



Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana

Dr. Ing. Agr Hernán Sainz Rozas

UIB INTA-FCA Balcarce-CONICET



Grupo Relaciones Suelo - Cultivo
Unidad Integrada Balcarce

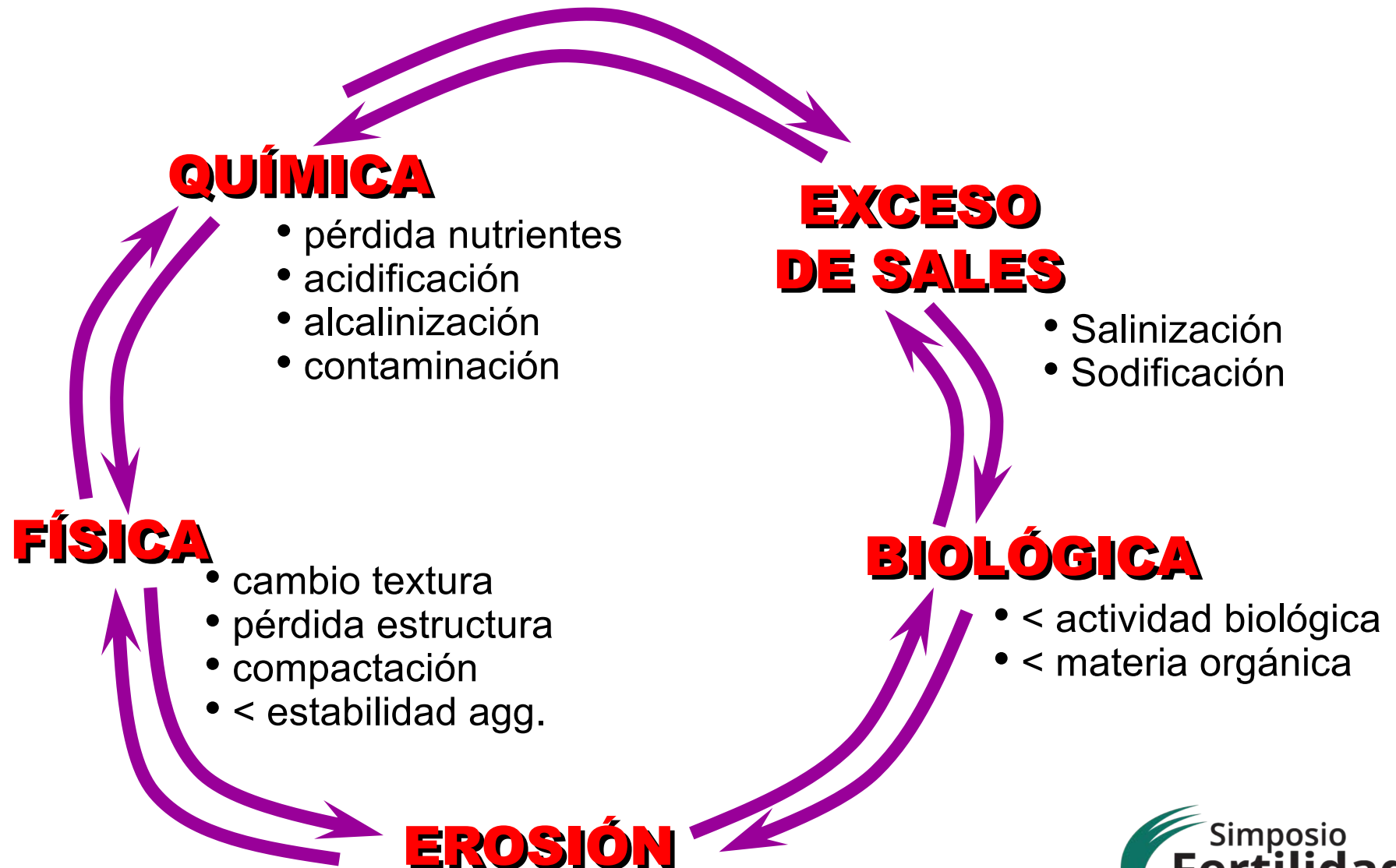
@GRSueloCultivo



Perfil de la producción agropecuaria Argentina: marco de referencia

- ✓ *Agriculturización, rotaciones poco intensivas, baja proporción de gramíneas, caídas en los niveles de materia orgánica (respuesta a N generalizada y en menor proporción a S).*
- ✓ *Aumento del área sembrada y de los rendimientos: **mayor producción y extracción de nutrientes.***
- ✓ *Aumento del consumo de fertilizantes (nitrogenados y fosfatados) y muy baja reposición de cationes básicos y micronutrientes: **Balances de nutrientes negativos y acidificación.***

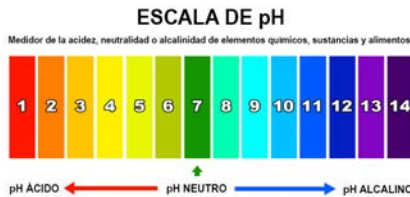
TIPOS DE DEGRADACIÓN (según FAO)



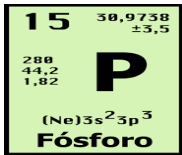
Estado de indicadores de salud de los suelos de la región pampeana: ¿Qué sabíamos hasta el momento?



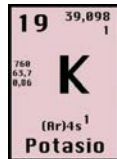
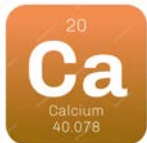
Caídas del 30-50% de la MOS respecto a suelos prístinos según zonas



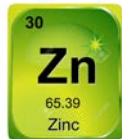
Aumento del área ocupada con suelos con pH de 6,0-6,4 en detrimento del área con pH de 6,5-7,4



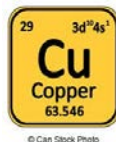
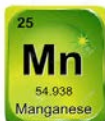
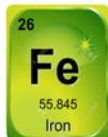
Gran parte de la región pampeana con concentraciones de P-Bray en el rango de media a baja disponibilidad (< 15 mg kg⁻¹)



Reducciones del 18% al 25% respecto a suelos prístinos



Reducción del 72% respecto a suelos prístinos



Sin cambios respecto a suelos prístinos

Estado de indicadores de salud de los suelos de la región pampeana: ¿Cómo evolucionaron dichas variables?

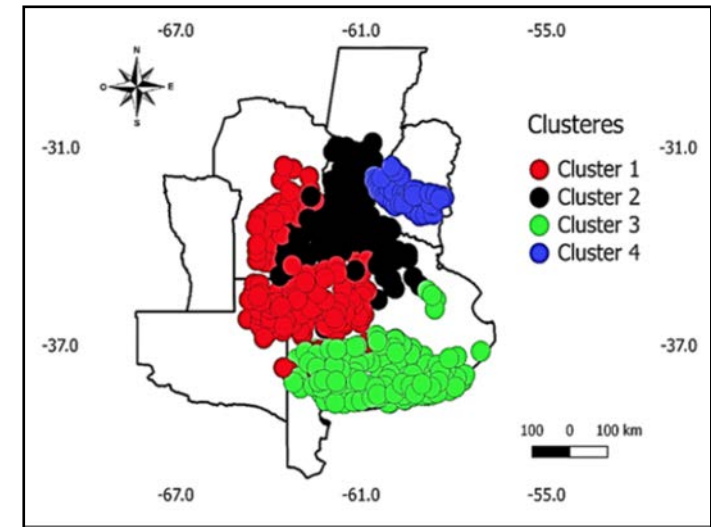
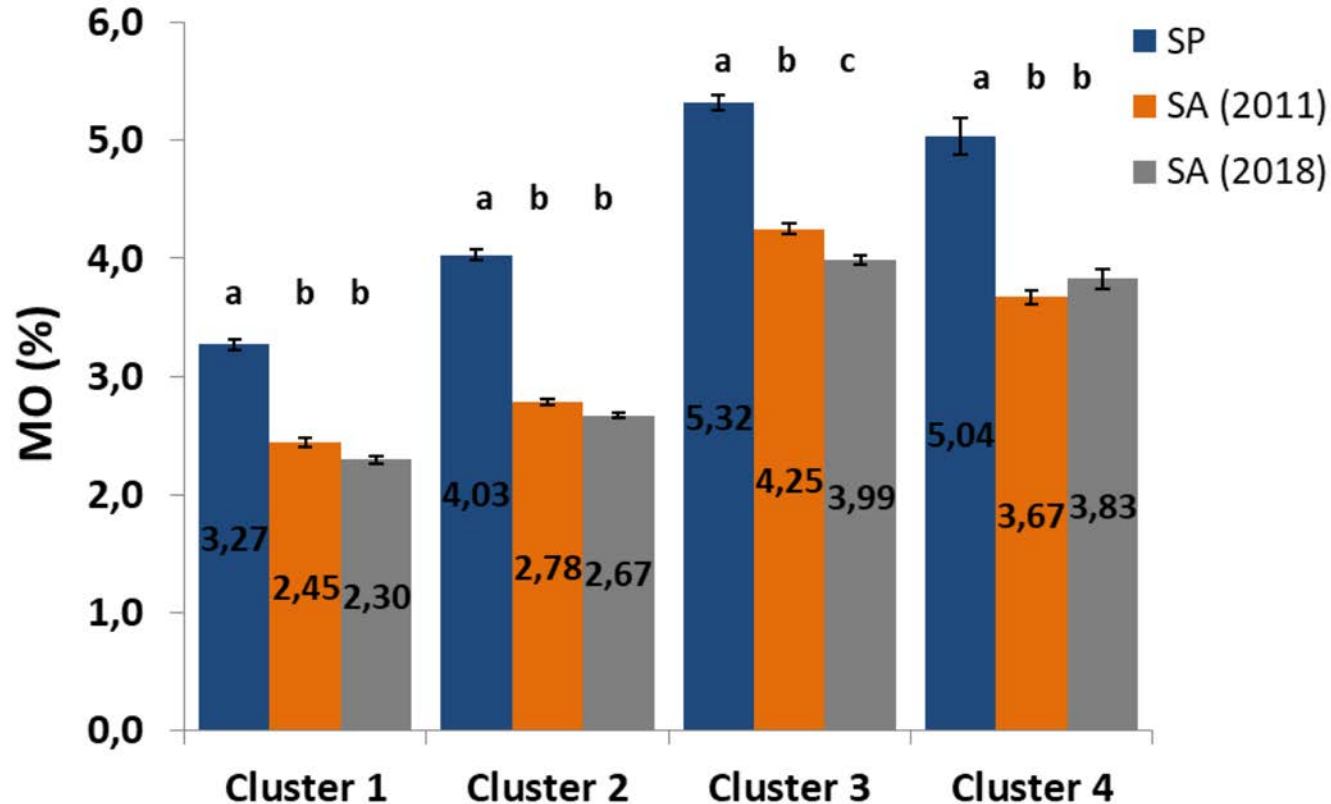
Objetivos

- ✓ ***Determinar los niveles actuales de materia orgánica, pH, P-Bray, cationes básicos y micronutrientes en suelos de la región pampeana Argentina***
- ✓ ***Comparar los niveles actuales con aquellos determinados en el 2011 (en los mismos lotes)***
- ✓ ***Determinar la tasa de caída de nutrientes del horizonte superficial entre 2011 y 2018 (0-20 cm).***
- ✓ ***Predecir el tiempo (años) hasta alcanzar los niveles críticos en los actuales planteos productivos.***

Breve descripción metodológica

- ✓ *Desde julio a septiembre de 2018 se tomaron muestras de 0-20 cm georreferenciadas (570) de los mismos lotes que fueron muestreados en 2011.*
- ✓ *Se realizó un análisis de conglomerados (AC) para agrupar suelos con características edáficas similares (Clusters). [Diapositiva 9.](#)*
- ✓ *Para cada variable y cluster se compararon los valores medios de los suelos prístinos y agrícolas (2011 y 2018).*
- ✓ *Determinación de MO, pH, P-Bray, CIC y micronutrientes catiónicos (DTPA).*
- ✓ *Se ajustaron modelos teóricos a los semivariogramas empíricos y se realizó la interpolación (Kriging ordinario) para la obtención de los productos cartográficos.*

Materia orgánica del suelo

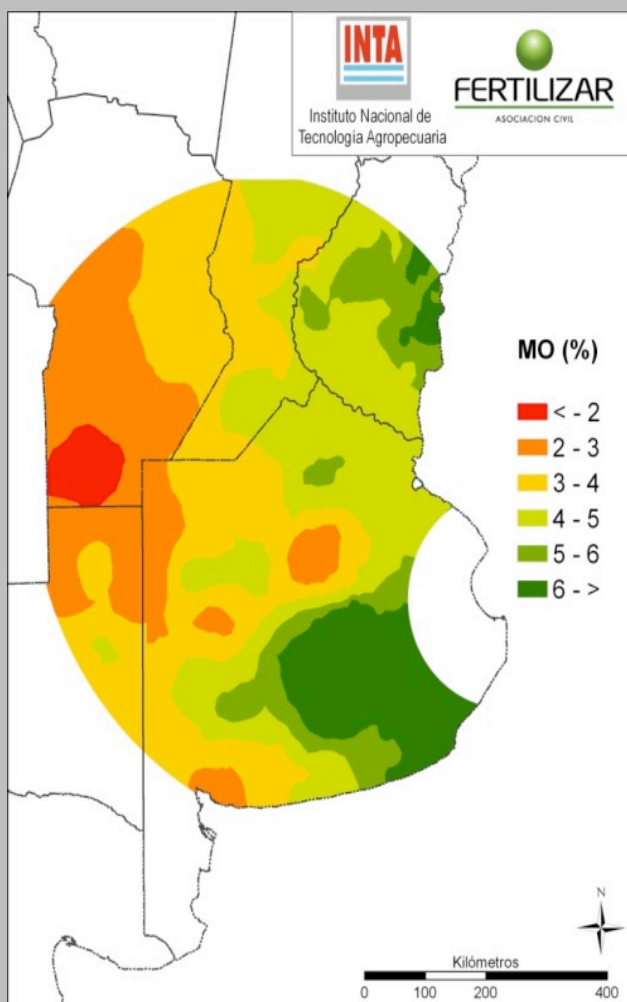


Balance de nutrientes (0-20 cm)

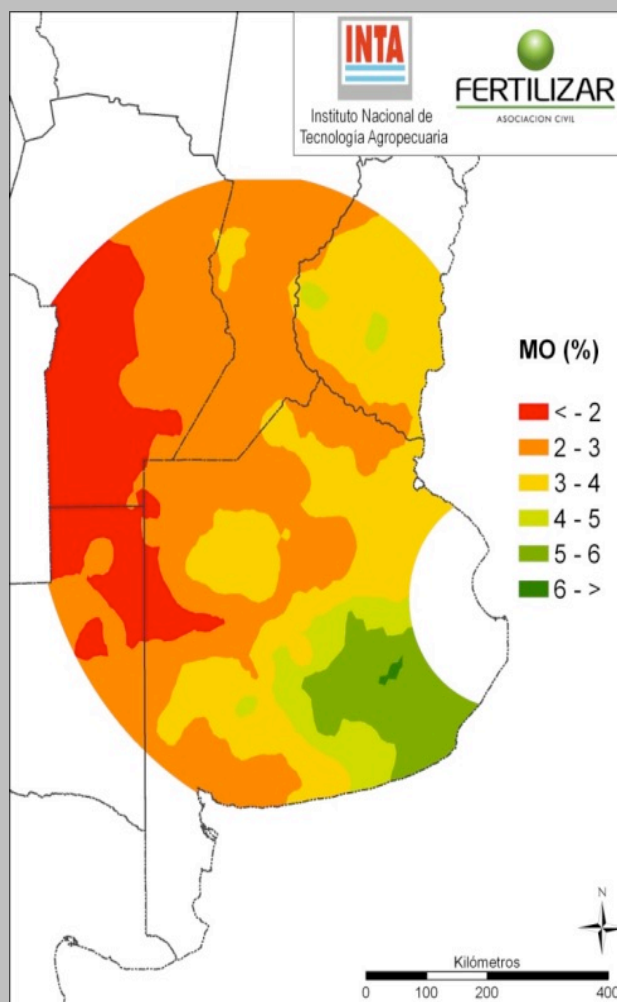
- ✓ *Nitrógeno orgánico: -1150 a -1600 kg/ha*
- ✓ *Azufre orgánico: -144 a -200 kg/ha*
- ✓ *Fósforo orgánico: -144 a -200 kg/ha*

Materia Orgánica

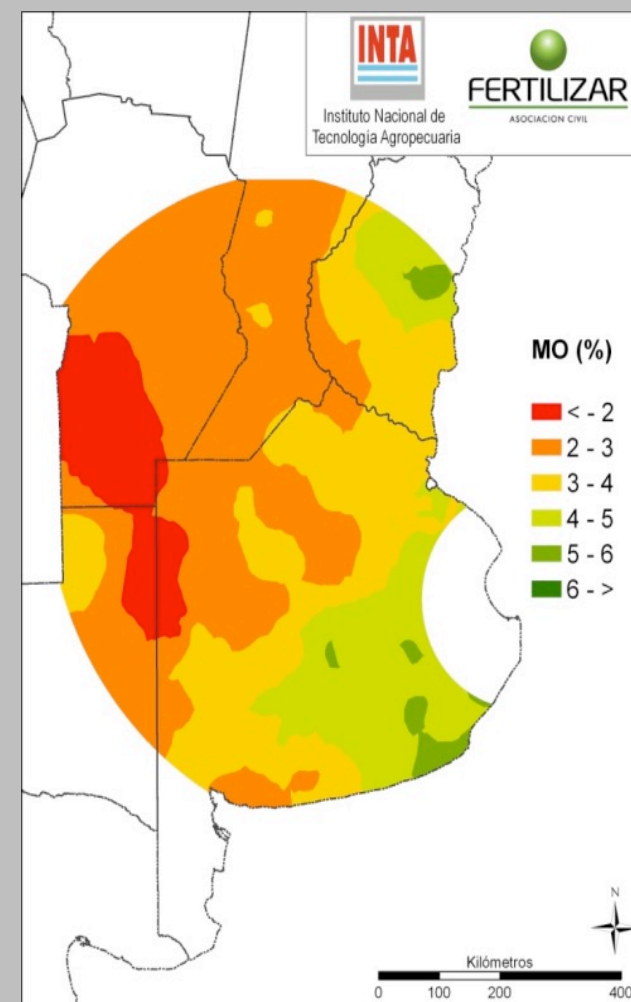
Prístino



2011



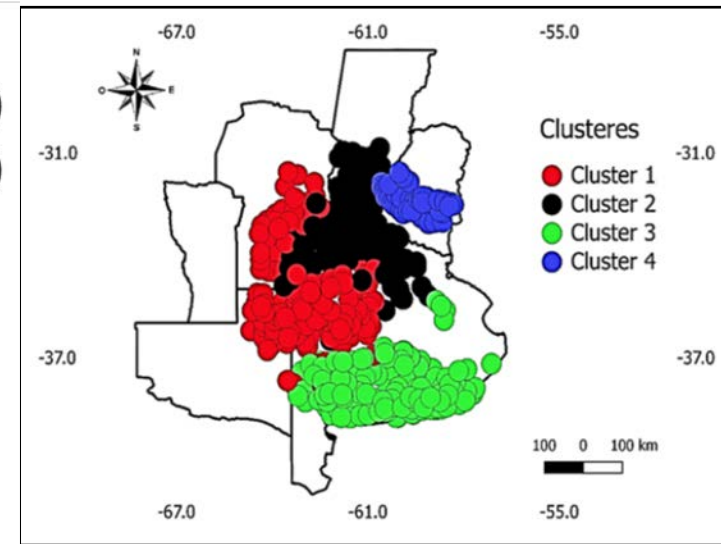
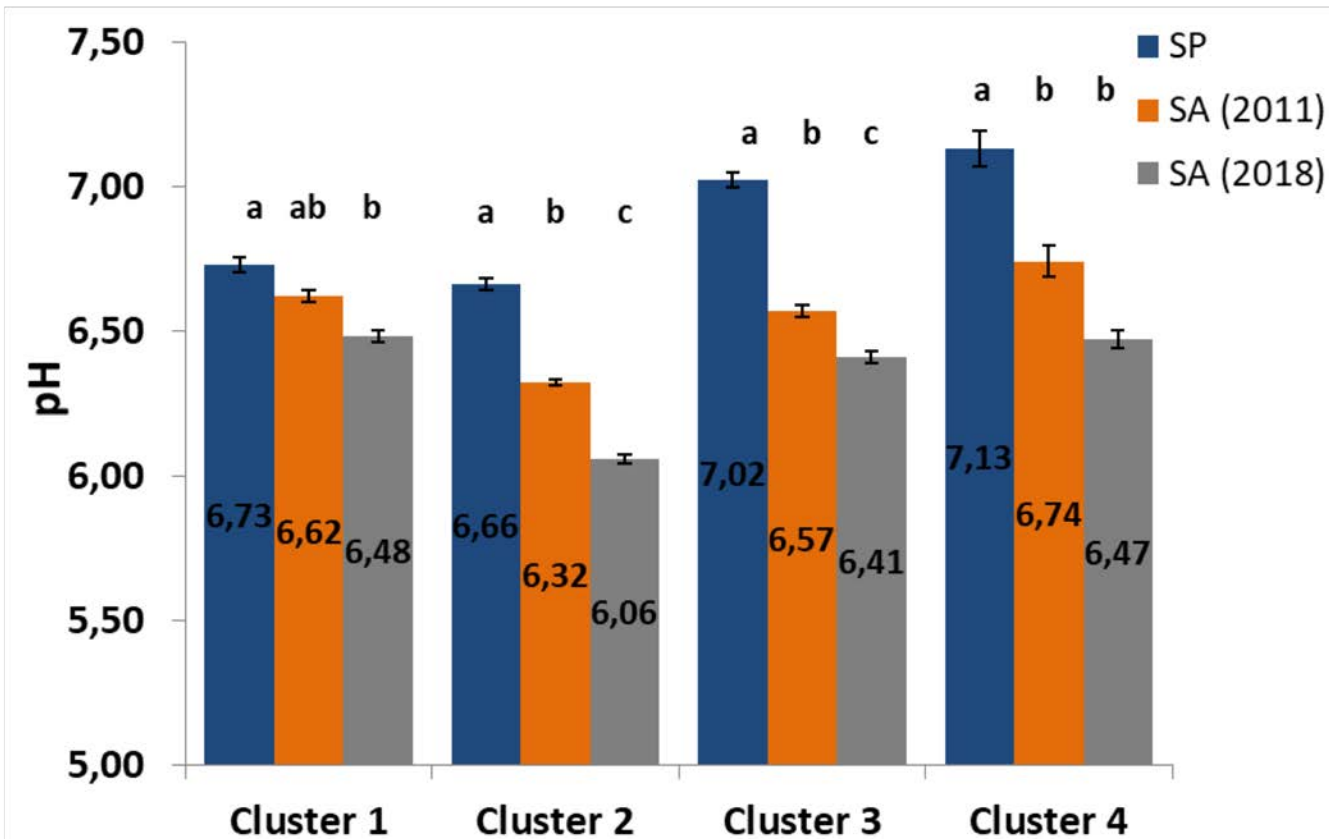
2018



Distribución de valores de Mo en el horizonte superficial (0 a 20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y de suelos agrícolas (muestreados en 2011 y 2018).



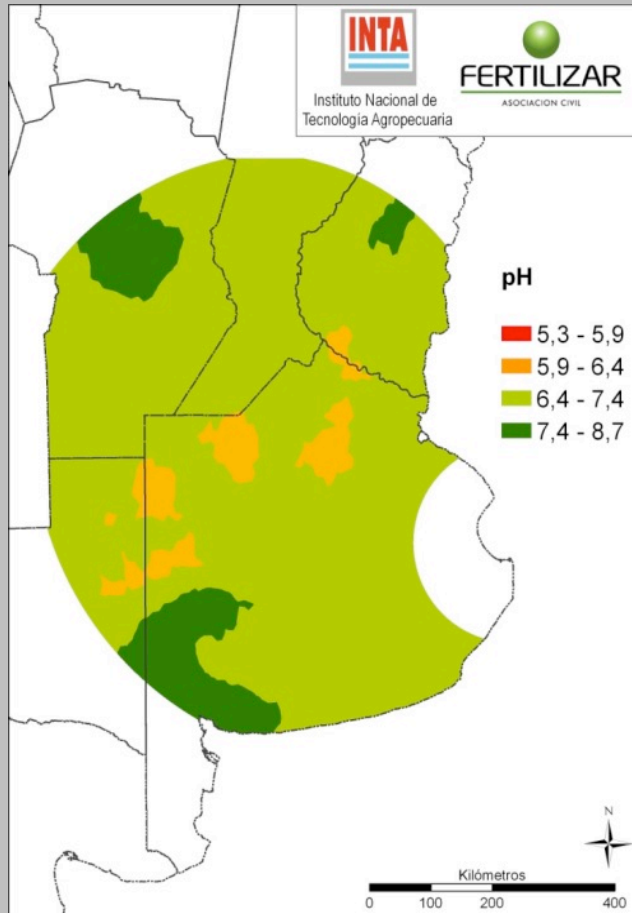
pH del suelo



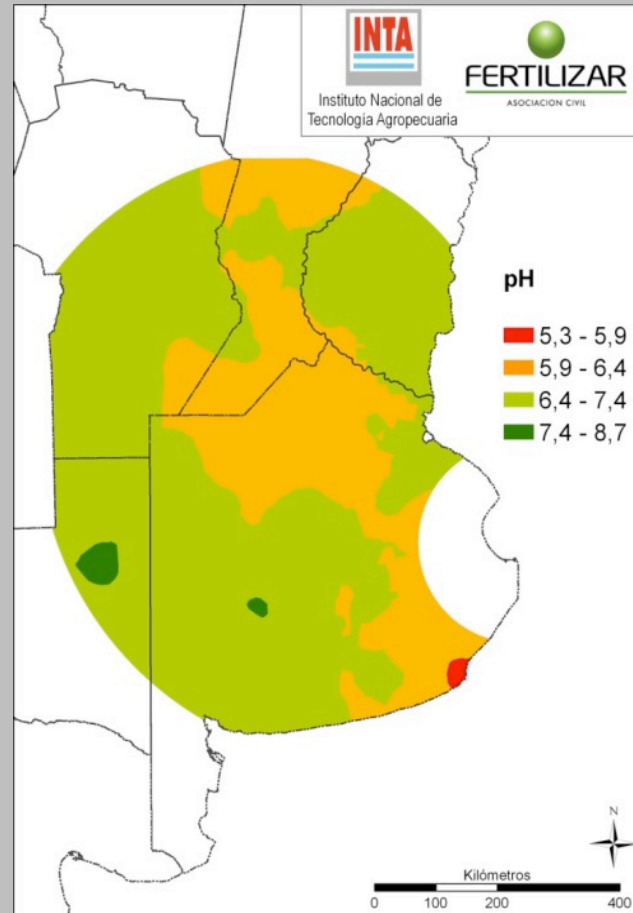
- ✓ En 40 a 50 años de agricultura el pH se redujo en promedio 0,32 unidades
- ✓ En 7 años de agricultura el pH se redujo en promedio 0,21 unidades
- ✓ *Se está acelerando el proceso de acidificación???*

pH

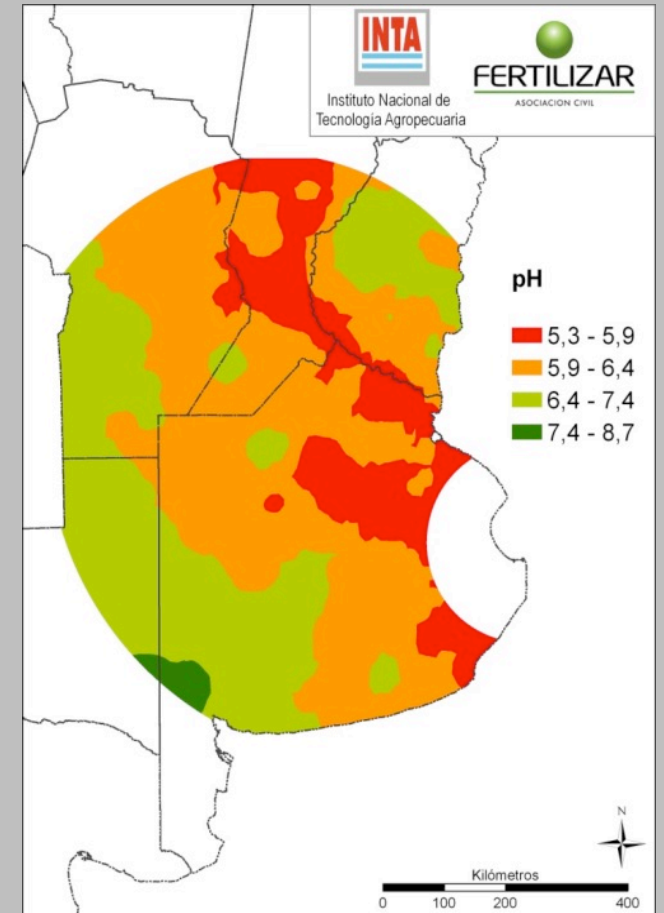
Prístino



2011



2018

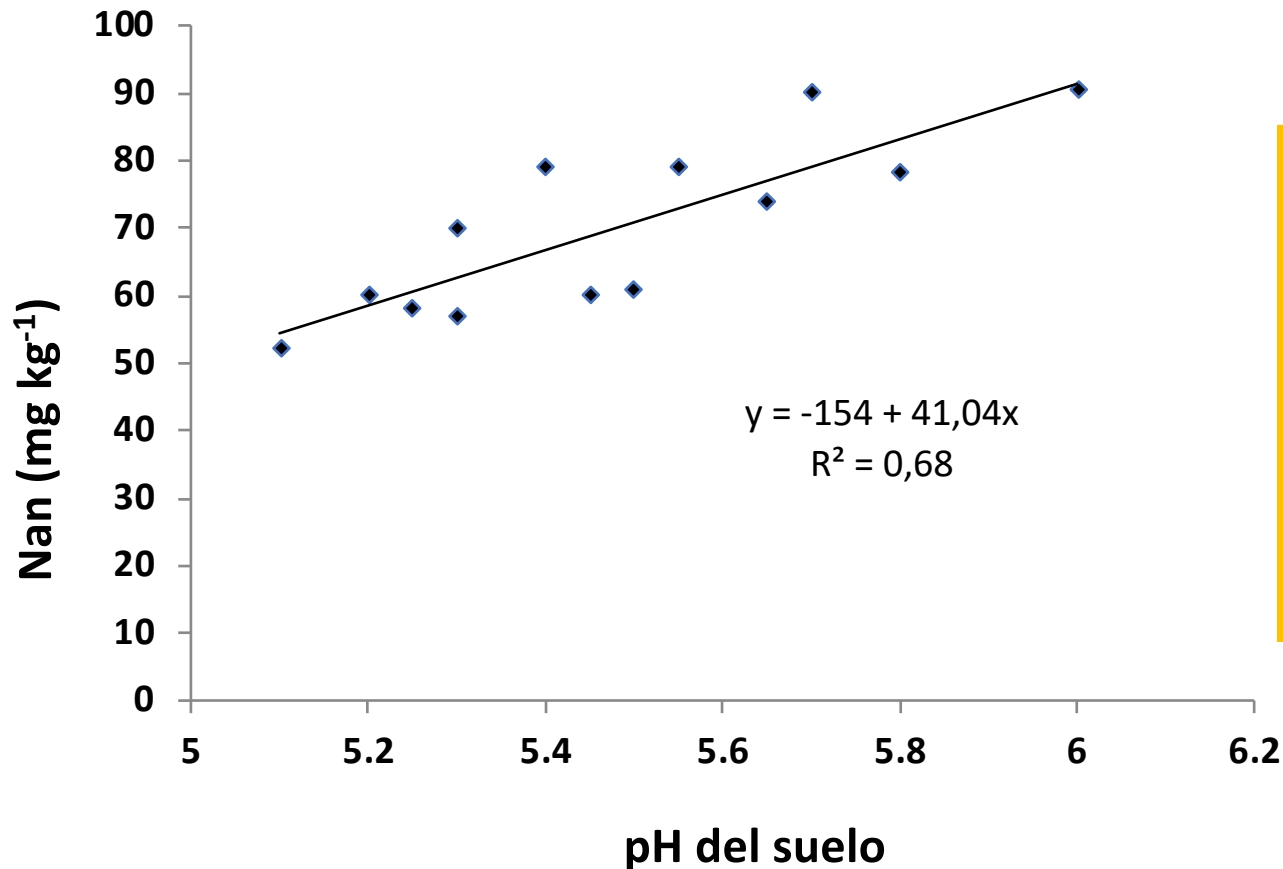


Distribución de valores de pH en el horizonte superficial (0 a 20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y de suelos agrícolas (muestreados en 2011 y 2018).



Funciones del suelo en el ecosistema

Ciclado de nutrientes: *Efecto del pH sobre la mineralización de N*



Entonces

< pH

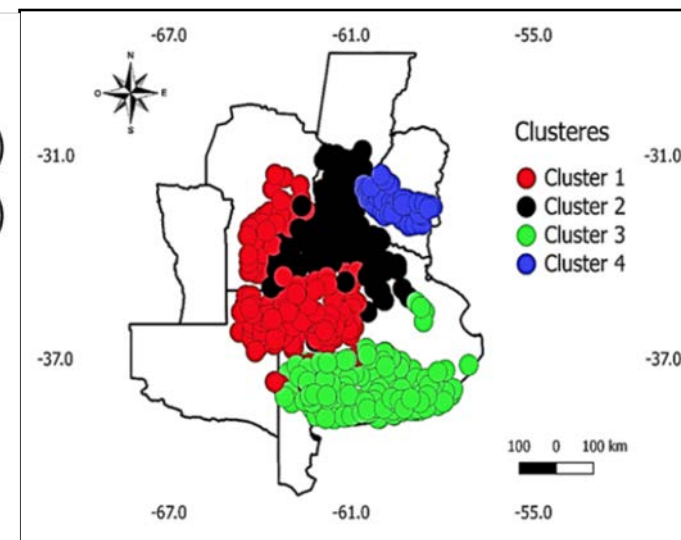
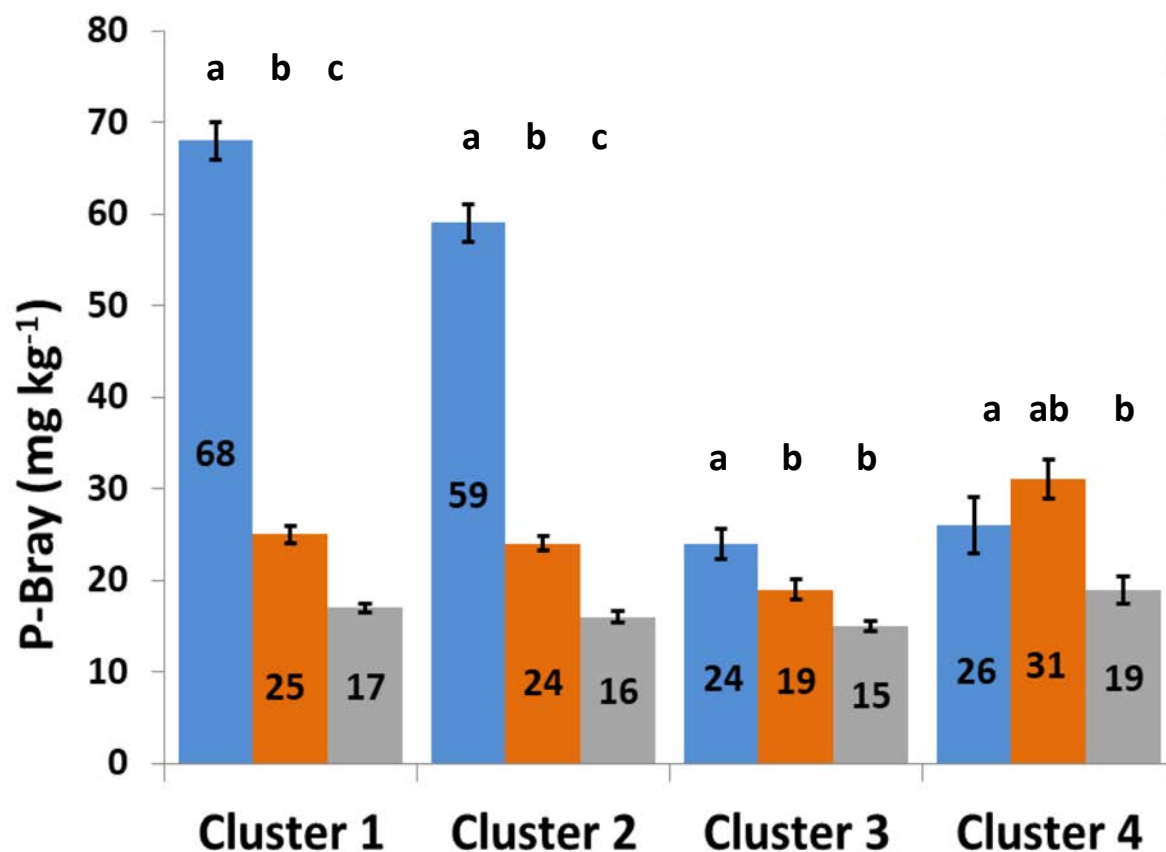
< actividad biológica

< mineralización de N

**> necesidad de
fertilización??**

Fuente: Soon y col. (2007); Divito y col. (2011).

Disponibilidad de fósforo

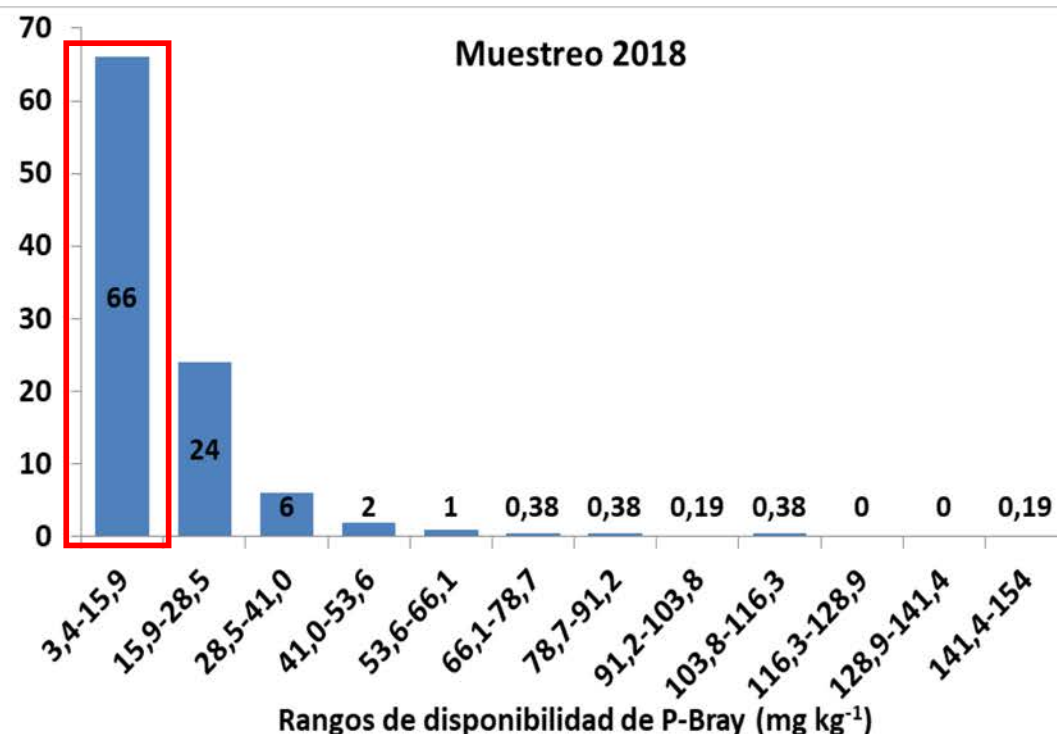
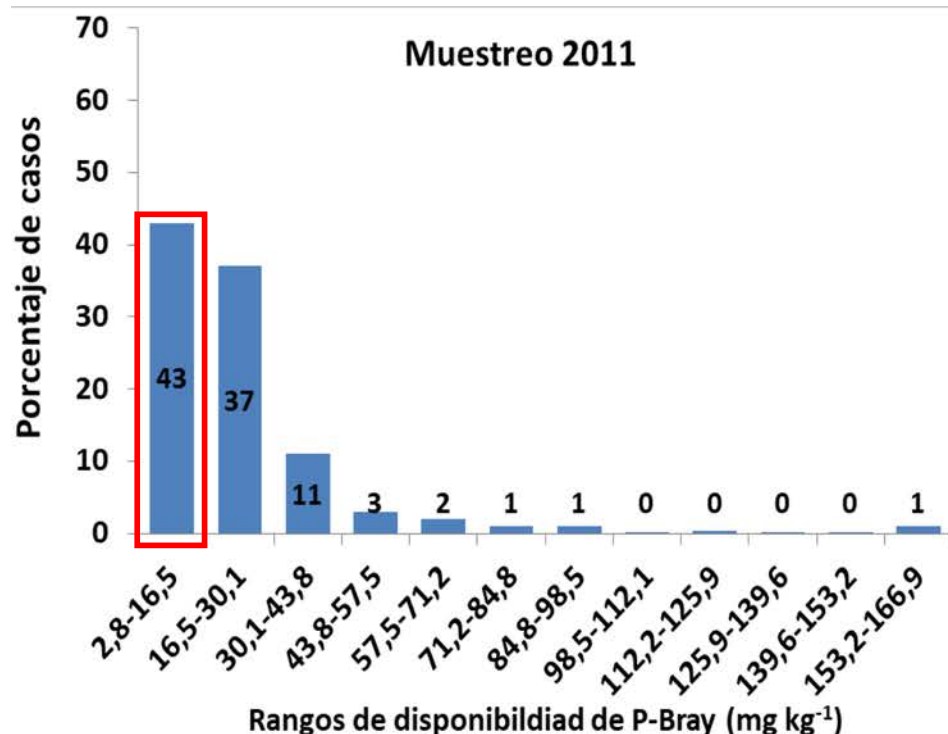


Tasas de dism. (entre 2011 y 2018)

- ✓ C1: 1,14 mg kg⁻¹ año⁻¹
- ✓ C2: **1,14 mg kg⁻¹ año⁻¹**
- ✓ C3: 0,6 mg kg⁻¹ año⁻¹
- ✓ C4: **1,71 mg kg⁻¹ año⁻¹**

5 a 14 kg P ha⁻¹ año⁻¹ de déficit

Distribución de rangos de P-Bray entre 2011 y 2018



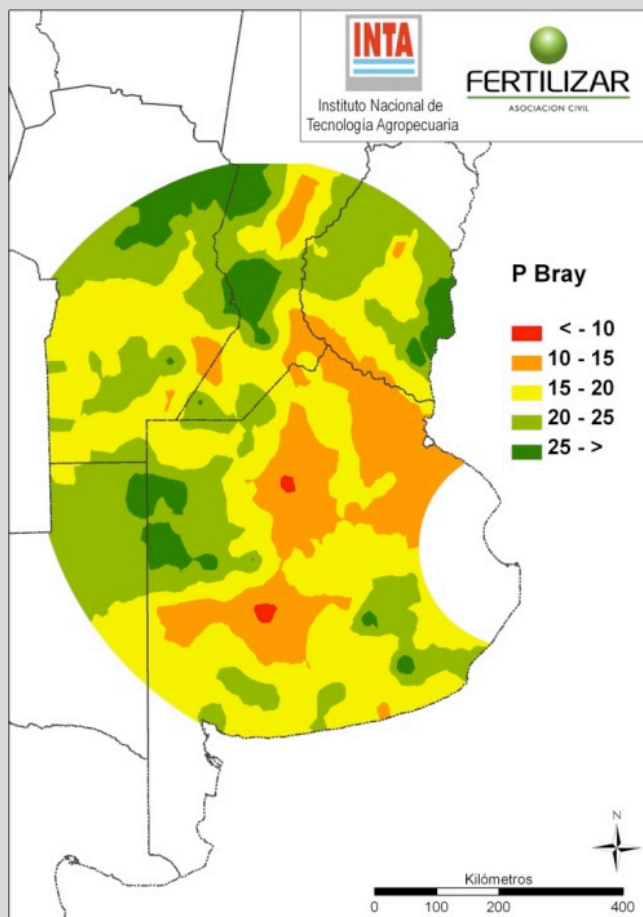
✓ En 2011 **43%** de casos con valores de P-Bray $\leq 16,5$ mg kg⁻¹

✓ En 2018 **66%** de casos con valores de P-Bray $\leq 15,9$ mg kg⁻¹

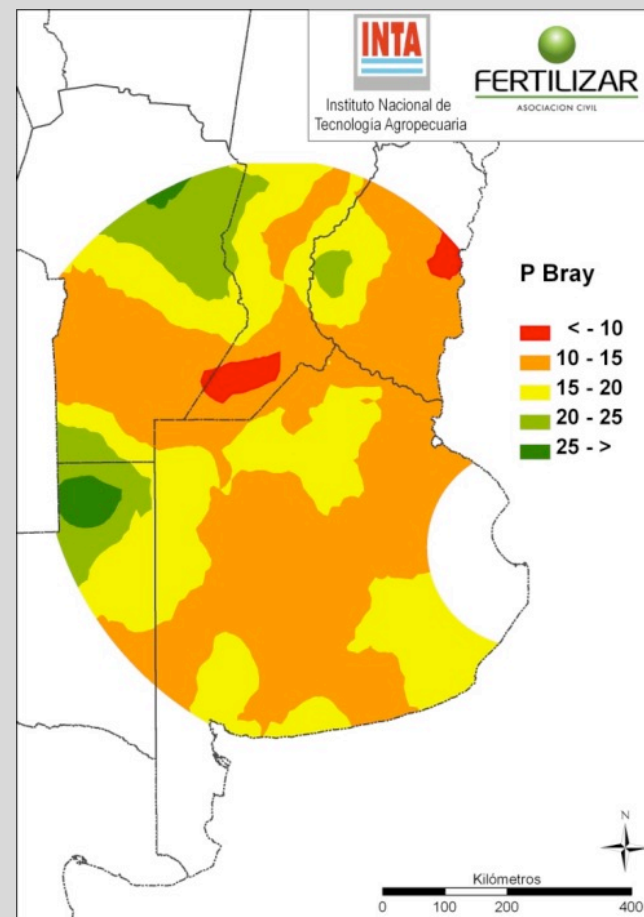
✓ *“Los balances de P continúan siendo negativos”*

✓ *“La mayor parte de los suelos de la región pampeana presentan niveles de P-Bray limitantes para la mayoría de los cultivos”*

2011



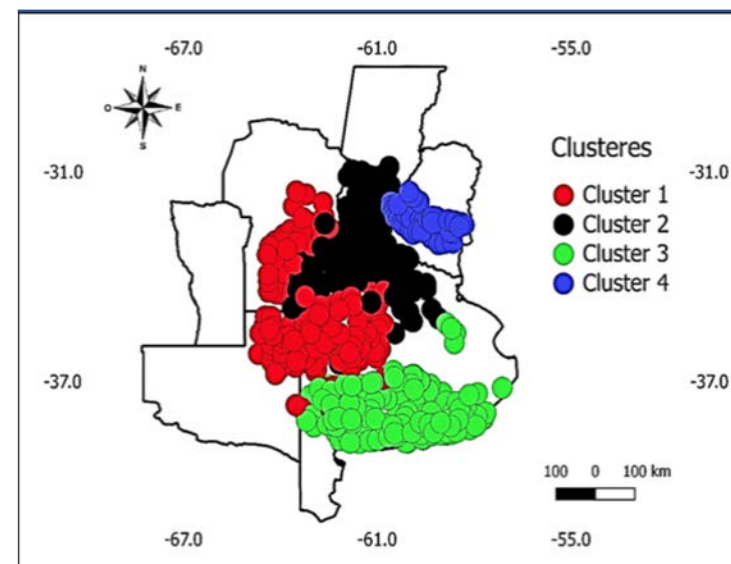
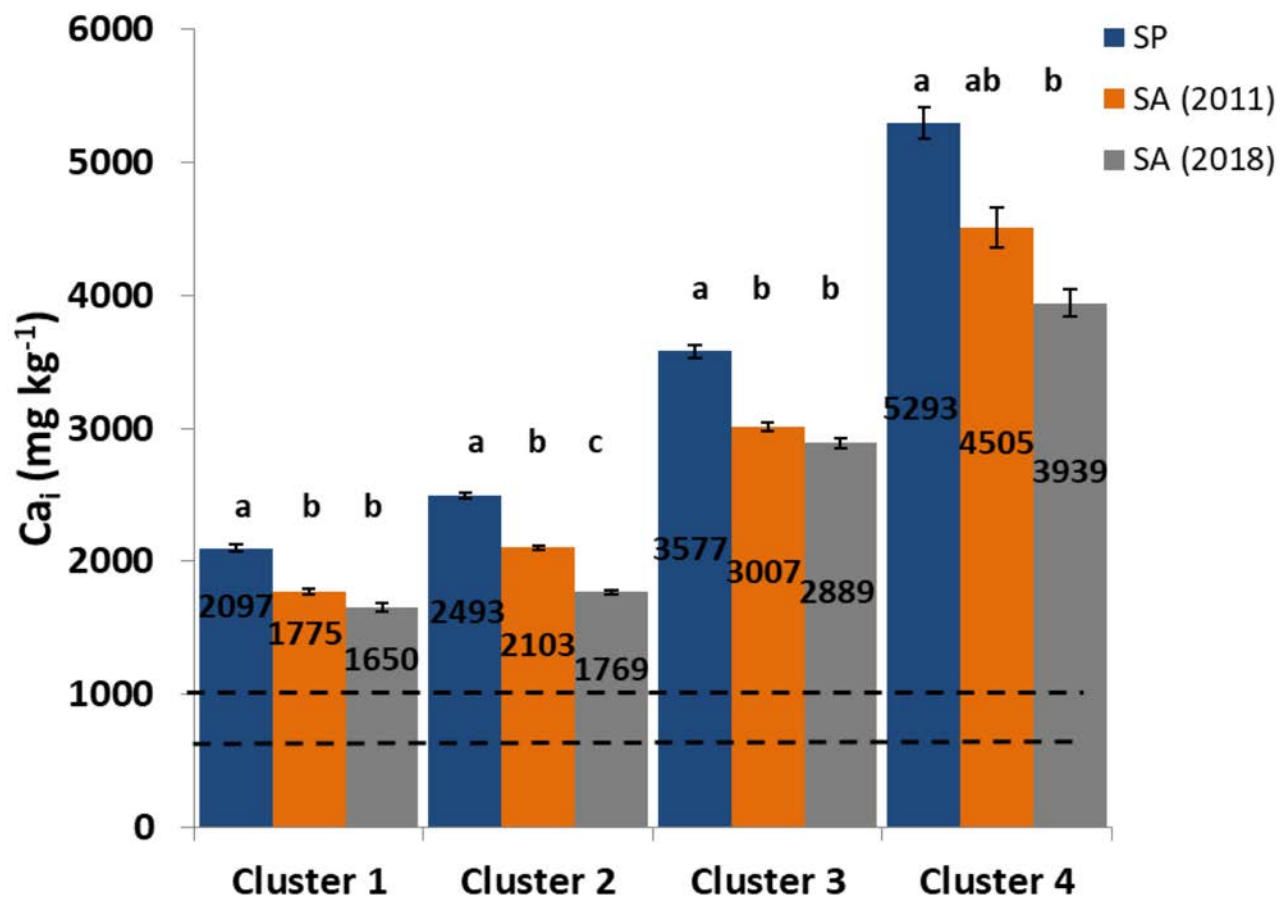
2018



Niveles de fósforo extractable (P-Bray) en los primeros 20 cm en suelos con prolongada historia agrícola muestreados en 2011 y 2018.



Cationes básicas: Calcio intercambiable



Tasas de dism (entre 2011 y 2018)

AUD (años)

✓ C1: 18 mg kg⁻¹ año⁻¹

36

✓ C2: **48 mg kg⁻¹ año⁻¹**

16

✓ C3: 17 mg kg⁻¹ año⁻¹

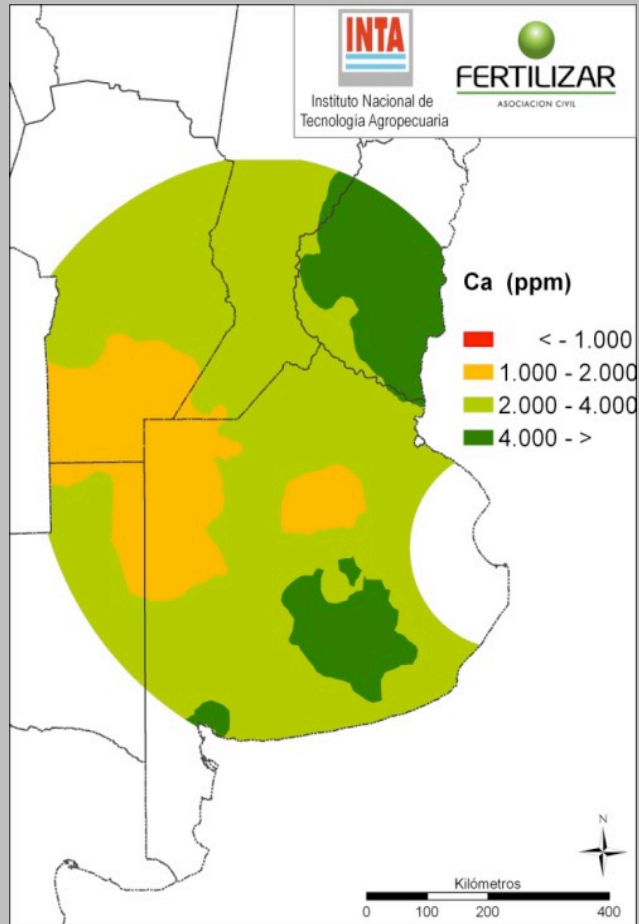
116

✓ C4: **81 mg kg⁻¹ año⁻¹**

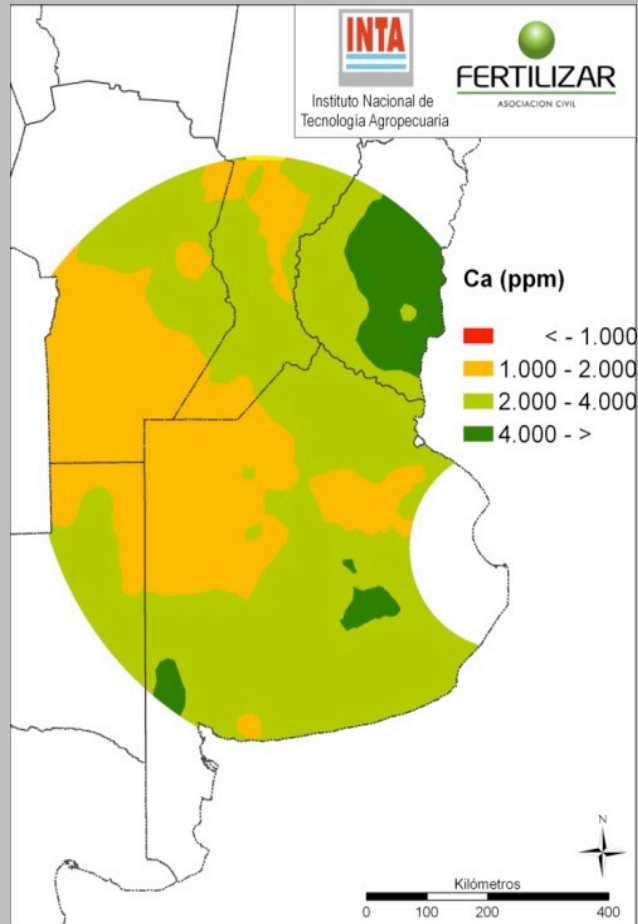
36

Calcio

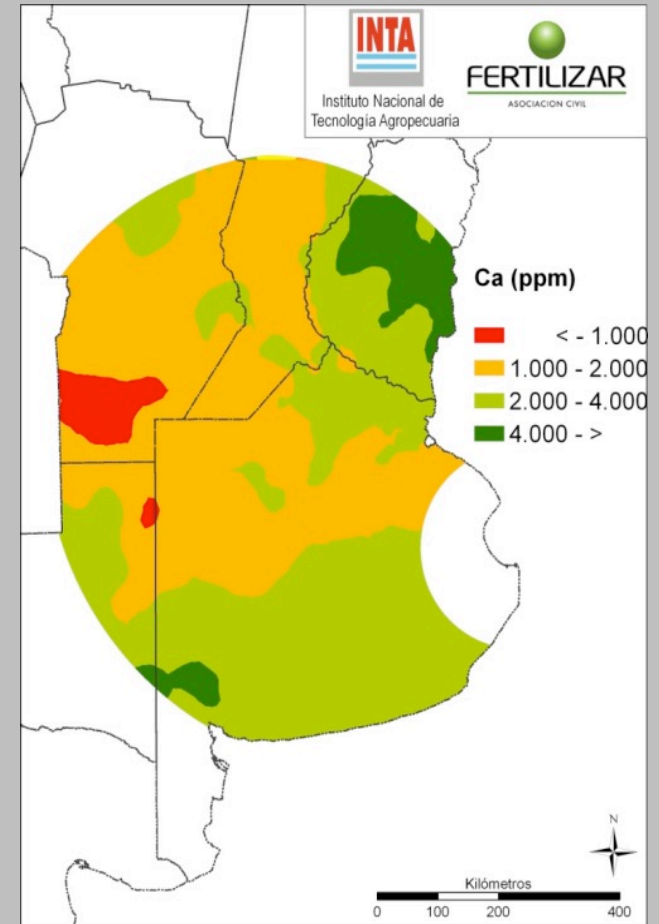
Prístino



2011



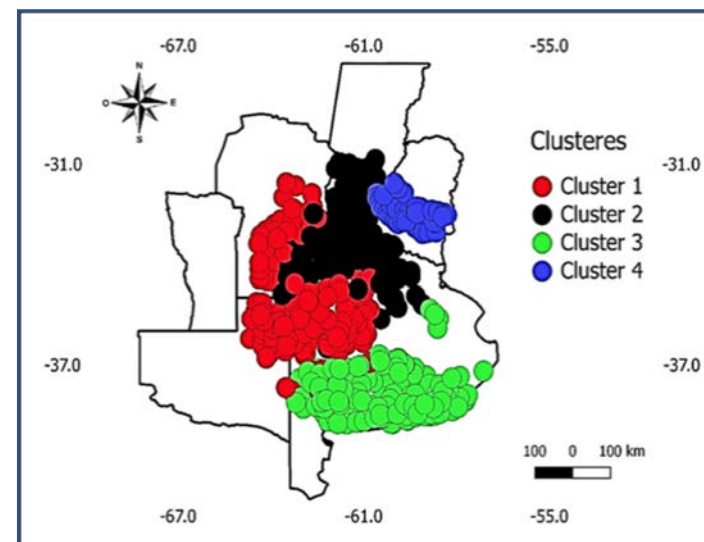
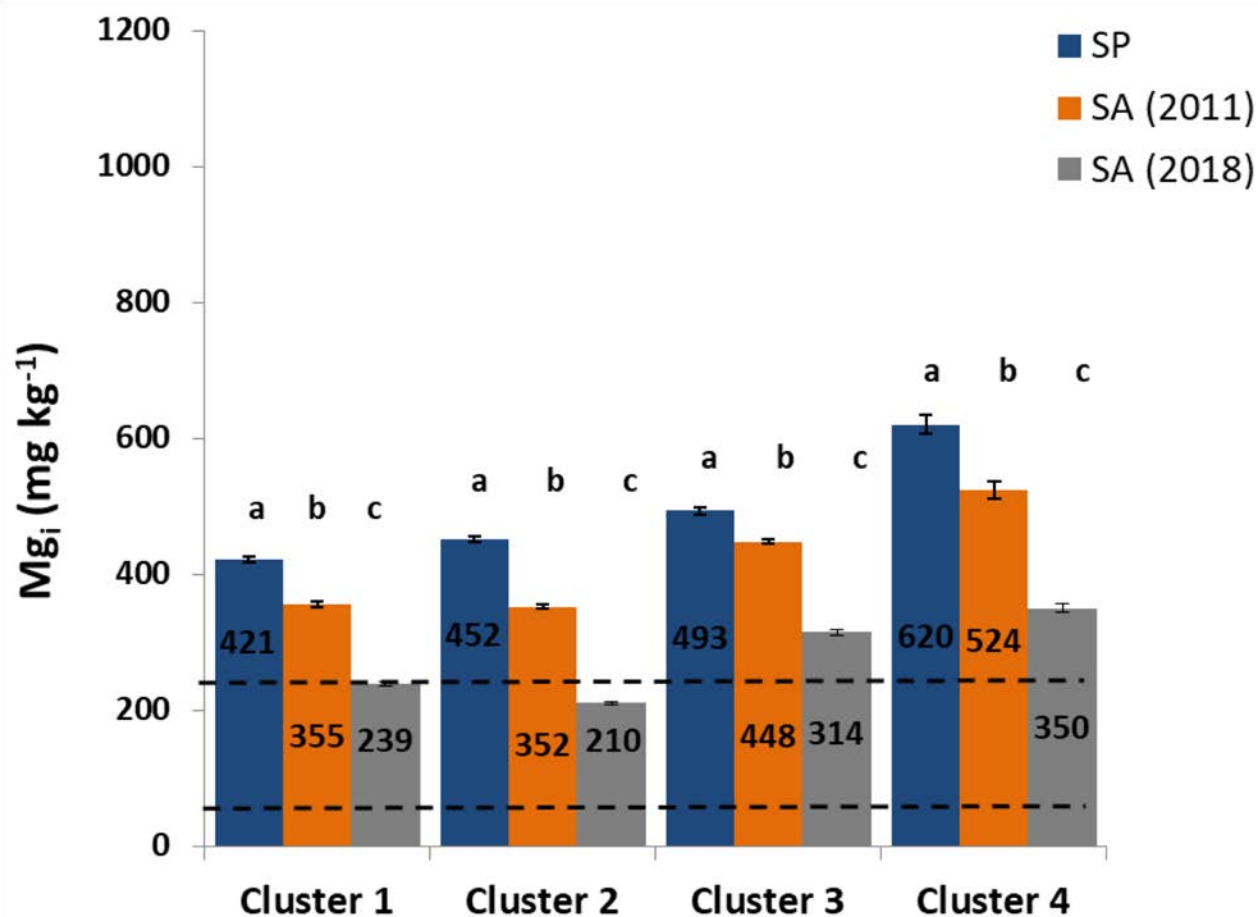
2018



Distribución de los valores de calcio intercambiable (Ca_i) en la capa superficial (0 a 20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y suelos agrícolas (muestreados en 2011 y 2018).



Cationes básicas: Magnesio intercambiable



Tasas de dism. (entre 2011 y 2018)

AUD (años)

✓ C1: 17 mg kg⁻¹ año⁻¹

8

✓ C2: **20 mg kg⁻¹ año⁻¹**

5

✓ C3: 19 mg kg⁻¹ año⁻¹

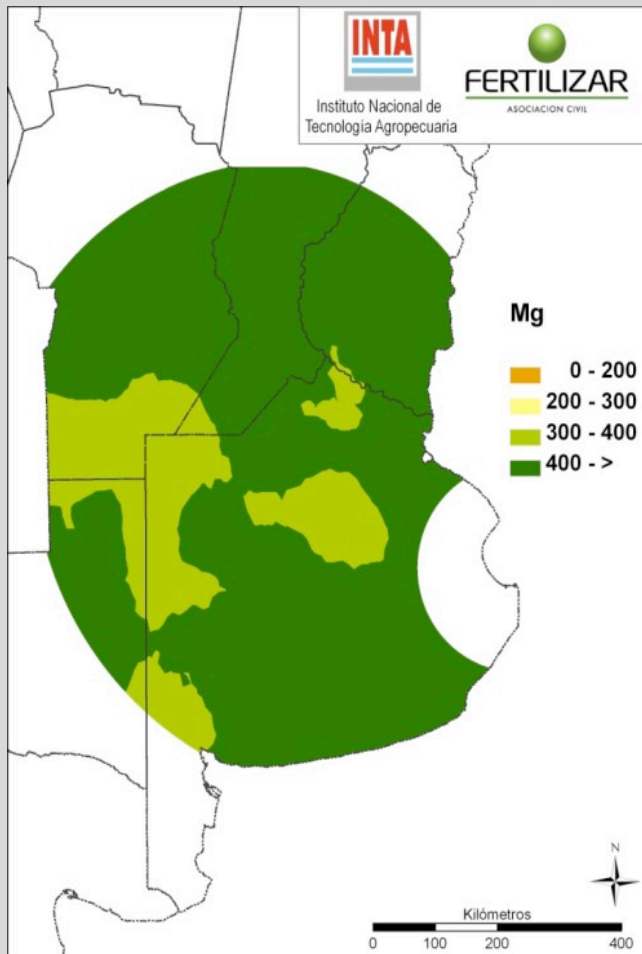
11

✓ C4: **25 mg kg⁻¹ año⁻¹**

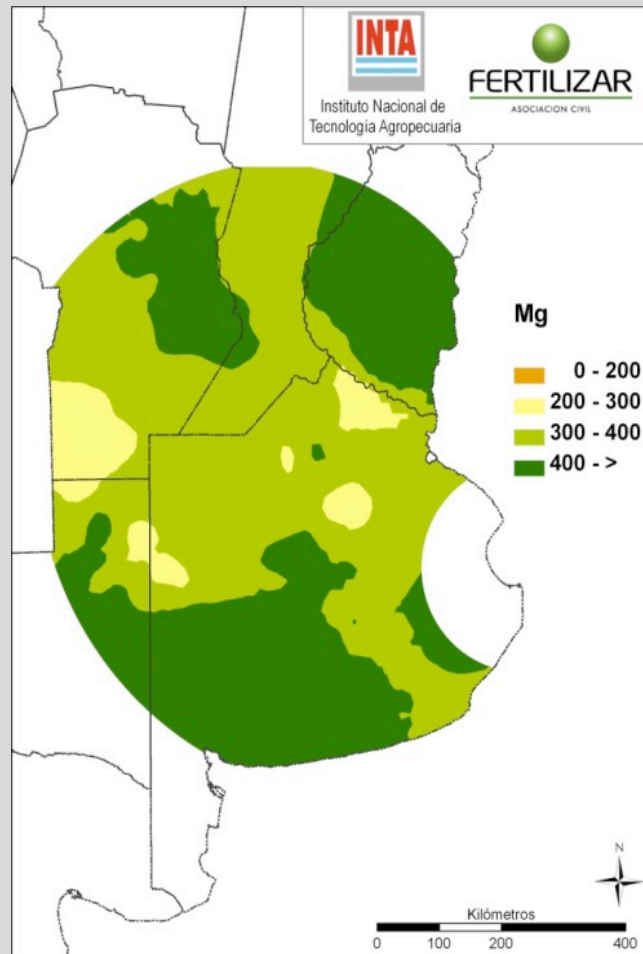
10

Magnesio

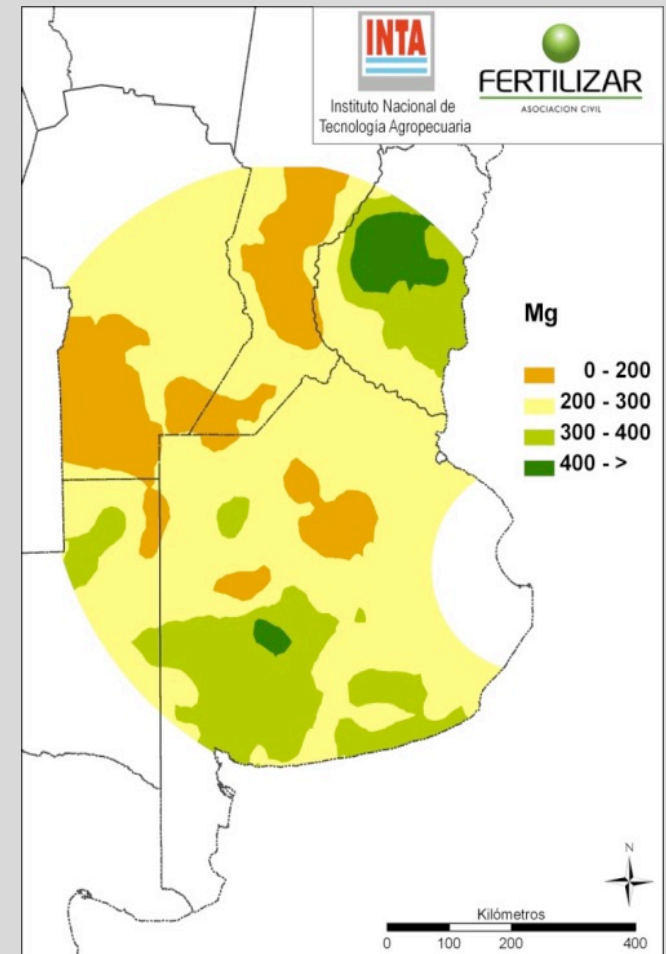
Prístino



2011

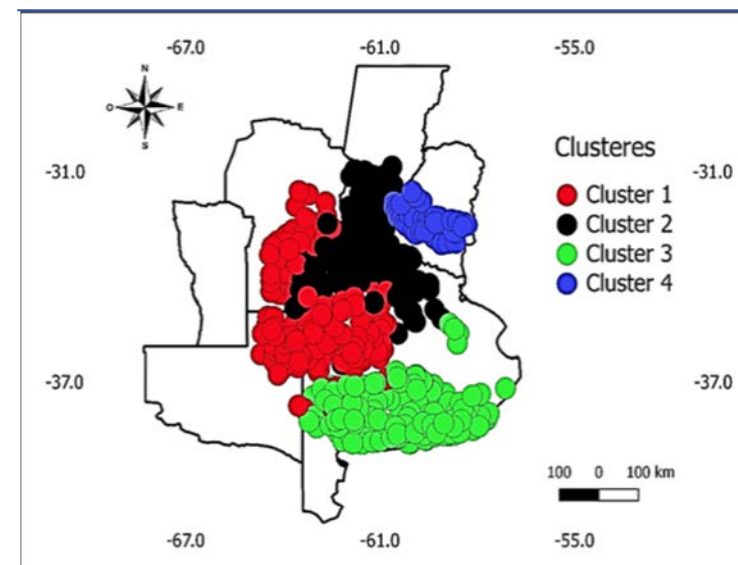
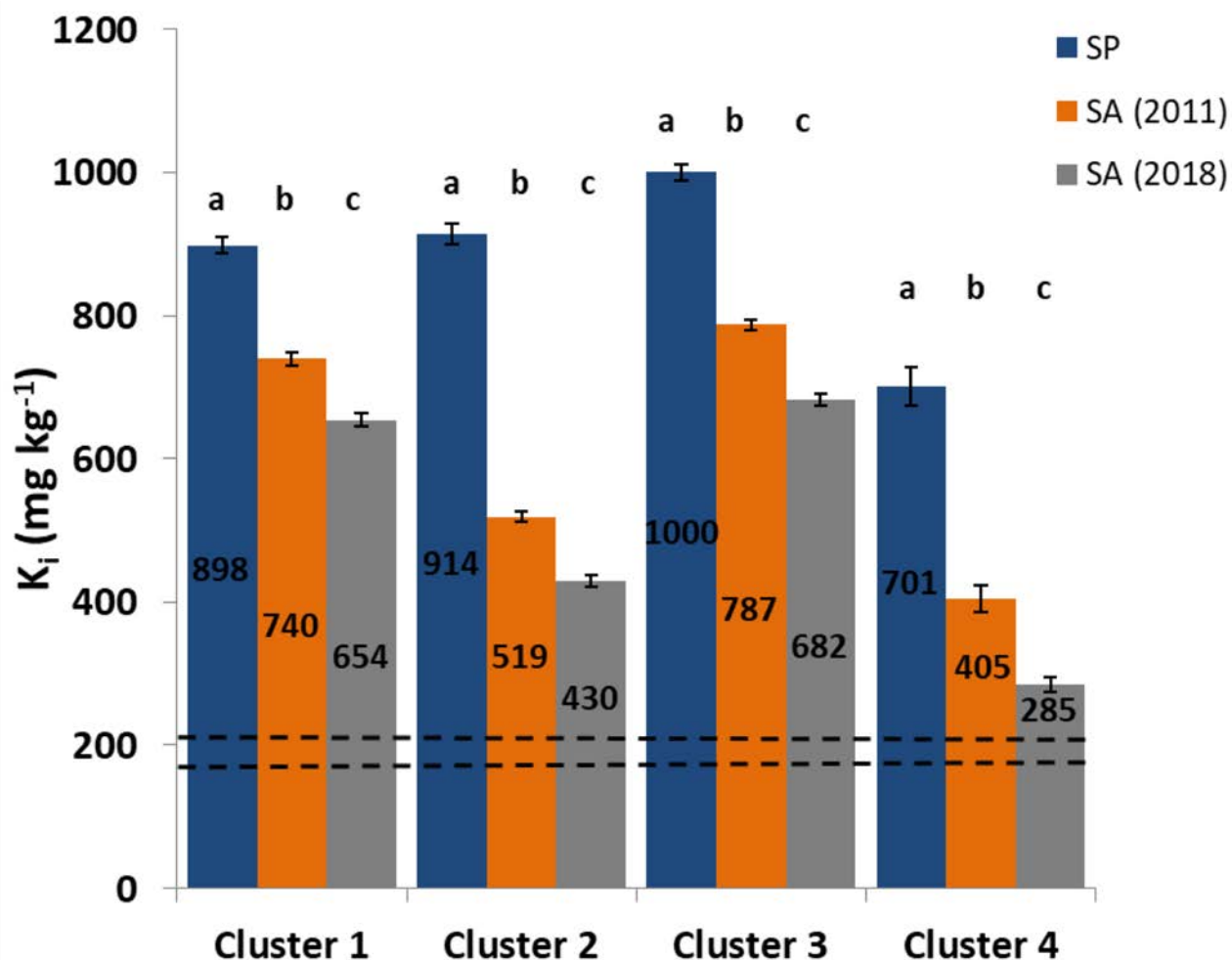


2018



Distribución de los valores de magnesio (Mg) intercambiable en la capa superficial (0 a 20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y suelos agrícolas (muestreados en 2011 y 2018).

Cationes básicas: Potasio intercambiable



Tasas de dism. (entre 2011 y 2018) AUD (años)

✓ C1: 12 mg kg⁻¹ año⁻¹

36

✓ C2: 13 mg kg⁻¹ año⁻¹

17

✓ C3: **15 mg kg⁻¹ año⁻¹**

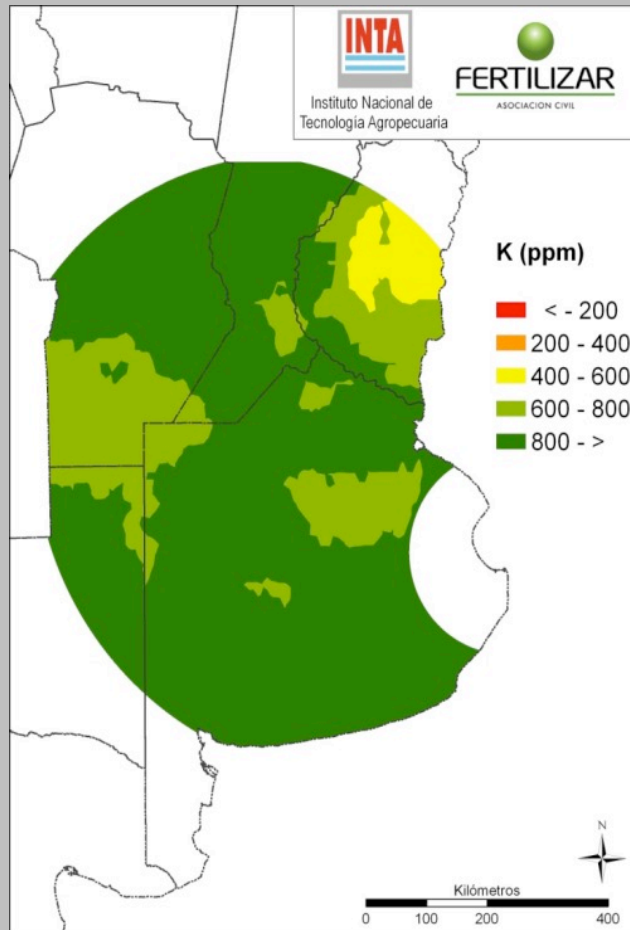
32

✓ C4: **17 mg kg⁻¹ año⁻¹**

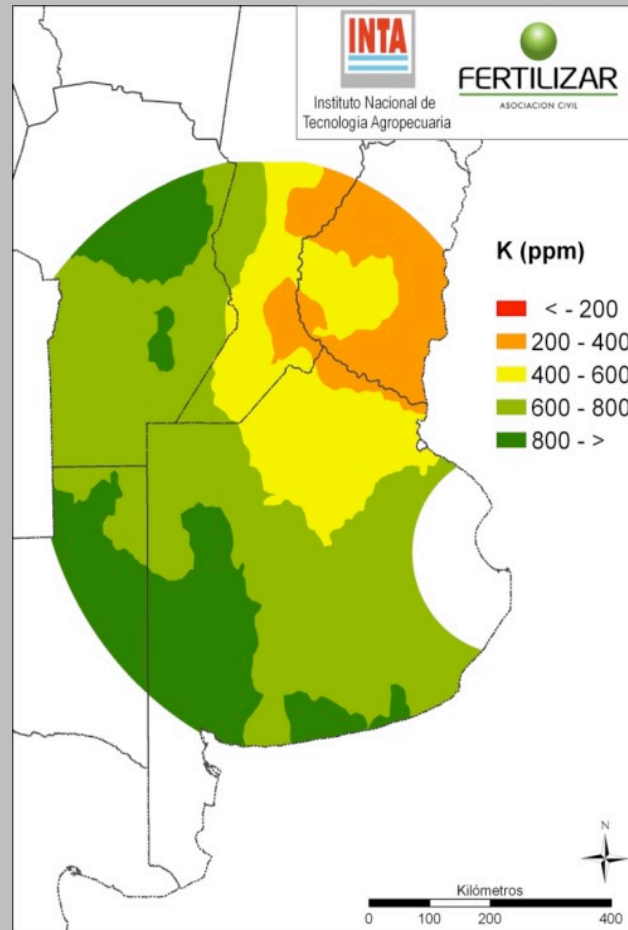
4

Potasio

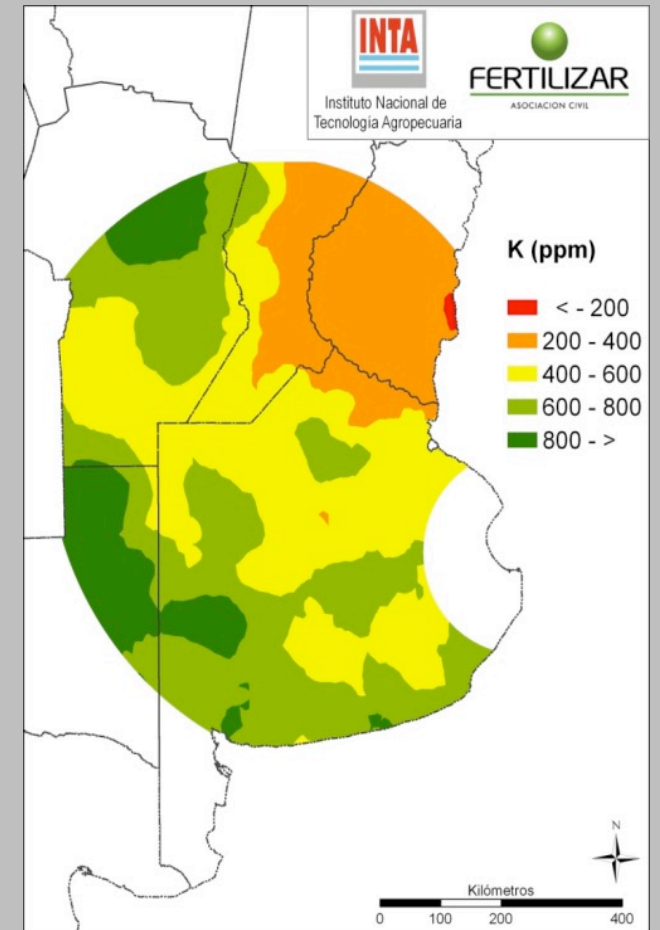
Prístino



2011



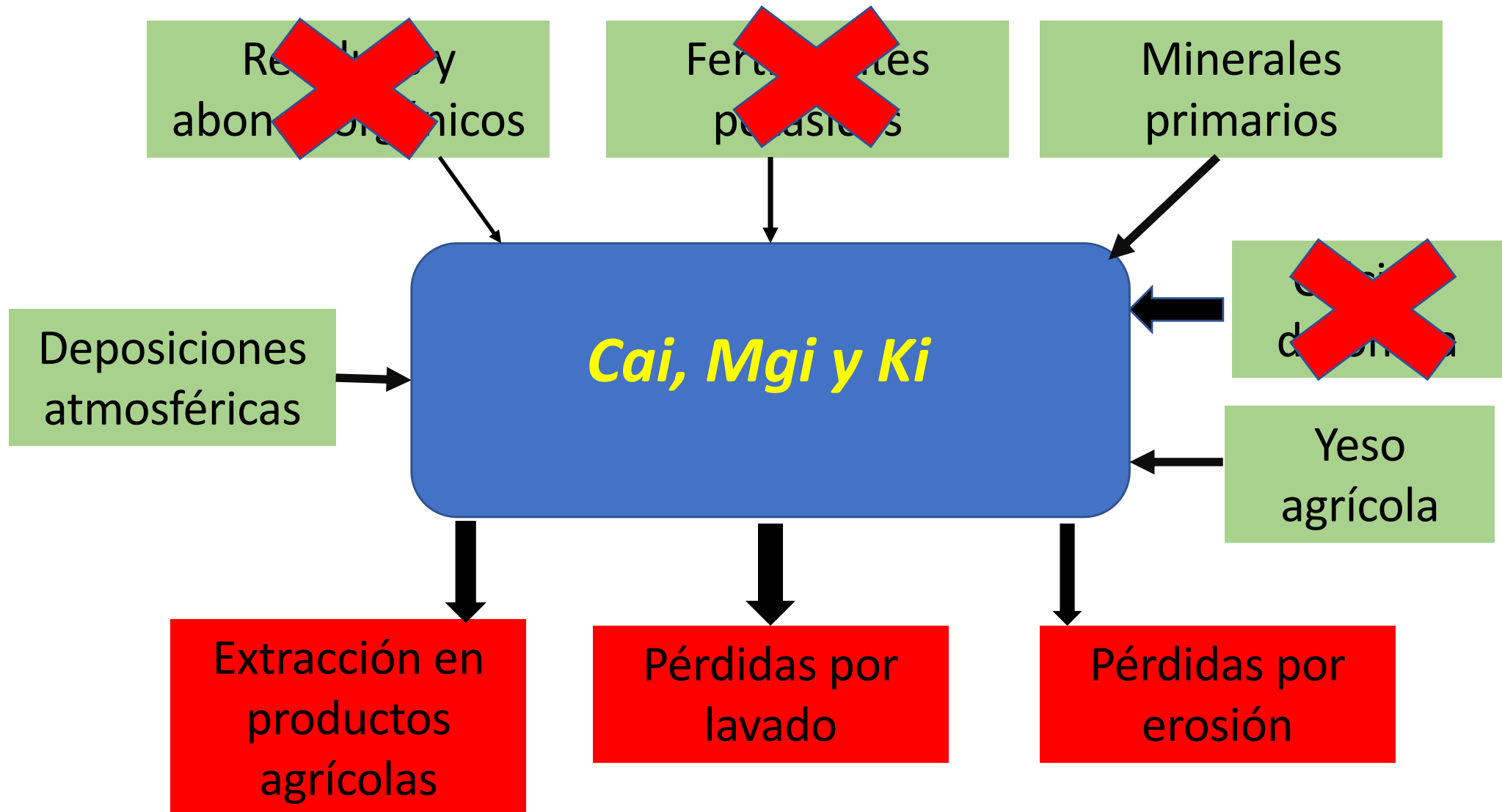
2018



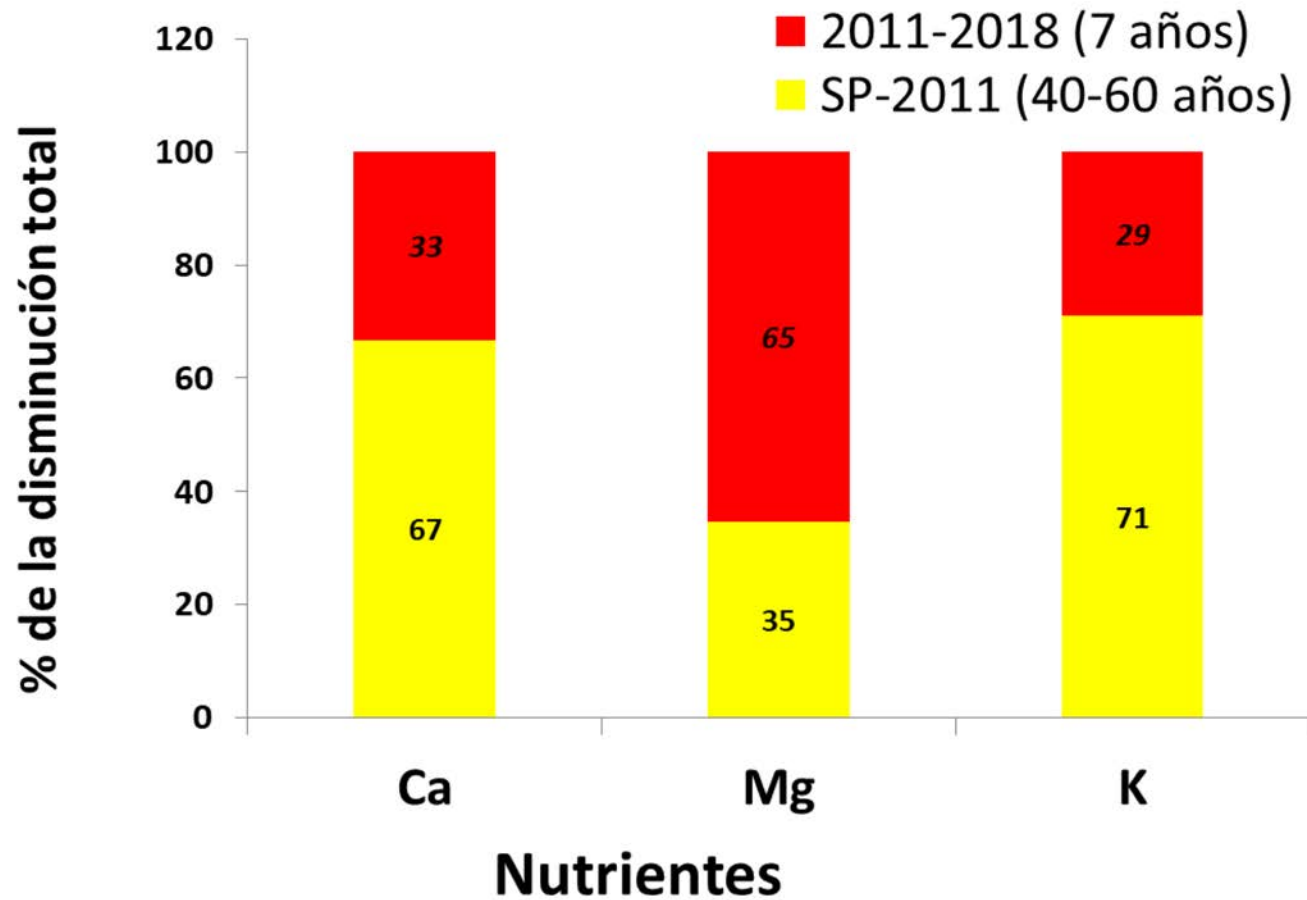
Distribución de los valores de potasio intercambiable (K_i) en la capa superficial (0 a 20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y suelos agrícolas (muestreados en 2011 y 2018).



Balance de bases intercambiables

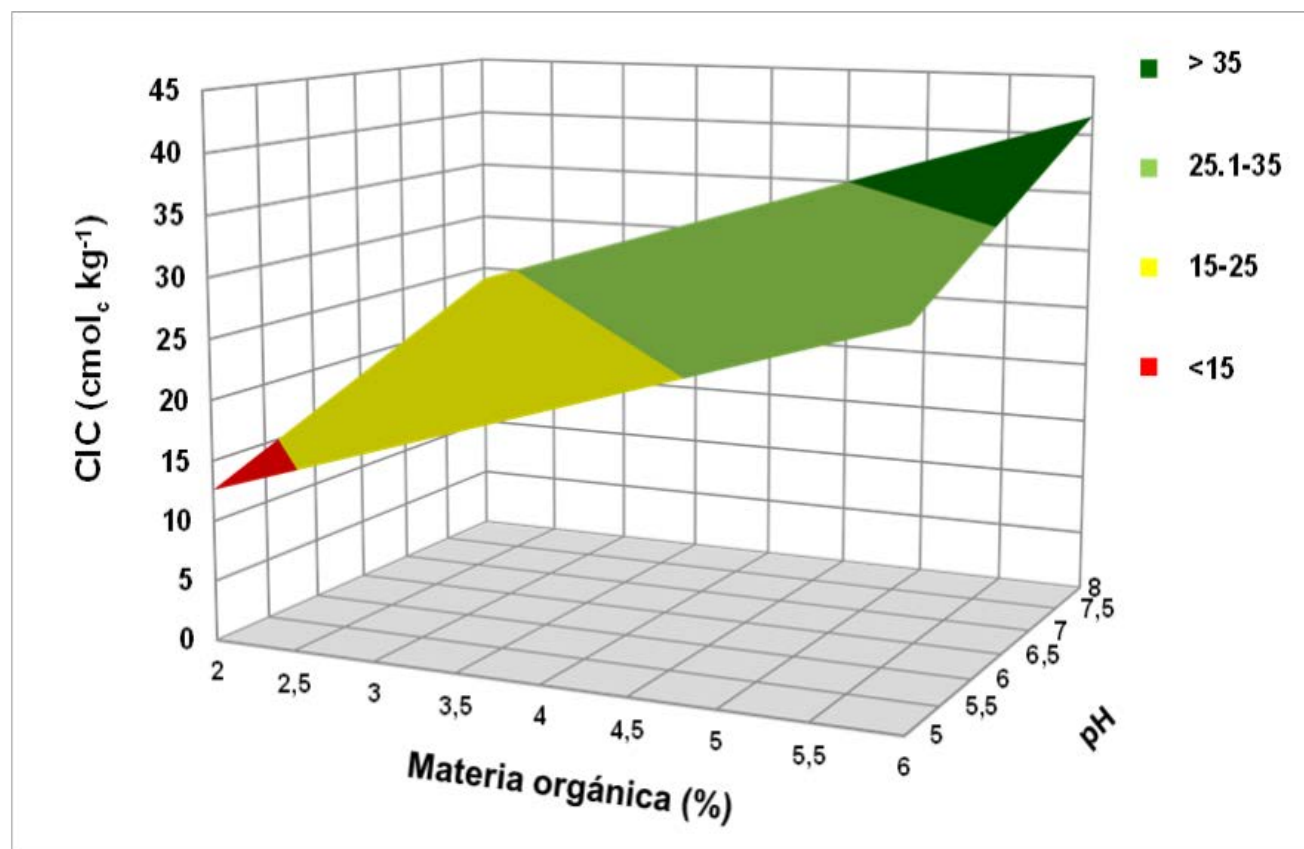


Pérdida de cationes intercambiables: ¿se aceleró el proceso?



Possible cause

- ✓ *Los suelos tienen < capacidad para retener cationes, ¿mayores pérdidas por lixiviación?*



Capacidad de intercambio catiónico en función del contenido de MO y del pH edáfico ($\text{CIC} = -15,2 + 4,4 \cdot \text{MO} + 3,8 \cdot \text{pH}$; $r^2 = 0,50$).

Mn

Prístino

2011

2018



Mn



Mn



Mn



Rango crítico: 2 a 8 mg kg⁻¹

- ✓ Se determinaron disminuciones significativas entre 2011-2018 (3 a 10 mg kg⁻¹ año⁻¹).
- ✓ “Podrían aparecer áreas con deficiencias en 4 a 8 años”



Niveles de Mn extractable con DTPA (mg kg⁻¹; 0-20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y de suelos con prolongada historia agrícola (muestreados en 2011 y 2018).

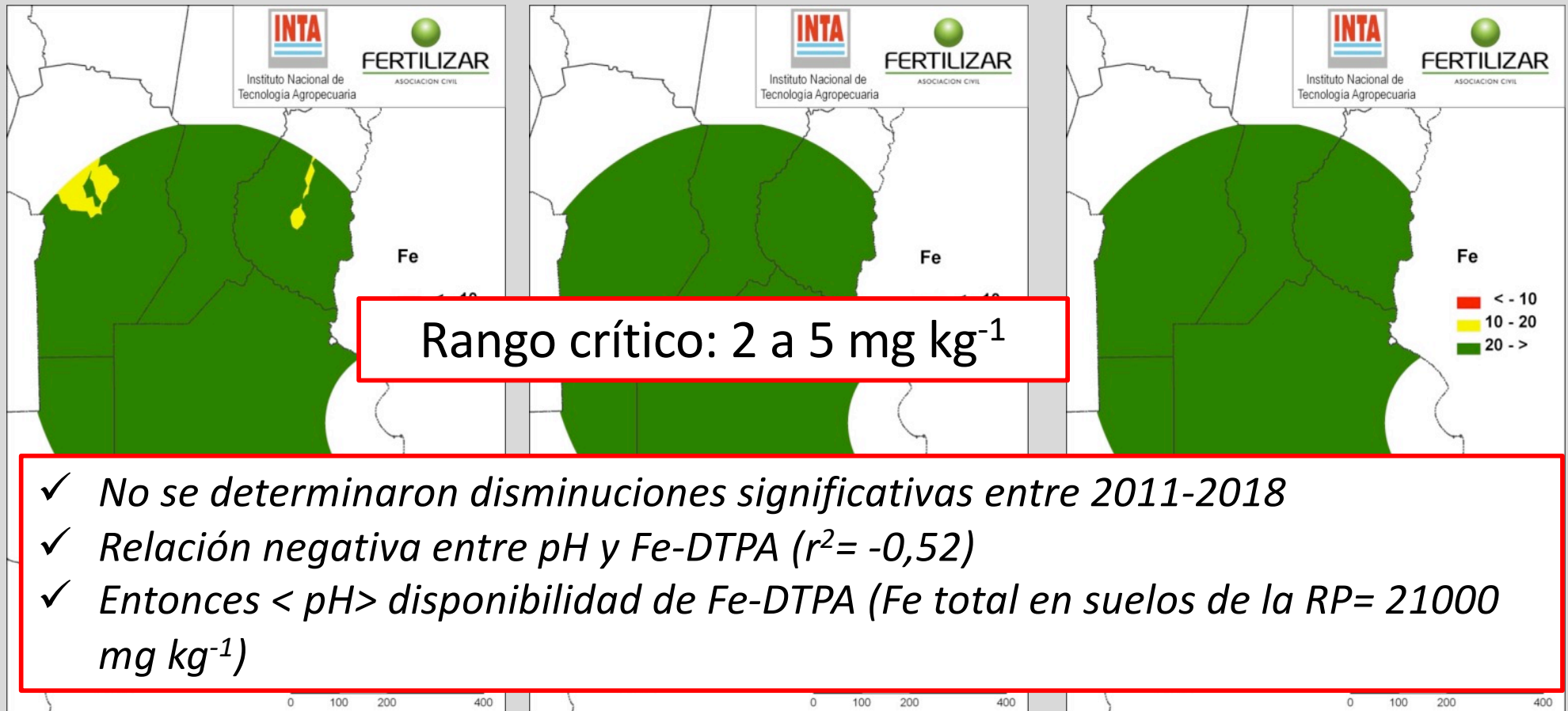


Fe

Prístino

2011

2018



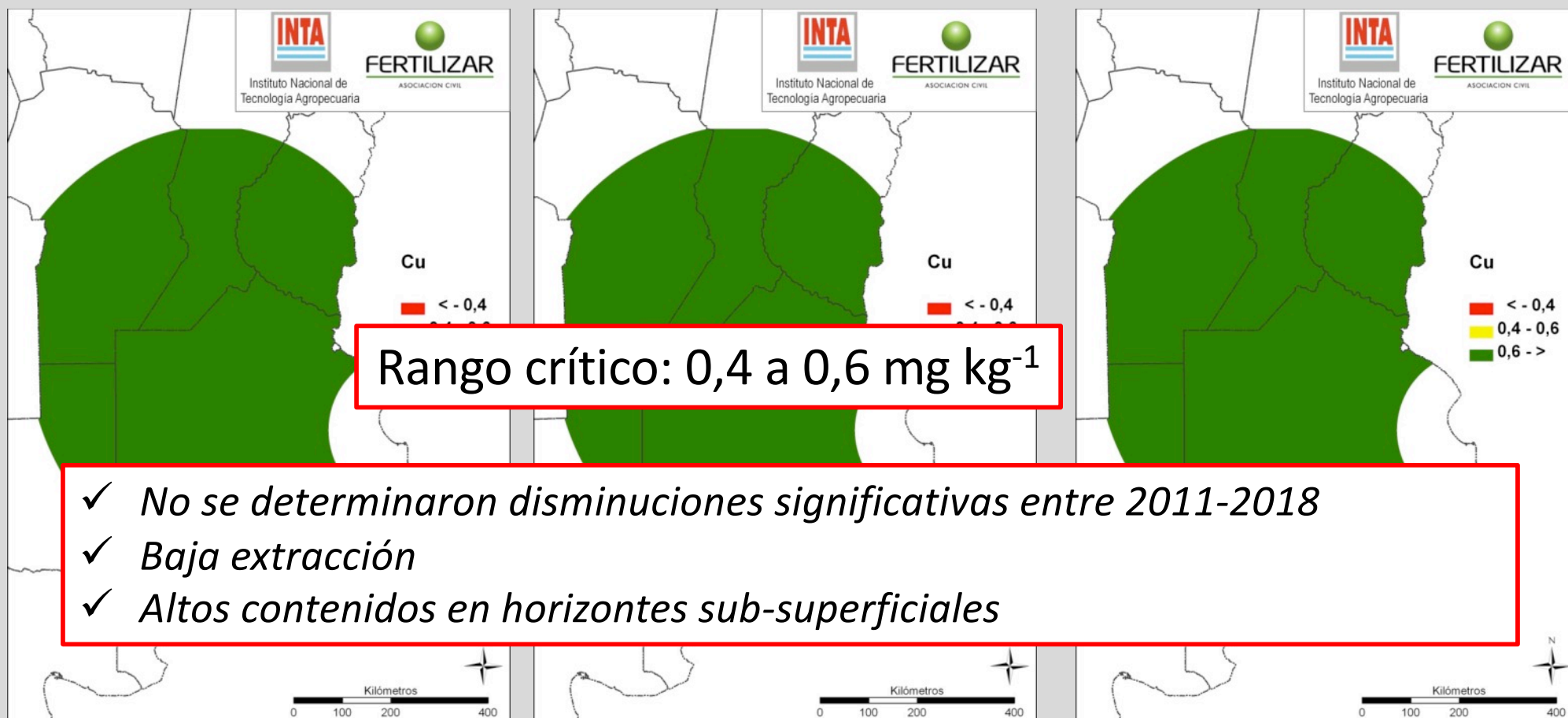
Niveles de hierro (Fe) extractable con DTPA (mg kg⁻¹; 0-20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y de suelos con prolongada historia agrícola (muestreados en 2011 y 2018).

Cu

Prístino

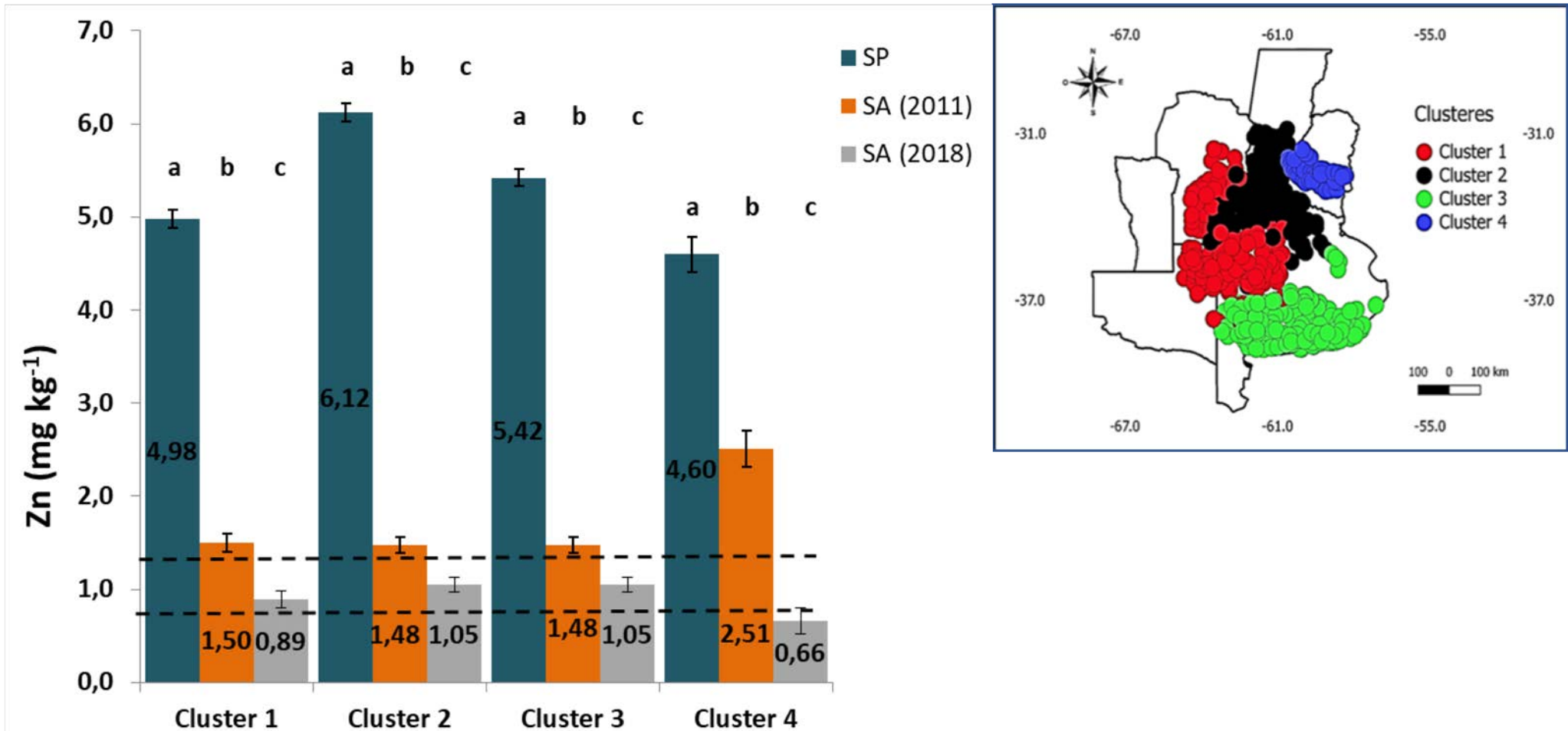
2011

2018



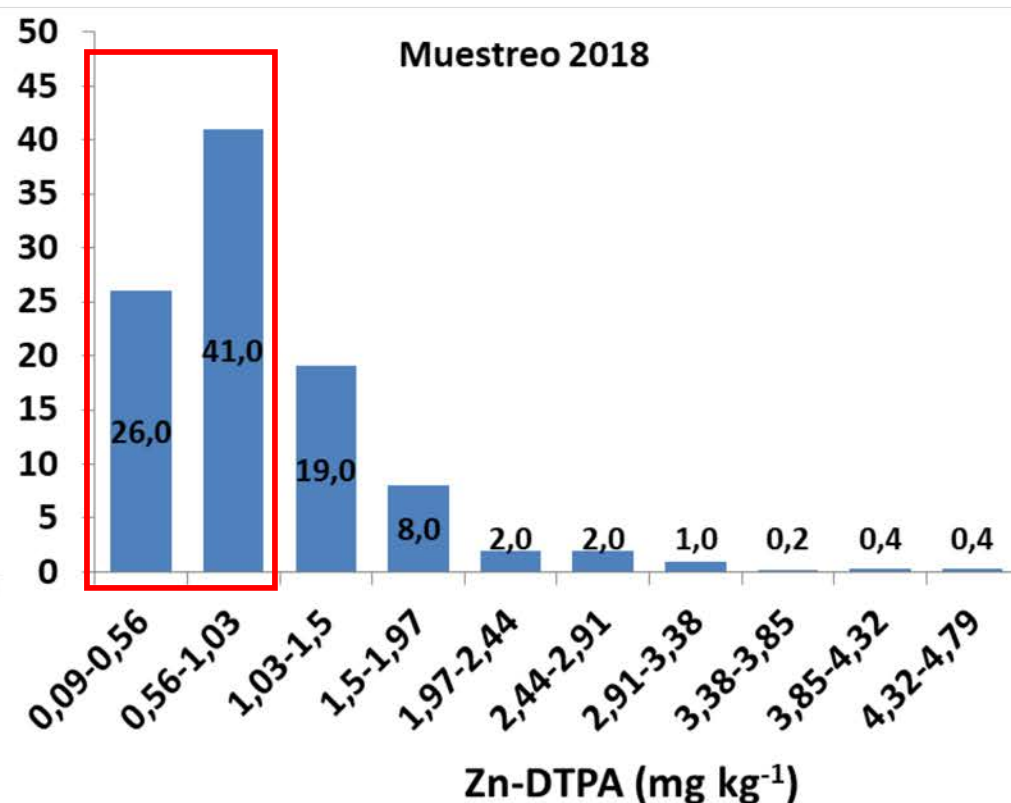
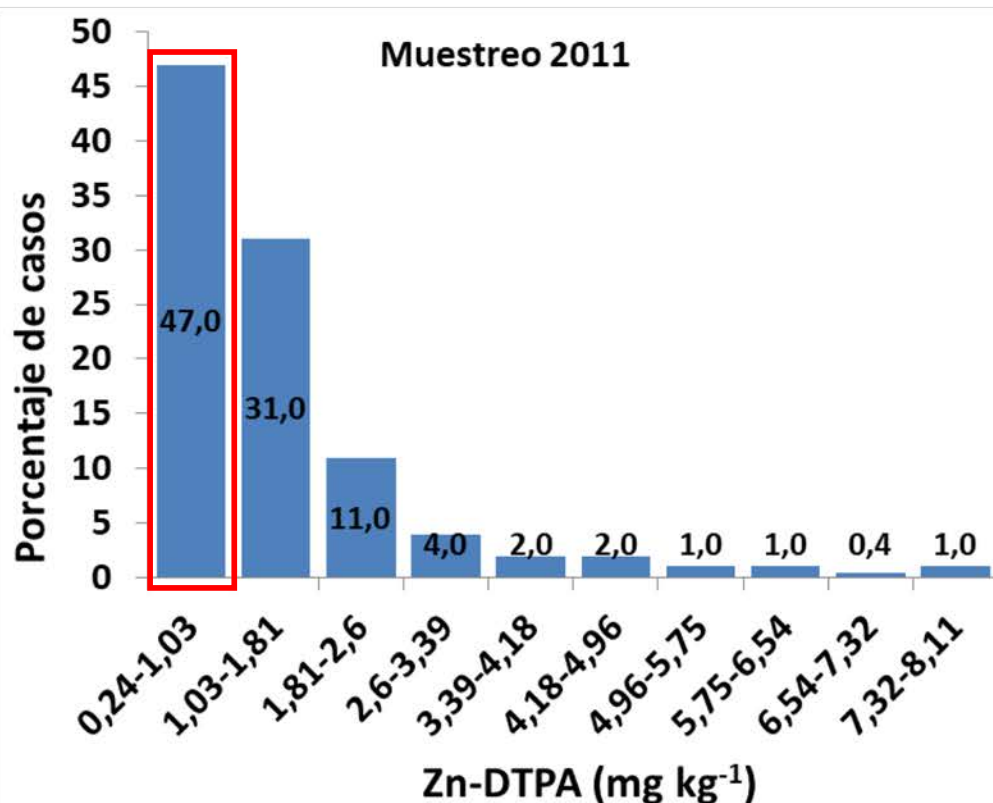
Niveles de cobre (Cu) extractable con DTPA (mg kg⁻¹; 0-20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y de suelos con prolongada historia agrícola (muestreados en 2011 y 2018).

Micronutrientes: Cinc



- ✓ A diferencia de Fe y Cu, mostró una disminución significativa entre 2011 y 2018
- ✓ Reducción promedio del 83% respecto a los suelos prístinos
- ✓ El valor medio actual de la mayoría de las subregiones esta dentro del rango crítico

Micronutrientes: Cinc

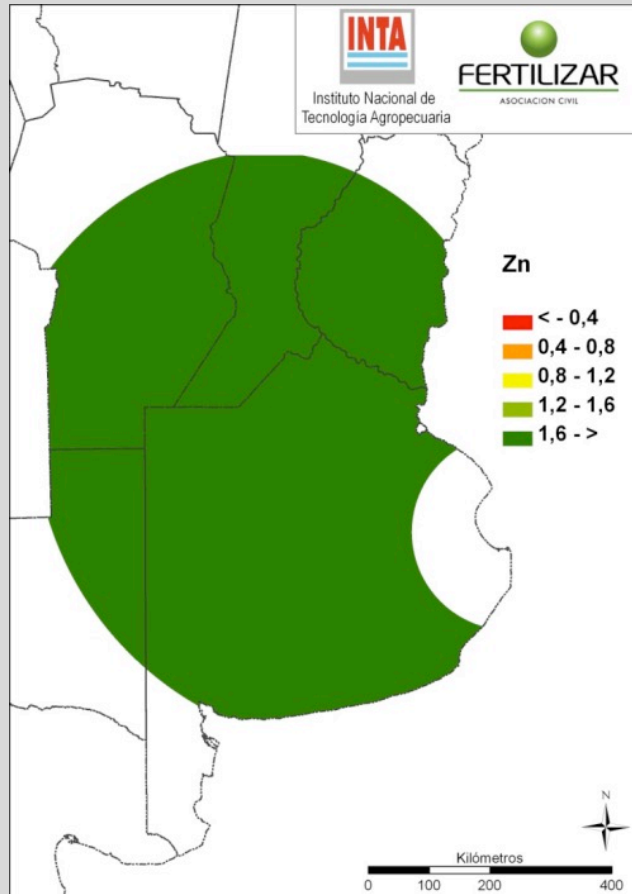


✓ En 2011 el **47%** de los lotes presentó valores < a 1,03 mg kg⁻¹.

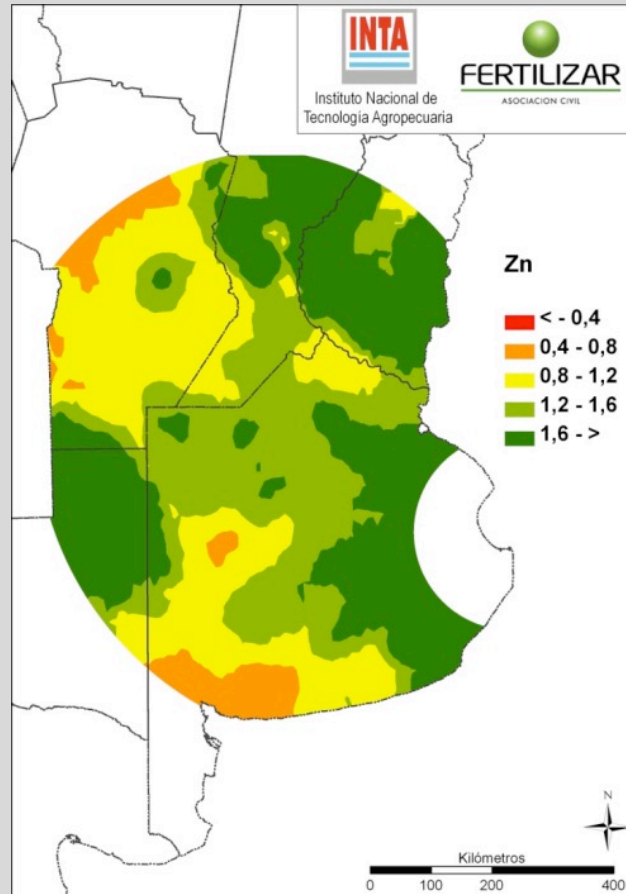
✓ En 2018 el **67%** de los lotes presentó valores < a 1,03 mg kg⁻¹.

Zn

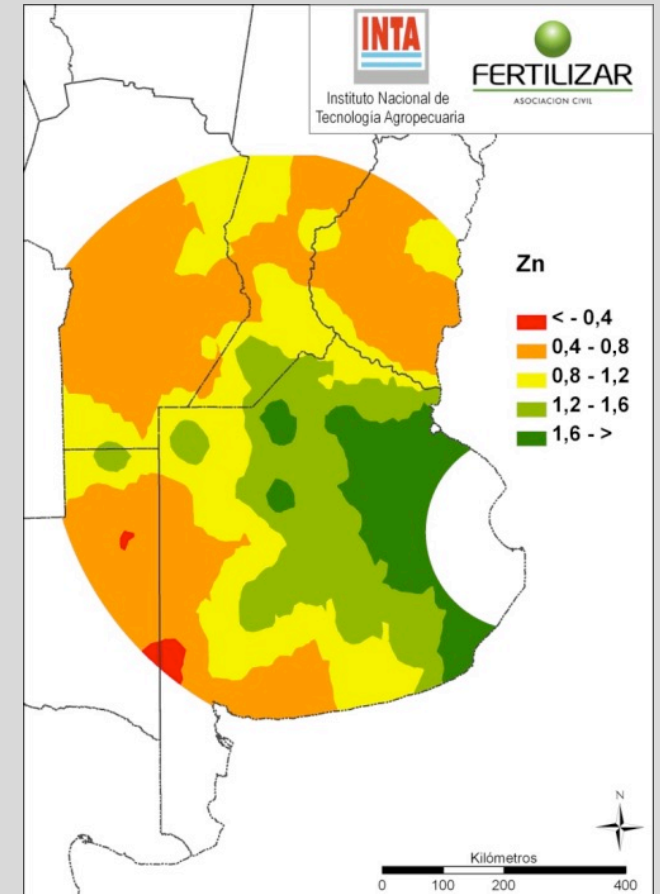
Prístino



2011



2018



Niveles de Zn extractable con DTPA (mg kg^{-1} ; 0-20 cm) de suelos prístinos (muestreados en 2011) y de suelos con prolongada historia agrícola (muestreados en 2011 y 2018).



Conclusiones

- ✓ La MOS de los suelos de la región pampeana (RP) muestra niveles muy por debajo de la situación prístina y en algunas regiones continuó disminuyendo entre 2011 y 2018. ***Incrementar el ingreso de C al suelo es clave.***
- ✓ La mayor parte de los suelos de la RP presentan rangos de P-Bray de muy bajos a bajos, por lo que este nutriente es limitante para la producción. ***¡¡Incrementar dosis en función de un adecuado diagnóstico de su disponibilidad en el suelo y de los objetivos de producción!!***
- ✓ Los resultados sugieren una creciente acidificación de los suelos de la RP que podría afectar algunas de sus funciones en el ecosistema. ***¡¡Monitorear su evolución a través del análisis de suelo!!***
- ✓ La agricultura redujo la disponibilidad de cationes básicos en los suelos y en algunas regiones (norte de la RP) podrían comenzar a ser limitantes en el corto a mediano plazo. ***¡¡Monitorear su disponibilidad a través del análisis de suelo!!***
- ✓ De los micronutrientes evaluados el Zn sería el mas limitante, ***pero la decisión tiene que surgir a partir de un adecuado diagnóstico de su disponibilidad en el suelo. Existen modelos calibrados para maíz y soja.***

Agradecimientos

- ✓ A Uralkali Trading SIA y Nitron por el soporte financiero de la investigación.
- ✓ A Fertilizar Asociación Civil por facilitar y gestionar el acuerdo inter-institucional, y en particular, a la Ing. Agr. María Fernanda González San Juan y al Dr. Fernando García por su apoyo encomiable para la realización de este trabajo en tiempo y forma.
- ✓ *Por supuesto, ¡¡al personal del laboratorio de suelos de la UIB INTA-FCA Balcarce, tesistas y al grupo Relación Suelo-Cultivo por su compromiso con el logro de los objetivos propuestos!!!*

¡¡¡Gracias por su atención!!!

