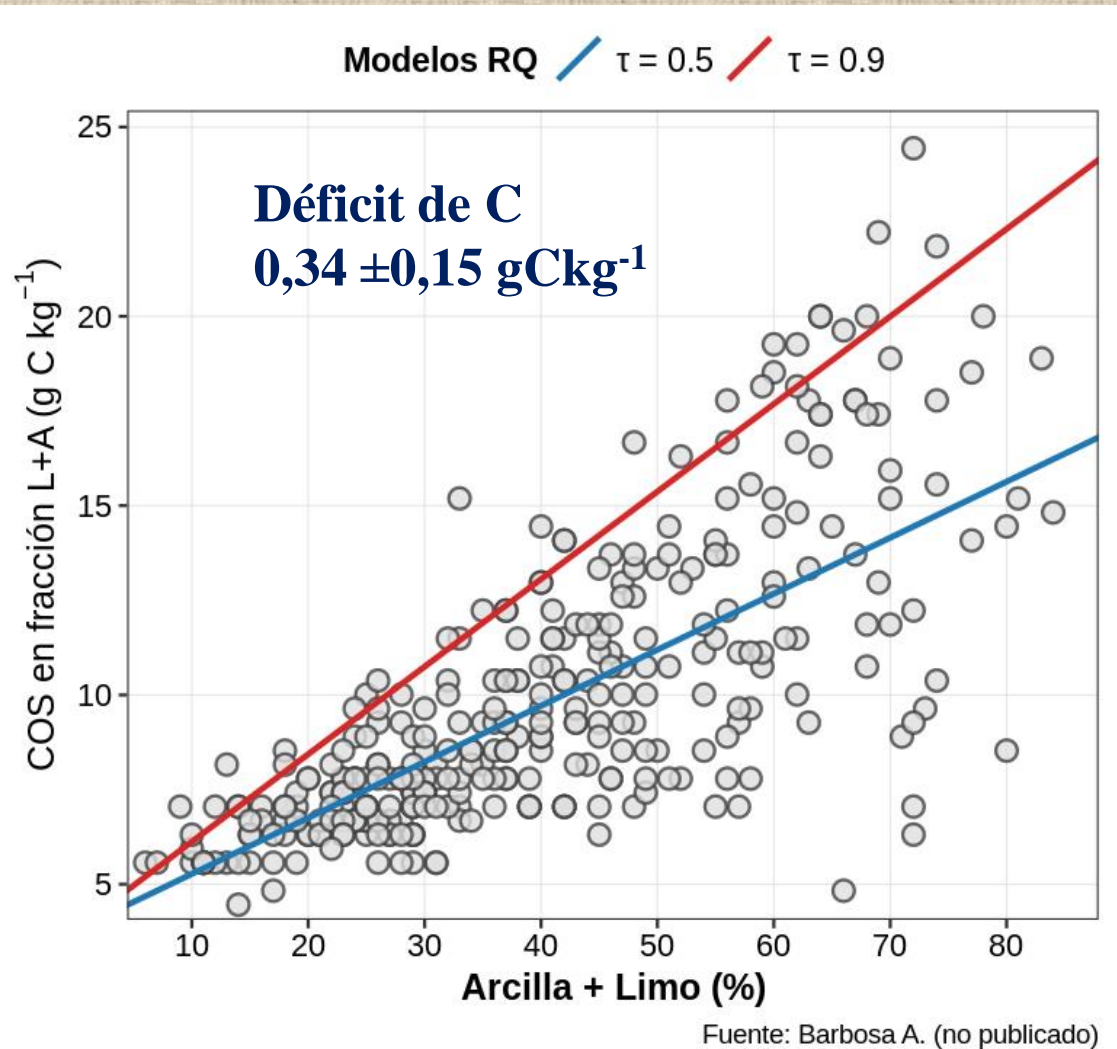
$22,4 \pm 18$ t C ha⁻¹



Modelo de déficit de C en la fracción fina del suelo

Potencial de secuestro de C. (Tier 1 - IPCC, 2019)

~MOAM



Potencial de secuestro de C
anual (10 años) en suelos del
Estado Táchira - Venezuela

$0,13 \pm 0,05 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

Lal, 2018 = $0,05 - 1,0 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

Equivale a

$0,47 \pm 0,17 \text{ t CO}_2\text{-eq ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$

Para efecto de CC, se expresa en equivalentes de CO_2 , es decir 1 g de C equivale a 3,67 g de CO_2 (IPCC, 2006)

Barbosa A. (en preparación)

¿Por qué los suelos pierden su fertilidad ?

Los agroquímicos pueden ser tóxicos para muchos microorganismos beneficiosos, mientras que la labranza rompe sus hábitats y estructuras.

Un suelo que ha sido cultivado con monocultivos y fumigado regularmente con pesticidas tendrá una biodiversidad microbiana muy baja, lo que lo hará más dependiente de fertilizantes externos y más susceptible a enfermedades.



¿Por qué hay suelos desprovistos de MOS?

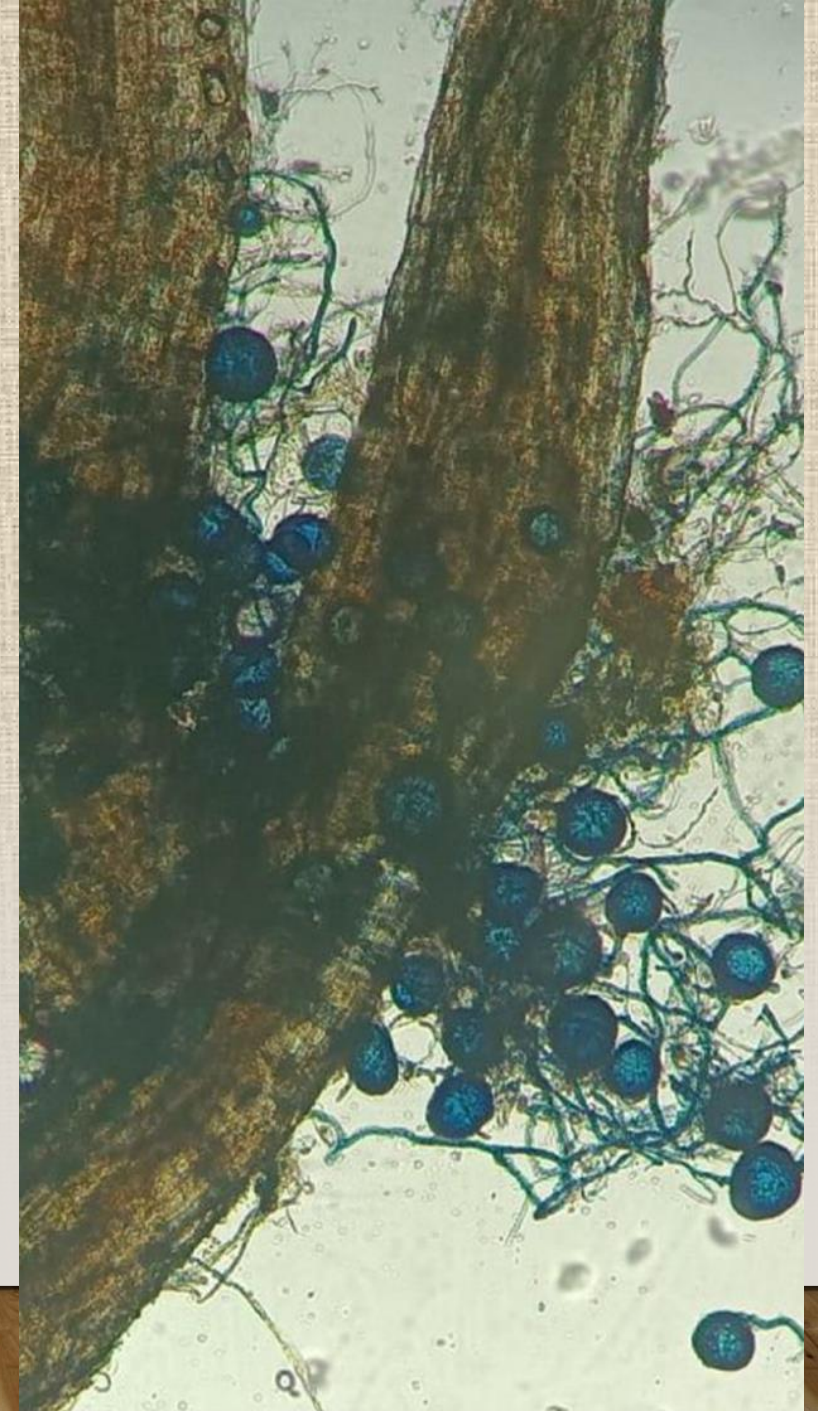
- El uso excesivo de agroquímicos (pesticidas, herbicidas, fungicidas),
- la labranza intensiva y
- la maquinaria pesada destruye la red de vida microbiana.

Entendiendo el Ciclo Biogeoquímico del Carbono en el Suelo

Investigaciones en carbono del suelo

Se usa para cuantificar el carbono estable en el suelo, como parte de estudios de cambio climático.

*En suelos agrícolas del trópico, se ha encontrado que un 20–30% del carbono del suelo puede estar asociado a la fracción de glomalina que producen los **Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA)***



¿Qué pasa cuando un suelo pierde todos sus microorganismos por el uso excesivo de agroquímicos y maquinaria agrícola?

Es un suelo "muerto" o inerte. Pierde su capacidad de:

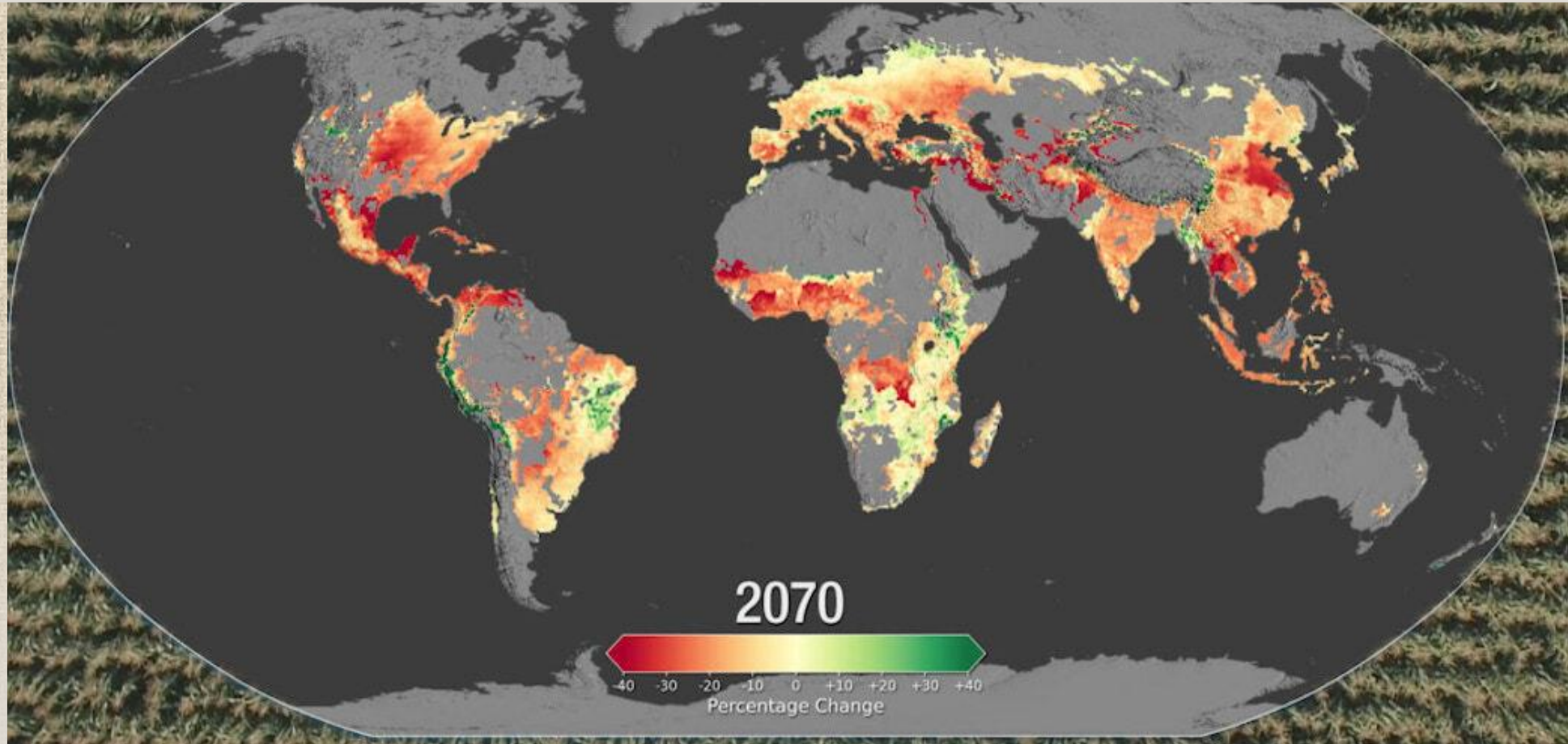
- **Ciclar nutrientes:** Depende totalmente de fertilizantes sintéticos.
- **Formar estructura:** Se compacta, pierde porosidad, lo que dificulta la penetración del agua y el aire.
- **Retener agua:** Se vuelve más propenso a la sequía y la escorrentía.
- **Suprimir enfermedades:** Es más vulnerable a patógenos.
- **Secuestrar carbono:** Libera carbono a la atmósfera en lugar de almacenarlo. En esencia, se convierte en un medio de soporte físico, no en un ecosistema vivo, lo que lleva a la desertificación y la infertilidad.

Las Severas Consecuencias de un Suelo "Muerto"



Suelos desprovistos de Cobertura Vegetal y sus Consecuencias en el Clima Regional

Los satélites de la NASA, monitorean las temperaturas medias globales

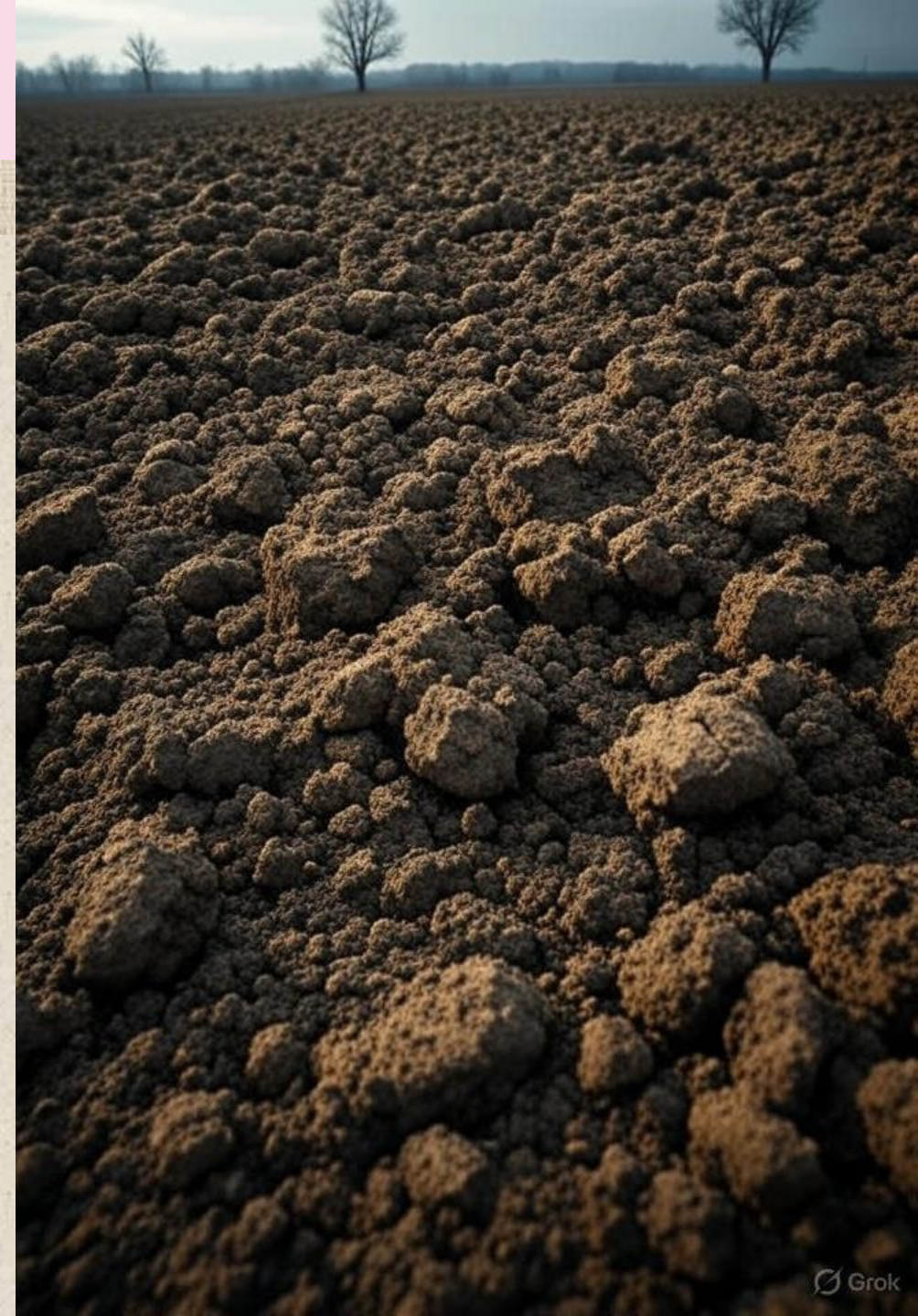


Aumento de la temperatura media. Mapa mundi en el que se muestra en rojo dónde se prevé que se produzcan **descensos en la producción de maíz para 2070**: partes de América del Norte, América del Sur, África Occidental, Europa Central, India y China. Crédito: NASA/Katy Mersmann

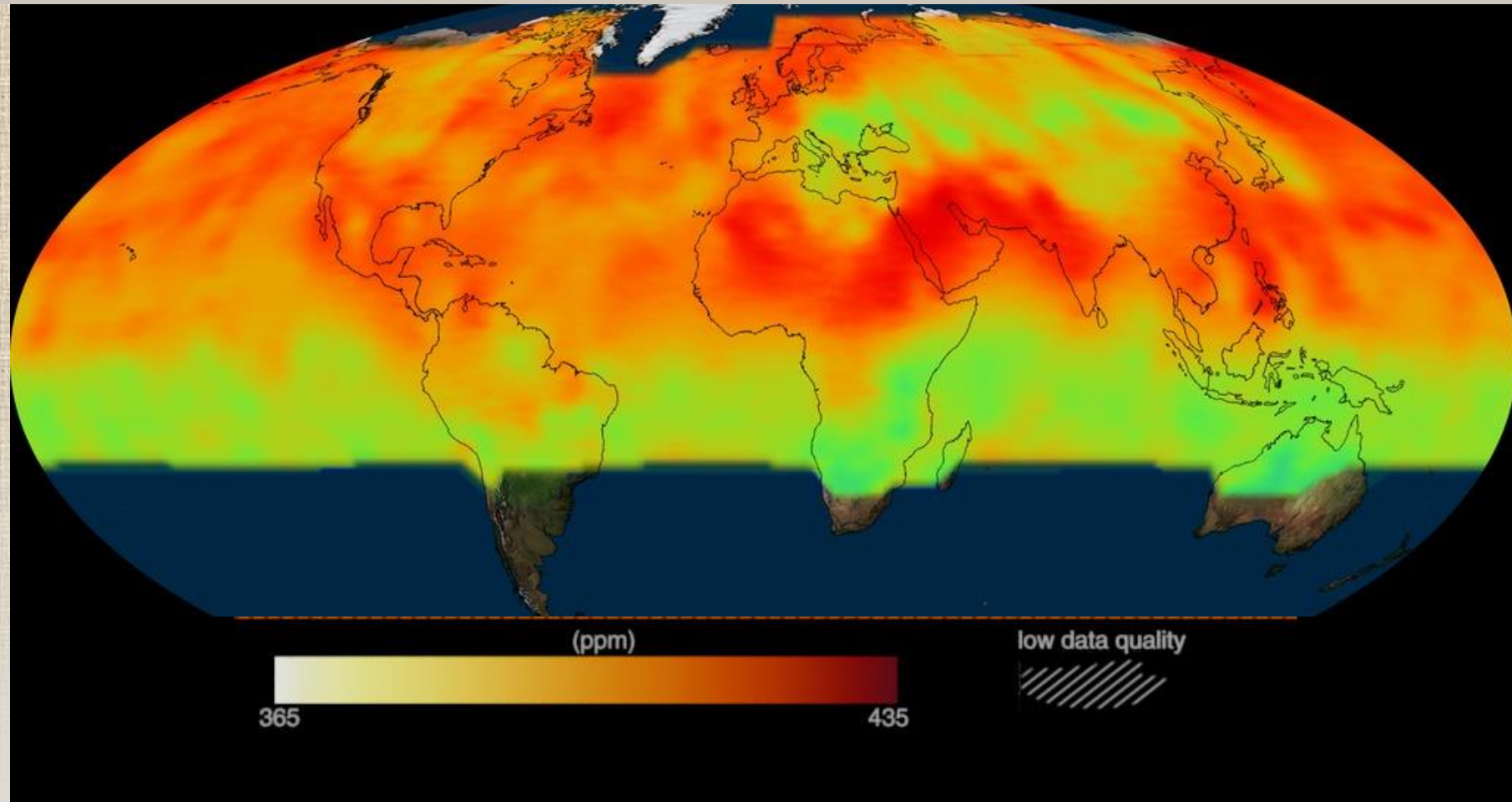
La Tierra Desprovista de Cobertura Vegetal y sus Consecuencias en el Clima Regional

¿Qué Pasa si Perdemos la Capa Arable del Planeta?

- **Colapso de la Producción de Alimentos:** a la escala necesaria para alimentar a la población mundial se reduciría drásticamente, llevando a hambrunas masivas.
- **Escasez de Agua:** Los suelos degradados no retienen agua, y afecta los ecosistemas.
- **Pérdida Masiva de Biodiversidad:** Muchos organismos dependen del suelo para su hábitat y nutrientes.
- **Aceleración del Cambio Climático:** La liberación de carbono del suelo a la atmósfera exacerbaría el calentamiento global.
- **Migraciones Masivas y Conflictos:** La lucha por los pocos recursos restantes provocaría inestabilidad social y política a nivel global.



El Rol de la Vegetación. Los satélites de la NASA, monitorean las concentraciones de CO₂ y muestran picos en regiones agrícolas durante la labranza



Labrar la Tierra Libera CO₂: Verificación con Video Satelital de la NASA

Al labrar la tierra (arar, remover el suelo), se rompen los agregados del suelo y se expone la materia orgánica al aire y a la actividad microbiana. Esto acelera la descomposición de la materia orgánica, liberando grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera. Imagen: concentraciones de CO₂ detectadas por el satélite OCO-2 NASA

Los satélites de la NASA que monitorean las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) permiten observar patrones en las concentraciones atmosféricas de este gas. En mapas interactivos o videos generados a partir de estos datos, se identifican "picos" de CO₂ en regiones agrícolas durante las temporadas de labranza y preparación del suelo, especialmente en primavera y otoño. Estos incrementos están directamente relacionados con la actividad agrícola intensiva.

Por otro lado, durante la temporada de crecimiento, cuando las plantas emergen y la cobertura vegetal es más densa, las concentraciones de CO₂ disminuyen significativamente, reflejando un cambio drástico en los patrones de este gas en la atmósfera.





¿ Que es lo que pasa?

CO2 y Agricultura: Una Conexión Dinámica

1

Emisiones por Labranza

La labranza del suelo libera CO2. Observamos picos en primavera y otoño. La NASA monitorea estas concentraciones globales.

2

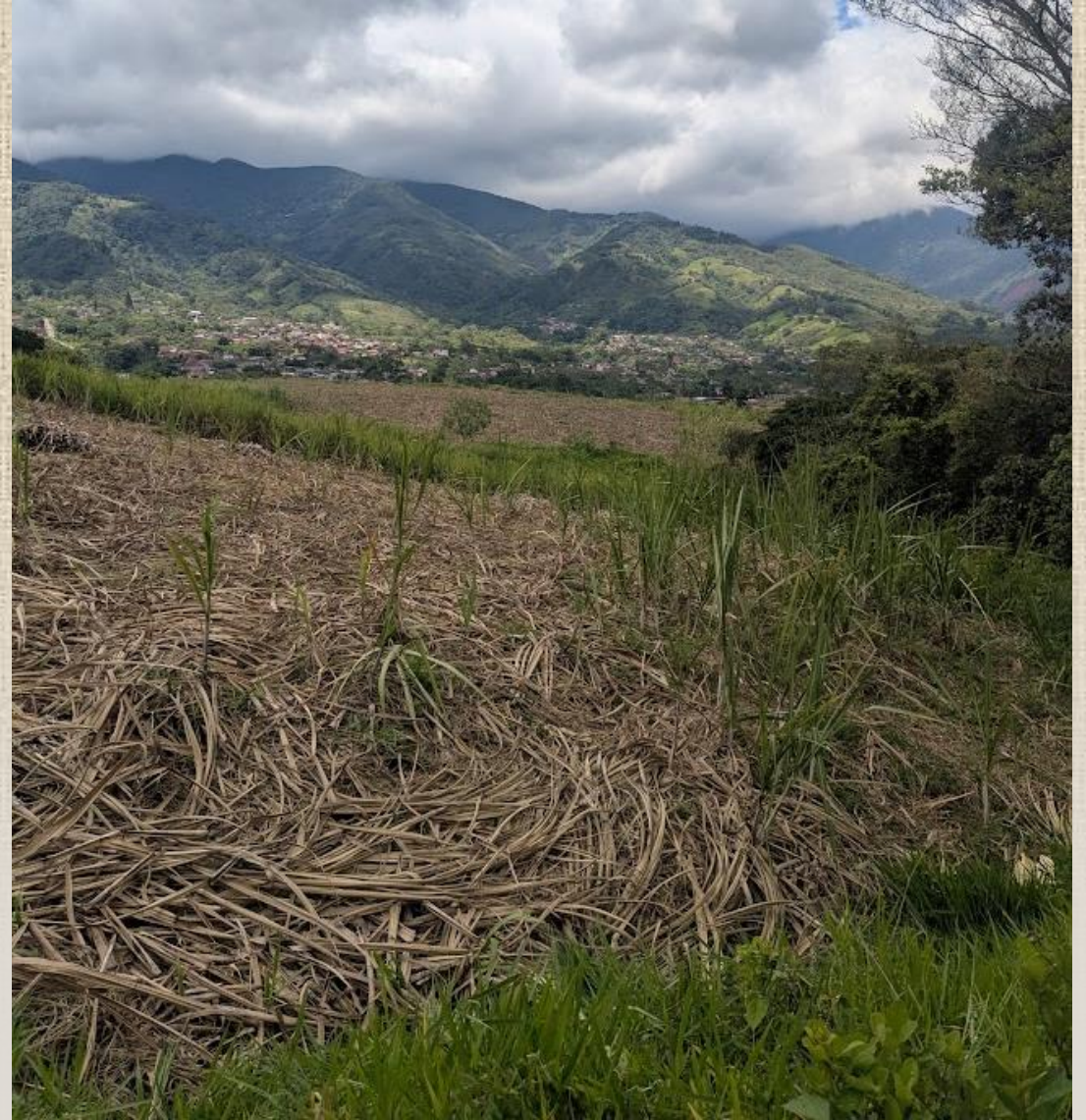
Absorción por Plantas

La fotosíntesis absorbe CO2 atmosférico. La cobertura vegetal densa reduce el CO2. Las plantas actúan como sumideros de carbono.

Se observa una **disminución** en las concentraciones de CO2 en esas mismas regiones. Esto se debe a que las plantas están realizando la fotosíntesis, absorbiendo CO2 de la atmósfera y convirtiéndolo en biomasa. Las áreas con densa vegetación actúan como "sumideros" de carbono, retirando el CO2 del aire.

Estrategias para Capturar CO2 en Suelos Agrícolas a Largo Plazo

- Mantener el suelo cubierto: cultivos intercalados, cultivos de cobertura, rotaciones de cultivos (incluyendo plantas perennes), prácticas agroforestales.
- Aumentar el carbono del suelo mediante la adición de enmiendas de materia orgánica de proveniente de fuentes locales. (Investigación en materiales locales para elaborar Biochar)
- Reducir la descomposición de la materia orgánica al reducir la perturbación del suelo: técnicas de laboreo mínimo y agricultura de precisión.
- Controlar la humedad del suelo mediante la gestión del uso del agua.



¿COMENTARIOS, DUDAS O INQUIETUDES?

