



# Mapa Global de Potencial de Secuestro de Carbono Orgánico - Bolivia

Global Soil Organic Carbon Sequestration  
Potential Map

## GSOCseq

Guillermo Peralta  
Luciano Di Paolo



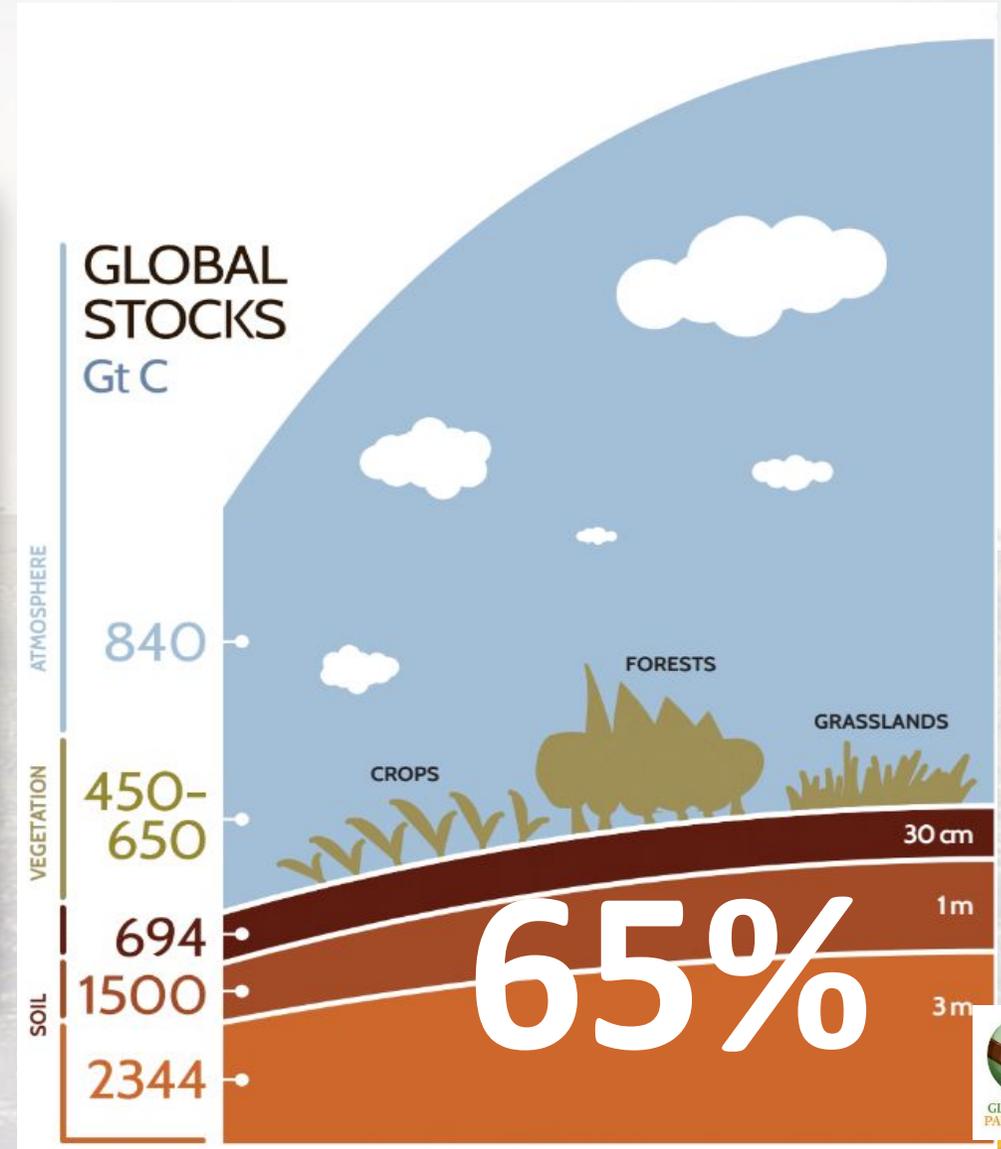
Taller Técnico 20-24 Septiembre 2021

GLOBAL SOIL ORGANIC CARBON MAP (GSOCmap V 1.5.0)



**Stock Global**  
**~700,000,000,000 t**  
**(0-30 cm)**

**(1Pg = 1Gt = 1000 millones de toneladas)**

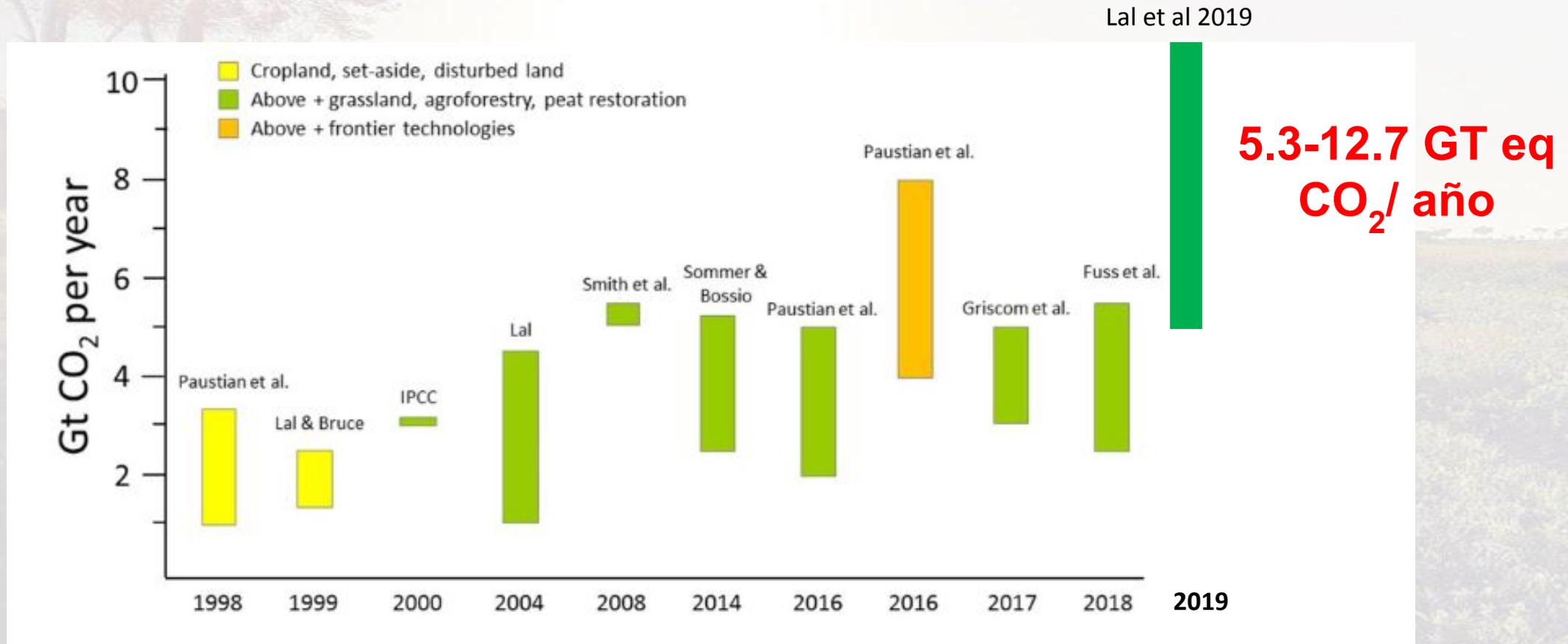


**promoting sustainable soil management for all**



- 
- **Dada la magnitud del stock de C en los suelos, pequeños aumentos en el almacenaje podrían transformar a los suelos en sumideros de C (Paustian et al., 2016)**
  - **El secuestro de CO<sub>2</sub> como SOC estable a través del manejo sustentable se ha destacado como una estrategia de mitigación de emisiones GEI (Smith et al, 2008; Lal et al., 2018; IPCC, 2019; Smith et al., 2020).**
  - **Además de los beneficios del COS: estructura, aireación, infiltración de agua, contenidos y ciclados de nutrientes, etc**

# Potencial mitigación a nivel Global



promoting sustainable soil management for all



# Secuestro de C en suelo



Residuos de cultivos  
Biomasa raíces  
Rizodeposiciones  
Abonos

Ingresos de C

Remoción de residuos

Descomposición/  
Mineralización

Erosión

Lixiviación (DOC)

Pérdidas de C

Adaptado de Lal, 2020

ent for all



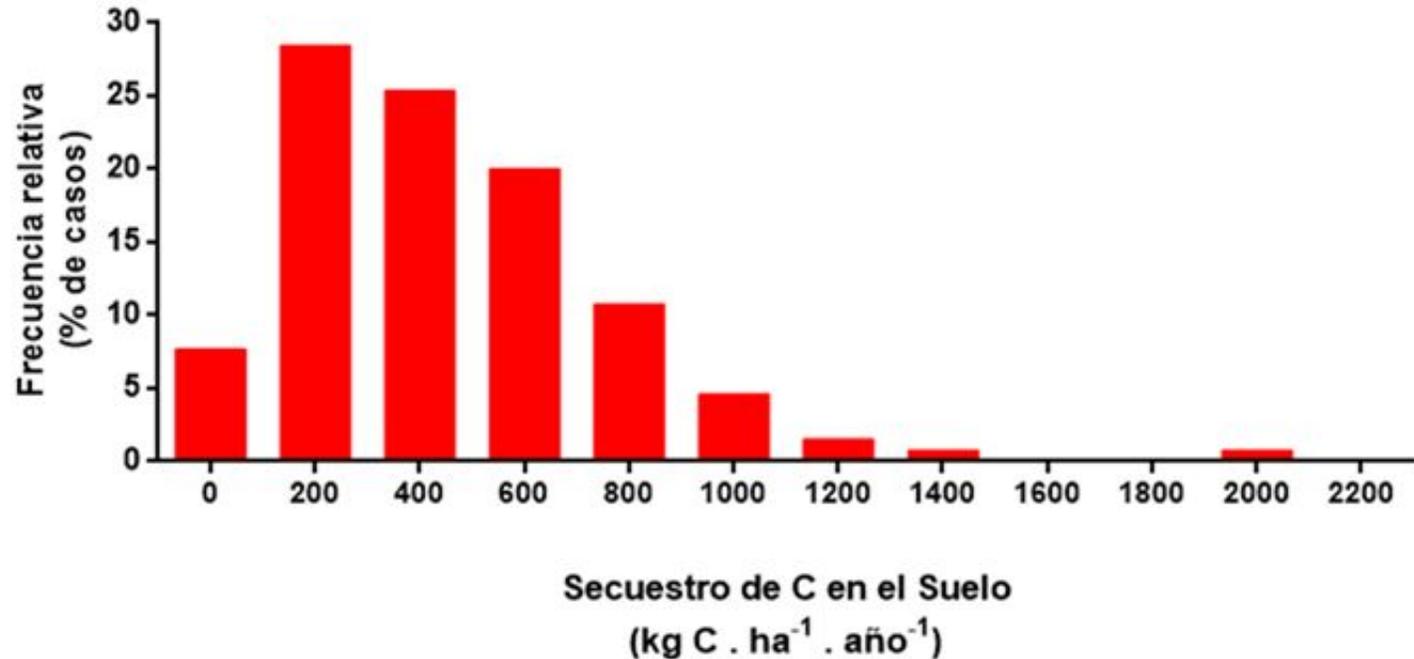


Management practices	Country	Depth observed	Carbon sequestration rates <sup>b</sup> t C ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>	Average C stock <sup>a</sup> t C ha <sup>-1</sup>	Period of observation	References
<b>Arable land</b>						
Organic amendment	China	Plough layer, 0-20 cm for dry cropland and 0-15 cm for paddy soil	0.62	34.4	*6 to 25 years, 14.4 years on average	Wang et al.
Organic amendment	China	Plough layer	0.54	34.4	*3 to 25 years	Jin et al.
Organic amendment combined with inorganic fertilizer	China	Plough layer, 0-20 cm for dry cropland and 0-15 cm for paddy soil	0.62 0.69 0.89	34.4	*3 to 25 years	Jin et al. Zhu et al. Wang et al.
Compost addition	S. Korea	0-30 cm paddy soils	0.34	40.5	42 years	Lee et al.
Compost addition with inorganic fertilizer	S. Korea	0-30 cm, paddy soils	0.39	40.5	42 years	Lee et al.
Compost addition	Taiwan	0-15 cm	0.46-1.00	36	*13-20 years	Wei et al.
Compost with inorganic fertilizer	Taiwan	0-15 cm	0.40-0.80	37.4	*20 years	Wei et al. Wei et al.
Farm yard manure (#0.16 Mg C/ha/yr)	Belgium	0-25 cm	0.45 ± 0.14	50	*20 years	Buyse et al.
Farm yard manure/crop residue	Nigeria	Topsoil	0.10-0.30	33.4	*50 years	FAO (2006)
Inorganic fertilizer with straw return	Indonesia	0-15 cm, paddy soils	0.52 ± 0.16	17.9	40 years	Minasny et al.
Straw return with inorganic fertilizer	Indonesia	0-15 cm, paddy soils	0.47	17.9	*3 years	Sugiyanto et al.
Inorganic fertilizer	S. Korea	0-15 cm, paddy soils	0.32 ± 0.29	27.3	8 years	Minasny et al.
Straw return	China	Plough layer	0.57-0.60	27.6	*3 to 25 years	Jin et al. Lu et al.
Rice-Rice with NPK	India	0-20 cm	0.23	31.3	36 years	Mandal et al.
Rice-Rice with NPK + compost	India	0-20 cm	0.41	31.3	36 years	Mandal et al.
Rice-Wheat with NPK	India	0-60 cm	0.66	34.4	19 years	Majumdar et al.
Rice-Wheat with NPK + Farm yard manure (FYM)	India	0-60 cm	0.99	34.4	19 years	Majumdar et al.
Rice-Wheat with NPK + Paddy straw	India	0-60 cm	0.89	34.4	19 years	Majumdar et al.
Rice-Wheat with NPK + Green manuring	India	0-60 cm	0.82	34.4	19 years	Majumdar et al.
Inorganic fertilizer	India	0-15 cm	0.16	13.3	6-32 years	Pathak et al.
Inorganic fertilizer + FYM	India	0-15 cm	0.33	13.3	6-32 years	Pathak et al.
Residue incorporation	Nigeria	0-15 cm	0.34	20	*18 years	Raji et al.
Stubble retention	Australia	0-15 cm	0.19 ± 0.08	21.2	*	Sander et al.
Stubble retention	Australia	0-10 cm	0.147 ± 0.059	18.3	*4 to 40 y	Lam et al.
No till	China	Plough layer	0.16-0.51		3 to 25 years	Jin et al. Lu et al.
No till	France	0-30 cm, Wheat-corn rotation	0.2 ± 0.13	51.6	20 years	Arrouays et al.
No till	UK	Topsoil	0.31 ± 0.2	80	5-23 years	Powlson et al.
No till	USA	0-20 or 0-30 cm	0.4 ± 0.61 <sup>c</sup>	53 ± 25.2	12-34 years	Johnston et al.
No till plus cover crops	USA (southeast)	0-20 cm	0.45 ± 0.04	25.5 ± 0.9	11 ± 1 years	Franklin et al.
Conventional till to no-till	Canada	0-30 cm	0.05-0.16	75	20 years	Vandermeer et al.
Reduced use of summer fallow	Canada	0-30 cm	0.30	75	20 years	Vandermeer et al.
Reduced tillage	Australia	0-15 cm	0.34 ± 0.06	21.2	*Various, 4 to 42 years	Sander et al.
Reduced tillage	Belgium	0-60 cm	0	20 years	20 years	D'Haen et al.
Conservation tillage	Australia	0-10 cm	0.15 ± 0.028	18.3	4 to 40 years	Lam et al.
Conservation tillage	France	0-25 cm	0.10	51.6	28 years	Meyer et al.
Crop rotation	Australia	0-15 cm	0.20 ± 0.04	21.2	Various, 4 to 42 years	Sander et al.
Crop rotation	France	0-30 cm	0.16 ± 0.08	51.6	20 years	Arrouays et al.
Crop rotation with perennial grasses	Russia	Plough layer	0.02-0.08	32.3	*5 years	Savitskiy et al.
Conversion to ley farming	England	0-23 cm	0.20	80	30 years	Powlson et al. (2015)
Conversion of annual cropping to crop + ley rotation	USA	0-30 cm	0.5	78	30 years	Dick et al.
<b>Grassland</b>						
Cropping to pasture	Australia	0-15 cm	0.30-0.60	27.5	4 to 42 years	Sander et al.
Cropping to pasture	Australia	Pasture rotation, 0-30 cm from 33% to 67% pasture	0.22-0.76	43	10 years	Chan et al.
Cropping to pasture	Australia	Pasture to improved pasture	0.76	43	10 years	Chan et al.
Cropping to pasture	Australia	0-30 cm	0.78	31	4.7 years	Badger et al.
Cropping to pasture	France	0-30 cm	0.49 ± 0.26	51.6	20 years	Arrouays et al. (2012a,b)
Cropping to pasture	England	0-23 cm	0.51	80	35 years	Goulding and Poulton (2005)
Pasture	Australia	0-10 cm	0.132 ± 0.054	18.3	4 to 40 years	Lam et al. (2013)
Pasture	Australia	0-30 cm, perennial and annual pasture	0.759 ± 0.049	35	7 years	Chan et al. (2011)

<0.1 a 2.2 t C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

(Poepfleau and Don, 2015; Kampf et al., 2016; Minasny et al., 2017; Conant et al., 2017; Paustian et al., 2016; Paustian et al., 2019).

En promedio, + de 75 estudios.\*

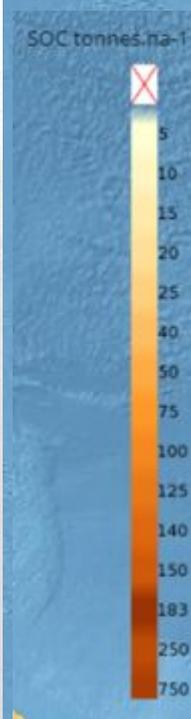


Fuente: Elaborado a partir de Minasny et al., 2017 – 4x1000





**Hoy sabemos cuáles son  
los stocks de C en el  
suelo...**



**Cuál puede llegar a ser el  
potencial de secuestro de  
C/mitigación?**

**En qué ambientes, climas?**

**En qué suelos? Regiones?**

**Sistemas productivos?...**



# ¿Para qué mapa GSOC<sub>seq</sub> ?

## Objetivos

- Identificar de una manera armonizada y estandarizada entre países qué regiones, ambientes y sistemas productivos presentan un mayor potencial para aumentar las reservas de COS



establecer **prioridades** para la implementación de políticas públicas y privadas, a nivel nacional y global.



**Apoyar a los países a desarrollar herramientas** orientadas la adaptación y mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible

**promoting sustainable soil management for all**



# ¿Por qué mapa GSOC<sub>seq</sub> ?

Las **fortalezas** GSOCseq:

- Conocimiento y expertise local, basado en la mejor información local disponible (“desde abajo hacia arriba – “bottom-up”)
- Proceso inclusivo, involucre a especialistas de distintos campos, instituciones
- Proceso de mejora continua; “vivo”
- Aplicar prácticas en terreno

# Talleres GSOCseq

- No son capacitaciones, sino talleres de **Intercambio**
- **Estandarización** de procedimientos y metodologías entre países
- **Integración** de instituciones y expertise dentro y entre países

# Talleres - MÓDULOS

## Módulo I

- **Día 1: INTRODUCCIÓN** Teórico. Marco conceptual; Modelo Roth C; Aproximación general; Datos de Entrada; Software necesario; Revisión del Procedimiento de inicio a fin y Scripts a utilizar
- **Día 2: PREPARACIÓN DE DATOS.** Teórico – Práctico. Repaso Software R. Armonización de Datos de entrada y sus scripts. Generación de “target points” donde se correrá el modelo (Caso de ejemplo provisto por GSP).
- **Día 3: CORRIDAS DEL MODELO** Práctico. (Caso de ejemplo provisto por GSP).
- **Día 4: MAPA Y PRODUCTOS** Generación de mapas a partir de salidas del modelo (Caso de ejemplo provisto por GSP).
- **Día 5: CIERRE MÓDULO I** Errores comunes. Consultas pendientes. Preparación para próximas sesiones. Reporte Técnico.

# MÓDULO I . Agenda DÍA 1

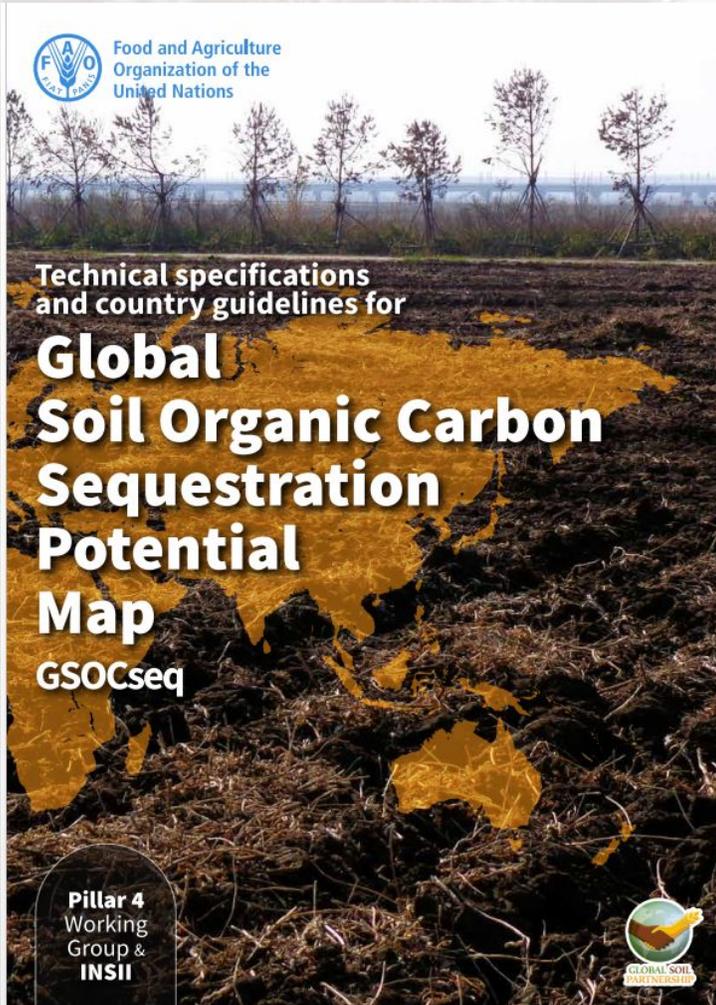
- 1) Intro: Marco conceptual y aproximación
- 2) Modelo Roth C – versión SoilR
- 3) Aproximación secuestro de C: 3 Fases
- 4) Aproximación incertidumbres

-----

- 5) Requerimientos de Software
- 6) Requerimientos de datos
- 7) Secuencia General de Scripts
  - 1) Paso 1. Preparación de datos
  - 2) Paso 2. Corrida del Modelo en 3 fases
  - 3) Paso 3. De puntos a raster

# Cómo?

## Marco conceptual



### Contributors and reviewers

**P4WG** - Pillar 4 Working Group

**INSII** - International Network of Soil Information Institutions

**ITPS** - Intergovernmental Technical Panel on Soils

**4per1000 SCT** - 4 per 1000 Scientific and Technical Committee

**CIRCASA** - (Coordination of International Research Cooperation on Soil Carbon Sequestration in Agriculture)

**UNCCD-SPI** - The UNCCD Science-Policy Interface

...oting sustainable soil management for all



# Cómo?

## Marco conceptual

# Manual Técnico

<https://fao-gsp.github.io/GSOCseq/>

### List of contributors

Authors

Contributors and Reviewers

Special Advisor

GitHub Page

#### 1 | Presentation

1.1 How to use this book

1.2 The sample data set

#### 2 | Soil Organic Carbon (SOC) sequ...

2.1 Soil carbon

2.2 SOC sequestration

2.3 Factors affecting SOC seque...

2.4 Estimating SOC sequestratio...

#### 3 | SOC Modelling

3.1 Process-oriented models

3.2 Examples of process-oriente...

#### 4 | The RothC model

4.1 Model description

4.2 RothC general data requirem...

## Technical Manual Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map GSOCseq

*Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2020*

25/11/2020

### List of contributors

#### Authors

Guillermo Peralta (GSP Secretariat)

Luciano Di Paolo (GSP Secretariat)

Christian Omuto (GSP Secretariat)

Kostiantyn Viatkin (GSP Secretariat)

Isabel Luotto (GSP Secretariat)

Yusuf Yigini (GSP Secretariat)



# ¿Cómo? Marco conceptual

## Alcance: Sistemas Agropecuarios ("Croplands, grasslands" de IPCC)

...En una primera  
etapa...



Cultivos anuales  
Cultivos perennes  
Sistemas mixtos  
Pasturas perennes



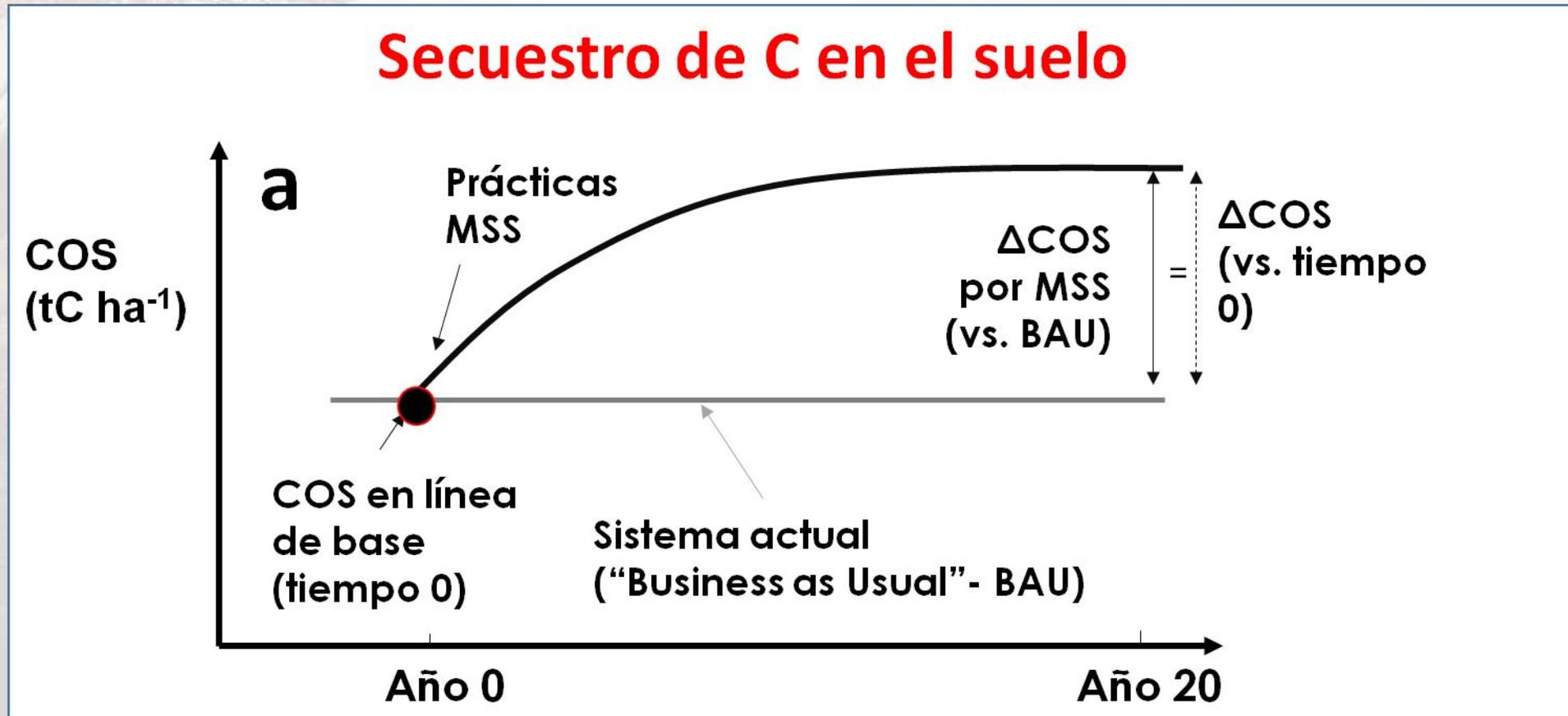
Pastizales, arbustales (tierras de pastoreo)  
Agro forestales/Silvopastoriles

Extensión, Mayor probabilidad de adopción de prácticas  
Manejo anual

Ligado a programas como RECSOIL (fomentar prácticas MSS en agricultores)

# ¿Cómo?

## Marco conceptual

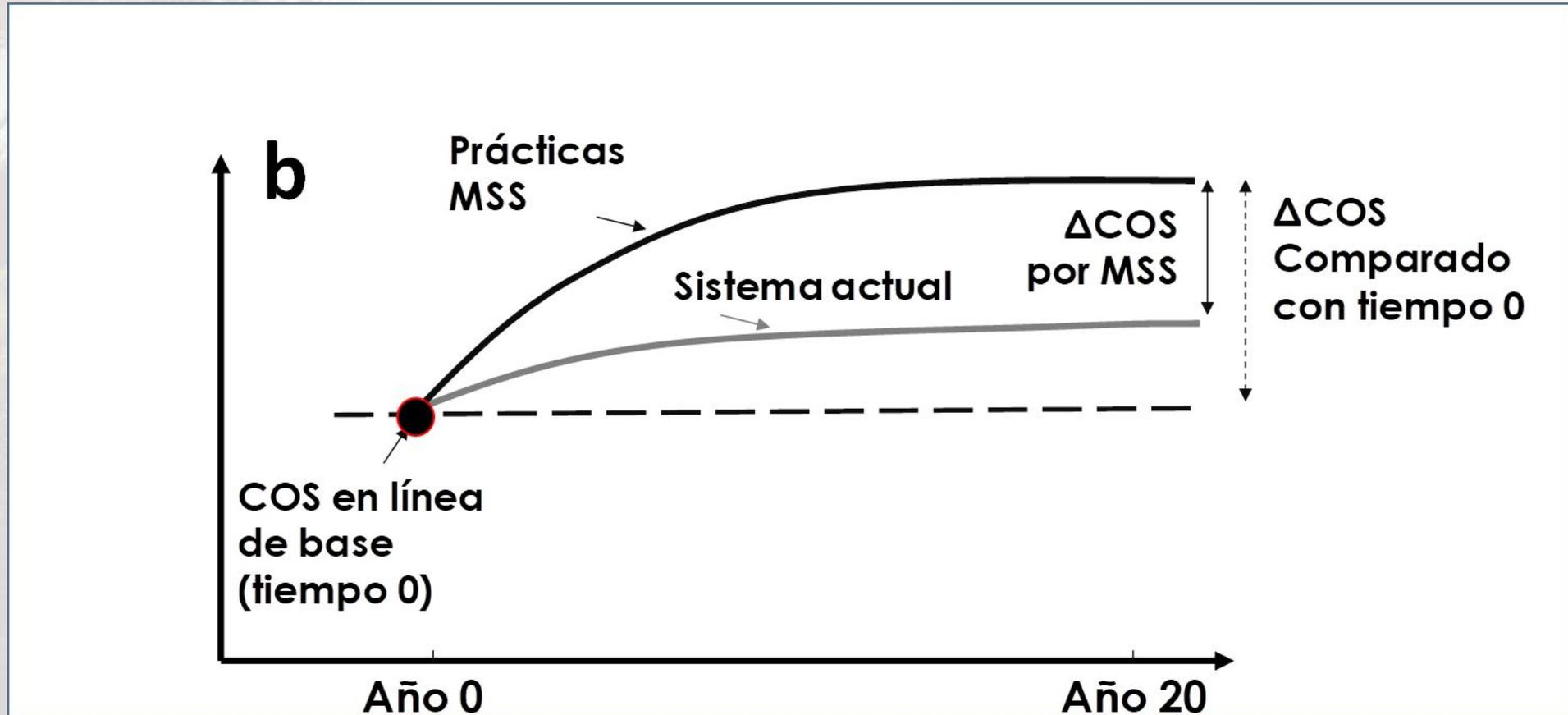


promoting sustainable soil management for all



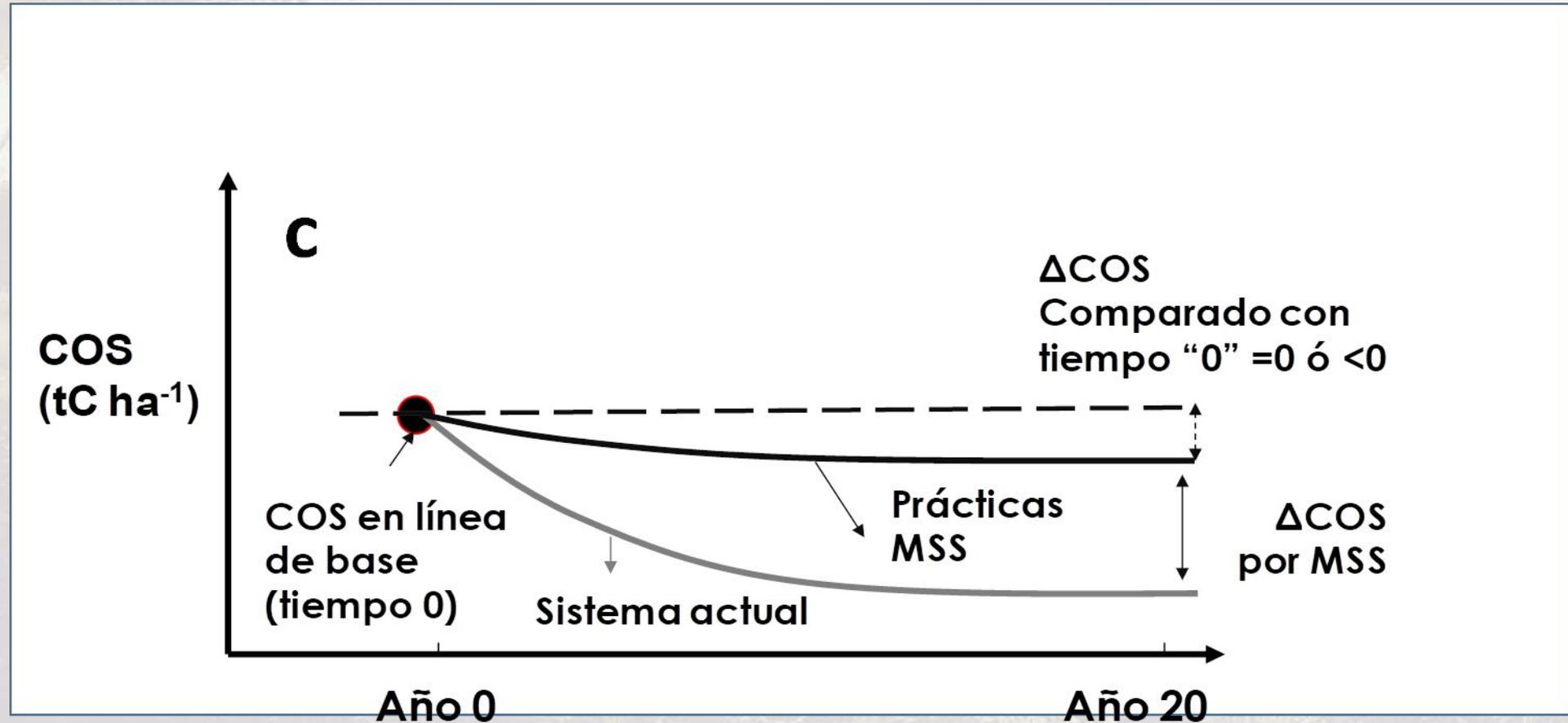
# ¿Cómo?

## Marco conceptual



# ¿Cómo?

## Marco conceptual

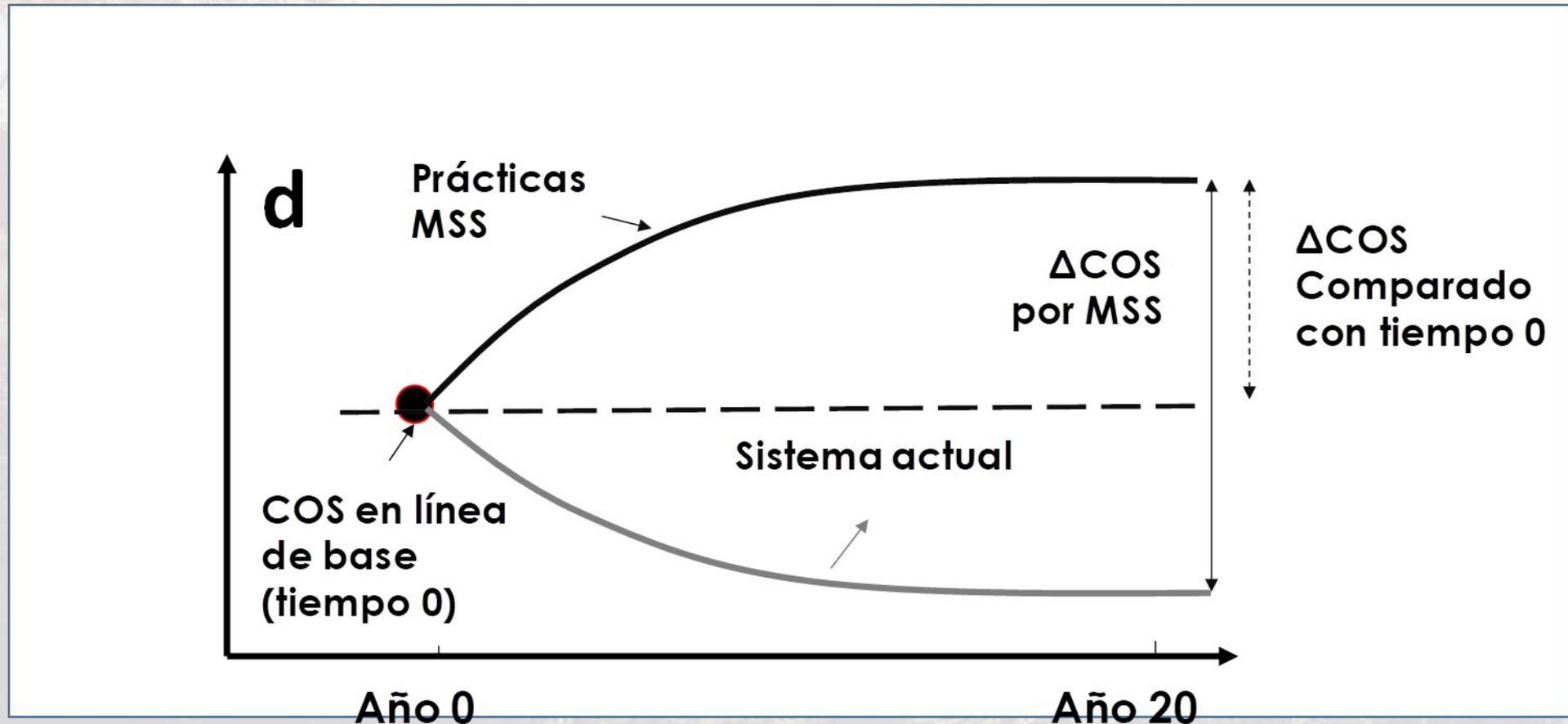


promoting sustainable soil management for all



# ¿Cómo?

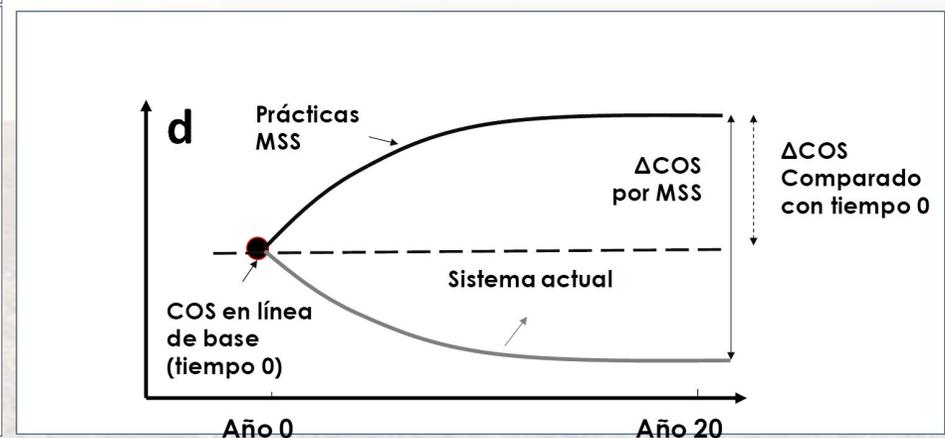
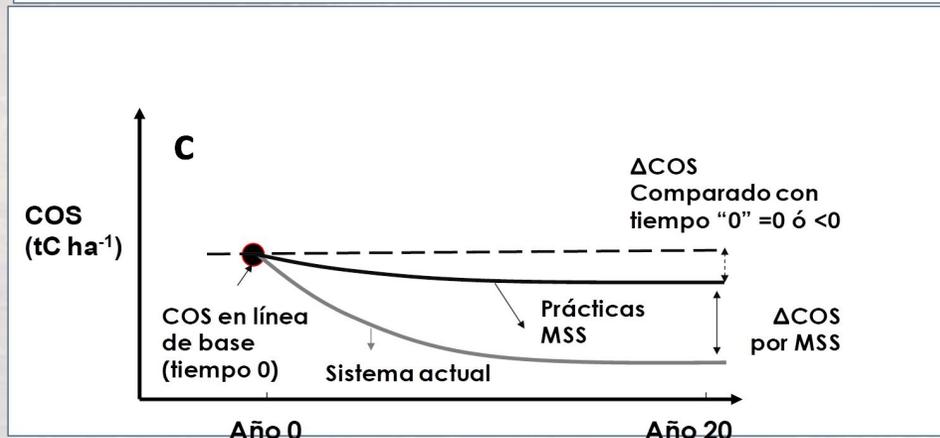
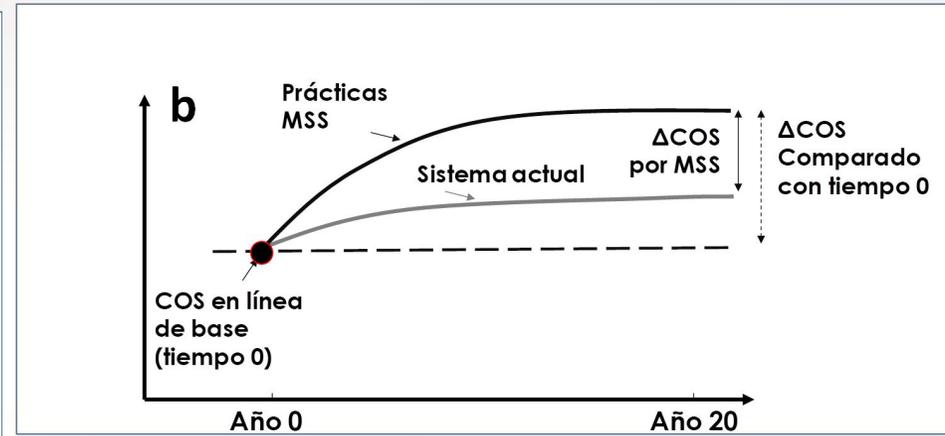
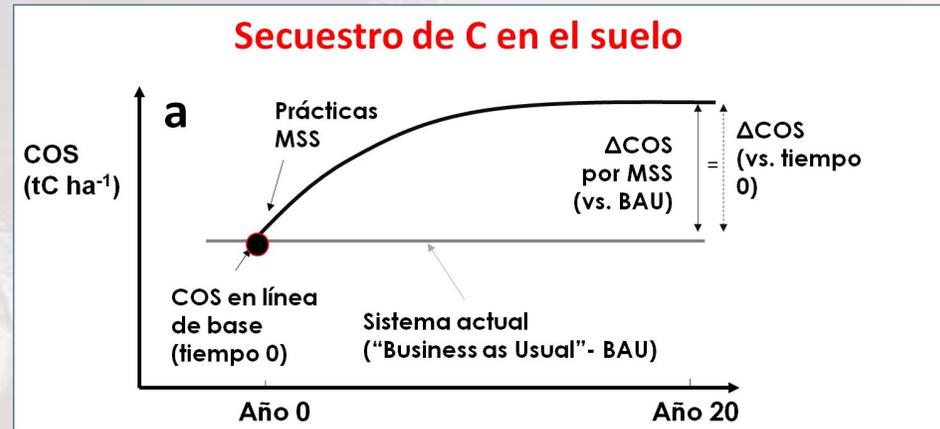
## Marco conceptual



promoting sustainable soil management for all



# Secuestro absoluto y relativo



**Secuestro de C =  $\Delta$  COS en 20 años**

**Tasa de secuestro =  $\Delta$  COS / 20 años**

**Tasa de secuestro Absoluta = (COS final MSS – C inicial) / 20 años**

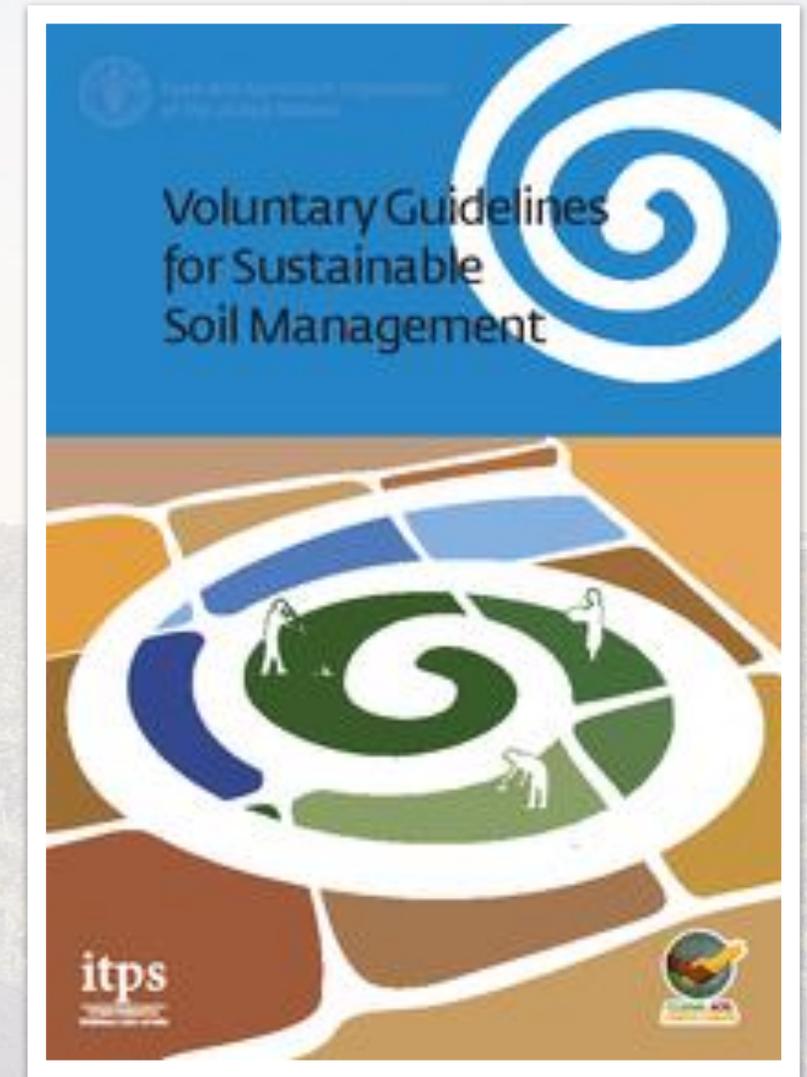
**Tasa de secuestro Relativa = (COS final MSS – COS final BAU) / 20 años**

# ¿MSS?

## Marco conceptual

### Prácticas orientadas a aumentar o mantener niveles de C en los suelos, basadas en las Directrices Voluntarias para la Gestión Sostenible del Suelo (VGSSM; FAO, 2017):

- aumentar el retorno de residuos al suelo;
- utilizar cultivos de cobertura, abonos verdes y / o barbechos vegetados;
- implementar un esquema de manejo de fertilidad del suelo equilibrado e integrado;
- implementar rotaciones de cultivos, que combinen leguminosas con cultivos de altos residuos;
- Utilizar eficazmente enmiendas y fertilizantes orgánicos, estiércol u otros desechos ricos en carbono;
- promover sistemas silvo-pastoriles/ agro- forestales
- adoptar prácticas de labranza reducida o labranza cero para asegurar que el suelo tenga una cobertura suficiente de residuos;
- Control de erosion
- manejo de pastoreo para asegurar una mayor cobertura vegetal,
- **NO HAY UNA PRÁCTICA UNIVERSAL**



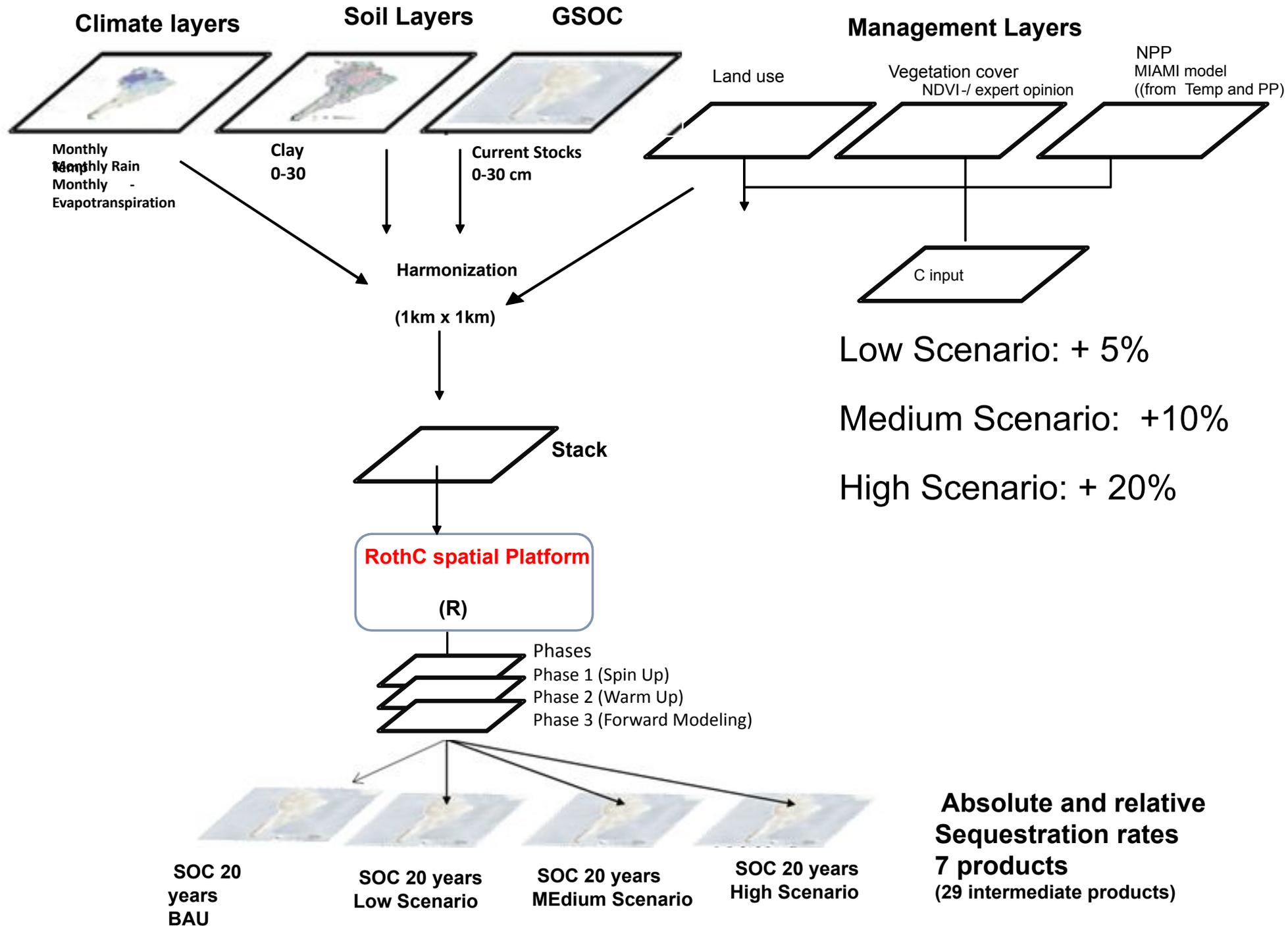
promoting sustainable soil management for all



# ¿Cómo?

## Marco conceptual - Resumen

- Proyección 20 años
- Luego de implementar prácticas MSS
- Profundidad de 0-30 cm (GSOC, IPCC, Datos de actividad para evaluar modelo)
- Tasas de secuestro de C absolutas y relativas promedio en ese período de 20 años
- En tierras agropecuarias actuales (Cada país modelar vegetación nativa/restauraciones, forestación)
- Cambio de la tierra 2000-2020: en función de información local



# ¿Por qué RothC como estándar?

- Necesitamos estandarizar procedimientos para tener resultados comparables entre países (DayCent, Century, ICBM, YASSO,DAISY,AMG, CLM5, etc)
- Tiene menos requisitos de datos y los datos necesarios son más fáciles de obtener en comparación con otros modelos
- Se ha utilizado en varios ecosistemas, condiciones climáticas, suelos y clases de uso de la tierra;
- Se ha aplicado en forma espacial a escala de países, regional y global; p.ej. Smith y col. (2005), Smith y col. (2007), Gottschalk et al. (2012), Wiesmeier et al. (2016), Farina et al. (2017), Mondini et al. (2018), Morais et al. (2019);
- Se utiliza (o sus versiones derivadas) para estimar las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> en los inventarios nacionales de GEI como un enfoque de Nivel 3, en diferentes países; Smith et al. (2020): Australia (FullCam), Japón (RothC modificado), Suiza y Reino Unido (CARBINE, RothC).

# Requerimientos de Datos RothC

## Clima



## Suelo



## Manejo

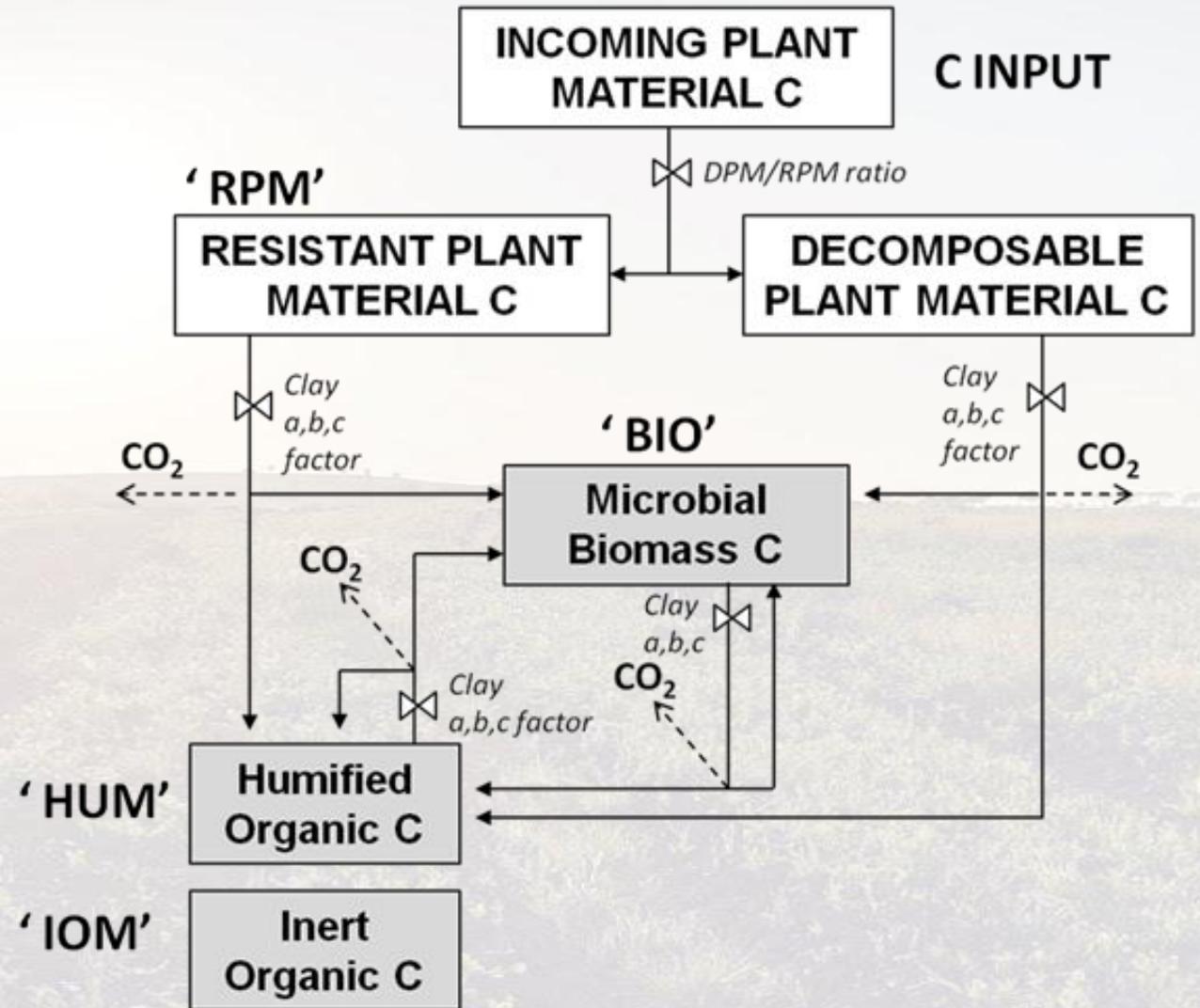


<ol style="list-style-type: none"><li>1. Precipitación mensual (PP, mm)</li><li>2. Temperatura media mensual aire (°C)</li><li>3. Evapotranspiración potencial/Tanque A (mm)</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Profundidad (cm)</li><li>2. SOC stock inicial (t C ha<sup>-1</sup>)</li><li>3. SOC stock de diferentes pooles (t C ha<sup>-1</sup>): DPM, RPM, BIO, HUM, IOM</li><li>4. Contenido arcilla (%) a profundidad</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Cobertura mensual del suelo (binario: Vegetado vs no vegetado)</li><li>2. Irrigación (mm, a sumar a PP)</li><li>3. Aportes mensuales de carbono residuos vegetales (aéreos, + raíces + rhizodeposiciones), (t C ha<sup>-1</sup>)</li><li>4. Aportes mensuales de carbono de abonos y excretas animales (t C ha<sup>-1</sup>)</li><li>5. DPM/RPM, estimador de calidad del material aportado</li></ol>
--	--	--

# Aproximación 2. Country driven RothC

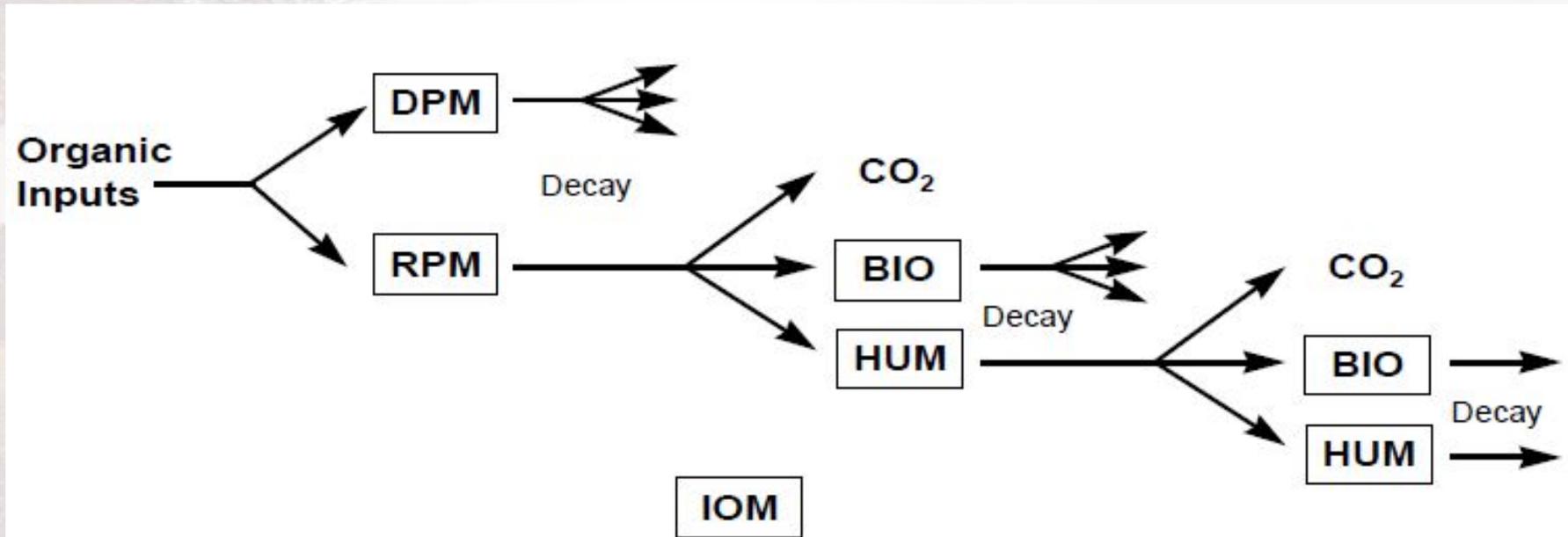
## Factores:

- Temperatura (a)
- Humedad del suelo (b)
- Cobertura del suelo (c)
  
- Textura del suelo – (Clay)  
(Capacidad de almacenaje agua)
  
- Calidad del material aportado  
(DPM/RPM)



promoting sustainable soil management for all

# Estructura del modelo



RPM : Resistant Plant Material  
DPM : Decomposable Plant Material  
BIO : Microbial Biomass

HUM : Humified OM  
IOM : Inert Organic Matter

promoting sustainable soil management for all



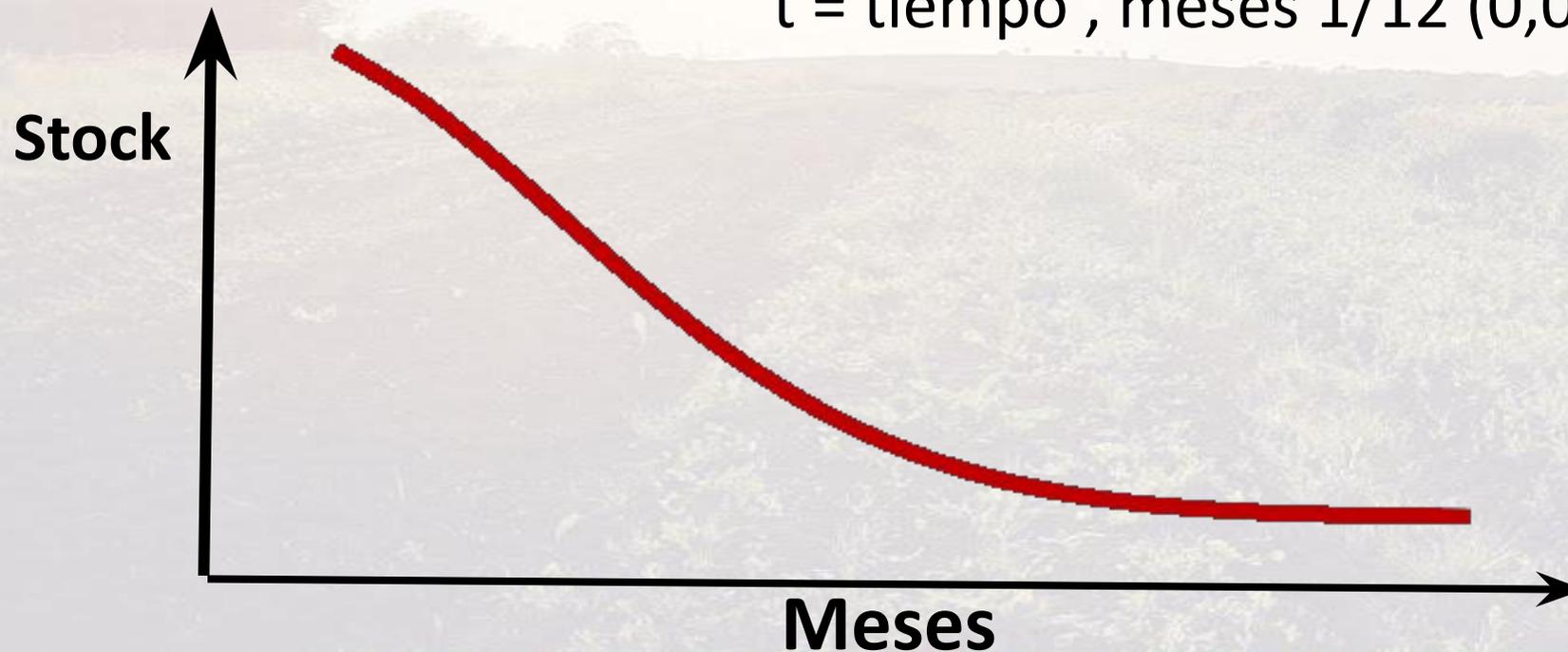
# Dinámica de C en RothC

La cantidad de C de cada pool (Y) se descompone siguiendo una función de **decaimiento exponencial**:

$$Y \cdot e^{-kt}$$

...Donde **k** = cte de descomposición anual

t = tiempo , meses 1/12 (0,083)



promoting sustainable soil management for all



# Tasas de descomposición

- **Constantes ( $k$ )**, en años<sup>-1</sup>, que dependen de cada compartimento
- DPM (decomposable plant mat): **10.0** .... 0.1 años
- RPM (resistant plant material): **0.3** .....3.3 años
- BIO (microbial biomass): **0.66** ..... 1.5 años
- HUM (Humified organic C) : **0.02** ..... 50 años
- IOM (Inerte) .....0.000000 .....  $\alpha$

# Dinámica de C en RothC

...A Su vez... esa tasa **k** es afectada por distintos factores (que hacen que sea mayor o menor)

$$Y \cdot e^{-kt} \quad \longrightarrow \quad Y \cdot e^{-k \cdot a \cdot b \cdot c \cdot t}$$

**a**= factor de **temperatura**

**b**= factor de **humedad** del suelo

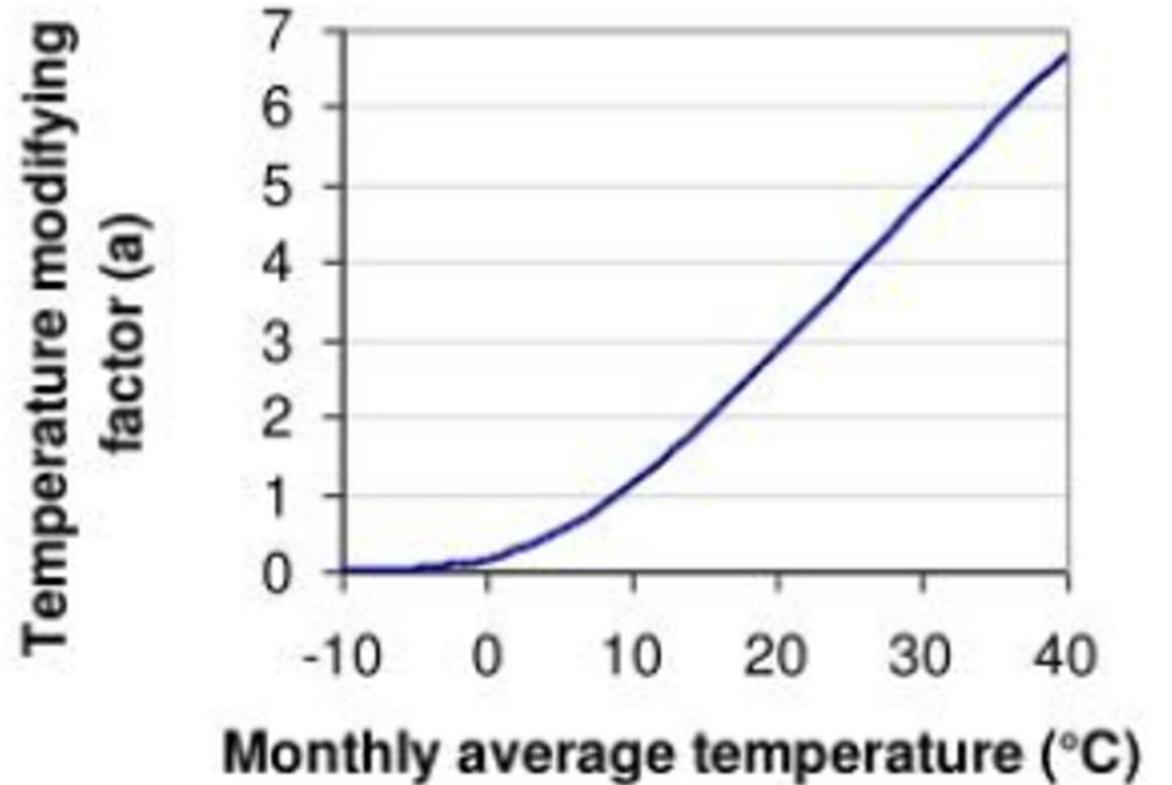
**c**= factor de **cobertura** del suelo

# Factor de temperatura (a)

$$a = \frac{47.91}{1 + e^{\left(\frac{106.06}{T+18.27}\right)}}$$

Temp

> Temperatura, > tasa de descomposición



From: CSIRO: 2008

promoting sustainable soil management for all



# Factor de humedad del suelo (b)

## 1) Cálculo de un TMSD máximo

Max **TMSD** covered =  $[20.3 + 1.3(\%Clay)] - [0.01 (\%Clay)^2]$  (Depth cm/23cm)

Max **TMSD** bare = 0.55 TMSD

(asume menores pérdidas evap. Sin vegetación)...  
modificaciones ej. RothC10)



## 2) Balance hídrico simplificado

TMSD acumulado = suma mensual  $E_t - PP$

0,75 x Tanque A

(Ese TMSD acumulado va entre 0 y el TMSD Máximo)

adapted from CSIRO 2008

promoting sustainable soil management for all

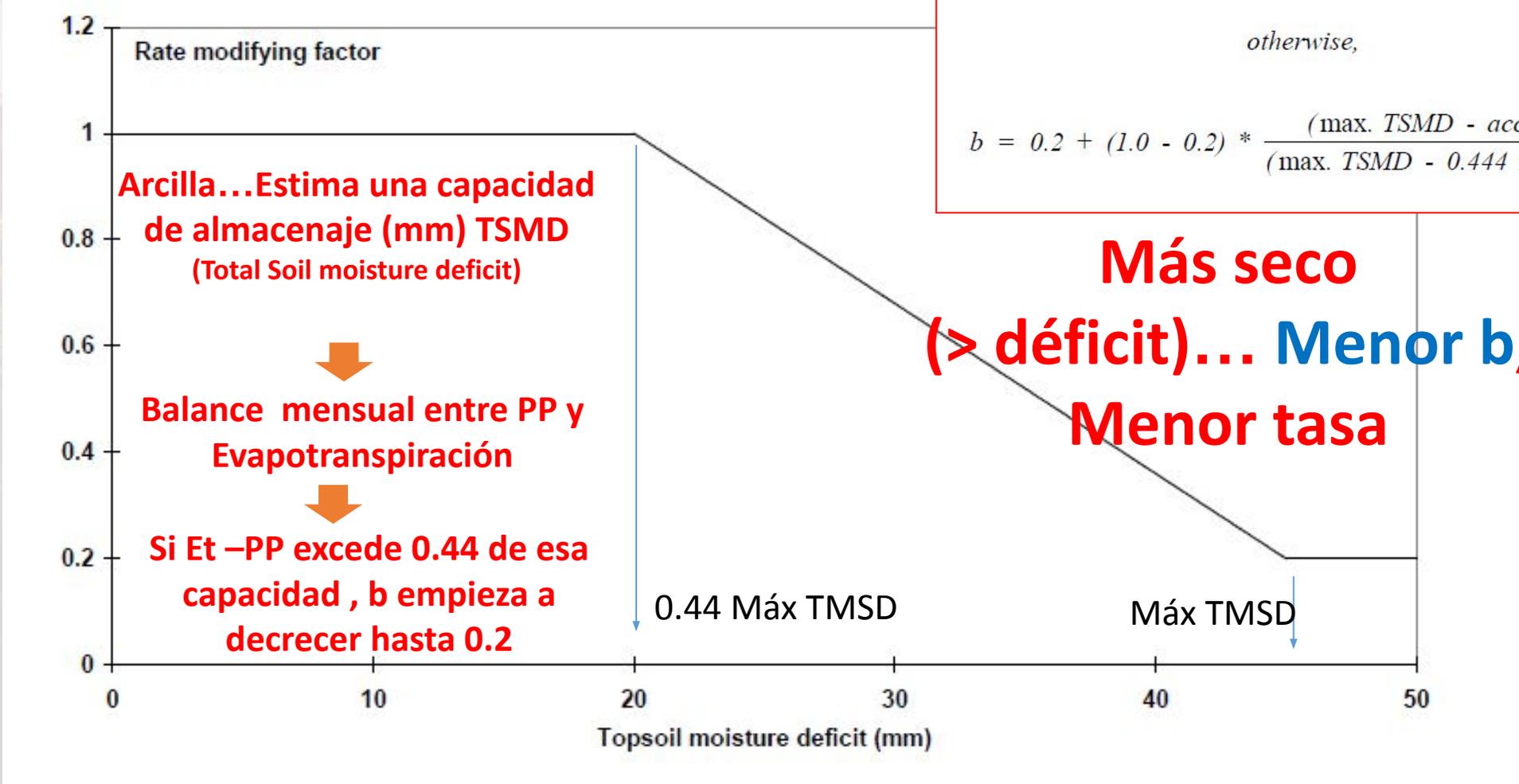


# Factor de humedad del suelo (b)

$$\text{if } acc. \text{ TSMD} < 0.444 \text{ max. TSMD,}$$
$$b = 1.0$$

otherwise,

$$b = 0.2 + (1.0 - 0.2) * \frac{(\text{max. TSMD} - \text{acc. TSMD})}{(\text{max. TSMD} - 0.444 \text{ max. TSMD})}$$



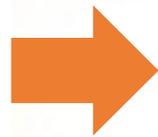
# Factor de cobertura del suelo (c)

If soil is vegetated

$c=0.6$

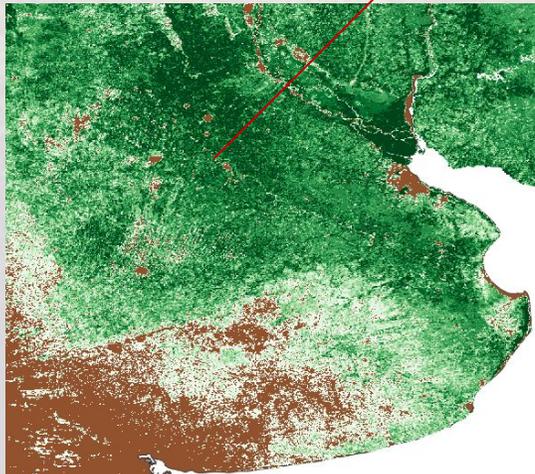
If soil is bare

$c=1.0$

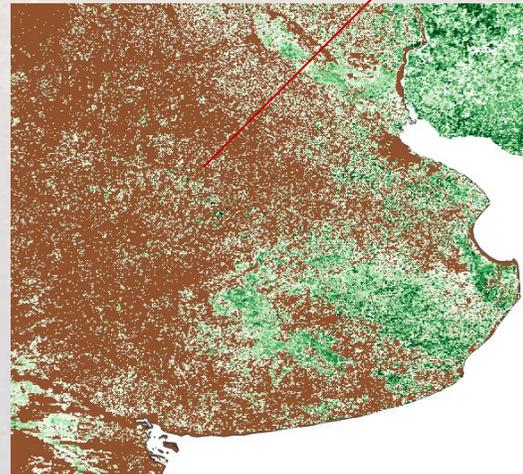


**Vegetado, Menor "c"**  
**Menos tasa de descomposición**

January Veg



July Bare



$$P \text{ veg} = (\text{n}^\circ \text{ imagenes NDVI} > 0.3) / (\text{Total imágenes})$$



Reescala resultados y genera un coeficiente "c" entre 0.6 - 1

promoting sustainable soil management for all



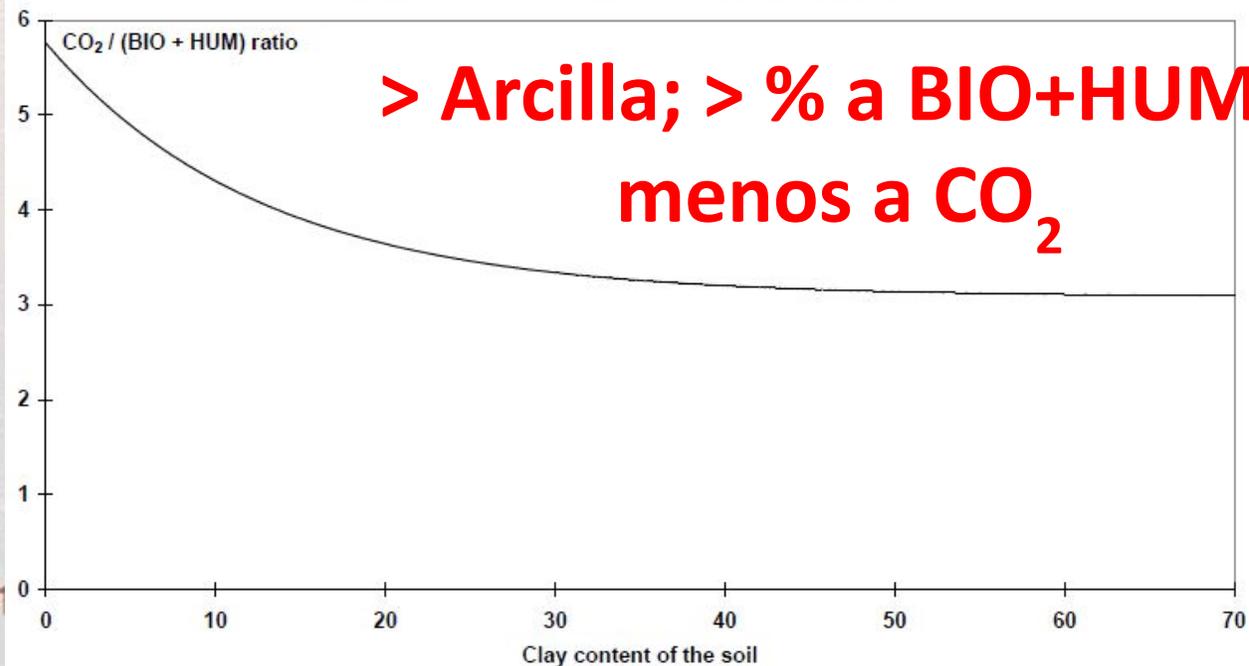
# Textura del suelo

• **% Arcilla....** Determina qué proporción de C de un compartimento se libera como CO<sub>2</sub> y qué proporción forma:

- **BIO + HUM**
- De eso... **46 % a BIO; 54% a HUM**

$$\frac{\text{CO}_2}{\text{Bio} + \text{Hum}} = 1.67 \left[ 1.85 + 1.6 e^{-0.0786 \times \% \text{Clay}} \right]$$

Figure 4 - The effect of clay on the ratio of CO<sub>2</sub> released to (BIO + HUM) formed



promo

t all



# DPM/RPM... “Calidad del material aportado”

## El C aportado se separa entre DPM o RPM

### Valores por default...

- Cultivos y pasturas mejoradas...

DPM/RPM = 1.44 (59% es DPM, 41% es RPM)

- Para pastizales/grasslands, shrublands/savannas

DPM/RPM = 0.67 (41% es DPM; 59% es RPM)

Tree crops

variable...DPM/RPM = 1.44; 0.67; 0.35

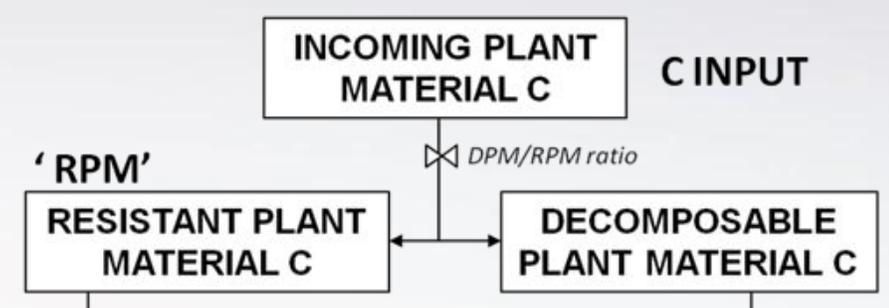
(Morais et al 2019;Farina et al 2017)

- Para forestales (deciduous, tropical)...

DPM/RPM =0.25 (20% es DPM y 80% es RPM)

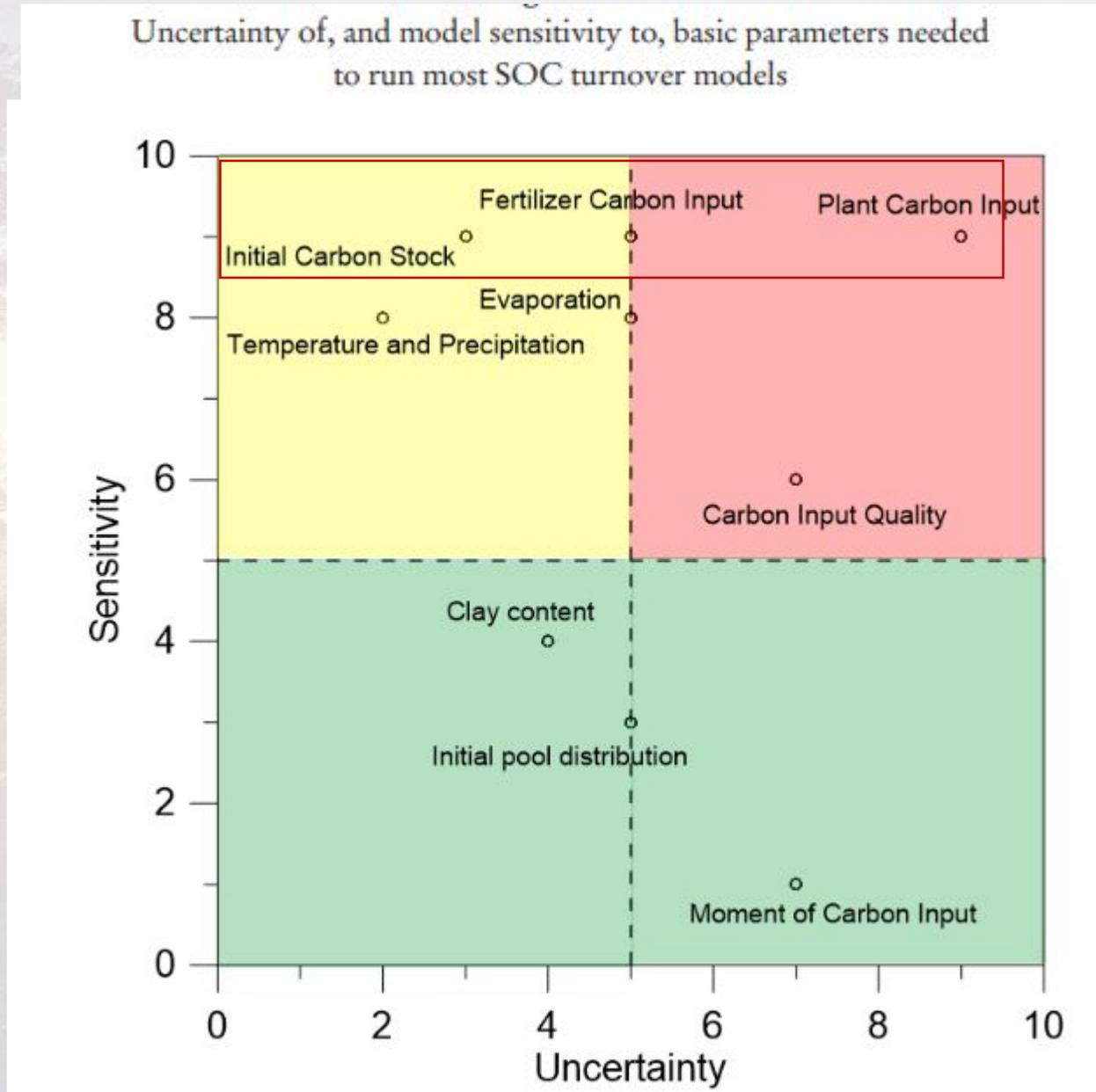
- Abono (manure)...

DPM/RPM =1 (49% es DPM; 49% es RPM ; 2%HUM)



- Depende del Uso de la tierra
- Puede modificarse

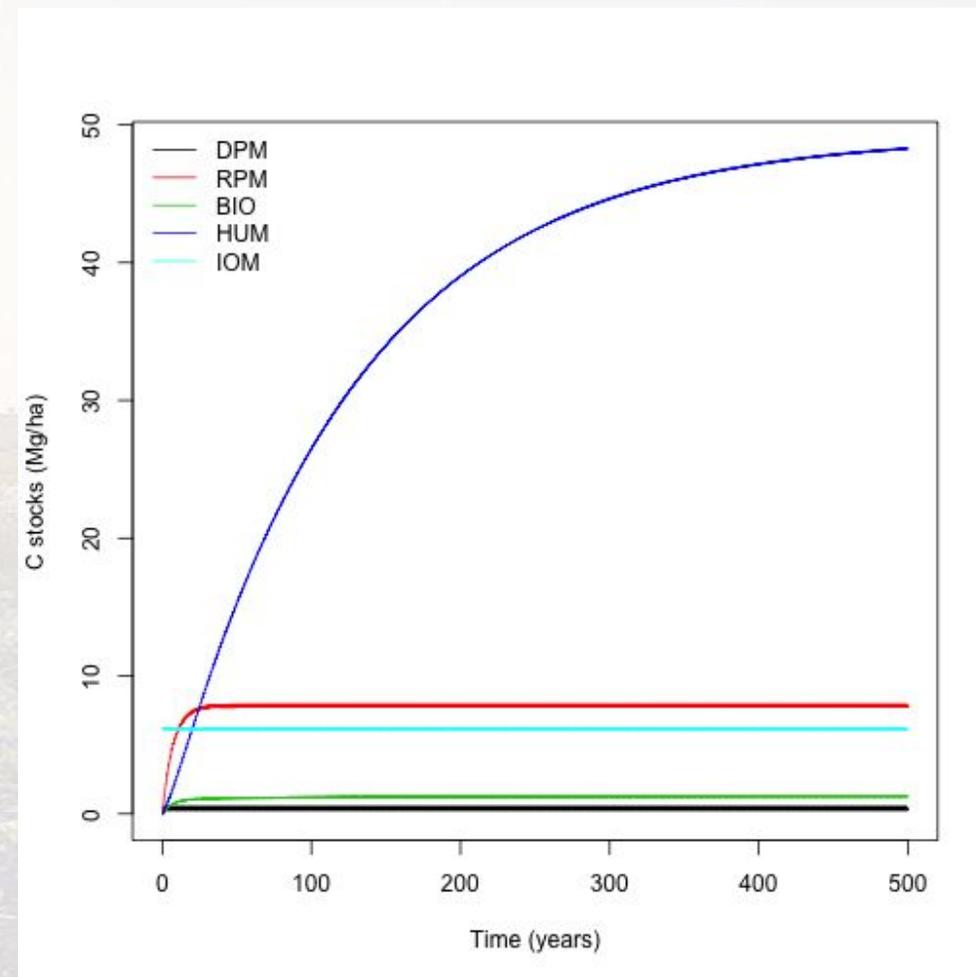
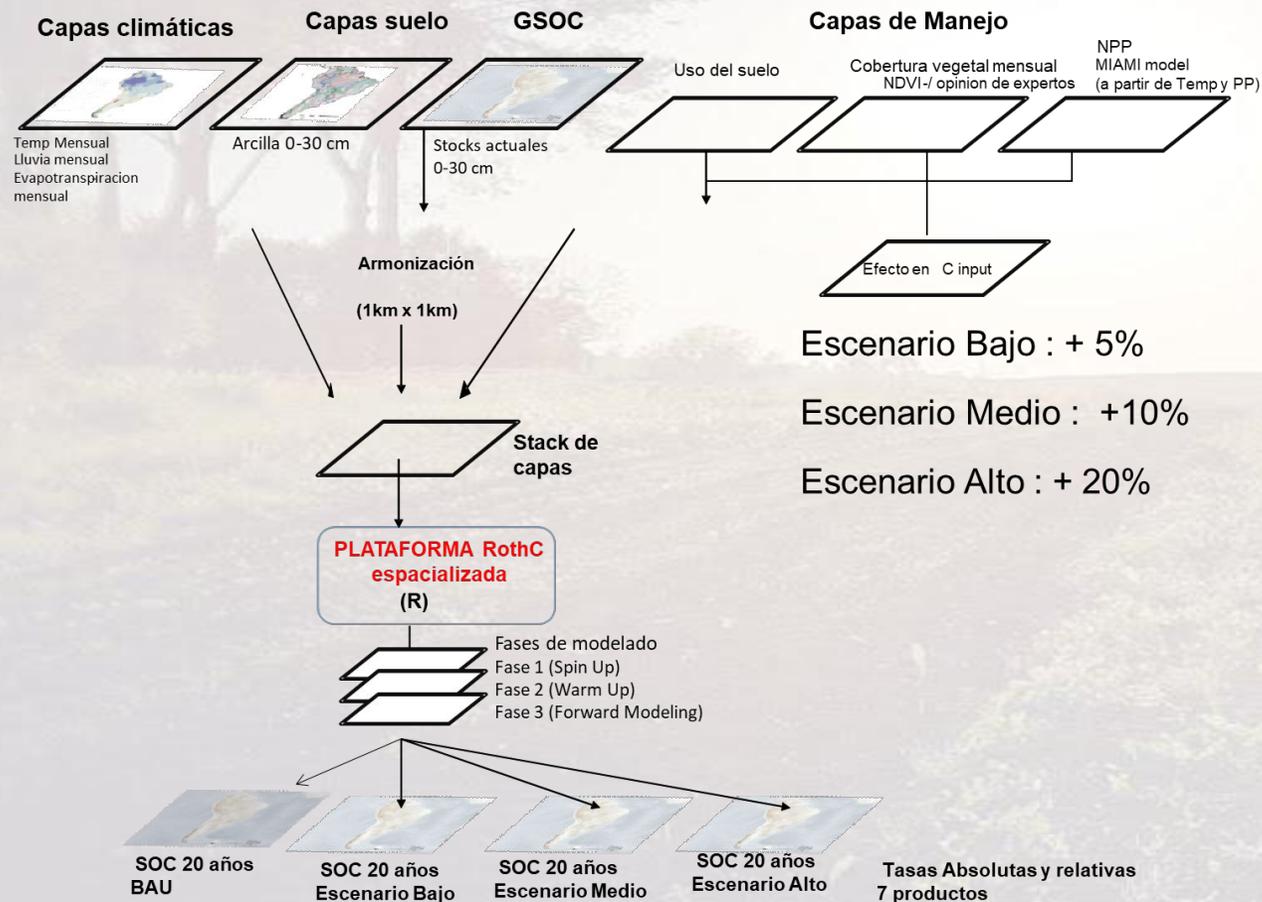
From FAO 2019  
(LEAP, Guidelines,  
Poepplau)



promoting sustainable soil management for all



# RothC – Soil R



Soil R : Sierra et al 2016

promoting sustainable soil management for all



# RothC – Soil R – Versión simplificada del RothC

## Documentos de consulta

### RothC windows

RothC - A model for the turnover  
of carbon in soil

Model description and users guide  
(Windows version)  
(updated June 2014)

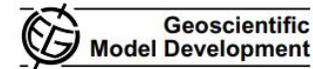
K. Coleman & D.S. Jenkinson

Rothamsted Research  
Harpenden  
Herts  
AL5 2JQ

### SOIL-R

Sierra et al., 2012; 2014

Geosci. Model Dev., 5, 1045–1060, 2012  
www.geosci-model-dev.net/5/1045/2012/  
doi:10.5194/gmd-5-1045-2012  
© Author(s) 2012. CC Attribution 3.0 License.



**Models of soil organic matter decomposition: the SOILR package,  
version 1.0**

C. A. Sierra, M. Müller, and S. E. Trumbore  
Max Planck Institute for Biogeochemistry, Hans-Knöll-Str. 10, 07745 Jena, Germany

Correspondence to: C. A. Sierra (csierra@bgc-jena.mpg.de)

Received: 29 March 2012 – Published in Geosci. Model Dev. Discuss.: 2 May 2012  
Revised: 2 August 2012 – Accepted: 4 August 2012 – Published: 24 August 2012

<https://www.geosci-model-dev.net/5/1045/2012/gmd-5-1045-2012.pdf>

Soil R site:

<https://www.bgc-jena.mpg.de/TEE/software/soilr/>

promoting sustainable soil management for all



# Versión especializada de RothC **Soil-R**

- SoilR- versión simplificada RothC – Velocidad, adaptada a simulaciones en múltiples objetos (e.g. 1 km x 1 km)
- Transparente, en R, puede ser modificada
- Software Libre (R, QGIS)
- SoilR, ya integrada con otros modelos (YASSO, ICBM, Century)...model ensemble

# Versión espacializada de RothC Soil-R

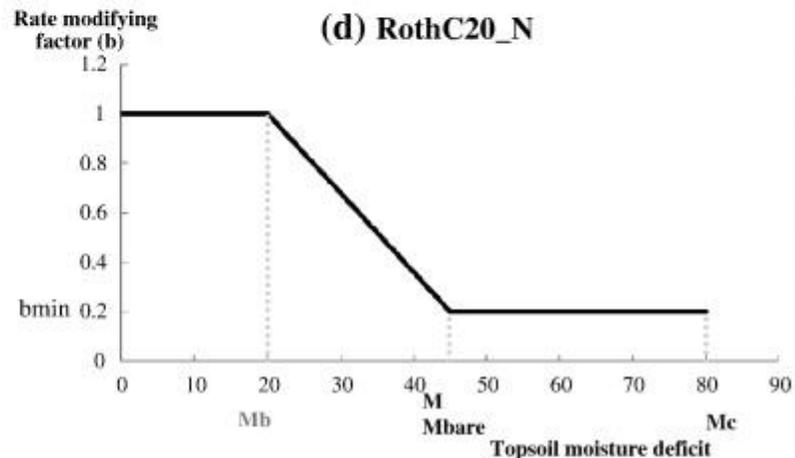
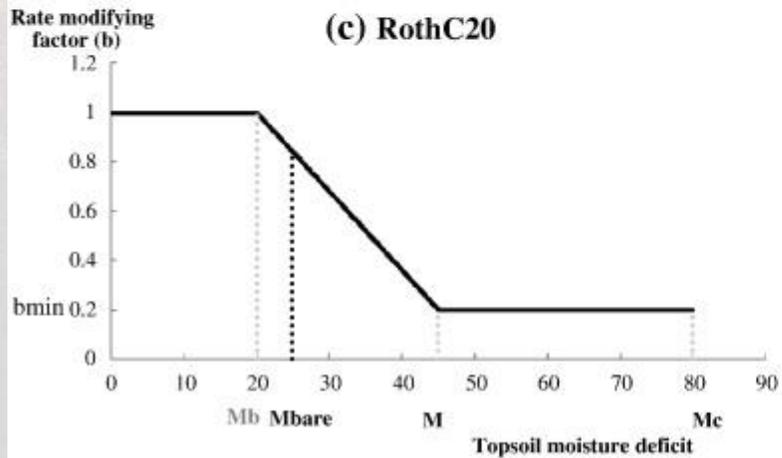
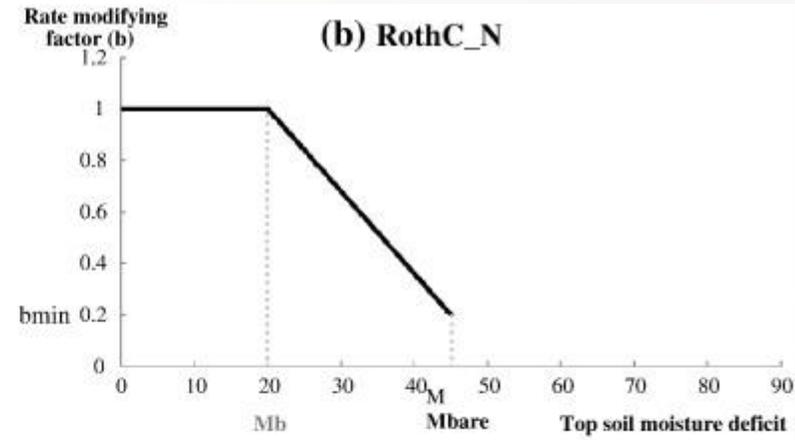
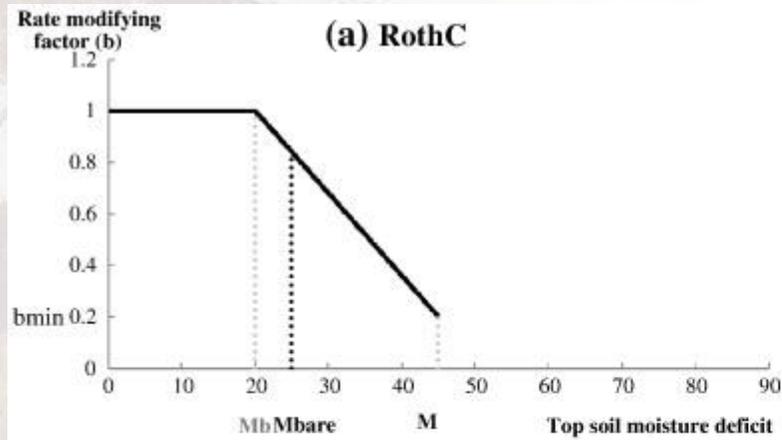
- GSP: brindamos una herramienta basada en Soil R – RothC
- Cada país puede mejorar la existente, desarrollar su propia herramienta, utilizar otros modelos para comparaciones

(utilizar RothC o sus modificaciones en una primera etapa)

- **Cada país puede presentar sus mapas adicionales de potencial de secuestro con otros modelos, modificaciones, métodos, criterios y aproximaciones... Y comparar resultados**

# Ejemplos RothC 10

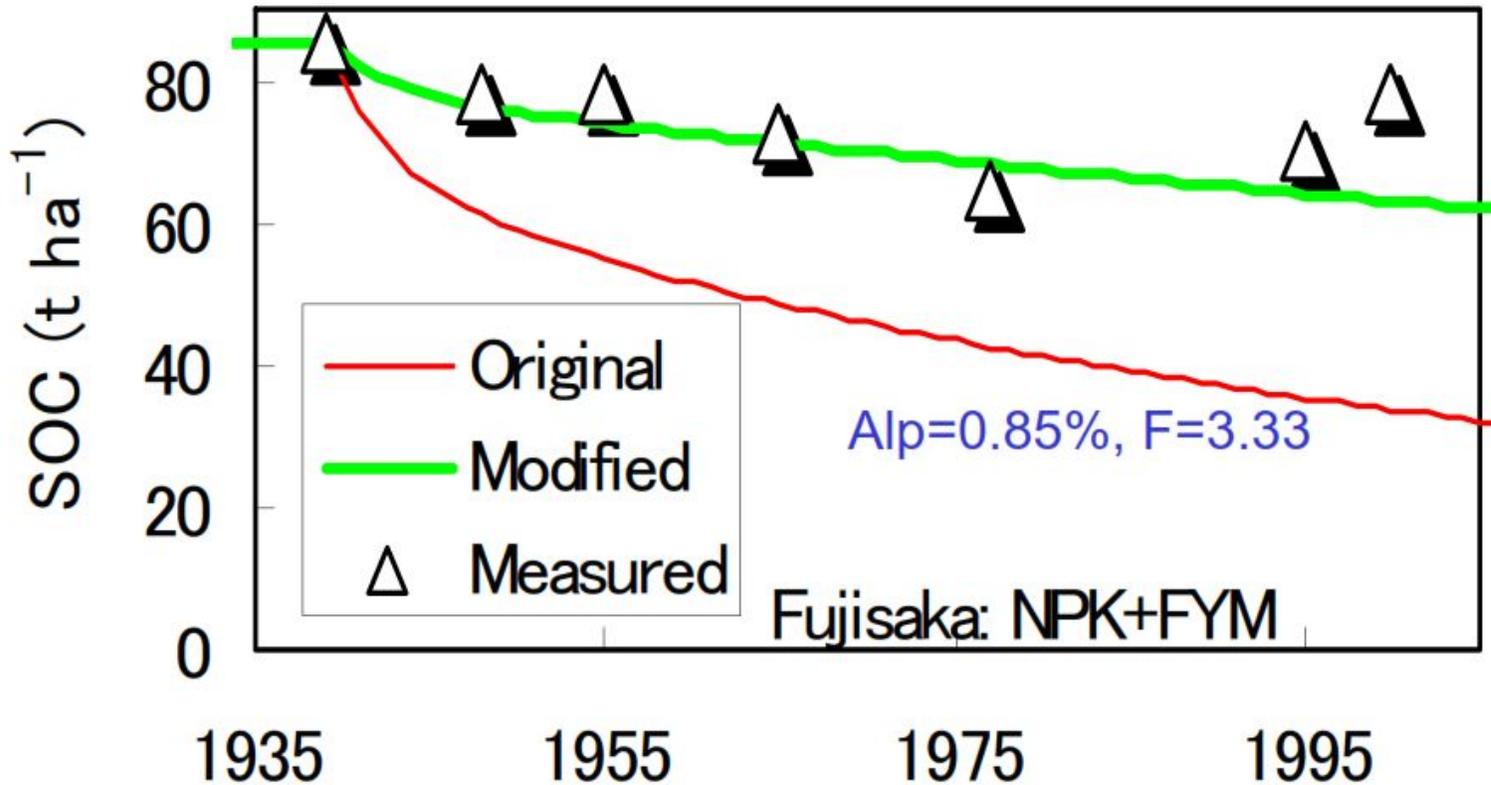
Farina et al 2013



promoting sustainable soil management for all



# Ejemplos RothC Japan – Volcanic Soils



**Better performance** than the original RothC

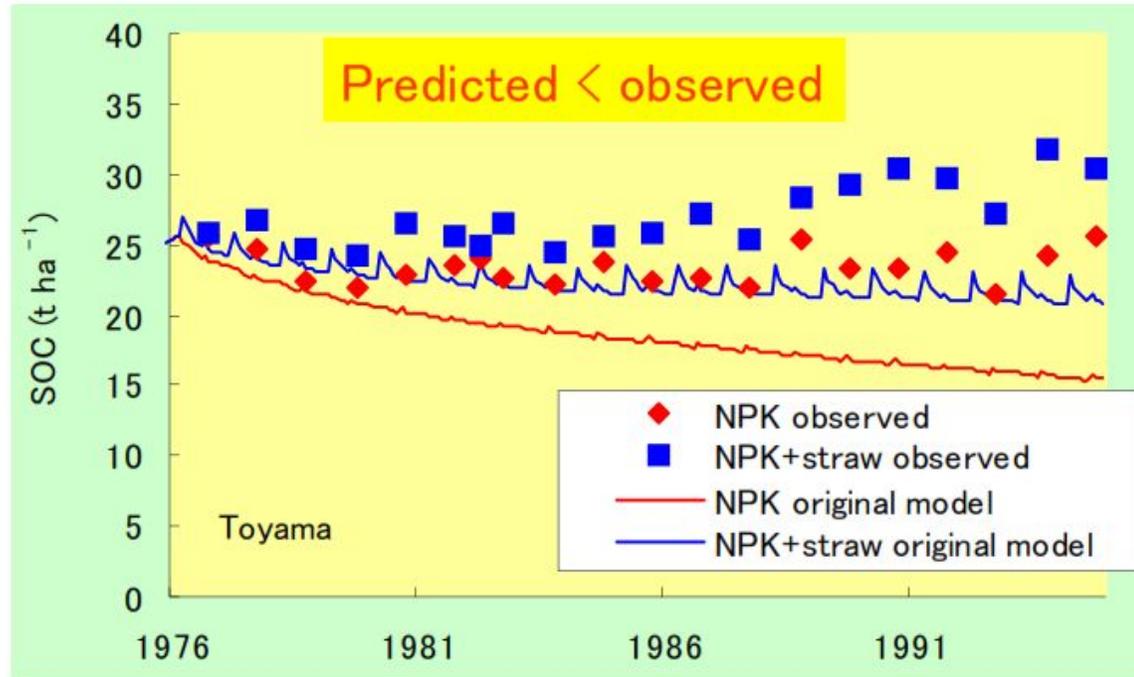
From: Yirato y Yagasaki. NIAES

(Shirato et al., 2004)

promoting sustainable soil management for all



# Ejemplos RothC Japan – Paddy Rice



0,6 x k months no  
flooded rice  
0,2 x k with  
flooded Rice

The model underestimated SOC, as expected  
(slower decomposition because of anaerobic condition)

From:Yirato y Yagasaki. NIAES

(Shirato & Yokozawa, 2005)

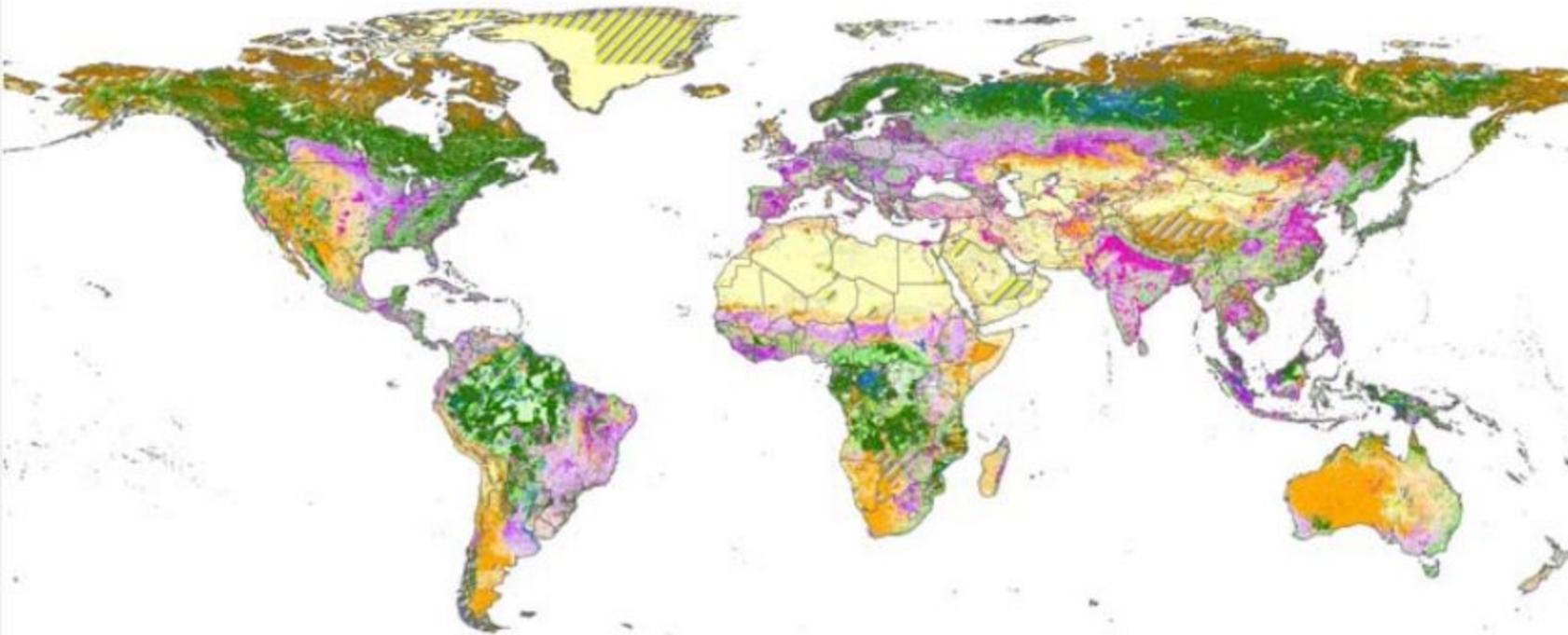
promoting sustainable soil management for all



¿Cómo armonizar y modelar miles de prácticas, a menudo combinadas a campo, en sistemas productivos tan diversos? ...En especial limitantes de información

**SSM?**

Land use systems of the world



... primera etapa...  
Prácticas que incrementen aportes de C

- 3 escenarios:**
- +5% aporte C
  - +10% aporte C
  - +20% aporte C

Rangos conservadores...altos para otras regiones

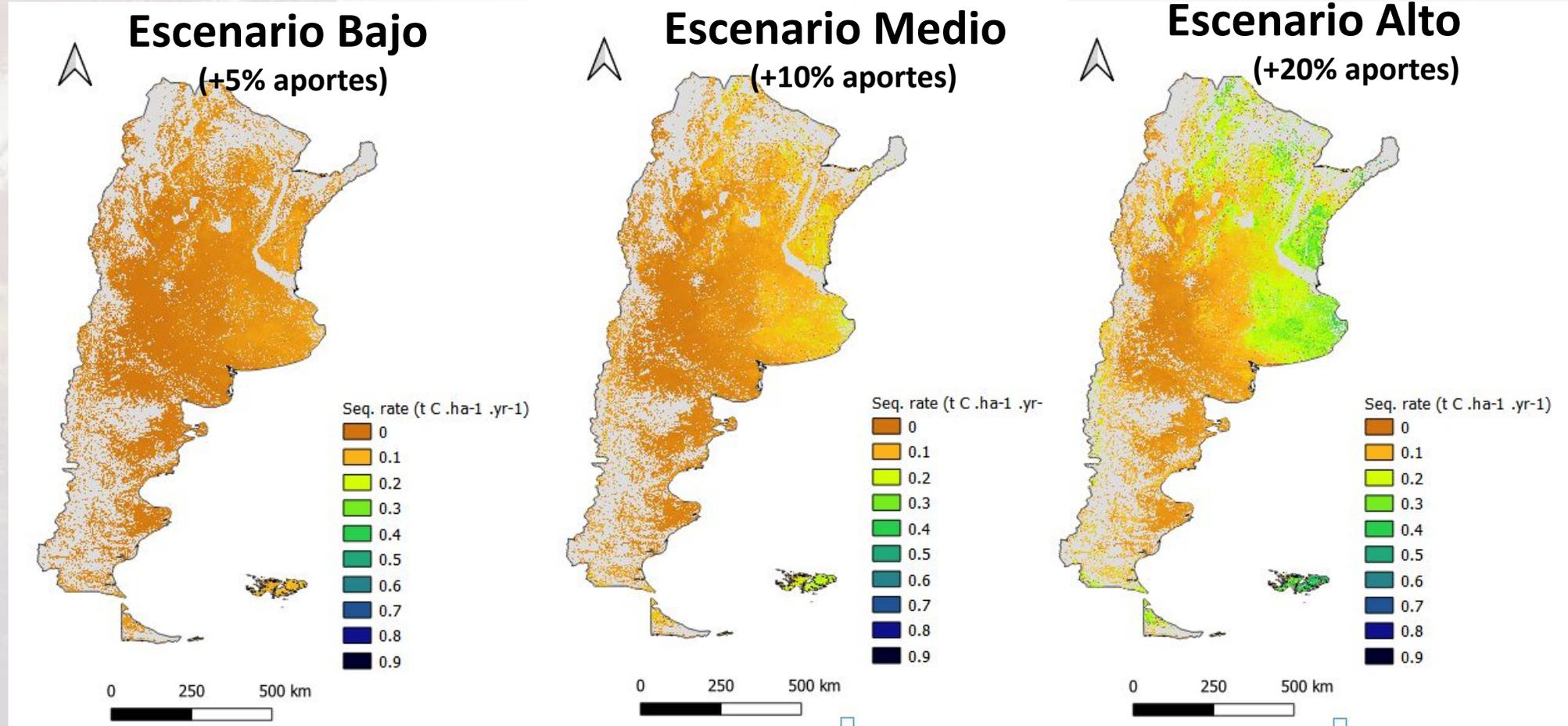
based on Smith, 2004; Wiesmeier et al., 2016



management for all



# Escenarios estándar



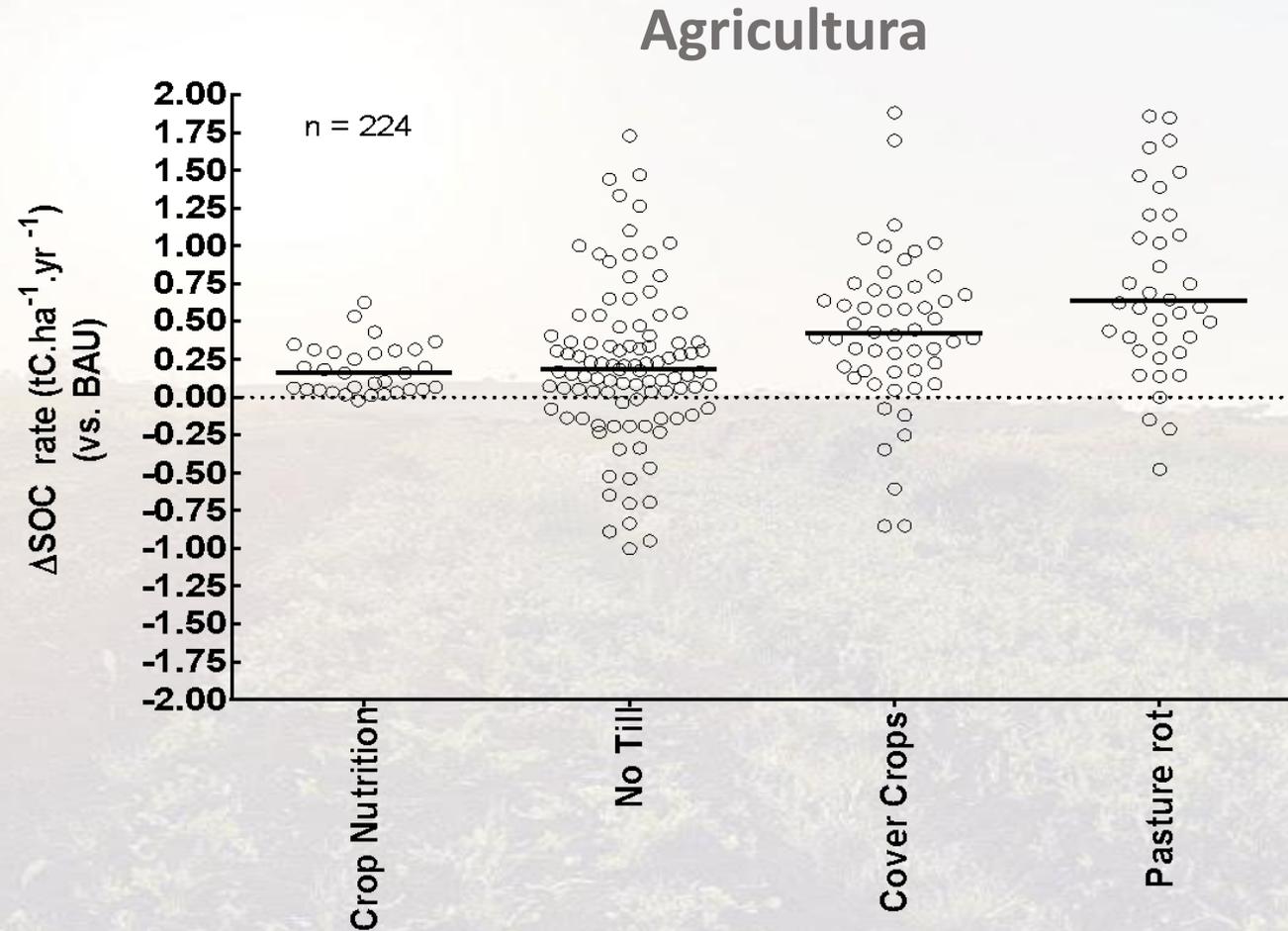
promoting sustainable soil management for all



# Ajuste local escenarios y % de incremento en C inputs

## Ejemplo

Meta-análisis  
Búsqueda de datos locales



SSM practice  
promoting sustainable soil management for all

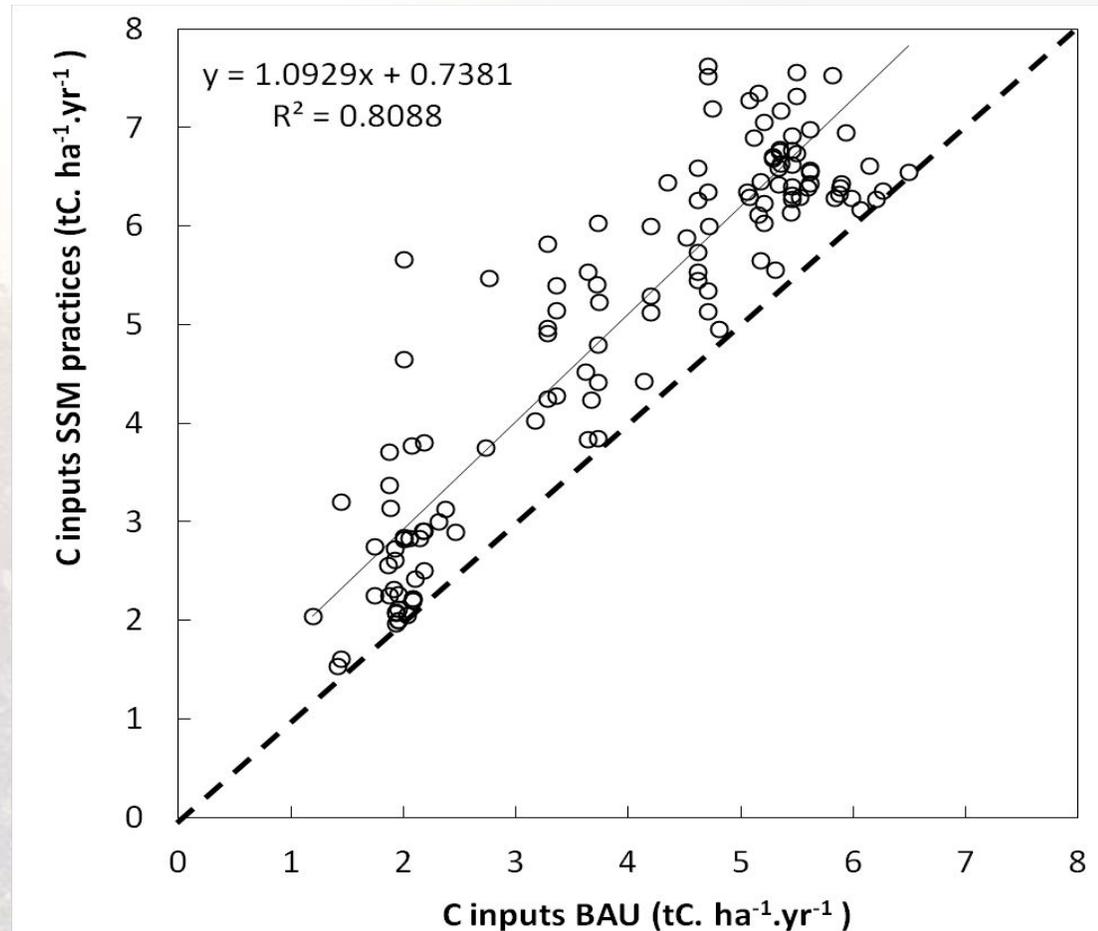


# Ajuste local escenarios y % de incremento en C inputs

## Ejemplo

Meta-análisis  
Búsqueda de datos locales

Agricultura



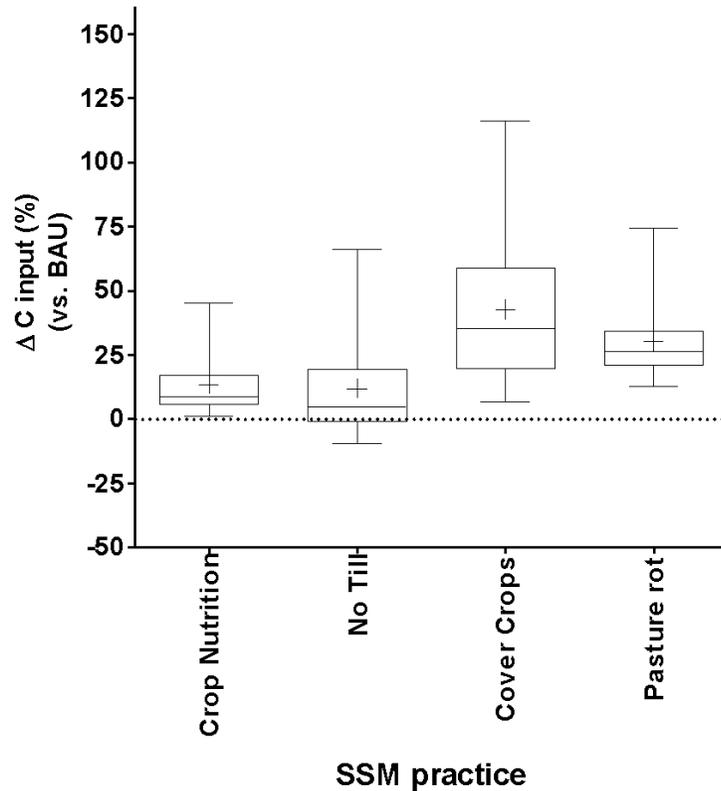
# Ajuste local escenarios y % de incremento en C inputs

## Ejemplo

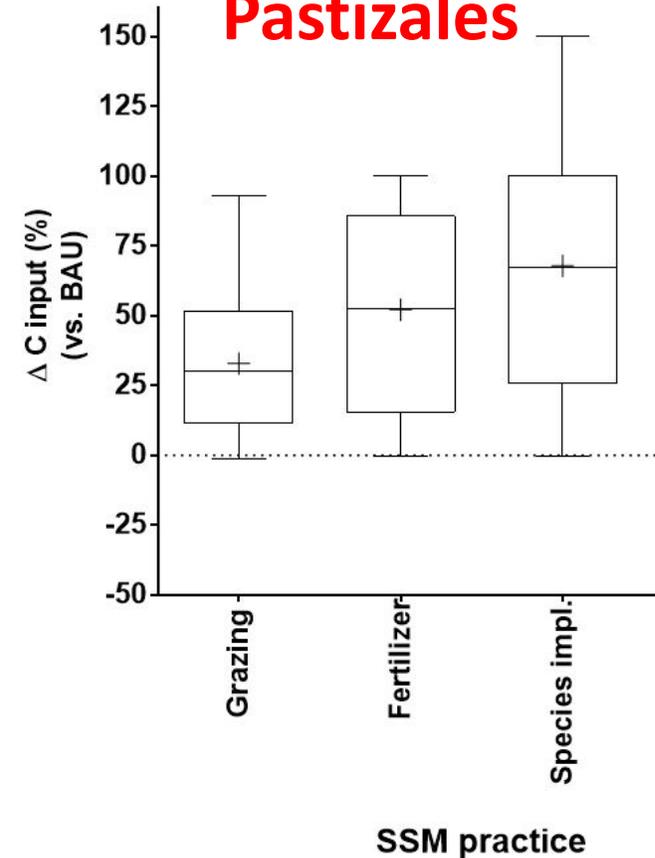
Meta-análisis

Búsqueda de datos locales

### Agricultura



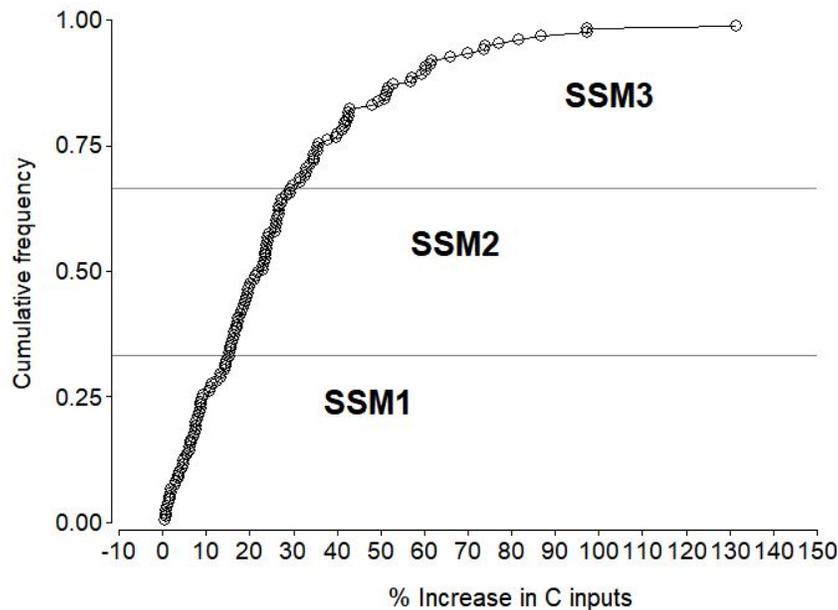
### Pastizales



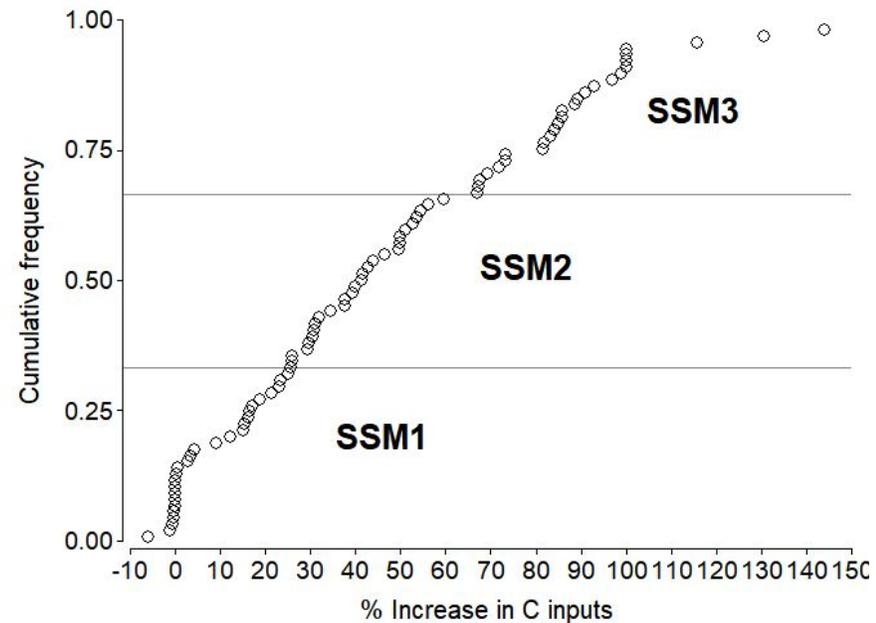
# Ajuste local escenarios y % de incremento en C inputs

**Ejemplo** Meta-análisis  
Búsqueda de datos locales

## Agricultura



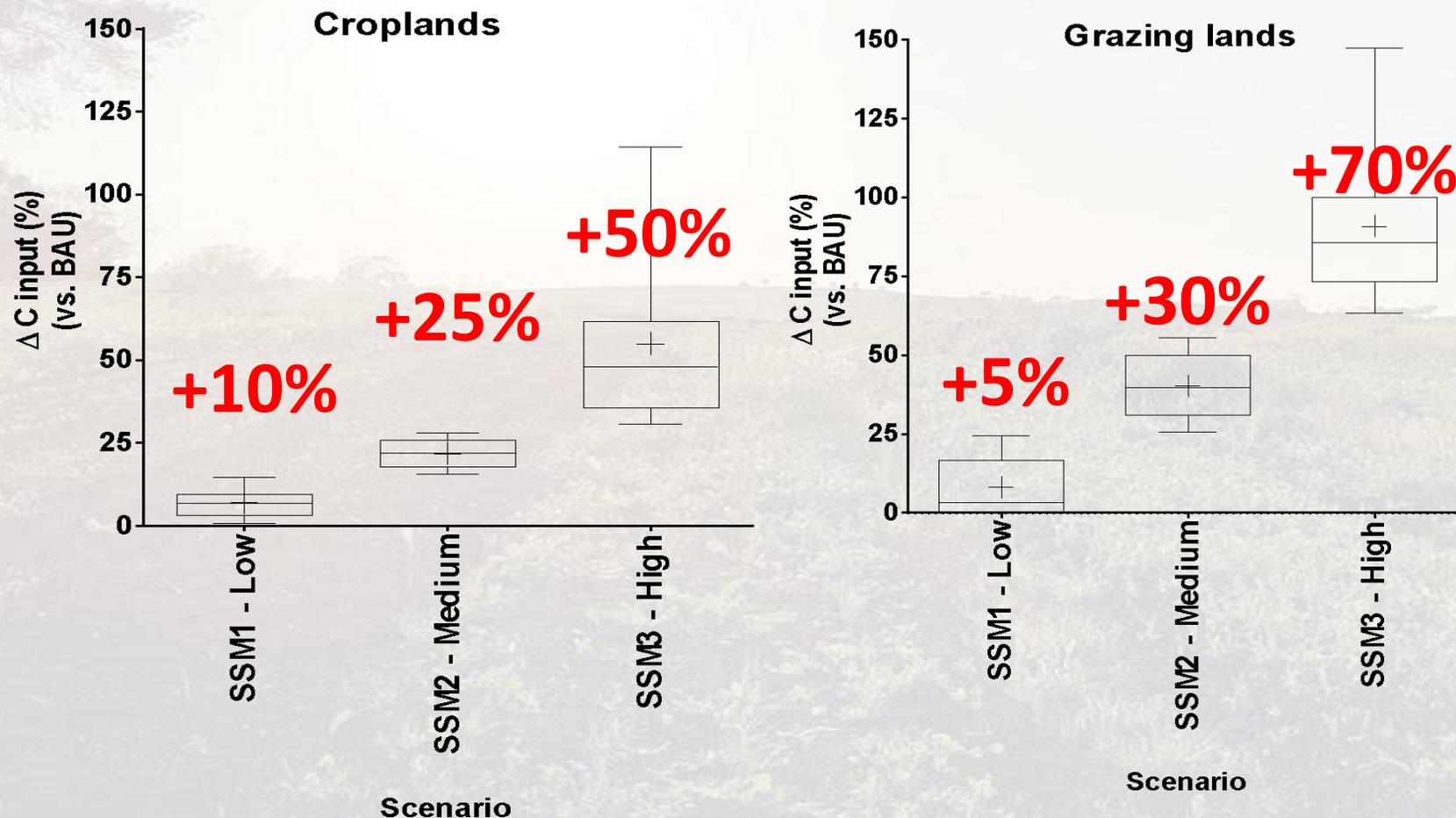
## Pastizales



# Ajuste local escenarios y % de incremento en C inputs

## Ejemplo

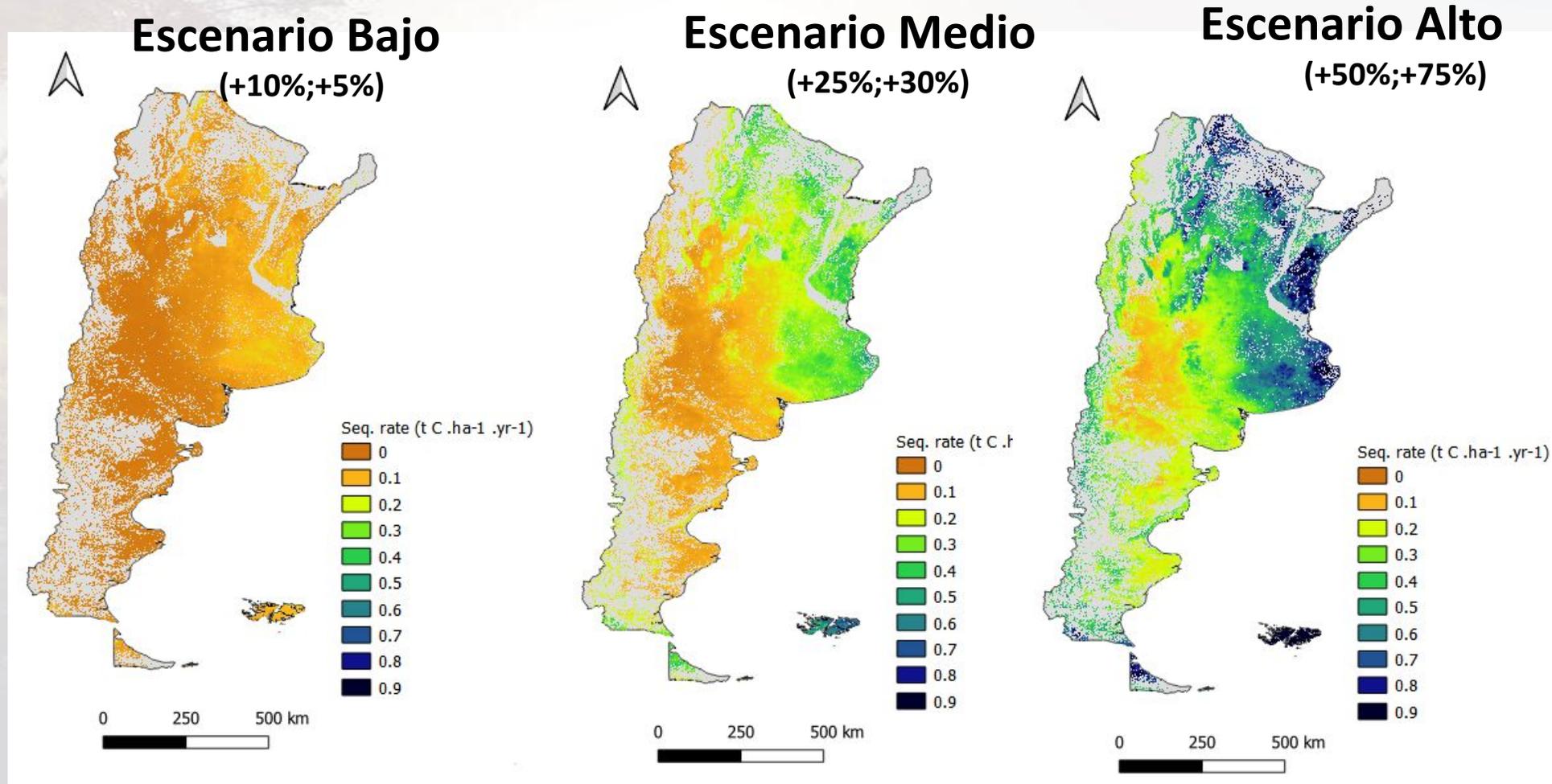
Meta-análisis  
Búsqueda de datos locales



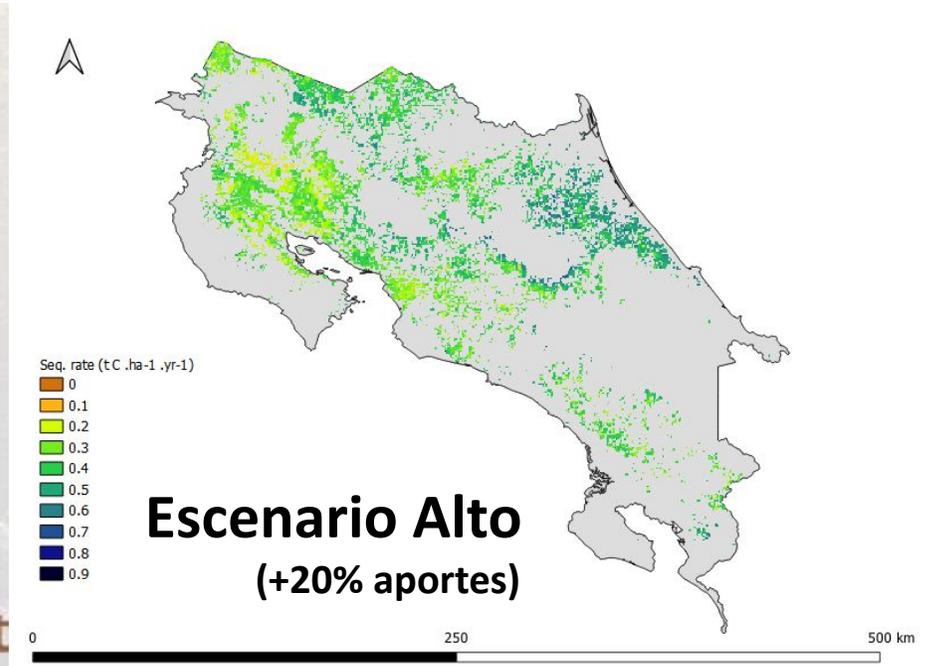
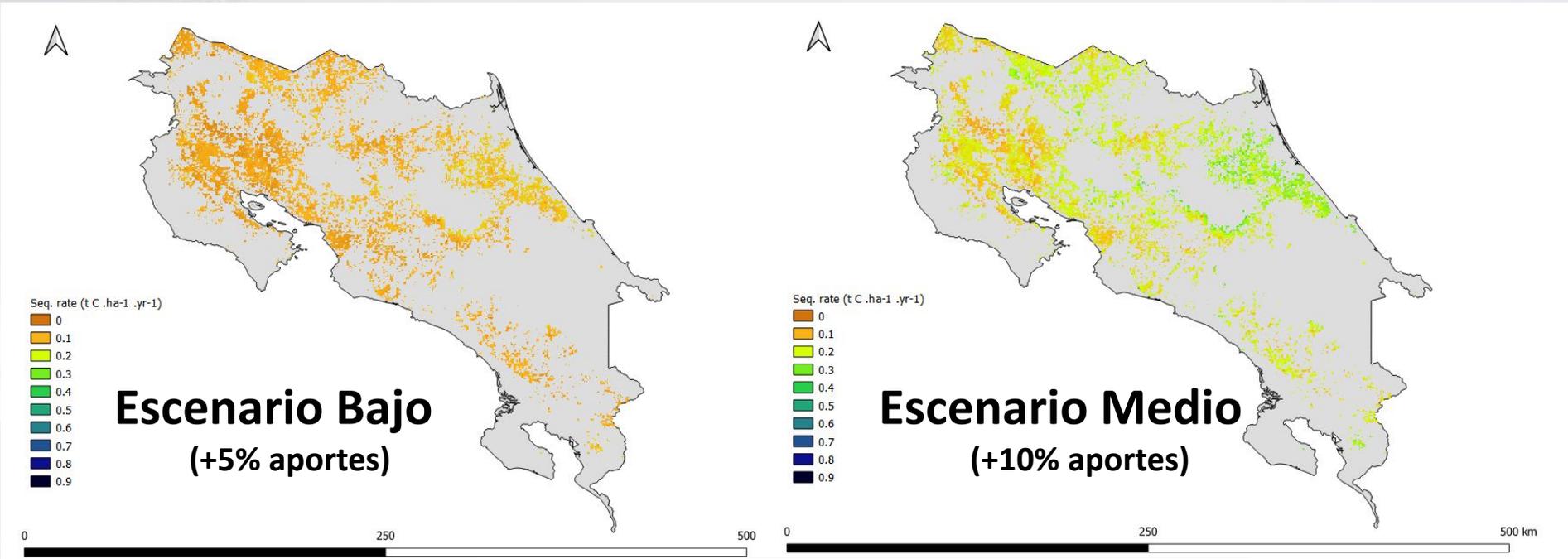
promoting sustainable soil management for all



# Escenarios ajuste local



promoting sustainable soil management for all



# Para simular cambios SOC en cada "punto" 1km x 1km:

Basado en Smith et al 2006; 2008; Gottschalk et al 2012

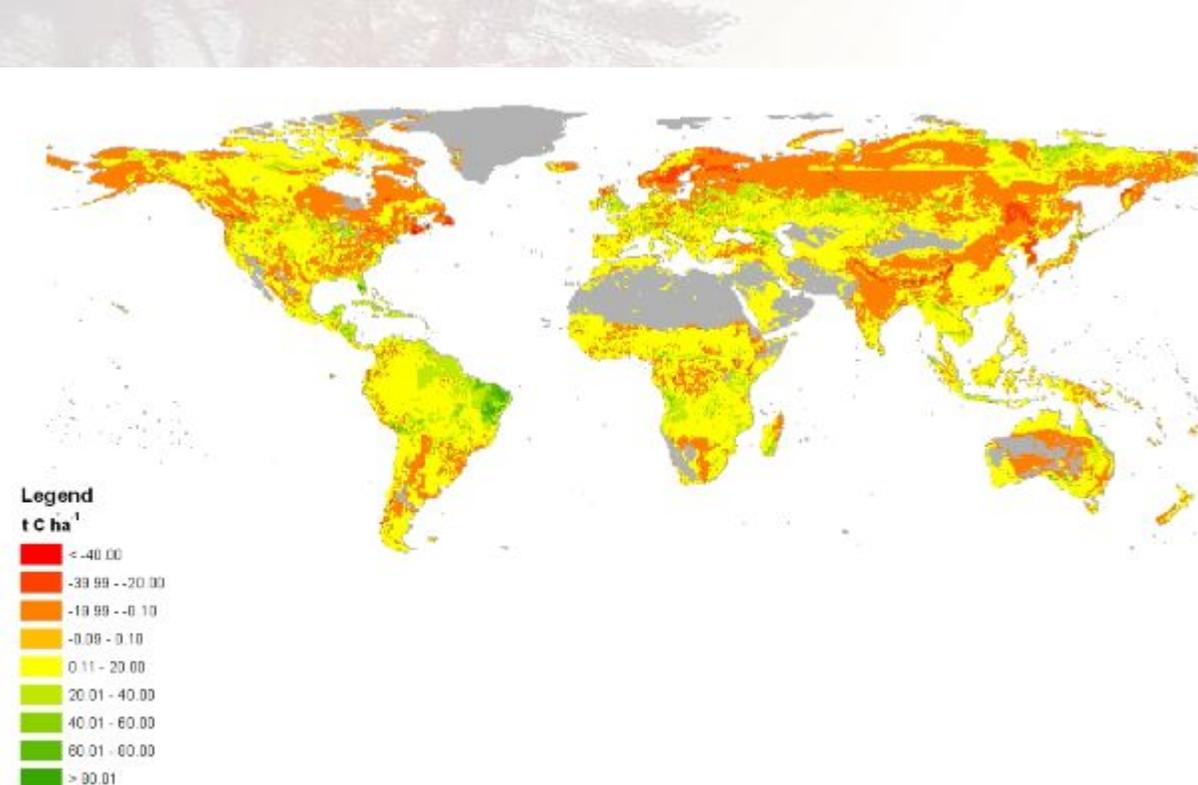
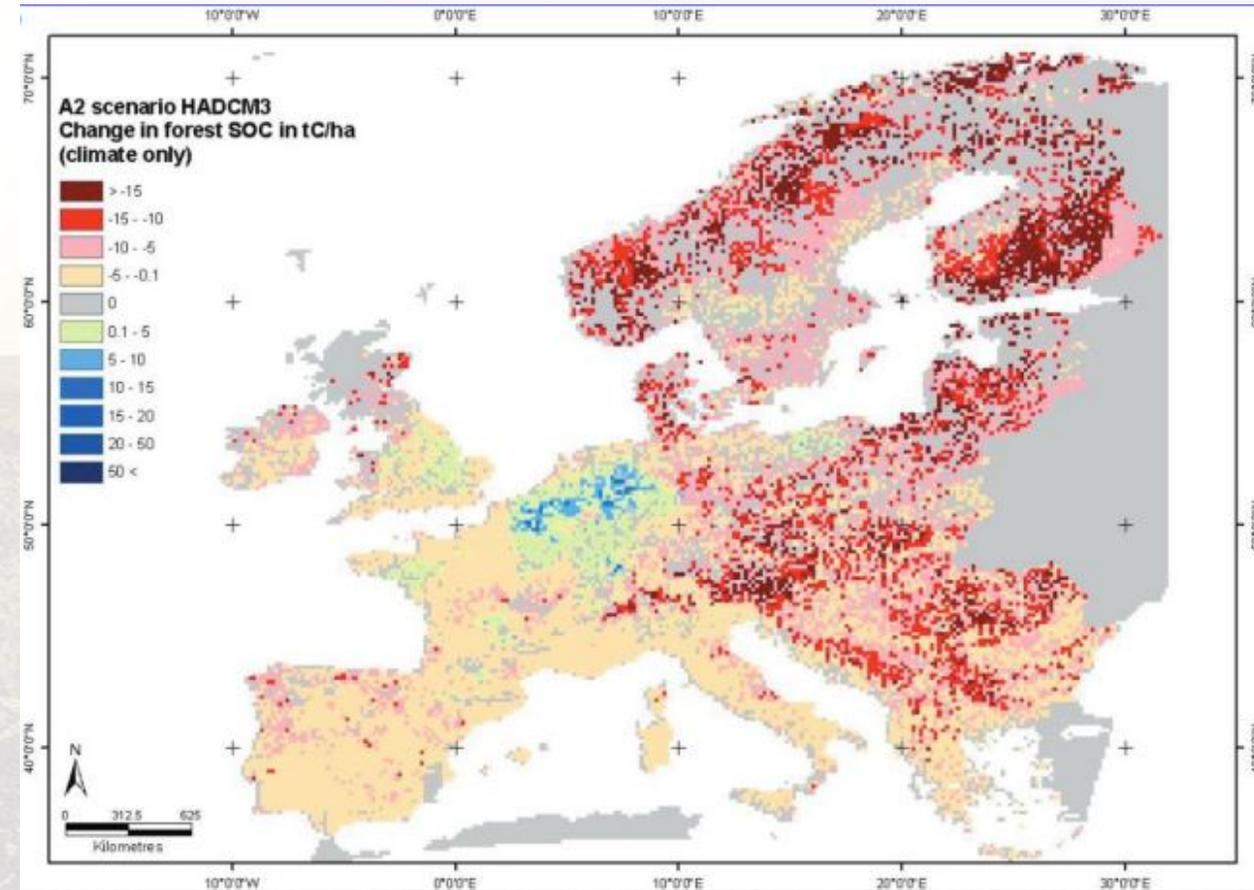


Fig. 7. Average trend in SOC concentration of all 10 scenarios from 1971 to 2100.

Gottschalk et al 2012

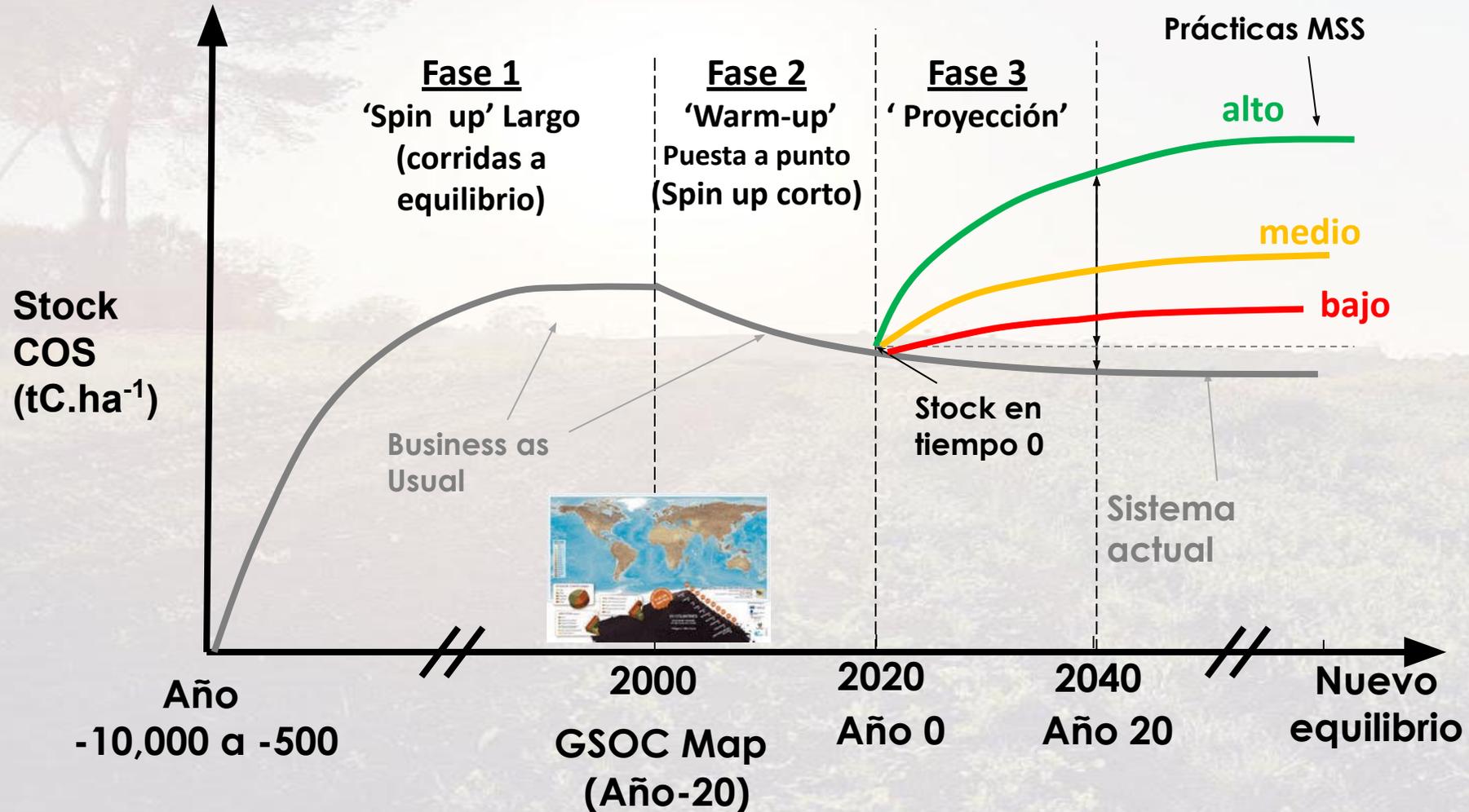


Smith et al 2006

promoting sustainable soil management for all



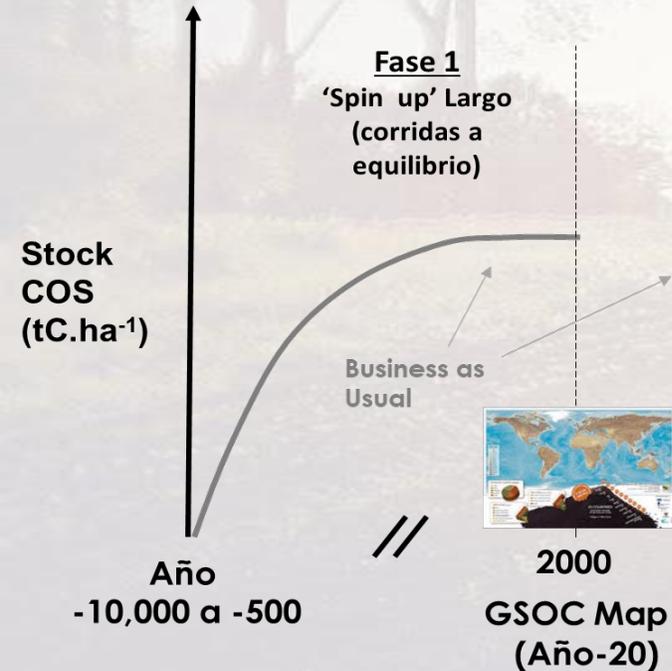
# Para cada "punto" 1km x 1km:



Basado en Smith et al 2006; 2008; Gottschalk et al 2012

# Fase 1 . Spin up

- “Inicialización del modelo”



Ventaja... permite aproximar a los niveles actuales de inputs de Carbono al suelo ... (normalmente muy difíciles de determinar... raíces, rhizodeposiciones)

$C_i$  = 1 primera corrida...

$C_{meas}$  = GSOCmap

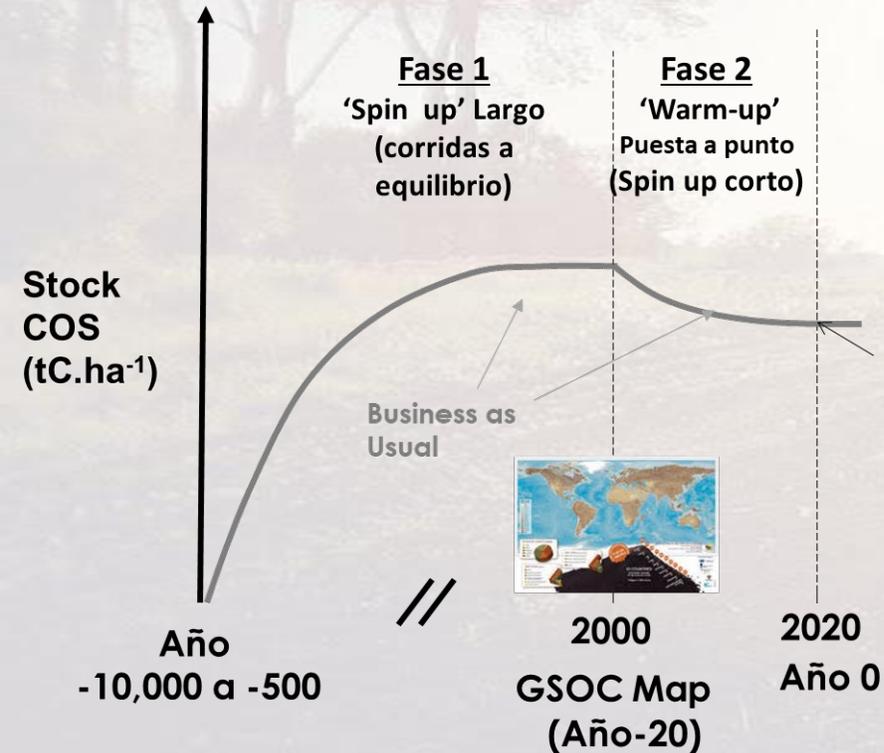
$C_{sim}$  = C final en el suelo

IOM = C inerte;  $IOM = 0.049 \times (C_{meas})^{1.139}$

promoting sustainable soil management for all



# Fase 2 . Warm up – Short Spin up (20 años)



- Necesaria para:
  - Armonizar los resultados del GSOC map FAO (mediciones 1960-2000s)... ..niveles actuales pueden estar sobre o subestimados...
  - Ajustar por cambio de clima entre 2000 y 2020
  - Ajustar por cambios en el Land Use en el periodo 2000-2020 (DPM/RPM, cobertura del suelo, o incluso en NPP)
  - Ajustar cualquier diferencia de sobre o subestimación de algún compartimento (Ej. alto DPM, en 20 años se "suaviza")
- Usando clima año a año (2001-2020)... se corre el modelo por 20 años
- Se corrigen año a año los C inputs , de acuerdo al cambio en NPP anual en ese período:
- $BAU C_t = C_{t-1} / (NPP_{t-1}) \times NPP_t$

# Fase 2 . Warm up – Short Spin up (Cont.)

- NPP de cada año... MIAMI Model ... en función de temperatura y precipitaciones de cada año:
- $NPP = \min (NPPT, NPPP )$ 
  - $NPPT = 3000 / (1 + \exp(1.315 - 0.119 \cdot T))$
  - $NPPP = 3000 \cdot (1 - \exp(-0.000664 P))$
- $NPP_{MIAMI} \text{ (t C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}) = NPP_{MIAMI} \text{ (DM; g m}^{-2} \text{ yr}^{-1}) \times 0.01 \times 0.48$
- **Pueden usarse otras fuentes/modelos para estimar NPP!**

Ajuste por Land Use...Schulze et al 2010

$$NPPt_{\text{forests}} = NPP_{MIAMI} \times 0.88$$

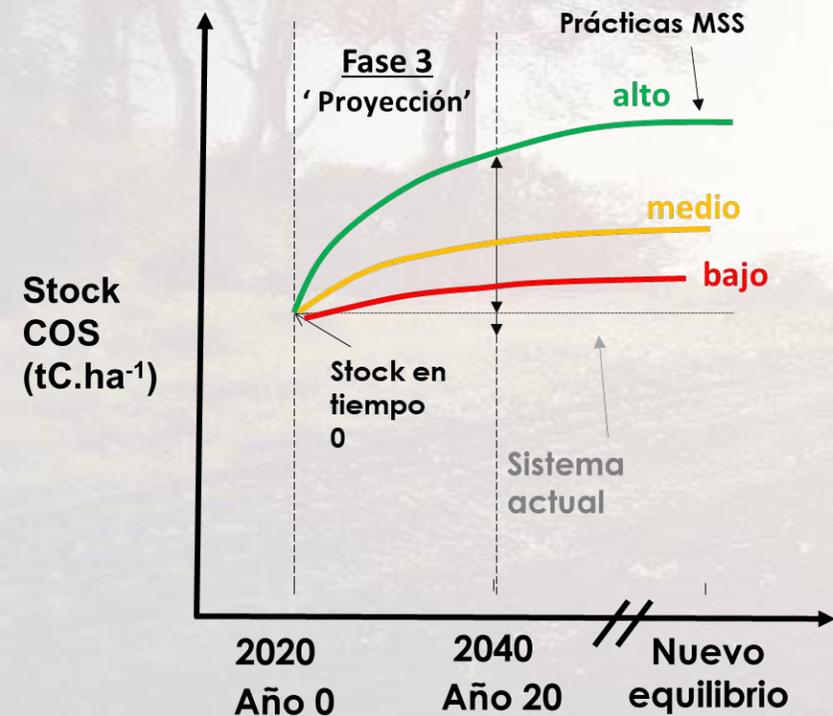
$$NPPt_{\text{grasslands}} = NPP_{MIAMI} \times 0.72$$

$$NPPt_{\text{croplands}} = NPP_{MIAMI} \times 0.53$$

promoting sustainable soil management for all



# Fase 3 . Forward run (2020 – 2040)



- Se corren 20 años con el clima promedio 2000-2020
- (Futuras versiones escenarios de cambio climático)
- Se corren 4 escenarios:
  - El BAU (con los C inputs ajustados año a año según clima)
  - Un SSM1 ('Low increase') de menor incremento de aportes de C (+ 5% de C inputs que el BAU)
  - Un SSM 2 ('Medium increase') : (+10% que el BAU)
  - Un SSM 3 ('High increase'): (+20% que el BAU)

promoting sustainable soil management for all



# Resumen Inputs del modelo cada Fase

	Phase 1 Long Spin Up	Phase 2 warm up short/ Spin Up	Phase 3. Forward modeling
Time span	500-1,000 years	20 years	20 years
Climatic inputs	1980-2000 series monthly average: Rain, Temperature, E/Eto (National; CRU database)	2001-2020 year to year monthly data: Rain, Temperature, E/Eto (National; CRU database)	2001-2020 series monthly average (National; CRU database)
Soil inputs	Clay content (national; ISRIC database)	Clay content (national; ISRIC database)	Clay content (national; ISRIC database)
Initial SOC stocks and pools	IOM as determined by equation 9 0 for all other fractions	IOM as determined by equation 9 Other fractions equal to final SOC pools modeled in phase 1	IOM as determined by equation 13 Other fractions equal to final SOC pools modeled in phase 2
Carbon inputs	First run: 1t C ha <sup>-1</sup> Second run: Adjusted C inputs from equation 12	NPP year-to year adjusted C inputs	NPP year-to year adjusted C inputs for the BAU Estimated from % increase vs. BAU for SSM scenarios
Vegetation cover	Monthly cover determined (0,6 cov-1,0 bare): by expert opinion, NDVI 2000-2020; other indexes	Monthly cover determined: by expert opinion, NDVI 2000-2020; other indexes	Monthly cover determined: by expert opinion, NDVI 2000-2020; other indexes
Land Use	Default: representative 2000-2020 (or last year available) Optimum: land use 2000 (or last year available) (national; ESA database)	Default: representative 2000-2020 (or last year available) Optimum: annual land use 2000 to 2020 (national; ESA database)	Default: representative 2000-2020 (or last year available) Optimum: land use 2020 (national; ESA database)
Modeled Scenarios	BAU	BAU	BAU SSM Low SSM Medium SSM High
Expected Results	C inputs at equilibrium Total SOC and SOC pools at year 2000	Total SOC and SOC pools at year 2020	Total SOC and SOC pools at year 2020 for the BAU, and SSMs scenarios Absolute and relative Total Sequestration (3 SSMs) Absolute and relative Sequestration rates (3 SSMs)

# Validación e incertidumbres

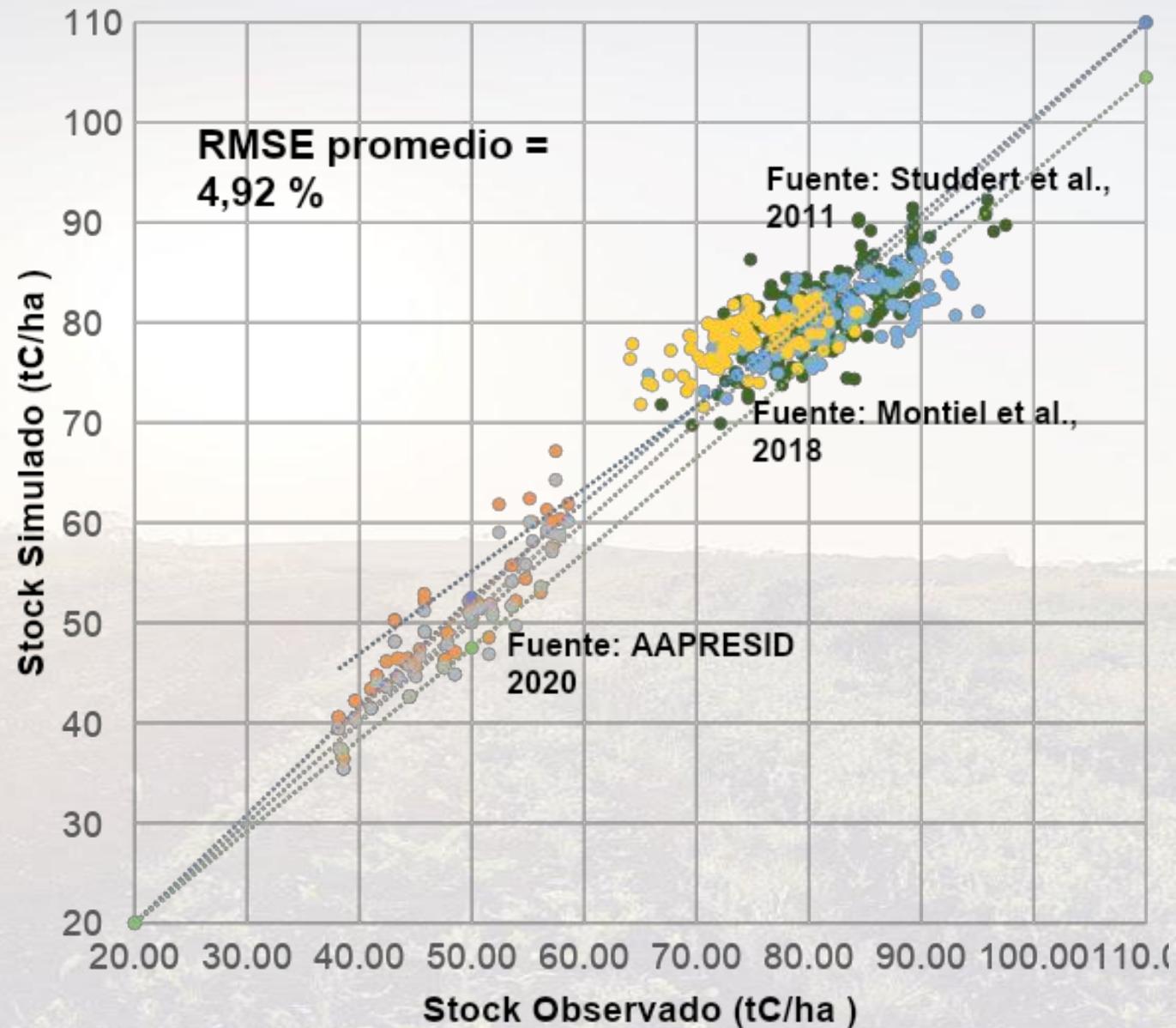
## Dificultades

- Validar resultados que aún no sucedieron?
- Métodos complejos (ej Montecarlo) exigen múltiples simulaciones (tiempo y poder computacional)
- Falta de datos ,incertidumbre de capas de entrada en muchos casos
- ...Necesitamos una manera de estimar incertidumbres con recursos limitados

# 1er Paso

## Evaluación Modelo con información pre-existente

Meta-análisis  
Búsqueda de datos locales



promoting sustainable soil management for all



$$U (\%) = 100 * (UL CI - LL CI) / (2 * SOC_{av})$$

UL = upper limit of the 95% confidence interval of the estimated SOC at the end of the simulation (in t C.ha<sup>-1</sup>),  
LL = lower limit of the 95% confidence interval of the estimated SOC at the end of the simulation (in t C.ha<sup>-1</sup>); a

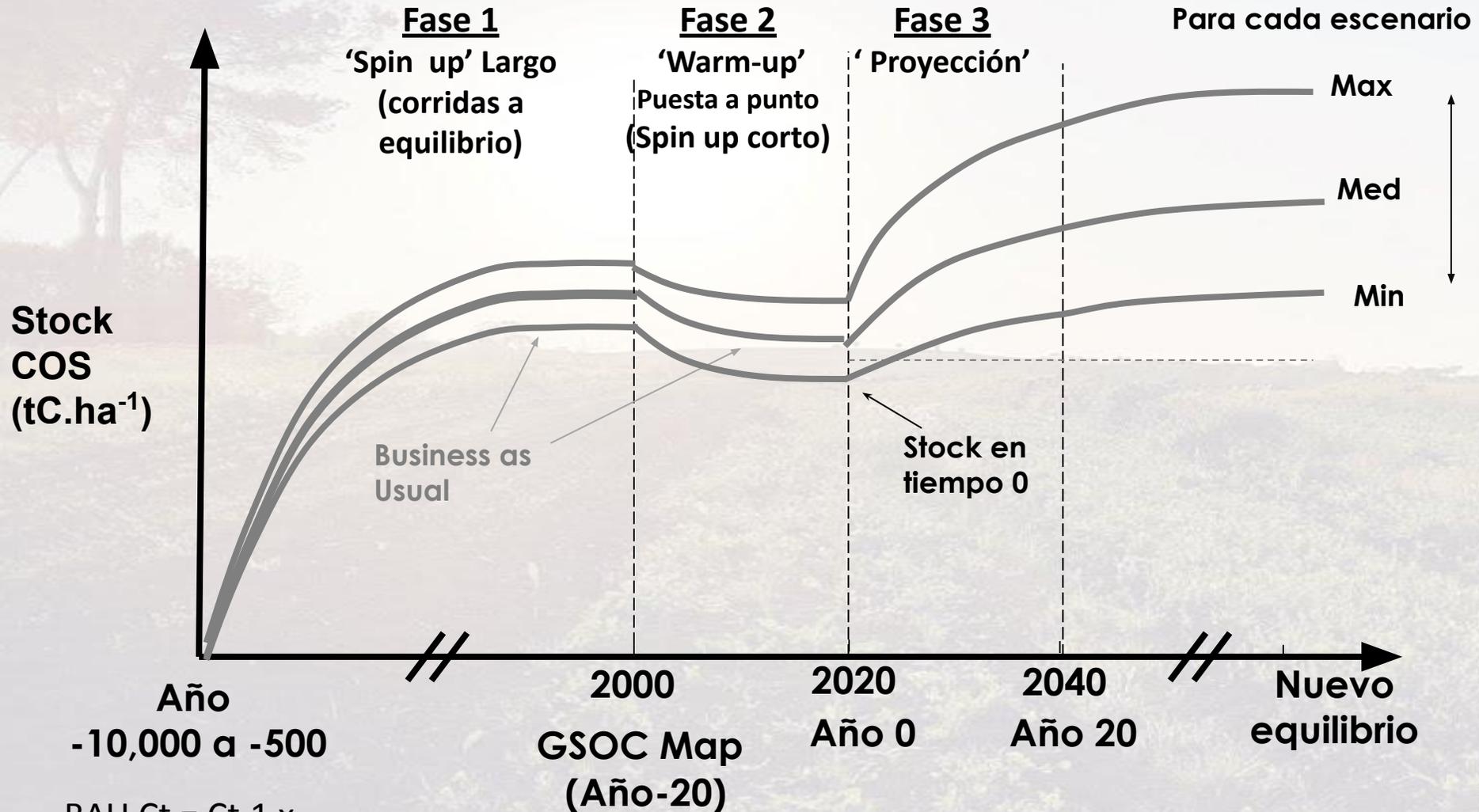
SOC<sub>av</sub> = the average of the estimated SOC at the end of the simulation (t C.ha<sup>-1</sup>)

VCS 2012

SOC max/UL = Model (SOC FAO max, Ci max, Temp min, Pp max, Clay max)

SOC min/LL = Model (SOC FAO min, Ci min, Temp max, Pp min, Clay min)

# Incertidumbres



$$BAU C_t = C_{t-1} \times (NPP_{t-1})^{-1} \times NPPT$$

promoting sustainable soil management for all



# Incertidumbres

Si hay información de cada parámetro para cada pixel 1 km x 1km (SOC FAO, PP, Arcilla, Temp, etc):



$$P_{\min} = X_p - 1.96 \times SE_p$$

$$P_{\max} = X_p + 1.96 \times SE_p$$



Y correr el modelo cambiando Inputs (Pmin, y Pmáx)

Si NO hay información, rangos globales (> % incertidumbre...)



General uncertainties of main parameters affecting SOC dynamics. Derived from Gottschalk et al. (2007) and Hastings et al. (2010).

Parameter	Uncertainty in the input	Minimum value	Maximum value
Temperature	± 2 %	Monthly Temp * 0.98	Monthly Temp * 1.02
Precipitation	± 5 %	Monthly PP * 0.95	Monthly PP * 1.05
Clay content	± 10 %	Clay * 0.90	Clay * 1.10
FAO SOC	± 20 %	SOC FAO * 0.8	SOC FAO * 1.2
C input increase in SSM scenario	± 15 %	C eq * (SSM % increase - 15%)	C eq * (SSM % increase + 15%)

# Limitaciones

- Modelos simplificaciones de la realidad
- No hay modelos universales
- Calidad y tipo de aportes (raíces vs aéreo)
- Erosión, Tipo de arcilla? Contenido de nutrientes del suelo?
- pH? Bases?
- Calcáreo? Sodio? Sales?
- Condición red-ox; anegamientos, anoxia; suelos orgánicos?
- Actividad micro y meso fauna?
- Estructura del suelo? Compactación?



... Por algo hay que empezar...



# DOCUMENTACIÓN ÚTIL - Carpetas

- **Technical Specifications and Guidelines (pdf)**
- **Technical Manual (pdf) (Paso a Paso)**
- **Template report (.doc)**
- **Training Material : SCRIPTS Folders 0 -9 -INPUTS - OUTPUTS**
- **Workshop presentations (.ppt)**
- **Useful documentation (RothC Win Manual, Soil R Manual; related publications) (.pdf)**

# Software requirements

- R software
- Qgis 3.x
- Google Earth Engine account

# R packages

Protocol application area	R package	Reference
Import and Export Raster data	raster	Hijmans et col. (2020)
	ncdf4	David Pierce (2019)
Import and Export Vector data	rgdal	Bivand et col. (2019)
Harmonization	raster	Hijmans et col. (2020)
	rgdal	Bivand et col. (2019)
Roth C Model	SoilR	Sierra and Mueller (2014)
Data Manipulation	abind	Plate (2016)
RothC Model, NPP MIAMI model	soilassessment	Omuto (2020)

promoting sustainable soil management for all



# Requerimientos de Datos (spatial SoilR GSP)

promoting sustainable soil management for all



# Vector

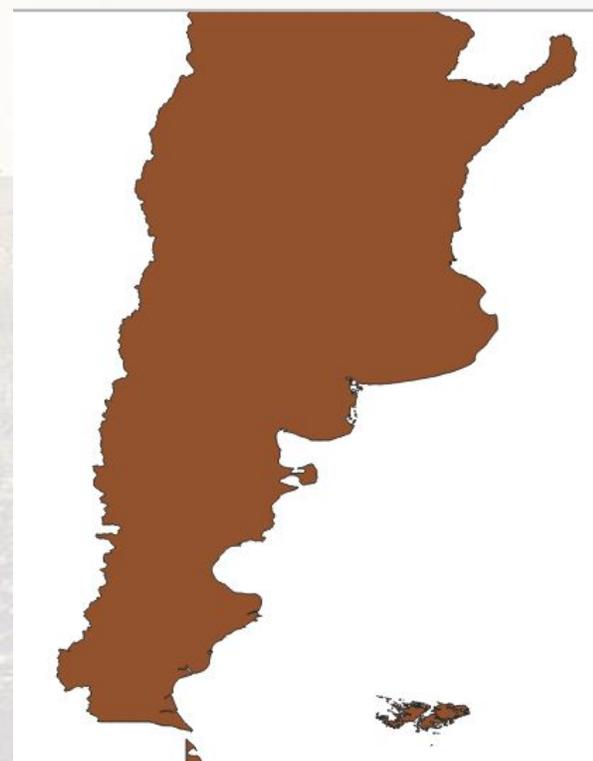
Límite País (shapefile polygon)

SRC: EPSG: 4326. WGS84.

Geometría: Multipolygon

Objetos: 1

Global Administrative Units Layer  
(GAUL) 2015



# SOIL ORGANIC CARBON (FAO, última versión)

## En t C/ha



promoting sustainable soil management for all



# Datos Climáticos

- De 1981-2000:

## Spin UP

- Precipitación (mm/mes) 12 capas (una por mes)
  - Temperatura (°c) 12 capas (una por mes)
  - Evapotranspiración Potencial (mm/mes) 12 capas (una por mes)
- MIAMI model
    - Precipitación (mm/año) 20 capas (una por año) o 240 capas (una por mes por año) (CRU layer arrangement)
    - Temperatura (°C) 20 capas (una por año) o 240 capas (una por mes por año) (CRU layer arrangement)

# Datos Climáticos

- De 2001-2018/20
- Warm Up
  - Precipitación (mm/año) 216-240 capas (una por mes por año) (CRU layer arrangement)
  - Temperatura (°C) 216-240 capas (una por mes por año) (CRU layer arrangement)
  - Evapotranspiración Potencial (mm/año) 216-240 capas (una por mes por año) (CRU layer arrangement)
- Forward
  - Precipitación (mm/mes) 12 capas (una por mes)
  - Temperatura (°C) 12 capas (una por mes)
  - Evapotranspiración Potencial (mm/mes) 12 capas (una por mes)

# CLIMATE RESEARCH UNIT

<http://www.cru.uea.ac.uk/>

50 km x 50 km

The screenshot shows the website for the Climatic Research Unit (CRU) at the University of East Anglia. The page features a navigation menu with links to Home, About CRU, Data, Academic Programmes, Research, Staff and Students, Information Sheets, Publications, Media, and News/Events. The main content area is titled "Home" and includes a paragraph about the unit's aim to improve scientific understanding of the climate system. Below this, it lists key research questions: "How and why does our climate change – past, present and future – and what are the implications?" and "How can we quantify, reduce and communicate the uncertainty in the climate information that is developed for society?". A prominent line graph displays "Global air temperature" anomalies from 1860 to 2020. The y-axis represents "Temperature anomaly (°C)" ranging from -0.6 to 0.8. The x-axis shows years from 1860 to 2020. The graph shows a clear upward trend, with a black line representing the annual mean and red vertical bars representing monthly anomalies. Text on the graph states: "Global air temperature 2019 anomaly +0.74°C (3rd warmest on record)". A link "Explore temperature and other datasets" is provided below the graph. The browser's address bar shows "No es seguro | cru.uea.ac.uk". The Windows taskbar at the bottom includes a search bar with the text "Escribe aquí para buscar", several application icons, and system tray information showing the time as 12:23 on 09/06/2020.



# TERRACLIMATE

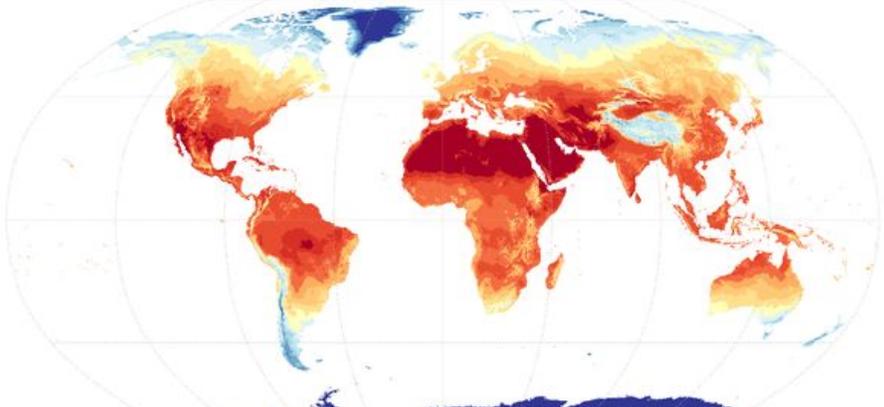
<http://www.climatologylab.org/terraclimate.html>

Climatology Lab

HOME TEAM PRODUCTS TEACHING

About Download Updates References

**TERRACLIMATE**  
Monthly Mean High Temperature, Aug 2015



ment for all



# Climate Data

## Temperature

cru\_ts4.03.1981.1990.tmp.dat.nc

cru\_ts4.03.1991.2000.tmp.dat.nc

cru\_ts4.03.2001.2010.tmp.dat.nc

cru\_ts4.03.2011.2018.tmp.dat.nc

## Precipitation

cru\_ts4.03.1981.1990.pre.dat.nc

cru\_ts4.03.1991.2000.pre.dat.nc

cru\_ts4.03.2001.2010.pre.dat.nc

cru\_ts4.03.2011.2018.pre.dat.nc

## Potential Evapotranspiration

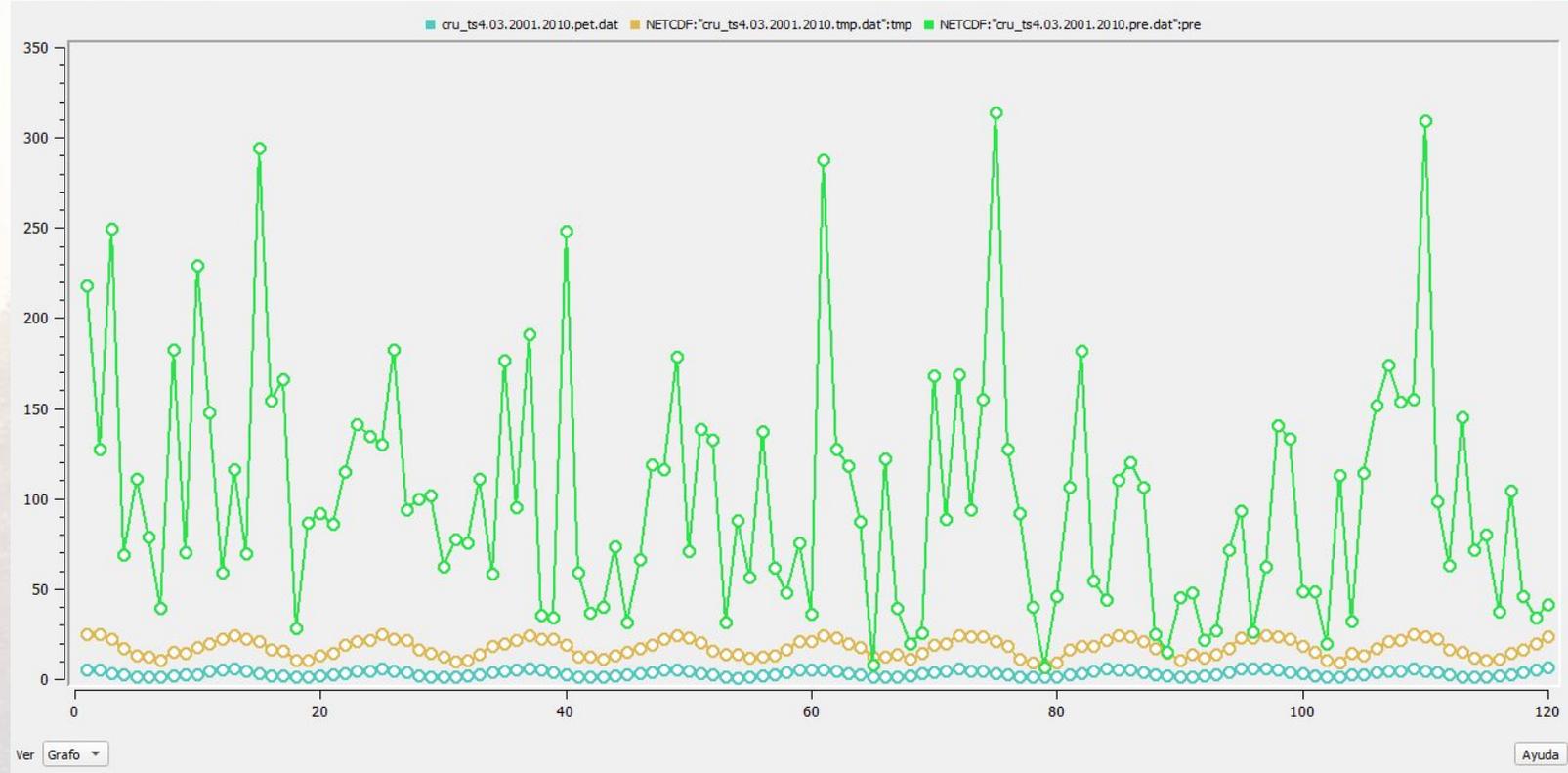
cru\_ts4.03.1981.1990.pet.dat.nc

cru\_ts4.03.1991.2000.pet.dat.nc

cru\_ts4.03.2001.2010.pet.dat.nc

cru\_ts4.03.2011.2018.pet.dat.nc

Resultados de la identificación



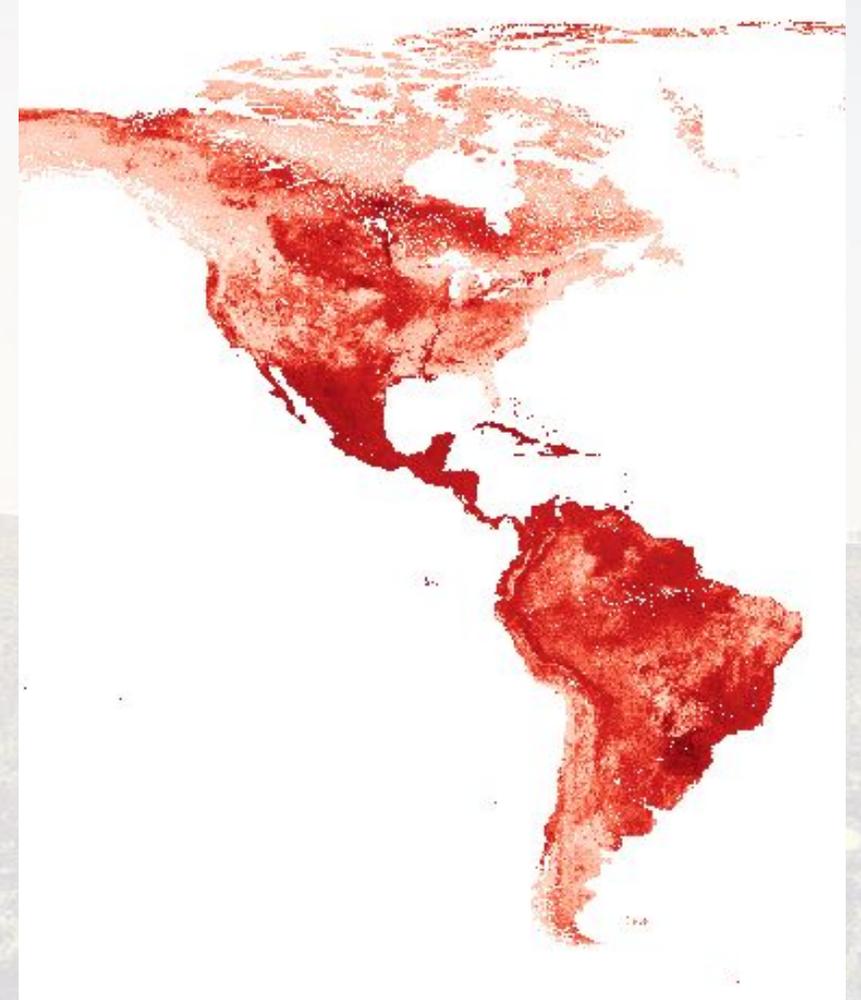
promoting sustainable soil management for all



# Datos de Suelo

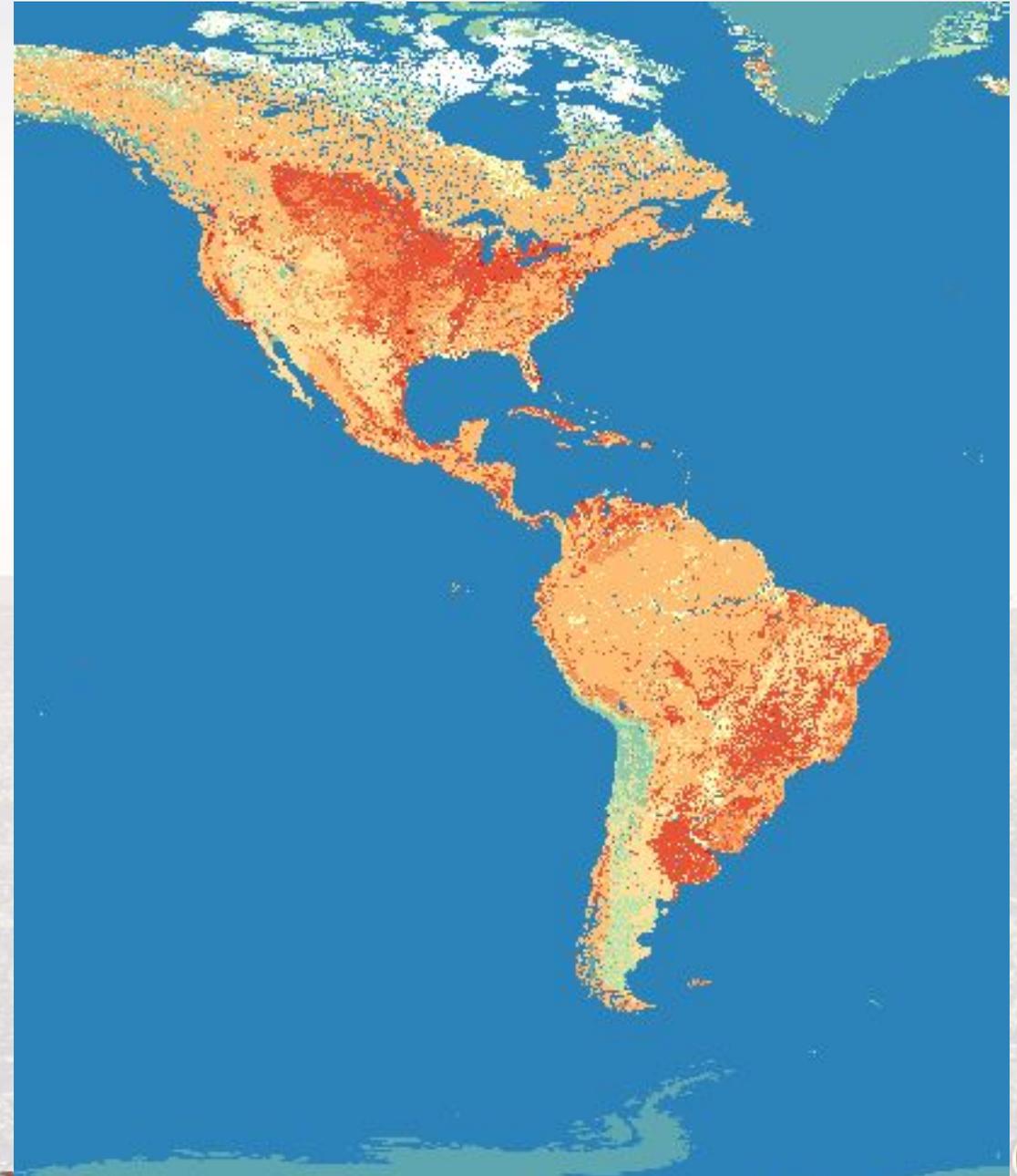
## Arcilla % 0-30 cm

- CLAY LAYERS (ISRIC)
- CLYPPT\_M\_sl1\_250m\_II.tif
- CLYPPT\_M\_sl2\_250m\_II.tif
- CLYPPT\_M\_sl3\_250m\_II.tif
- CLYPPT\_M\_sl4\_250m\_II.tif



# Uso del Suelo (a partir de cobertura)

- ESA\_Land\_Cover\_11clases\_FAO.tif
- (RECLASSIFIED ESA LAND COVER TO 12 classes)
  - This file will be provided.
- Spatial Resolution: 300m x 300m



CCI-LC\_Maps\_Legend.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Archivo Edición Ver Ventana Ayuda

Inicio Herramientas CCI-LC Maps Lege... x

Acrobat Reader DC

ayuda

CCI-LC\_Maps\_Leg...

Value		
0	82	
10	90	Tre
11	100	Mo
12	110	Mo
20	120	Shr
30	121	
40	122	
50	130	Gra
60	140	Lich
61	150	Spa
62	151	
70	152	
71	153	
72	160	Tre
80	170	Tre
81	180	Shr
82	190	Urb
90	200	Bar
100	201	
	202	
	210	Wa
	220	Per

0 = 0 No Data

190 = 1 Artificial

10 11 20 30 40 = 2 Croplands

130 = 3 Grassland

50 60 61 62 70 71 72 80 81 82 90 100 110 = 4 Tree Covered

120 121 122 = 5 Shrubs Covered

160 180 = 6 Herbaceous vegetation flooded

170 = 7 Mangroves

150 151 152 153 = 8 Sparse Vegetation

200 201 202 = 9 Baresoil

220 = 10 Snow and Glaciers

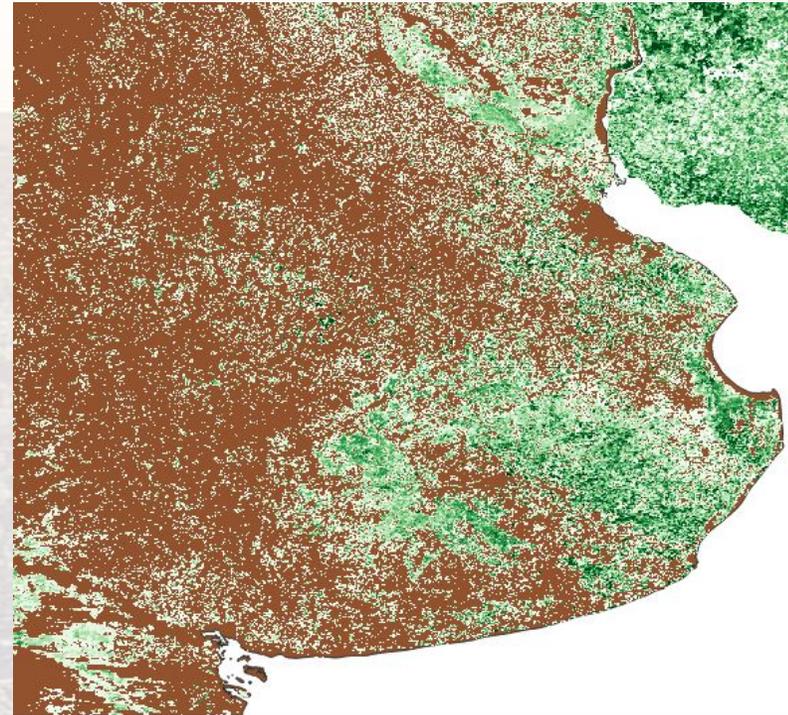
210 = 11 Waterbodies

12 = 12 Treecrops



# Cobertura Vegetal

- Mínimo: 12 capas (una por mes) creadas de productos MODIS NDVI.
- GEE (script)
- Se pueden emplear otros métodos



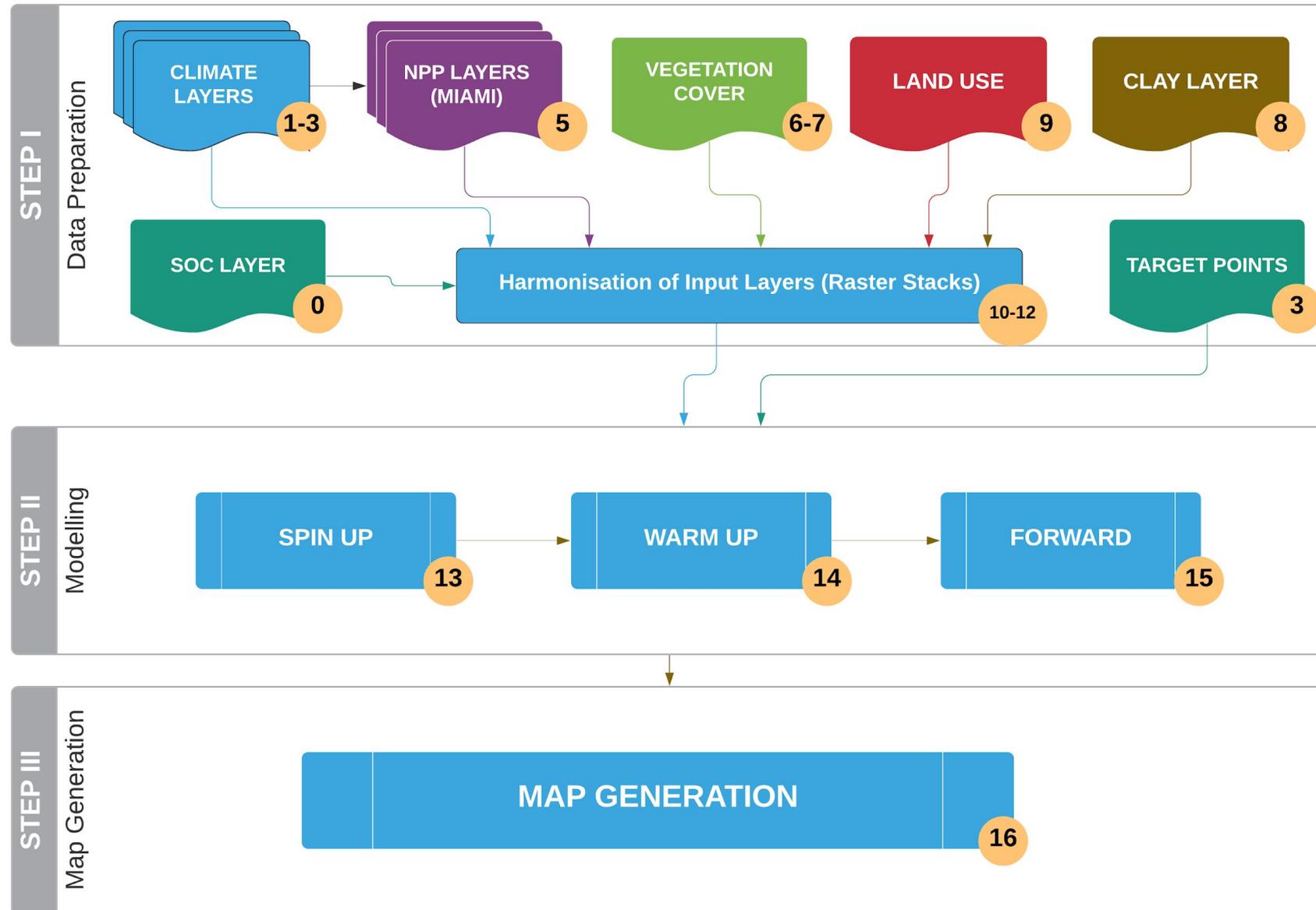
promoting sustainable soil management for all

# Scripts - Secuencia

**promoting sustainable soil management for all**



# scripts



● Script Number

Type of Layer	Script	Objective
SOC layer	0. R- Script number 0	Cut the soc layer by the area of interest polygon
Climate layers	1. R- Script number 1 2. R- Script number 2 3. R- Script number 3	Rearrangement of climate layers (CRU layers from .ncd to .tif)
NPP layers	5. R- Script number 5	Creation of NPP layers
Vegetation Cover (VC)	6. GEE Script number 6 (Google Earth Engine) 7. R- Script number 7	Creation of VC layers
Clay layers	8. R-Script number 8	Obtaining clay contents 0-30 cm from different depths (ISRIC)
Land Use layer	9. R-Script number 9	Re-classification into FAO land cover classes
STACK for SPIN UP	10. R-Script number 10	Stack input data layers for the spin up phase
STACK for WARM UP	11. R-Script number 11	Stack input data layers for the warm up phase
STACK for FORWARD	12. R-Script number 12	Stack input data layers for the forward phase
Target points	13. Qgis model script	Creation of target points
SPIN UP	14. R- Script number 13	Run long spin up phase
WARM UP	15. R- Script number 14	Run warm up phase
FORWARD	16. R- Script number 15	Run forward phase
POINTS TO RASTER	17. R- Script number 16	Rasterize points

Data  
harmonization

Model running

Maps creation

# ORDEN DE CARPETAS

Nombre	
	0_SOC_MAP
	1_CRU_variables
	2_MIAMINPP
	3_GEE_Veg_Cover
	4_CLAY
	5_LAND_USE
	6_ROTH_C_STACK
	7_TARGET_POINTS_COUNTRY
	8_ROTH_C
	9_MAPS
	INPUTS
	OUTPUTS

SCRIPTS

promoting sustainable soil management for all



# DIRECTORIO : INPUTS

Nombre	
	AOI_POLYGON
	CLAY
	COV
	CRU_LAYERS
	LAND_USE
	NPP
	SOC_MAP
	STACK
	TARGET_POINTS

promoting sustainable soil management for all



# DIRECTORIO : OUTPUTS (DEL MODELO)

Nombre

- 1\_SPIN\_UP
- 2\_WARM\_UP
- 3\_FOWARD
- 4\_MAPS

promoting sustainable soil management for all



# Paso 1 : Preparación de los datos

**promoting sustainable soil management for all**



# Soc FAO : master layer

0\_SOC\_MAP\_AOI.R

**OBJETIVO : CORTAR EL MAPA DE SOC POR LOS LIMITES DEL  
ÁREA DE INTERES (PAIS-REGION)**

Unidad tonelada por ha [tn/ha]

# Armonización de capas de CRU

- 1\_CRU\_variables\_SPIN\_UP.R
- 2\_CRU\_variables\_WARM\_UP.R
- 3\_CRU\_variables\_for\_NPP\_MIAMI\_MEAN\_81-00.R

**OBJETIVO:** REORDENAR LOS ARCHIVOS DE CLIMA DE CRU PARA PODER SER UTILIZADOS EN LAS TRES FASES DEL MODELO.

**Unidades:** [mm/mes] [°C]

*promoting sustainable soil management for all*

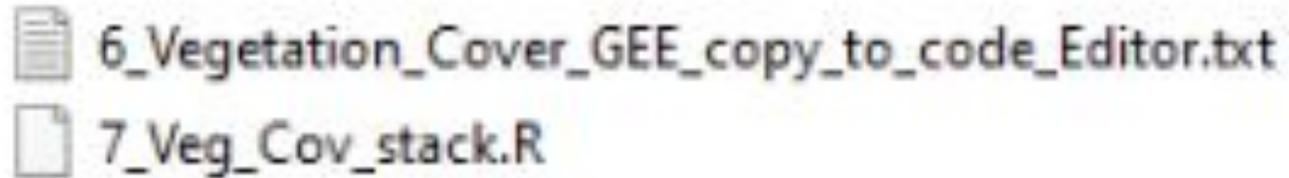


# Capas de NPP (Net primary production)

4\_MIAMI\_MODEL\_NPP\_MIAMI\_MEAN\_81-00.R

**OBJETIVO** : CALCULAR EL PROMEDIO DE NPP (USANDO EL MODELO MIAMI) DE LOS 20 AÑOS QUE VAN DESDE 1981 AL 2000. PARA ELLO SE CALCULA EL NPP DE CADA AÑO Y SE PROMEDIAN LOS 20 AÑOS DE NPP.

# Capas de cobertura de vegetación: GEE-R



6\_Vegetation\_Cover\_GEE\_copy\_to\_code\_Editor.txt  
7\_Veg\_Cov\_stack.R

**OBJETIVO:** GENERAR UN STACK DE 12 CAPAS , UNA POR CADA MES DEL AÑO QUE REPRESENTA LA COBERTURA VEGETAL EN CADA PIXEL DE LA IMAGEN.

- Primero se calculará cada capa desde el Google Earth Engine como una **proporción** de píxeles con vegetación sobre el total de píxeles analizados en una serie de tiempo
- Luego se transformará ese valor de proporción (de 0 a 1, siendo 0 nunca cubierto y 1 siempre cubierto) a valores del **factor de vegetación** del modelo que va de 0.6 cuando el suelo se encuentra con vegetación a valores cercanos a 1 cuando el suelo no se encuentra cubierto de vegetación.

Scripts Docs Assets

- Prueba\_SENTINEL\_2
- S1\_prueba2
- S2\_cover
- S2\_solo
- SENTINEL\_1
- TEST\_Metadata 3
- TEST\_Metadata 4
- TEST\_Metadata 5
- TEST\_Metadata\_2
- Vea COVER NDVI 1km

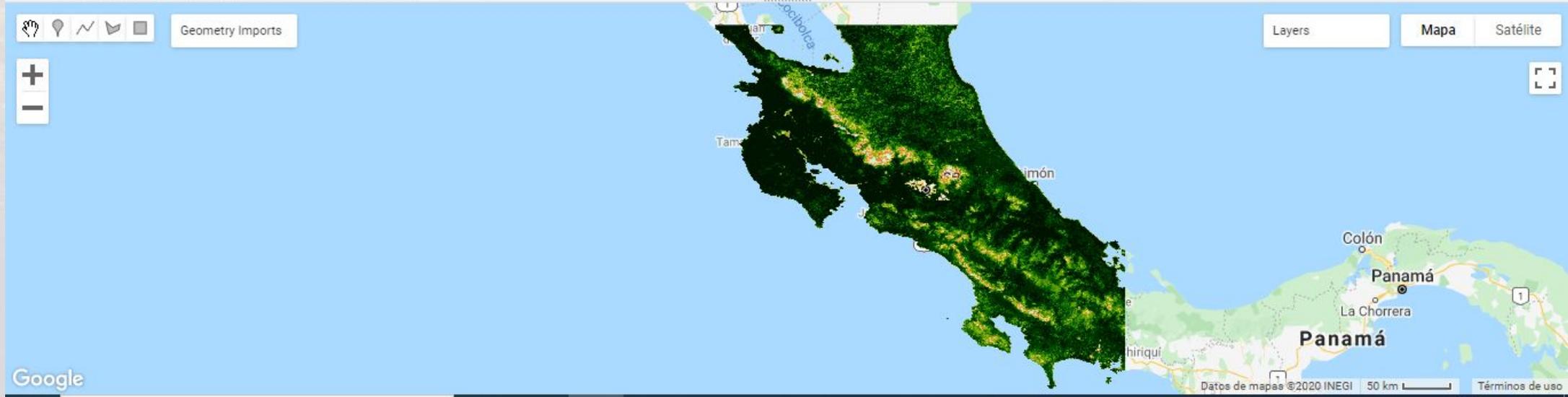
Veg\_COVER\_NDVI\_1km \* Get Link Save Run Reset Apps

```
Imports (3 entries)
var geometry: Polygon, 9 vertices
var geometry2: Polygon, 4 vertices
var geometry3: Polygon, 4 vertices

1 var dataset = ee.ImageCollection('MODIS/006/MOD13A2')
2   .filter(ee.Filter.date('2015-01-01', '2019-12-01'))
3   .filter(ee.Filter.calendarRange(11,11,'month'));
4
5 var ndvi = dataset.select('NDVI');
```

Inspector Console Tasks

Use print(...) to write to this console.



# ARCILLA

 8\_Script\_CLAY\_from\_ISRIC.R

**OBJETIVO:** CALCULAR UN PROMEDIO PONDERADO POR LA PROFUNDIDAD DEL PORCENTAJE DE ARCILLA EN LOS PRIMEROS 30 CM. (A PARTIR DE CAPAS DE INFORMACIÓN PROVENIENTES DEL ISRIC)

**Unidad:** %

# LAND USE - USO DEL SUELO

9\_Land\_Use\_ESA\_to\_FAO\_classes.R

**OBJETIVO:** TRANSFORMAR LOS VALORES DE LAS CLASES DE LAND USE DEL PRODUCTO GENERADO POR LA ESA (AGENCIA ESPACIAL EUROPEA) A LOS VALORES DE USO DE SUELO DE LA FAO.

# Armonización de capas (creación de stacks)

- 10\_SPIN\_UP\_STACK\_V3.R
- 11\_WARM\_UP\_STACK\_V5.R
- 12\_FORWARD\_STACK.R

**OBJETIVO:** GENERAR SETS DE DATOS COREGISTRADOS (SIENDO LA CAPA MASTER LA CAPA DE SOC DE FAO A 1KM) PARA SER UTILIZADOS EN CADA FASE DEL MODELO : SPIN UP- WARM UP – FORWARD.

PARA LA FASE DE WARM UP NO SE INCLUIRÁN LAS CAPAS DE CLIMA EN EL STACK POR SER DE GRAN TAMAÑO (ALREDEDOR DE 700 CAPAS).

# GENERACIÓN DE TARGET POINTS

 Qgis\_Procedure\_number\_1.model3

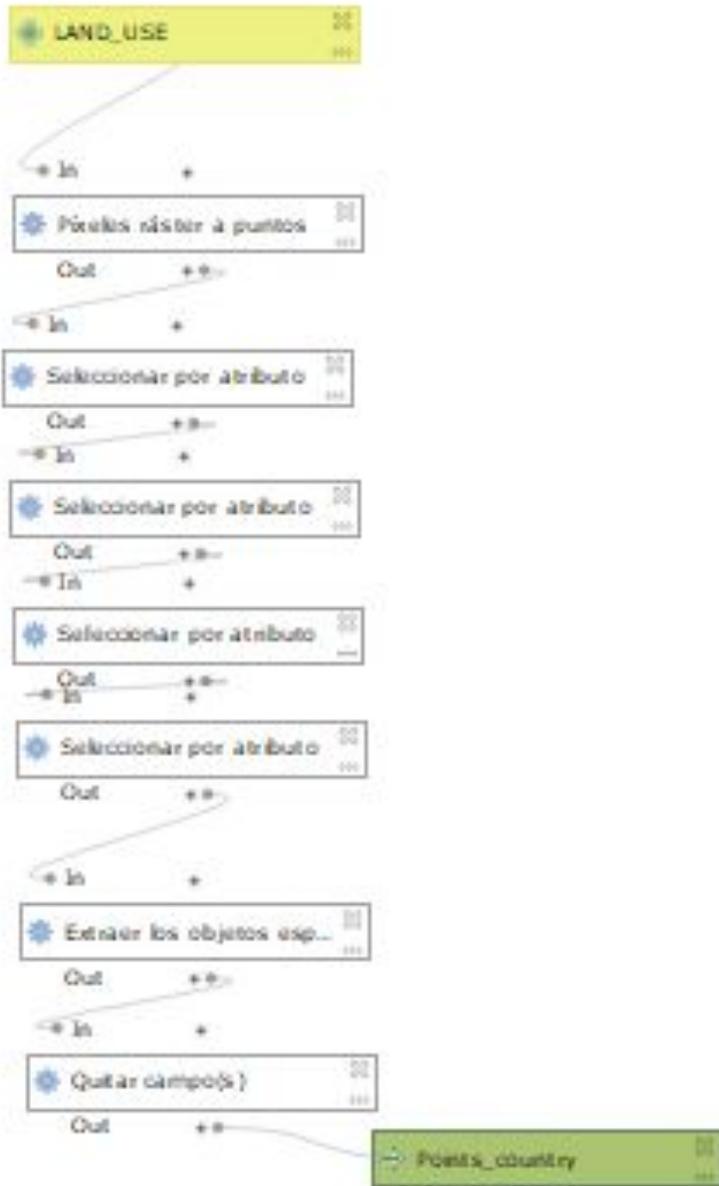
**OBJETIVO :** GENERAR LOS PUNTOS DONDE SE CORRERÁ EL MODELO ROTH C.

SELECCIONANDO SOLO LOS PUNTOS DE INTERÉS EVITAMOS CORRER EL MODELO EN REGIONES DONDE NO HAY UN MANEJO EFECTIVO DEL SUELO O LA VEGETACIÓN QUE PUEDA IMPACTAR EN EL SECUESTRO ACTUAL Y FUTURO DE CARBONO EN EL SUELO (EJEMPLO: DUNAS, CIUDADES, LAGOS, BOSQUES NATIVOS, ETC)

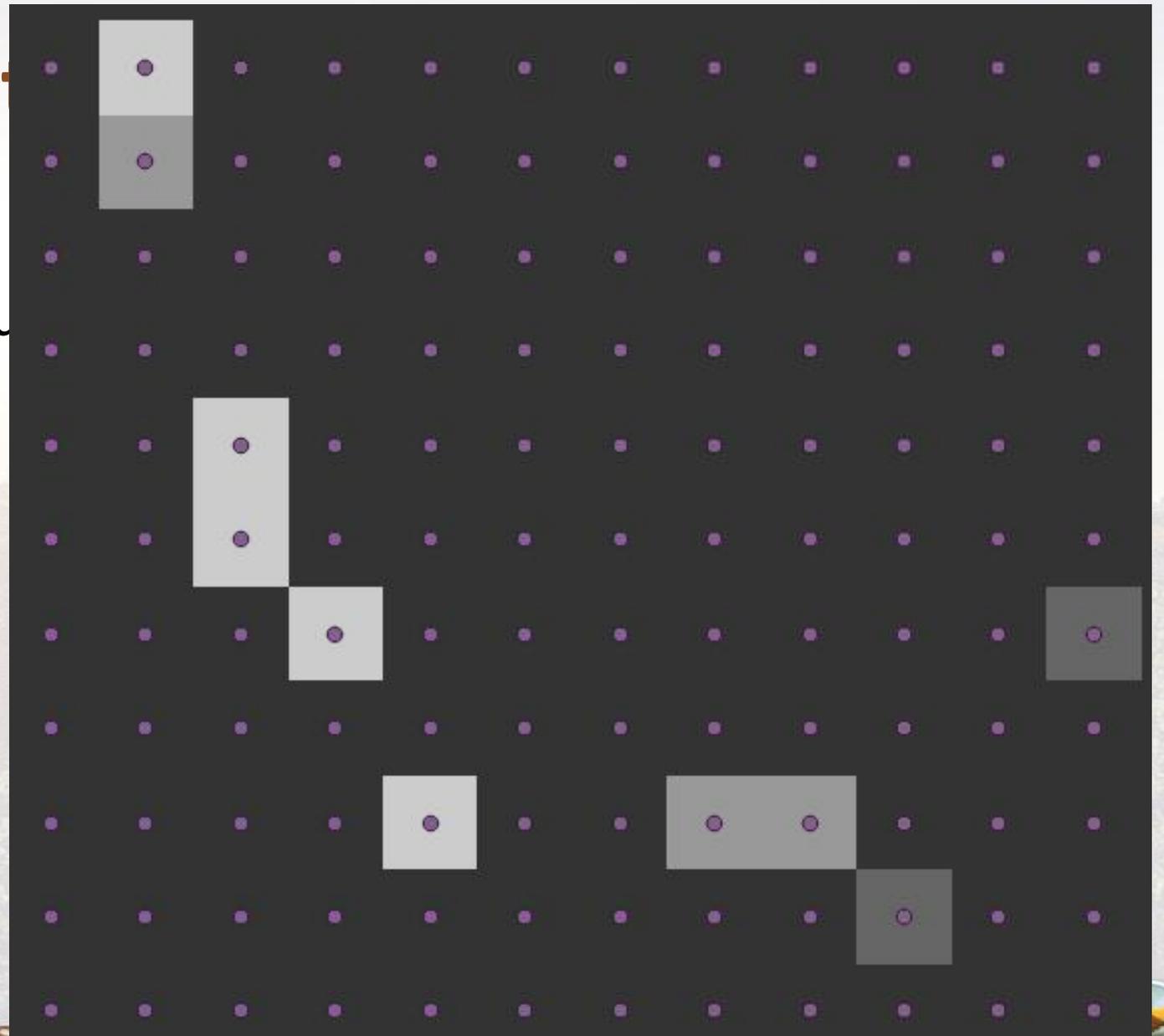
PUEDE SER MODIFICADO EN FUNCIÓN DE OBJETIVOS DE CADA PAÍS (Ej. Restauración vegetación nativa)

*promoting sustainable soil management for all*





at  
nu



Sustainable soil management for all



# Paso 2 : Correr el Modelo

**promoting sustainable soil management for all**



# Correr el modelo Roth C - SoilR

- 13\_ROTH\_C\_SPIN\_UP\_UNC\_v2.R
- 14\_ROTH\_C\_WARM\_UP\_UNC\_v3.R
- 15\_ROTH\_C\_FOWARD\_UNC\_v3.R

**SPIN UP:** EL OBJETIVO ES CALCULAR EL NIVEL DE INPUTS DE CARBONO AL SUELO PARA LLEGAR A LOS STOCKS DE CARBONO EN EL SUELO (MAPA ACTUAL DE GSOC FAO).. ADICIONALMENTE SE ESTIMAN LOS NIVELES DE CARBONO DE CADA POOL QUE CONFORMAN EL TOTAL DE SOC

**WARM UP:** EL OBJETIVO ES AJUSTAR LOS NIVELES DE INPUT DE CARBONO AL SUELO Y STOCKS DE C UTILIZANDO DATOS MENSUALES DE LOS ULTIMOS 20 AÑOS (CLIMA- NPP – LAND USE(OPTATIVO))

**FORWARD:** EL OBJETIVO ES LA SIMULACIÓN A FUTURO DE LOS VALORES DE CARBONO POR PIXEL Y LA INCERTEZA DE ESA PREDICCIÓN.

# PASO 3 : De puntos a Rasters

**promoting sustainable soil management for all**



# FROM POINTS TO RASTERS



**promoting sustainable soil management for all**

# De puntos a rasters

16\_Points\_To\_Raster.R

**OBJETIVO:** LA SALIDA DEL MODELO EN SUS TRES FASES SERÁ LA DE UN ARCHIVO DE PUNTOS (1 PUNTO POR PIXEL), CON INFORMACIÓN REFERIDA A LOS TRES ESCENARIOS Y EL ESCENARIO DE BASE (BAU). ADEMÁS CONTENDRÁ INFORMACIÓN DE LA INCERTEZA DE LOS DATOS SIMULADOS. ESTOS VALORES ESTARÁN GUARDADOS EN UNA TABLA ADJUNTA A DICHOS PUNTOS (FORMATO SHAPEFILE DE ESRI).

ESTE ÚLTIMO PASO TRANSFORMARÁ LOS PUNTOS A ARCHIVOS RASTER, UNO POR CADA MAPA OBJETIVO.

# PRODUCTOS

Stocks de SOC

FINALES

(tC/ha)

&

INCERTIDUMBRES

(%)

 Pergamino\_GSOCseq\_finalSOC\_BAU\_Map030.tif

 Pergamino\_GSOCseq\_finalSOC\_SSM1\_Map030.tif

 Pergamino\_GSOCseq\_finalSOC\_SSM2\_Map030.tif

 Pergamino\_GSOCseq\_finalSOC\_SSM3\_Map030.tif

 Pergamino\_GSOCseq\_SSM\_UncertaintyMap030.tif

 Pergamino\_GSOCseq\_T0\_Map030.tif

 Pergamino\_GSOCseq\_T0\_UncertaintyMap030.tif

promoting sustainable soil management for all



# DIFERENCIAS ABSOLUTAS ( ESCENARIO – T0)

## En tC/ha

-  Pergamino\_GSOCseq\_AbsDiff\_BAU\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_AbsDiff\_SSM1\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_AbsDiff\_SSM2\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_AbsDiff\_SSM3\_Map030.tif

promoting sustainable soil management for all



# TASAS ABSOLUTAS : DIF. ABS /20

## En tC/ha/año

-  Pergamino\_GSOCseq\_ASR\_BAU\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_ASR\_BAU\_UncertaintyMap030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_ASR\_SSM1\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_ASR\_SSM1\_UncertaintyMap030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_ASR\_SSM2\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_ASR\_SSM2\_UncertaintyMap030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_ASR\_SSM3\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_ASR\_SSM3\_UncertaintyMap030.tif

**promoting sustainable soil management for all**



# DIFERENCIAS RELATIVAS: (ESCENARIO – BAU)

## En tC/ha

-  Pergamino\_GSOCseq\_RelDiff\_SSM1\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_RelDiff\_SSM2\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_RelDiff\_SSM3\_Map030.tif

**promoting sustainable soil management for all**



# TASAS RELATIVAS : DIF. REL / 20

## En tC/ha/año

-  Pergamino\_GSOCseq\_RSR\_SSM1\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_RSR\_SSM1\_UncertaintyMap030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_RSR\_SSM2\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_RSR\_SSM2\_UncertaintyMap030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_RSR\_SSM3\_Map030.tif
-  Pergamino\_GSOCseq\_RSR\_SSM3\_UncertaintyMap030.tif

**promoting sustainable soil management for all**



# MUCHAS GRACIAS

[guillermoeperalta@gmail.com](mailto:guillermoeperalta@gmail.com)

[lucianoeliasdipaolo@gmail.com](mailto:lucianoeliasdipaolo@gmail.com)



**promoting sustainable soil management for all**

