



Apoyo al Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica

Capacitación
Evaluación y monitoreo del carbono del suelo

DINÁMICA DEL CARBONO EN LOS SUELOS

23-25 de nov. 2021

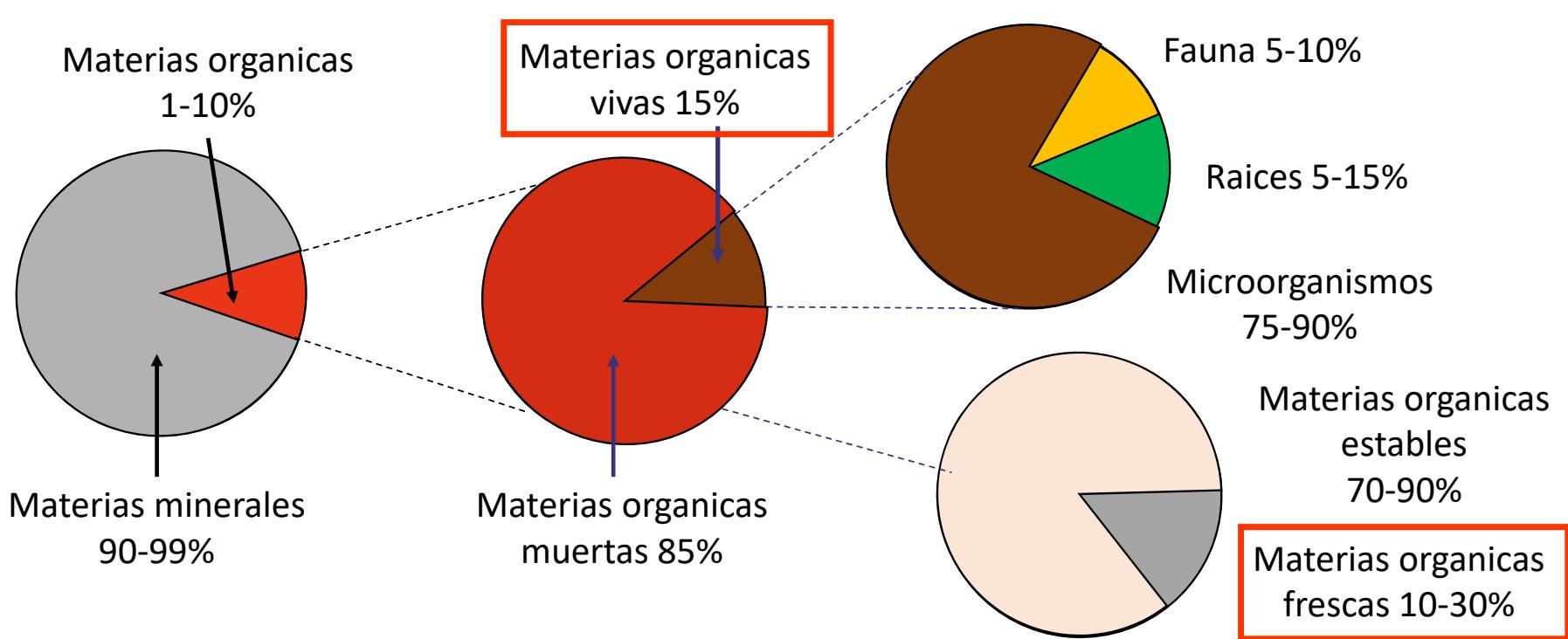
Julien Demenois



PARTE 1

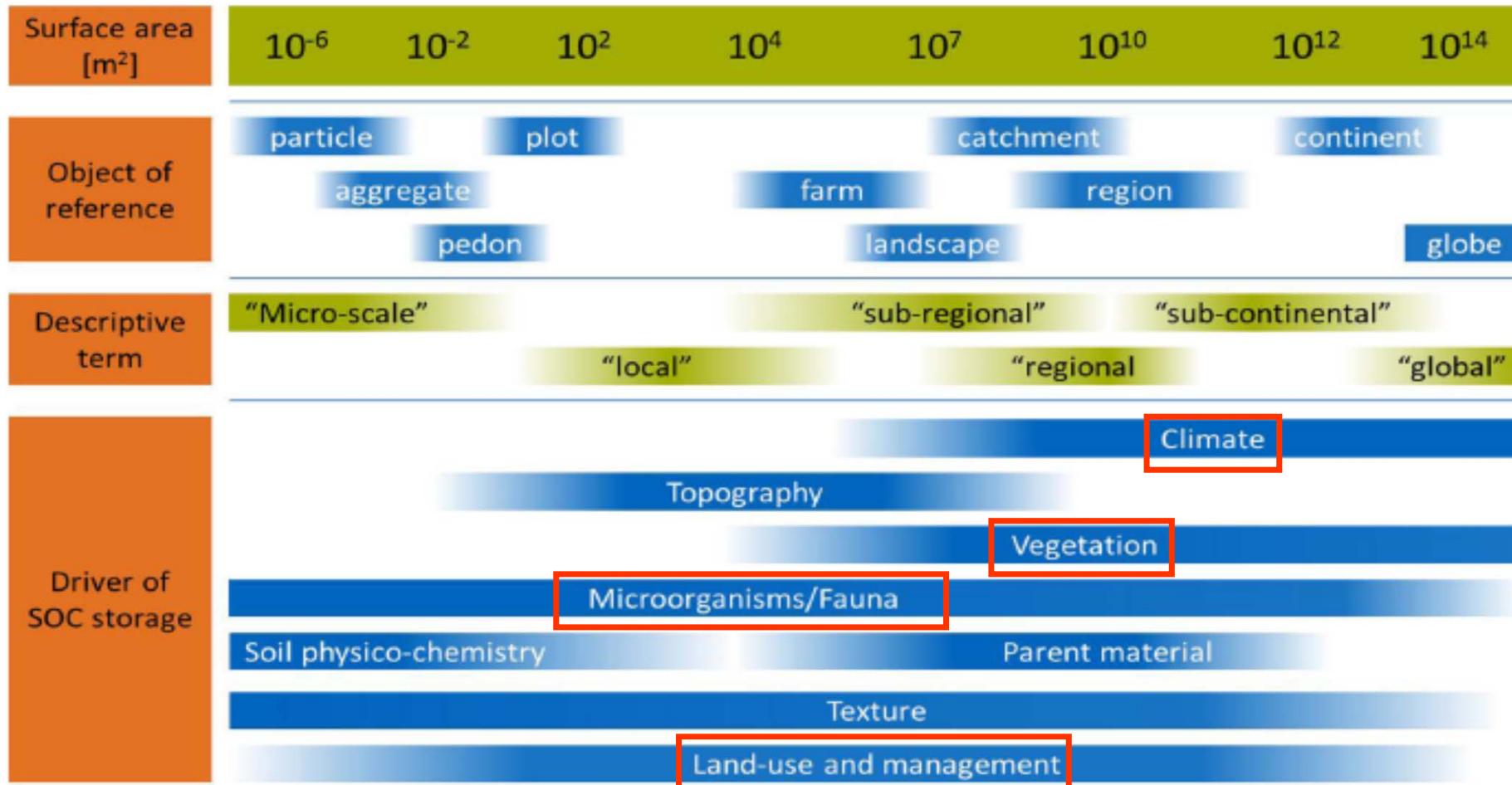
¿POR QUÉ ES DINÁMICO?

Materias orgánicas del suelo



Van-Camp L., Bujarrabal B., Gentile A.-R., Jones R.J.A., Montanarella L., Olazabal C., Selvaradjou S.-K. (2004).
Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection, EUR 21319
EN/3, 872 p., Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Los determinantes de los stocks de carbono del suelo



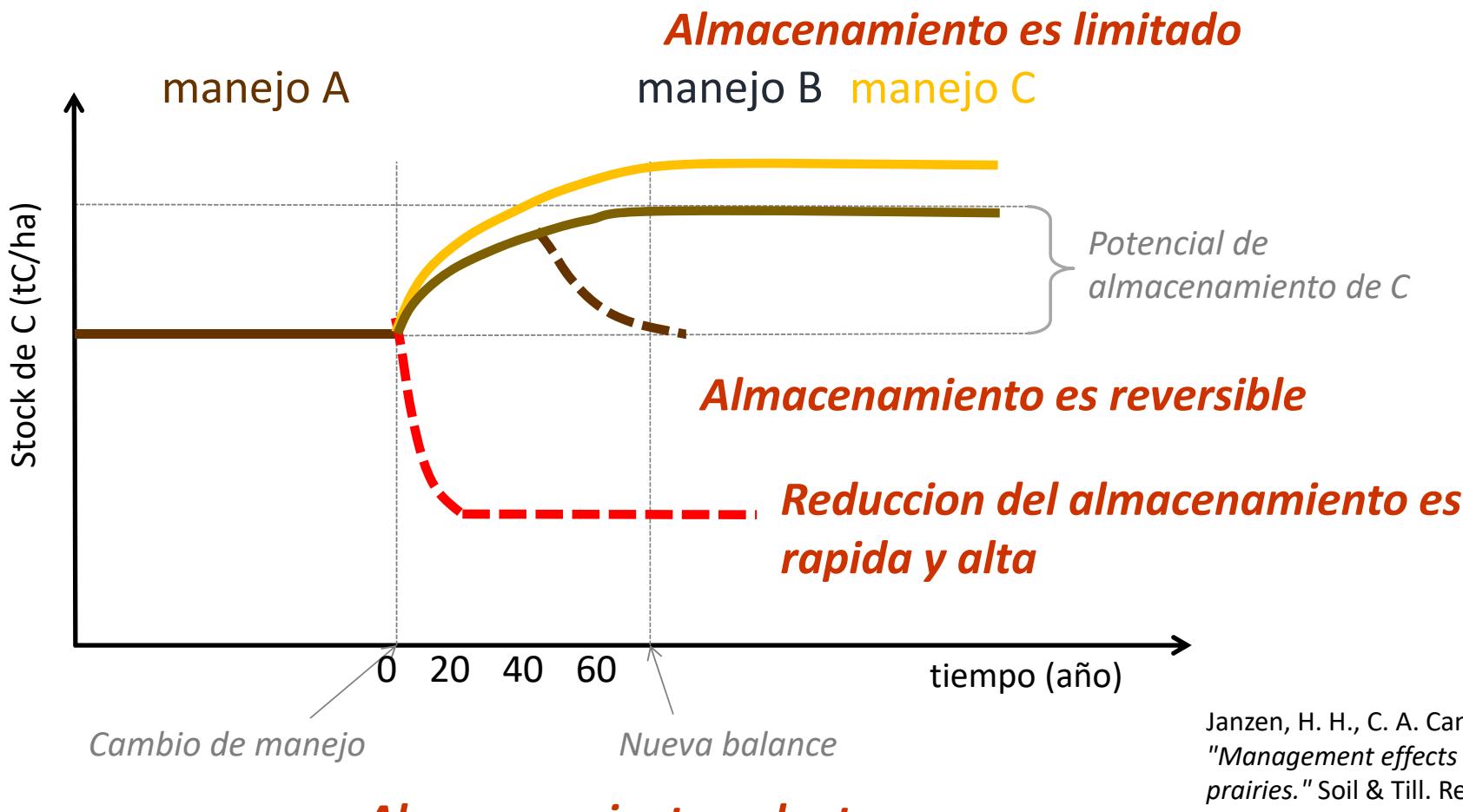
Wiesmeier, M., L. Urbanski, et al. (2019). "Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales." Geoderma 333: 149-162.



PARTE 2

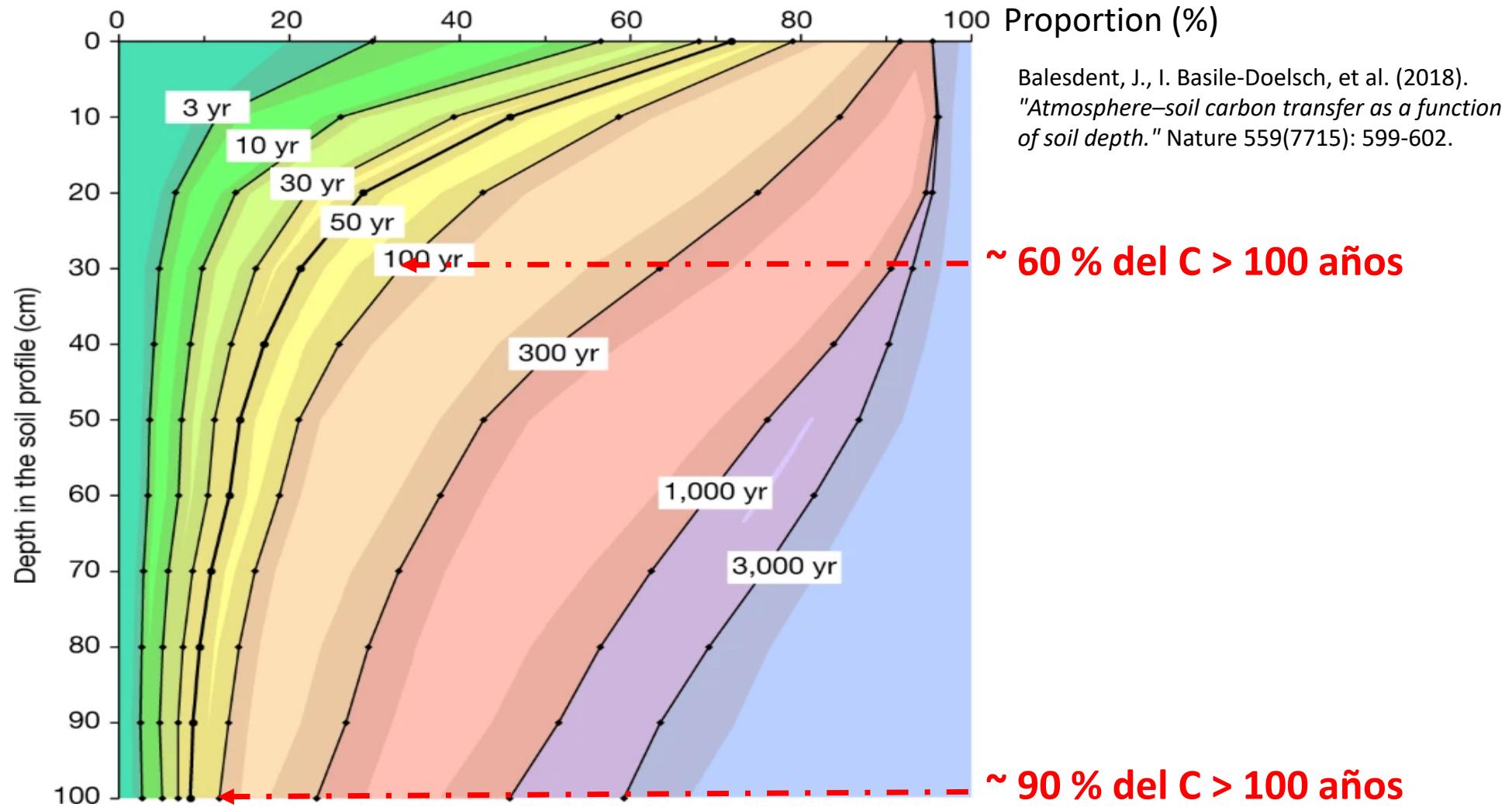
LA DINÁMICA GENÉRALE DEL CARBONO

Dinámica general del carbono del suelo



Janzen, H. H., C. A. Campbell, et al. (1998).
"Management effects on soil C storage on the Canadian prairies." *Soil & Till. Res.* 47: 181-195.
Follett, R. F. (2001). "Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils." *Soil & Till. Res.* 61: 77-92.

“Edad” del carbono del suelo

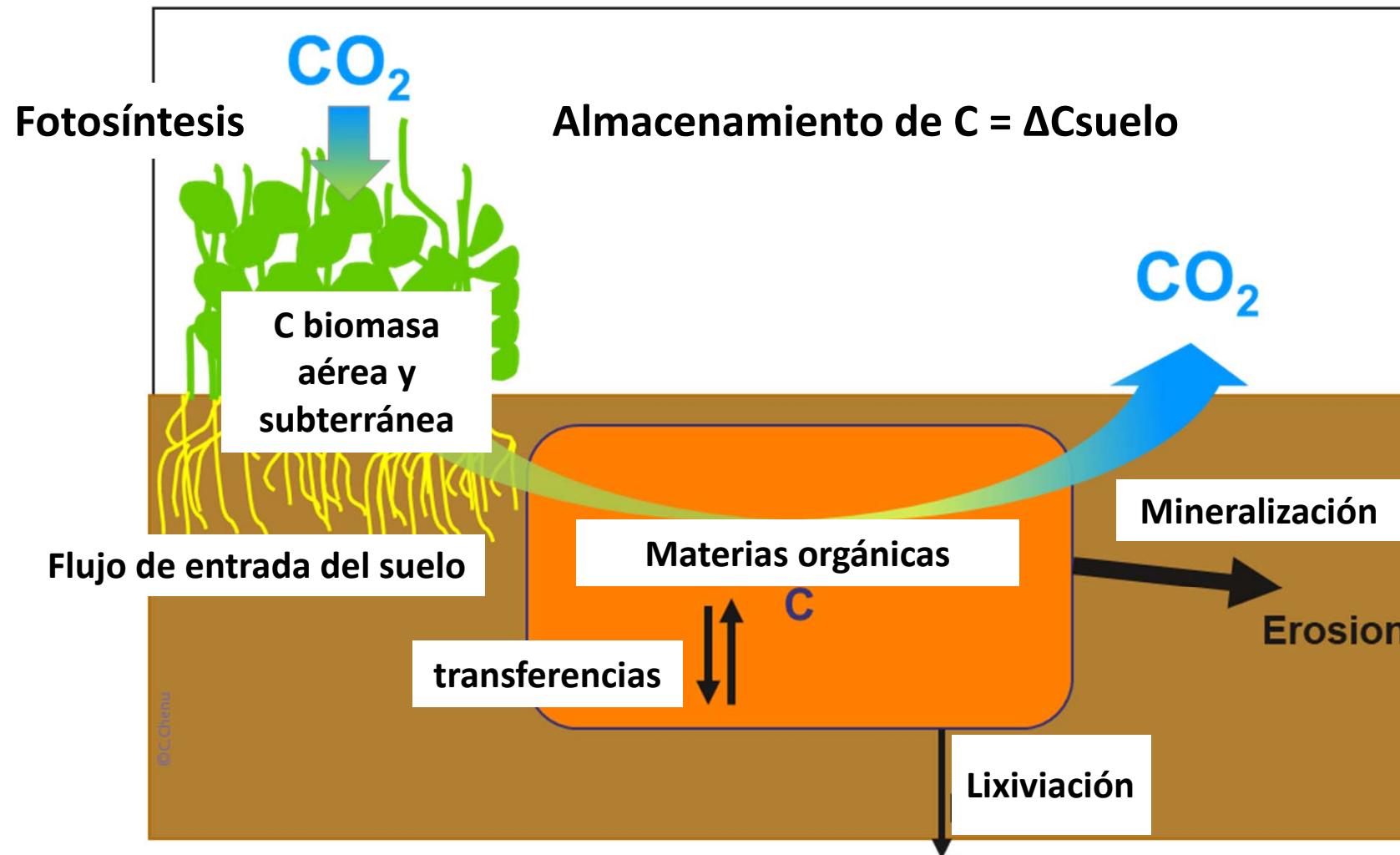




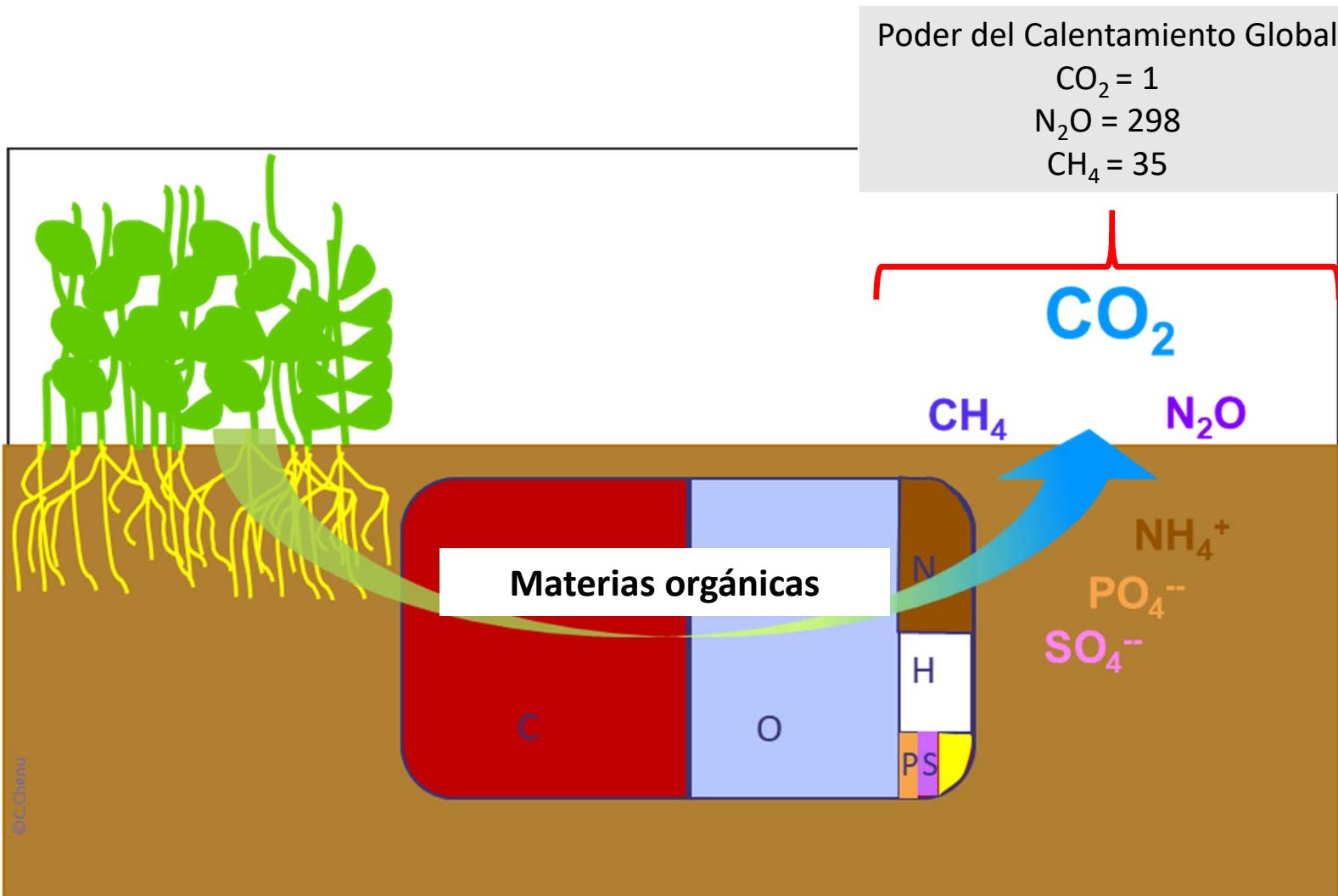
PARTE 3

LOS MECANISMOS DE LA DINÁMICA DEL CARBONO DEL SUELO

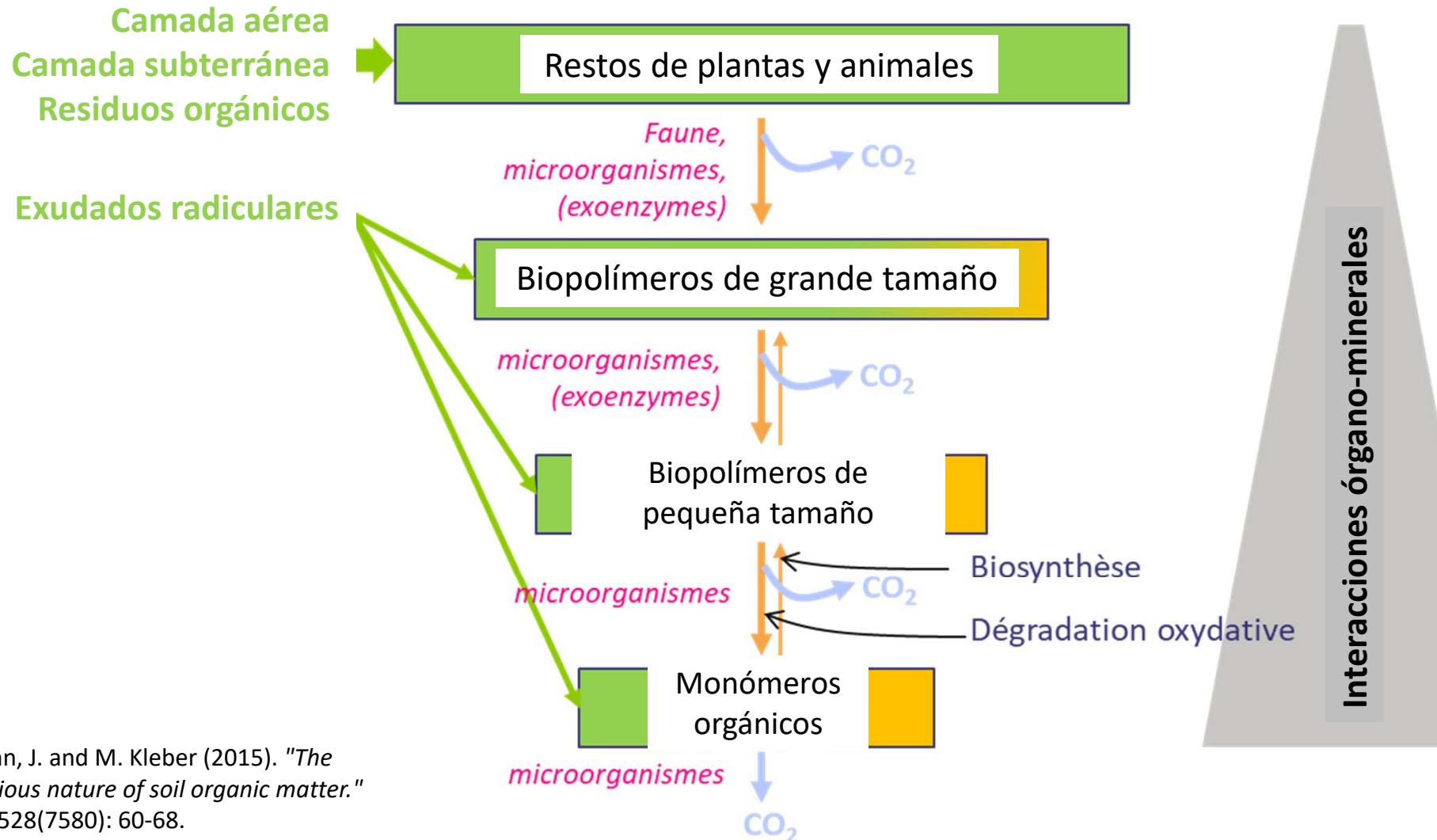
Mecanismos de la dinámica del carbono del suelo



Dinámica del carbono del suelo y GEI

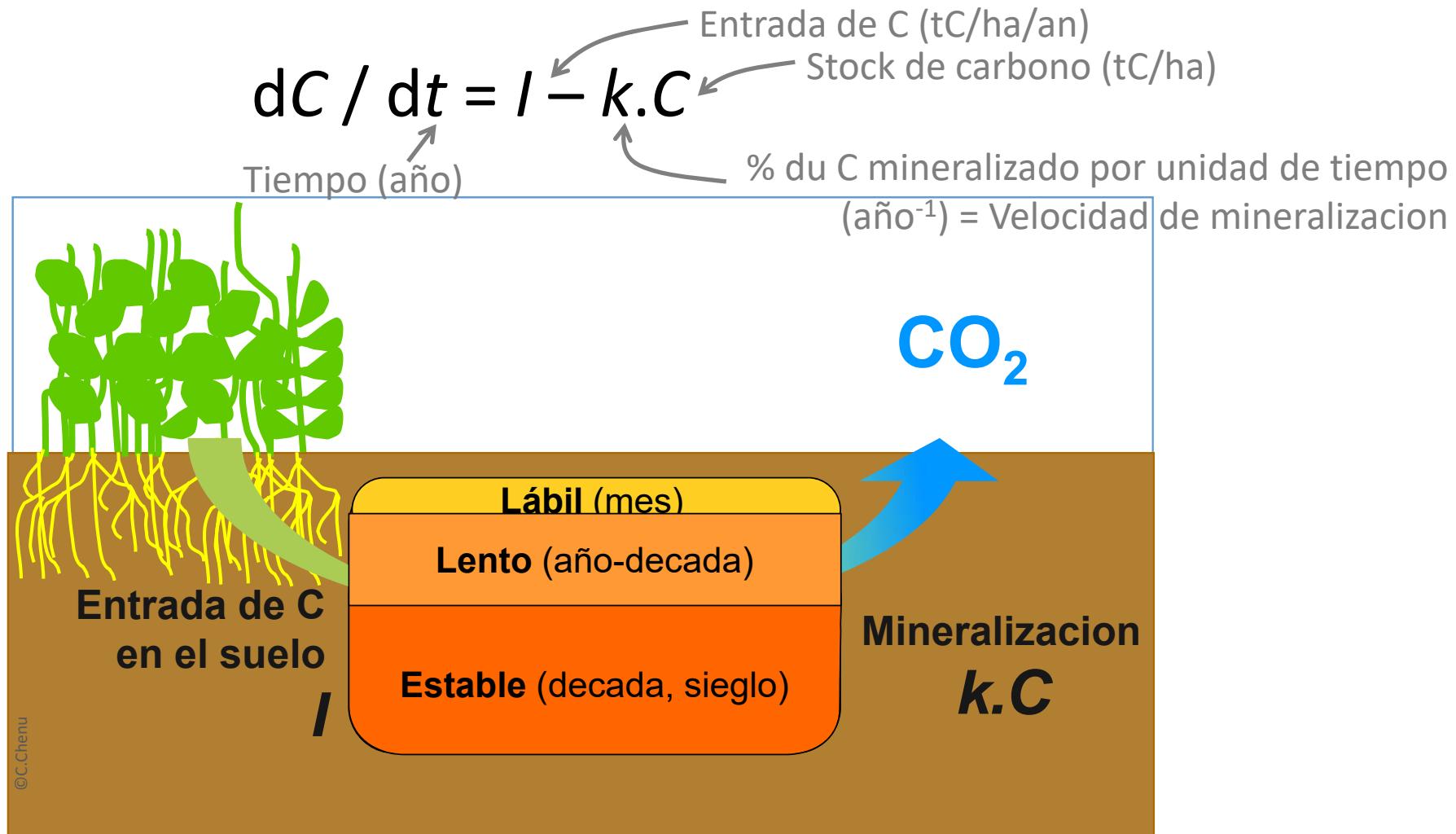


Biotransformación de las materias orgánicas



Lehmann, J. and M. Kleber (2015). "The contentious nature of soil organic matter." Nature 528(7580): 60-68.

Renovación permanente del carbono del suelo





PARTE 4

MODELIZACIÓN DE LA DINÁMICA DEL CARBONO DEL SUELO

Modelos mecanicistas de la dinámica del carbono en los suelos

Gradiente de integración de mecanismos/complejidad

Suelo	Suelo-Planta	Suelo-Planta-Atmosfera
AMG	STICS (anuales)	ORCHIDEE
RothC	CERES	
...	CENTURY DAYCENT DSSAT CASTANEA (bosque) PASIM (pastos)	

$$\frac{dC}{dt} = I - k \cdot C$$

Entrada de C (tC/ha/an)

Stock de carbono (tC/ha)

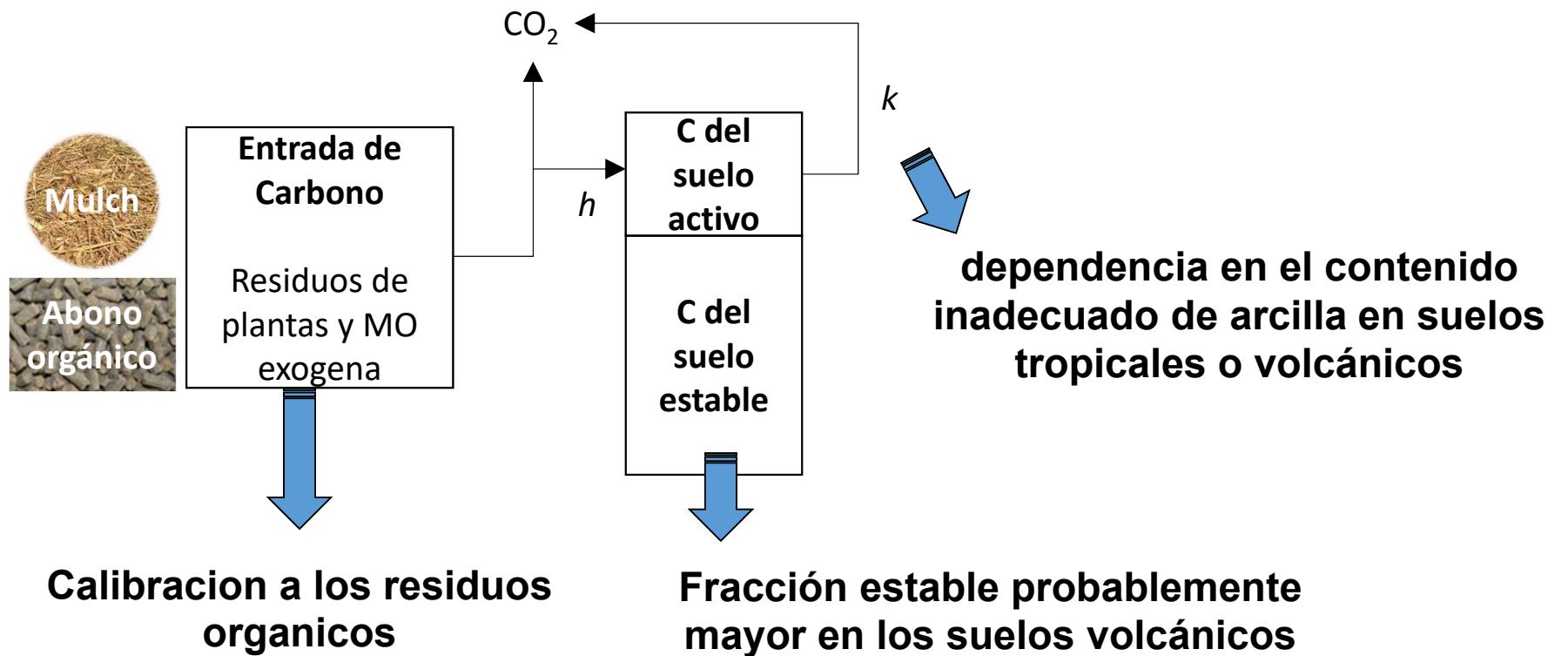
Tiempo (año)

% du C mineralizado por unidad de tiempo
(año⁻¹) = Velocidad de mineralización

Pellerin, S., L. Bamière, C. Launay, R. Martin, M. Schiavo, et al. 2019. *Stocker du carbone dans les sols français, quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 2050 et à quel coût ?* Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

Adaptacion de los modelos a las condiciones tropicales y volcánicas

Adaptación del modelo de dinámica del C del suelo AMG





PARTE 5

PALANCAS PARA EL SECUESTRO DE CARBONO EN LOS SUELOS

Un portfolio de opciones

- Aumentar las entradas de carbono



Agroforesteria



Manejo integrado de la fertilidad del suelo



Manejo de los pastos



Uso de abonos organicos



Manejo del agua



Agricultura de conservacion

- Disminuir las salidas de carbono



Manejo de los incendios



Control de la erosión



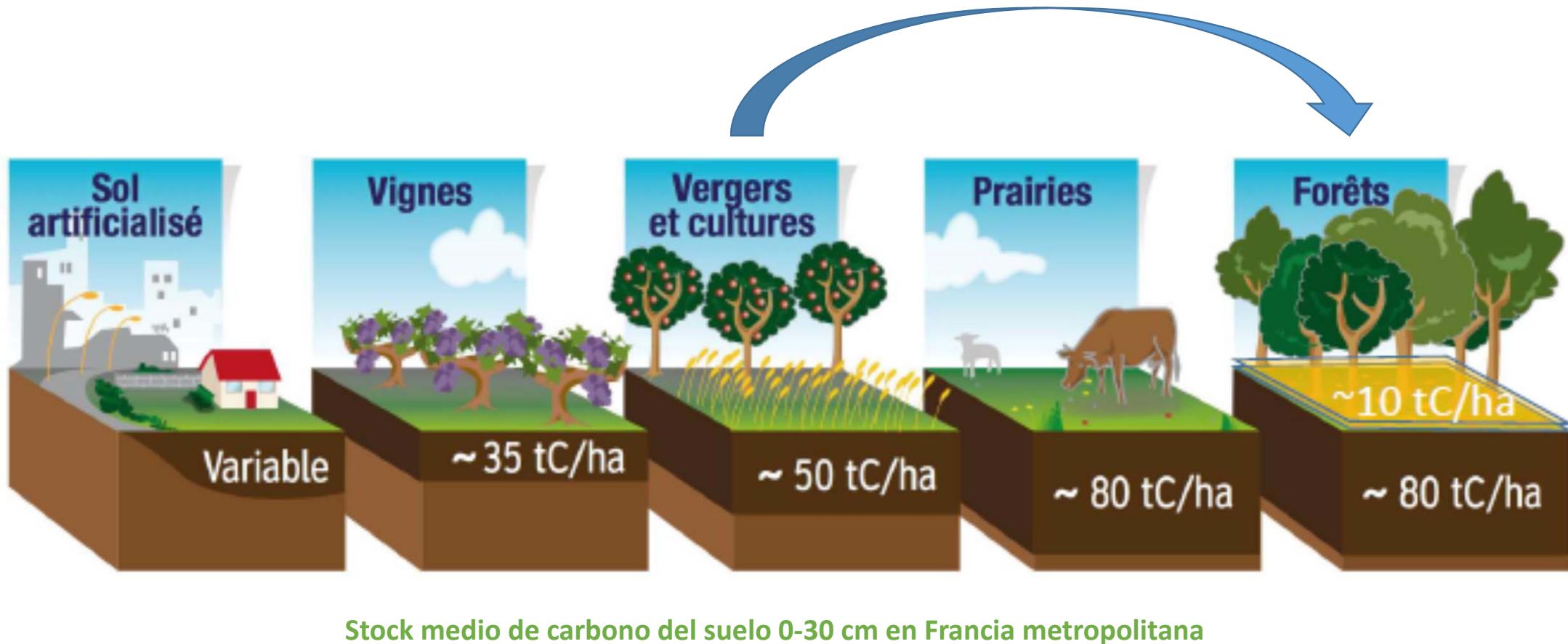
Limitación del arado

Los determinantes de los stocks de carbono del suelo

Surface area [m ²]	10 ⁻⁶	10 ⁻²	10 ²	10 ⁴	10 ⁷	10 ¹⁰	10 ¹²	10 ¹⁴
Object of reference	particle	plot			catchment		continent	
	aggregate		farm		region			
		pedon		landscape				globe
Descriptive term	“Micro-scale”			“sub-regional”		“sub-continental”		
		“local”			“regional”			“global”
Driver of SOC storage					Climate			
			Topography			Vegetation		
				Microorganisms/Fauna				
	Soil physico-chemistry				Parent material			
			Texture					
				Land-use and management				

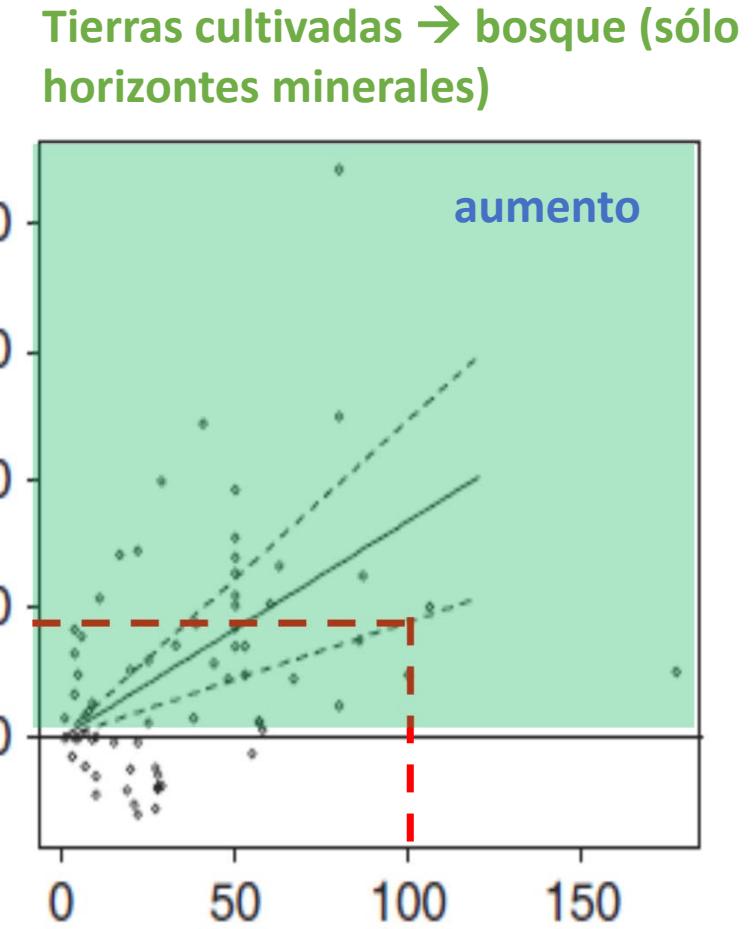
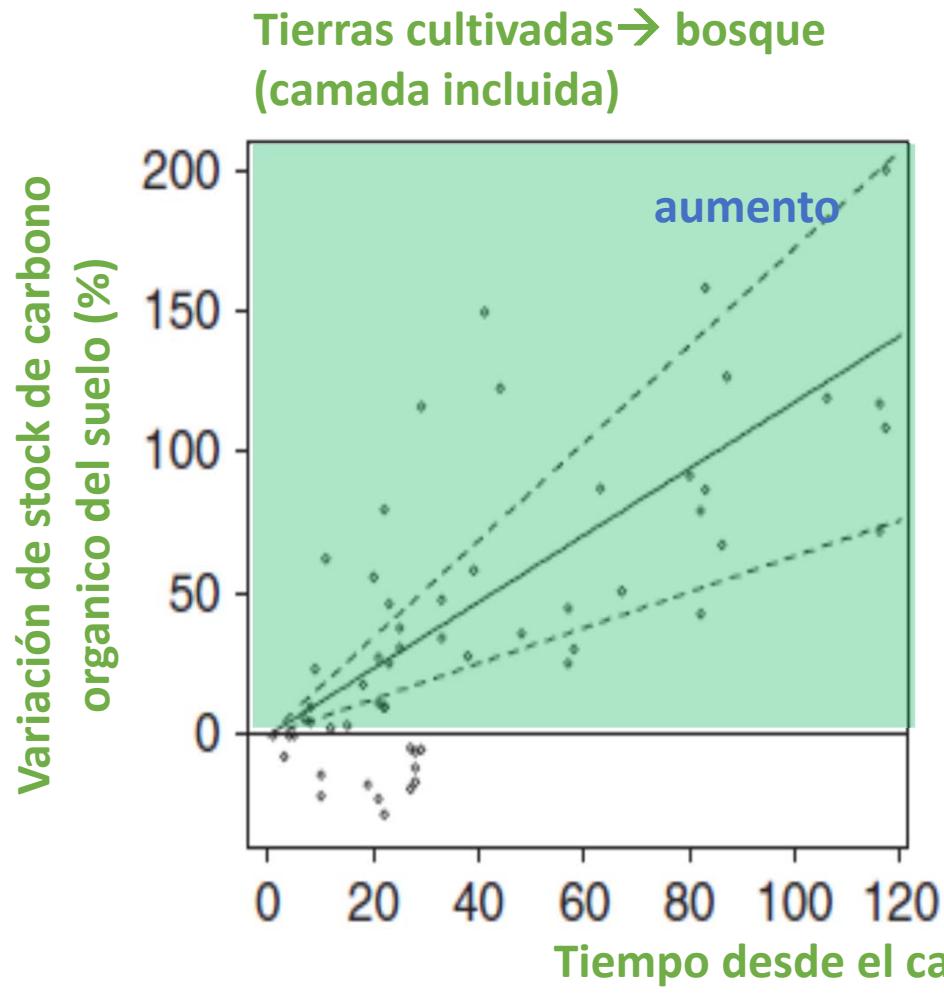
Wiesmeier, M., L. Urbanski, et al. (2019). "Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales." Geoderma 333: 149-162.

Stocks de carbono del suelo y uso de las tierras



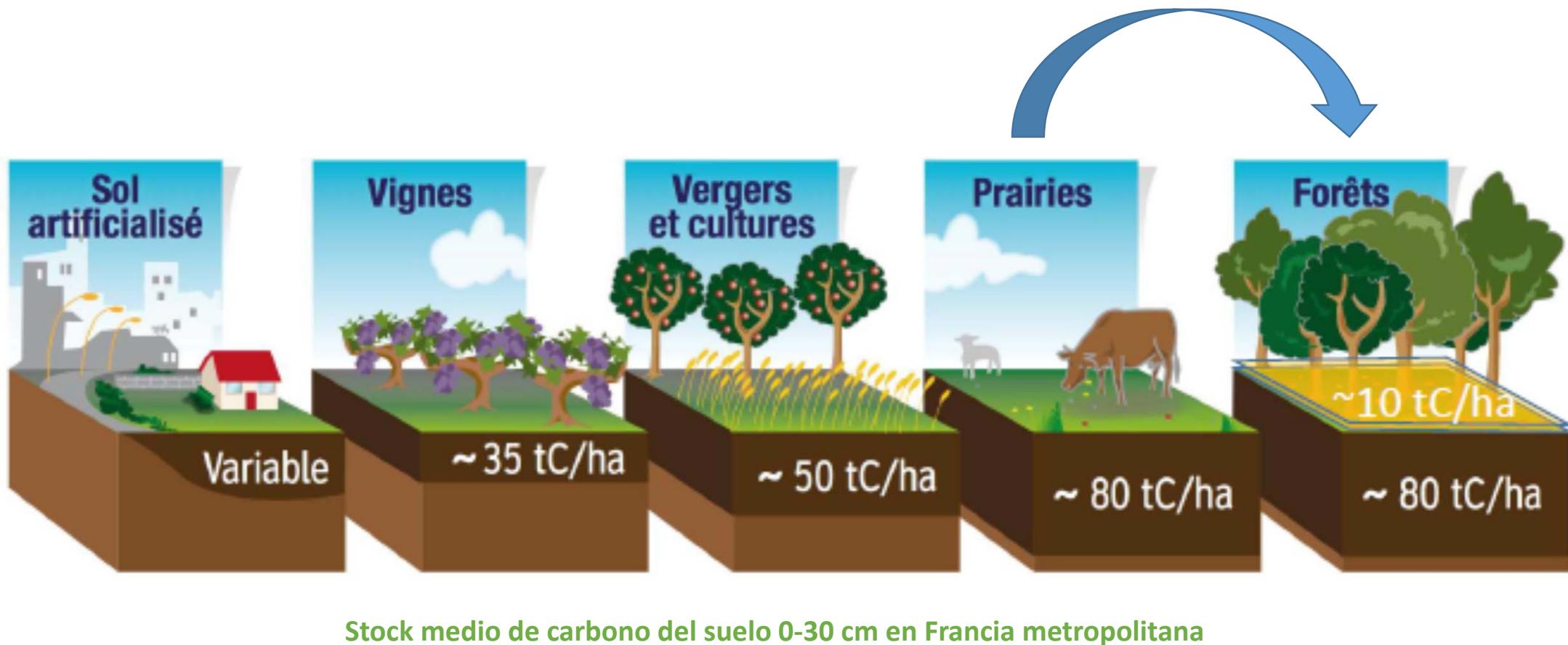
ADEME (2014). Carbone organique des sols : l'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat, ADEME: 27.

Aforestacion de tierras cultivadas



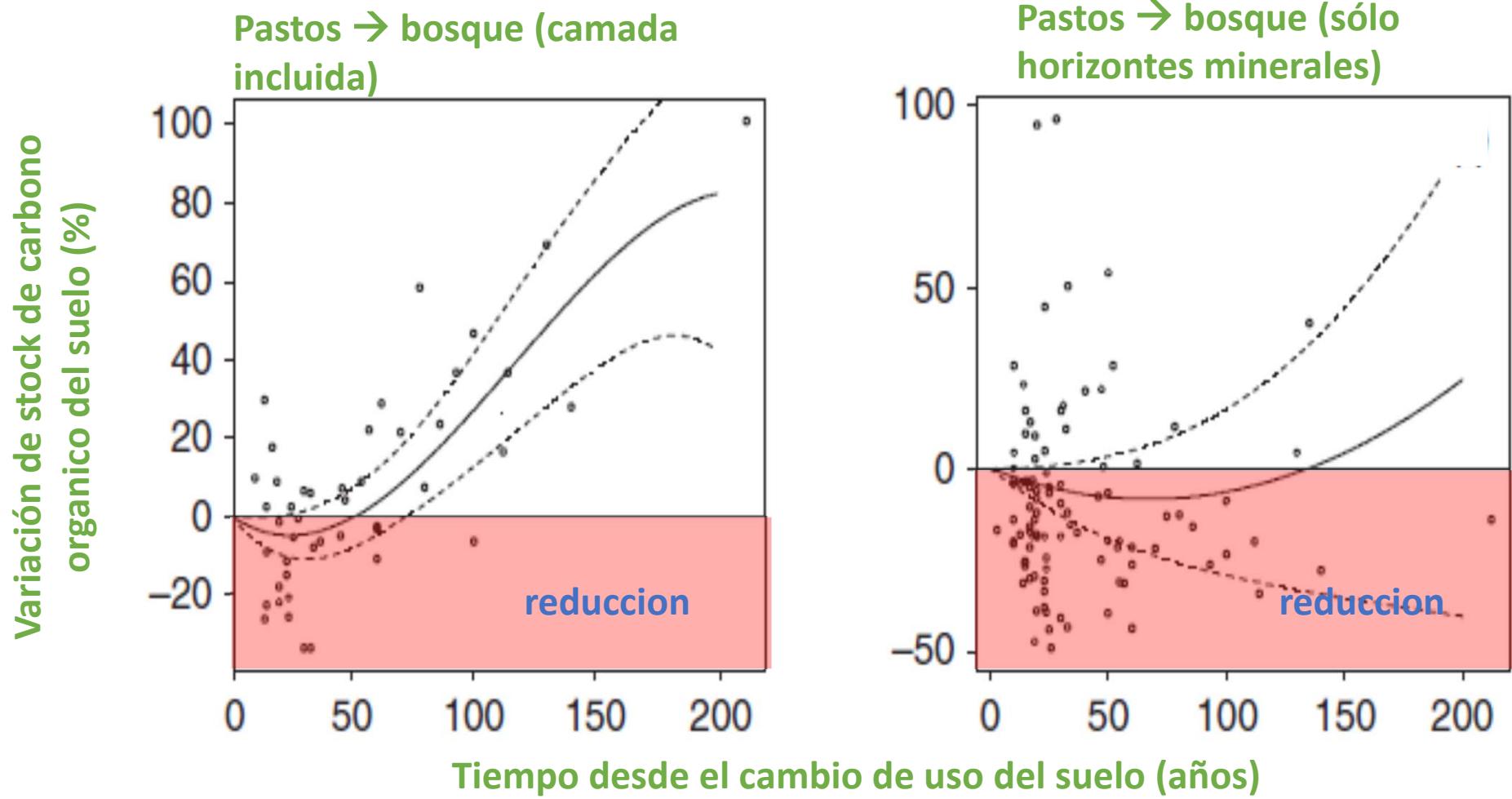
Poeplau, C., A. Don, et al. (2011). "Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone – carbon response functions as a model approach." Global Change Biology 17(7): 2415-

Stocks de carbono del suelo y uso de las tierras



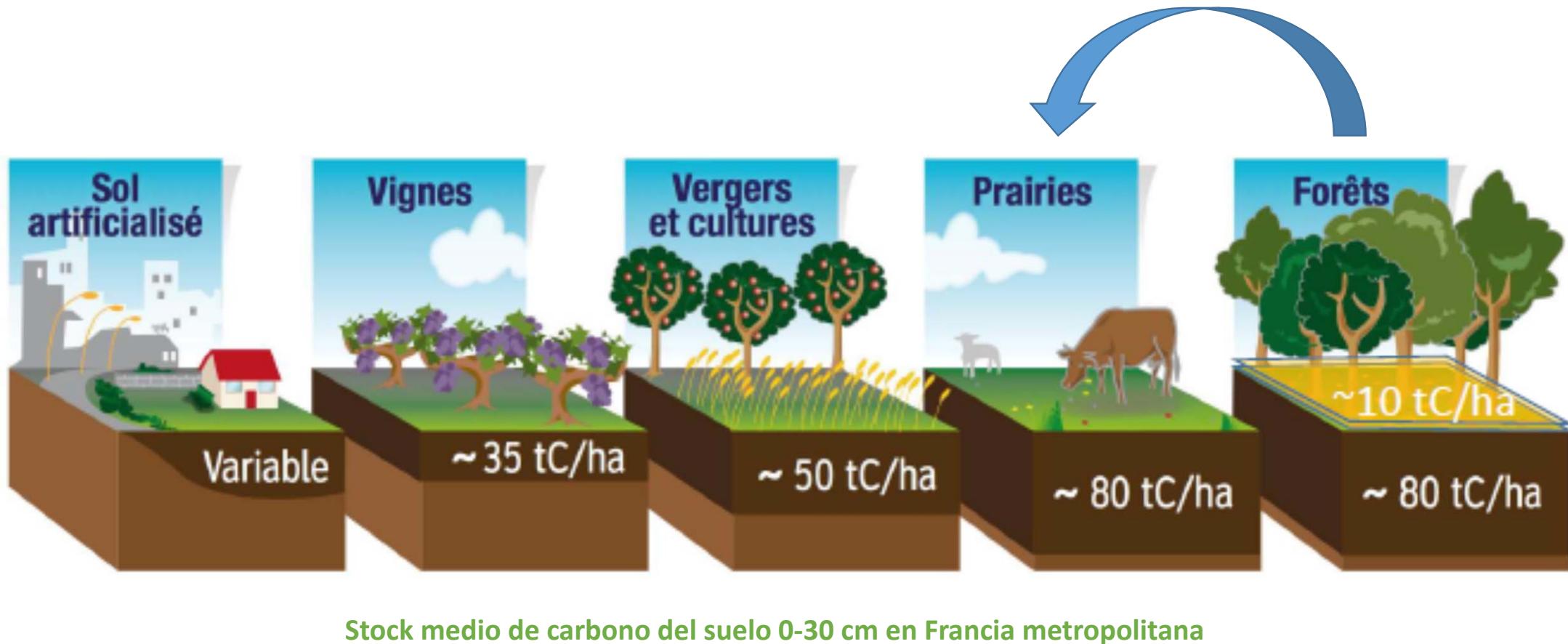
ADEME (2014). Carbone organique des sols : l'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat, ADEME: 27.

Aforestacion de pastos



Poeplau, C., A. Don, et al. (2011). "Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone – carbon response functions as a model approach." Global Change Biology 17(7): 2415-

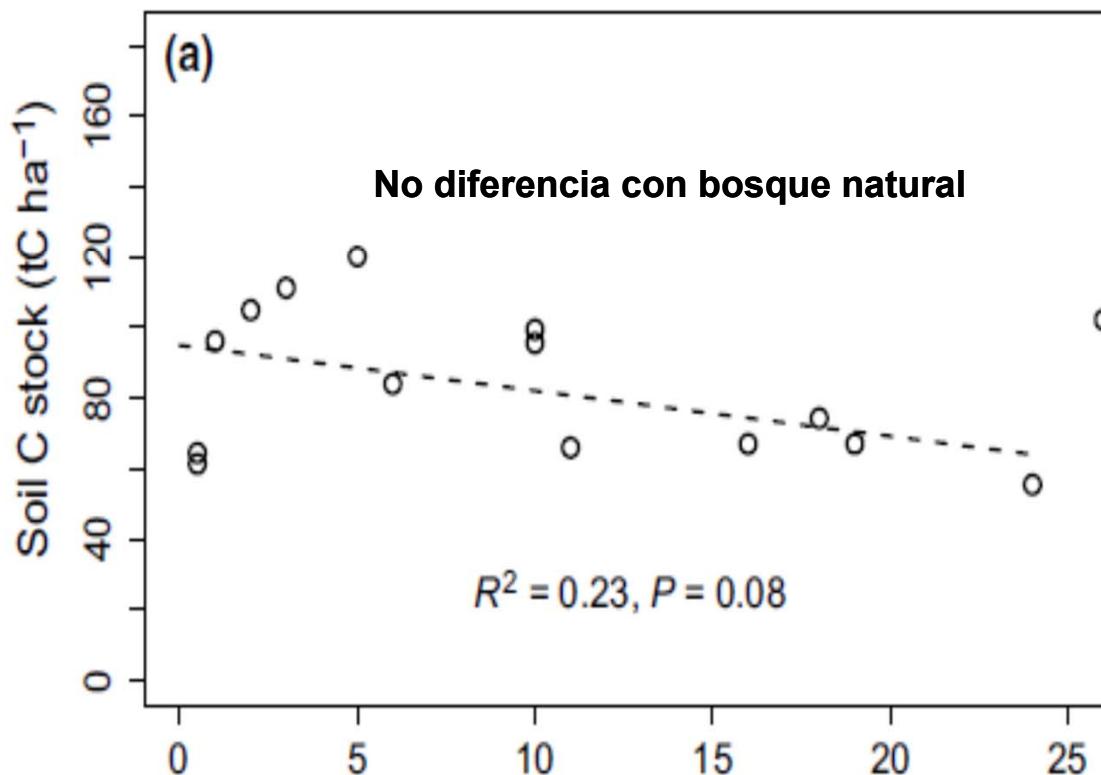
Stocks de carbono del suelo y uso de las tierras



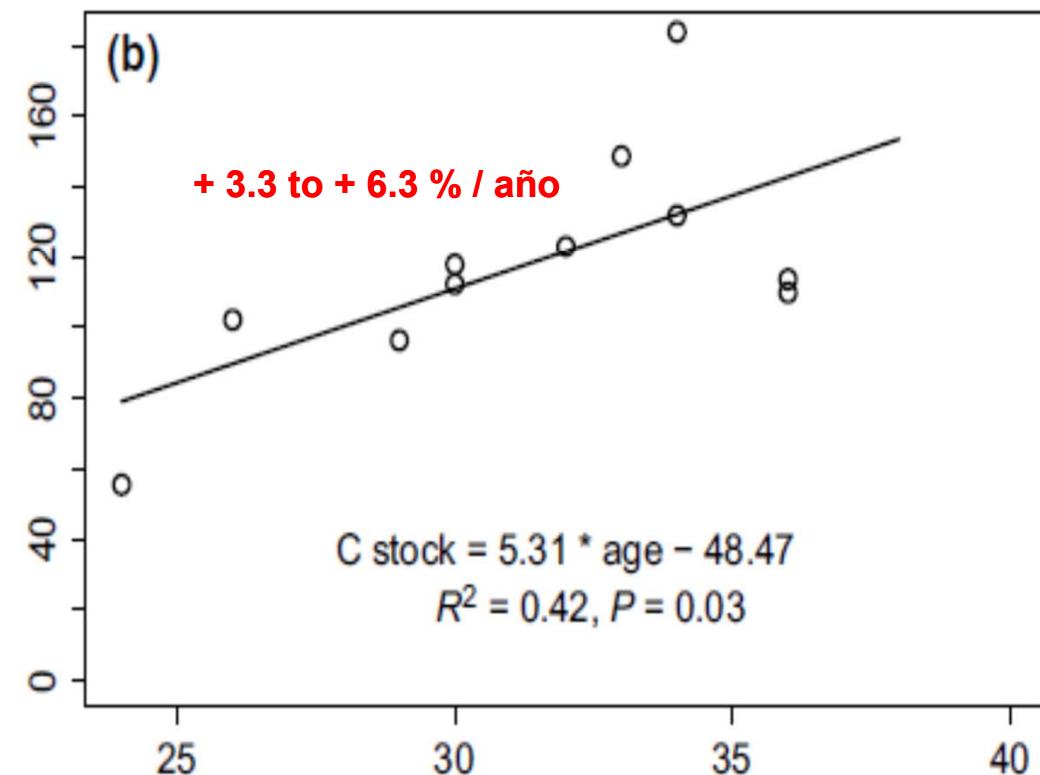
ADEME (2014). Carbone organique des sols : l'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat, ADEME: 27.

Conversion de bosque en pastos en Amazonia

Pastos ≤ 24 años



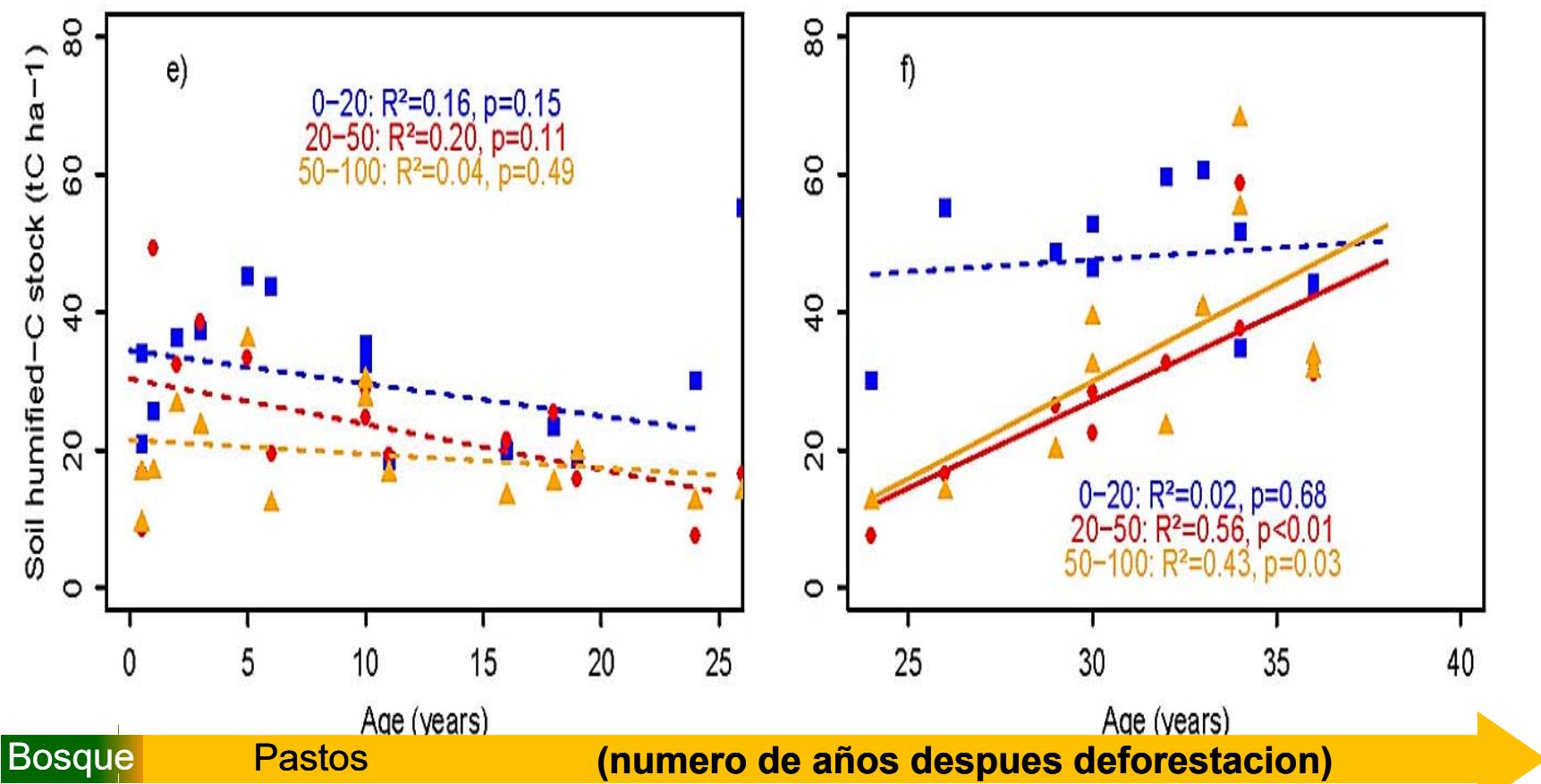
Pastos ≥ 24 años



Stahl, C., Vincent Freycon, et al. (2016). "Soil carbon stocks after conversion of Amazonian tropical forest to grazed pasture: importance of deep soil layers." Reg Environ Change 16: 2059-2069.

Conversion de bosque en pastos en Amazonia

Carbono del suelo aumenta en pastos antiguos principalmente en suelos profundos (20-100 cm)



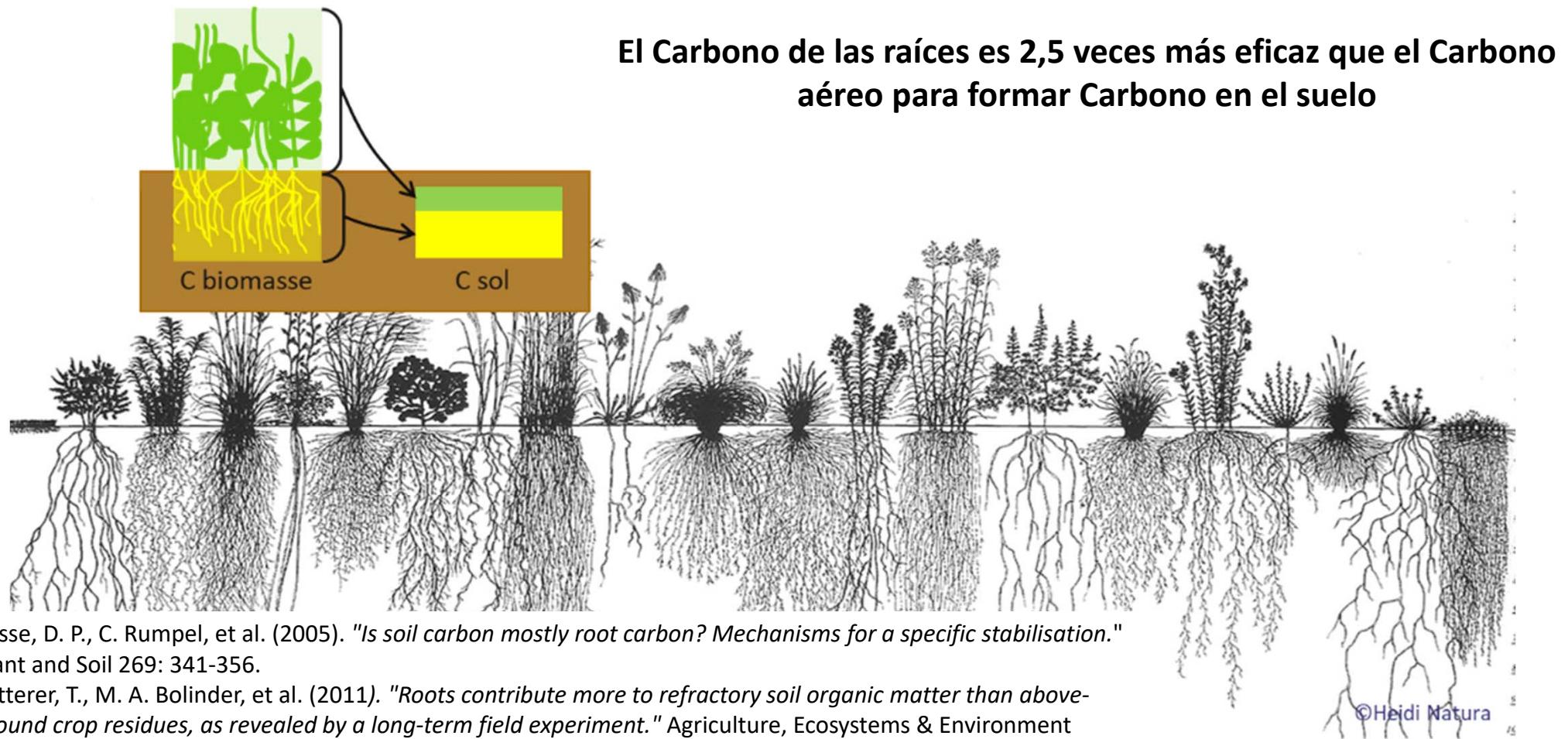
Stahl, C., Vincent Freycon, et al. (2016). "Soil carbon stocks after conversion of Amazonian tropical forest to grazed pasture: importance of deep soil layers." Reg Environ Change 16: 2059-2069.

Los determinantes de los stocks de carbono del suelo

Surface area [m ²]	10 ⁻⁶	10 ⁻²	10 ²	10 ⁴	10 ⁷	10 ¹⁰	10 ¹²	10 ¹⁴
Object of reference	particle	plot			catchment		continent	
	aggregate		farm		region			
		pedon		landscape				globe
Descriptive term	“Micro-scale”			“sub-regional”		“sub-continental”		
		“local”			“regional”			“global”
Driver of SOC storage					Climate			
			Topography					
					Vegetation			
				Microorganisms/Fauna				
	Soil physico-chemistry				Parent material			
			Texture					
				Land-use and management				

Wiesmeier, M., L. Urbanski, et al. (2019). "Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales." Geoderma 333: 149-162.

Secuestro de carbono en los suelos y raíces

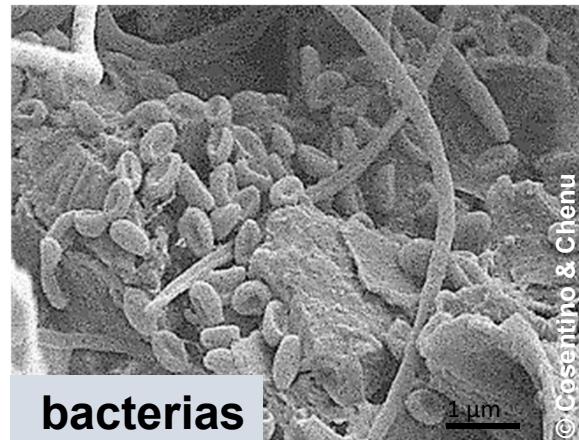


Los determinantes de los stocks de carbono del suelo

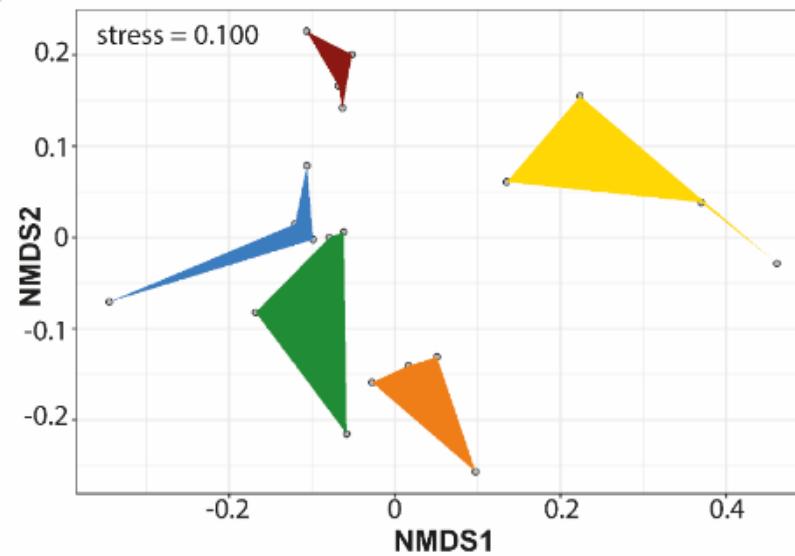
Surface area [m ²]	10 ⁻⁶	10 ⁻²	10 ²	10 ⁴	10 ⁷	10 ¹⁰	10 ¹²	10 ¹⁴
Object of reference	particle	plot			catchment		continent	
	aggregate			farm		region		
		pedon			landscape			globe
Descriptive term	“Micro-scale”			“sub-regional”		“sub-continental”		
		“local”			“regional”		“global”	
Driver of SOC storage					Climate			
			Topography			Vegetation		
				Microorganisms/Fauna				
	Soil physico-chemistry					Parent material		
				Texture				
					Land-use and management			

Wiesmeier, M., L. Urbanski, et al. (2019). "Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales." Geoderma 333: 149-162.

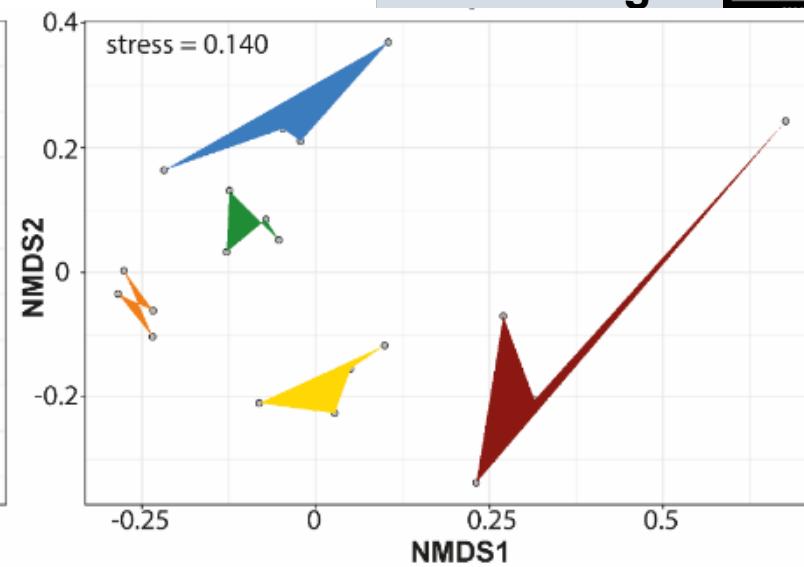
Secuestro de carbono en los suelos y micro-organismos



bacterias

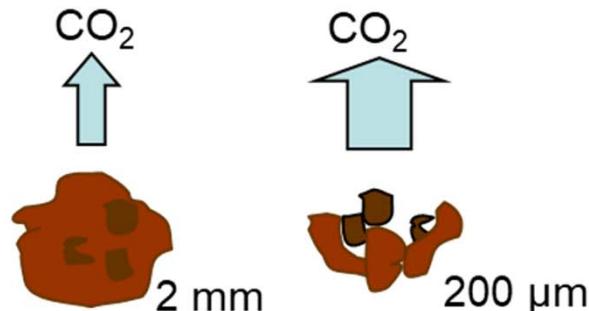


hongos

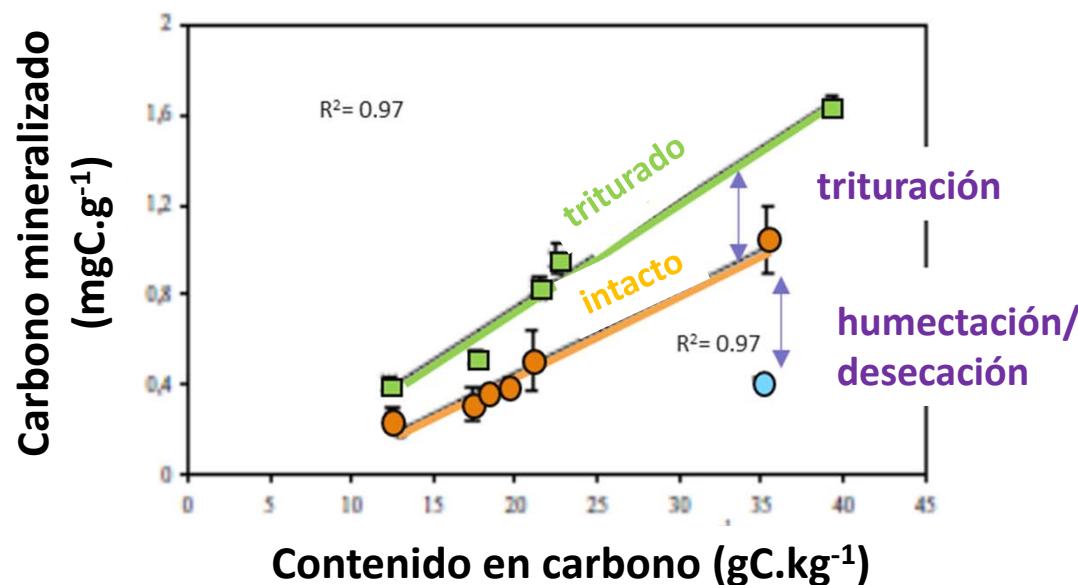


Demenois, J., L. Merino-Martín, et al. (2020). "Do diversity of plants, soil fungi and bacteria influence aggregate stability on ultramafic Ferralsols? A metagenomic approach in a tropical hotspot of biodiversity." Plant and Soil 448(1): 213-229.

Secuestro de carbono en los suelos y agregados

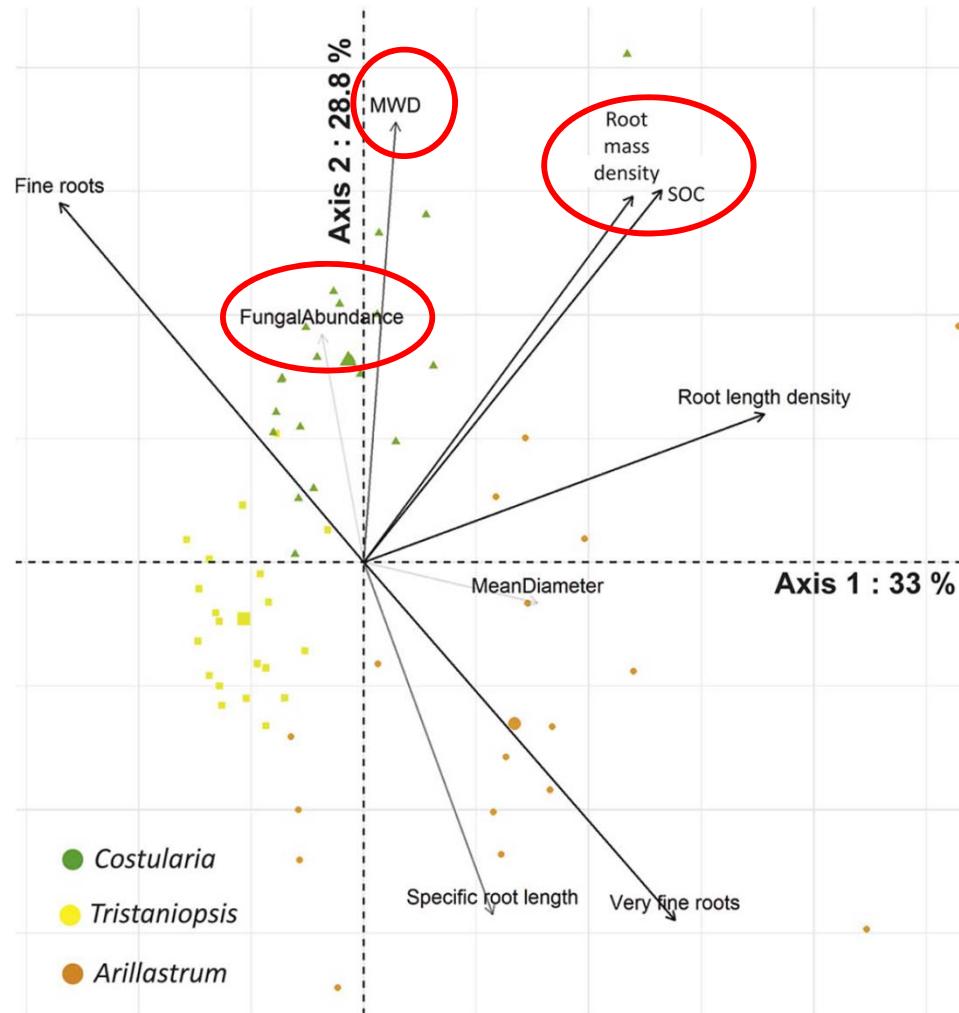


ΔCO_2 = Cantidad de carbono protegido en los agregados



Chevallier, T., K. Hmaidi, et al. (2015). "Physical protection of soil carbon in macroaggregates does not reduce the temperature dependence of soil CO₂ emissions." Journal of Plant Nutrition and Soil Science 178(4): 592-600.

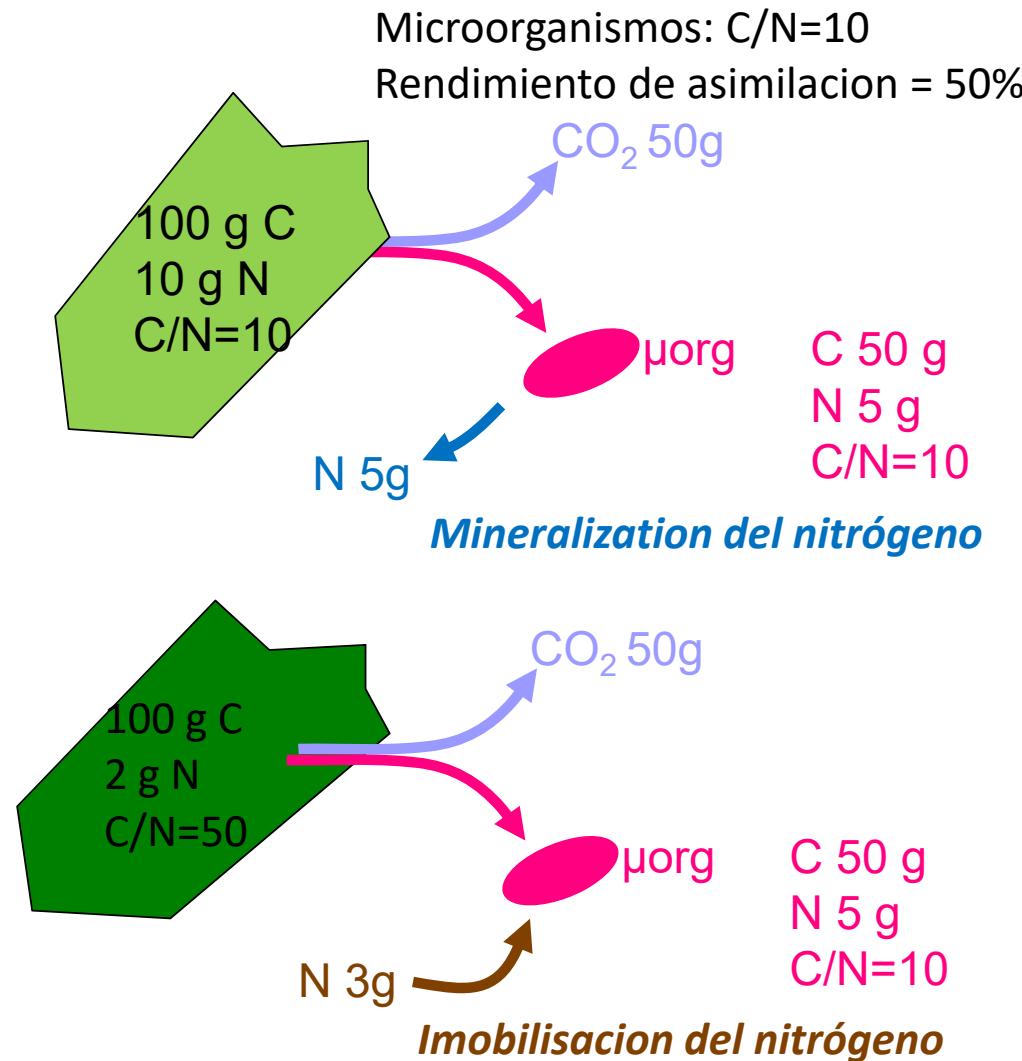
Secuestro de carbono en los suelos y agregados



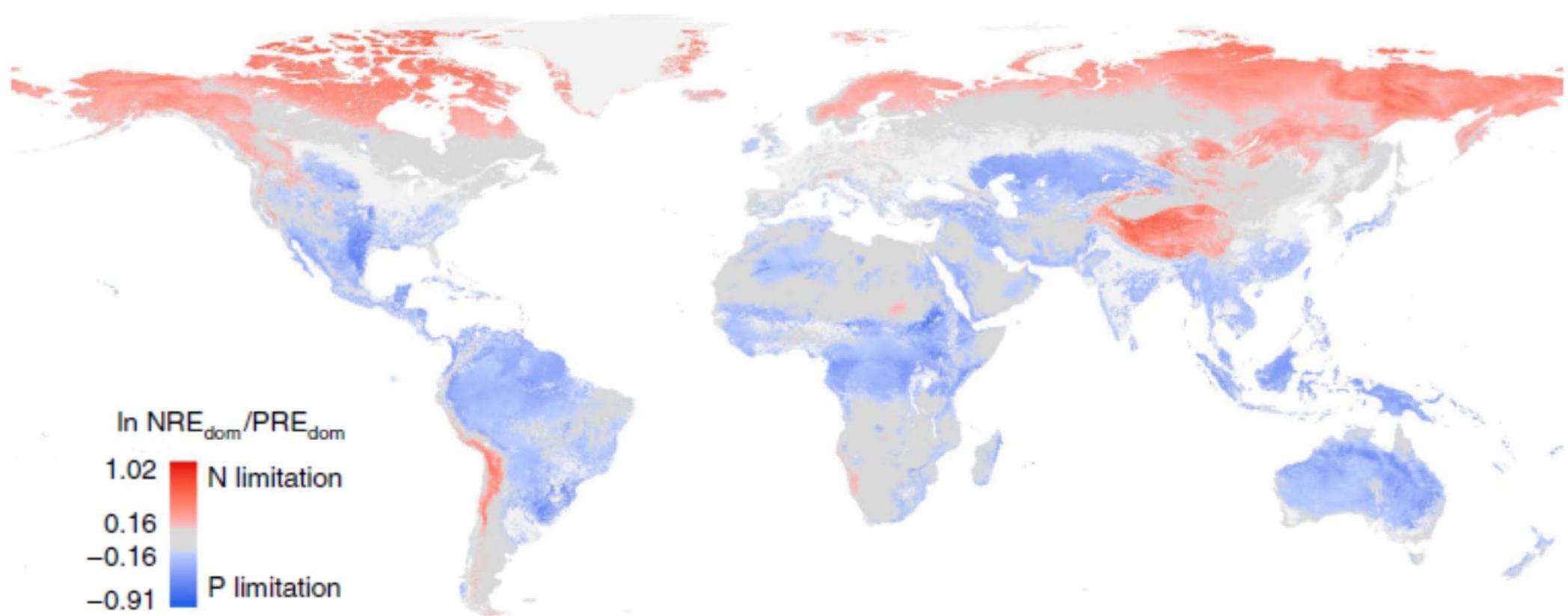
Demenois, J., F. Rey, et al. (2018).
"Linkages between root traits, soil
fungi and aggregate stability in
tropical plant communities along a
successional vegetation gradient."
Plant and Soil 424(1–2): 319–334.

Secuestro de carbono en los suelos y micro-organismos

Tipo de materia orgánica	C/N
Alfalfa	13
Hojas de Pinus	60-70
Pajitas de cereales	80-120
Estiércol de cerdo	6
Materia orgánica	10



N y P factores limitantes del secuestro de carbono en los suelos



- 18 % de los terrenos naturales son limitantes en N
- 43 % de los terrenos naturales son limitantes en P

Du, E., C. Terrer, et al. (2020). "Global patterns of terrestrial nitrogen and phosphorus limitation." Nature Geoscience: Medium: ED; Size: p. 221-226.



RESUMEN

- Una reserva de carbono del suelo dinámica (horizontal y vertical, temporal)
 - Muchos parámetros influyen en esta dinámica
 - Una dinámica lenta
- => **importancia de monitorear el carbono en los suelos a largo plazo**