



Rotación con Pasturas

El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles

Jornada de Actualización Técnica

14 de Noviembre - Monte

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE



Sobre la sostenibilidad de los ambientes agrícolas y el rol de la ganadería

Dr. Emilio Satorre

Objetivos

- 1- Introducir una mirada sobre el proceso de expansión de los sistemas agrícolas en la región y sus características clave.
- 2- Establecer un marco de análisis y **evaluar** la estructura y comportamiento de los ambientes agrícolas a partir de las bases de datos agrícolas de la región.
- 3- Desde ese marco de referencia **analizar y reflexionar** sobre la integración de elementos derivados de la actividad agrícola y ganadera extensiva para la construcción de sistemas agropecuarios sostenibles en la región.

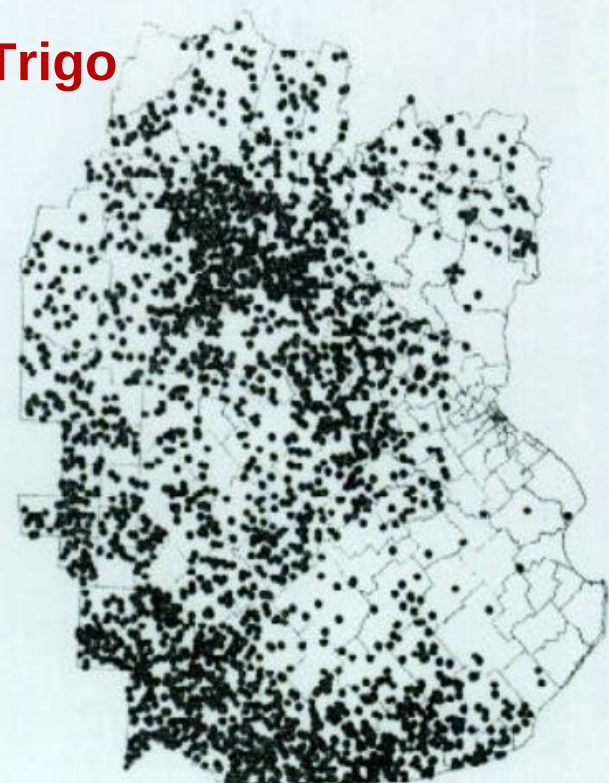
Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE

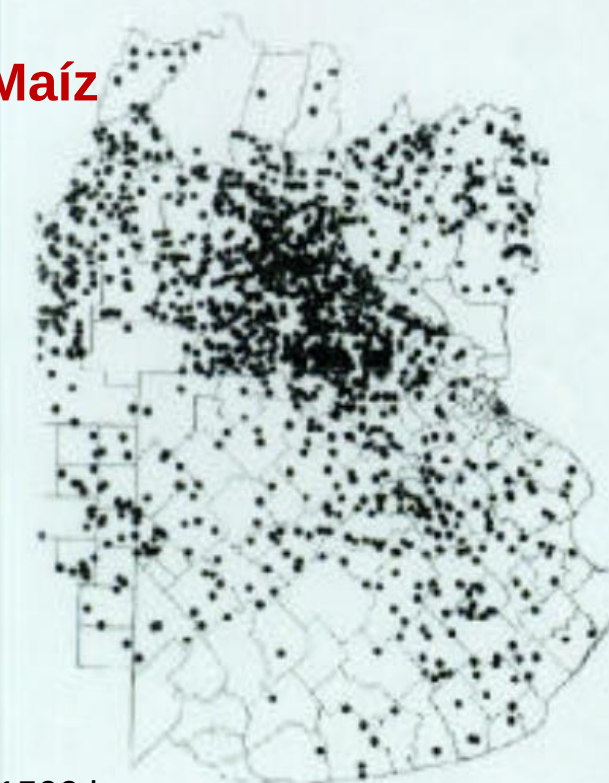
1960 Trigo



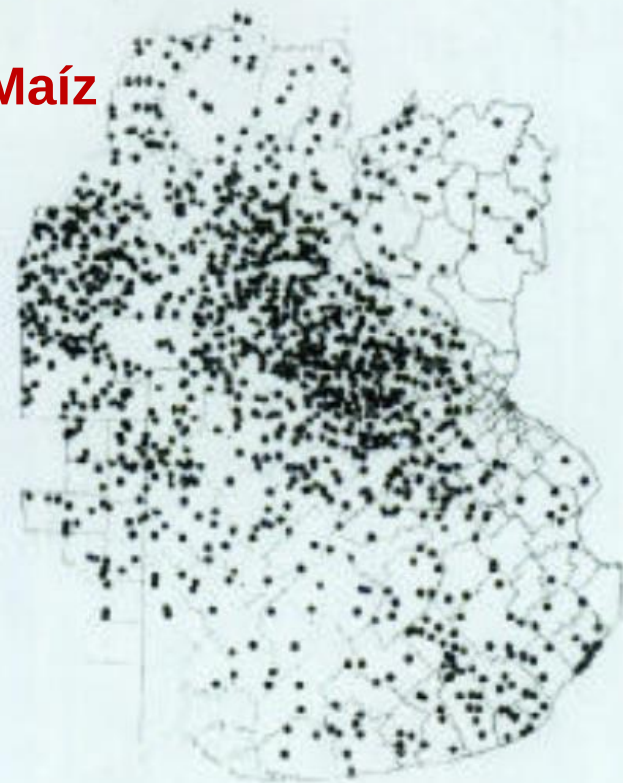
1988 Trigo



1960 Maíz



1988 Maíz



Superficie cultivada con Trigo y Maíz en la región pampeana. (Adaptado de Viglizzo & Solbrig, 2011).

Muy brevemente el proceso reciente...

- Hasta 1988 la agricultura ocupaba un área muy pequeña en la región Sudeste.
- Desde los 90' la agricultura creció en forma continuada en el país y la región, de la mano del cultivo de soja y las mejores tecnologías.
- Desde entonces en la empresa, original y eminentemente ganadera, avanza la agricultura extensiva.
- **El uso de los recursos productivos se divide entre estas actividades.**
- Al inicio, la agricultura se expandió en los mejores ambientes (con menor riesgo hídrico) y luego avanzó sobre ambientes con más limitaciones.
- La ganadería se sostiene en los ambientes con limitaciones y se intensifica (feed-lot), al igual que lo hace la agricultura

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE



Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



¿Cómo es el modelo agrícola actual en la región?

Núcleo Norte	N° Lotes	Hectáreas		POLO SUR	N° Lotes	Hectáreas	
Campo natural	180	6601	9864	Campo natural	105	3328	6842
Pastura perenne	95	3263		Pastura perenne	112	3514	
Verdeo de Invierno	180	5939	5939	Verdeo de Invierno	183	6473	6473
Cultivo de Servicio	225	12452	123822	Cultivo de Servicio	71	2679	37712
Cebada	207	8233		Colza	47	2442	
Trigo	2021	103137		Avena	90	2662	
				Cebada	146	5080	
Soja de 2°	2413	110210	116629	Trigo	585	24849	
Maíz de 2°	175	6419		Soja de 2°	533	21336	22385
Maíz de 1° Tardío	657	25711	167510	Maíz de 2°	30	1049	
Girasol	412	15379		Maíz de 1° Tardío	433	16982	78746
Soja de 1°	1131	47506		Girasol	439	15026	
Maíz de 1° Temprano	1521	78914		Soja de 1°	307	9794	
Total has sembradas		423765		Maíz de 1° Temprano	765	25695	
				Otro	323	11250	
				Total has sembradas		152158	

29 cultivos totales registrados

24 cultivos totales registrados

Antecedentes de los 4 principales cultivos agrícolas de verano en dos zonas de la región Sudeste de CREA en 8 campañas.

Las interacciones entre Ganadería y Agricultura alcanzan el 5,1% y 10,3% de la superficie total en los últimos 8 años, en los núcleos Norte y Sur, respectivamente.

fuente: DAT-CREA; 2017-2024



Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



¿Cómo es el modelo agrícola actual en la región?

NÚCLEO NORTE (8 Campañas)		
ANTECESOR	SUP (has)	PORCENTAJE
PP-Ganadera	9864	3.2%
Verdeo Invierno	5939	1.9%
Agr-Invierno	7193	2.3%
Agr-Doble	116629	38.0%
Agr-Primera	167510	54.5%
Sup. Agrícola (has)	307136	100%
IUS = 1,38		

(*) 29 actividades distintas reportadas

POLO SUR (8 Campañas)		
ANTECESOR	SUP (has)	PORCENTAJE
PP-Ganadera	6842	5,3%
Verdeo Invierno	6473	5,0%
Agr-Invierno	15326	11,8%
Agr-Doble	22385	17,2%
Agr-Primera	78746	60,7%
Sup. Agrícola (has)	129773	100%
IUS = 1,17 - 1,26**		

(*) 24 actividades distintas reportadas

(**) Asumiendo 100% maíz tardío en DC

Distribución de superficie e interacciones entre las principales actividades agrícolas de la región Sudeste de CREA en las últimas 8 campañas.

- El área agrícola reportada y la intensidad de uso del suelo es mayor en la Zona NORTE que en la zona SUR de la región Sudeste.

Fuente: DAT-CREA; 2017-2024



- Valores estimados a partir de los antecesores de los principales cultivos de verano en cada región
- No hay antecesores ganaderos reportados en las bases de cultivos de invierno.
- Agr-Doble se refiere a la superficie en doble cultivo; Agr-invierno sólo cultivo de invierno.

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



¿Cómo es el modelo agrícola actual en la región?

El modelo agrícola actual tiene muy pequeños puntos de encuentro con la superficie (recurso suelo) aplicado a la ganadería.

¿En que ambientes se produjo el encuentro agricultura-ganadería en el Núcleo Norte de la región?

Ambiente	ANTECESOR TIPO PARA TODOS LOS CULTIVOS DE VERANO SE-NN - Superficie (has)			
	ANUAL-GRANO	DC-GRANO	GANAD-VERDEO	GANAD-PP
FAP	92148	85842	1413	1465
TIP	98137	65076	1623	2975
PSO	107288	64488	4001	15083
PUS	26366	7559	525	4075
LAR	6439	6525	244	36
	330378	229490	7806	23634
FAP	51%	47%	1%	1%
TIP	58%	39%	1%	2%
PSO	56%	34%	2%	8%

Superficie (has) reportada con distintas sistemas en los principales ambientes del Núcleo Norte de la región Sudeste de CREA.

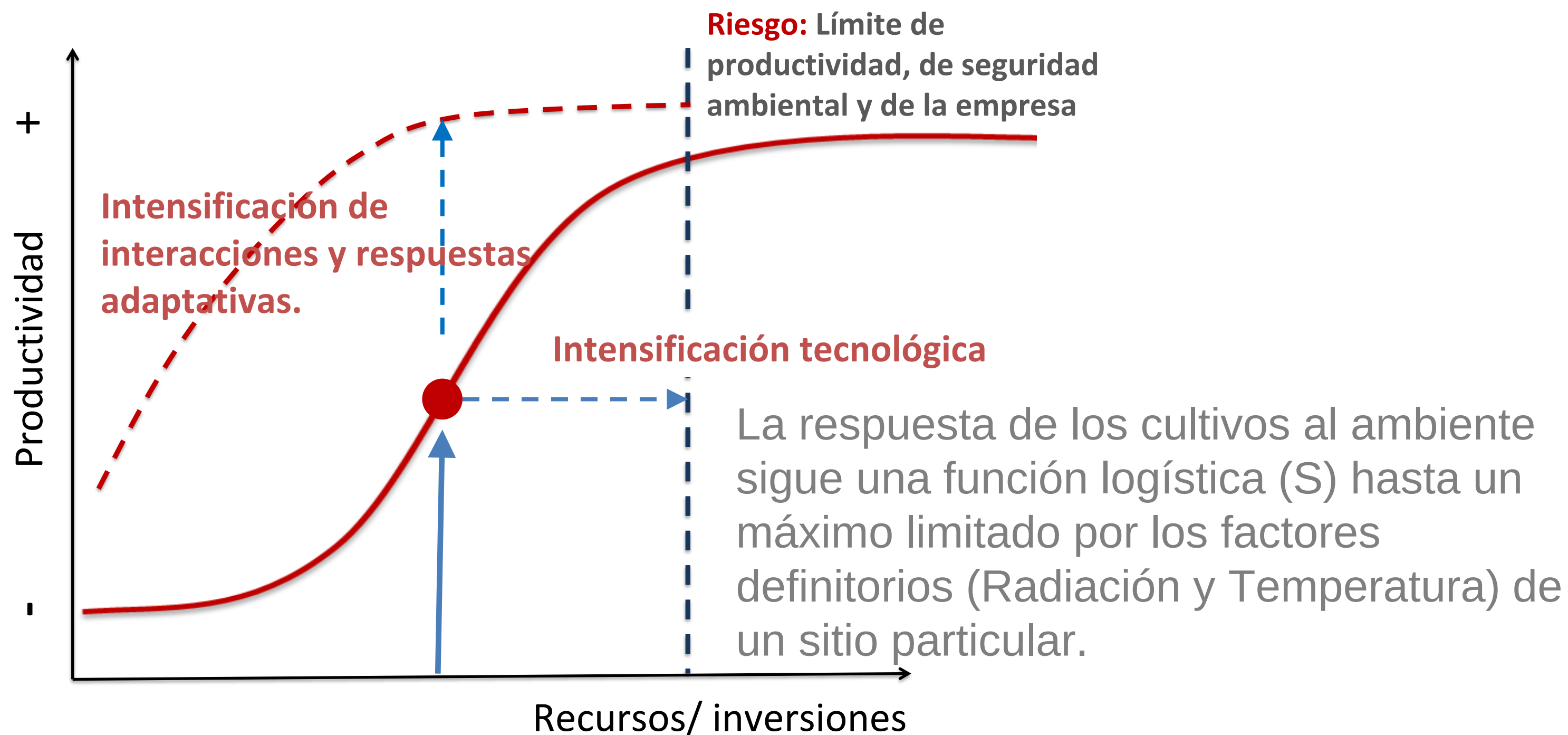
Fuente: Base de datos Agrícola del región Sudeste-NN.

Se consideraron sólo datos del período 2009-2014.

(*) Incluye los antecesores reportados en los cultivos de Soja de 1ra, Maíz Temprano, Maíz Tardío y Girasol en el período 2009-2022 (14 campañas) ordenados por tipo de sistema: (i) Anual-Grano: cultivos de 1ra; (ii) DC-Grano: doble cultivos; (iii) Ganad-Verdeo: Verdeos de invierno; (iv) Ganad-PP: praderas y campos naturales.

- El 91% de la agricultura se realizó en ambientes FAP, TIP y PSO (agrícolas)
- La intensificación (IUS) decrece de FAP>TIP>PSO
- Los ambientes PSO son los que tuvieron mayor interacción con la ganadería (10%); esa interacción en FAP y TIP fue casi nula (<3%).

Veamos entonces como ha jugado y juega esa agricultura tomando de base un marco amplio de referencia...



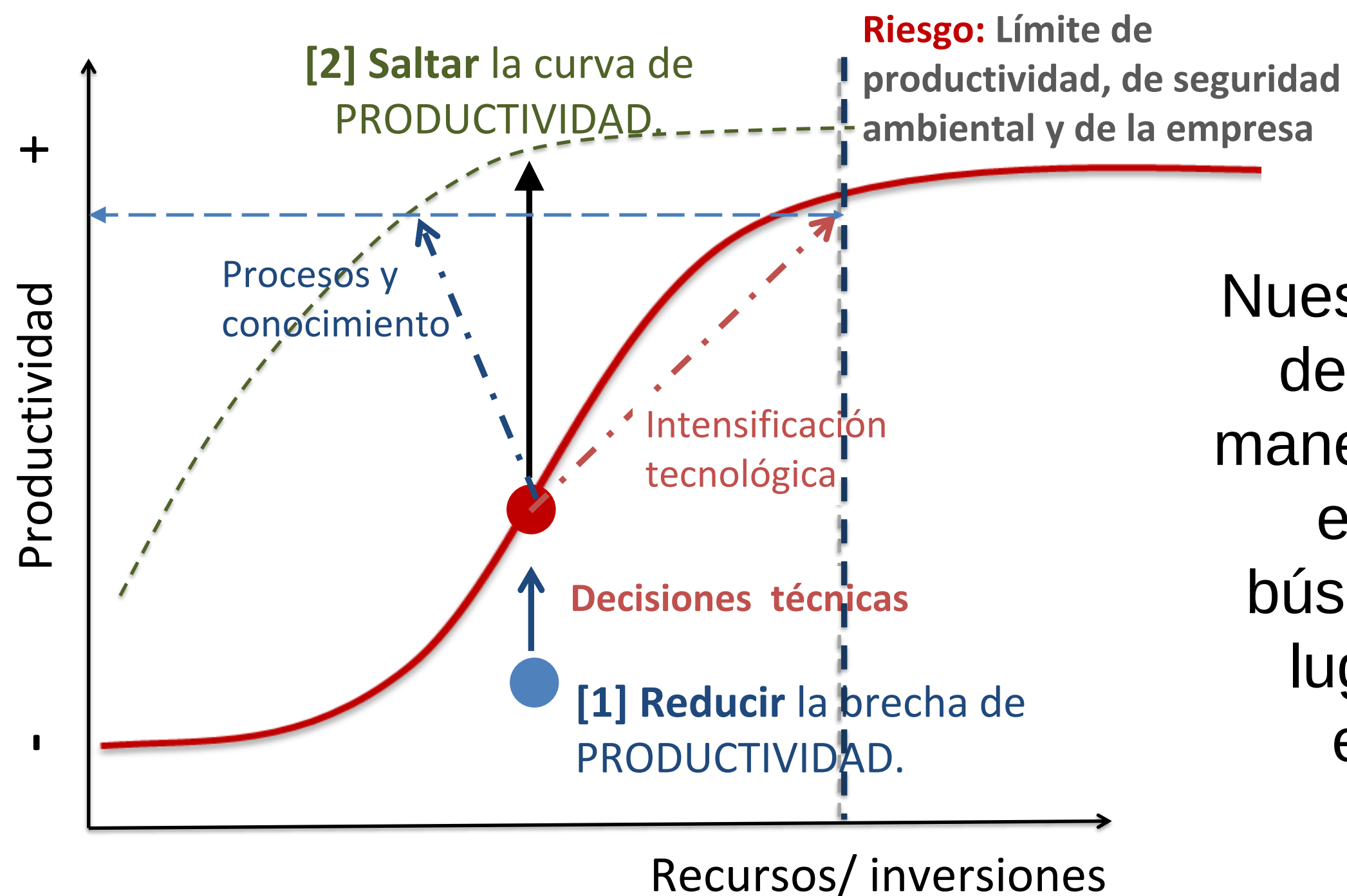
Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE

Veamos entonces como ha jugado y juega esa agricultura tomando de base un marco amplio de referencia...



Nuestros planes y decisiones de manejo nos ponen en algún la búsqueda de un lugar de este esquema.

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE

Fuente: Satorre et.al., 2025 (en prensa)

[1]

Tecnologías



Suelo [2]

Reconocimiento y Manejo de la Heterogeneidad (ej. Procesos del agua, profundidad)

Paisaje



Clima [3]

Aplicación de información y conocimiento del clima en la toma de decisiones en agricultura

En conjunto determinan la productividad y eficiencia del uso de recursos del sistema de producción



El resultado productivo, su variabilidad y el riesgo asociado.

¿Dónde concentramos nuestra atención?

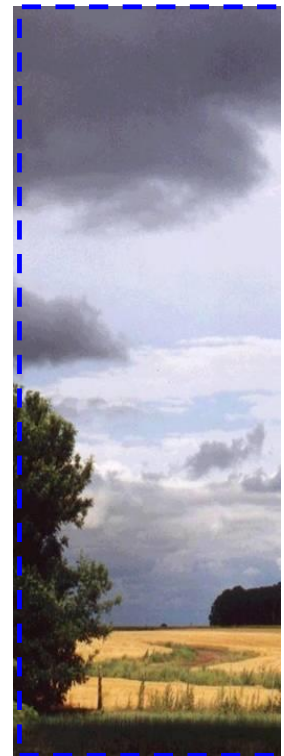
Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles

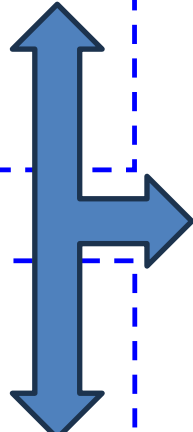


[1] Suelo
Reconocimiento y Manejo de la Heterogeneidad (ej. Agua, profundidad)

Paisaje



[2] Clima
Aplicación de información y conocimiento del clima en la toma de decisiones en agricultura



Fuente: Satorre et.al., 2025 (en prensa)



En conjunto determinan la productividad y eficiencia del uso de recursos del sistema de producción



El resultado productivo, su variabilidad y el riesgo asociado.

¿Dónde concentramos nuestra atención?

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE

El ambiente modula una gran parte de la condición de los cultivos durante sus períodos críticos de determinación del rendimiento en los suelos agrícolas.



Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE

La sostenibilidad se refiere a una cuestión proyectada a futuro... que abre un espacio de incertidumbre, donde el conocimiento se convierte en un arma esencial.

“Hoy es el futuro, si lo miramos desde ayer”

Soriano, A.; 1998

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



Δ pH del suelo	Año-2008	Año-2022	PENDIENTE	Signif.
PROMEDIO	6.45	6.12	-0.0236	***
SOJA 1ra	6.57	6.08	-0.0353	***
MAÍZ TEMPRANO	6.22	5.98	-0.0170	***
MAÍZ TARDÍO	6.43	6.59	0.0115	ns

Variación promedio de pH en suelos agrícolas del Núcleo Norte de la región Sudeste de CREA entre 2008 y 2022.

- Las reducciones de pH difirieron entre lotes dependiendo de los cultivos.

Δ P(ppm) del suelo	Año-2008	Año-2022	PENDIENTE	Signif.
PROMEDIO	6.38	11.14	0.3398	***
SOJA 1ra	5.98	11.22	0.3743	***
MAÍZ TEMPRANO	6.56	11.27	0.3368	***
MAÍZ TARDÍO	7.54	9.52	0.1414	*

Variación promedio de P Bray1 (ppm) previo a la siembra, en suelos agrícolas del Núcleo Norte de la región Sudeste de CREA entre 2008 y 2022.

- El nivel de P Bray1 de los suelos aumentó de manera diferente al inicio de los cultivos.
- En los lotes de soja de 1ra fue mayor y en los de maíz tardío (mayormente sobre suelos PSO) fue menor.

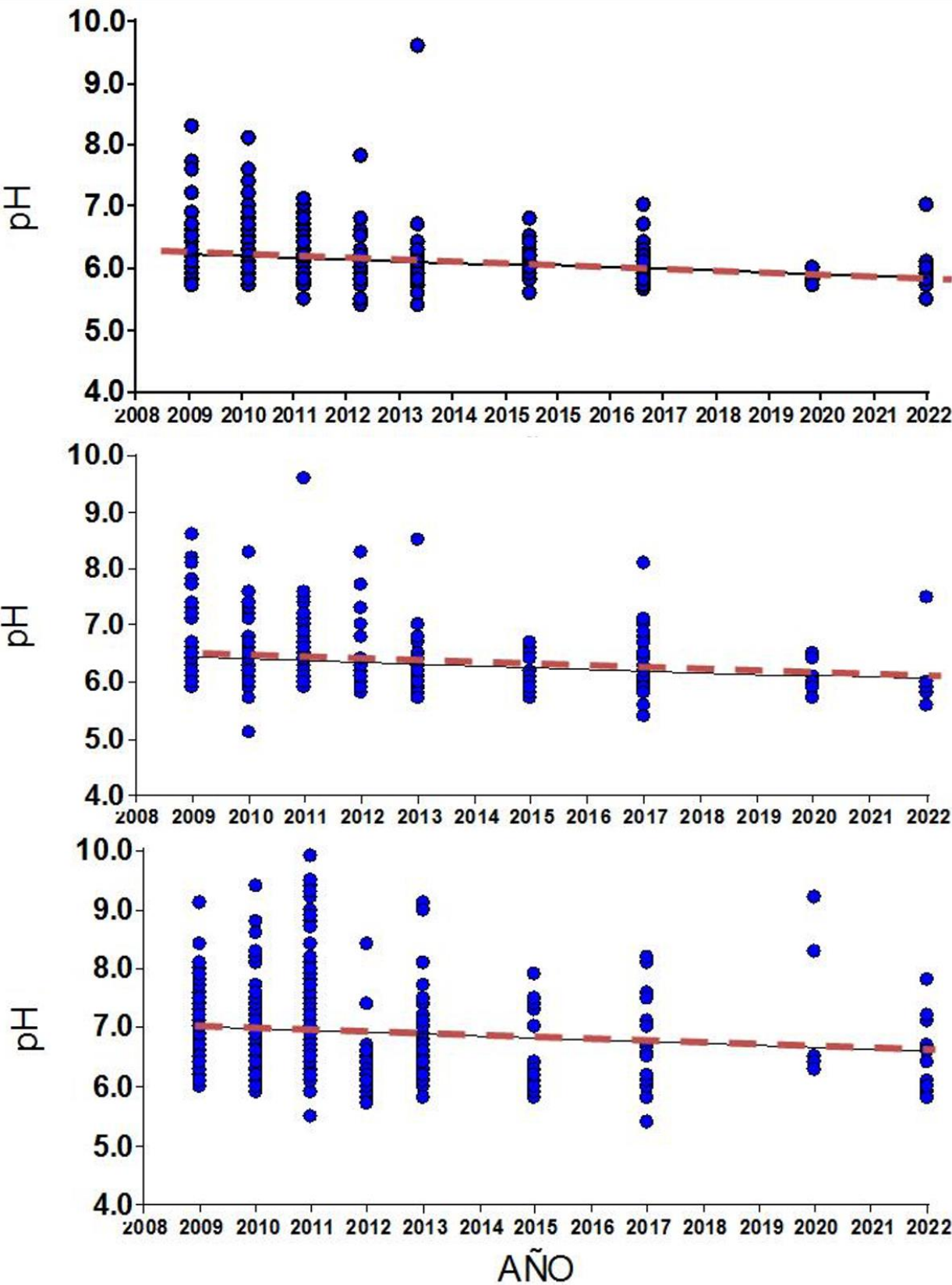
La tecnología (fertilización) puede llegar a esconder el deterioro y los procesos químicos del suelo.

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE



Soja de 1ra – Ambiente FAP

$$\text{pH} = 6,198 - 0,0296 \times \text{año}$$

$b = ***; n = 521$
 $\text{pH (2022)} = 5,78$

Soja de 1ra – Ambiente TIP

$$\text{pH} = 6,47 - 0,0290 \times \text{año}$$

$b = **; n = 340$
 $\text{pH (2022)} = 6,06$

Soja de 1ra – Ambiente PSO

$$\text{pH} = 7,21 - 0,0320 \times \text{año}$$

$b = *; n = 428$
 $\text{pH (2022)} = 6,76$

Variaciones de pH en lotes de siembra de Soja de 1ra en el período 2008 – 2022, en los tres tipos de suelo agrícolas del Núcleo Norte de la región Sudeste.

Fuente: Base de datos Agrícola del región Sudeste-NN.

Se consideraron sólo datos del período 2009-2014.

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



		Año-2008	Año-2022	PENDIENTE	Signif.
SOJA 1ra	GENERAL	26	28	0.1414	***
	FAP	28	31	0.045	*
	TIP	26	31	0.389	***
	PSO	27	24	-0.229	***
		Año-2008	Año-2022	PENDIENTE	Signif.
MAÍZ TEMP	GENERAL	52	52	-0.0465	ns
	FAP	55	49	-0.5629	***
	TIP	51	54	0.2189	***
	PSO	50	50	0.0628	ns
		Año-2008	Año-2022	PENDIENTE	Signif.
MAÍZ TARD	GENERAL	49	26	-1.6305	***
	FAP	55	15	-2.8692	***
	TIP	54	28	-1.8949	***
	PSO	46	26	-1.3707	***

Variación promedio de aplicación de Fósforo de fertilizante (kg P2O5/ha) en los cultivos de los suelos agrícolas del Núcleo Norte de la región Sudeste de CREA entre 2008 y 2022.

- La fertilización fosfatada se redujo en los ambientes PSO de Soja de 1ra y Maíz Tardío y en los ambientes FAP de Maíz Temprano.

Fuente: Base de datos Agrícola del región Sudeste-NN.

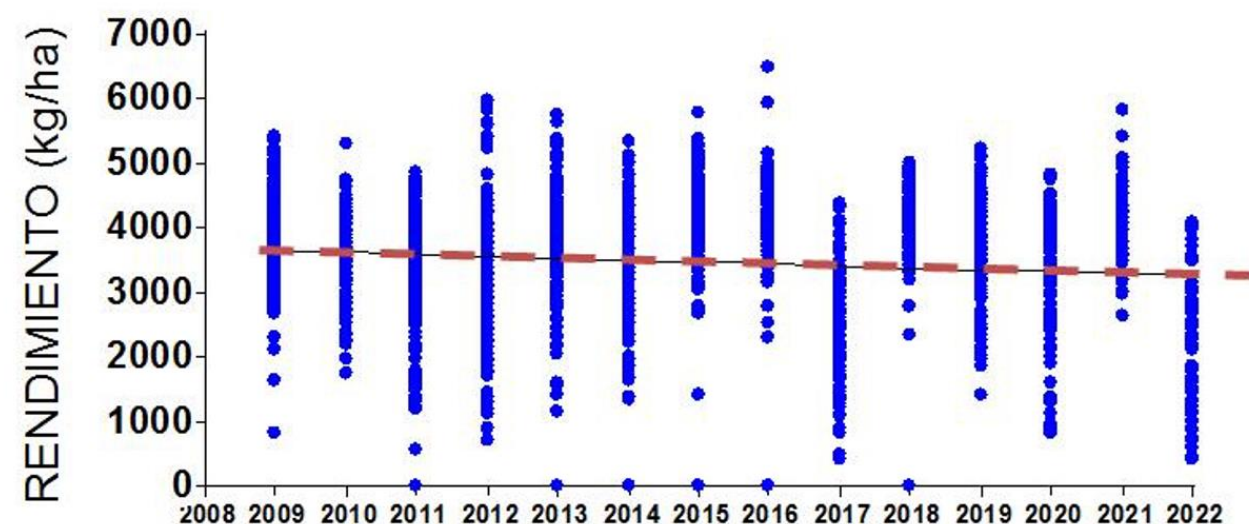
Se consideraron sólo datos del período 2009-2014.

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



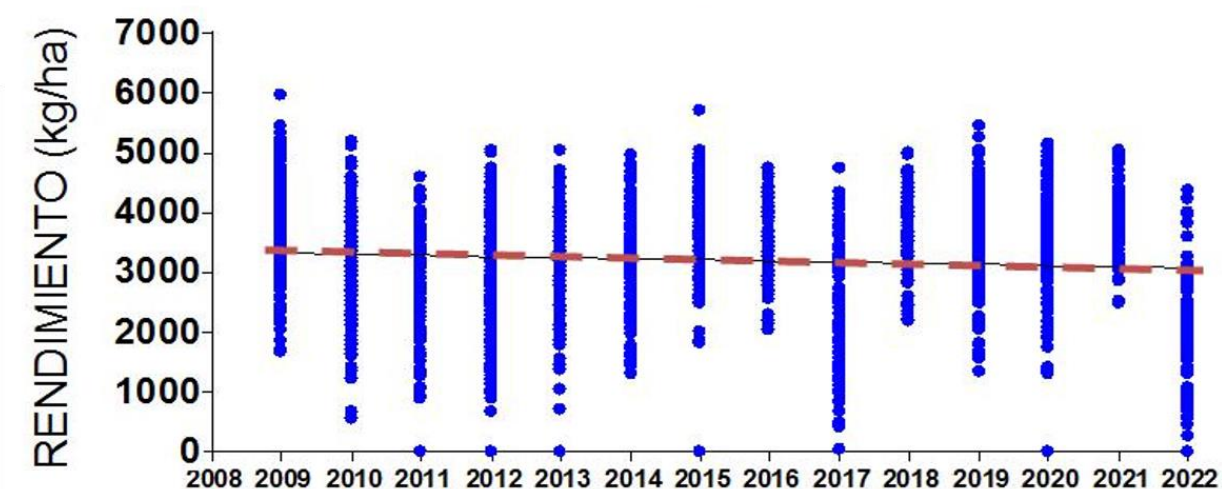
REGIÓN SUDESTE



Soja de 1ra – Ambiente FAP

$$R \text{ (kg/ha)} = 3675 - 29,91 \times \text{año}$$

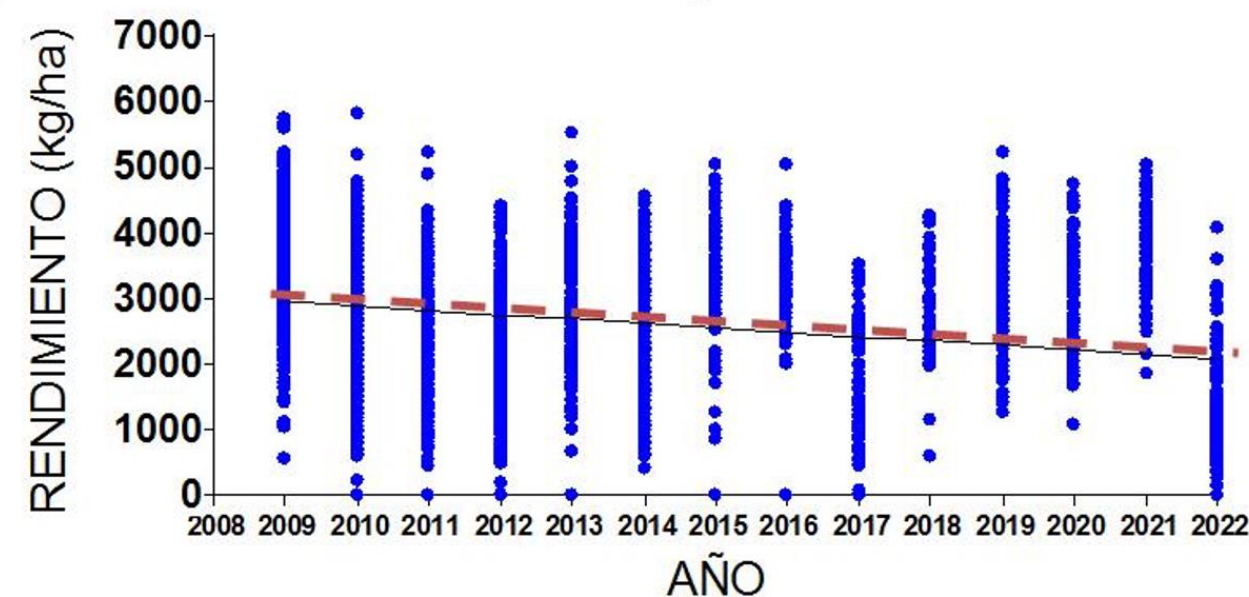
$b = ***; n = 2020$
 $R(\text{kg/ha}; 2022) = 3255$



Soja de 1ra – Ambiente TIP

$$R \text{ (kg/ha)} = 3336 - 17,83 \times \text{año}$$

$b = ***; n = 1975$
 $R(\text{kg/ha}; 2022) = 3086$

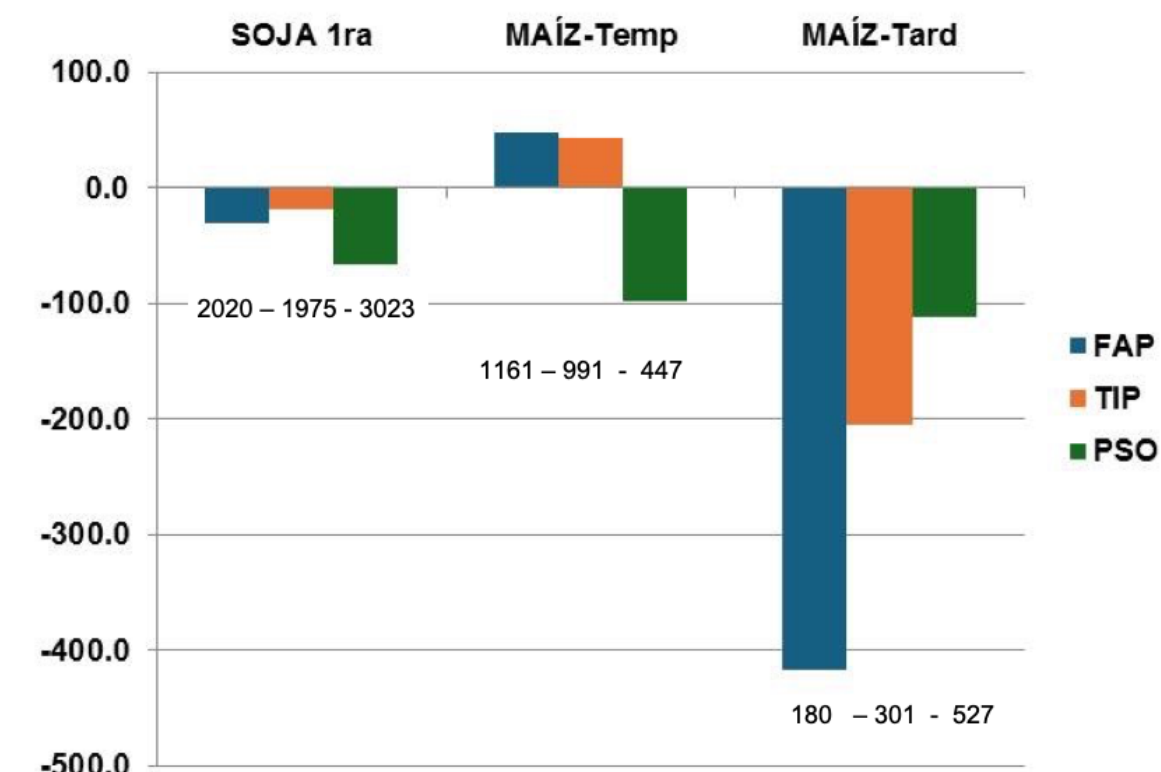


Soja de 1ra – Ambiente PSO

$$R \text{ (kg/ha)} = 3018 - 66,05 \times \text{año}$$

$b = ***; n = 3023$
 $R(\text{kg/ha}; 2022) = 2093$

¿Que estaría pasando con los rendimientos?



(*) Los valores representan incremento o reducción del rendimiento por año.

(**) Los números indican el N° de lotes utilizados en cada caso.

Valores de la pendiente de la relación rendimiento-año de tres cultivos en distintos ambientes agrícolas entre 2009 y 2022.

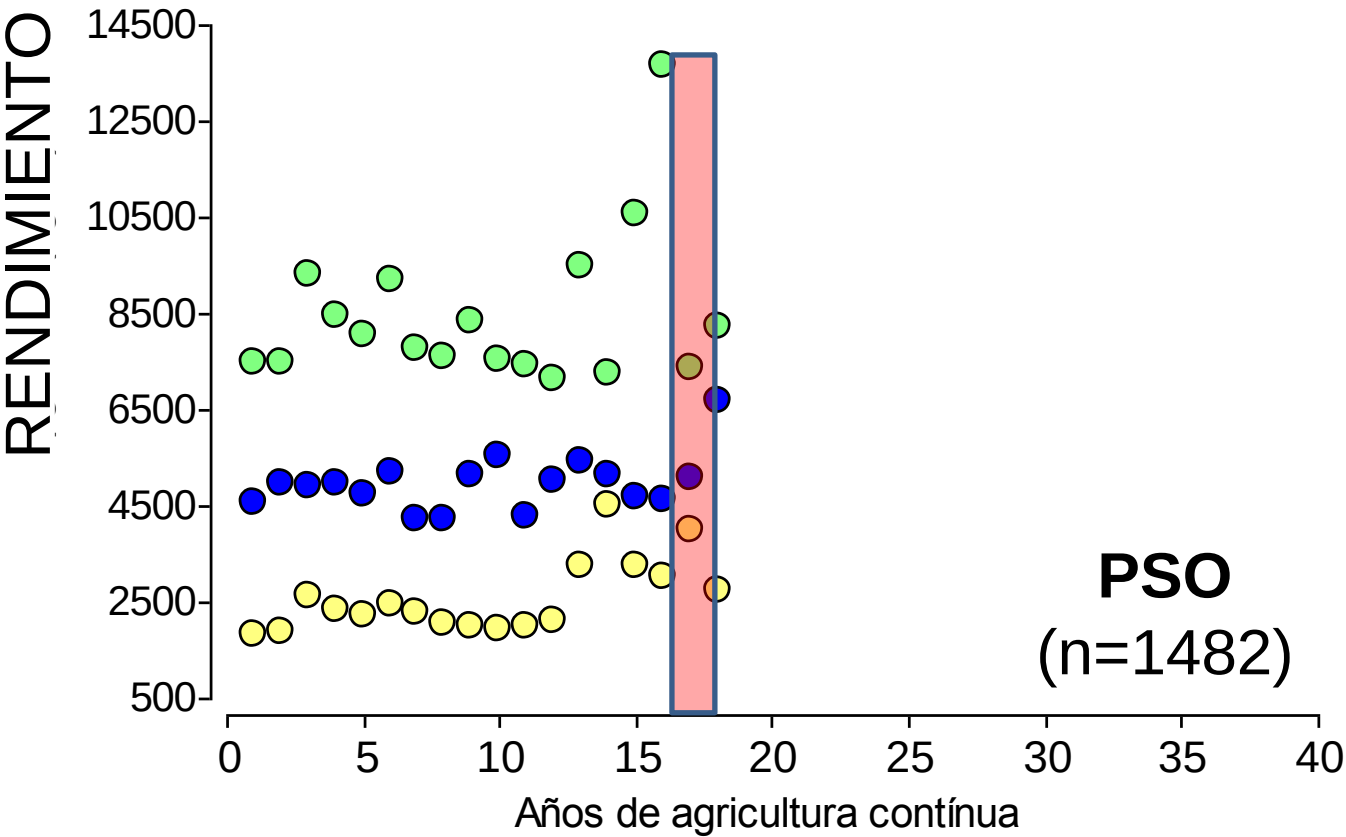
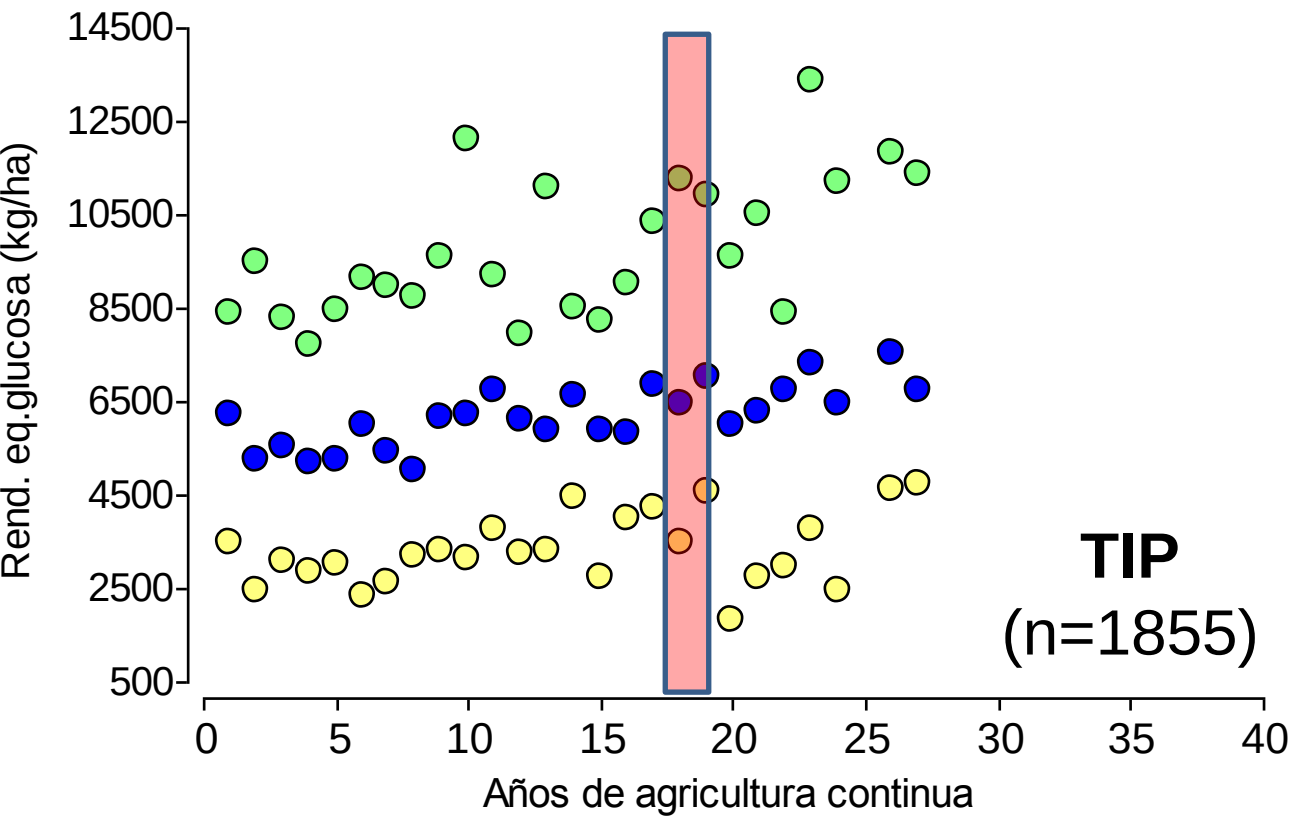
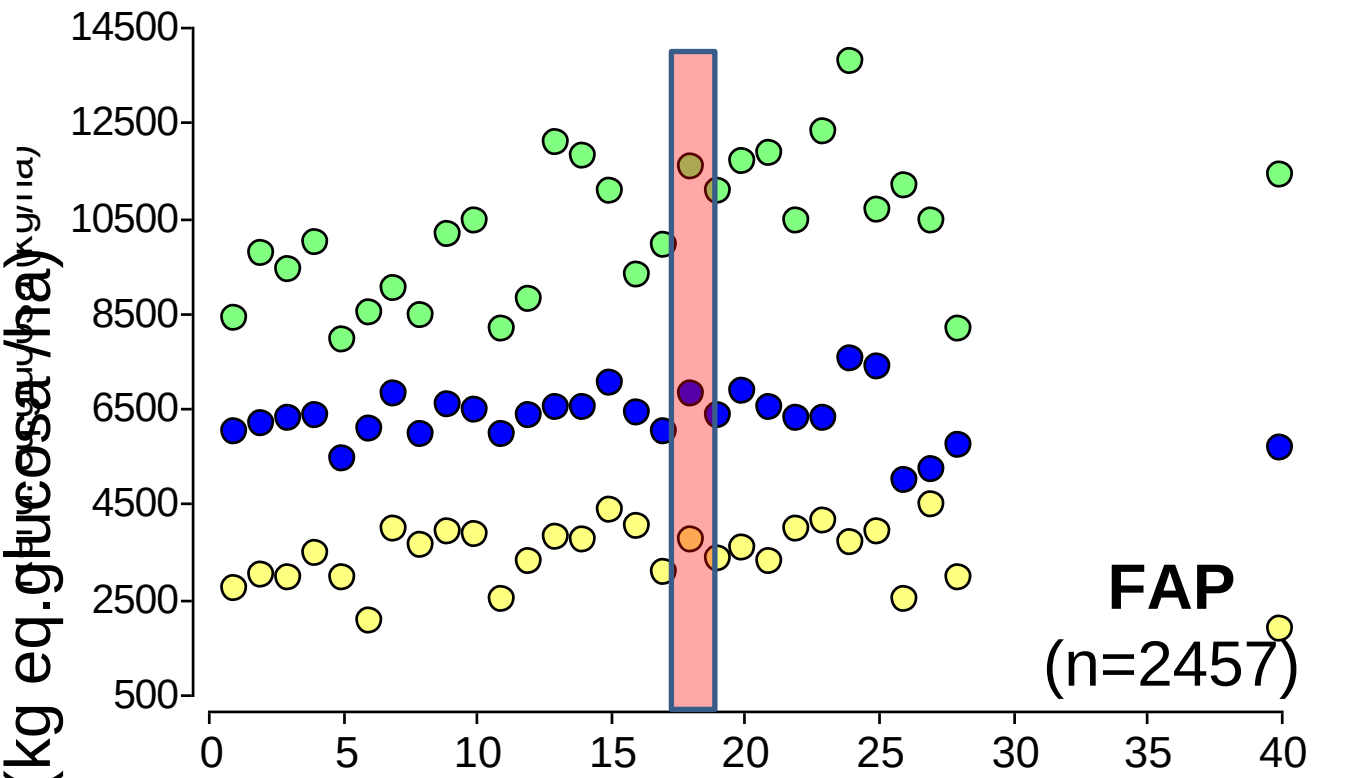
Base de datos del Núcleo Norte de la región Sudeste de CREA.

Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE



Puntos de color:
VERDE= Percentil (90)
AZUL = Mediana
AMARILLO= Percentil (10)

(*) La barra vertical indica el N^a de años de agricultura continua a partir del cuál se produciría una reducción de la productividad en los ambientes FAP (únicos ambientes en el que el parámetro resultó significativo estadísticamente).

Rendimiento de cultivos de grano según **años de agricultura continua de lotes**, en cada uno de los tres ambientes agrícolas del Núcleo Norte de la Región Sudeste de CREA.

Fuente: Base de datos Agrícola del región Sudeste-NN.

Se consideraron sólo datos del período 2009-2014.

Para sostener la productividad de los cultivos en suelos agrícolas, a nivel de establecimiento, en la región, se pueden capturar beneficios de:

- **Sistemas Agrobiodiversos:** Una agricultura con diferentes especies, genética y manejos.
- **Sistemas diversificados:** Manejos y paisajes que incluyen intencionalmente elementos distintos en varias escalas temporales (incluso especies perennes) y espaciales para mantener la sostenibilidad, productividad y estabilidad de los sistemas agropecuarios.
- **Sistemas mixtos:** Con cultivos y pasturas/ganado en el mismo establecimiento integradas y con fuertes interacciones.

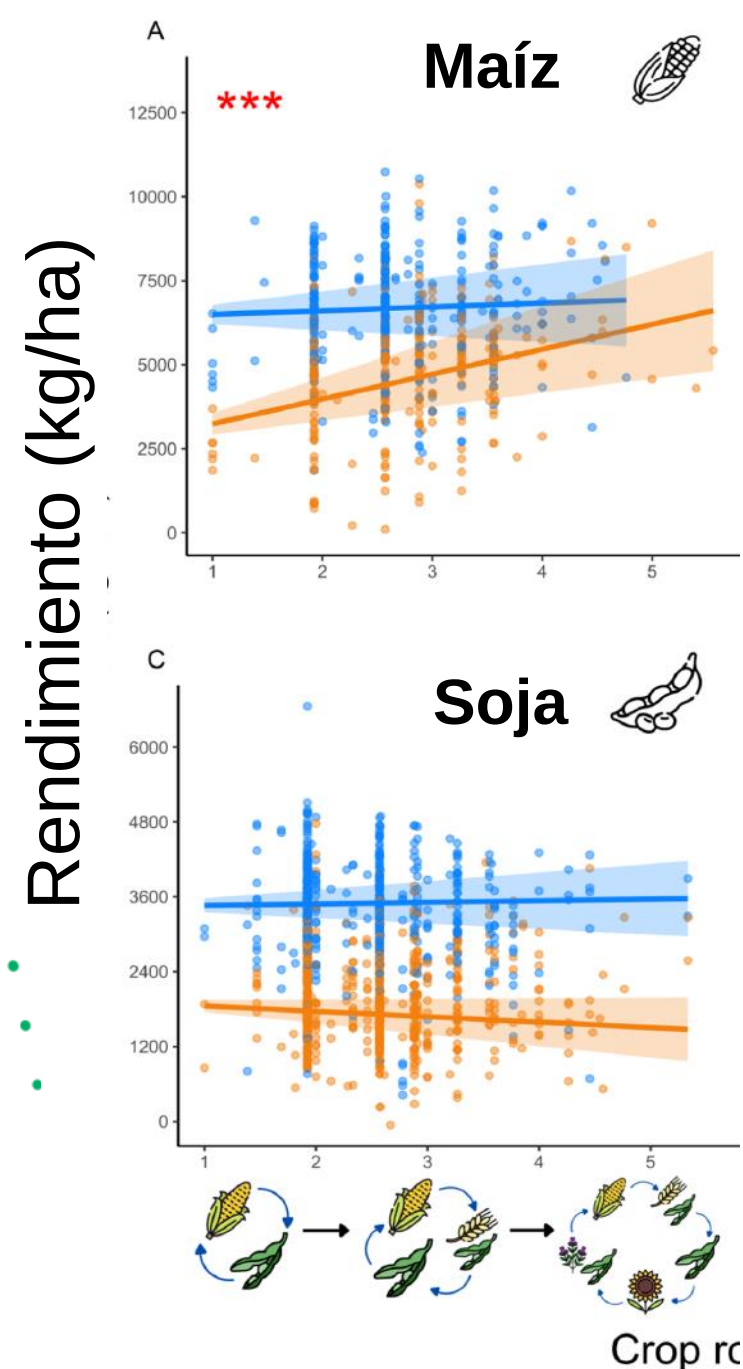
Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



REGIÓN SUDESTE

¿Qué interacciones positivas podrían reducir el ritmo de deterioro de esos ambientes en los paisajes agrícolas? ... unos pocos ejemplos.



(1) La Diversidad de la rotación agrícola

La **diversidad** de las rotaciones mejora el rendimiento de **maíz en años secos** y reduce el **EIQ** del sistema.

En soja no tendría ($p > 0,10$) un impacto significativo en el rendimiento.

Año **normal** en azul y **seco** en naranja.

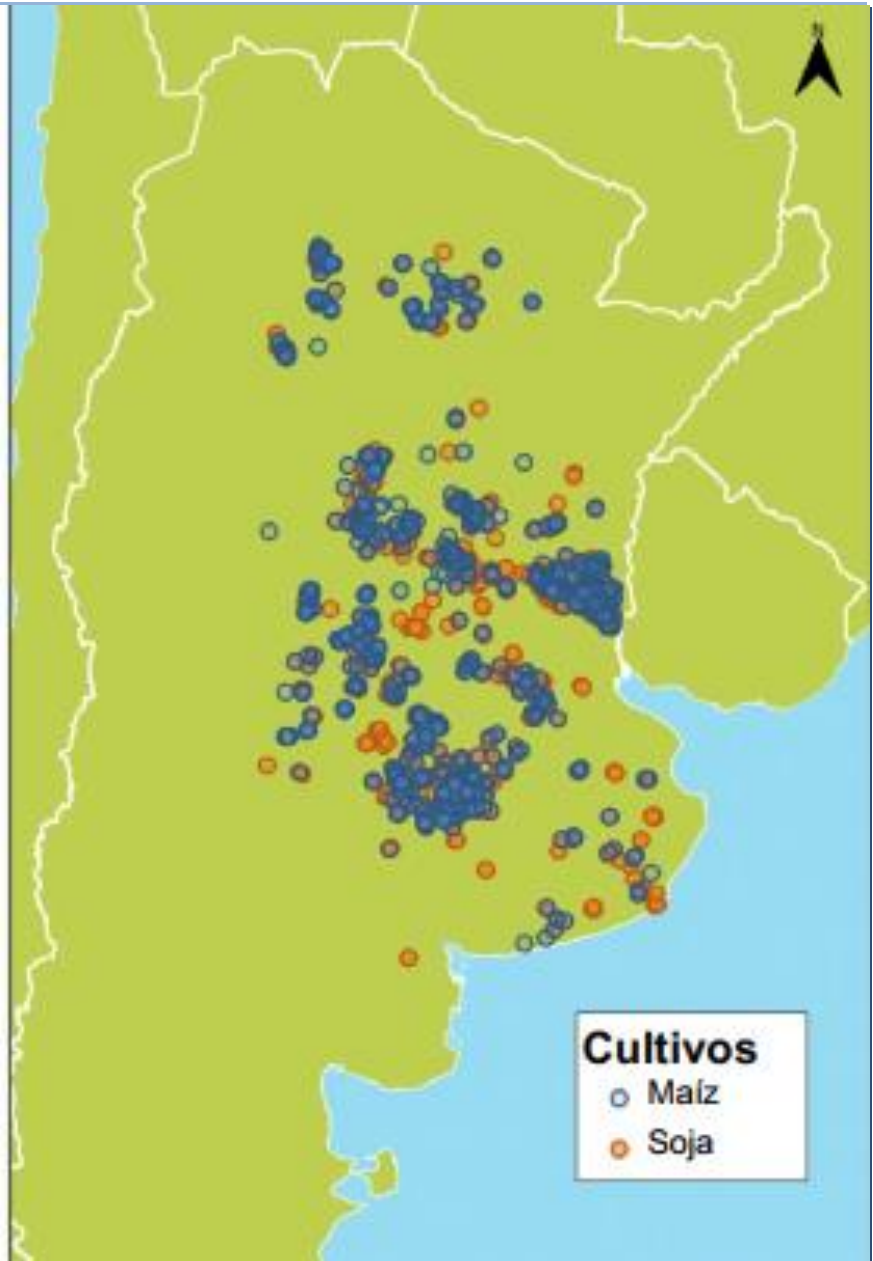
Fuente: Leguizamón et al. (385) 2025
Agriculture, Eco. & Env.

Sobre datos de
DAT CREA (2025)



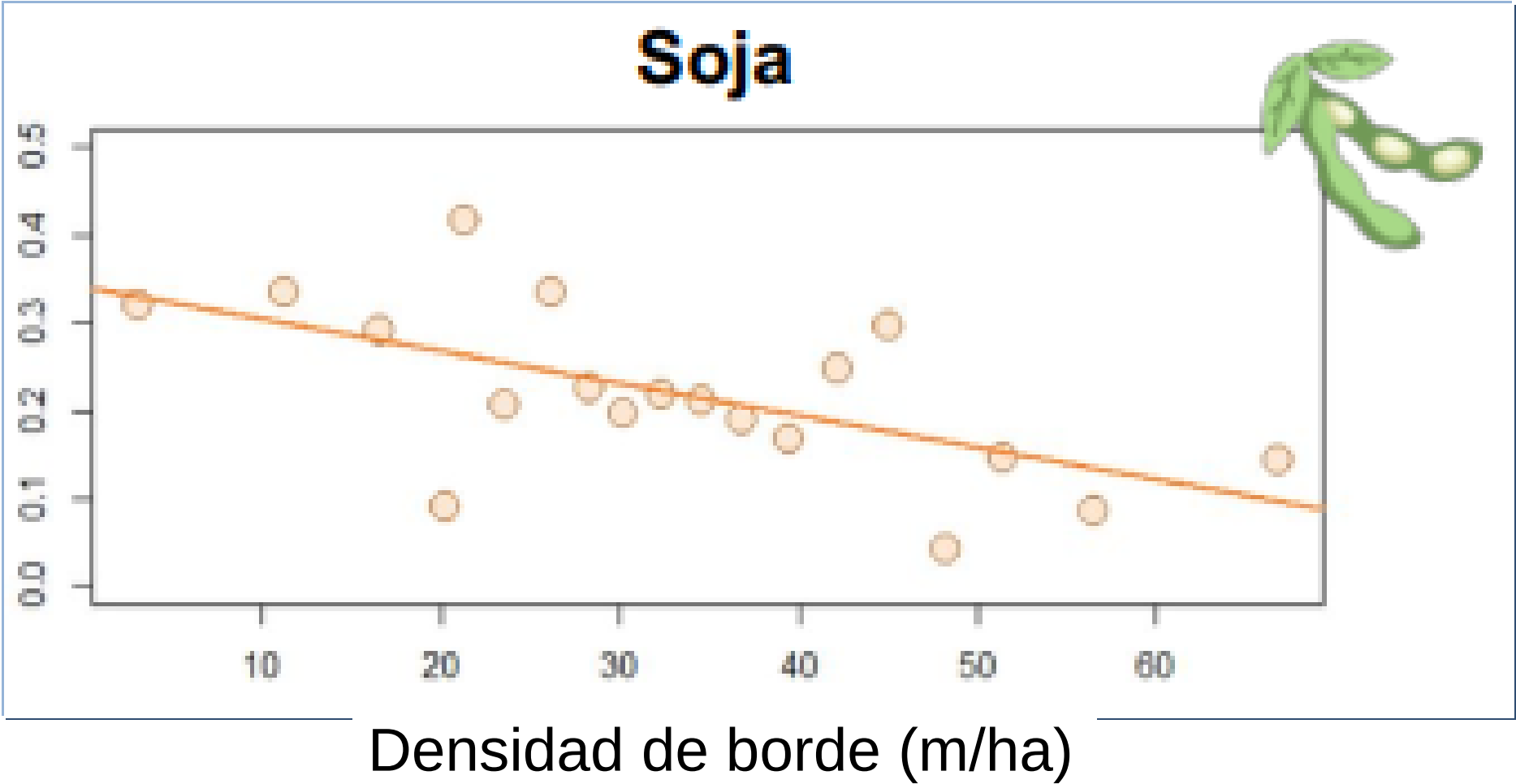
Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



(2) La Diversidad del paisaje agrícola

Proporción de malezas resistentes a herbicidas



3 veces menos malezas resistentes



La diversidad del paisaje redujo la abundancia de malezas resistentes en los lotes de soja y de maíz.

Sobre 2846 lotes de soja (y 1539 de maíz).

La sostenibilidad tiene mucho que ver con lo que pasa en el paisaje



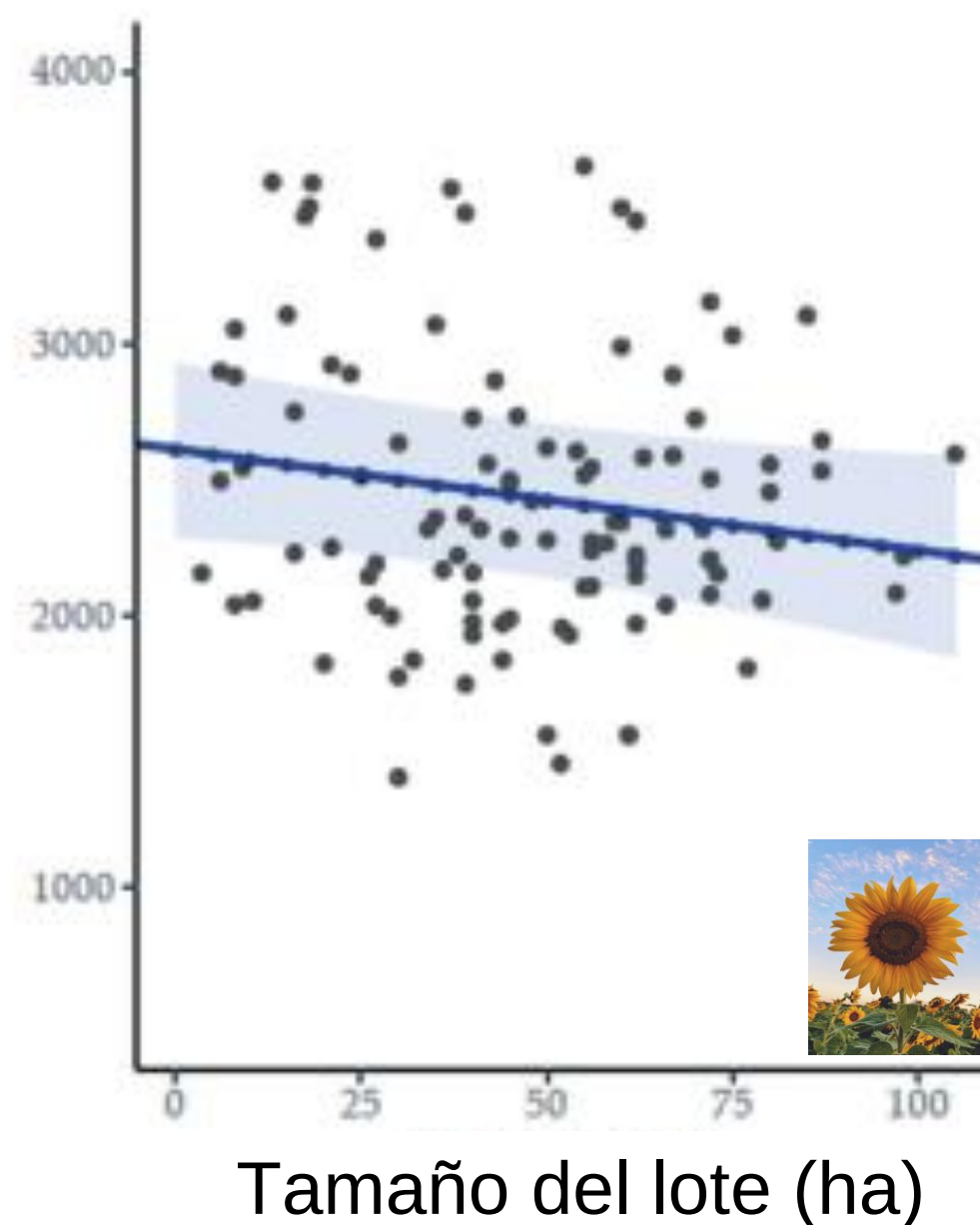
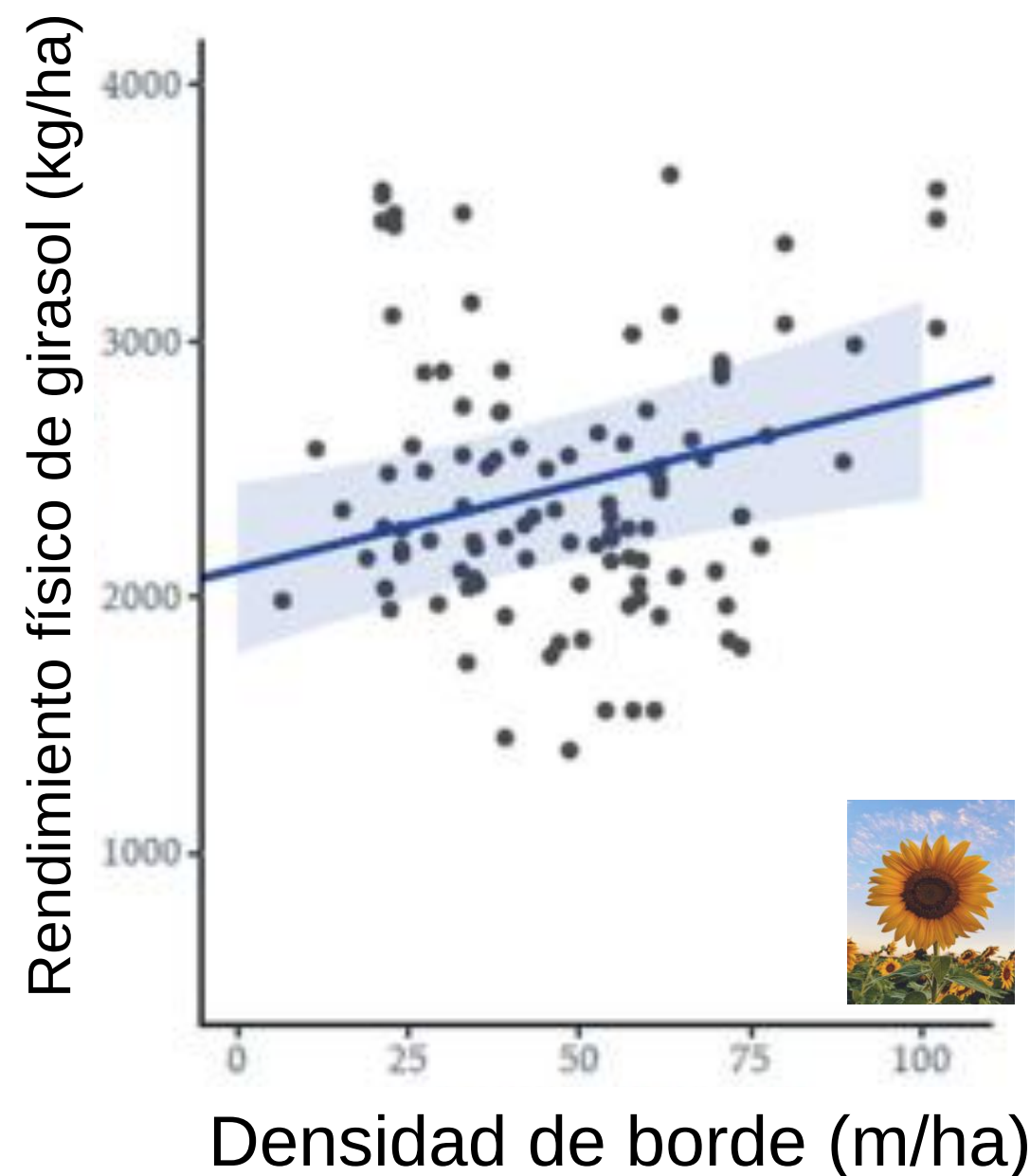
Agriculture, Ecosystems & Environment
Volume 342, 1 February 2023, 108260



Smaller agricultural fields, more edges, and natural habitats reduce herbicide-resistant weeds

Lucas A. Garibaldi^{1,2,*}, Matías G. Goldenberg^{1,2}, Alfred Burian^{3,4}, Fernanda Santibañez^{1,2}, Emilio H. Satorre^{5,6,7}, Gustavo D. Martini⁷, Ralf Seppelt^{4,8,9}

(3) La Diversidad del paisaje agrícola y el rendimiento



- Hay indicios que más **diversidad en el paisaje** aumenta la productividad de **girasol**.
- Sin embargo, no aumentaría los rendimientos de **soja y maíz**.

Fuente:

-Goldenberg, et.al. (2023). **Ec. Austral** 33:170-177

-Goldenberg, et.al. (339) 2022. **Agriculture, Eco. & Env.**



Sobre datos de
DAT CREA (2023)

¿Qué interacciones positivas con la ganadería podrían reducir el ritmo de deterioro y aumentar la sostenibilidad de los ambientes agrícolas? ... aspectos centrales.

[1] La integración de actividades en el establecimiento confiera a la empresa mayor **resiliencia** (Ej. Frente a un clima variable y mayor probabilidad de eventos extremos) por alguno o varios de tres mecanismos:

- **Mayor diversidad** significa **mayor estabilidad** (alguna actividad será exitosa)
- **Mayor diversidad** es mayor **complementariedad**, el aprovechamiento y eficiencia del uso de recursos es mayor en sistemas integrados, ricos en interacciones por complementariedad y disparidad funcional.
- **Mayor diversidad** requiere **mayor capacidad** y actitud de las personas.

¿Qué interacciones positivas con la ganadería podrían reducir el ritmo de deterioro y aumentar la sostenibilidad de los ambientes agrícolas? ... aspectos centrales.

[2] Efectos sobre las propiedades físicas del suelo bajo diferentes manejos en el período 2006 – 2018 (con evaluaciones realizadas en 2018 en Anguil (La Pampa)

	MO	MOJ	DA	PT	Ma	CR	DAM	I Ac	I B	Raices
LL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F+A	85	97	123	86	74	106	104	66	72	84
A+A	91	100	110	89	81	107	100	78	77	108
Ag	68	55	128	78	59	125	106	38	37	39

Materia orgánica total (MO), materia orgánica joven (MOJ), densidad aparente (DA), porosidad total (PT), macroporos (Ma), compactación relativa (CR), densidad aparente máxima (DAM), infiltración acumulada (I Ac), infiltración básica (I B).

LL: Pastura permanente de Llorón; F+A (Festuca + Agropiro) y A+A (Agropiro + Alfalfa) entre 2006 y 2012 con agricultura y entre 2012 y 2018, pastura; Ag fue agricultura continua 12 años.

Fuente: Fernández, et. al. , 2020
Ciencia del Suelo (Argentina) 38 (1) 133-148

Uso suelo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural
LL	45,9	36,9	17,2	Franco

Unas pocas reflexiones finales

- Parafraseando a Carlos Puricelli (1996) “nos esforzamos más en reducir el ritmo de degradación de la productividad de nuestros cultivos con tecnologías, que en sostener la edificación o reconstrucción del potencial productivo de los suelos”.
- Los indicadores generados a través de la experiencia colectiva CREA sugieren procesos de deterioro y la posibilidad de una pérdida de sostenibilidad derivados de los modelos agrícolas muy simplificados; pero debemos reconocer que aún hoy hay márgenes de maniobra e incertidumbre.
- En ese contexto de incertidumbre, las interacciones agrícola-ganaderas y muchos trabajos recientes, convocan a una vuelta a los sistemas integrados de cultivos y ganadería para aumentar la sostenibilidad de la agricultura.

- Sin embargo, las evidencias del verdadero aporte de la actividad ganadera es fragmentaria. Frecuentemente se apoyan en el análisis en forma aislada de atributos (recursos) y en menor medida de procesos, que tienen mayor valor indicador.
- Cuál es el balance adecuado de Agricultura/Ganadería en sistemas integrados mixtos es aún una pregunta sin resolver, y permanecerá así, a menos que se inicie un programa de trabajo que integre las características propias de la moderna agricultura y ganadería.
- Aún hay escasas evidencias de enfoques sistémicos. Hay mucho por hacer y, sin duda, por sus características la región puede ser una punta de flecha en el tema.

La agricultura enfrenta problemas complejos que, sin dudas generan y generarán nuevos **compromisos, problemas y conflictos** de distintos ordenes que harán necesario un enfoque integrado y multidisciplinario para abordarlos y hallar soluciones efectivas.



Jornada de Actualización Técnica

Rotación con Pasturas - El Camino hacia Sistemas Mixtos Sostenibles



Muchas Gracias!!!

