



región  
SUR DE SANTA FE

**Taller Ambiente CREA Sur de Santa Fe**  
**Venado Tuerto, 14 Noviembre 2016**

# **Ambiente**

## **Agricultura, Suelos, Cambio Climático, Gases de Efecto Invernadero, Nutrición de Cultivos, Fertilizantes *y mucho mas!!!***



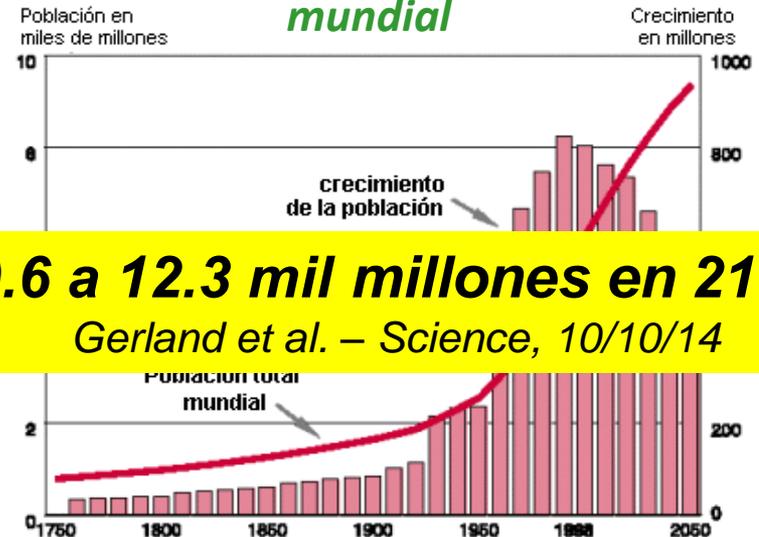
**Fernando O. García**  
**IPNI Cono Sur**  
**fgarcia@ipni.net**  
**<http://lacs.ipni.net/>**



# Demandas, desafíos y oportunidades para la agricultura

- Demandas crecientes de alimentos, biomateriales, fibras y biocombustibles
- Los desafíos para la agricultura
  - Desarrollo humano y económico
  - Seguridad alimentaria
  - Seguridad energética
  - Uso de tierras
  - Efectos sobre el ambiente (externalidades)

## Evolución de la población mundial



**“9.6 a 12.3 mil millones en 2100”**

Gerland et al. – Science, 10/10/14

Fuente: <http://www.eumed.net/>



Beijing, China (Sep 2005)



New Delhi, India (Dic 2010)



## ***Estas demandas generan***

- Presión sobre los recursos suelo, aire y agua
- Presión sobre el capital humano

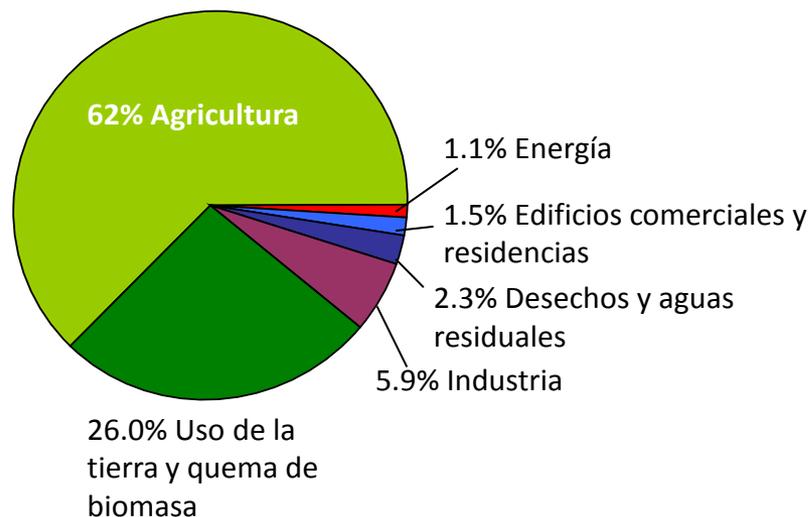
## ***Los desafíos y las oportunidades***

- Impacto ambiental y social
  - Producir sin degradar/contaminar suelos, aguas y/o aire
  - Proveer fuentes de trabajo y bienestar social

***Producir cantidad y calidad en  
ambientes y sociedades “sanas”***

# La agricultura y el ambiente

- Cambio climático: C y **GEI**
- **Contaminación de suelos, aire y aguas**
- Erosión de suelos
- Desertificación
- Uso de agua
- **Agotamiento de nutrientes en los suelos**
- Cambios en biodiversidad
- **Reciclado**
- Otros



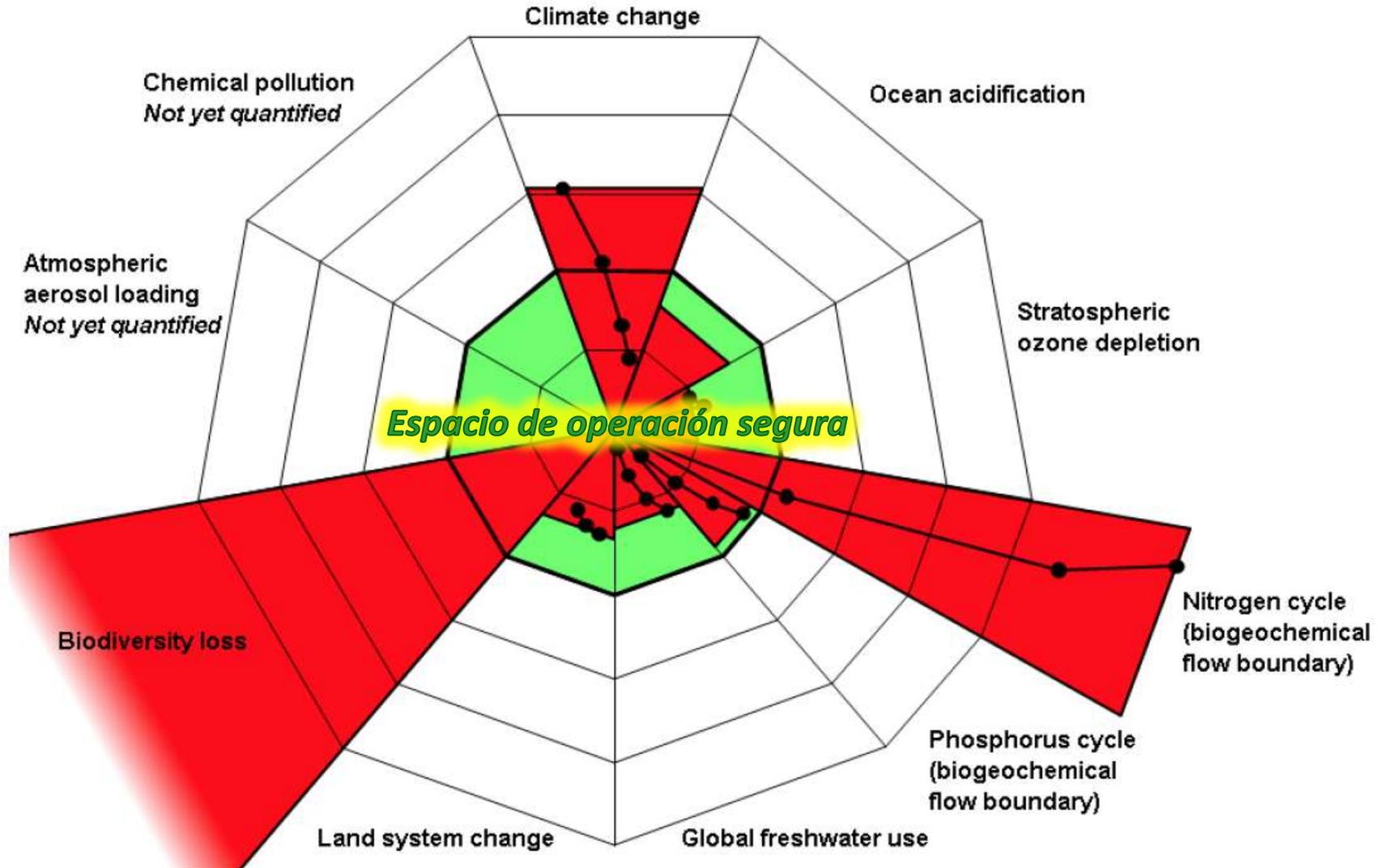
## Fuentes globales antropogénicas de N<sub>2</sub>O

Fuente: IPCC 4th Reporte de Evaluación: Cambio climático 2007



Fuente: A. Sharpley (U Ark)

# Fronteras planetarias: Evolución cuantitativa de variables de control desde la era pre-industrial (Rockstrom et al., 2009)



# ¿Cuál es el rol de los suelos en la Seguridad Alimentaria Mundial?

## ¿Cómo vamos a alimentar a 9-12 mil millones de habitantes en 2100?



- Al ritmo de desarrollo actual, necesitaríamos expandir el área bajo cultivo de 71 a 300 millones de ha, solamente para el abastecimiento de alimentos
- Alternativas:
  - ✓ *Promover el consumo de vegetales*
  - ✓ *Reducir el desperdicio de alimentos*
  - ✓ *Mejorar la planificación de uso de las tierras*
  - ✓ *Recuperar tierras degradadas*
  - ✓ *Aumentar la productividad en tierras bajo cultivo*
  - ✓ *Controlar el consumo de biomateriales y biocombustibles*



Fuente: UNEP

# Agricultura en ambientes frágiles



*Santa Cruz de la Sierra, Bolivia  
Foto: F. García, IPNI, 2009*



*Carmen de Patagones, Bs As, Argentina  
Foto: D. Iurman, INTA Ascasubi, 2009*



*Choré, Paraguay  
Foto: F. García, IPNI, 2008*



*Tarija, Bolivia  
Foto: F. García, IPNI, 2006*

# Erosión



Mercedes, Uruguay, 2012



Los Molinos, Santa Fe, 2009



C. De Patagones, BA, Argentina, 2009



Casilda, SF, Argentina, 2009



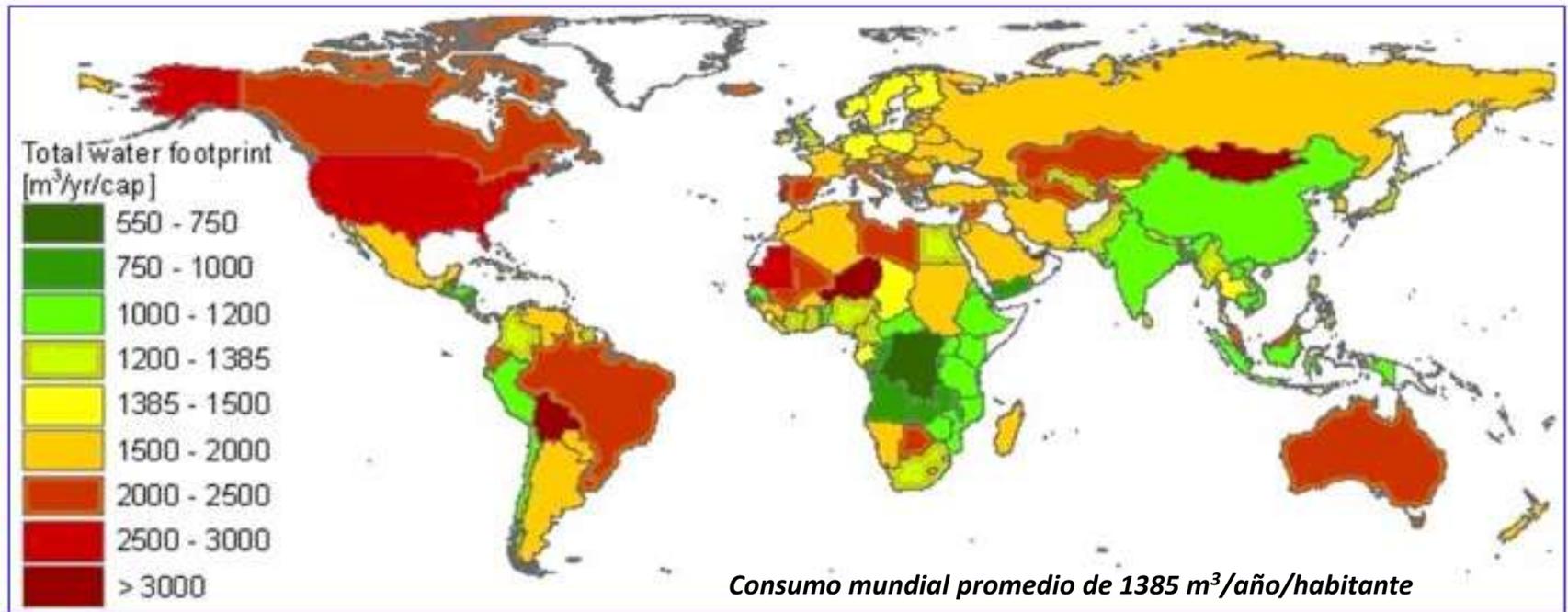
Balcarce, BA, Argentina 1998

Fotos de D. Iurman, F. Martínez y F. García

# Huella de agua



Huella hídrica promedio de consumo nacional en  $\text{m}^3$  por año por habitante  
Periodo 1996-2005 (Mekonnen y Hoekstra, 2011)



*Países en verde tienen una huella hídrica menor que el promedio global, países en amarillo a rojo tienen una huella hídrica superior al promedio global*

*A nivel global*

*La agricultura representa 92% de la huella hídrica total*

*La producción industrial contribuye un 4.4% y el consumo domestico un 3.6%*

# Our Nutrient World

El desafío de producir más alimentos y más energía con menos contaminación



Global Partnership on Nutrient Management (GPNM),  
United Nations Environment Programme (UNEP)  
International Nitrogen Initiative (INI)

Prepared by the Global Partnership on Nutrient Management  
in collaboration with the International Nitrogen Initiative

Los cinco principales amenazas de demasiados o muy pocos nutrientes



# *Regulaciones de la CEE*

## La Comunidad Económica Europea

- Demanda a Alemania por el alto nivel de nitrato en aguas
- Acepta nuevo plan de manejo de nitrato en aguas de Francia
- Obligo a Italia a definir nueva legislación sobre nitrato en agua

# La nutrición/fertilización y el eje ambiental de la sustentabilidad

- ***Por balances/recomendaciones en defecto***

- **Degradación de la fertilidad del suelo**

- Caídas de disponibilidad de nutrientes, por ej. disminución de niveles de P Bray, pérdidas de bases (Ca, Mg)
- Los “nutrientes virtuales” que “vendemos” a otros países con nuestras exportaciones (*material flow*)

- ***Por balances/recomendaciones en exceso***

- **Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI)**

- Dos tercios de las emisiones antropogénicas de N<sub>2</sub>O se originan a partir de la agricultura (UNEP, 2013)

- **Perdidas de nutrientes a aguas superficiales y subterráneas**

- Ecurrimiento hacia cursos de agua superficiales
- Lixiviación hacia aguas subterráneas

- ***Por balances/recomendaciones en exceso o en defecto***

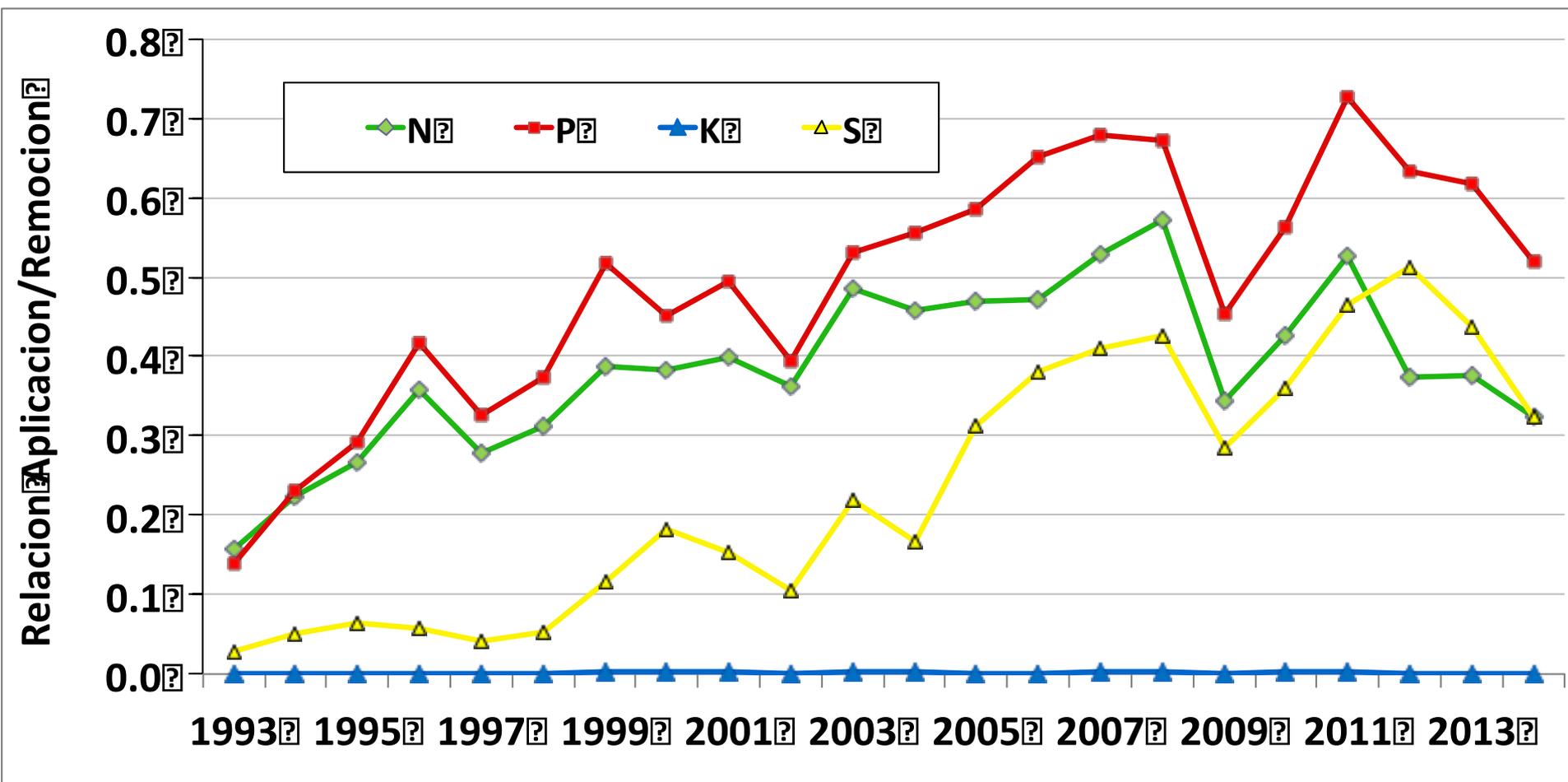
- **Baja eficiencia de uso de otros recursos o insumos**

- Baja eficiencia de uso de agua (y otros) por deficiencias nutricionales
- Mayor costo/huella de C, agua, etc., por aplicaciones excesivas

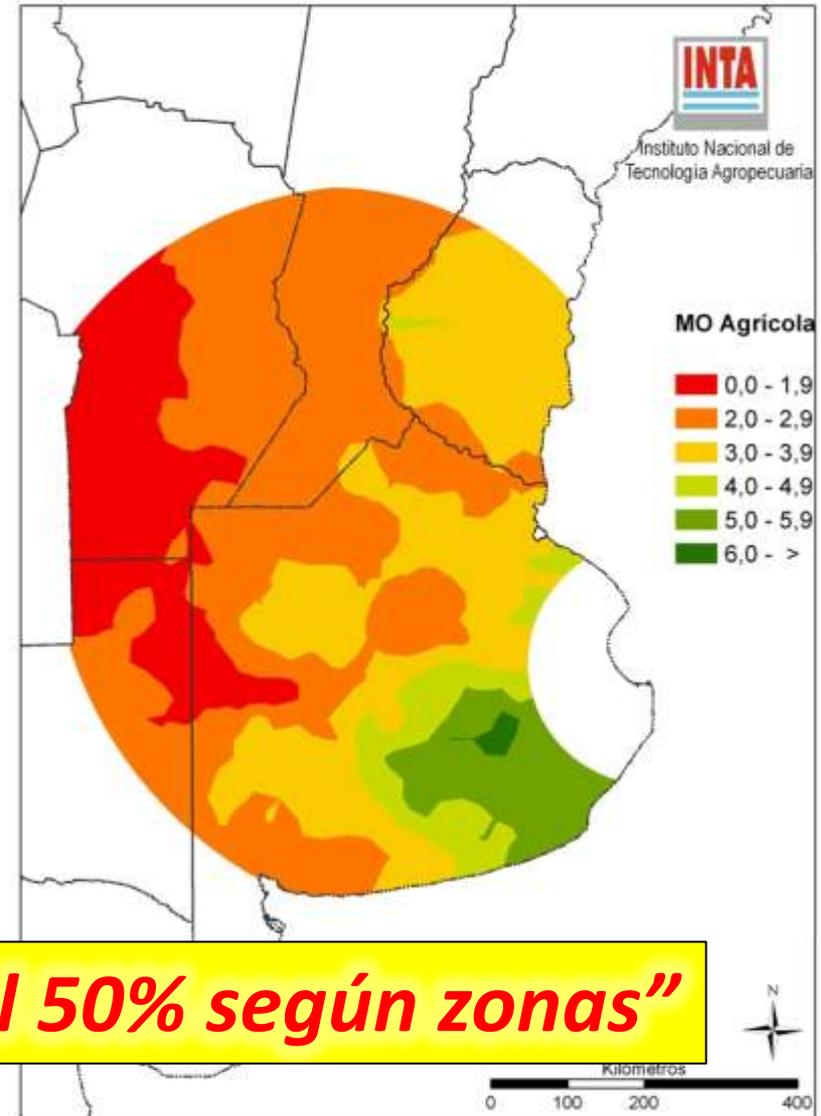
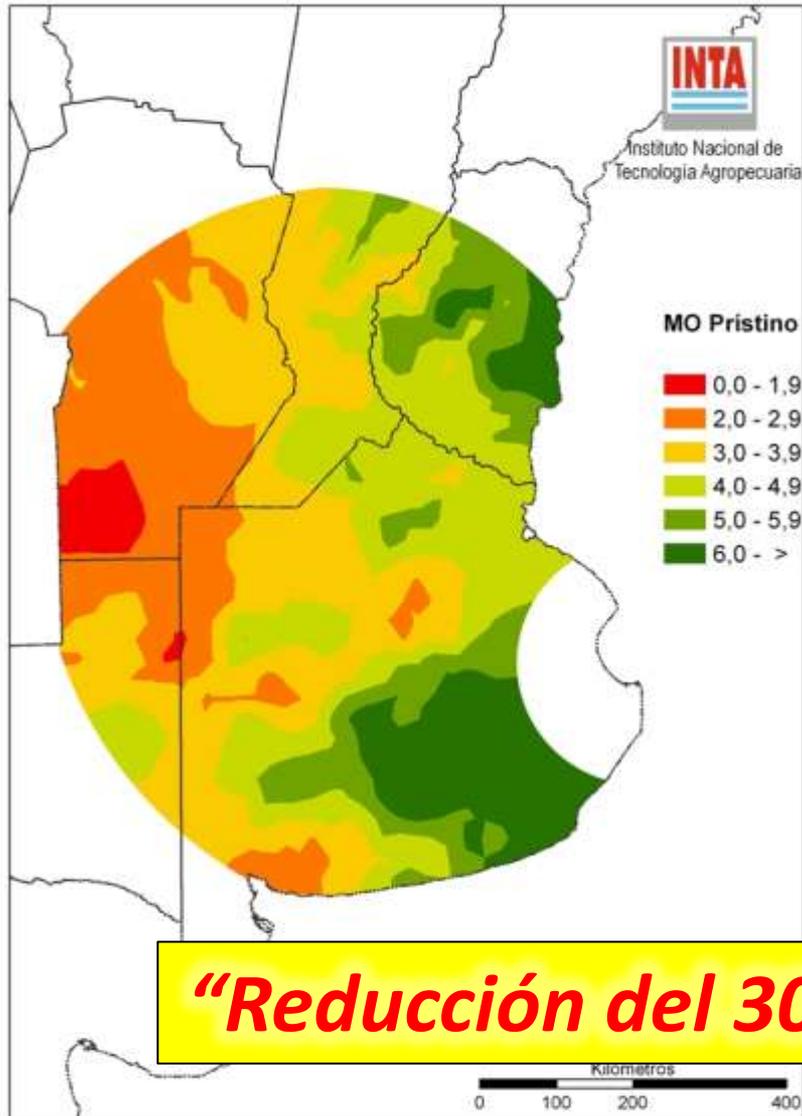
# Balance de N, P, K y S - Argentina 1993 a 2014

Principales cultivos de grano (maíz, soja, trigo, y girasol)

Elaborado a partir de información del MAGPyA y Fertilizar Asociación Civil



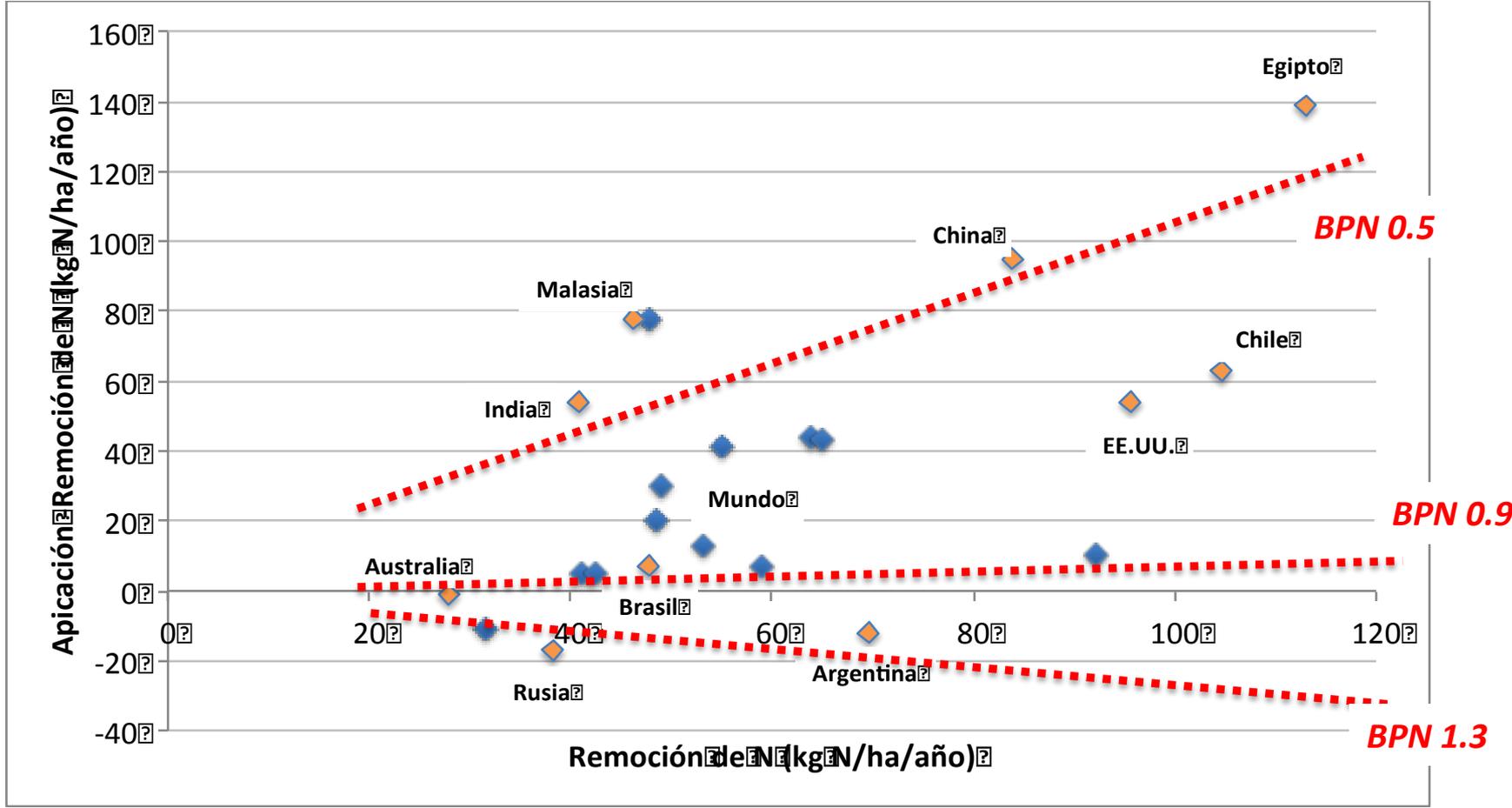
# Niveles de MO en suelos de la región pampeana: Muestreo 2010-11



**“Reducción del 30 al 50% según zonas”**

*Sainz Rozas et al., 2011*

# Eficiencia de uso de N para cereales expresada como la diferencia entre la aplicación y la remoción de N en función de la remoción de N para distintos países y para el promedio mundial



Fuente: Norton et al. (2015)



# Procesos de la pérdida de P

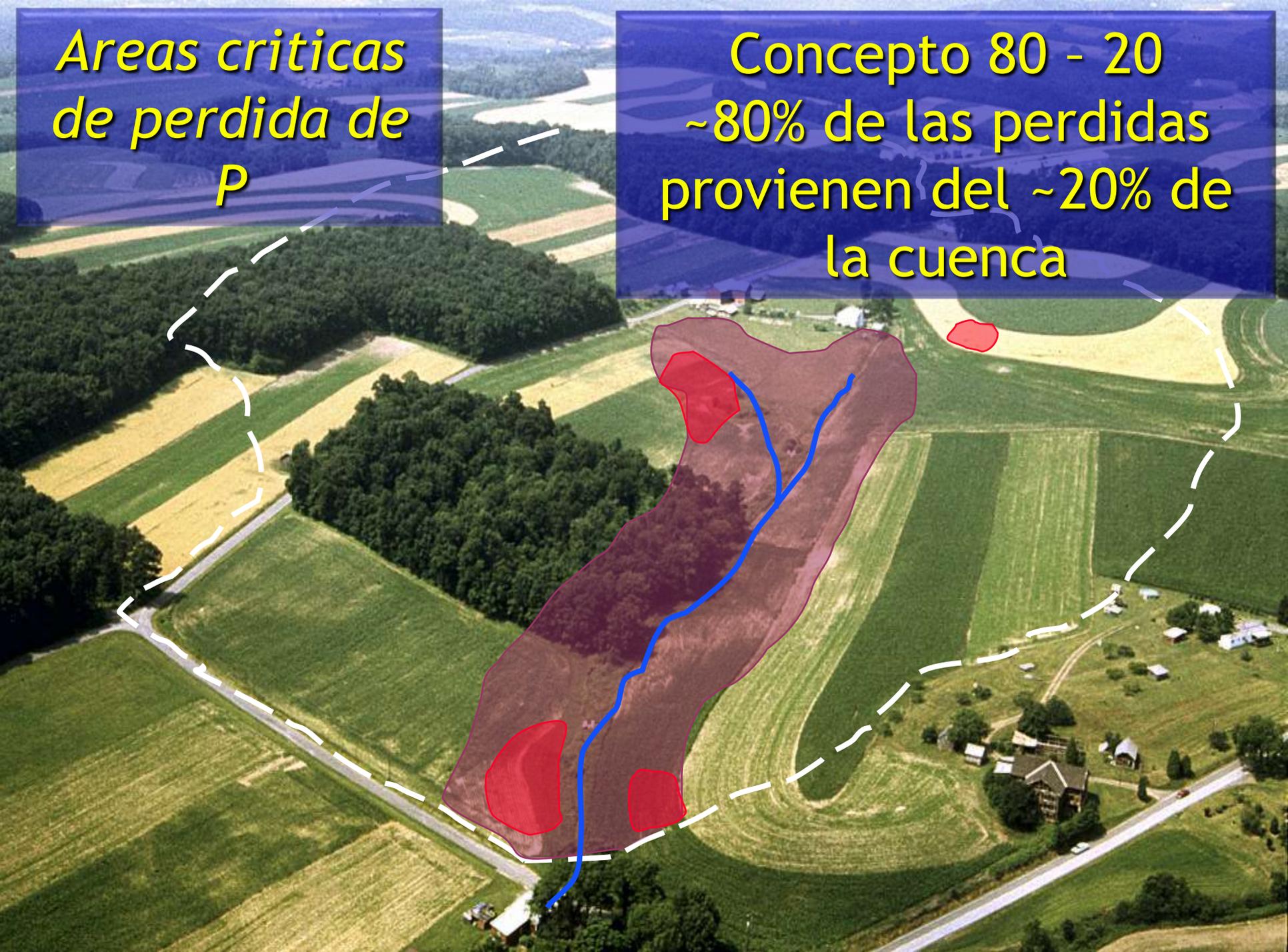


Inmovilización de P del suelo - 80%

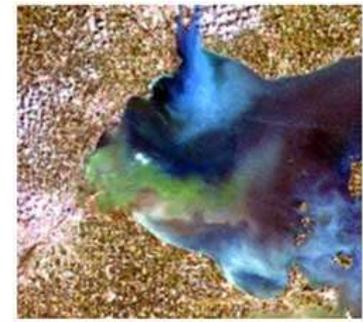
Sharpley, 2010

*Areas críticas  
de pérdida de  
P*

Concepto 80 - 20  
~80% de las pérdidas  
proviene del ~20% de  
la cuenca



# Eutrofización de Lago Erie (EE.UU.) por contaminación con fósforo



*En un Diario muy Popular de Ohio el  
Martes 5 de Agosto 2014*



- Toda la culpa la tienen los productores y las compañías y vendedores de fertilizantes
- Es una combinación de muchas causas, muy complicado, incluso cambio climático (Michalak et al., 2013)

*Adaptado de Mallarino (2014)*

# Dr. Carlos Perdomo

## Calidad de agua en Uruguay

- Los aportes difusos de P a los recursos hídricos de la cuenca lechera provenientes de la actividades agropecuarias serían importantes
- Estos aportes estarían llegando tanto en forma de P Particulado como de P Soluble
- Este resultado coincide con los relevamientos de calidad de agua en la zona
- Además de controlar la Erosión y evitar la sobrefertilización, se debería controlar la estratificación de P en el suelo
- Aun luego de la aplicación de estas medidas, la disminución de los valores de P en el agua superficial no va a ser repentina, sino que se deben esperar muchos años para empezar a ver resultados (El “legado”)

# Perdidas de nutrientes a aguas superficiales y subterráneas

Cuenca del Aº Pergamino,  
Norte de Buenos Aires



- 30 perforaciones para monitoreo del agua subterránea
- 5 estaciones de monitoreo del agua superficial

38% de las perforaciones (12 m)  
registraron concentraciones de nitrato  
superiores a 10 mg N L<sup>-1</sup>

## Pérdida de N y P en el agua de escurrimiento

*Campaña 2009/10 - EEA INTA Paraná*

Tratamiento	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P (kg ha <sup>-1</sup> )
Pastizal natural	0.4	0.2
Maíz-Trigo/Soja	1.8 ab	1.25 a
Trigo/Soja	2.3 ab	2.3 a
Soja continua	2.87 a	5.05 b
Cult. Cob.-Soja	1.04 b	1.23 a

*Fuente: Sasal et al. (2012 y 2013)  
EEA INTA Paraná y EEA INTA Pergamino*

# ¿Hacia dónde debemos ir?

- *¿Reponer los nutrientes que extraemos?*
  - *Responder a las necesidades de la chacra y del ambiente dentro de la chacra*
- *Ser mas eficientes y efectivos (productiva, económica, ambiental y socialmente)*
  - *Usar el análisis de suelo ... implementar prácticas de manejo específico por sitio*
  - *Reciclar nutrientes: Estiércol, efluentes, cama de pollo, otros*
- *Producir y cuidar el recurso*
  - *Evaluar impactos en la producción, la rentabilidad y la salud del suelo*
- *Generar el conocimiento y la información necesaria*
  - *Todos los protagonistas: Interacción publico-privada*
  - *Pensar en sistemas de producción en el tiempo (rotaciones, lavora-pecuaria, etc.) y en el espacio (paisaje, cuenca)*
  - *Bases de datos*

Innovación

Sistema Paisaje

Cambio

Rotación

Bases de Datos

Monitoreo

Ciencia

# Puentes Verdes o Cultivos de Coberturas o Cultivos Trampa o Abonos Verdes o Fuentes de N



**Fotos: J. Romagnoli, Chacra AAPRESID-INTA Bandera, R. Klein, A Rovea y F. Permingeat**



# Cerrando la brecha entre la ciencia y la toma de decisiones



- ¿Por qué?
  - La ciencia debe ser rápida, ágil, y confiable para **responder a las demandas de los productores y la sociedad y satisfacer los desafíos de una Agricultura Sustentable**
- ¿Qué?
  - Generar **valor agregado a través de la interacción** de productores, técnicos, extensionistas, investigadores, industria, estado, ONGs, etc.
  - **Reducir la incertidumbre** y los supuestos a la hora de tomar decisiones, **cuantificar el riesgo**
- ¿Cómo?
  - Desarrollar **investigaciones, experimentaciones, evaluaciones, estudios, revisiones conjuntas**
  - Desarrollar, compartir, analizar y publicar **bases de datos de calidad** junto con los metadatos esenciales

**“La gente (y no sólo los gerentes) confían solamente en su propia comprensión del mundo como base para sus acciones.”**  
**de Geus (1994)**

**Interacción público-privada**

# Investigación en campo de productores

## Un ejemplo: Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

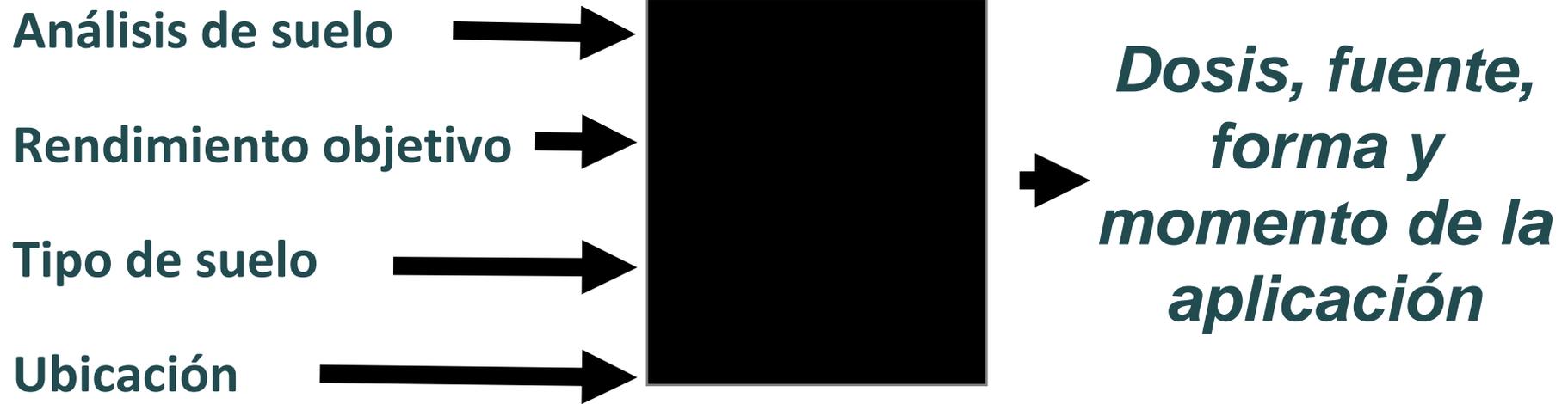
Indicadores de salud  
del suelo luego de 12  
años (2000-2012)

Indicador	Testigo	NPS	Diferencia
C <sub>org</sub> orgánico (Mg/ha)*	32.5	34.3	+7%
pH*	6.1	5.6	- 8%
Bases intercambiables (cmol/kg)*	12.2	11.4	- 7%
Actividad microbiana (mg glomalina/g suelo)	1.38	1.70	+23%
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )*	1.33	1.29	- 3%

\*(0-15 cm)

Ferreras et al., 2012; Grumberg et al., 2012

# *Un paradigma tradicional de la recomendación de fertilización*



**DENTRO DE LA CAJA:**

*Calibración, Información adicional,*

*Manejo de datos*

*Costumbres, Filosofía, Supuestos*



# Calibración de Análisis de Suelo basada en Evidencia en Australia

## “Better Fertilizer Decisions for Cropping Systems (BFDC)”

- Repositorio accesible de datos
- +6000 experimentos de fertilización
- N, P, K y S para los principales cultivos
- Ámbito nacional, con trabajo y financiamiento compartidos

### Soil test-crop response

The database holds 5698 trial treatments at 1795 N, 2386 P, 365 K and 286 S

### Searching the database

Trial sites are plotted on the map. Search criteria below and/or by dropdown selection in more detail.

Nutrient:

From Year:

State:

Farming System:

To Year:

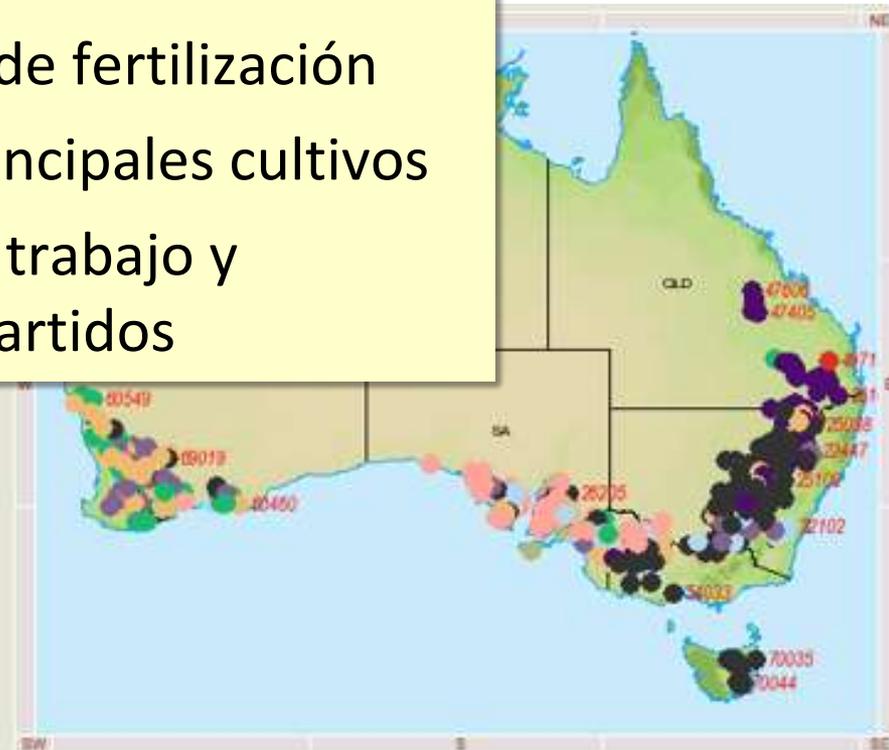
Season:

Crop:

- All
- cereal barley
- cereal barley feed
- cereal barley malting
- cereal maize
- cereal oats
- cereal sorghum
- cereal triticale

Australian Soil Class:

- All
- Calcarosol
- Calcarosol calcic
- Calcarosol hypercalcic
- Calcarosol hypocalcic
- Calcarosol lithocalcic
- Calcarosol supracalcic
- Chromosol



[clear] [undo] [complete] Map tools: Draw Polygon

### Optional Layers | Legend

Rainfall  Road  Vegetation

Select trials that satisfy the selection criteria above

<http://www.bfdc.com.au>

# La investigación a campo requiere de métodos sofisticados



# Australia: Programa Nacional de Investigación de emisiones de N<sub>2</sub>O desde la agricultura

## Actividades de investigación

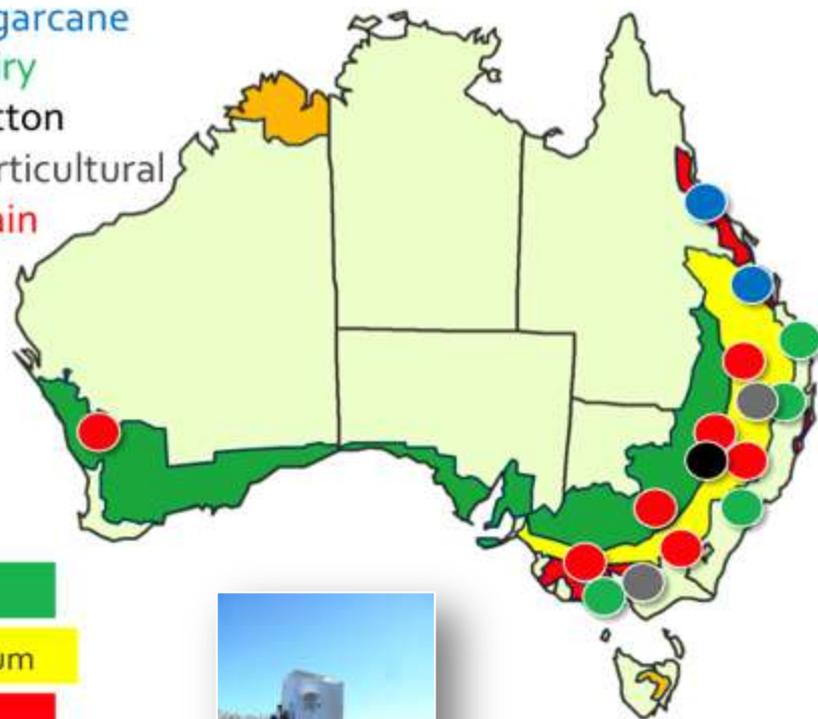
- Red de monitoreo automático de GEI (17)
- Red de monitoreo de cámaras manuales
- Definición de curvas de respuesta a N
- Determinar balances de masa con <sup>15</sup>N
- Estimación de N<sub>2</sub>O y N<sub>2</sub> = pérdidas gaseosas to tales de N
- Modelos suelo-cultivo

*23 proyectos en total  
(5 sistemas de cultivo)*

*Inversión total (**\$50M**) 2012-2016*

- Sugarcane
- Dairy
- Cotton
- Horticultural
- Grain

- Low
- Medium
- High
- No data/uncertain



*Tomado de Norton (2016)*

# Compartir información como recurso científico



“El país no tiene otra alternativa que practicar una agricultura basada en la ciencia y la tecnología, ya que poseer algunas de las mejores tierras agrícolas del mundo no es suficiente”

Informe “Las Ciencias Agropecuarias en la Argentina”  
R. Blake, E. Fereres, T. Henzell y W. Powell  
Fundación Antorchas, 2002

***Un desafío para toda la Sociedad***