



Universidad de Concepción



Seminario Internacional

Sustentabilidad de Bosques y Plantaciones Forestales en el Día Internacional de los Suelos

HERRAMIENTAS Y PRINCIPIOS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MAPEO DIGITAL DEL CARBONO ALMACENADO EN EL SUELO Y LOS BOSQUES

Por:

Dr. Efraín Duarte

Facultad de Ciencias Forestales

Universidad de Concepción

05 de septiembre 2023

efrainduarte@gmail.com



Expone:

EFRAÍN DUARTE

Profesional de las ciencias forestales y agronómicas

Universidad de Concepción

- Introducción: Carbono orgánico del suelo (COS)
- Herramientas y datos disponibles para la medición y monitoreo del COS
- Mapeo digital del COS: Experiencia en Chile
- Mapeo digital del COS: Métodos y buenas prácticas



TEMA 1

**Introducción: Carbono Orgánico del
Suelo**



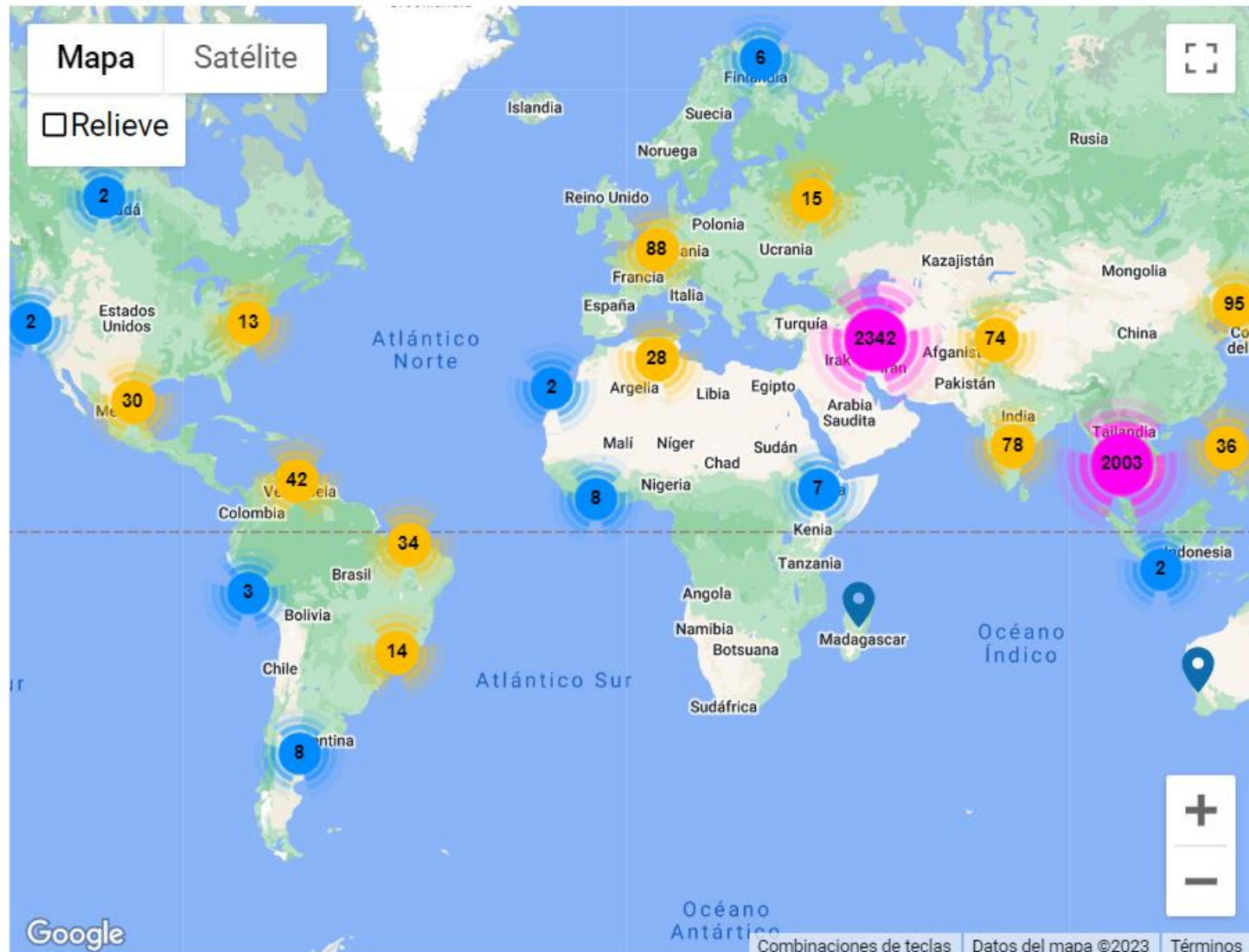
Introducción: Día Mundial del suelo

World Soil Day 2023



World Soil Day
5 December

A-Z Site Index



Día
Mundial
del Suelo



Introducción: La alianza mundial por el suelo

Alianza Mundial por el Suelo

La Alianza Mundial por el Suelo (AMS) se estableció con el objetivo de promover el manejo sostenible del suelo para dar respuesta a los problemas mundiales emergentes.

Los 5 pilares de acción



Gestión del suelo

Promover el manejo sostenible de los suelos



Fomento

Fomentar la cooperación técnica, la educación, la sensibilización y la extensión en materia de suelos.



Investigación

Promover la investigación sobre suelos



Información y datos

Mejorar la cantidad y la calidad de los datos y la información sobre el suelo.

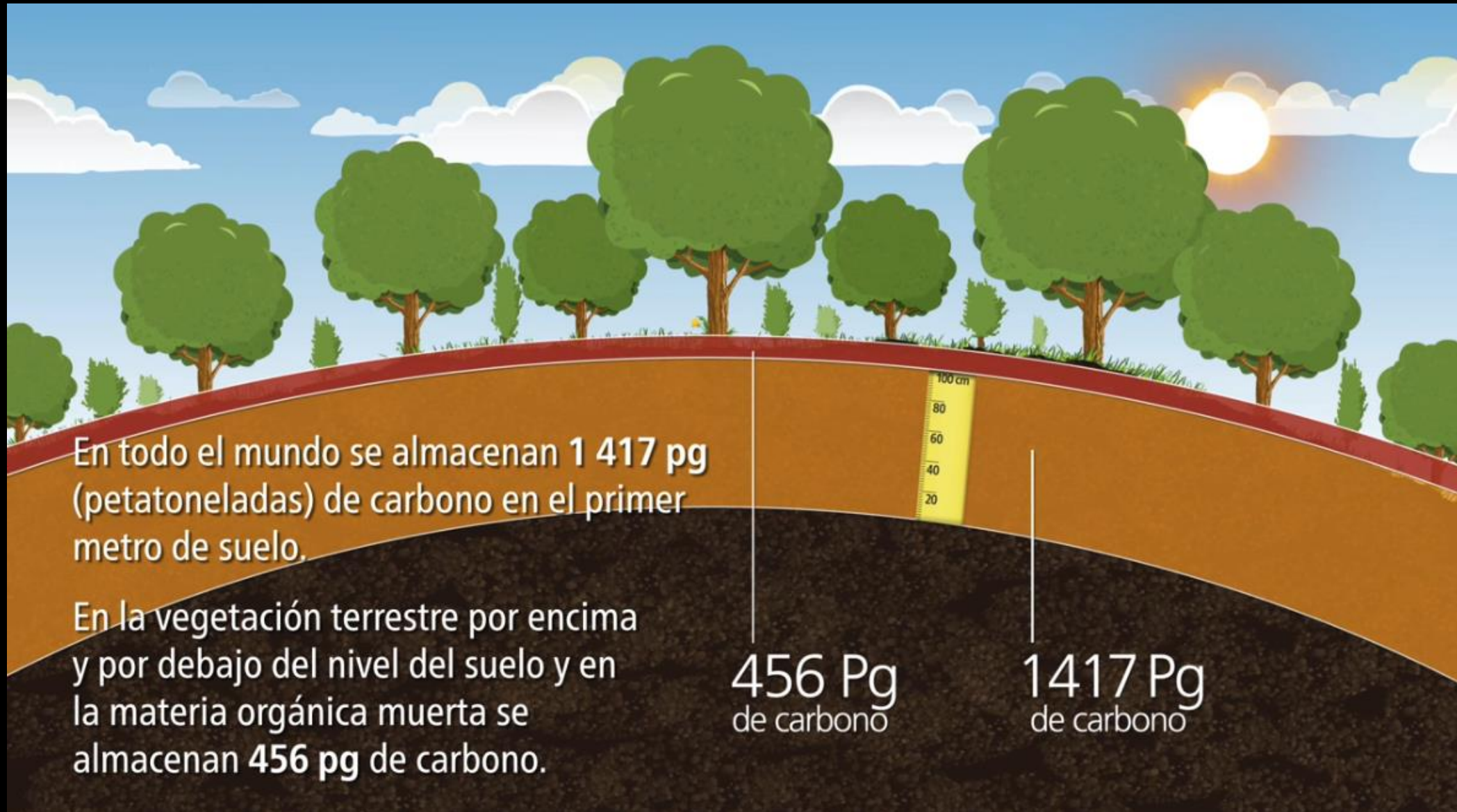


Armonización

Armonización de métodos, medidas e indicadores para la gestión sostenible y la protección de los suelos

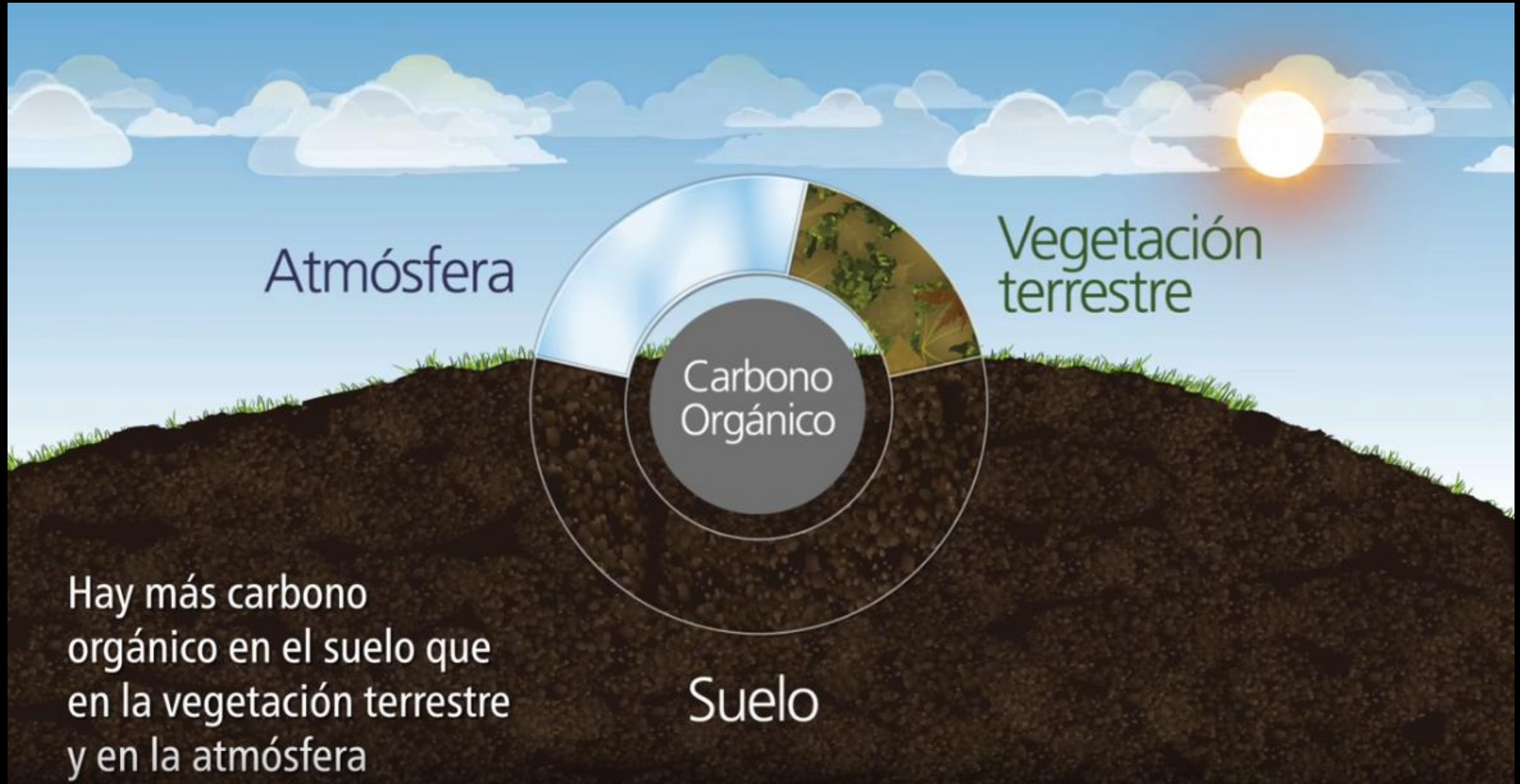


Introducción: Las reservas de carbono orgánico del suelo



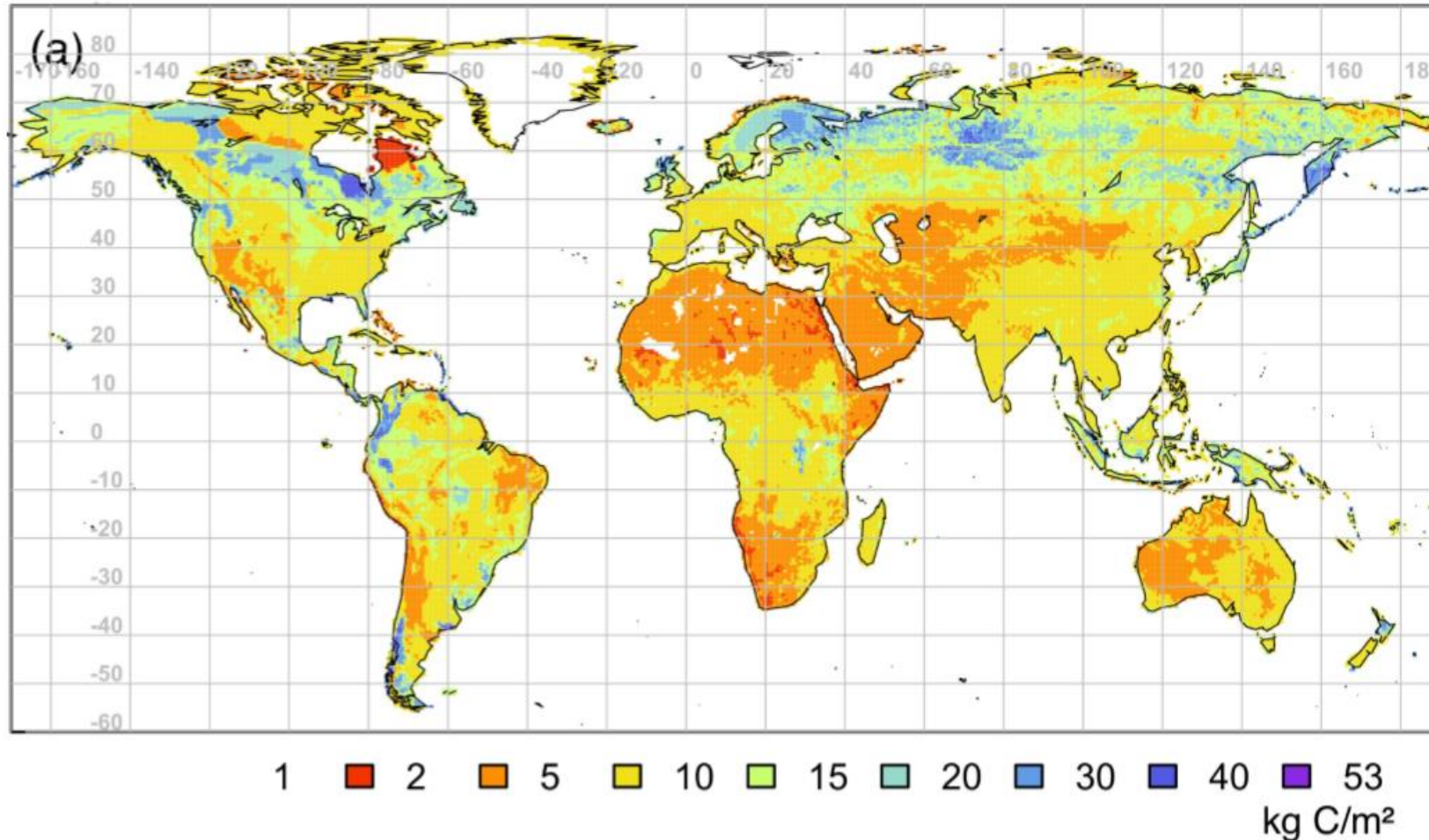


Introducción: Las reservas de carbono orgánico del suelo





Introducción: Mapeo digital del COS



Koechy et al. (2015)

Base de datos mundial de suelos armonizados (HWSD): con resolución espacial de 1 km, (algunas partes más gruesas), con propiedades del suelo de un conjunto de datos de perfil de suelo.



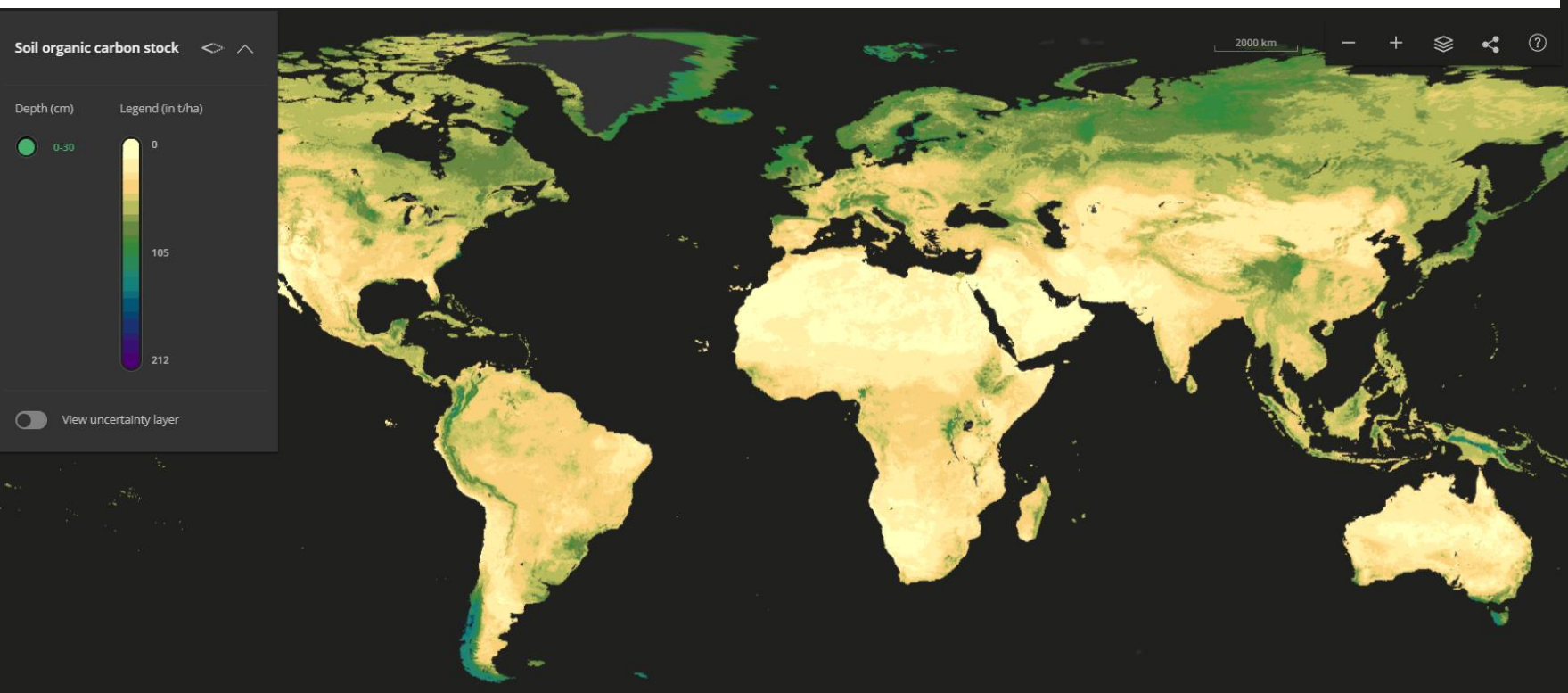
Introducción: Mapeo digital del COS



Bases de datos de suelo disponibles



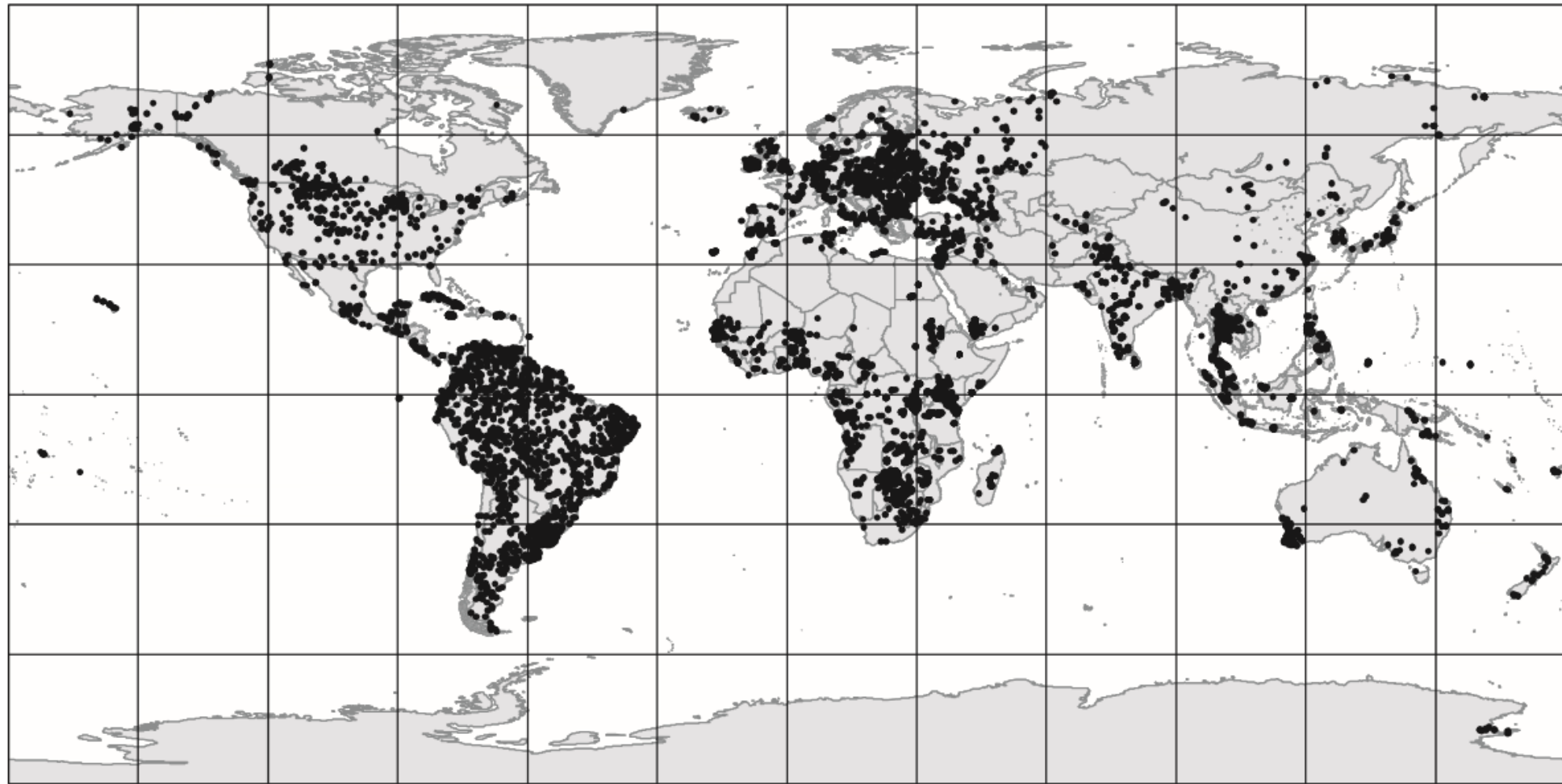
Introducción: Mapeo digital del COS



<https://soilgrids.org/>



Introducción: Mapeo digital del COS



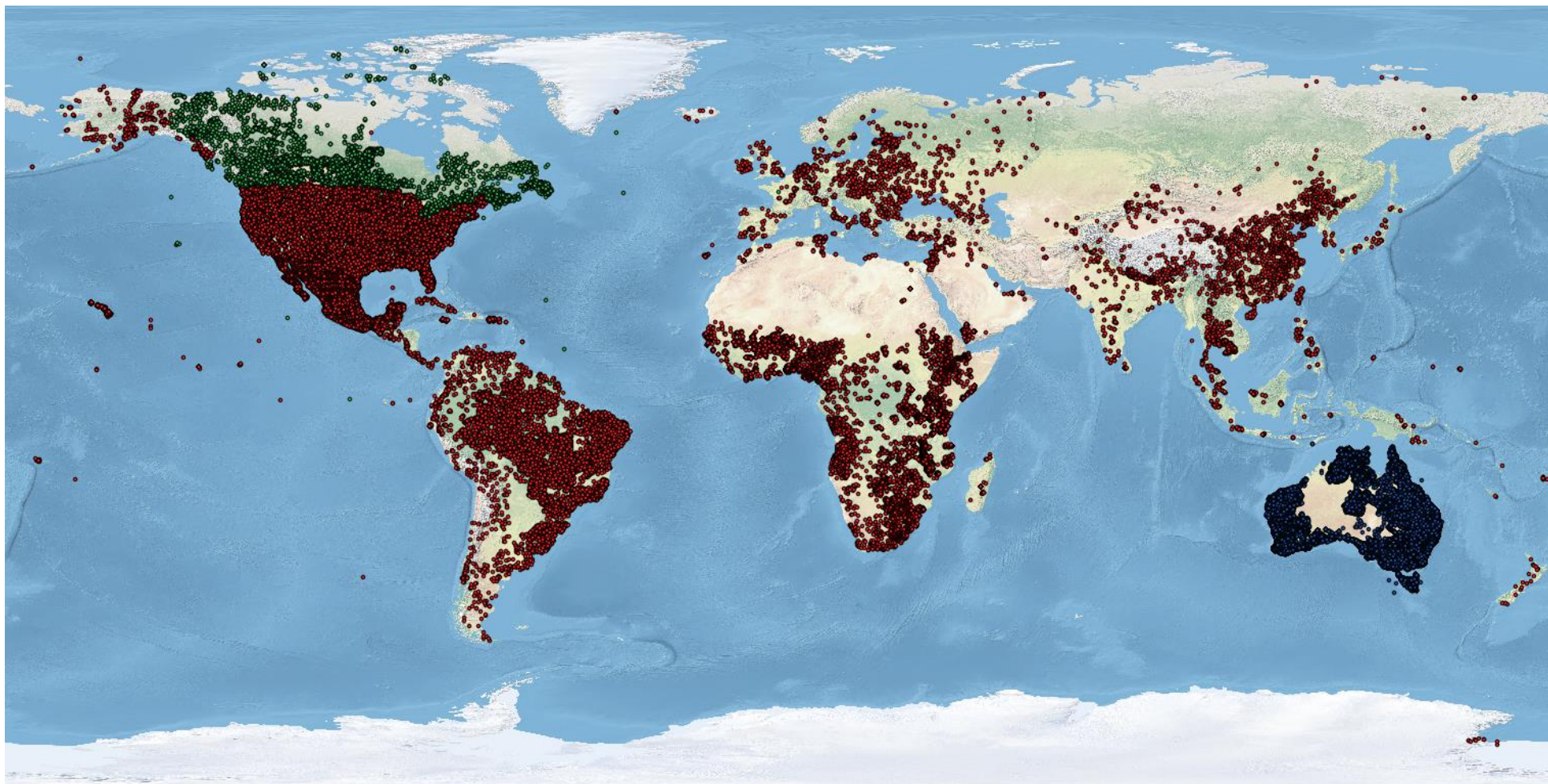
Batjes (2009)

Distribución global de perfiles de suelo geo-referenciados.

Datos de perfil de suelo armonizados para aplicaciones para escala global y continental: actualizaciones de la base de datos World Inventory of Soil Emission Potentials (WISE)



Introducción: Mapeo digital del COS



El Servicio Mundial de Información de Suelos (WoSIS) tiene como objetivo servir al usuario con una selección de datos de suelo estandarizados / armonizados. Estos datos evaluados de calidad pueden usarse para apuntalar el mapeo digital del suelo y una variedad de evaluaciones globales. CUENTA CON MÁS DE 150,000 REGISTROS DE SUELO



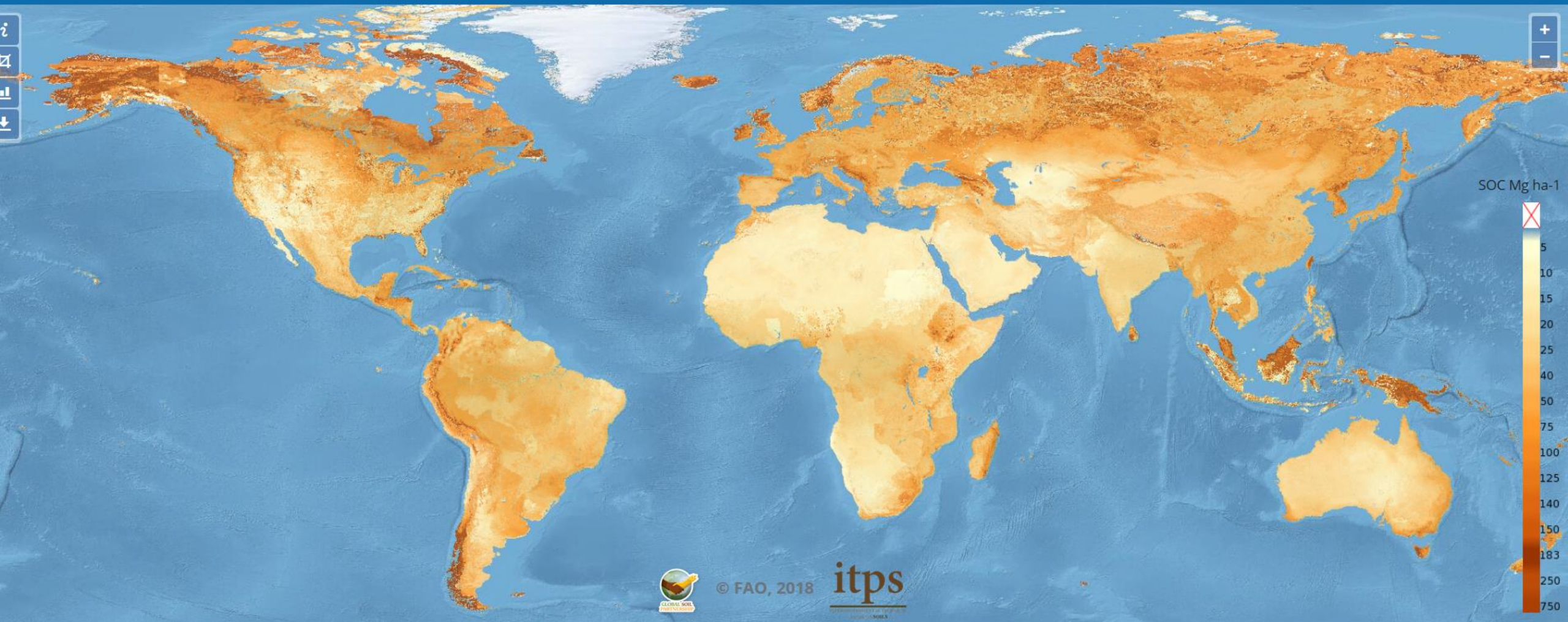
Introducción: Mapeo del carbono orgánico del suelo



Food and Agriculture Organization
of the United Nations

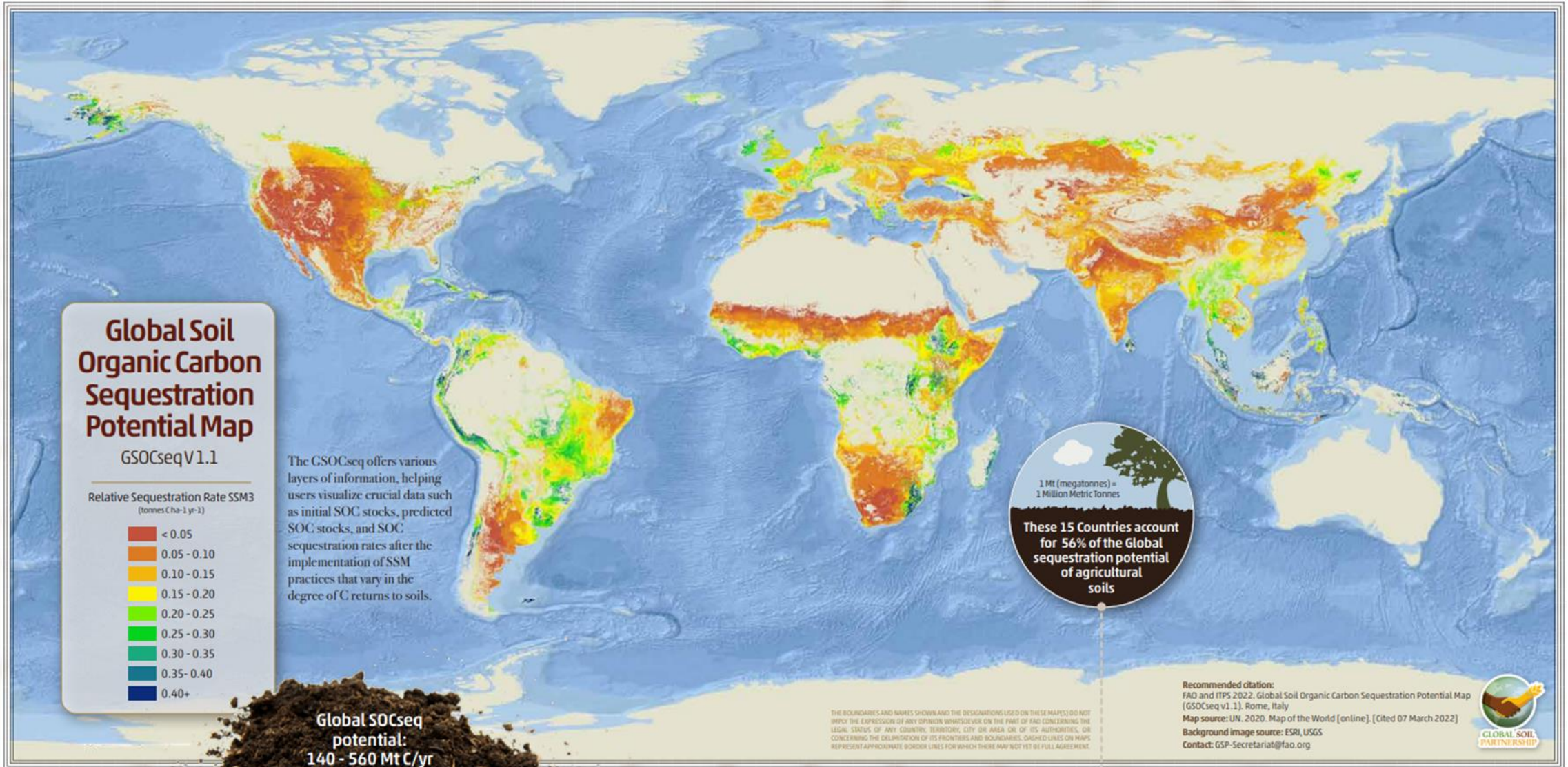
GLOVIS - GSOCmap

A country-driven approach to map the global soil organic carbon stock. See GSOCmap contributors.



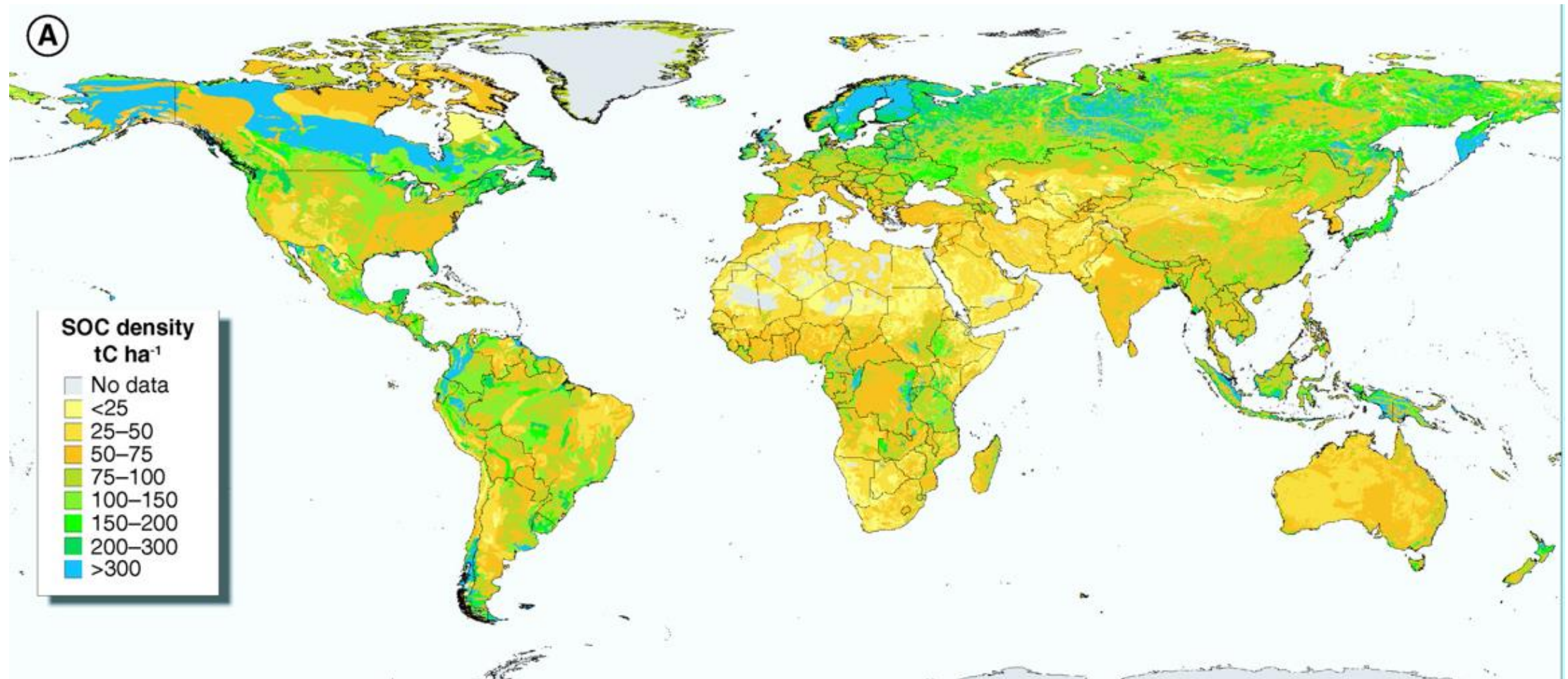


Introducción: Mapeo del carbono orgánico del suelo





Introducción: Mapeo del carbono orgánico del suelo

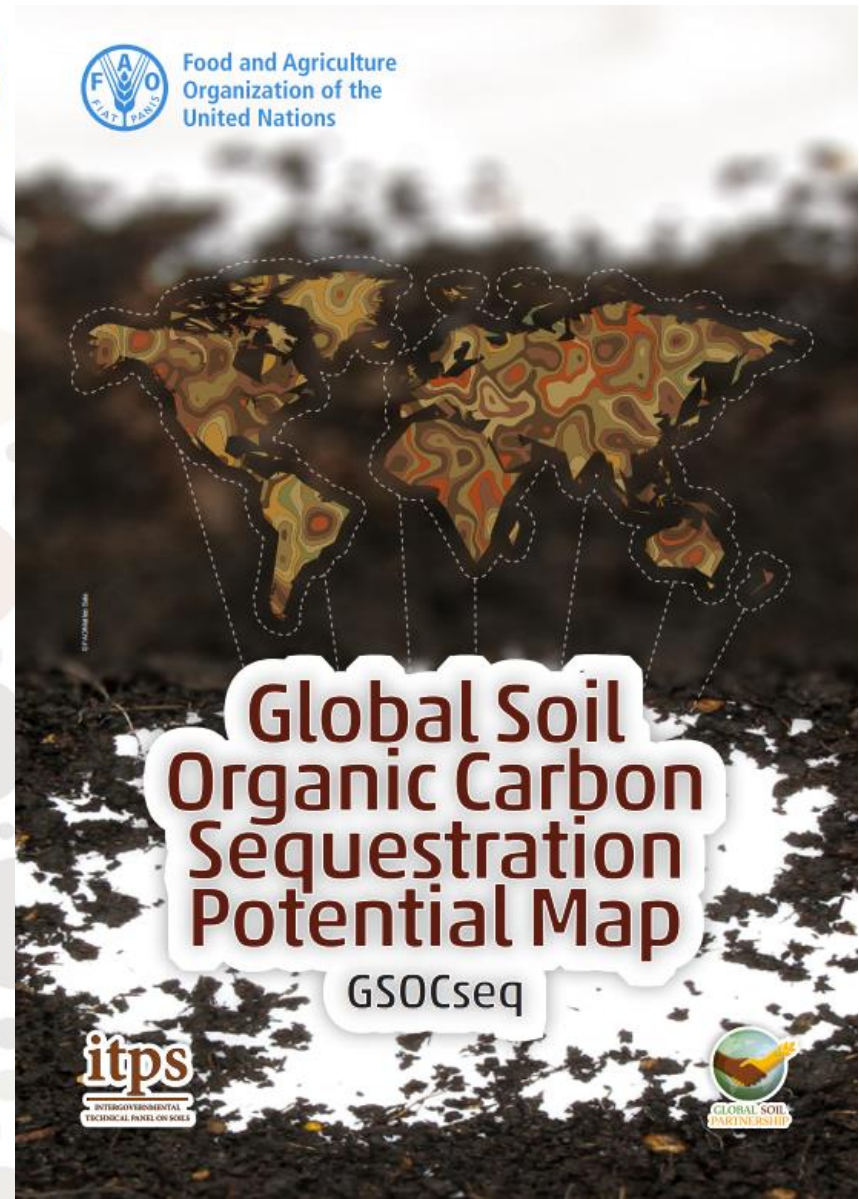
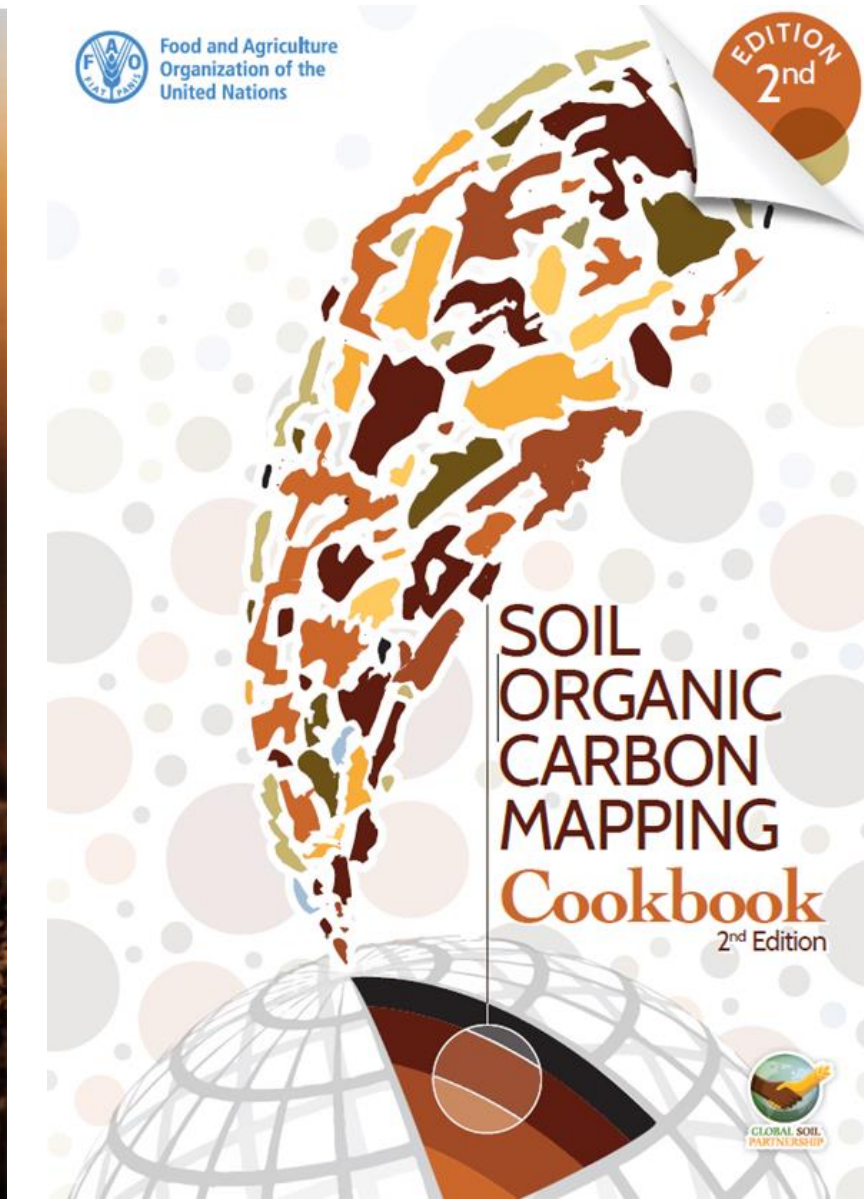
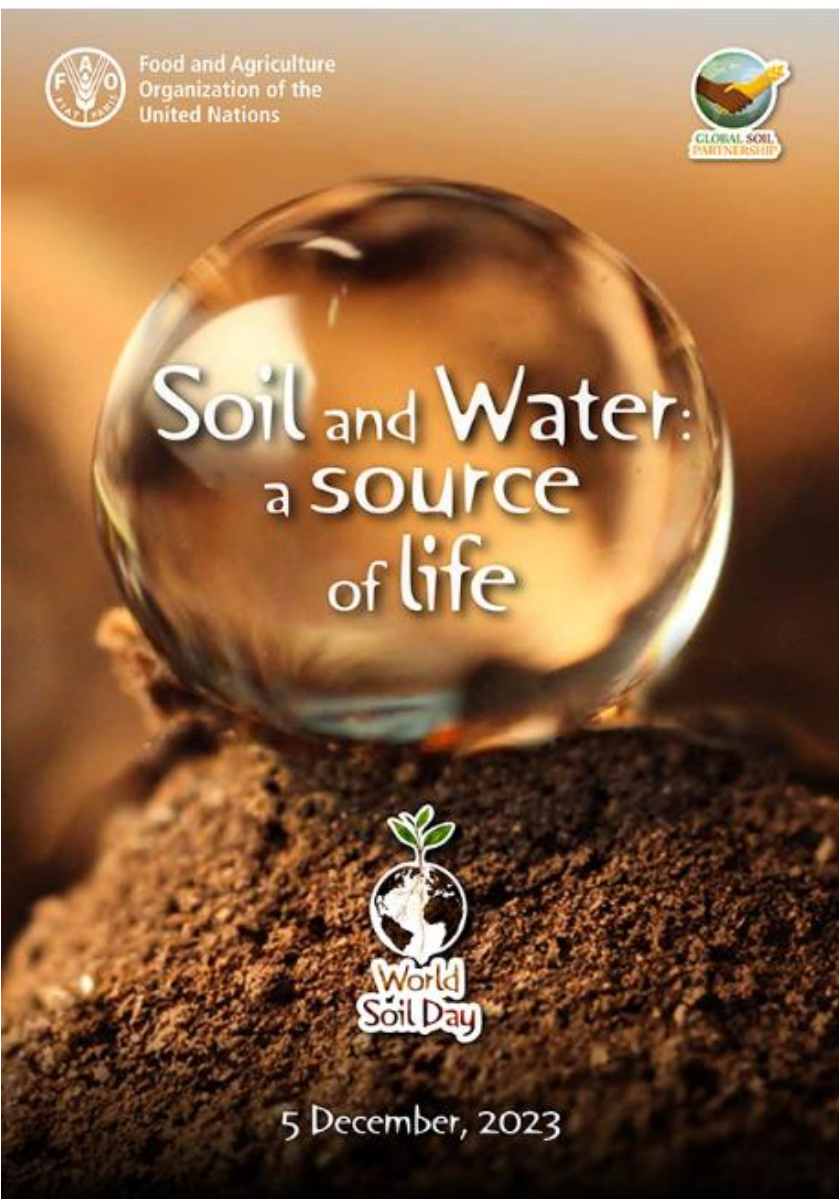


Las reservas de carbono en las tierras forestales a nivel mundial se estiman en 861 ± 66 Pg C.

- 383 ± 30 Pg C (44%) se encuentran en el suelo (hasta 1 m de profundidad)
- 363 ± 28 Pg C (42%) en la biomasa viva (arriba y abajo del suelo)
- 73 ± 6 Pg C (8%) en madera muerta
- 43 ± 3 Pg C (5%) en la hojarasca.



Introducción: Mapeo del carbono orgánico del suelo

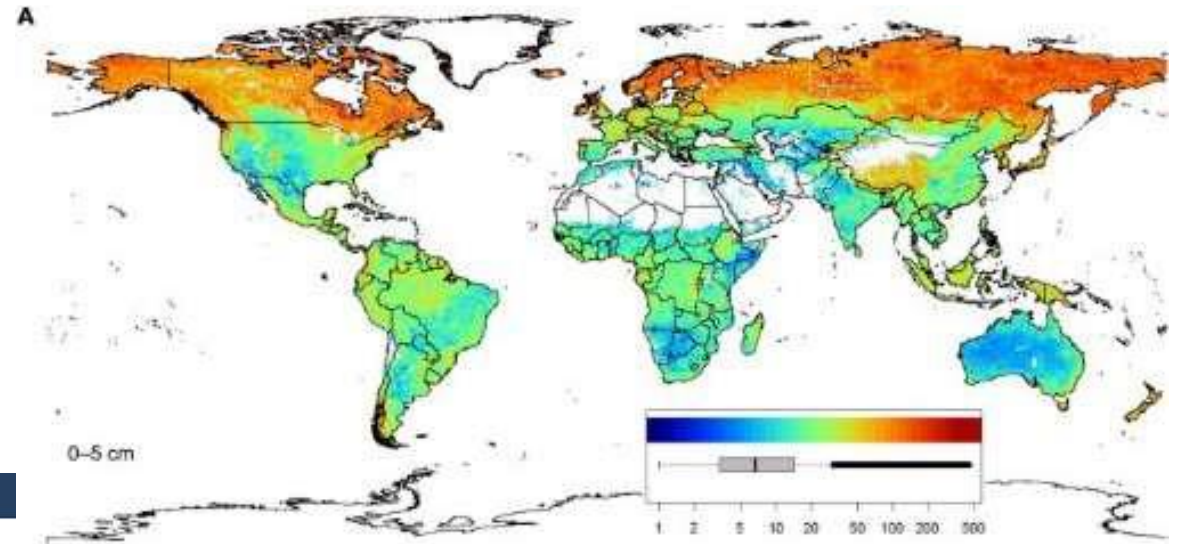




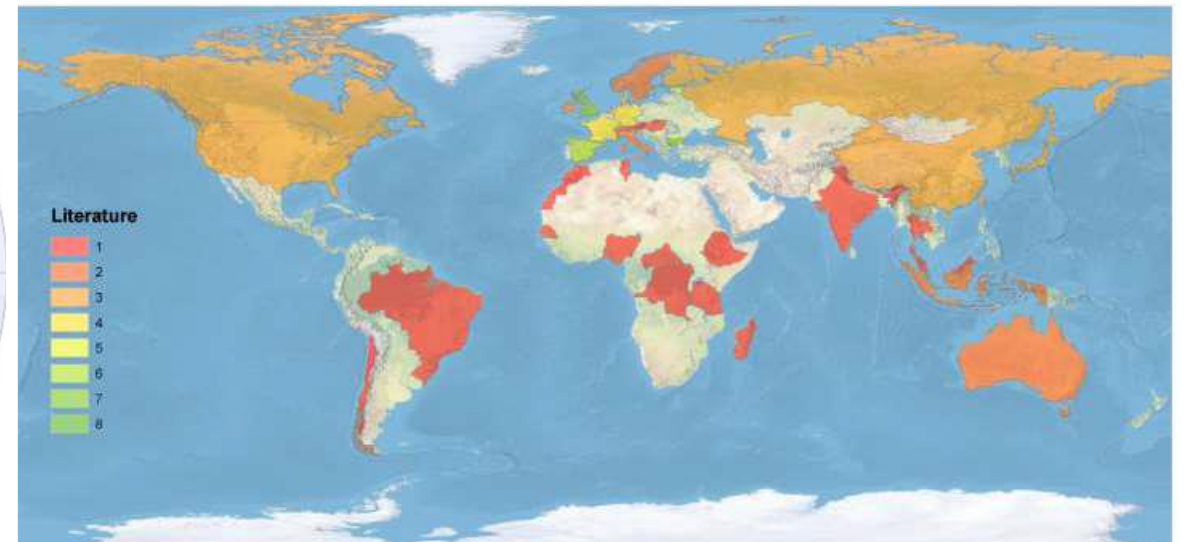
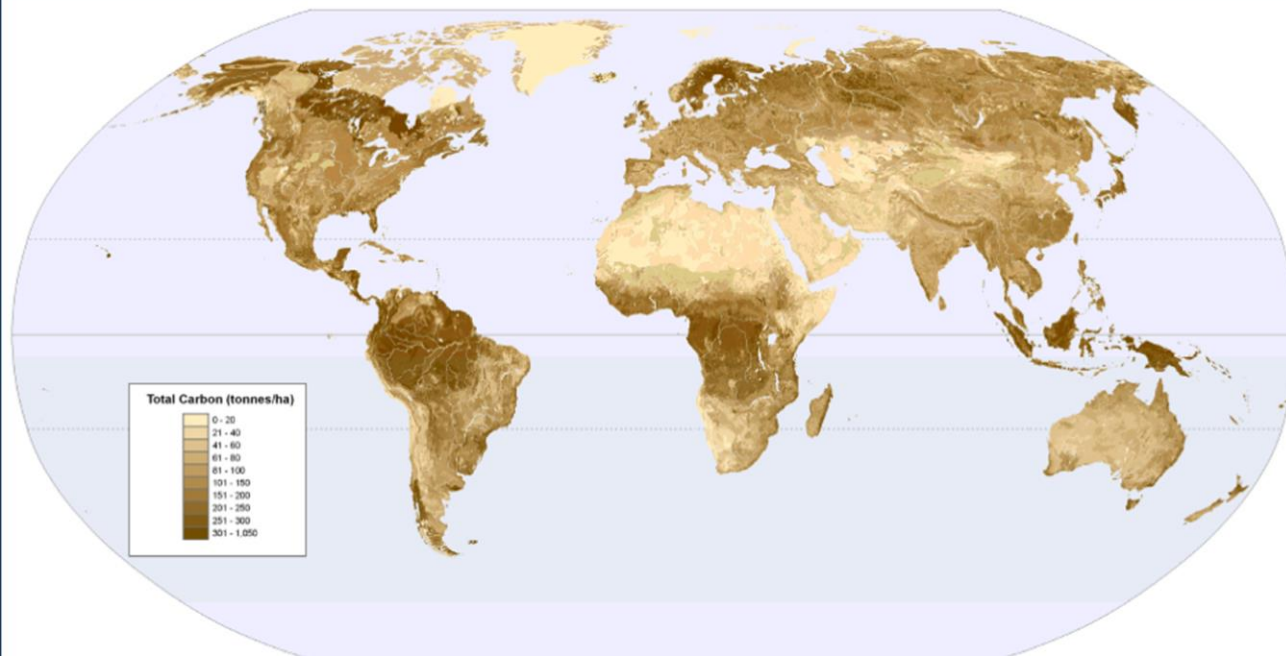
Introducción: Mapeo digital del COS

Nuevas tendencias basadas en el mapeo digital del suelo comienzan a surgir.

- **Escala mundial**
- Escala Regional
- Escala Nacional

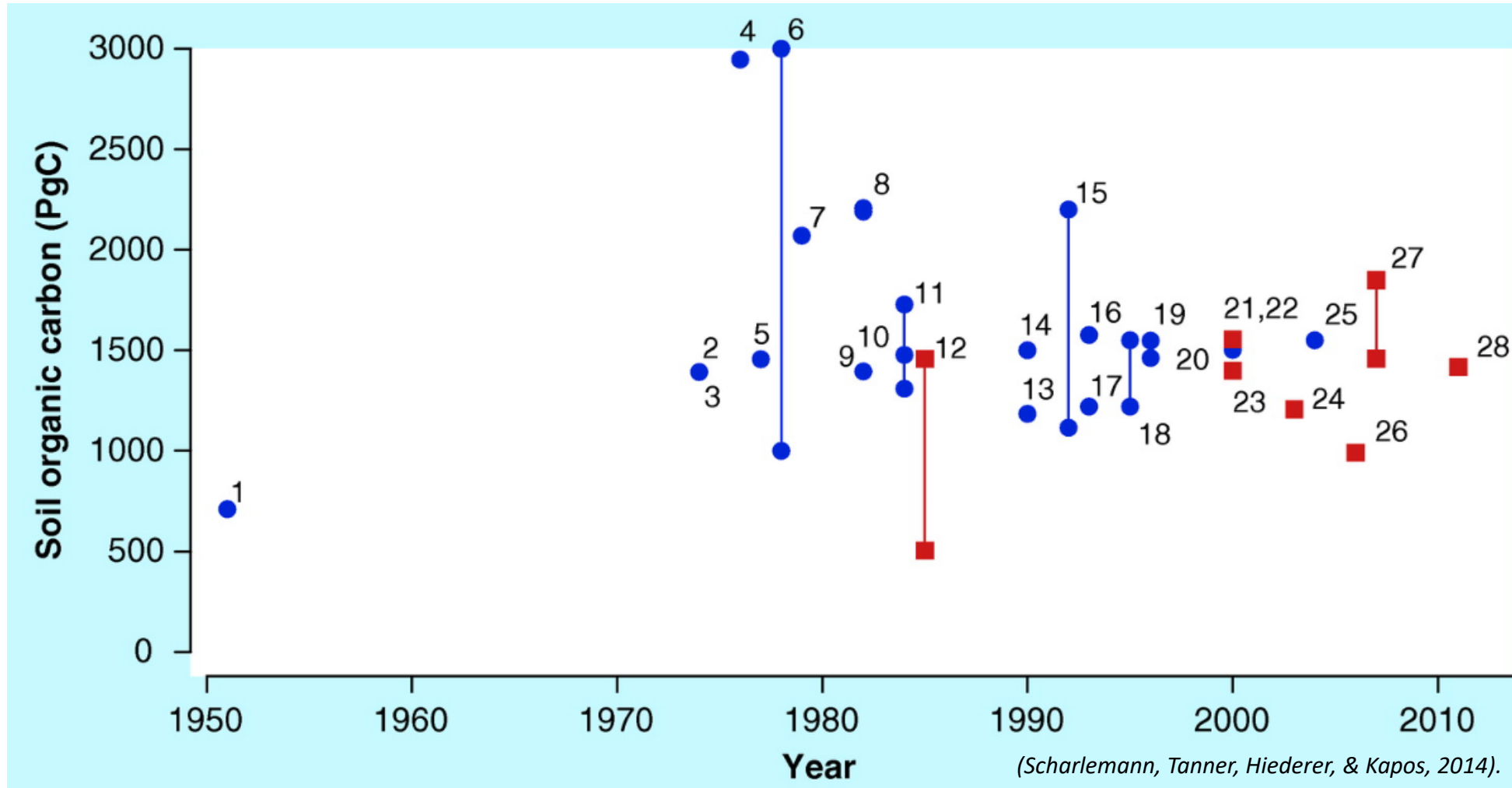


Updated global map of terrestrial carbon stocks





Introducción: Mapeo digital del COS: Incertidumbres asociadas



Las estimaciones globales de las reservas de COS reportadas en varios estudios oscilaron entre 504 y 3.000 Pg C. (Scharlemann, Tanner, Hiederer, & Kapos, 2014). En la actualidad, el conocimiento sobre la línea base de COS todavía es bastante limitada, existen estimaciones globales de COS, pero hay una gran variabilidad en los valores informados entre los autores debido a las diferentes fuentes de datos y metodologías utilizadas para realizar las respectivas estimaciones (Köchy, Hiederer, & Freibauer, 2015).



Introducción: Mapeo digital del COS

Nuevas tendencias basadas en el mapeo digital del suelo comienzan a surgir.

- Escala mundial
- **Escala Regional**
- Escala nacional

No Silver Bullet for Digital Soil Mapping: Country-specific Soil Organic Carbon Estimates across Latin America

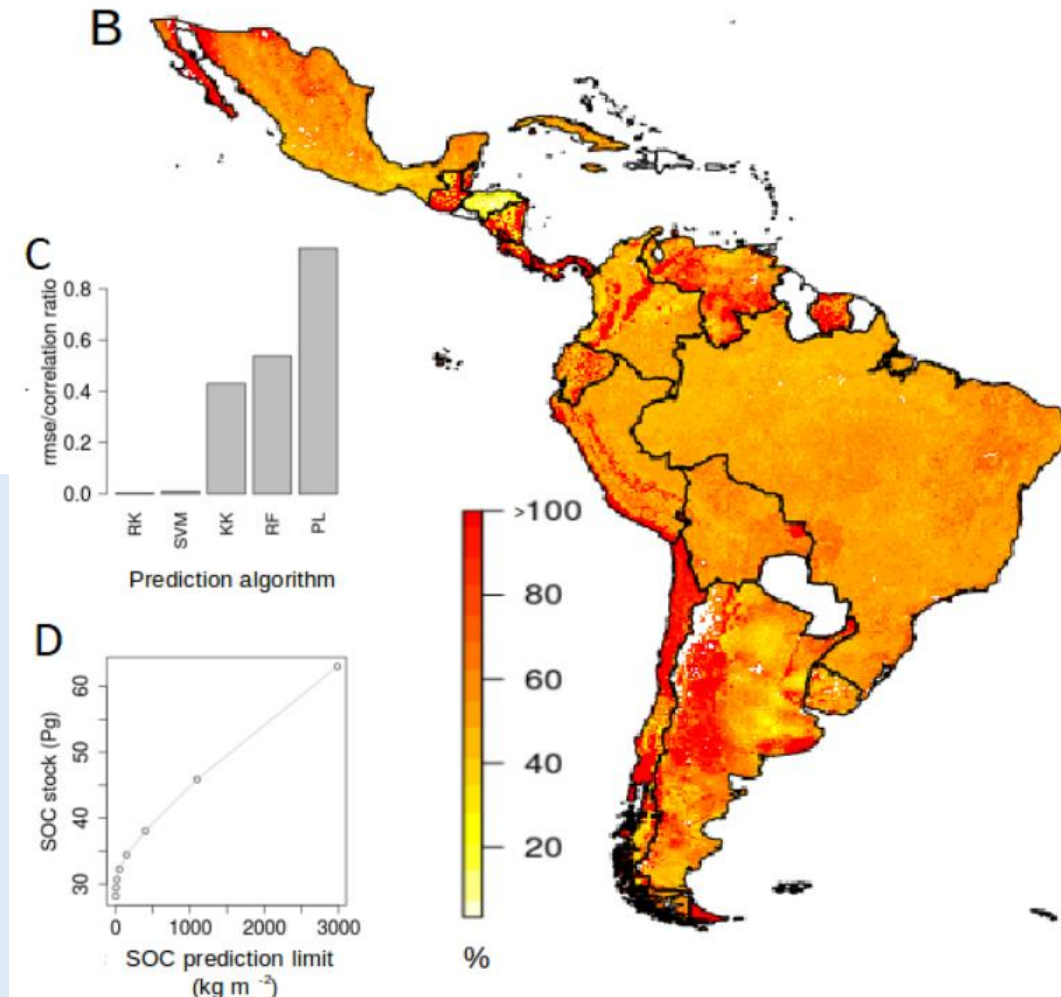
Guevara M. et al; 2023

Publicado en el año 2018.

Se identificaron predictores de COS específicos de cada país y probaron el desempeño de cinco algoritmos predictivos para mapear el COS LA.

Encontraron que la temperatura, el tipo de suelo, los índices de vegetación y las limitaciones topográficas fueron los mejores predictores para COS, pero los predictores específicos de cada país y sus respectivas ponderaciones variaron en América Latina.

Este estudio destaca el alto grado de heterogeneidad del COS en LA, y proporciona un marco para replicar métodos para el mapeo digital del suelo mejorando las estimaciones para cada país.





Introducción: Mapeo digital del COS

Nuevas tendencias basadas en el mapeo digital del suelo comienzan a surgir.

- Escala mundial
- **Escala Regional**
- Escala Nacional

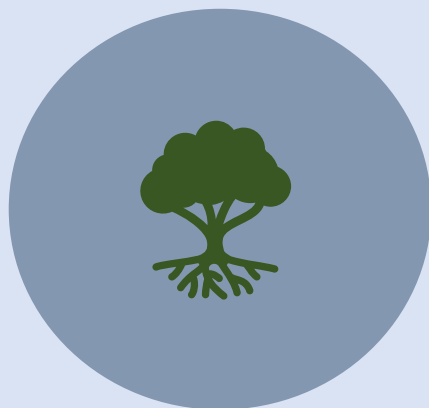
Improving Latin American Soil Information Database for Digital Soil Mapping enhances its usability and scalability

Díaz-Guadarrama S. et al; 2023

En proceso de publicación durante el año 2023.

Los autores depuraron la base de datos de suelo del Sistema de Información de Suelos para América Latina y el Caribe (SISLAC), La BD contiene 49.084 perfiles de suelo distribuidos de manera desigual en todo el mundo. Los hallazgos muestran que el 15 por ciento de los perfiles de suelo existentes tenían una descripción inexacta de los horizontes de diagnóstico.





TEMA 2

**Mapeo digital del carbono orgánico del
suelo en Chile: Experiencia en Chile**



Introducción: Mapeo digital del COS

Nuevas tendencias basadas en el mapeo digital del suelo comienzan a surgir.

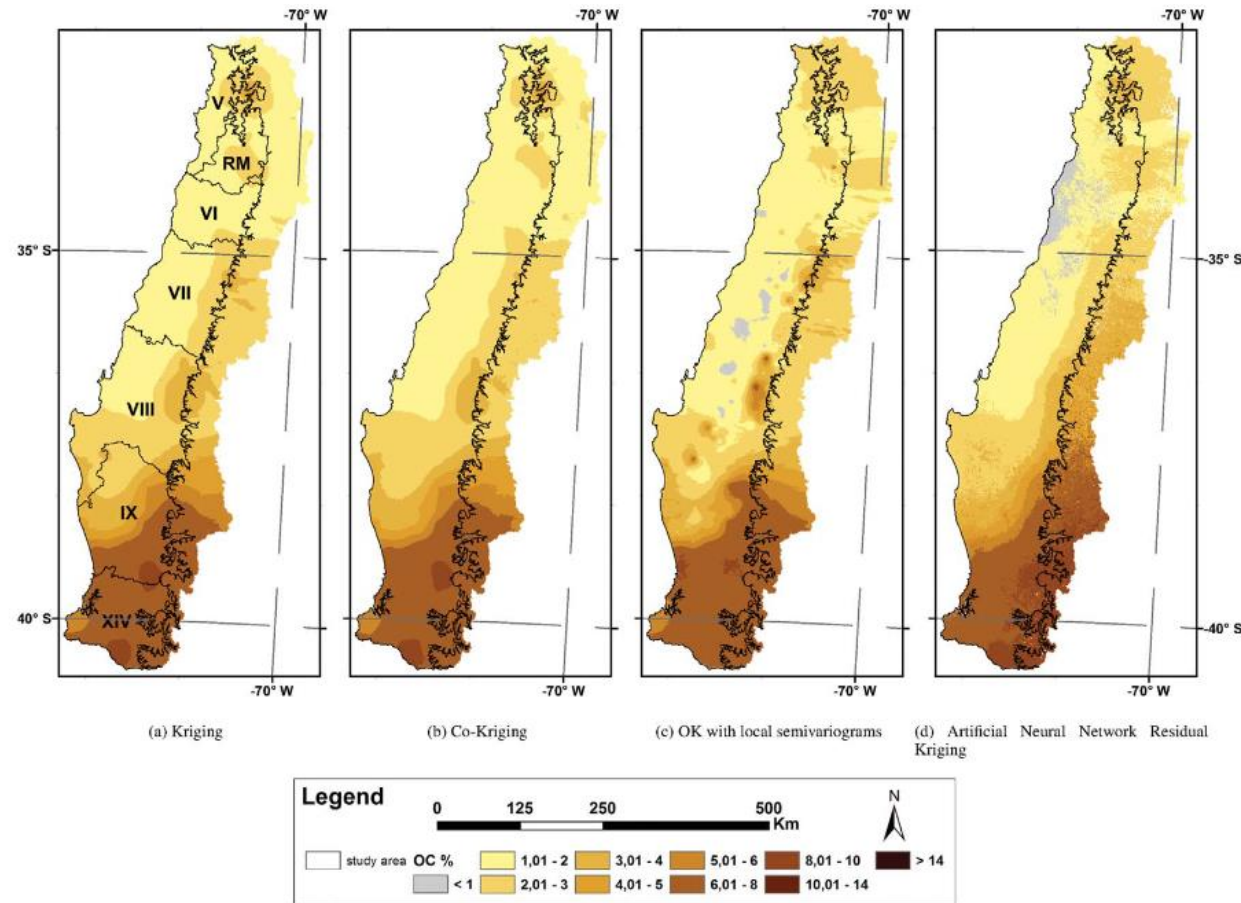
- Escala mundial
- Escala Regional
- **Escala Nacional**

Modelling the distribution of organic carbon in the soils of Chile

José Padarian, Jorge Pérez-Quezada & Oscar Seguel
Universidad de Chile, Santiago, Chile

Publicado en el año 2012.

El objetivo de este trabajo fue modelar la distribución espacial del COS en Chile, entre las regiones de Valparaíso y Los Ríos. Se modelaron datos de 440 Series de Suelos georreferenciados utilizando 4 métodos: Kriging Ordinario, Co-Kriging, Kriging Ordinario con semivariogramas locales y Kriging Residual de Red Neural Artificial.









Introducción: Mapeo digital del COS

Nuevas tendencias basadas en el mapeo digital del suelo comienzan a surgir.

- Escala mundial
- Escala Regional
- **Escala Nacional**

Chile and *the Chilean soil grid: A contribution to GlobalSoilMap*

[J. Padarian](#)  , [B. Minasny](#) , [A.B. McBratney](#) 

Publicado en el año 2017.

Este trabajo representa el primer aporte de Chile al proyecto GlobalSoilMap.

Utilizaron un método de regresión CART para vincular covariables ambientales que describen los factores de formación del suelo con ocho propiedades seleccionadas del suelo, obtuvieron datos de 587 perfiles en seis intervalos de profundidad: saber, 0–5, 5–15, 15–30, 30–60, 60–100 y 100–200 cm.





Introducción: Mapeo digital del COS

Nuevas tendencias basadas en el mapeo digital del suelo comienzan a surgir.

- Escala mundial
- Escala Regional
- **Escala Nacional**

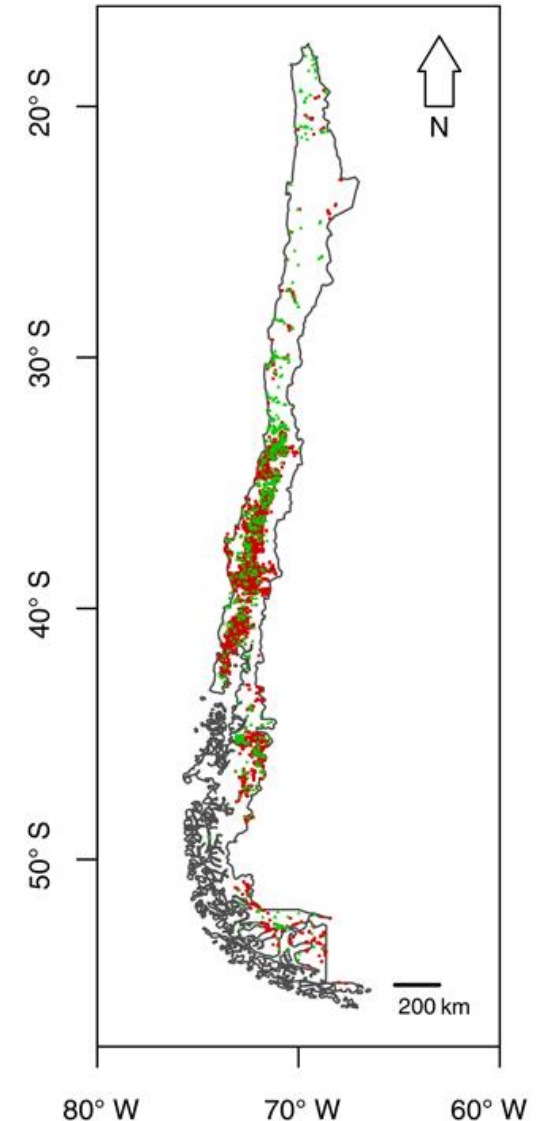
CHLSOC: The Chilean Soil Organic Carbon database, a multi-institutional collaborative effort

Marco Pfeiffer et, al; 2020

Publicado en el año 2020.

Es el resultado de un esfuerzo nacional sin precedentes en el marco de la Global Soil Partnership.

Consiste en una base de datos de COS más grande hasta la fecha en Chile, comprende 13.612 puntos de datos compilados de numerosas fuentes, incluidos datos inéditos y de difícil acceso. La base de datos permitirá a los usuarios llenar vacíos espaciales donde anteriormente no había estimaciones de COS disponibles públicamente.





Introducción: Mapeo digital del COS

Nuevas tendencias basadas en el mapeo digital del suelo comienzan a surgir.

- Escala mundial
- Escala Regional
- **Escala Nacional**

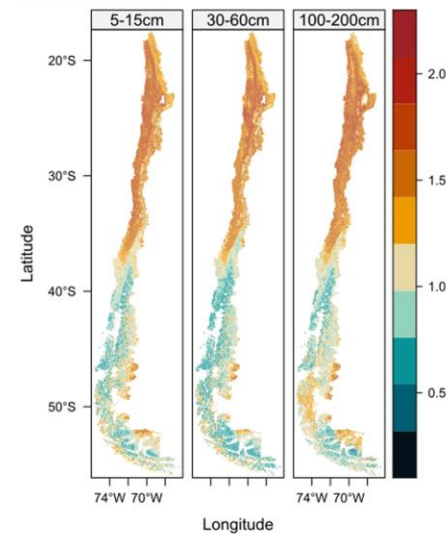
CLSoilMaps: A national soil gridded database of physical and hydraulic soil properties for Chile

[Diego I. Dinamarca](#), [Mauricio Galleguillos](#) , [Oscar Seguel](#) & [Carlos Faúndez Urbina](#)

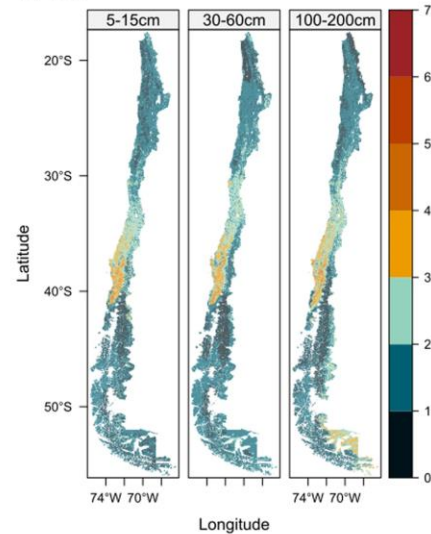
Publicado en el año 2023:

Los autores generaron mapas de suelos basados en técnicas digitales de mapeo de suelos basadas en más de 4,000 observaciones, incluidos datos no publicados de áreas remotas. Obtuvieron predicciones de las propiedades hidráulicas del suelo, como la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente, la capacidad total de agua disponible y otros parámetros de la curva de retención de agua.

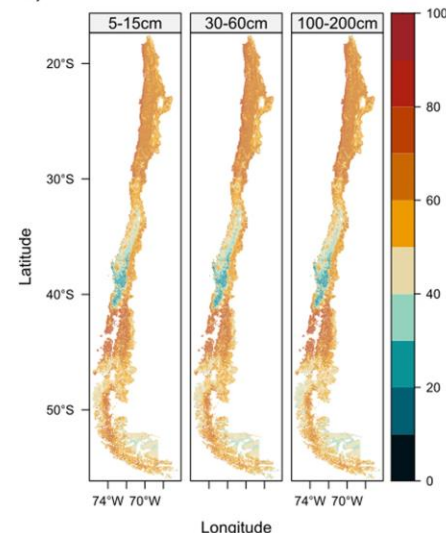
A) Bulk Density



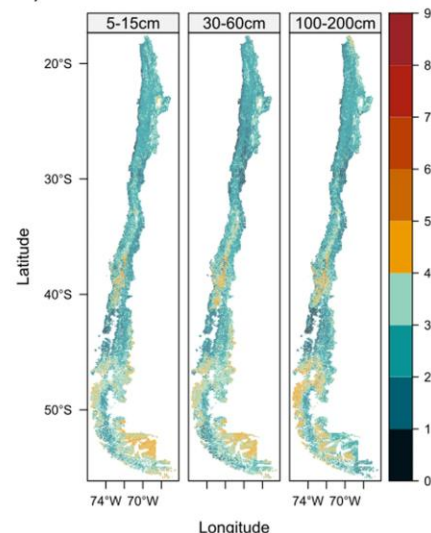
B) Clay

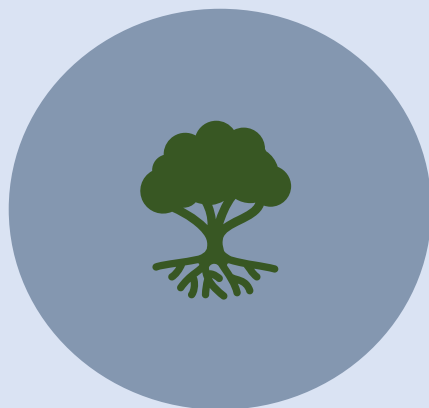


C) Sand



D) Silt



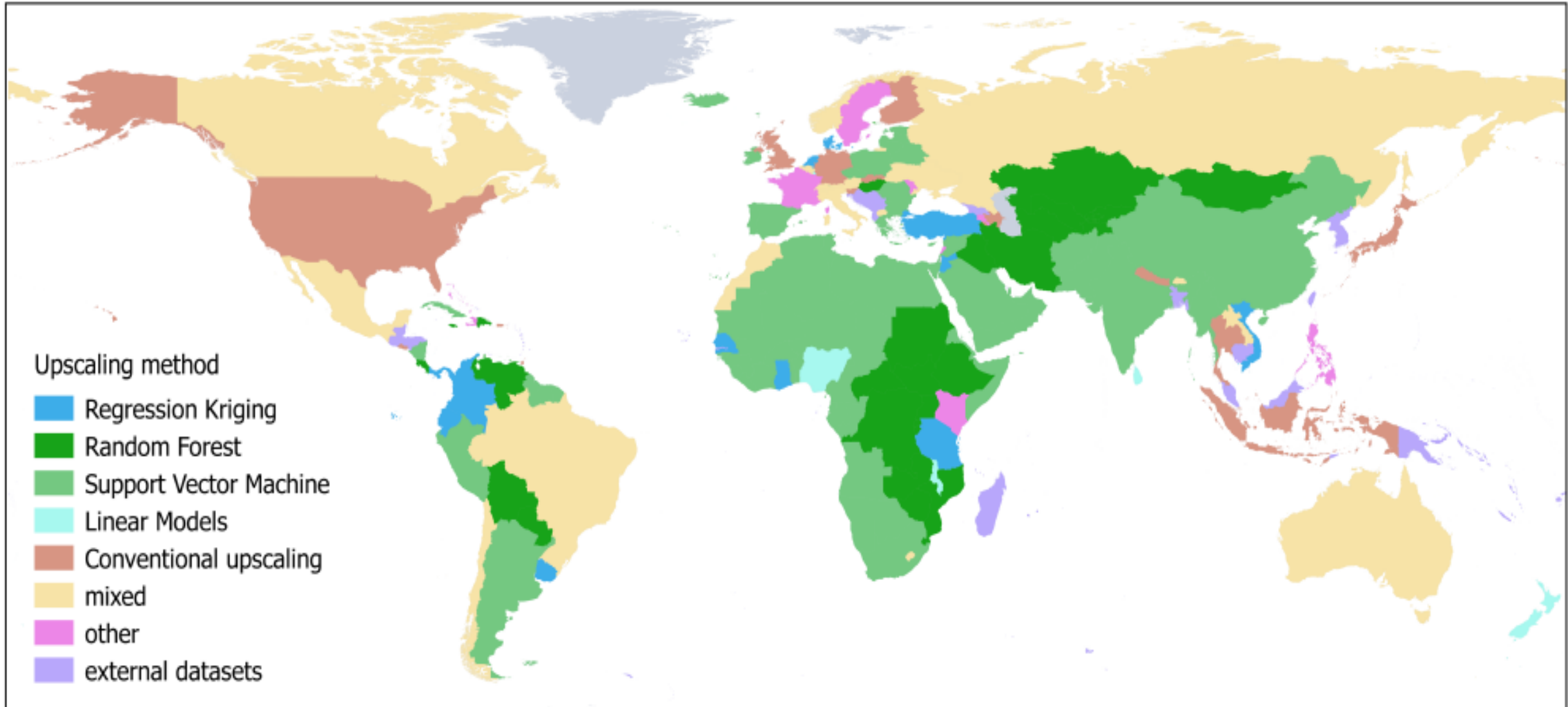


TEMA 3

**Mapeo digital del carbono orgánico del
suelo en Chile: Métodos y buenas prácticas**



Técnicas para el mapeo digital del carbono orgánico del suelo



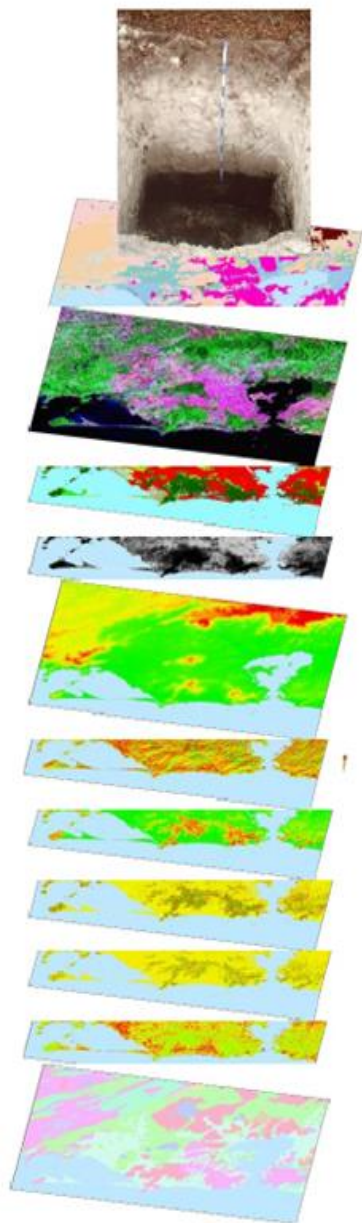


Jenny, 1941:

- c: clima
- o: organismos
- r: topografía (relieve)
- p: material de origen
- t: tiempo

McBratney et al., 2003:

- s: suelos
- c: clima
- o: organismos, vegetación
- r: relieve
- p: material parental, litología
- a: edad, el factor tiempo
- n: **espacio, posición espacial**



- S – Suelo (mapas, perfiles)
- C – Clima (temperatura...)
- O – img. satélite
Mapas de Uso de la Tierra, NDVI, Biomassa
- R – DEM + Derivadas
Altitud
Aspecto
Perfil de Curvatura
Curvatura de la Superficie
Índice de humedad (CTI)
- P – Litología
- A – Edad (pedogénesis)
- N – Localización espacial (X,Y)

Códigos

```

Pre-fire Image Collection:
**ImageCollection LANDSAT/LC08/C01/T1_SR (4 elements)
type: ImageCollection
id: LANDSAT/LC08/C01/T1_SR
version: 156302706807908
bands: []
*features: List (4 elements)
  *0: Image LANDSAT/LC08/C01/T1_SR/LC08_233085_20170117 (12 bands)
  type: Image
  id: LANDSAT/LC08/C01/T1_SR/LC08_233085_20170117
  version: 15223090213405
  *bands: List (12 elements)
  *0: "B1", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *1: "B2", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *2: "B3", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *3: "B4", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *4: "B5", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *5: "B6", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *6: "B7", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *7: "B8", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *8: "B11", signed int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *9: "sr Aerosol", unsigned int8, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *10: "swat_0a", unsigned int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
  *11: "swat_0a", unsigned int16, EPSG:32619, 7661x7701 px
*properties: Object (23 properties)
  CLOUD_COVER: 0.12
  CLOUD_COVER_LAND: 0.12

```

Algoritmos



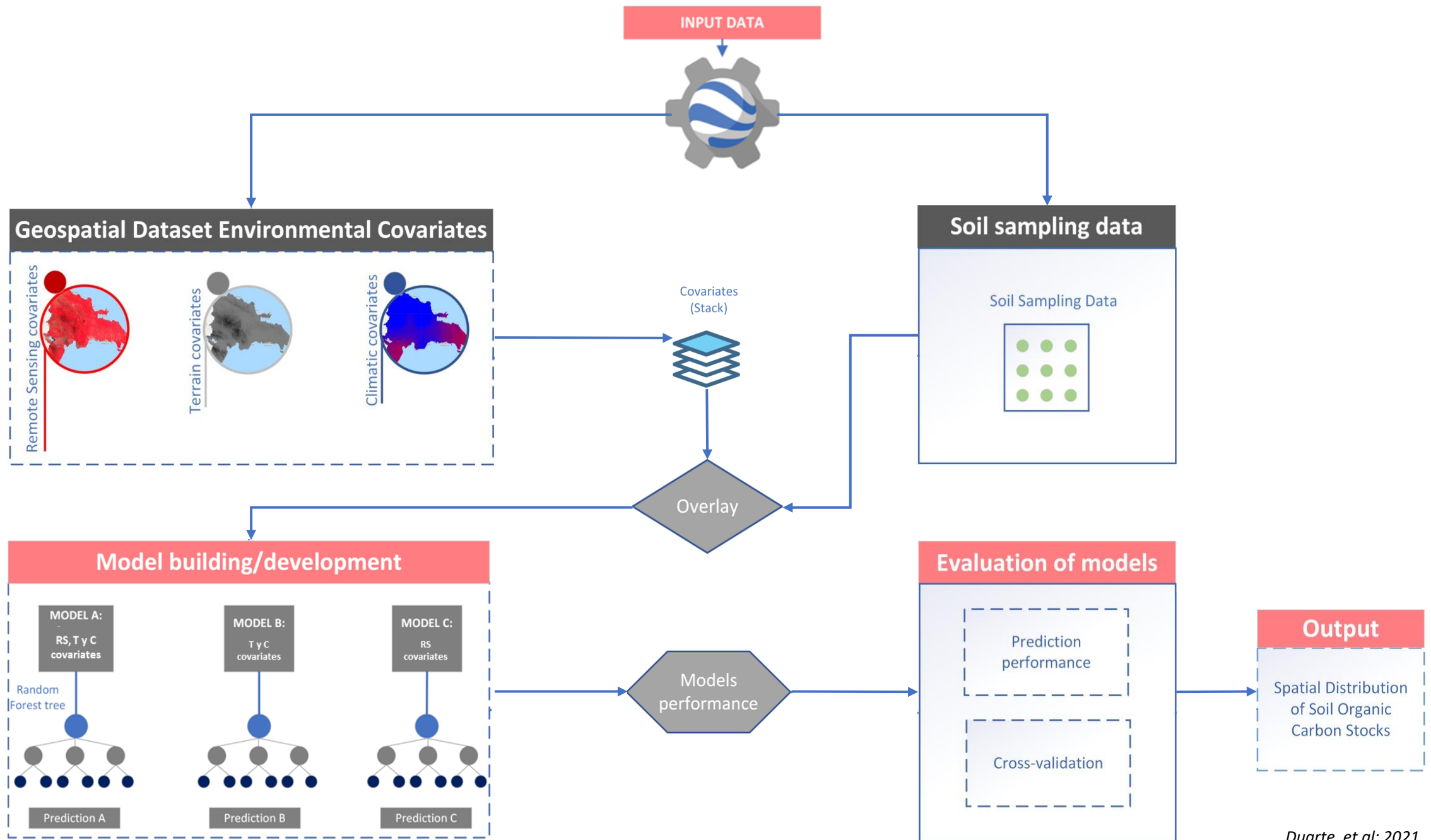
Software



Google Earth Engine

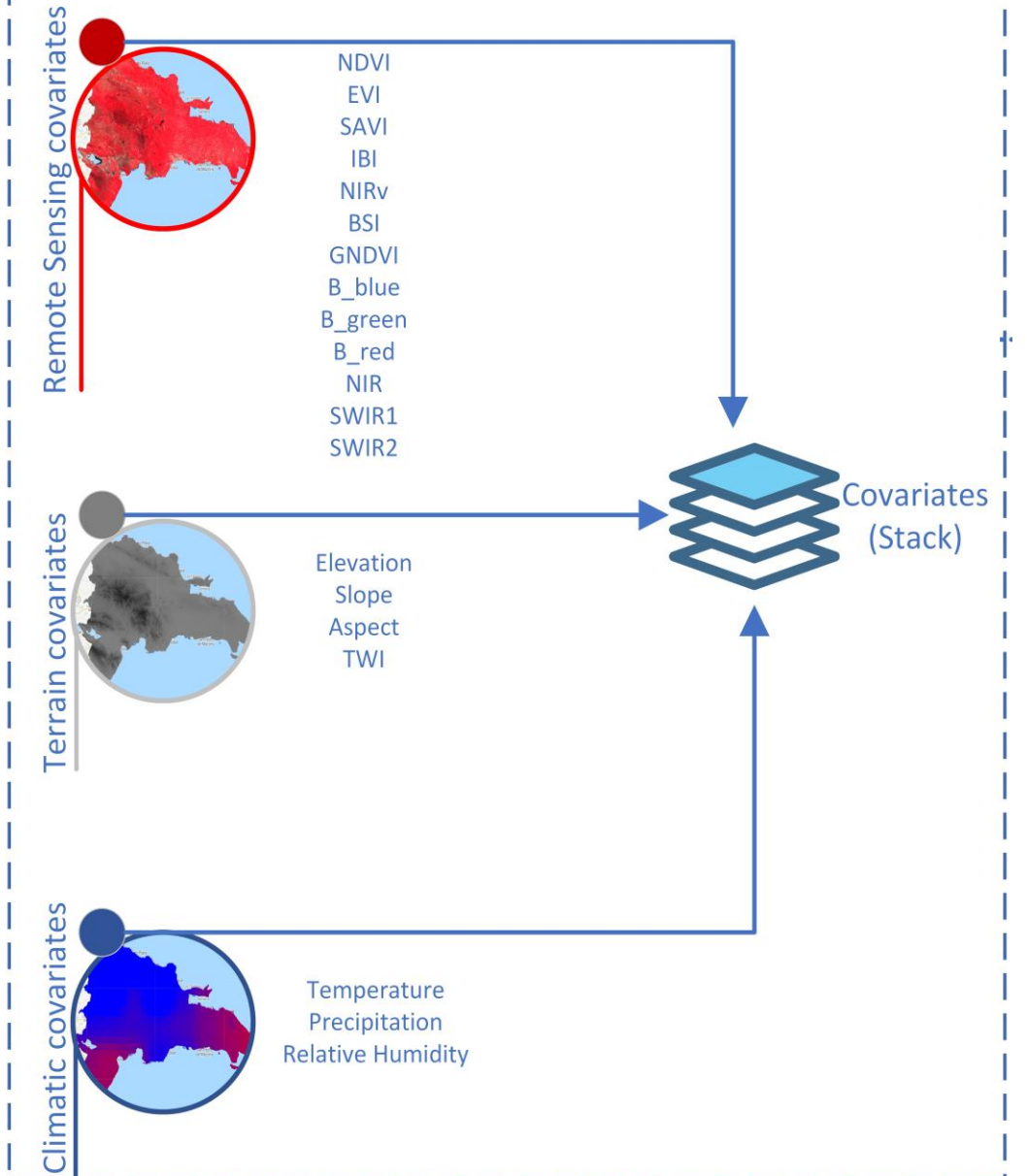
Procesamiento



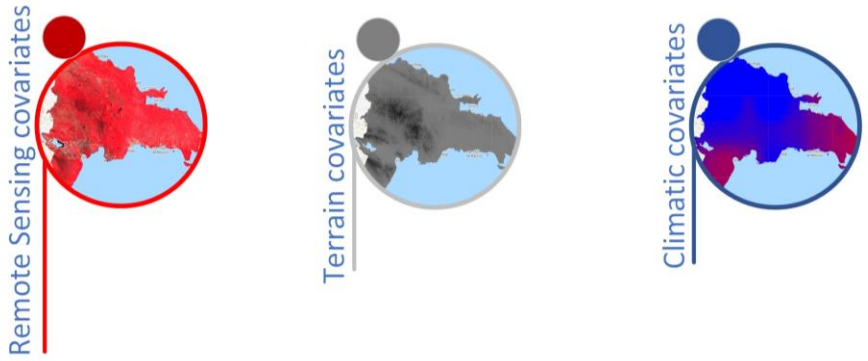




Geospatial Dataset Environmental Covariates

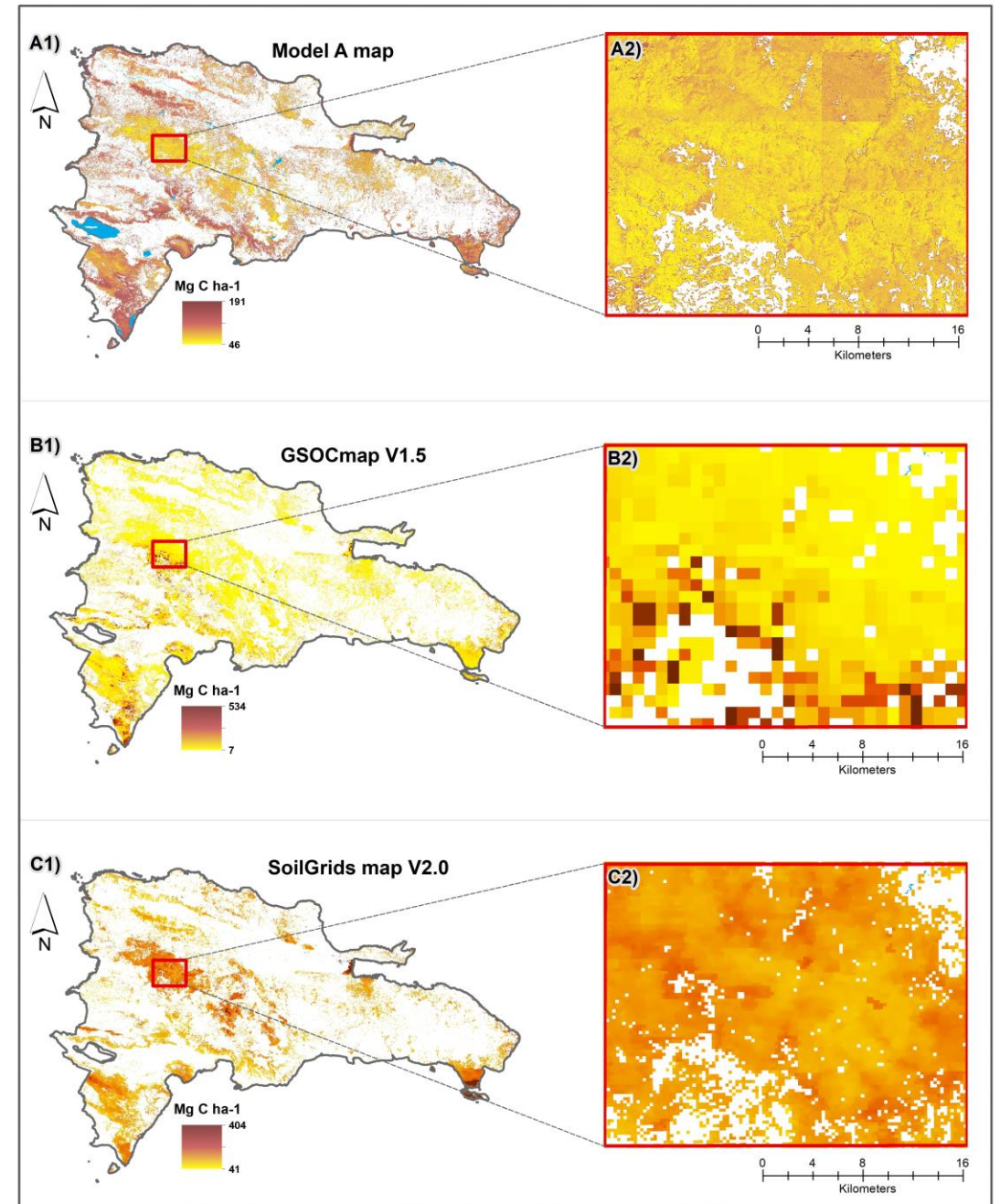


Geospatial Dataset Environmental Covariates





SOC Map	Mg C ha ⁻¹	Reference
Model A	110.3	Duarte, et al. 2022
GSOCmap V1.5	81.0	FAO & ITPS, 2020
SoilGrids	128.1	WoSIS, 2018





Universidad de Concepción



Seminario Internacional
**Sustentabilidad de Bosques y
Plantaciones Forestales en el Día
Internacional de los Suelos**



**HERRAMIENTAS Y PRINCIPIOS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MAPEO DIGITAL DEL CARBONO
ALMACENADO EN EL SUELO Y LOS BOSQUES**

MUCHAS GRACIAS!!!



**FONDEF I+D
23110011**



FOVI 220029



FiRing | UFRO
UDEC
UOH
**ANID ANILLO
ACT210060**

Por:

Dr. Efraín Duarte

Facultad de Ciencias Forestales

Universidad de Concepción

05 de septiembre 2023