



Federación de Centros
y Entidades Gremiales
de Acopiadores de Cereales

Diagnóstico de la degradación de los suelos en Argentina

LA DESCARBONIZACION Y LA IMPORTANCIA DE LAS
ROTACIONES EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO
CLIMATICO

Ing. Agr. MSc. Dr. Juan Gaitán

jgaitan@unlu.edu.ar

Universidad Nacional de Luján – CONICET

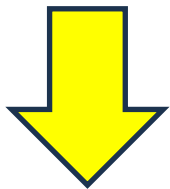
9 y 10 de Mayo

Sheraton | MAR DEL PLATA

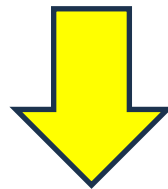
COORDINACIÓN
GENERAL



Diagnóstico de la degradación de los suelos en Argentina



Erosión Hídrica



Carbono orgánico del suelo

Mapas de Erosión Hídrica del suelo

Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la República Argentina

Juan Gaitán, María Fabiana Navarro, Leonardo Tenti Viegas, María José Pizarro, Patricia Carfagno, Santiago Rigo



INTA | Ediciones

CONSEJO
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO
& INNOVACIÓN

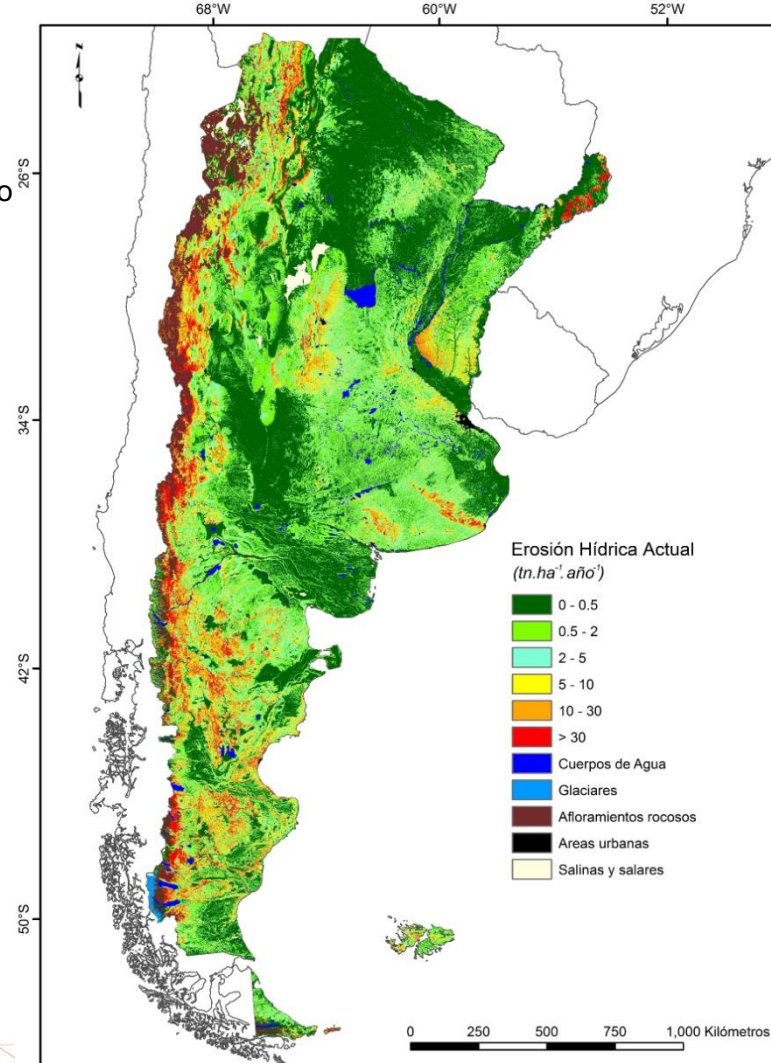
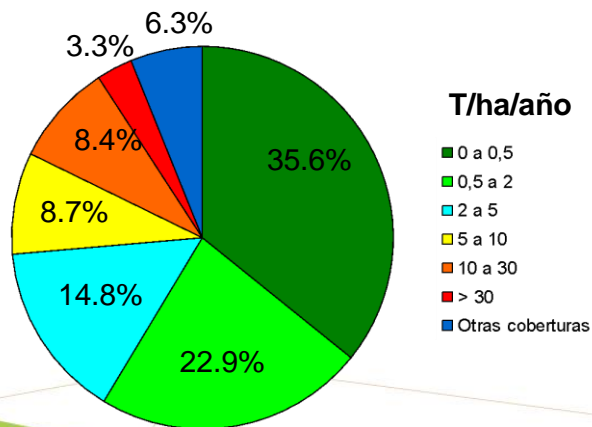
Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la República Argentina

Gaitán J., Navarro M.F., Tenti L., Pizarro M.J., Carfagno P., Rigo S.

Instituto de Suelos

Centro de Investigación de Recursos Naturales

INTA - 2017



MODELO DE PREDICCIÓN DE EROSIÓN HÍDRICA

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)

❖ Ecuación empírica tipo paramétrica multiplicativa desarrollada sobre gran base de datos experimentales (EE.UU.-Wischmeier y Smith-1958).

❖ La ecuación expresa cuantitativamente la pérdida de suelo por erosión, como un valor anual medio a largo plazo: A (tn/ha*año).

$$A = R * K * LS * C * P$$

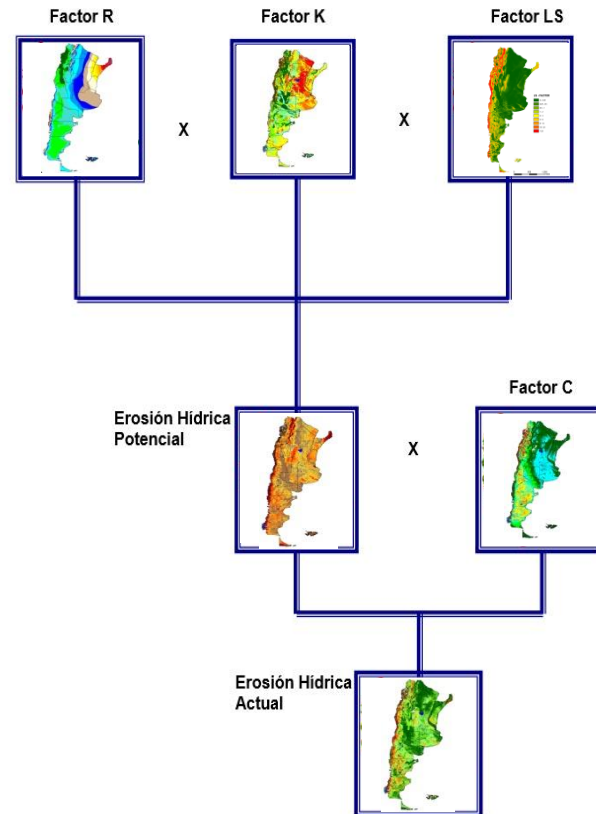
R: erosividad de la lluvia

K: erodabilidad del suelo

LS: longitud y grado de pendiente

C: cobertura vegetal

P: prácticas de control y conservación del suelo

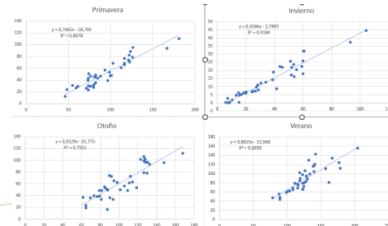
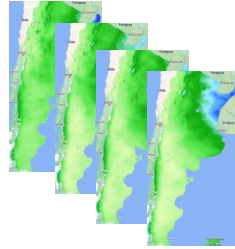


Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)

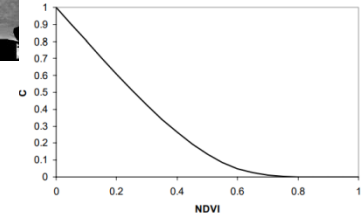
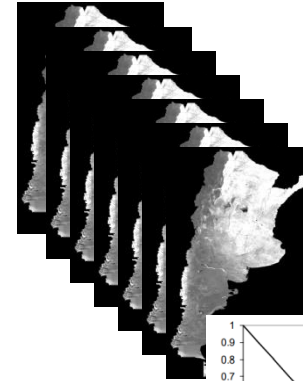
Pérdida de suelo
(t/ha.año)

$$A = R * K * LS * C * P$$

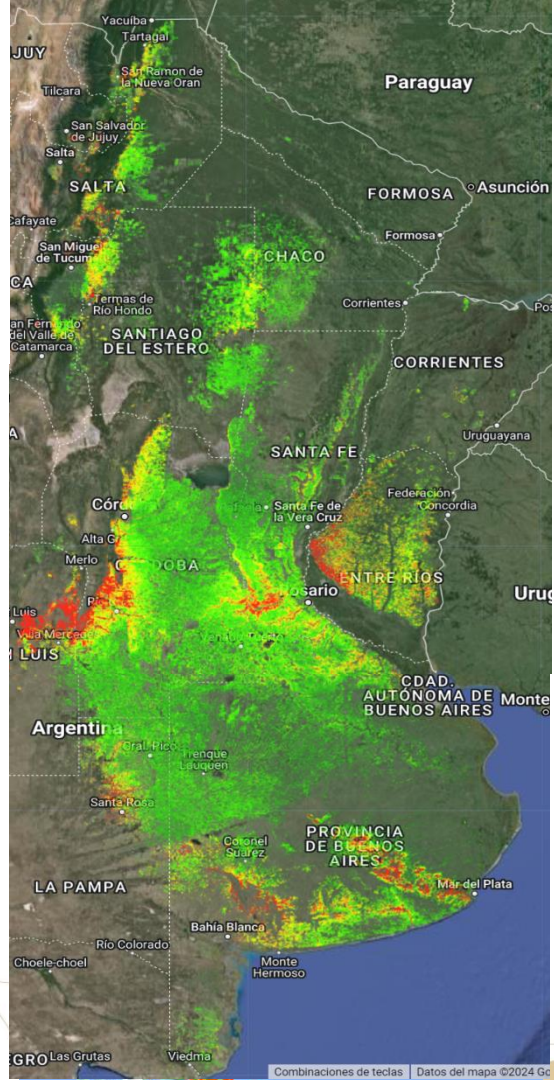
Erosividad de la lluvia



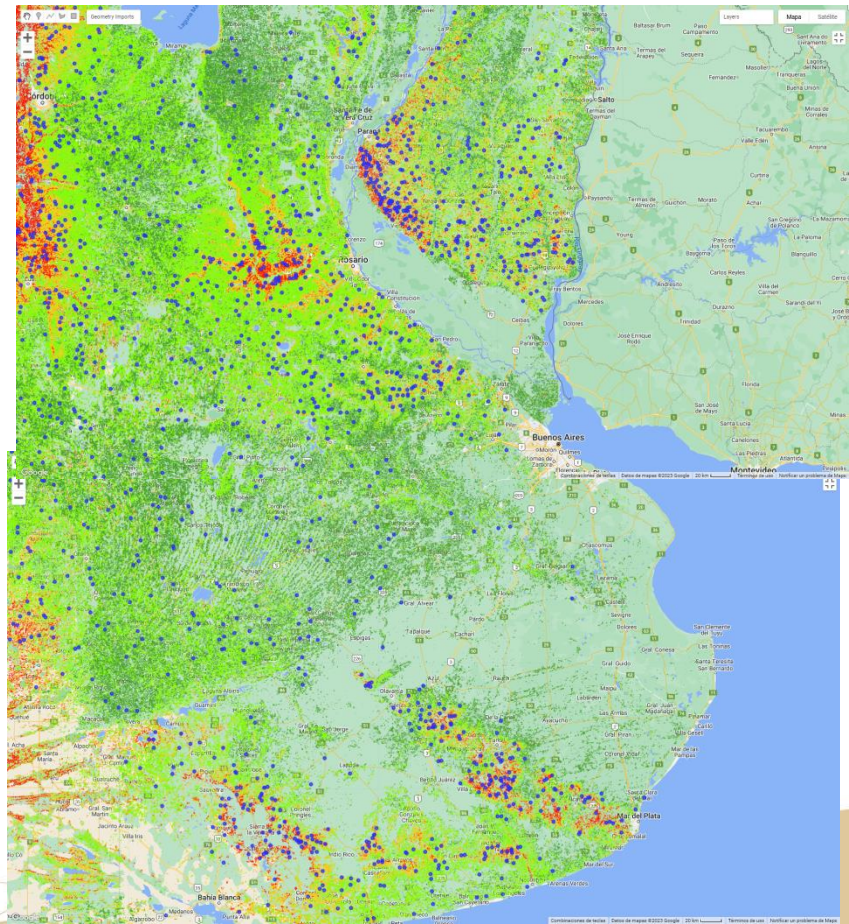
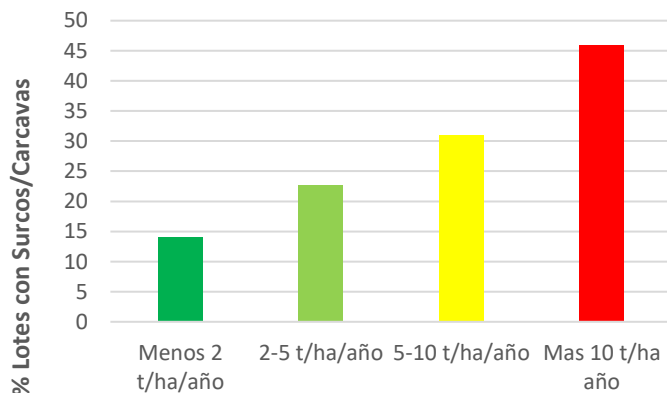
Cobertura vegetal



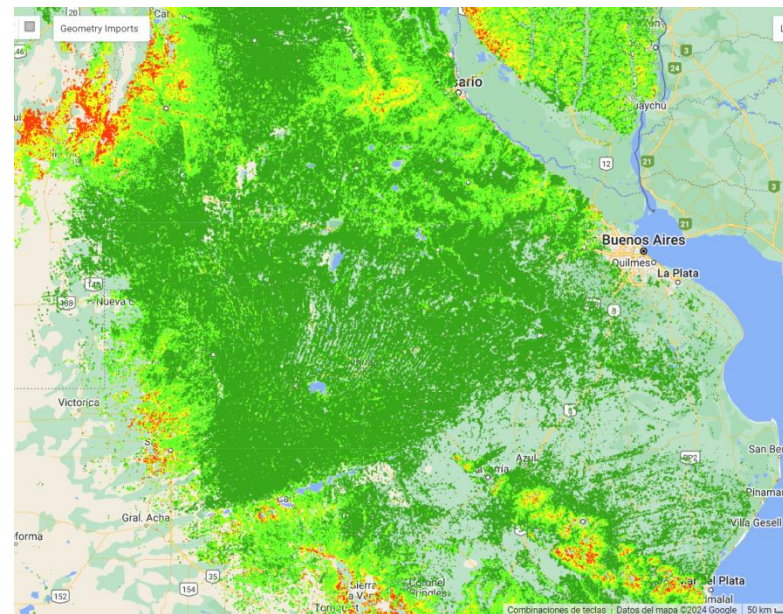
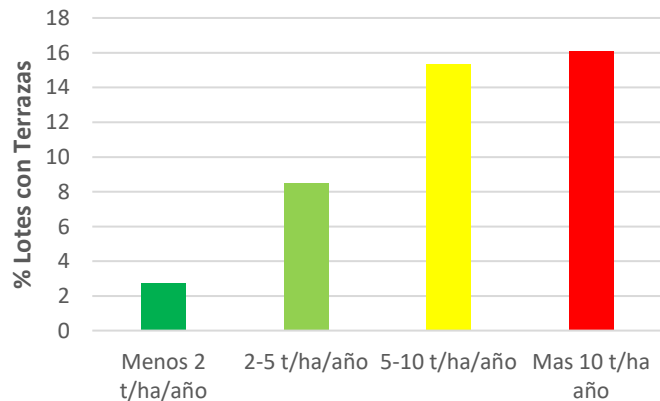
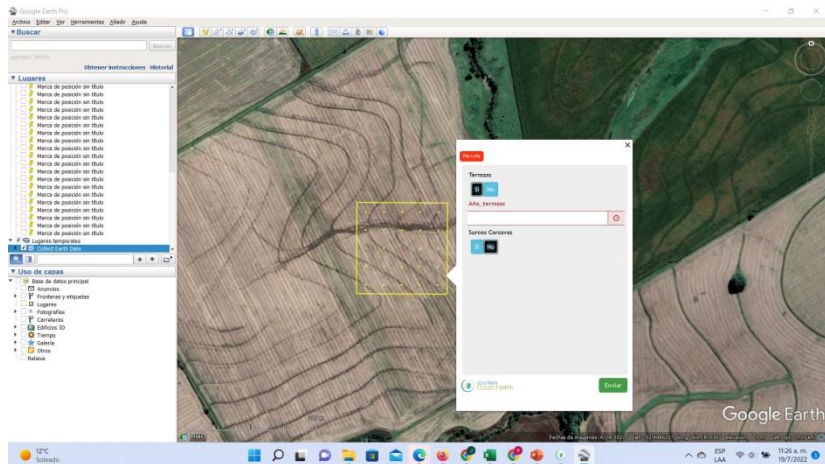
Van der Knijff, JM: RJA Jones & L Montanarella, L. 1999. Soil erosion risk assessment in Italy. European Soil Bureau. EUR 19044 EN, 52pp.



Evaluamos la presencia/ausencia de surcos y cárcavas en 2000 lotes agrícolas con la herramienta Collect Earth



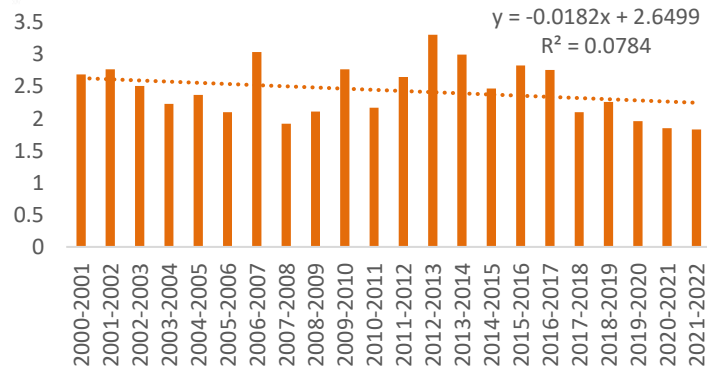
En los mismos 2000 lotes evaluamos la presencia/ausencia de **Terrazas**.



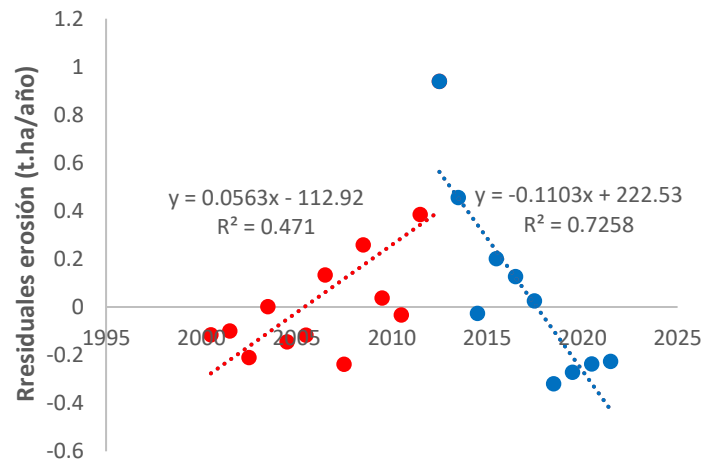
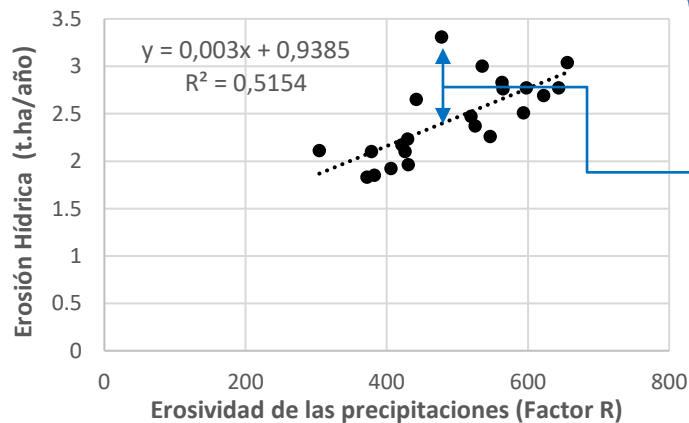
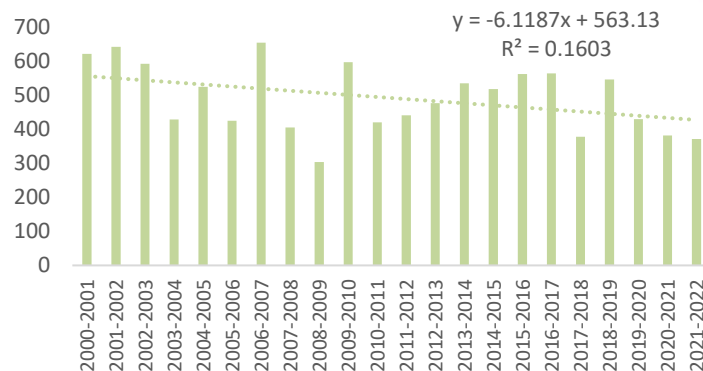
Clase Erosión	Superficie	% con Terrazas	Superficie con terrazas
Menos 2 t/ha/año	18764355	2,71	508762
2-5 t/ha/año	8124336	8,51	691106
5-10 t/ha/año	2359476	15,37	362554
Mas 10 t/ha/año	834402	16,12	134470
			Total : 1,70 mill ha.

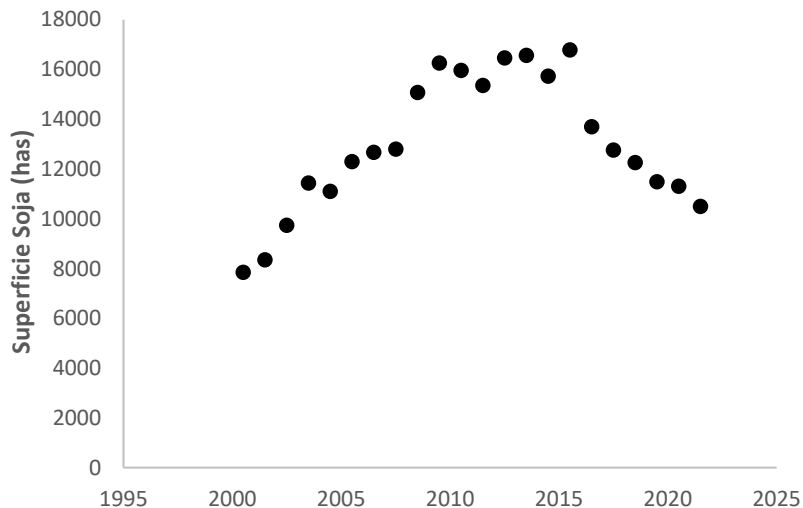
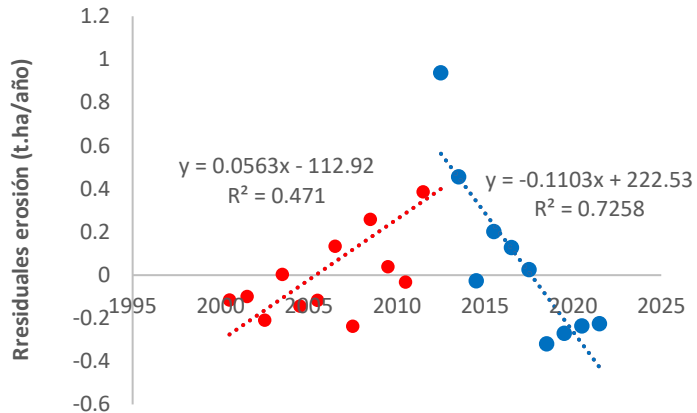


Pérdida de suelo (t.ha/año)

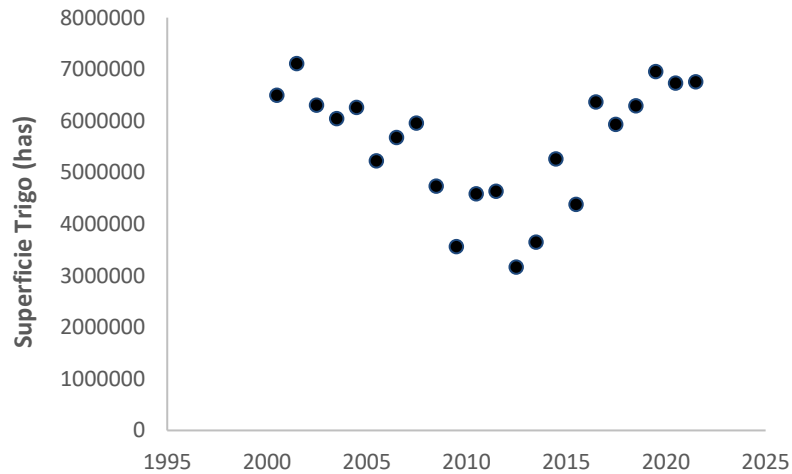


Erosividad (Factor R)



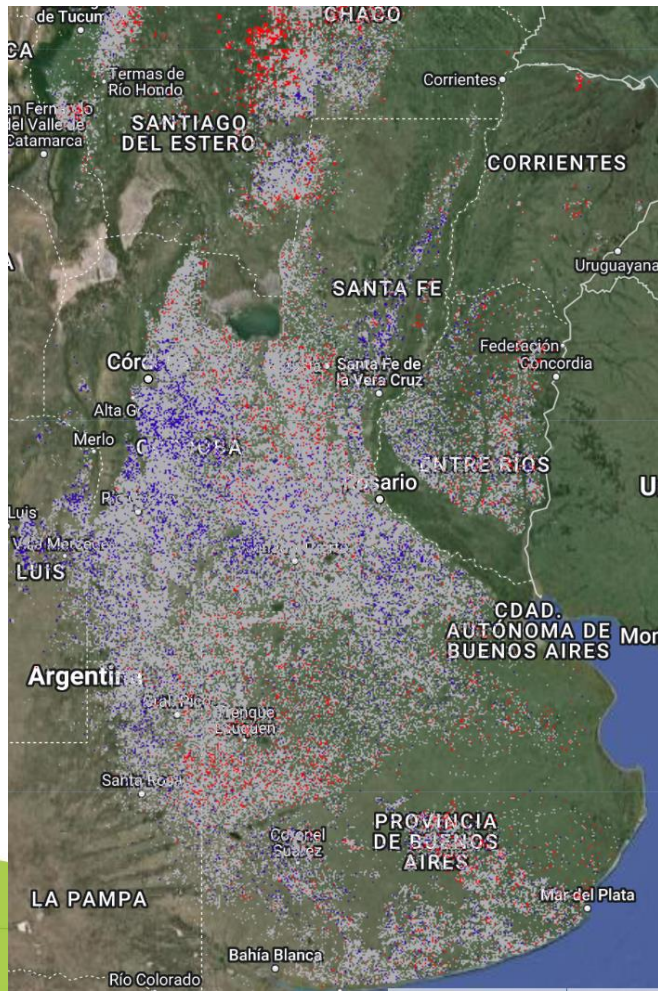


Soja 1ra.

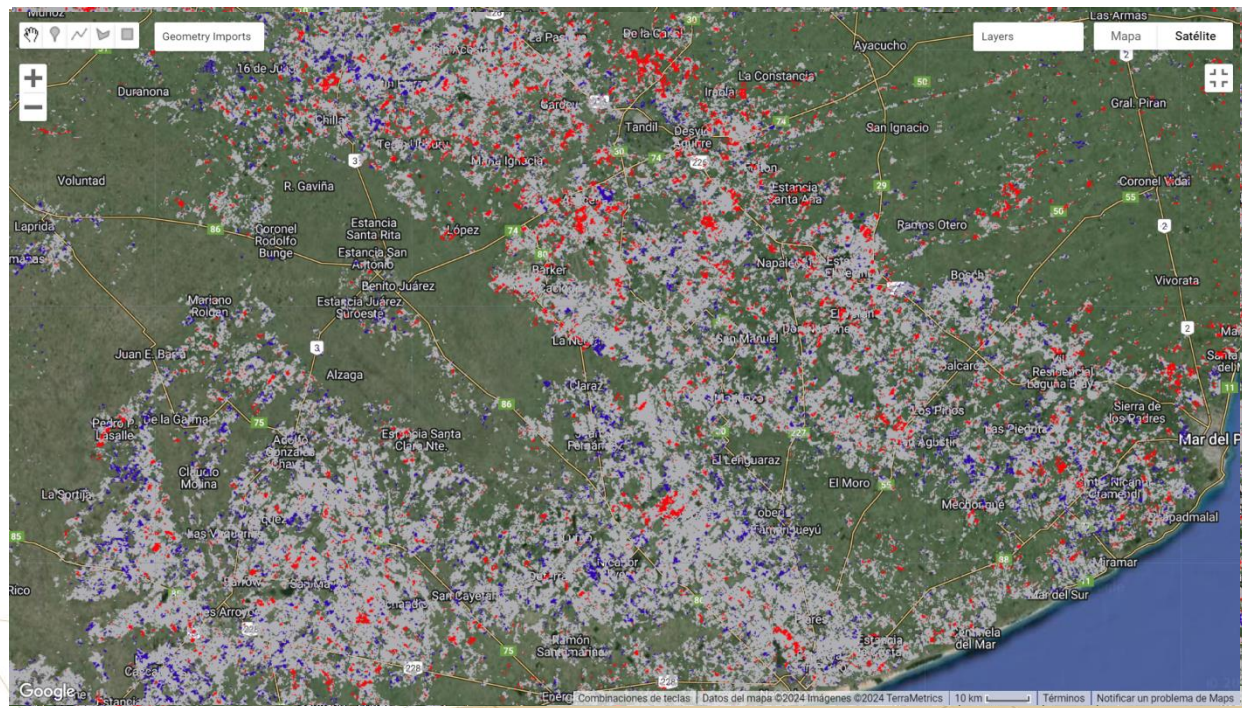


Trigo

Tendencia de la Erosión Hídrica



- Aumento
- Disminución
- Estable



Monitoreo de la Erosión Hídrica en Argentina (2000-2021)

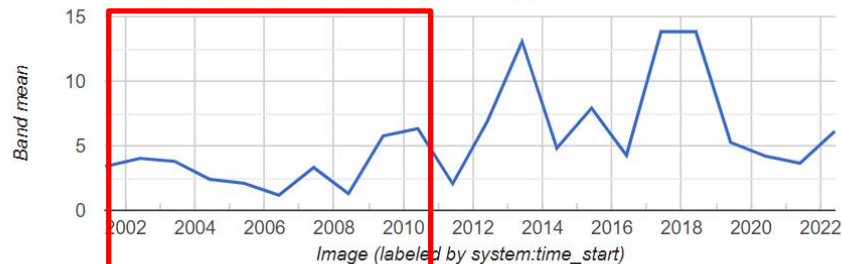
[Link a Guía de uso](#)

Dibuje un Polígono

Grafique los valores de erosión

Cambiar el área

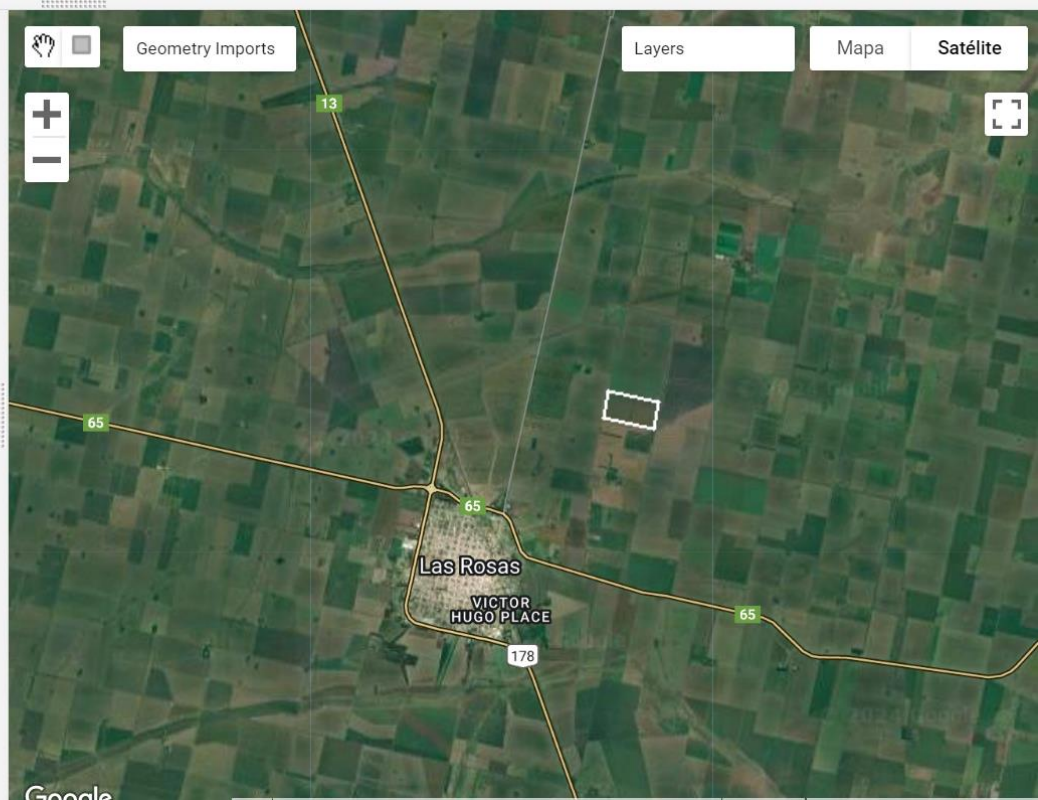
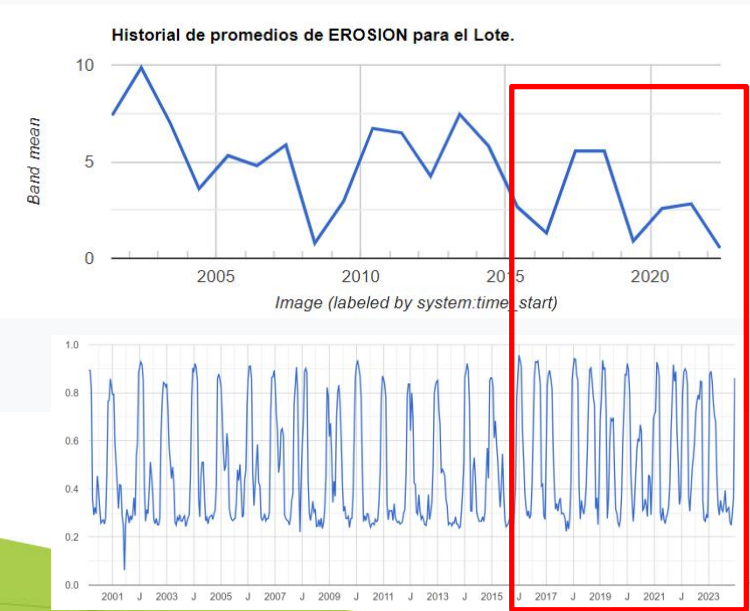
Historial de promedios de EROSION para el Lote.

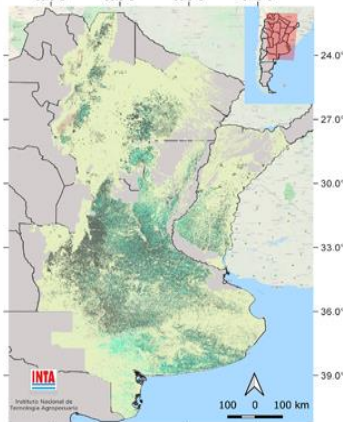


Monitoreo de la Erosión Hídrica en Argentina (2000-2021)

[Link a Guía de uso](#)

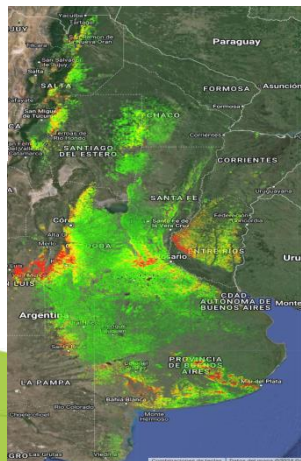
- Dibuje un Poligono
- Grafique los valores de erosión
- Cambiar el área





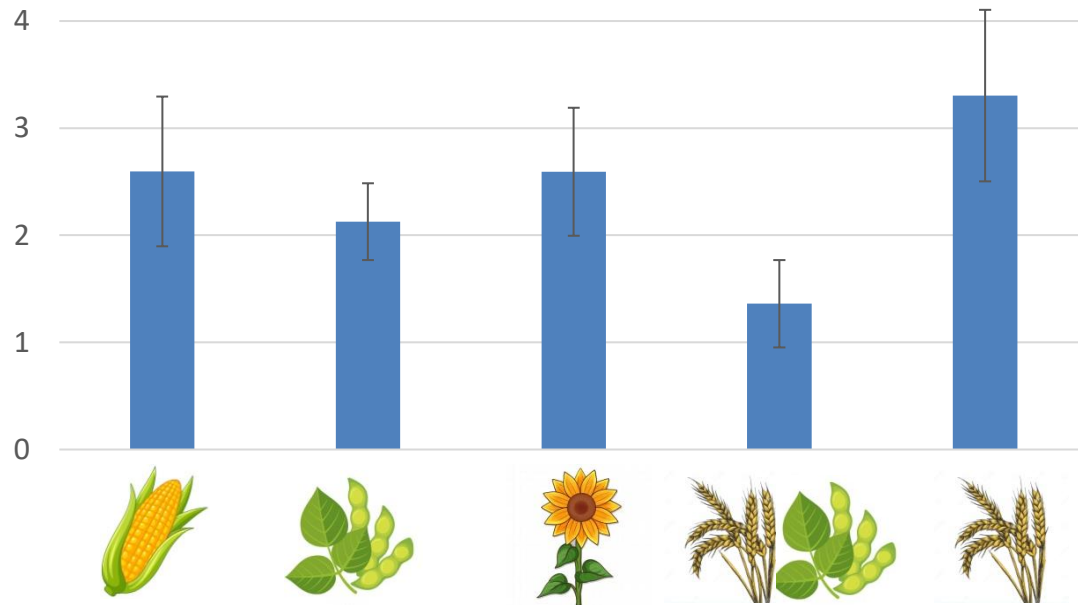
MNC invierno 2019

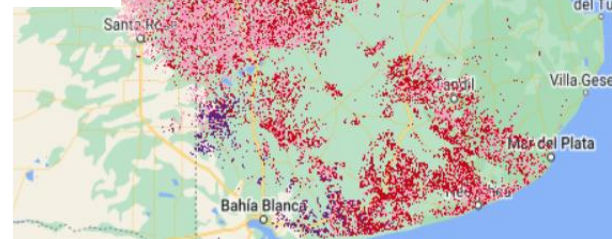
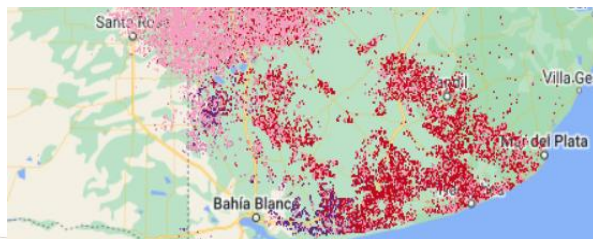
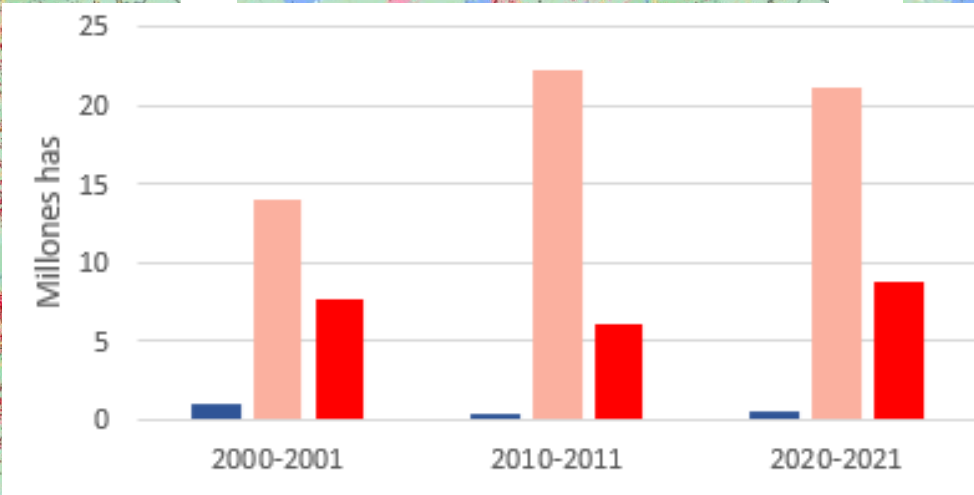
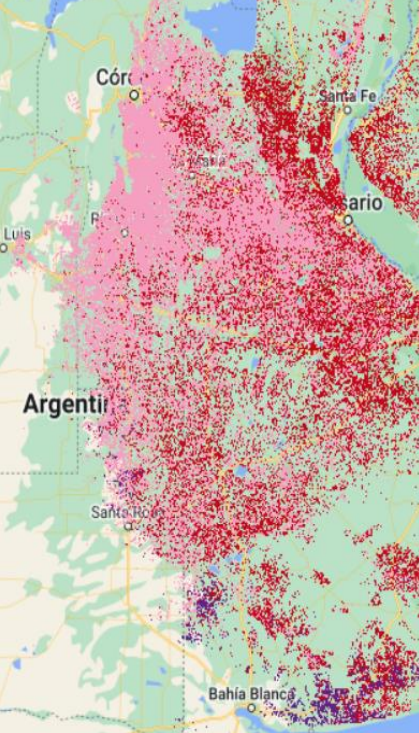
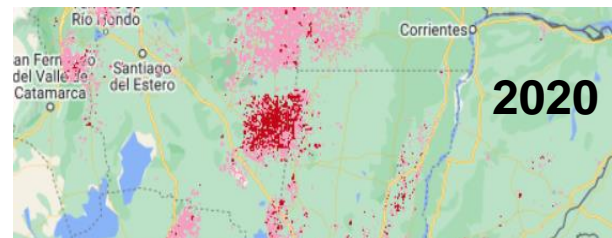
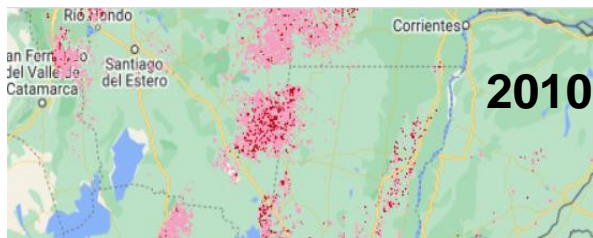
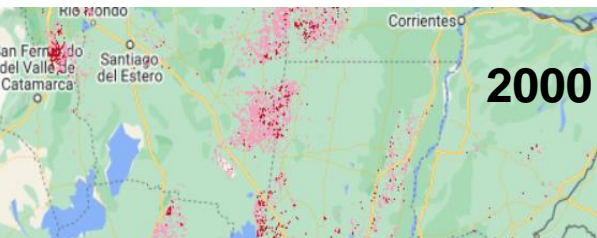
- Cereales de invierno
- Otros cultivos de invierno
- Barbecho
- Caña de azúcar
- No agrícola



Promedio 2018/19 a 2021/22

Pérdida de suelo (t.ha/año)





■ Invierno ■ Verano ■ Doble

Pérdida de rendimiento por cada cm de
suelo erosionado (Irurtia y Mon, 2000):

Soja: 9,5 kg.ha⁻¹.mm⁻¹



Maíz: 27,3 kg.ha⁻¹.mm⁻¹



Trigo: 7,1 kg.ha⁻¹.mm⁻¹



Año	Erosión (T/ha.año)	Lamina de suelo (mm/año)	Lamina de suelo acumulada (mm)	Pérdida Rendimiento (Kg/ha)			Pérdida de producción (t)		
				Soja	Maiz	Trigo	Soja	Maiz	Trigo
2000-2001	2,69	0,224	0,224	2,13	6,1	1,6	23271	21386	10340
2001-2002	2,77	0,231	0,455	4,32	12,4	3,2	50262	38030	22965
2002-2003	2,51	0,209	0,664	6,31	18,1	4,7	79439	55490	29709
2003-2004	2,23	0,186	0,850	8,08	23,2	6,0	117193	68742	36451
2004-2005	2,37	0,198	1,048	9,95	28,6	7,4	143205	97339	46523
2005-2006	2,10	0,175	1,223	11,61	33,4	8,7	178481	106479	45330
2006-2007	3,04	0,253	1,476	14,02	40,3	10,5	225869	144168	59475
2007-2008	1,92	0,160	1,636	15,54	44,7	11,6	257534	189276	69124
2008-2009	2,11	0,176	1,812	17,21	49,5	12,9	309490	173170	60889
2009-2010	2,77	0,231	2,043	19,40	55,8	14,5	356888	204710	51578
2010-2011	2,17	0,181	2,223	21,12	60,7	15,8	398732	276845	72334
2011-2012	2,65	0,221	2,444	23,22	66,7	17,4	433397	333651	80358
2012-2013	3,31	0,276	2,720	25,84	74,3	19,3	511704	455440	61067
2013-2014	3,00	0,250	2,970	28,22	81,1	21,1	555986	494504	76927
2014-2015	2,47	0,206	3,176	30,17	86,7	22,5	597136	523191	118629
2015-2016	2,83	0,236	3,412	32,41	93,1	24,2	666439	643078	106123
2016-2017	2,76	0,230	3,642	34,60	99,4	25,9	624703	843726	164547
2017-2018	2,10	0,175	3,817	36,26	104,2	27,1	625792	952318	160628
2018-2019	2,26	0,188	4,005	38,05	109,3	28,4	647199	988358	178778
2019-2020	1,96	0,163	4,168	39,60	113,8	29,6	669552	1081566	205721
2020-2021	1,85	0,154	4,323	41,06	118,0	30,7	683715	1149625	206539
2021-2022	1,83	0,153	4,475	42,51	122,2	31,8	684212	1303543	214519

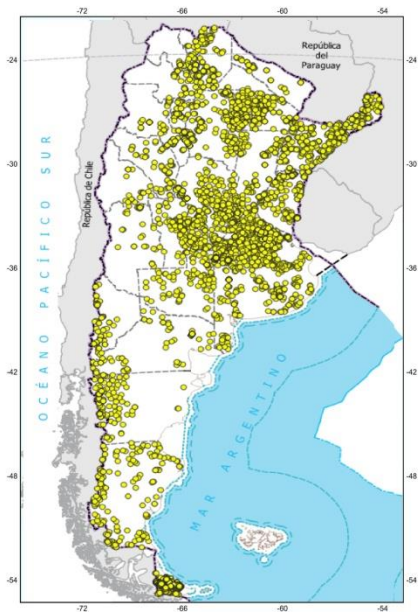
	Soja	Maíz	Trigo
Total:	8,84 mill t	10,14 mill t	2,08 mill t

Mapas de Carbono Orgánico del Suelo



Federación de Centros
y Entidades Gremiales
de Acopiadores de Cereales

5.377 sitios de datos de COS (0-30 cm, t/ha)
medidos entre 2015-2022



$R^2 = 0,73$
 $RMSE = 29,2 \text{ (t/ha)}$
 $MAE = 17,8 \text{ (t/ha)}$



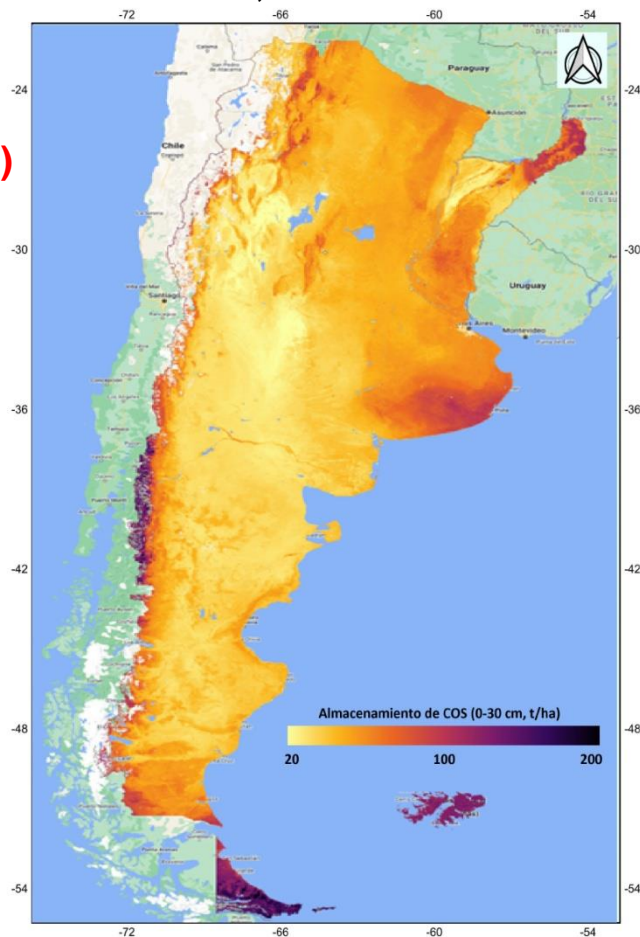
Google Earth Engine

Modelización
Método: Random Forest

Variables explicativas

Topográficas
Edáficas
Climáticas
Índices de vegetación

Gaitán et al., 2023



<https://intamapacosargentina.users.earthengine.app/view/cos>





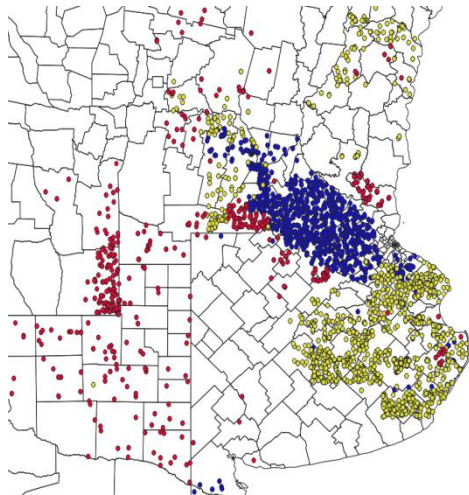
1965-1980

Base de datos
Mapa COS
(2015-2022)

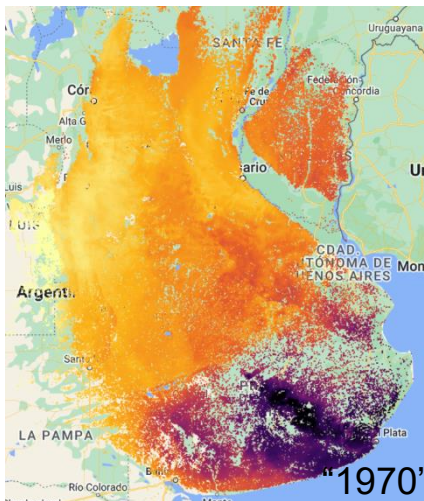


Google Earth Engine

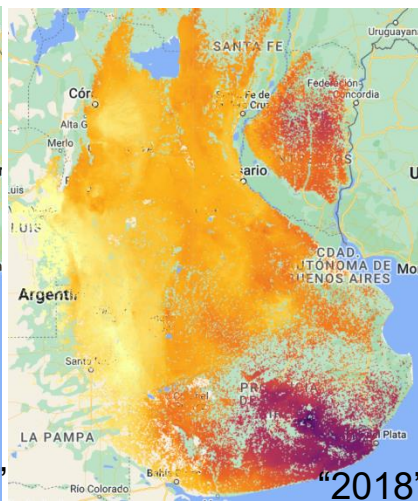
1494 sitios



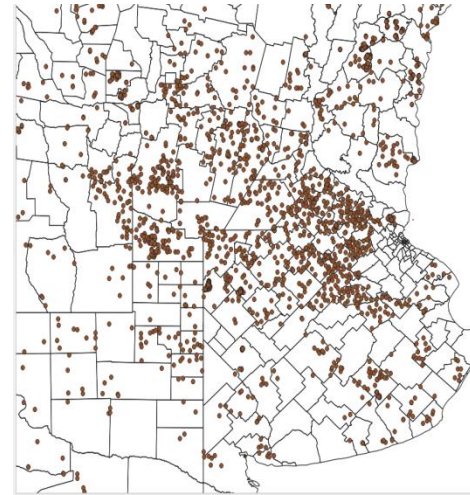
Media: 64,5 tC/ha



Media: 54,7 tC/ha



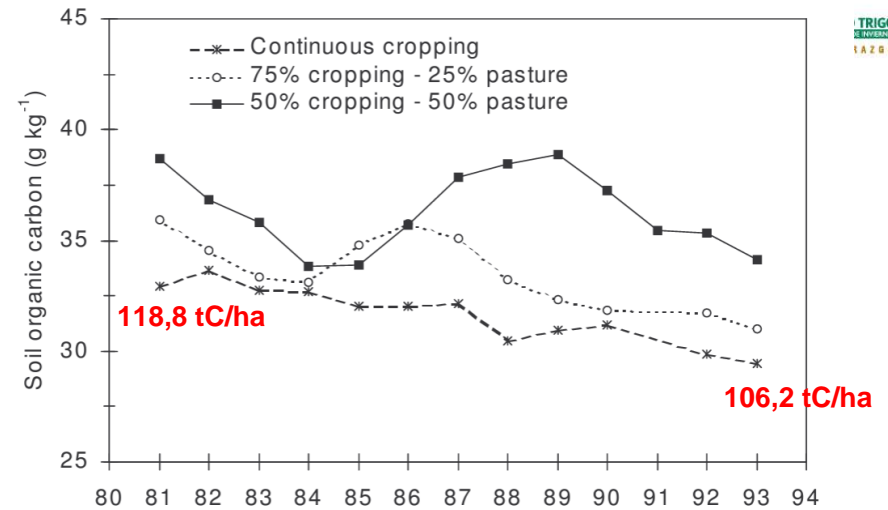
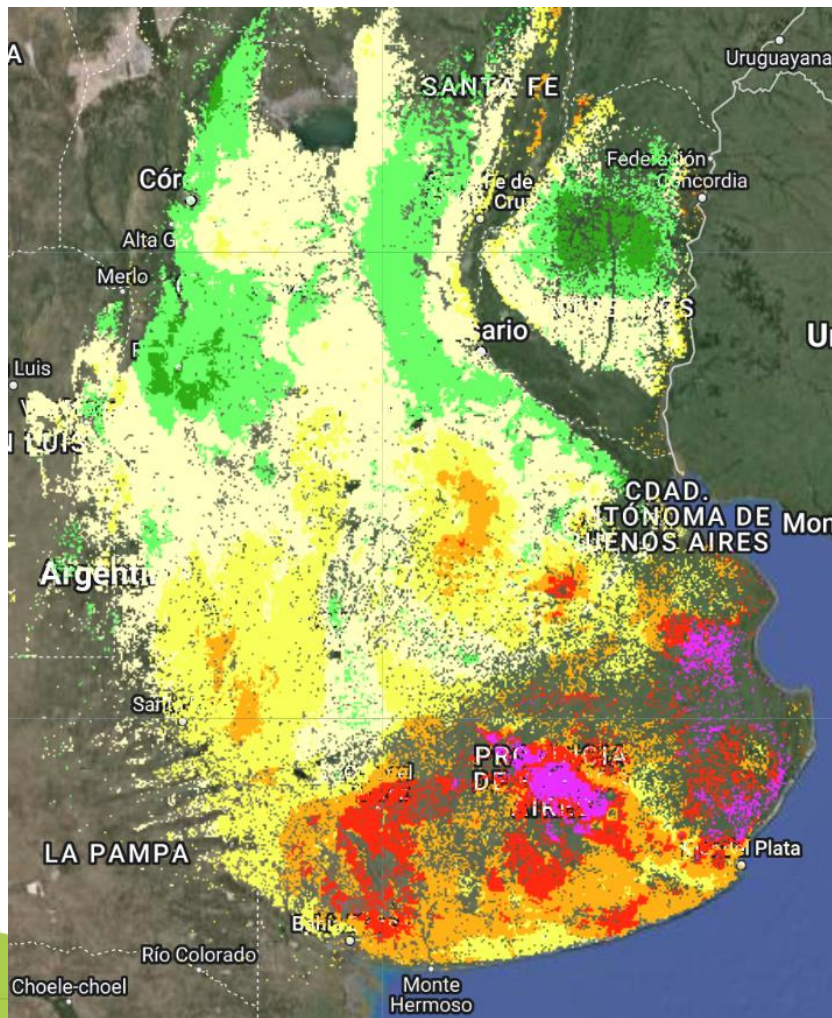
2060 sitios



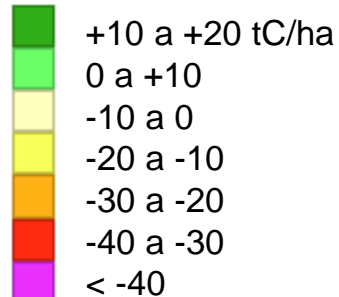
10

120 tC/ha





Studdert, G. A. (2005). Rotaciones de cultivos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina): una herramienta para el manejo de la dinámica del nitrógeno y del carbono en el suelo. Universitat de Lleida.



Modelos de dinámica del COS

-AMG

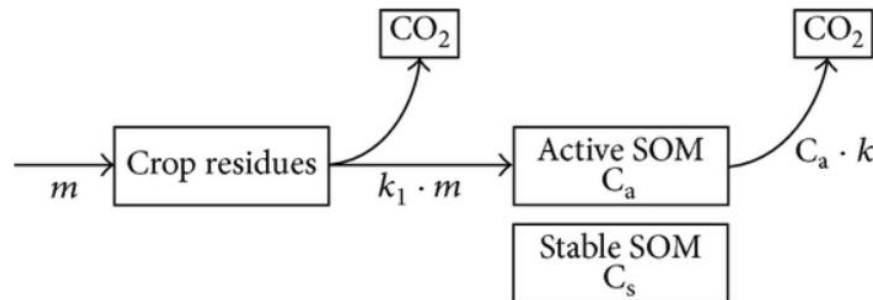
Clivot, H., Mouny, J. C., Duparque, A., Dinh, J. L., Denoroy, P., Houot, S., ... & Mary, B. (2019). Modeling soil organic carbon evolution in long-term arable experiments with AMG model. Environmental modelling & software, 118, 99-113.

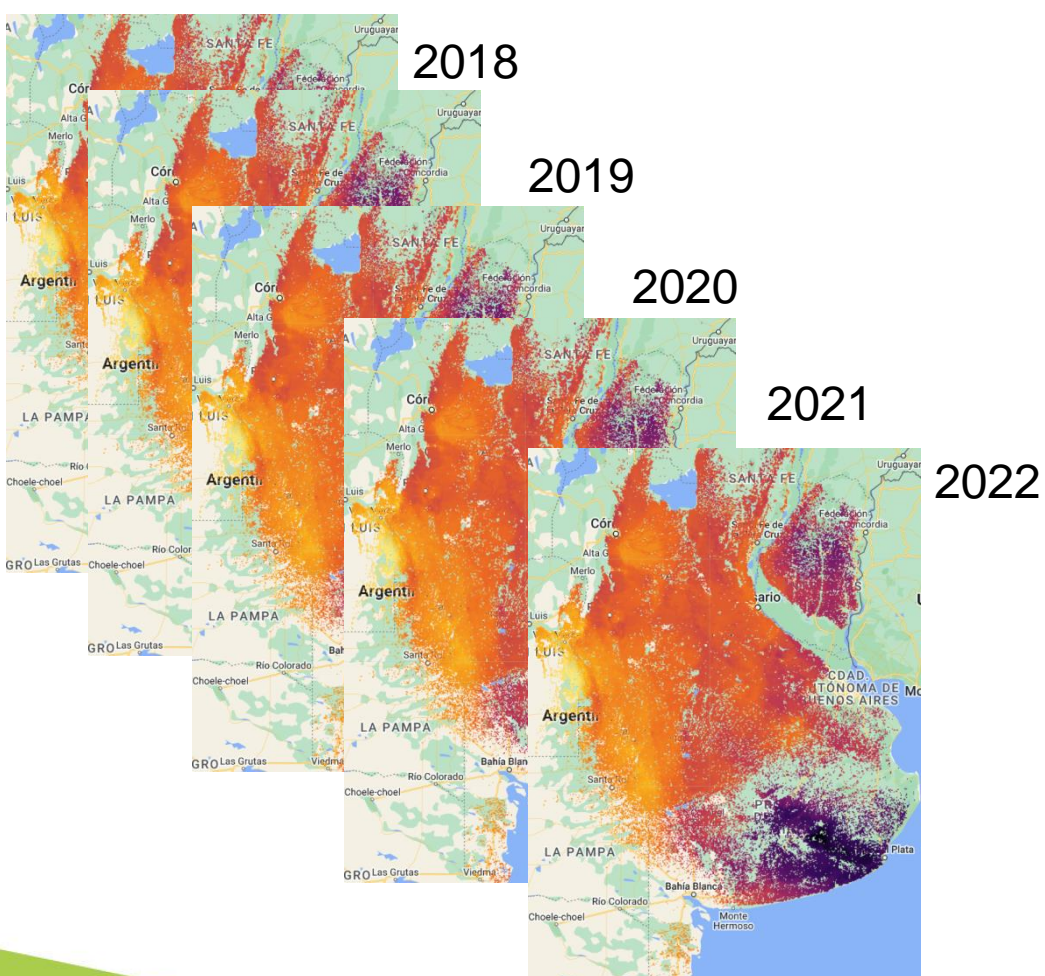
Stock COS estable Stock COS activo

Stock COS $C = C_s + C_a$

$$\frac{dC_a}{dt} = m \cdot k_1 - k \cdot C_a$$

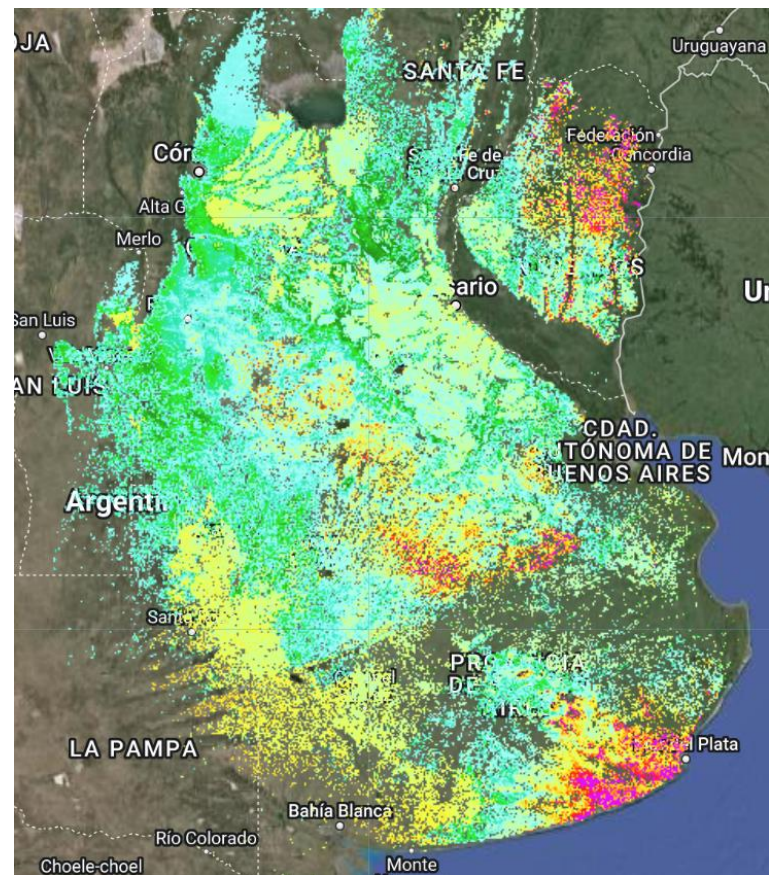
Input C Coef. Humificación Coef. Mineralización





-4 tC/ha

4 tC/ha

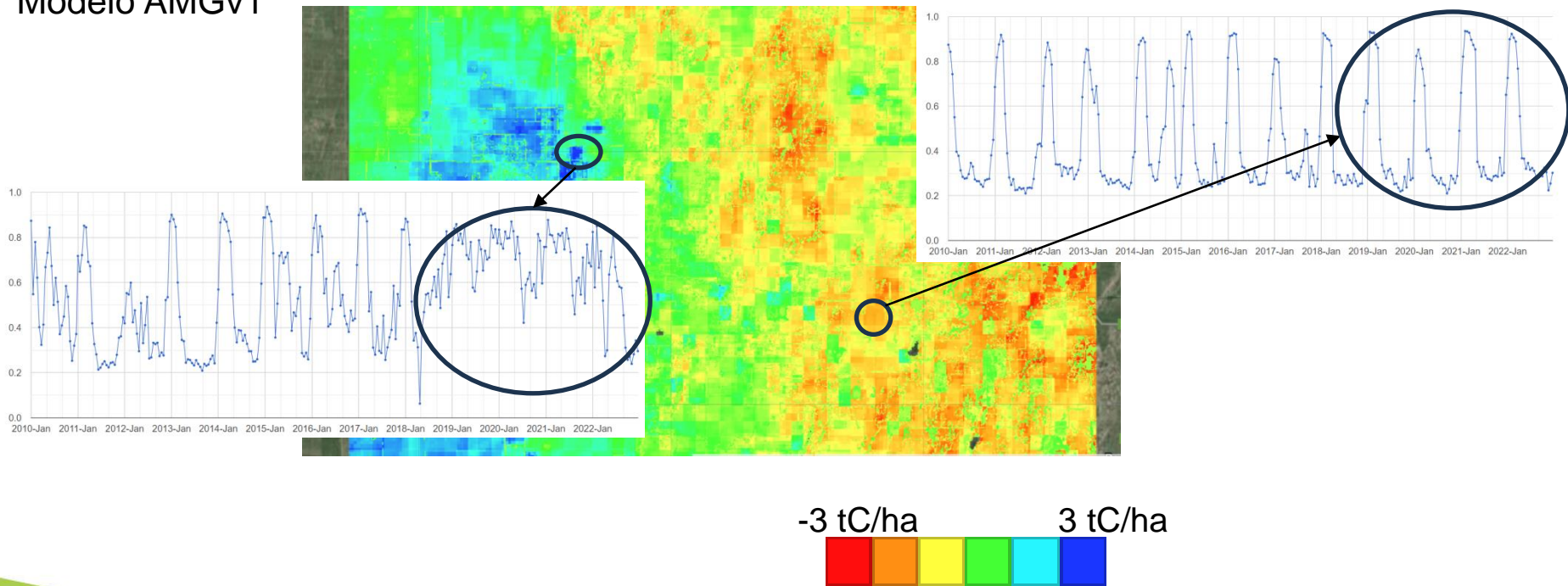


Diferencia 2022-2018: +0,83 tC/ha

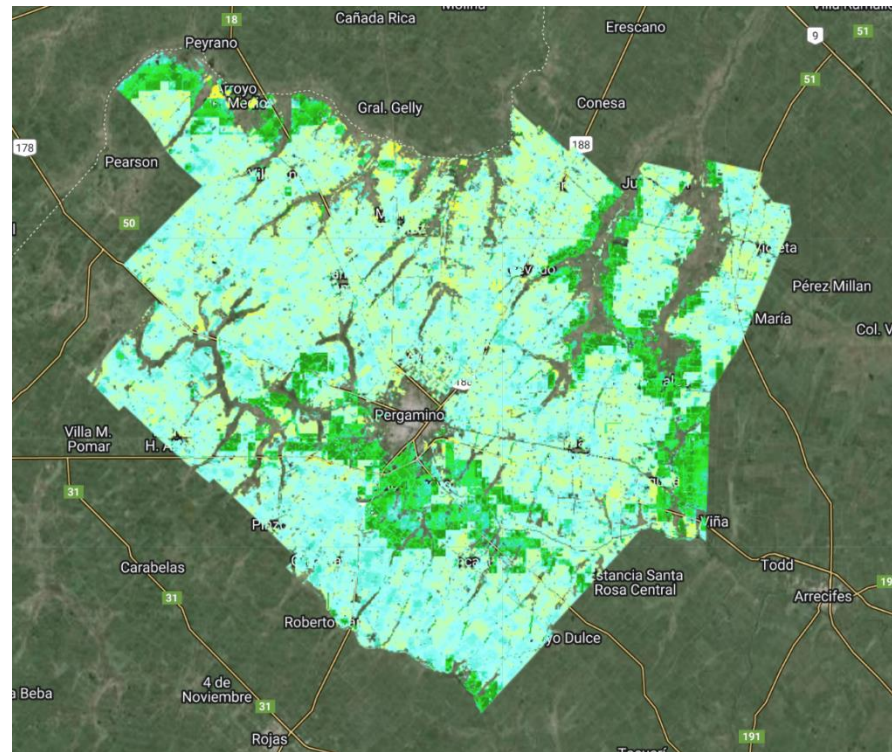
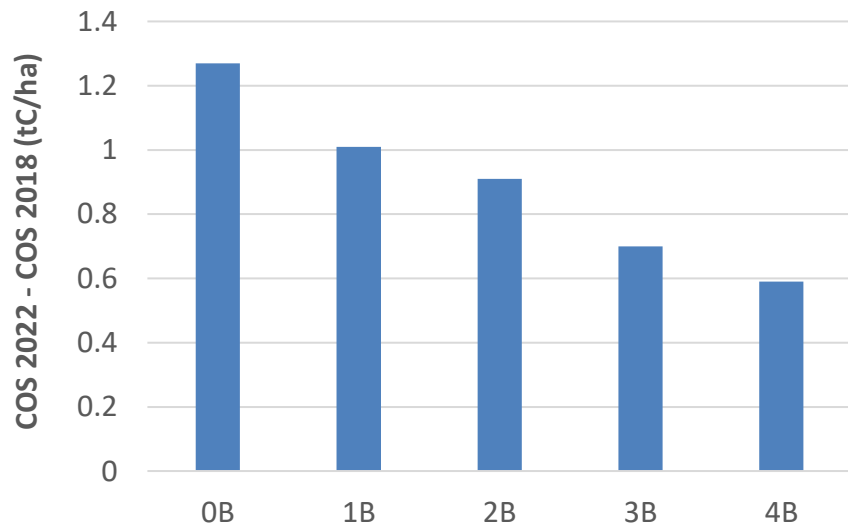
Efecto de las Rotaciones

Diferencia COS 2022 – 2018

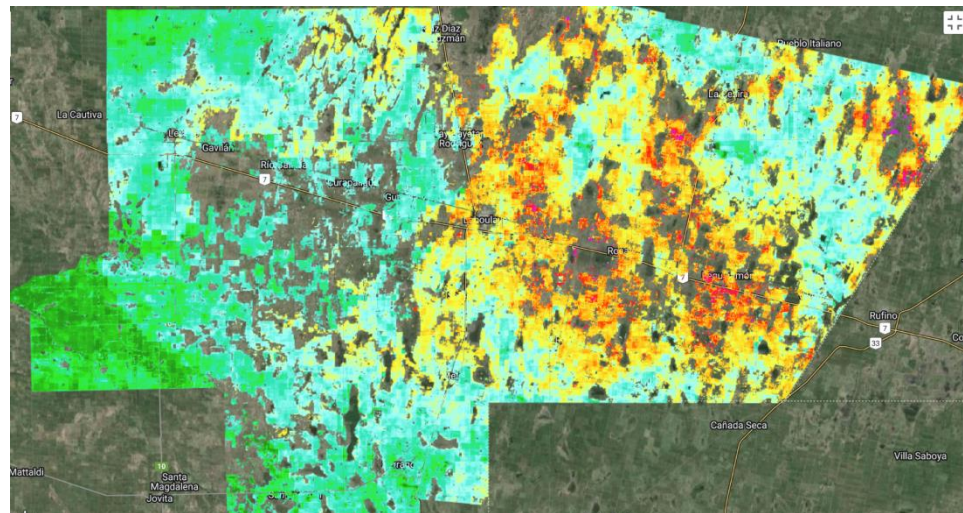
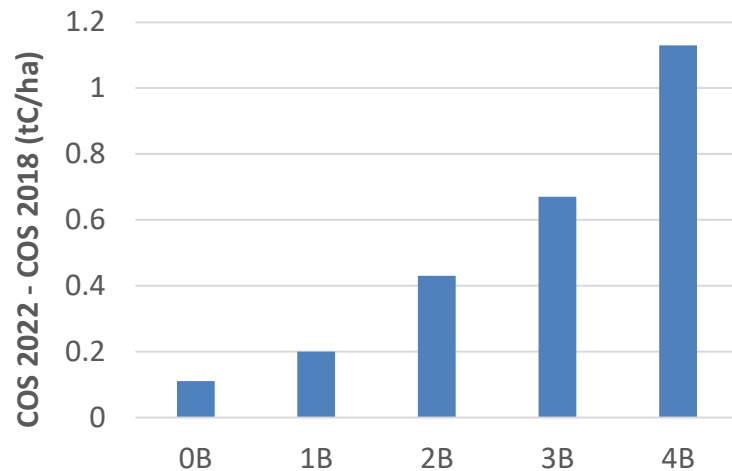
Modelo AMGv1

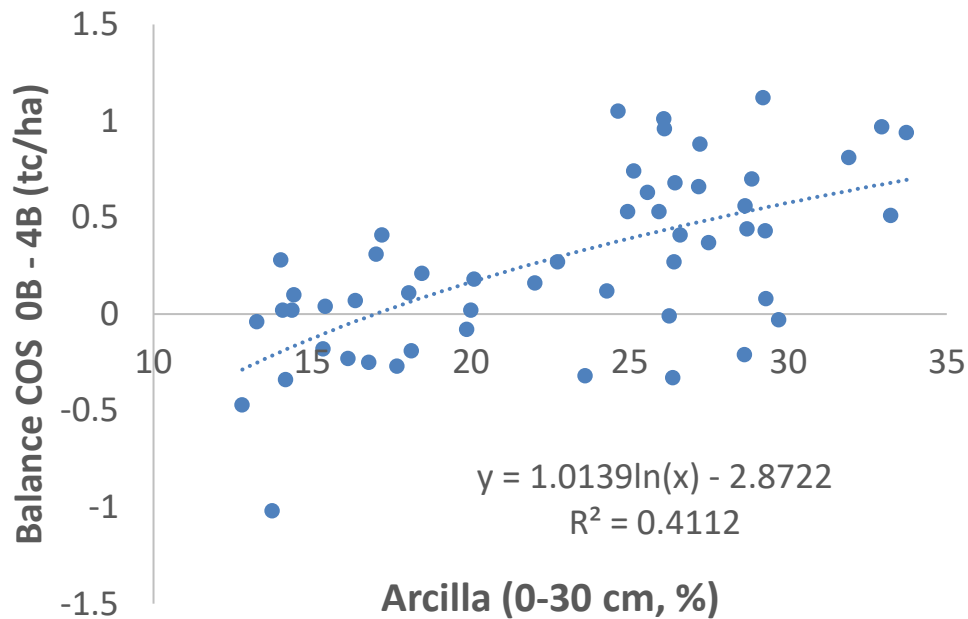
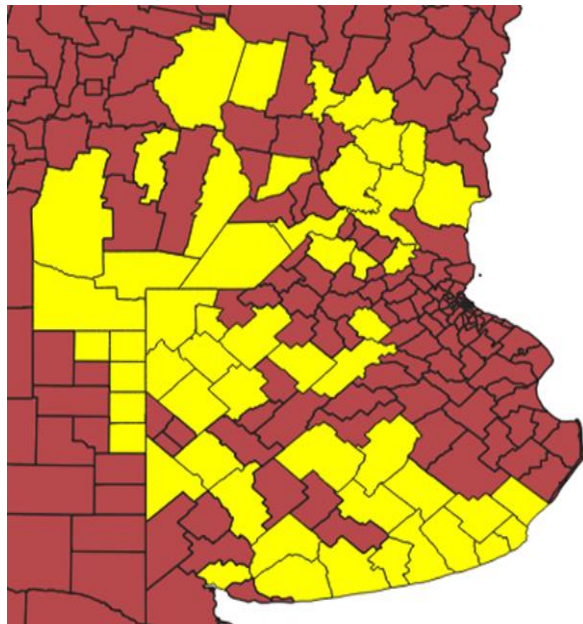


Pergamino – Buenos Aires

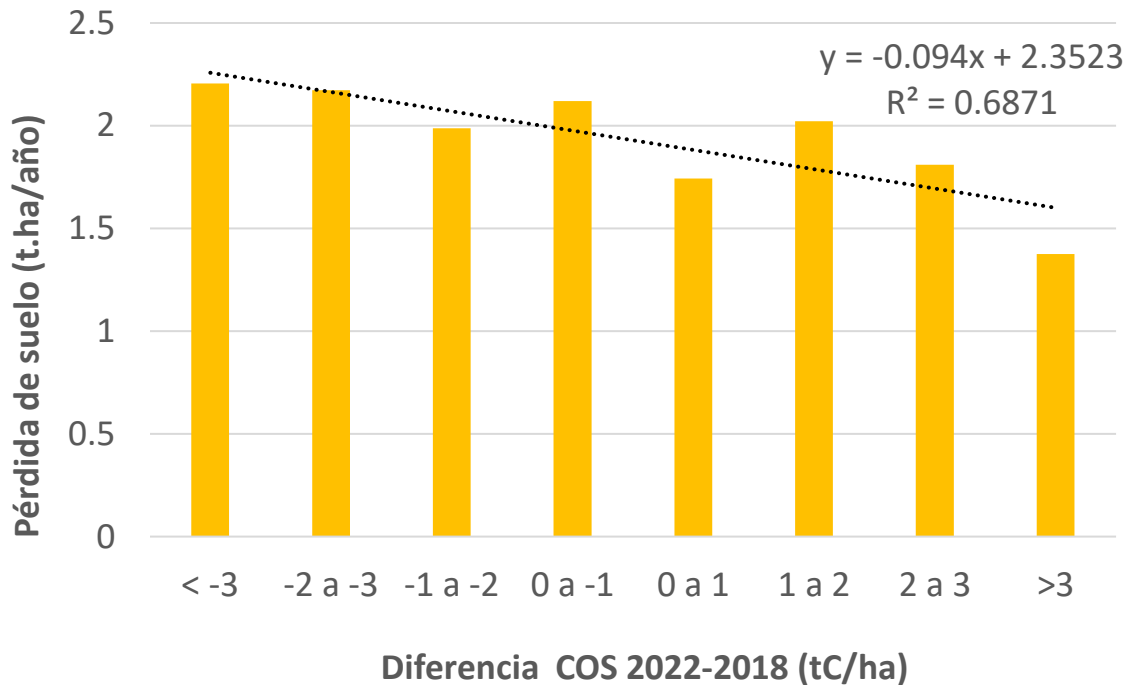


Roque S. Peña – Córdoba

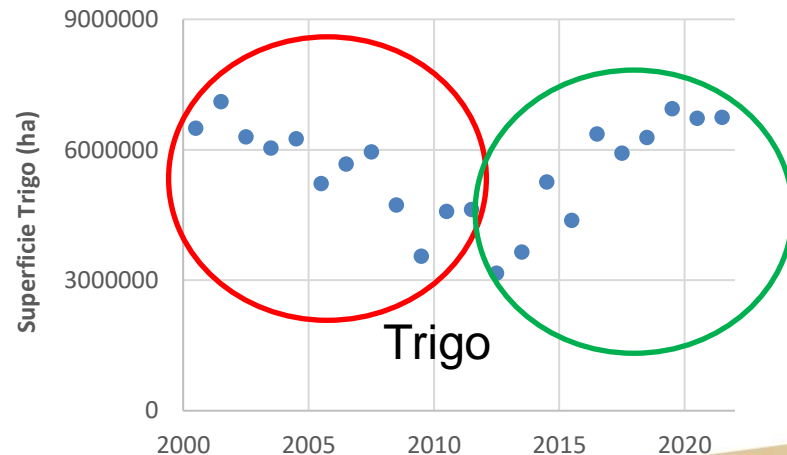
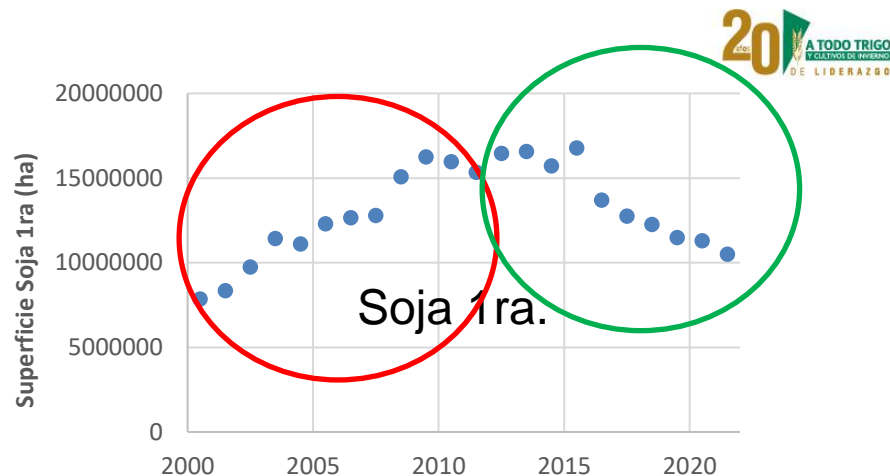
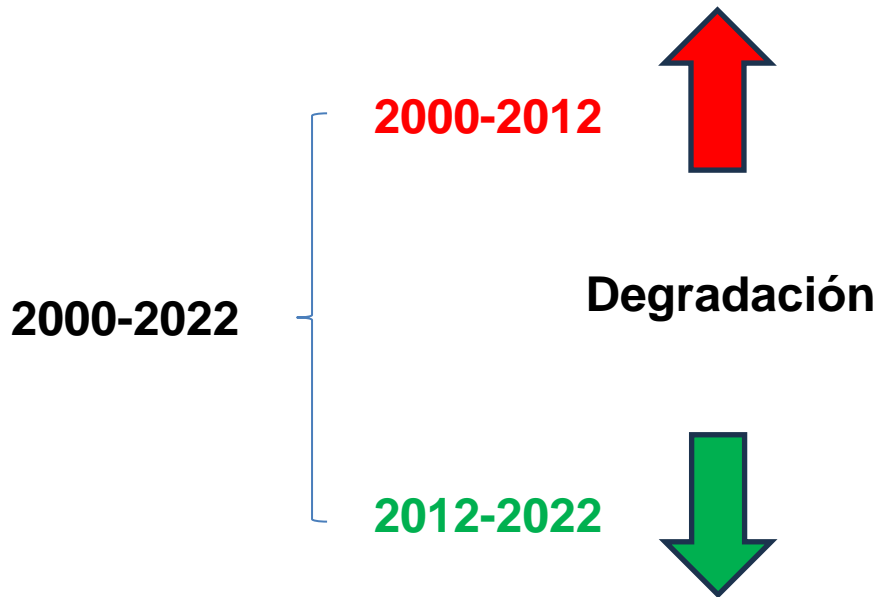




El control de la erosión hídrica y el secuestro de C parecen tener efectos convergentes



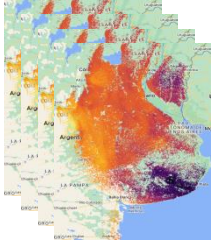
Consideraciones Finales



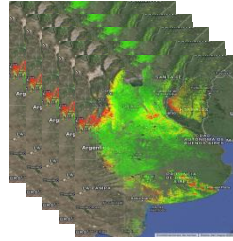
Diseñar un sistema de monitoreo para el aprendizaje y mejora de gestión, es decir, observar y medir si lo que se está haciendo efectivamente conduce a las metas de reducción de la degradación del suelo o si, por el contrario, resulta necesario modificar el manejo.



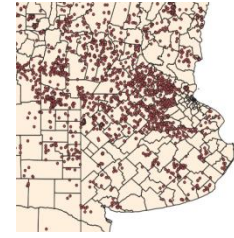
Modelo de COS



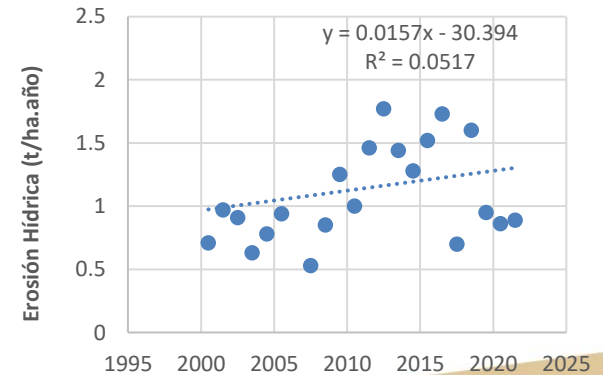
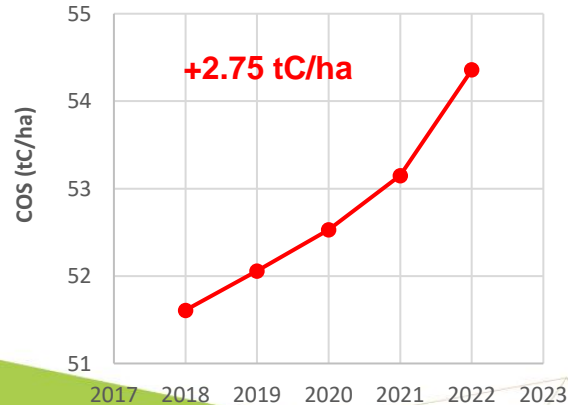
Modelo de Erosión Hídrica



Red de parcelas permanentes



Sistema de Monitoreo a nivel predial



¡Muchas Gracias!