

De brechas de rendimiento a brechas de nutrientes: diagnóstico para Argentina

Juan Pablo Monzon

Universidad de Nebraska-Lincoln (USA) – CONICET (Argentina)

Con contribución de: **Patricio Grassini, Juan Ignacio Rattalino Edreira & Fatima Tenorio** (Universidad de Nebraska-Lincoln), **Juan Martin Brihet, Sofia Gayo & Daniela Regeiro** (ReTAA, Bolsa de Cereales)



Tendencias globales

- **Incremento en la demanda de alimentos (+50% en 2050) debido al incremento poblacional y cambios en dietas.**
- **Tasas anuales de ganancia de rendimientos NO son suficientes para satisfacer la demanda futura en la tierra cultivada actualmente.**
- **Masiva expansión del área de cultivos durante la última década (+13 millones de hectáreas por año), en muchos casos a expensa de ecosistemas naturales.**
- **Escenario post-pandemia: precios de granos altos y aspiración de países por recuperación económica rápida.**

Grassini *et al.* (Nature Communications, 2013);
Cassman & Grassini (Nature Sustainability, 2020)

Selva convertida para producción de palma aceitera (Photo: P Grassini)



Arroz cultivado en tierra marginal luego de ser deforestada (Photo: P Grassini)



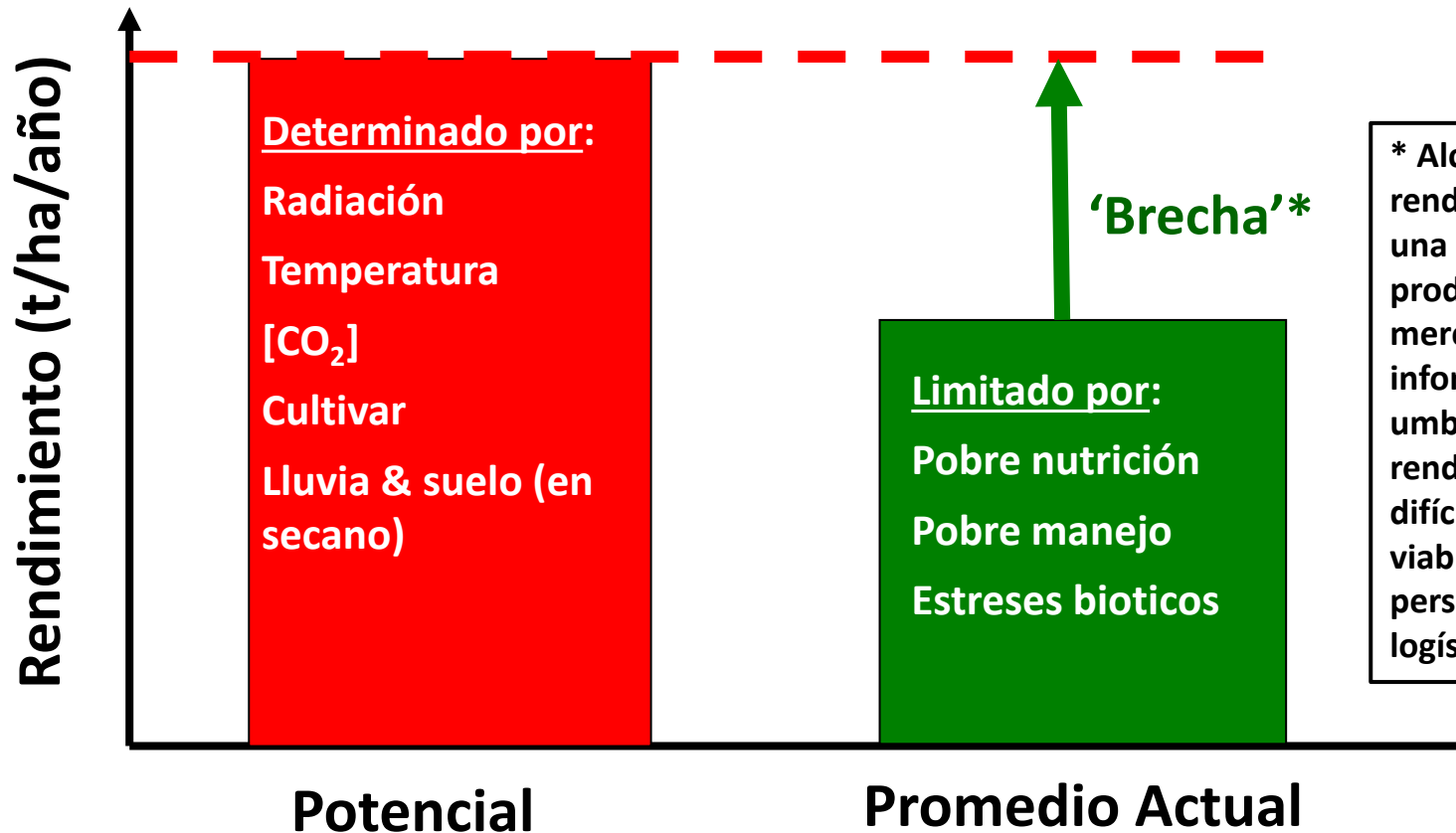
Conversión de esquemas de arroz regado en Asia (Photo: Nurwulan Agustiani, BB Padi)



Satisfacer la demanda futura de alimentos sin expansión masiva del área cultivada va a requerir de una intensificación sustentable de los sistemas de producción de cultivos de tal manera que cada hectárea de tierra cultivada produzca cerca de su potencial, minimizando el impacto ambiental y preservado el recurso base (suelo, agua)**

**** Intensificación es necesaria, pero no suficiente por si sola, para alcanzar el nivel de seguridad alimentaria y protección ambiental deseable, lo cual requiere tambien de apropiadas políticas e instituciones.**

Rendimiento potencial y brechas



* Alcanzar 70-80% del rendimiento potencial es un objetivo razonable para productores con acceso a mercados, tecnología e información. Arriba de ese umbral, incrementos de rendimiento son más difíciles y suelen ser no viables desde una perspectiva económica, logística y/a ambiental

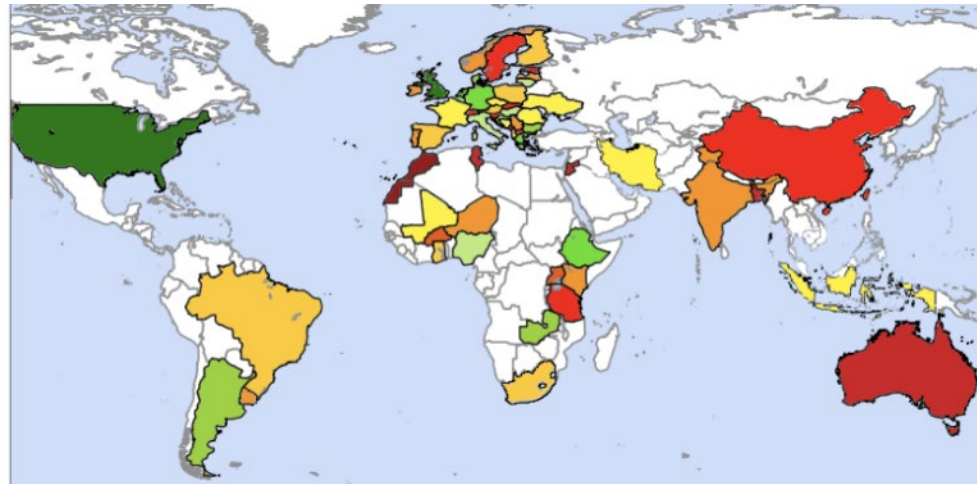
Atlas Global de Brechas (GYGA)

Iniciativa liderada por la Universidad de Nebraska (USA) y Wageningen (Países Bajos), en colaboración con expertos locales

Protocolo global con aplicación local, basado en el conocimiento de la ecofisiología de cultivos y los sistemas de producción.

Protocolo para estimar brechas aplicado consistentemente a través de cultivos y países

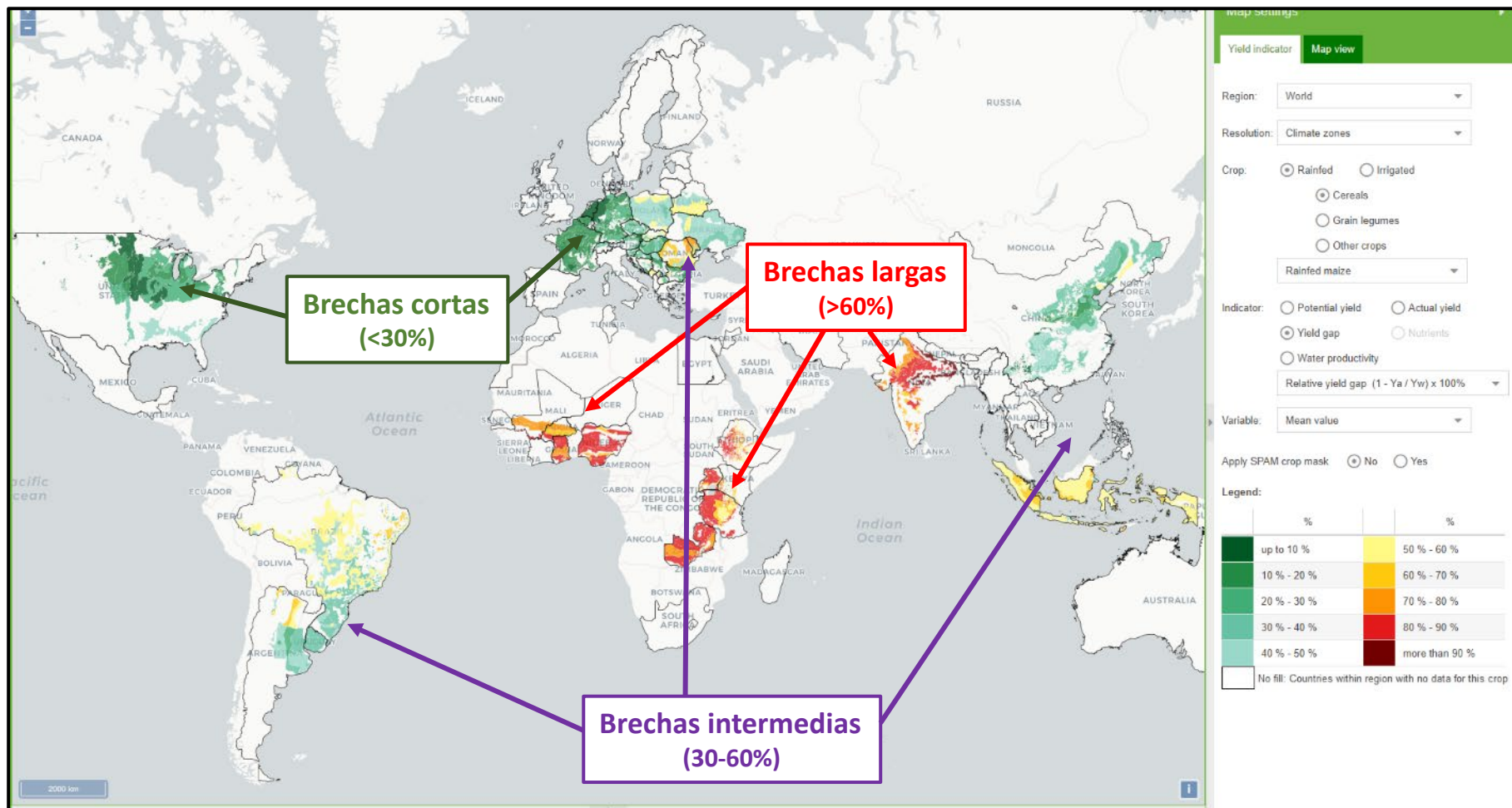
65 países que producen **91, 86, 58%, and 82%** de la producción global de arroz, maíz, trigo y soja.



www.yieldgap.org

Brechas de rendimiento para maíz a nivel global

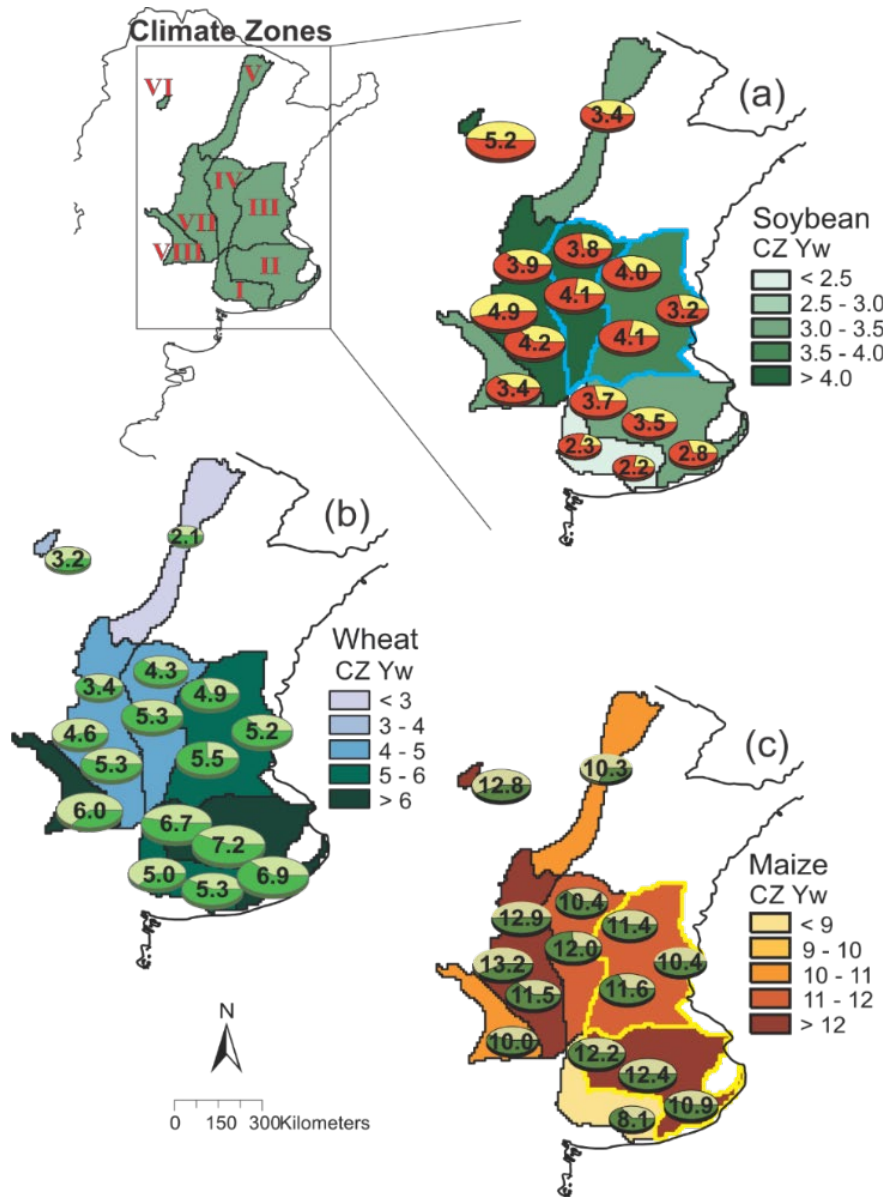
Brechas de rendimiento a través de diferentes países



Contexto del trabajo en Argentina

- **Misión de la Universidad de Nebraska-Lincoln (UNL) en temas relacionados con la producción de alimentos de manera sustentable**
 - Convenios institucionales (MOUs) con FAUBA & Bolsa de Cereales
- **Primer paso en Argentina: análisis de brechas de rendimiento (Aramburu-Merlos *et al.*, FCR 2015)**
- **Próximos pasos: identificar los factores que explican la brecha a nivel país**

Brechas de rendimiento en Argentina



CULTIVO **Brecha**
 (% del potencial)

Maiz **41%**

Trigo **41%**

Soja **32%**

Fuente: Aramburu-Merlos et al.,
 Field Crops Research (2015).
 Disponible en: www.yieldgap.org

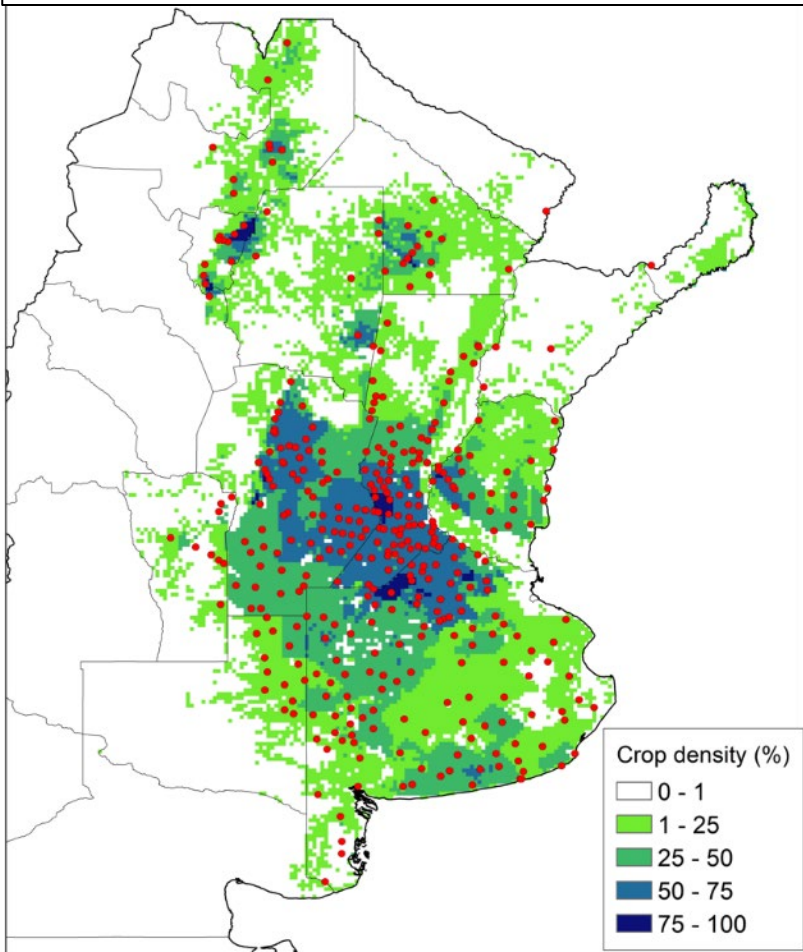
De brechas de rendimiento a brechas de nutrientes:

Puede Argentina aspirar a cerrar la brecha de rendimiento, haciendo un uso sustentable del recurso suelo, con el nivel actual de uso de fertilizantes?

Metodología

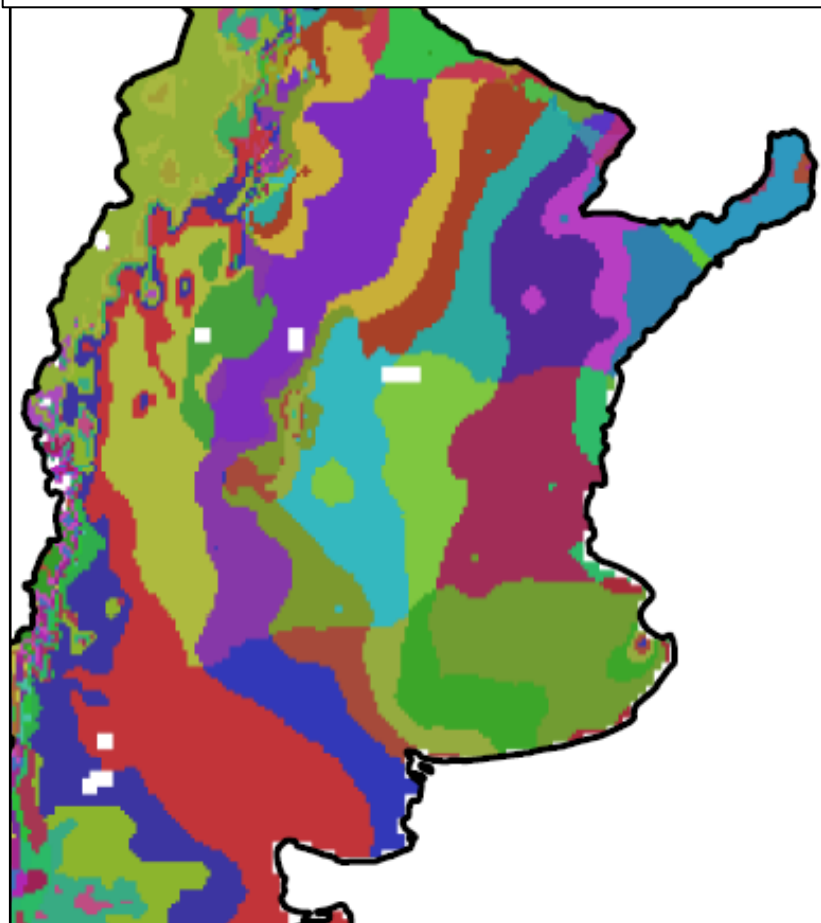
Datos de fertilizante y rendimiento en tres campañas:
2016-17, 2017/18, 2018/19. Fuente: ReTAA

Cada punto representa un colaborador reportando datos de fertilizante y rendimiento. Promedio: 250+ enumeradores por año



Zonas climáticas y brechas de rendimiento
Fuente: www.yieldgap.org

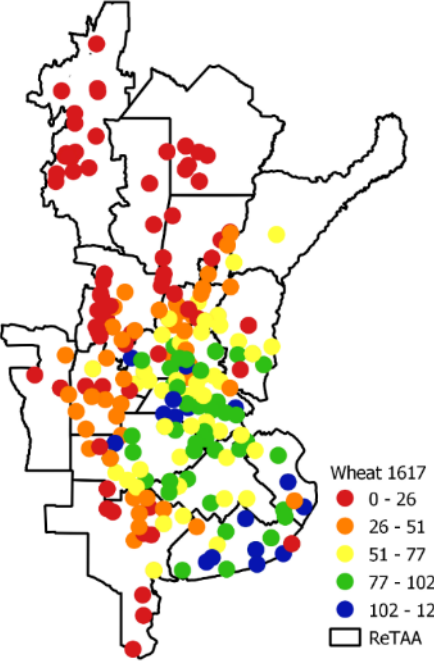
Cada color representa una zona agro-climática; esta zonificación fue usada para agrupar datos de fertilizante y rendimiento reportados a escala local y hacer estimaciones a escala regional y nacional



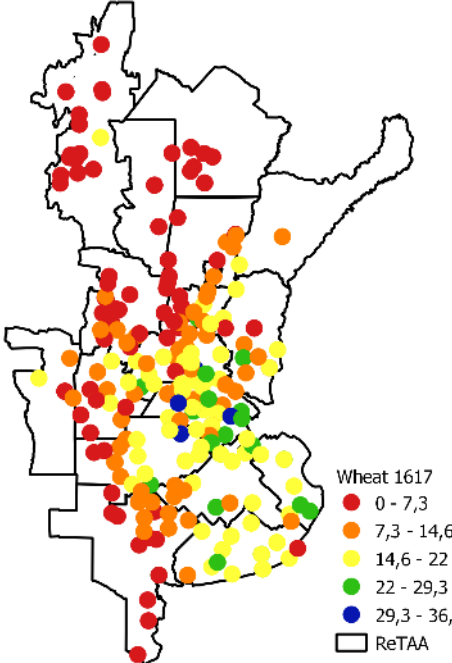
Monzon, Grassini, et al., (en preparation)

Ejemplo TRIGO campaña 2016/17

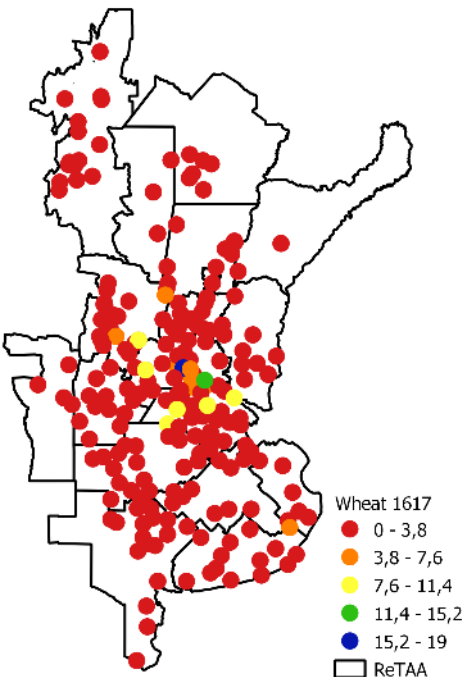
dosis N (kg ha⁻¹)



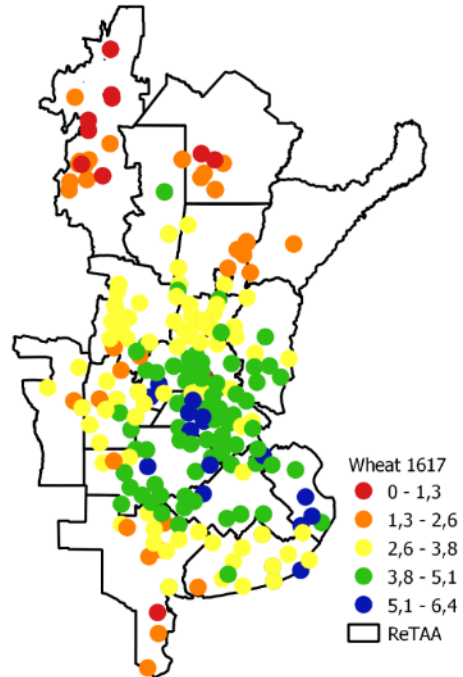
dosis P (kg ha⁻¹)



dosis S (kg ha⁻¹)



Rendimiento actual (t ha⁻¹)



MAIZ: dosis de fertilizante (elemento)

Nitrógeno

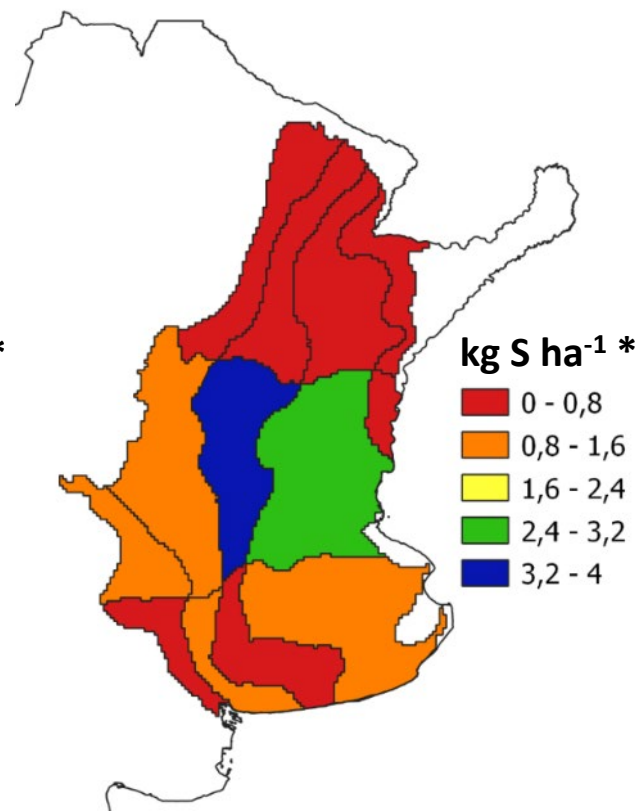
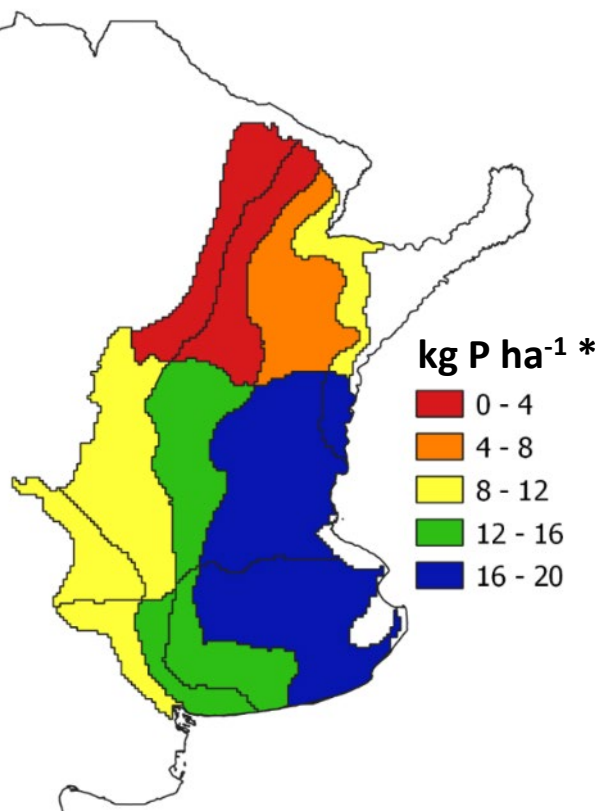
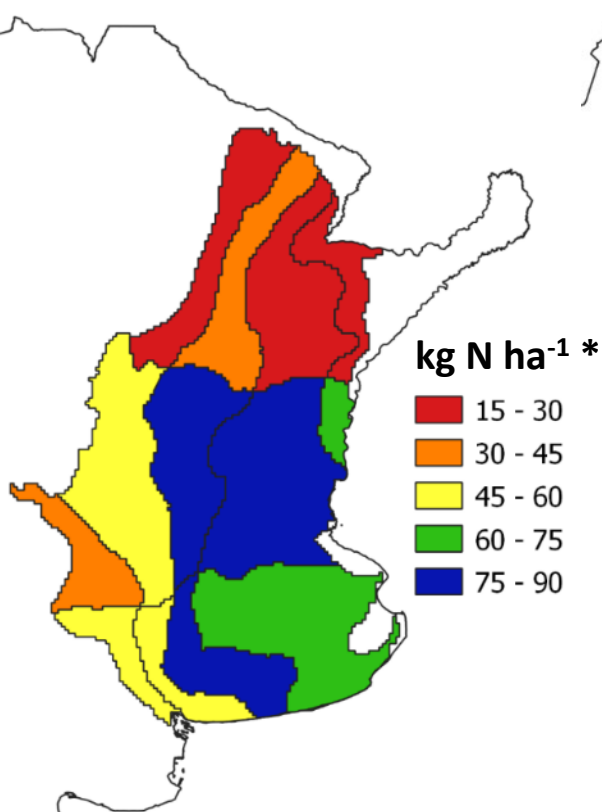
Fósforo

Azufre

(promedio: 59 kg N ha⁻¹)*

(promedio: 12 kg P ha⁻¹)*

(promedio: 2 kg S ha⁻¹)*



* Promedio para 3 campañas (2016/17, 2017/18, 2018/19), incluye maíz temprano y tardío.

Monzon, Grassini, et al., (en preparation)

TRIGO: dosis de fertilizante (elemento)

Nitrógeno

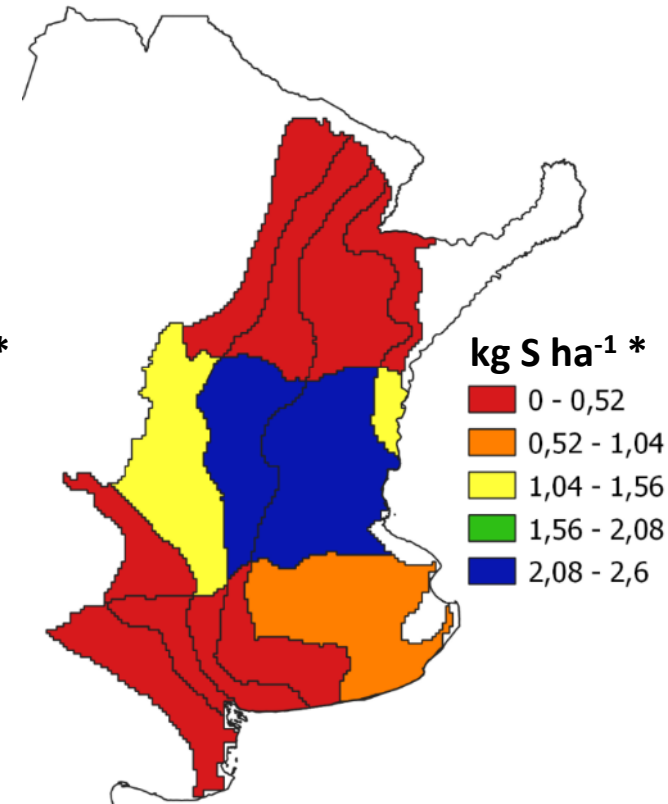
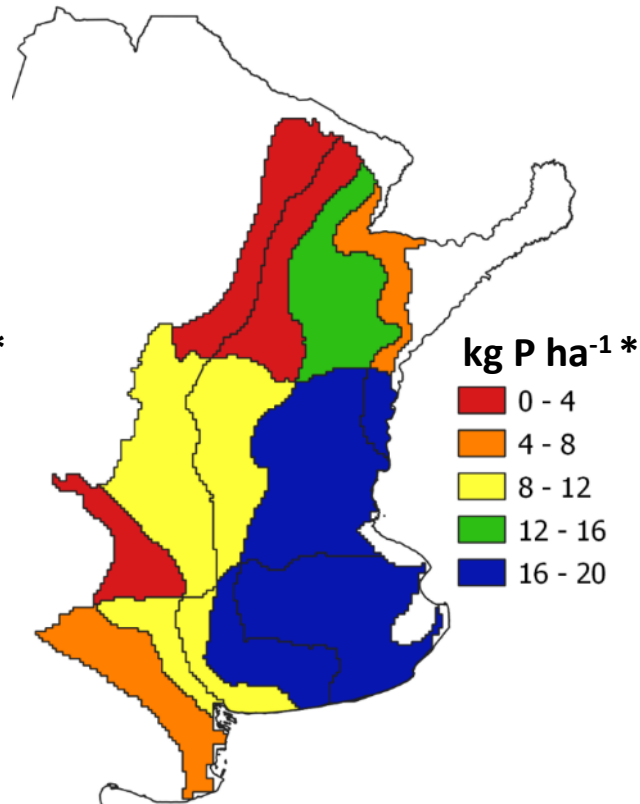
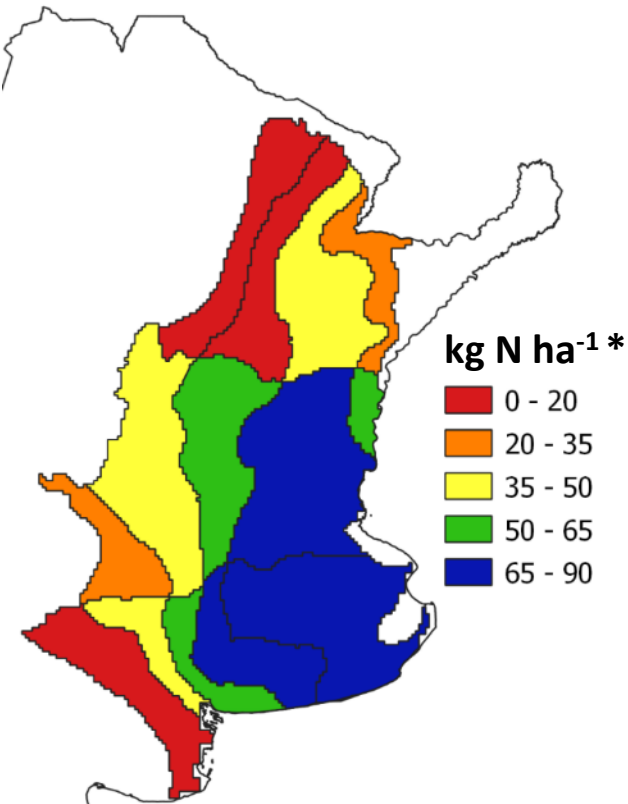
(promedio: 55 kg N ha⁻¹)*

Fósforo

(promedio: 11 kg P ha⁻¹)*

Azufre

(promedio: 1 kg S ha⁻¹)*

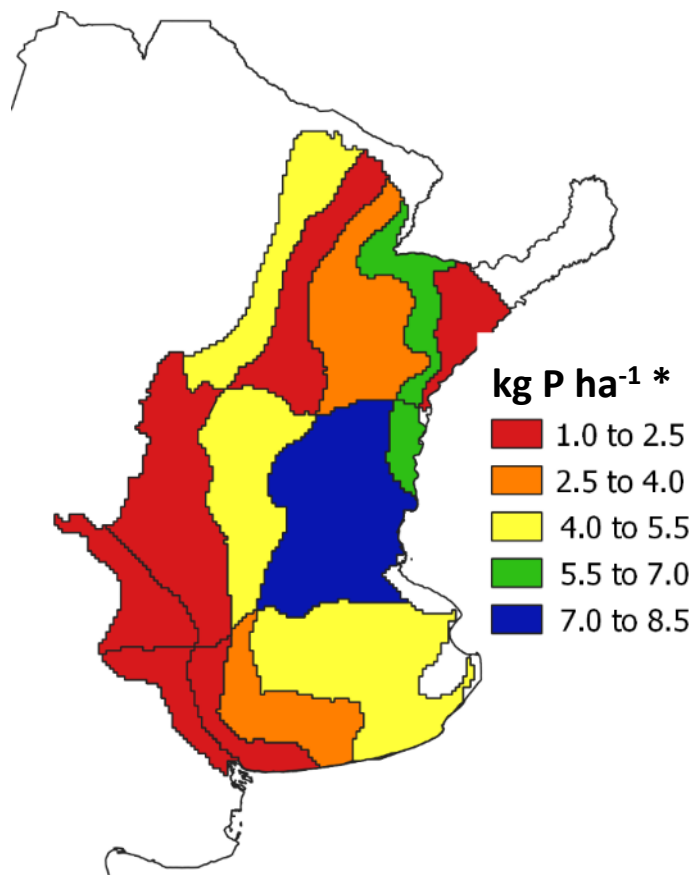


* Promedio para 3 campañas
(2016/17, 2017/18, 2018/19)

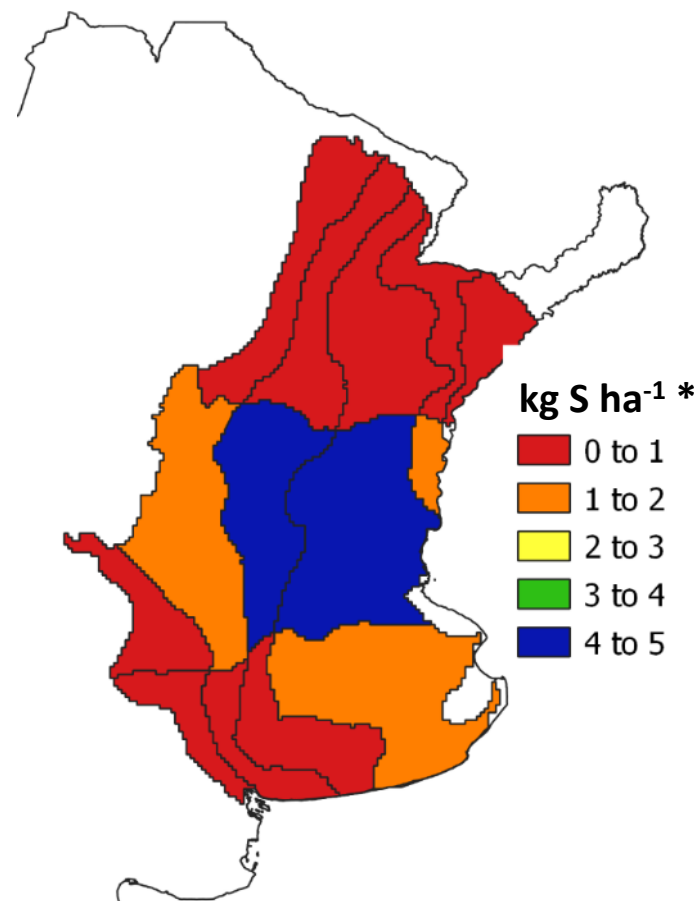
Monzon, Grassini, et al., (en preparation)

SOJA: dosis de fertilizante (elemento)

Fósforo
(promedio: 5 kg P ha⁻¹)*



Azufre
(promedio: 2 kg S ha⁻¹)*

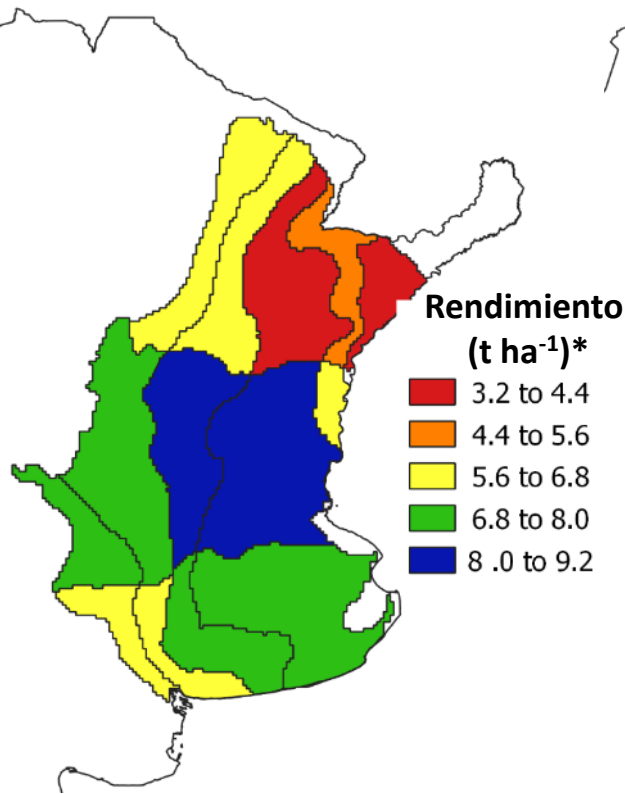


* Promedio para 3 campañas (2016/17, 2017/18, 2018/19), incluye soja de primera y segunda

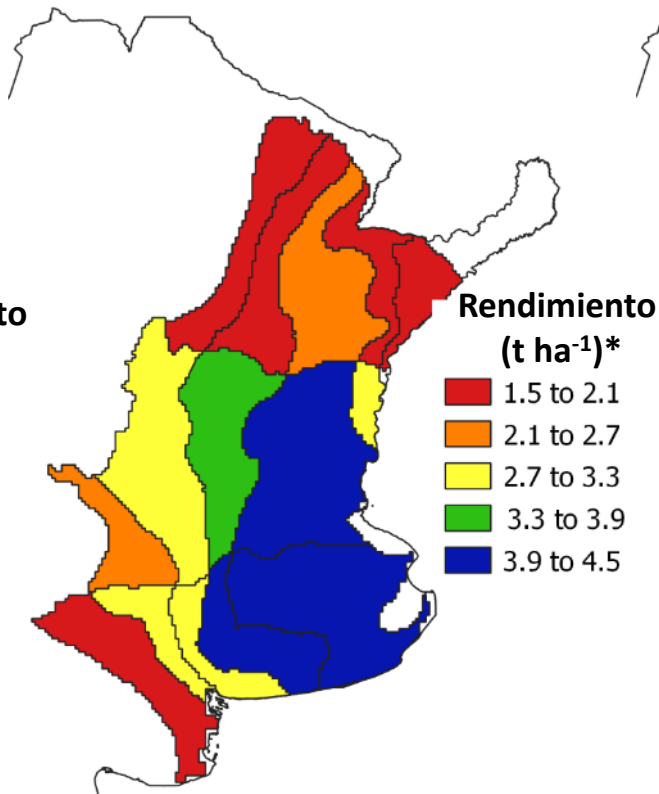
Monzon, Grassini, et al., (en preparation)

Rendimiento promedio*

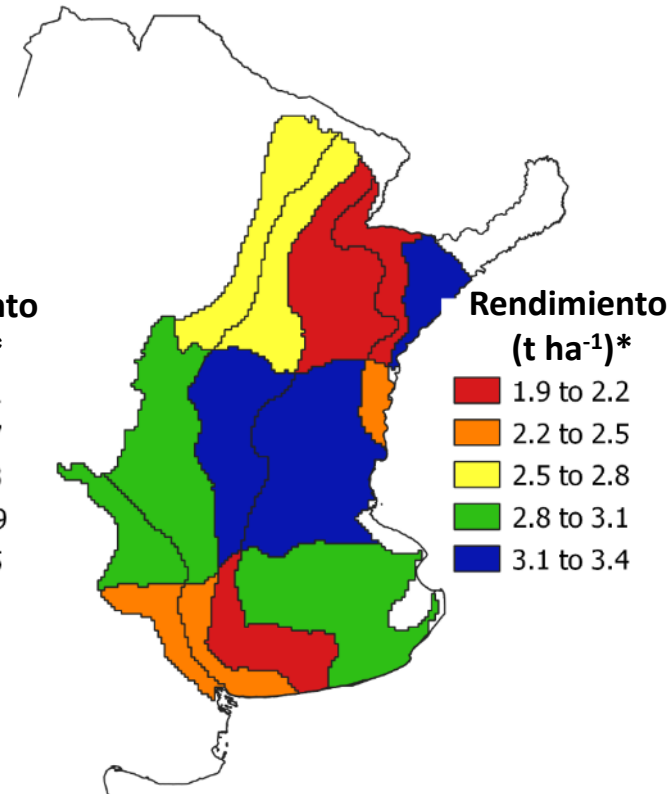
MAIZ
(7.8 t ha⁻¹)



TRIGO
(3.2 t ha⁻¹)



SOJA
(3.0 t ha⁻¹)



* Promedio para 3 campañas (2016/17, 2017/18, 2018/19).

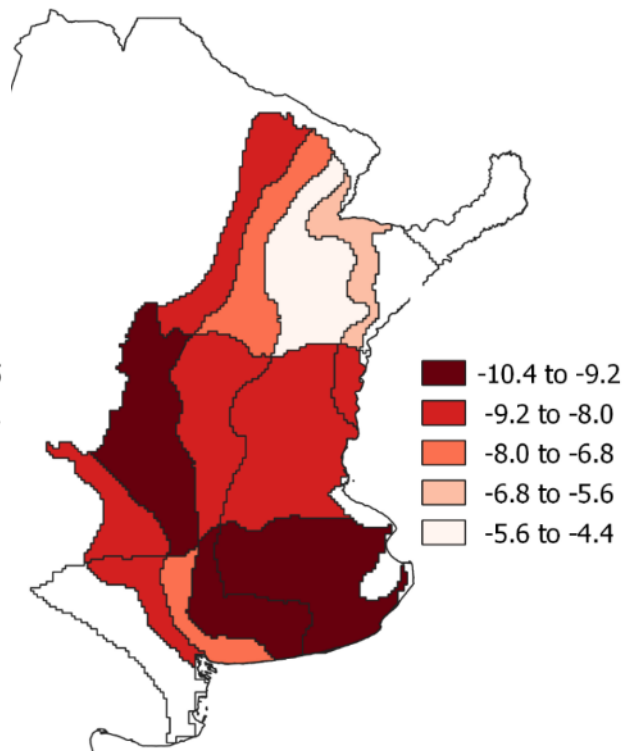
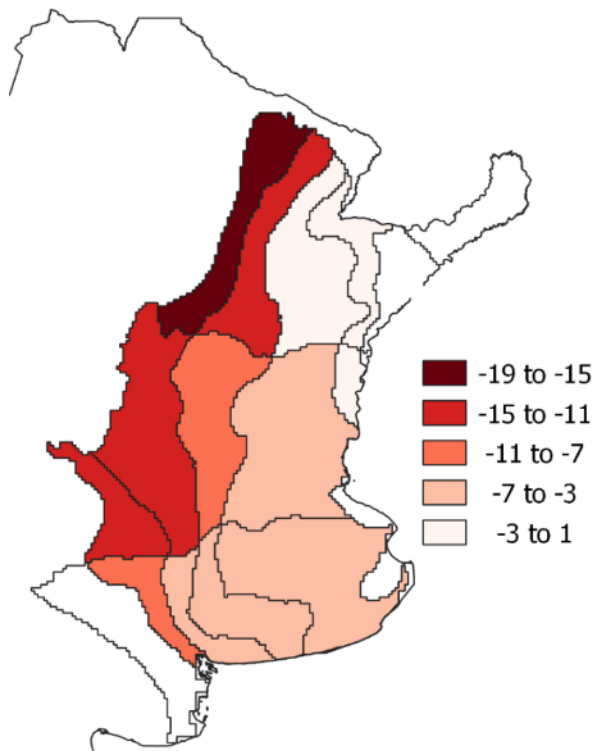
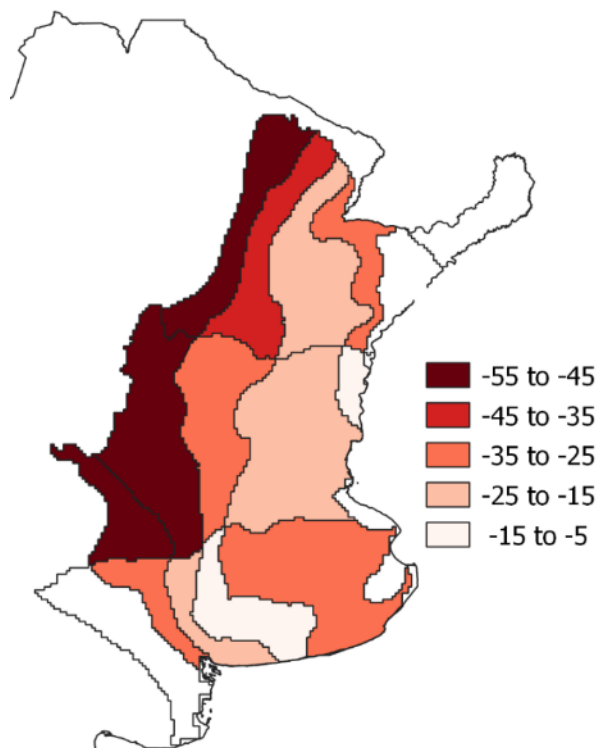
Maíz incluye temprano y tardío, y soja incluye de primera y segunda.

Monzon, Grassini, et al., (en preparation)

MAIZ: balance parcial de nutrientes

Balance nutrientes = promedio de dosis fertilizante – remoción de nutrientes grano

Nitrógeno * (promedio: -35 kg N ha^{-1}) **Fósforo *** (promedio : -9 kg P ha^{-1}) **Azufre *** (promedio : -9 kg S ha^{-1})



Extracción nutriente tabla IPNI (kg t^{-1})			
http://www.ipni.net/article/IPNI-3296			
Nutriente	TRIGO	MAIZ	SOJA
N	19.0	12.0	55.0
P	3.5	2.8	5.2
S	1.7	1.4	3.0

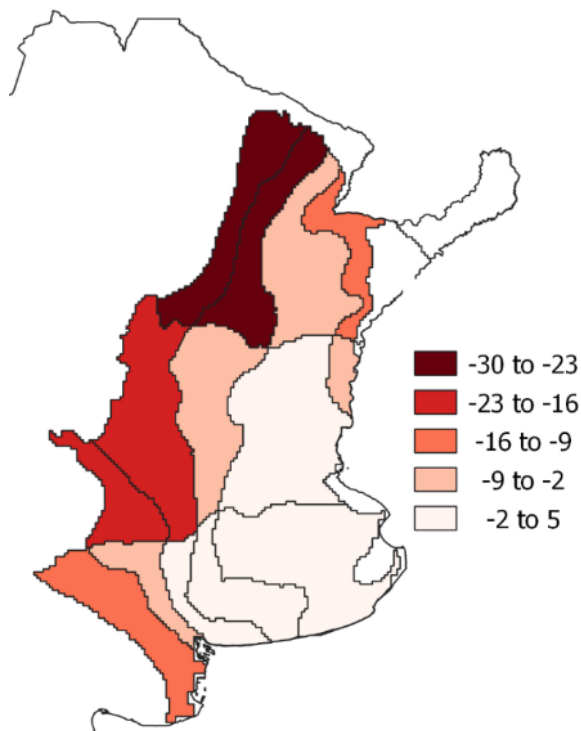
* Promedio para 3 campañas (2016/17, 2017/18, 2018/19), incluye maíz temprano y tardío.

Monzon, Grassini, et al., (en preparation)

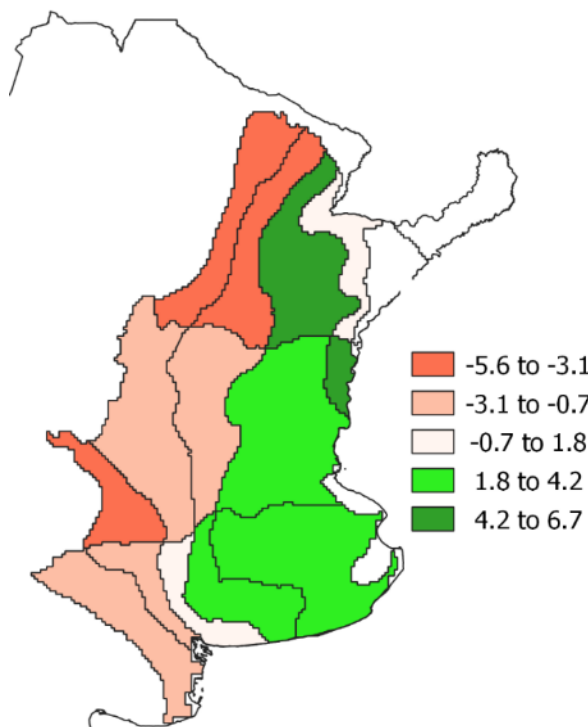
TRIGO: balance parcial de nutrientes

Balance nutrientes = promedio de dosis fertilizante – remoción de nutrientes grano

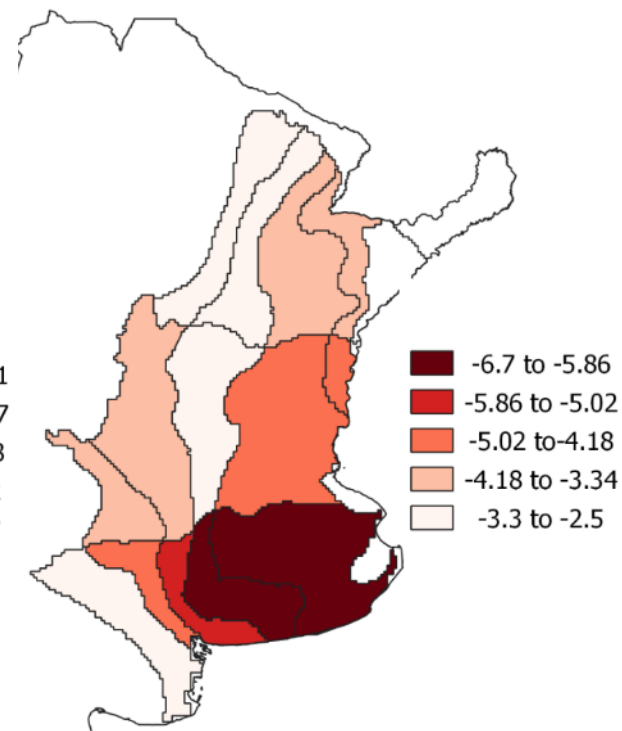
Nitrógeno *
(promedio: -7 kg N ha⁻¹)



Fósforo *
(promedio: 0 kg P ha⁻¹)



Azufre *
(promedio: -5 kg S ha⁻¹)



Extracción nutriente tabla IPNI (kg t⁻¹)

<http://www.ipni.net/article/IPNI-3296>

Nutriente	TRIGO	MAIZ	SOJA
N	19.0	12.0	55.0
P	3.5	2.8	5.2
S	1.7	1.4	3.0

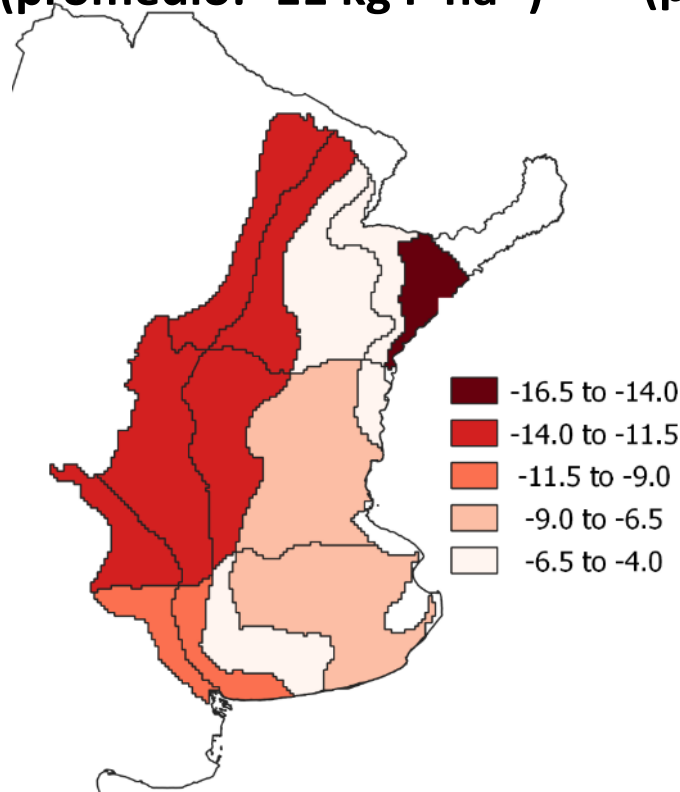
* Promedio para 3 campañas
(2016/17, 2017/18, 2018/19)

Monzon, Grassini, et al., (en preparation)

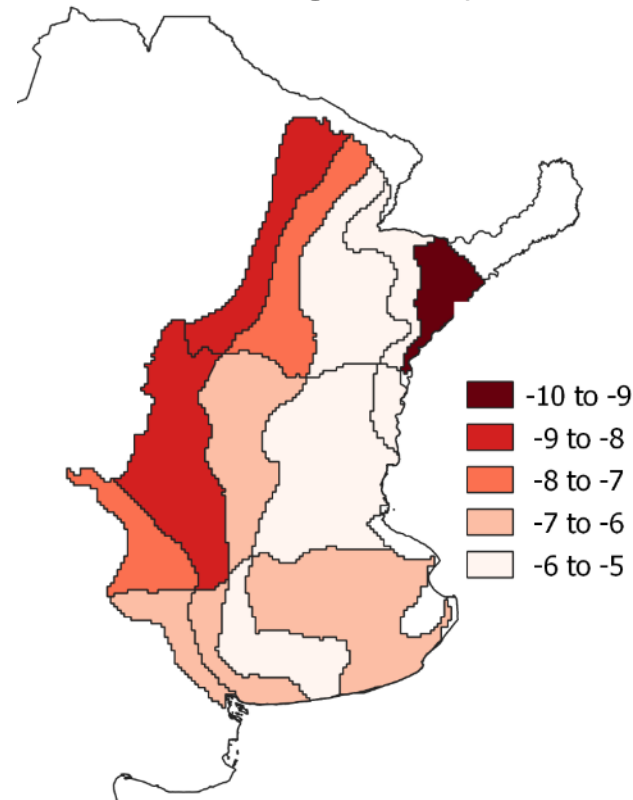
SOJA: balance parcial de nutrientes

Balance nutrientes = promedio de dosis fertilizante – remoción de nutrientes grano

Fósforo *
(promedio: -11 kg P ha^{-1})



Azufre *
(promedio: -7 kg S ha^{-1})



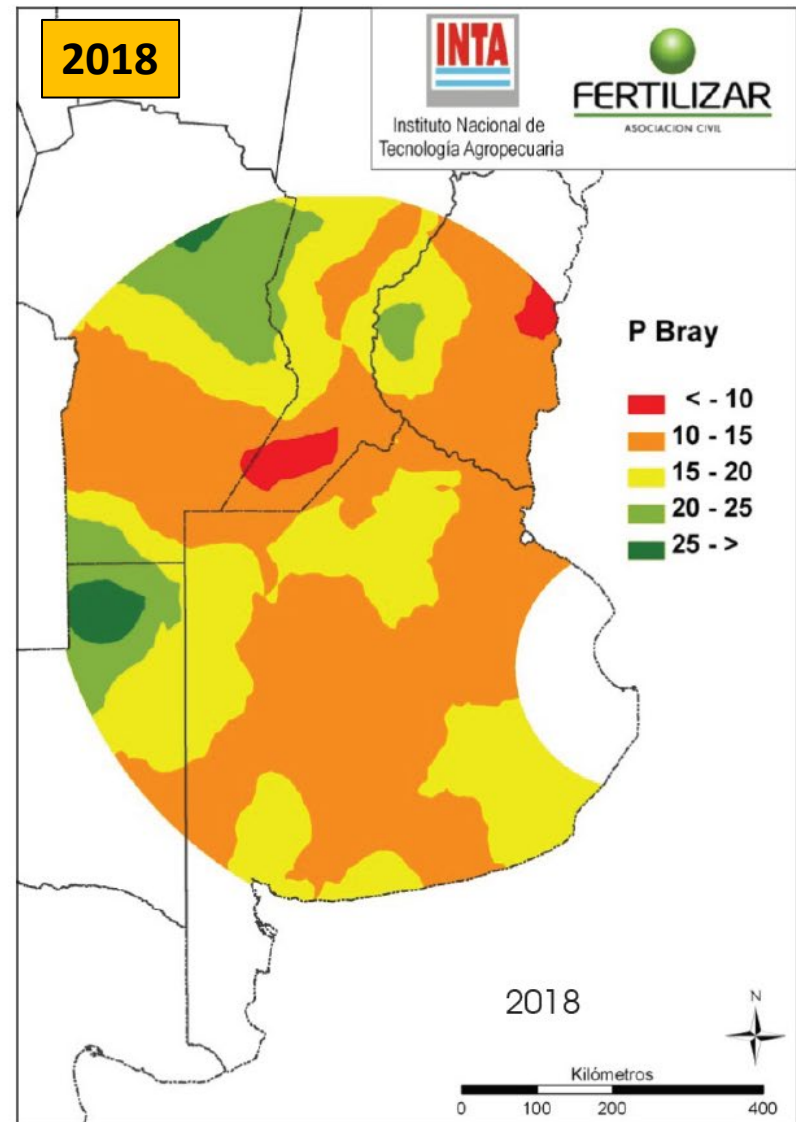
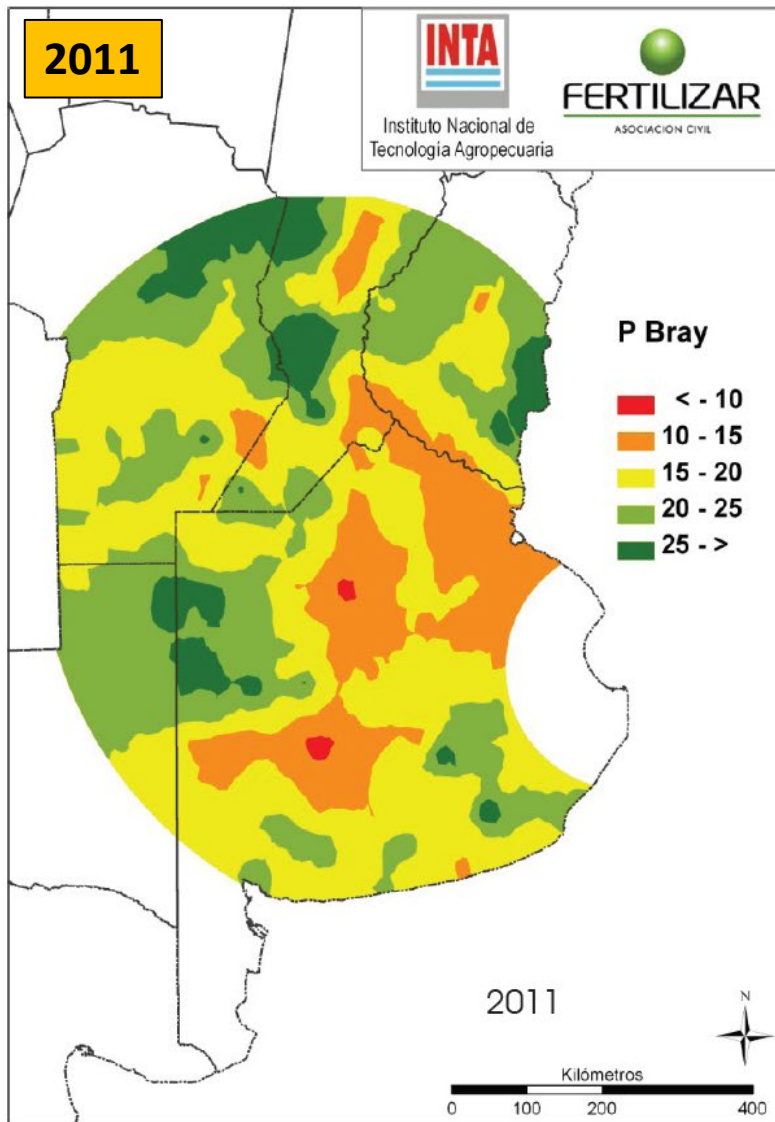
Extracción nutriente tabla IPNI (kg t^{-1})
<http://www.ipni.net/article/IPNI-3296>

Nutriente	TRIGO	MAIZ	SOJA
N	19.0	12.0	55.0
P	3.5	2.8	5.2
S	1.7	1.4	3.0

* Promedio para 3 campañas (2016/17, 2017/18, 2018/19), incluye soja de primera y segunda

Monzon, Grassini, et al., (en preparation)

Cambio en el nivel de nutrientes en el suelo



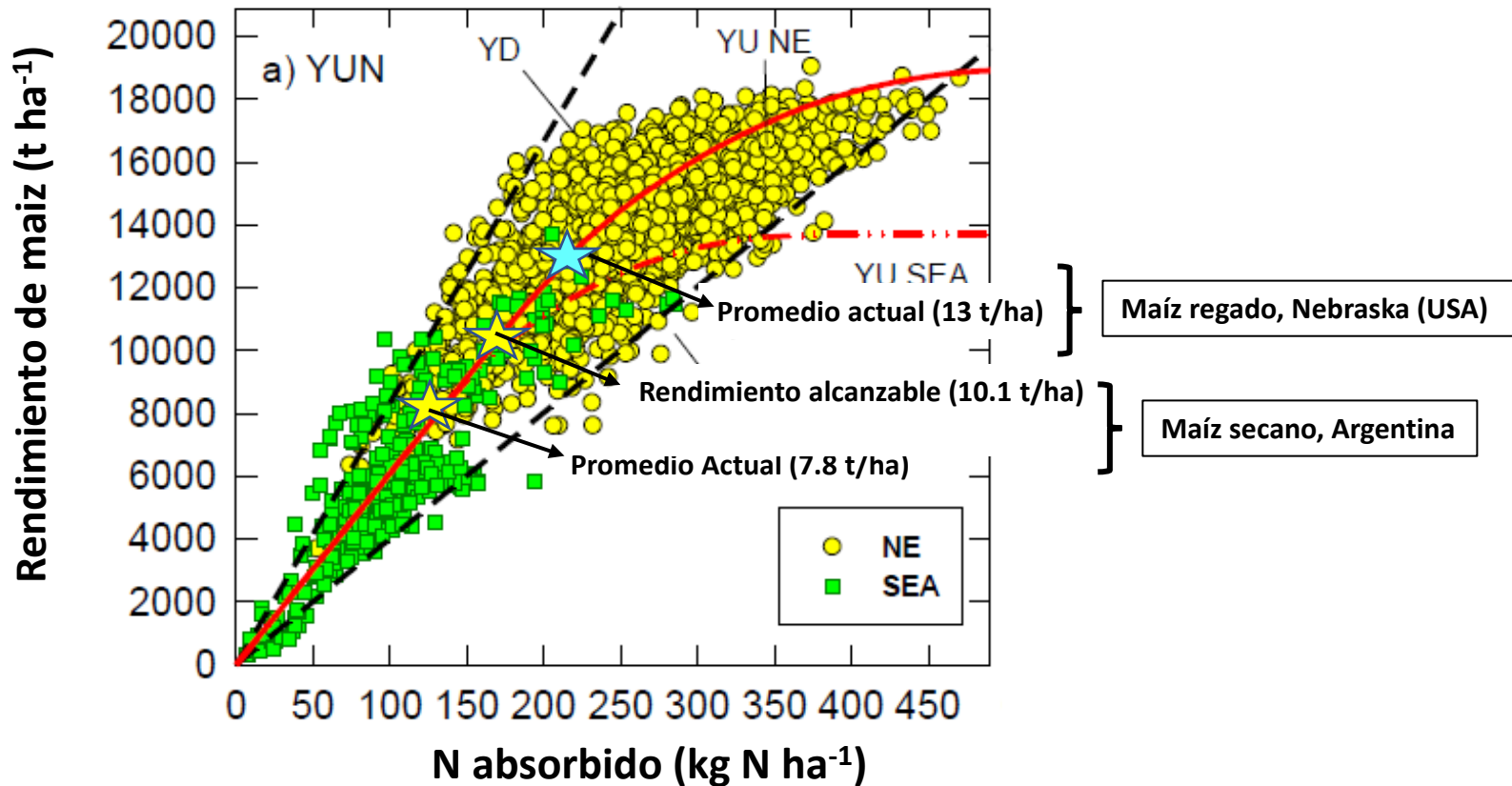
Fuente: Sainz Rozas, 2018. Fertilizar

Requerimiento de nutrientes

El requerimiento de nutrientes incrementa con el nivel de rendimiento.

Ejemplo de relación rinde de maíz vs. N absorbido por el cultivo - datos colectados en Nebraska (NE) & SE Asia (SEA)

Eficiencia media: 60 kg grano por kg N
(pero decrece con mayor rendimiento)



Fuente: Setiyono et al., Field Crops Research (2011)

La 'brecha' de nutrientes

Cerrar la brecha de rendimiento, sin comprometer la calidad del suelo, va a requerir de un aumento substancial en el uso de fertilizante

Cultivo	Rendimiento promedio (t ha ⁻¹)	Rendimiento alcanzable (t ha ⁻¹)*	Dosis promedio (kg nutriente ha ⁻¹)			Requerimiento adicional (kg nutriente ha ⁻¹)**		
			N	P	S	N	P	S
Maíz	7.8	10.1	59	12	2	+119	+12	+10
Trigo	3.2	4.8	55	11	1	+79	+3	+6

* Rendimiento alcanzable estimado como 80% del rendimiento potencial. Fuente: www.yieldgap.org & Aramburu-Merlos *et al.* (2015)

** La cantidad de nutrientes adicional requerido para cerrar la brecha fue calculado teniendo en cuenta (i) el requerimiento de nutrientes necesario para lograr el rendimiento alcanzable, y (ii) la dosis de nutriente actual. El requerimiento de nutrientes necesario para lograr el rendimiento alcanzable fue calculado basado en la absorción de nutrientes esperada (nitrógeno) o usando un criterio de reposición (fosforo y azufre).

Mensajes para llevarse a casa

- Prognosis de aumento de la demanda global de alimentos, un sector agropecuario competitivo, y un nivel de brecha de rendimiento intermedia ponen a la Argentina en una posición envidiable para intensificar la producción de cultivos de cara a los próximos 30 años.
- Las aplicaciones actuales de nutrientes ***NO son suficientes*** para cerrar la brecha de rendimiento y, en muchos casos, los balances indican minado de nutrientes.
- Cualquier programa que tenga como objetivo aumentar la productividad actual, haciendo un uso sustentable del recurso suelo, va a requerir de un reconocimiento explícito de la necesidad de aumentar el uso de fertilizantes en Argentina.

Proyecto de brechas de nutrientes

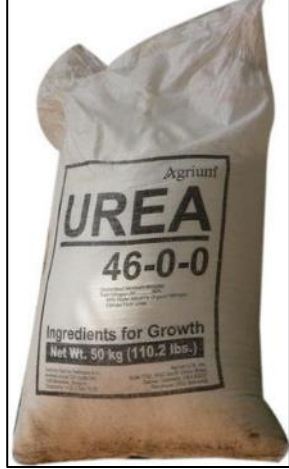
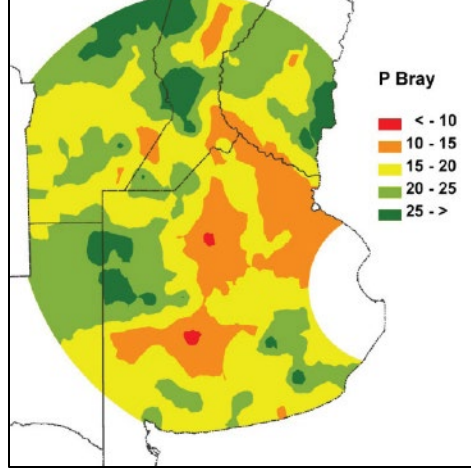
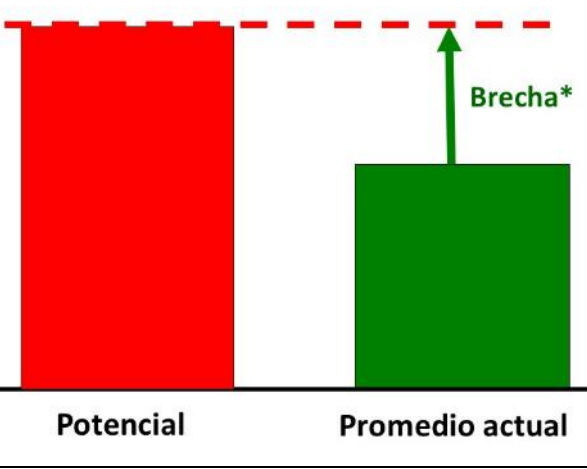
Iniciativa con el objetivo explícito de:

- (i) documentar con la mejor ciencia disponible que el nivel de aporte de nutrientes actual en los sistemas de producción de grano de Argentina no es suficiente para promover un proceso de intensificación sustentable;**
- (ii) articular este mensaje de forma tal que sirva para informar política destinada a promover la intensificación sustentable de los sistemas de producción de grano, con foco en un uso mayor y mejor de nutrientes, haciendo foco en el uso eficiente de los recursos y la sustentabilidad del recurso suelo.**

Participantes

Fatima Amor Tenorio	University of Nebraska	ftenorio@huskers.unl.edu
Laila Puntel	University of Nebraska	lpuntel2@unl.edu
Juan I. Rattalino Edreira	University of Nebraska	rattalino@unl.edu
Patricio Grassini	University of Nebraska	pgrassini2@unl.edu
Juan Pablo Monzon	University of Nebraska	monzon.jp@gmail.com
Ignacio Ciampitti	Kansas State University	ciampitti@ksu.edu
Juan Brihet	Bolsa Cereales Buenos Aires	jbrihet@bc.org.ar
Sofia Gayo	Bolsa Cereales Buenos Aires	sgayo@bc.org.ar
Daniela Regeiro	Bolsa Cereales Buenos Aires	dregeiro@bc.org.ar
Nahuel Reussi Calvo	CONICET	reussicalvo.nahuel@inta.gov.ar
Fernando García	FCA Balcarce	fgarcia1957@gmail.com
Guillermo Studdert	FCA Balcarce	gastudde@gmail.com
Hernán Sainz Rozas	INTA	sainzrozass.hernan@inta.gov.ar
Fernando Andrade	INTA	andrade.fernando@inta.gov.ar
Miguel Taboada	INTA	taboada.miguel@inta.gov.ar
Fernando Salvagiotti	INTA	salvagiotti.fernando@inta.gov.ar
Fernando Aramburu Merlos	INTA	aramburumerlos.f@inta.gov.ar
Jorge Mercou	INTA	jorgemercou@gmail.com
Ernesto Viglizzo	Asesor privado	eviglizzo@gmail.com
María Fernanda Gonzalez San Juan	Fertilizar	mfgonzalez@fertilizar.org.ar
Andres Grasso	Fertilizar	grasso@fertilizar.org.ar
Federico Bert	CREA	fbert@agro.uba.ar
Pablo Calviño	Asesor privado	calvinopablo@gmail.com





Gracias!

Juan Pablo Monzon (monzon.jp@gmail.com)

