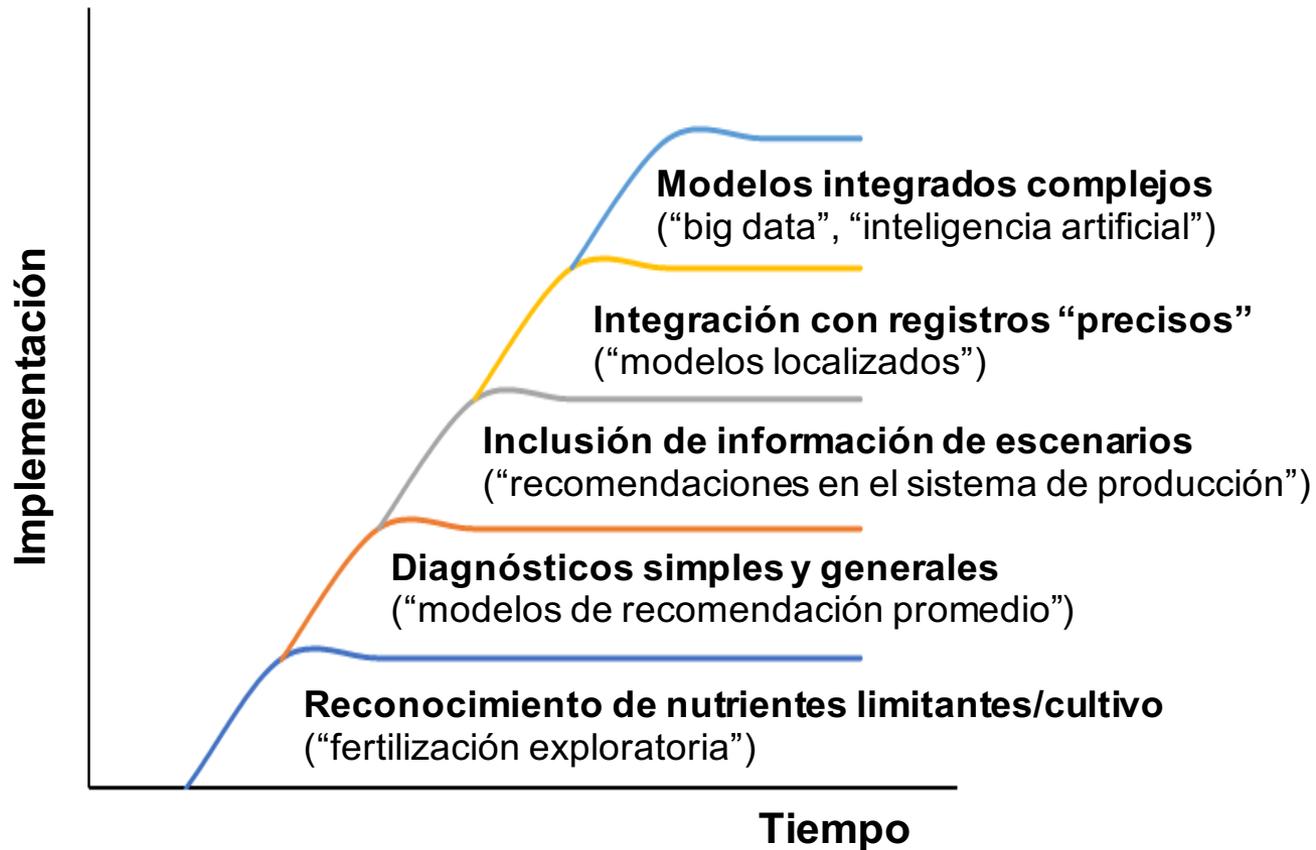


# Modelos integrados de recomendación de fertilización en la región pampeana

Martín Díaz-Zorita

## Secuencia general de mejoras en la eficiencia de recomendaciones de fertilización

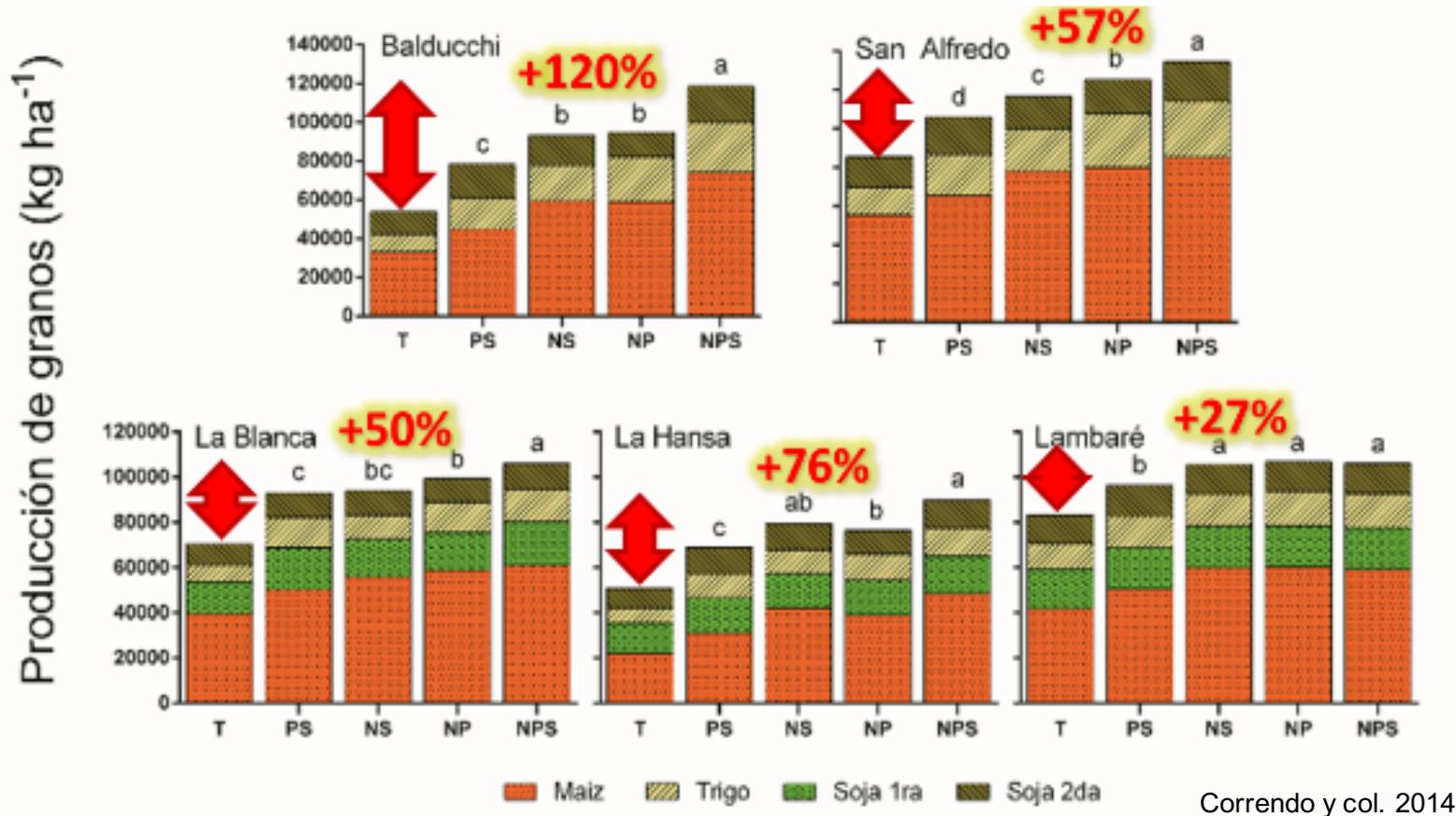


Los modelos de recomendación de nutrición de cultivos evolucionan respondiendo a un contexto técnicos, empresariales y sociales complejos, diversos y dinámicos.

# Información para el manejo de la fertilización en la región pampeana

## Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Acumulado 2000/01 a 2012/13



Al aumentar las limitaciones aumenta la variabilidad entre sitios.

La nutrición balanceada no limitante maximiza producción en sistemas.

# Información para el manejo de la fertilización en la región pampeana

## Evolución de los aportes de intensificar la fertilización

Análisis de casos experimentales en la región pampeana

Cultivo	Campaña	Casos	Rendimiento (kg/ha)		Respuesta	
			Productor	NPS mejorado	kg/ha	%
Trigo	2000 - 2005	8	3754	4224	471	12%
	2011 - 2015	14	3678	4708	1030	29%
Maíz	2000 - 2005	10	9283	10774	1491	17%
	2011 - 2015	19	8356	9027	671	20%
Soja	2000 - 2005	4	3798	4209	410	11%
	2011 - 2015	59	3649	4360	711	20%

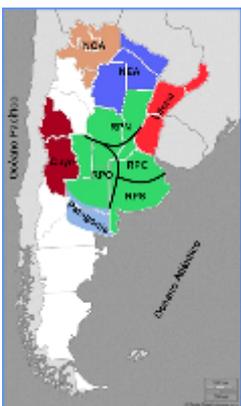
Fuente: Díaz-Zorita y Grasso (2016)

Crecientes aportes de la aplicación de modelos mejorados de fertilización (deterioro del modelo convencional).

# Información para el manejo de la fertilización en la región pampeana

## Regiones con estudios publicados/disponibles

Cultivo	RPS	RPC	RPO	RPN	Pat	Cuyo	Lit	NEA	NOA
Trigo	si	si	si	si			si		
Cebada (grano)	si	si	si	si					
Avena (grano)	si	si	si	si					
Alpiste	si	si	si	si					
Colza	si	si	si	si			si		
Maíz	si	si	si	si					
Sorgo	si	si	si	si				si	
Soja	si	si	si	si			si	si	si
Girasol	si	si	si	si				si	
Pastizales naturales	si	si	si	si	si			si	si
Pasturas perennes de gramíneas	si	si	si	si	si			si	si
Pasturas perennes de leguminosas	si	si	si	si				si	si
Pasturas consociadas	si	si	si				si	si	si
Pasturas anuales (y CC)	si	si	si	si			si	si	



Fuente: Revisión para Buenas Prácticas de Manejo de Fertilización.  
Fertilizar AC (2017)

Abundante (y dispersa) disponibilidad de estudios regionales.

Vacancias: Estudios publicados en áreas de producción “menos tradicionales” (expansión)

# Información para el manejo de la fertilización en la región pampeana

## Respuestas a la fertilización y nutrientes limitantes

Cultivo	N	P	K	S	Otro
Trigo	si	si	no	si	Cl
Cebada (grano)	si	si		si	
Avena (grano)					
Alpiste					
Colza	si	si		si	B
Maíz	si	si	no	si	Zn
Sorgo	si		no	sd	
Soja	no	si		si	Co-Mo-Ca
Girasol	si	si			B
Pastizales naturales	si	si			
Pasturas perennes de gramíneas	si	si			
Pasturas perennes de leguminosas	no	si		si	
Pasturas consociadas	si	si			
Pasturas anuales (y CC)	si	si		si	

Fuente: Revisión para Buenas Prácticas de Manejo de Fertilización.  
Fertilizar AC (2017)

Abundante información disponible.  
Validadas limitaciones NPS (micronutr. específicos)

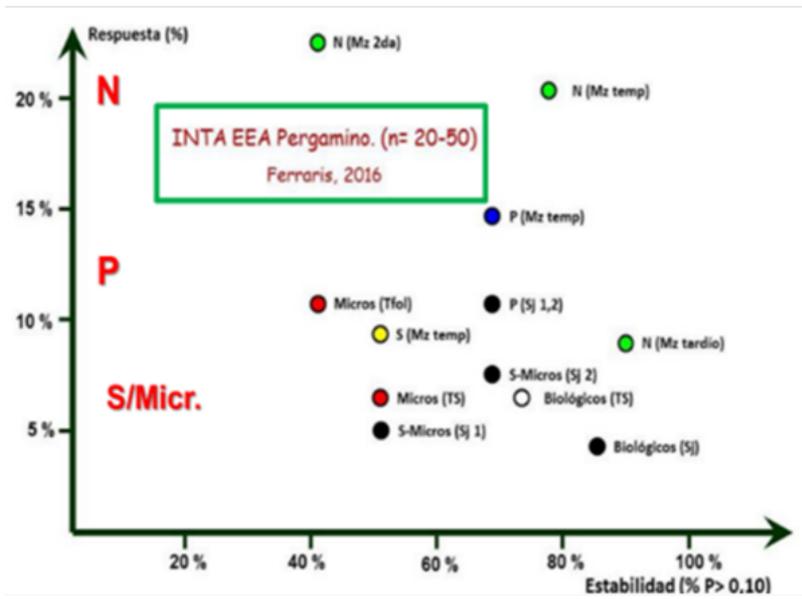
Vacancias: Registros publicados de respuestas de algunos cultivos (menos frecuentes)

# Modelos integrados de recomendación de fertilización en la región pampeana

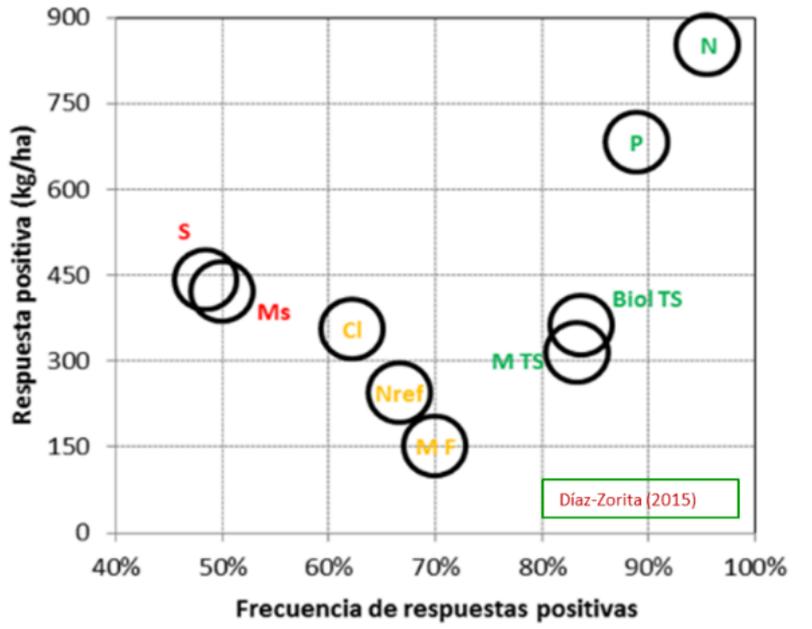
## Resumen 1.

### Reconocimiento de nutrientes limitantes/cultivo (“fertilización exploratoria”)

**Soja, Maiz. N.Bs.As. – S.Sta.Fe**



**Trigo. Región de la pampa arenosa**



Consistente respuesta a N y P y tratamientos biológicos de semillas

Hacia diagnósticos mejorados de recomendación

# Información para el manejo de la fertilización en la región pampeana

## Herramientas de diagnóstico

Cultivo	A. Suelo	A. Tejidos	Otro
Trigo	si	si	si
Cebada (grano)	si		si
Avena (grano)	si		si
Alpiste	no	no	no
Colza	si		si
Maíz	si	si	si
Sorgo	si	si	si
Soja	si	si	si
Girasol	si	si	si
Pastizales naturales	si	si	si
Pasturas perennes de gramíneas	si	si	si
Pasturas perennes de leguminosas	si		
Pasturas consociadas	si		
Pasturas anuales (y CC)	si		

Fuente: Revisión para Buenas Prácticas de Manejo de Fertilización.  
Fertilizar AC (2017)

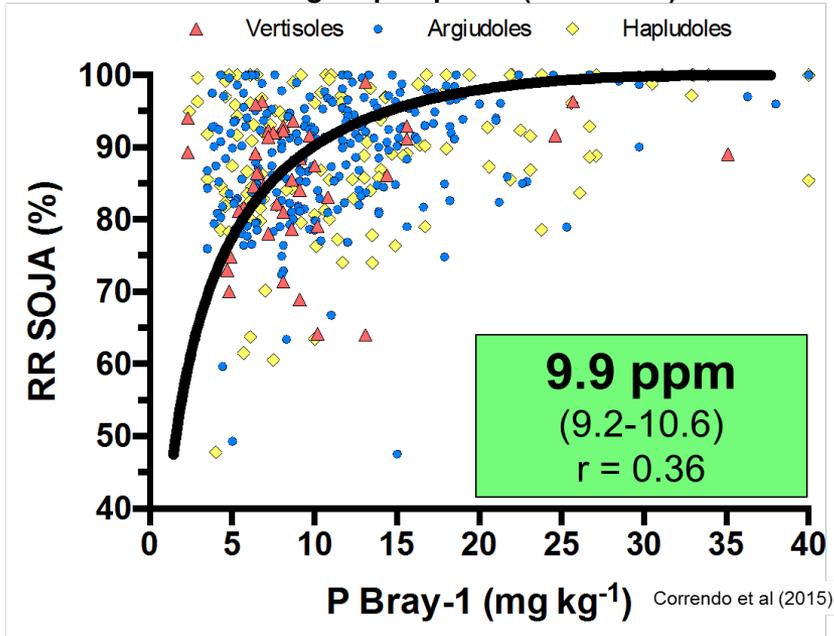
Los análisis de suelos son un pilar común para elaborar diagnósticos de fertilización.

Los análisis de tejidos y otros indicadores (ej.imágenes) complementan los modelos de fertilización.

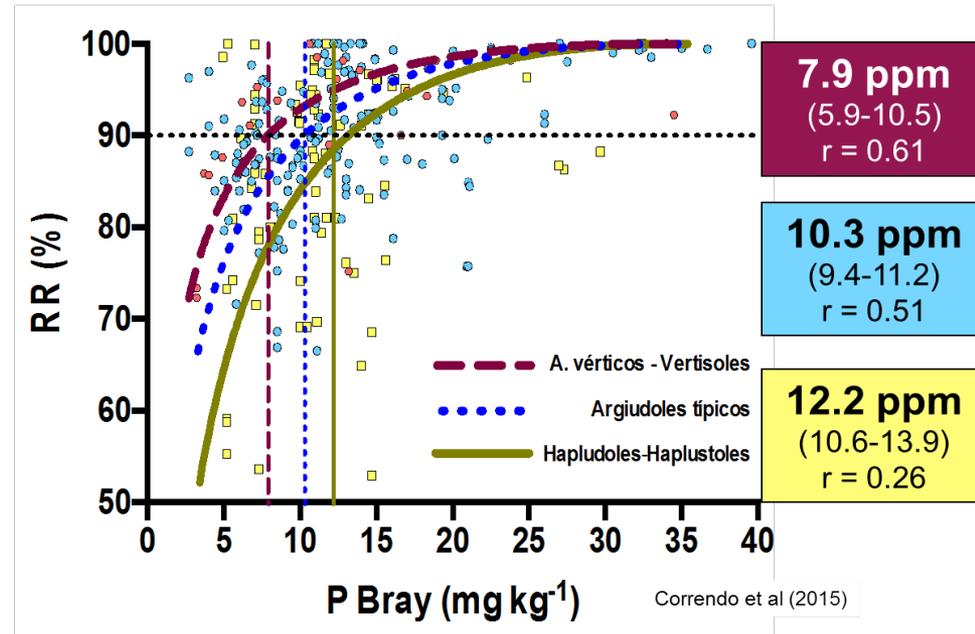
# El punto de partida de la nutrición

## Conociendo el suelo para caracterizar la oferta de nutrientes

Fósforo en soja. Recopilado de información de 434 ensayos en la región pampeana (1980-2014)



Fósforo en maíz. Recopilado de información de 265 ensayos en la región pampeana (1995-2014)

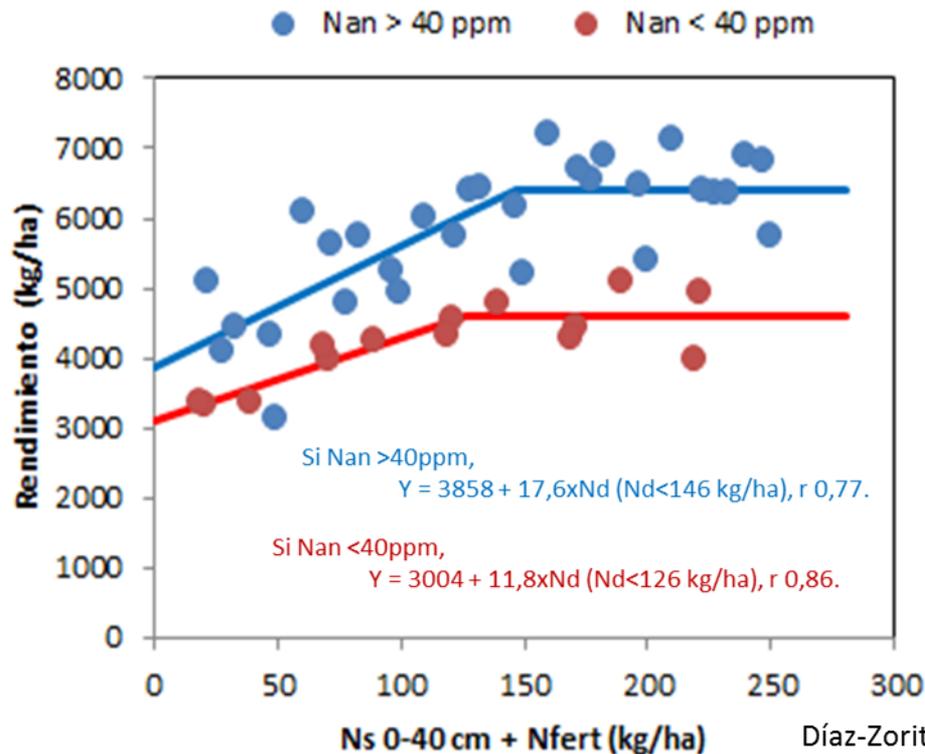


Modelos de diagnóstico con indicadores edáficos simples (PBK1) o múltiples (PBK1 + tipo de suelo)

# El punto de partida de la nutrición

## Conociendo el suelo para caracterizar la oferta de nutrientes

Trigo. Fertilización nitrogenada en la región de la pampa arenosa



Díaz-Zorita y col. (2016)

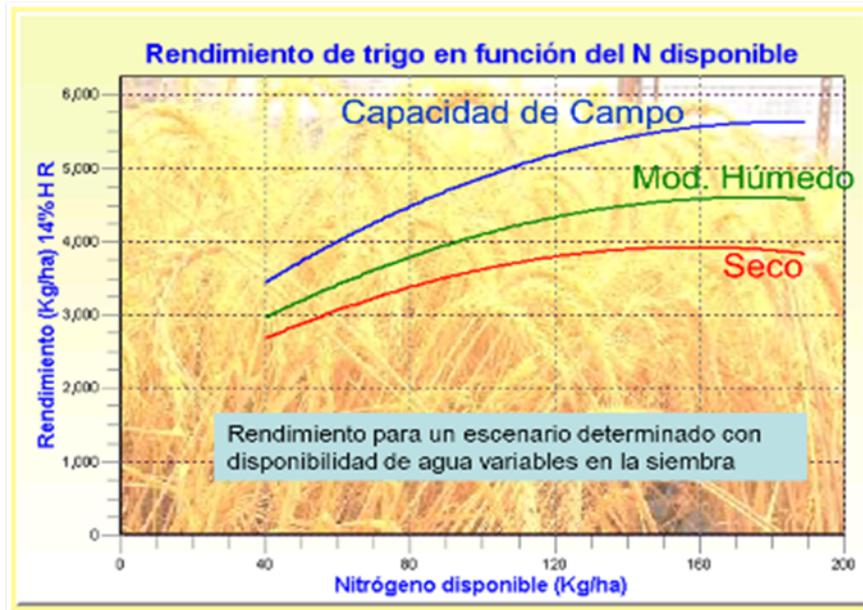
Modelos de diagnóstico combinados de “disponibilidad” (Ns + Nfert) + “calidad/potencialidad” del sitio (Nan)

# El diagnóstico de necesidades de fertilización mas allá de los análisis de suelos

## Condición hídrica del sitio

### Modelo Triguero

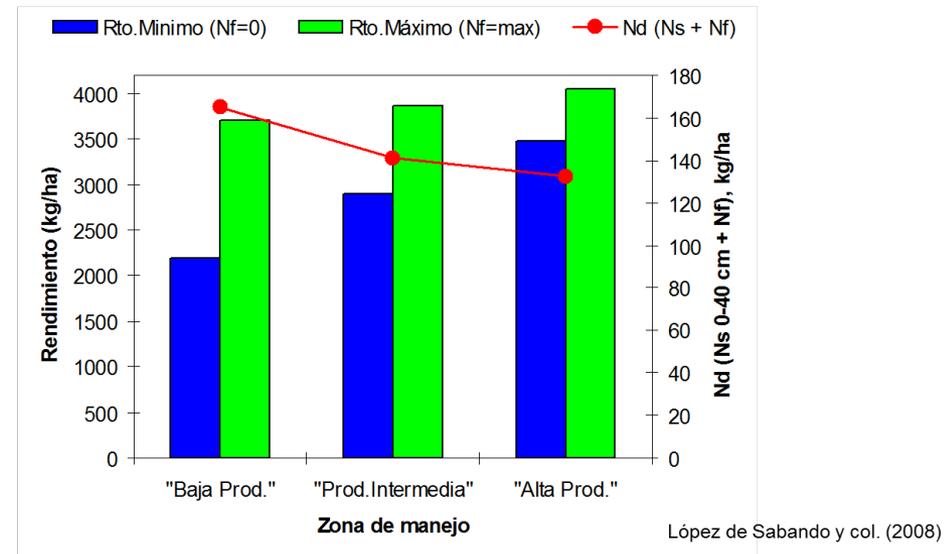
FAUBA- CREA (Satorre y col., 2003)



Escenario: Localidad Marcos Juárez, Serie Hansen, Variedad Baguette 10

## Nivel productivo del sitio

Trigo. Zonas de Manejo para Fertilización con N en Argiudoles - Modelos de respuesta (ajuste Ndisp) x 5 met.delimit. (n=3)

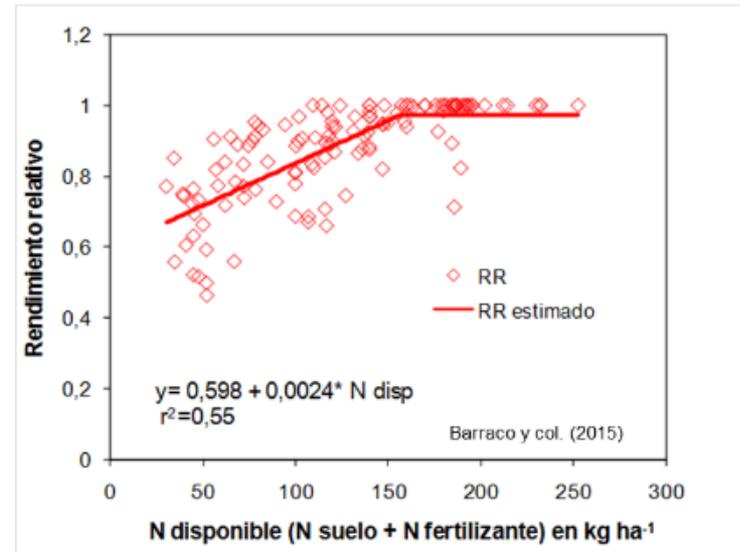


Mayores necesidades de N al reducirse el potencial productivo de las ZM (!!!) Atención con elementos de diagnóstico y recomendación!!

Al conocer el escenario productivo mejora el diagnóstico de nutrición nitrogenada.

# El diagnóstico de necesidades de fertilización mas allá de los análisis de suelos

**Maíz. Rendimientos y fertilización nitrogenada**  
(n=38, Región de la pampa arenosa)



**Maíz. Respuesta y EUN según tipos de híbridos. CREA Roque Perez-Saladillo**

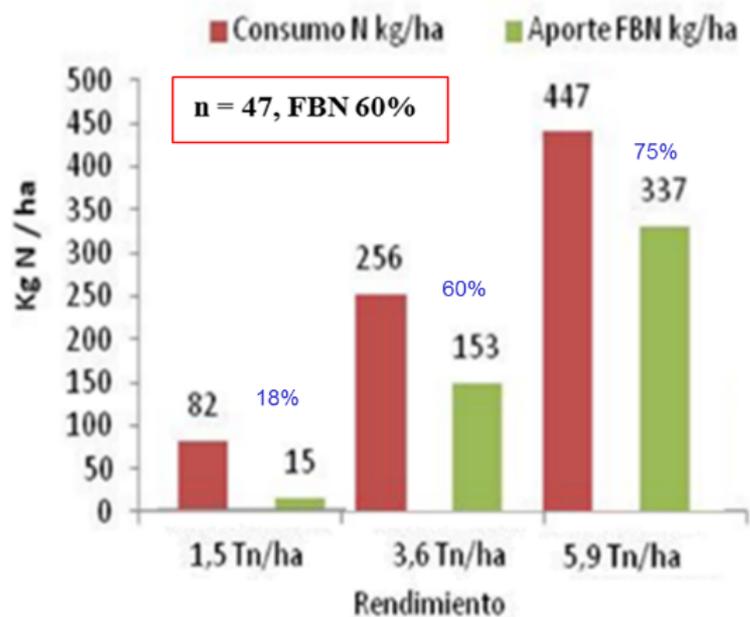
	N100	N150	Rta (kg/ha)	EUN (kg/kg)
<b>Punta (7)</b>	10054 ± 323 a	11175 ± 447 a	1121	22,4
<b>Medio (8)</b>	9456 ± 216 ab	10521 ± 251 ab	1065	21,3
<b>Cola (7)</b>	8978 ± 307 c	9686 ± 414 c	708	14,2

Satorre (2010)

En maíz, los genotipos (y su productividad) complementan el diagnóstico de nutrición nitrogenada.

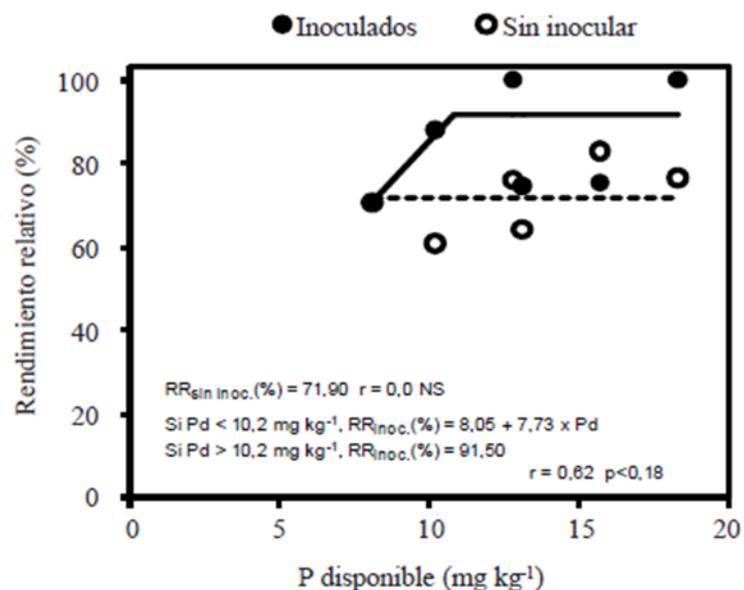
# Diagnóstico y manejo de la nutrición en los sistemas productivos

Soja. Aportes de la FBN a la producción en Argentina.



Fuente: adaptado de Collino y col. (2015)

Soja. Fertilización con P e inoculación en Vertisoles de Entre Ríos

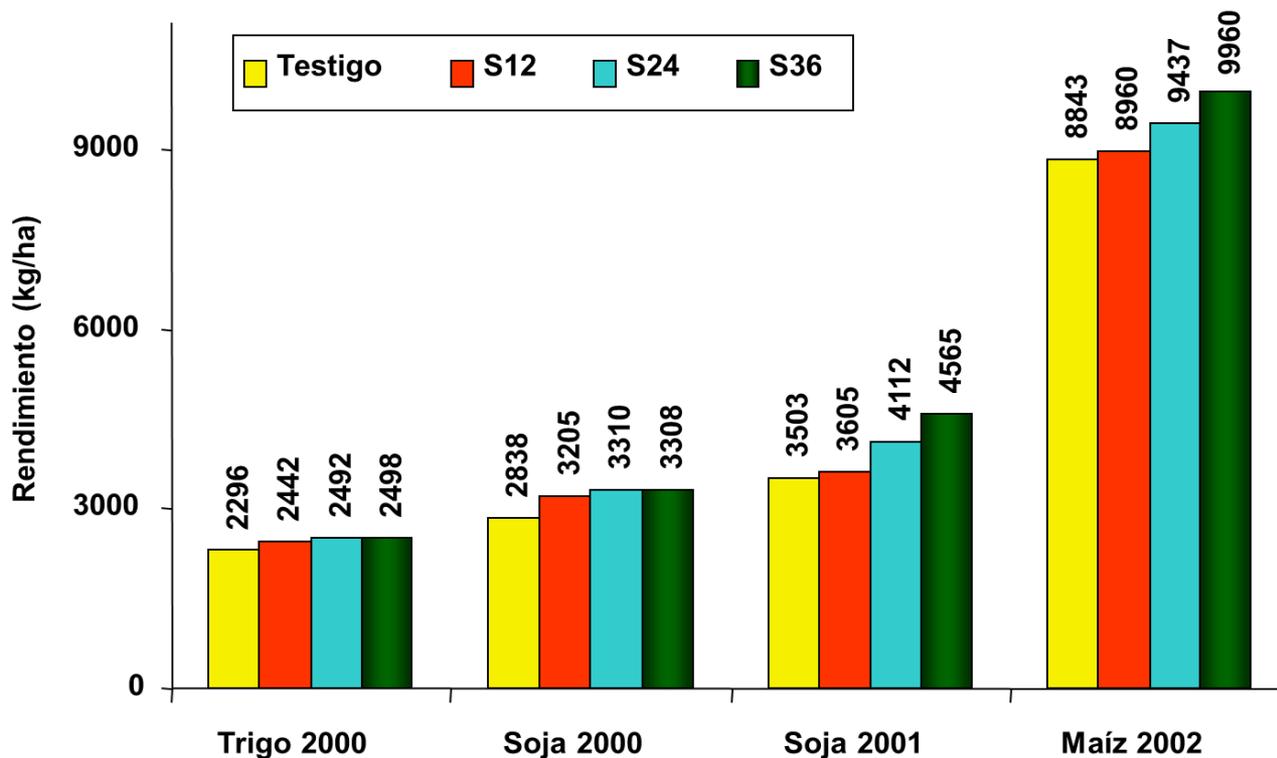


Díaz-Zorita y col. (2010)

En soja, la alta contribución de la FBN a la producción explica mejoras en la eficiencia de uso de nutrientes al integrar prácticas de inoculación y de fertilización con P.

# Diagnóstico y manejo de la nutrición en los sistemas productivos

## Residualidad del Azufre (aplicado en el Trigo 2000)



Fontanetto (2003)

Los aportes de algunos nutrientes (ej.P, S) muestran beneficios mas allá del cultivo “aplicado”.

# Diagnóstico y manejo de la nutrición en los sistemas productivos

## Estrategias de fertilización con fósforo y rendimientos

EEA INTA Gral. Villegas, 2001/02 a 2015/16

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)		Respuesta			Años con respuesta
	Reposición	Suficiencia	(kg/ha)	(%)	<i>p(x)</i>	(%)
Girasol	3094	3030	64	102	0,41	47
Maíz	9561	8987	574	107	0,03	60
Soja	4075	3968	108	103	0,25	60
Trigo	3636	3233	403	113	0,00	80
Soja 2 <sup>da</sup>	2916	2776	140	105	0,09	73
<b>Secuencia</b>	<b>5989</b>	<b>5668</b>	<b>321</b>	<b>106</b>	<b>0,01</b>	<b>80</b>

Reposición: mayores rendimientos medios  
FDA → M (50-130), T (60-140), G (0-60), S (0-60)

Fuente: Barraco y col. (2016)

El mantenimiento de condiciones no limitantes de P contribuye a rendimientos mayores y mas estables que con estrategias de suficiencia (mas demandantes en diagnóstico y pronósticos).

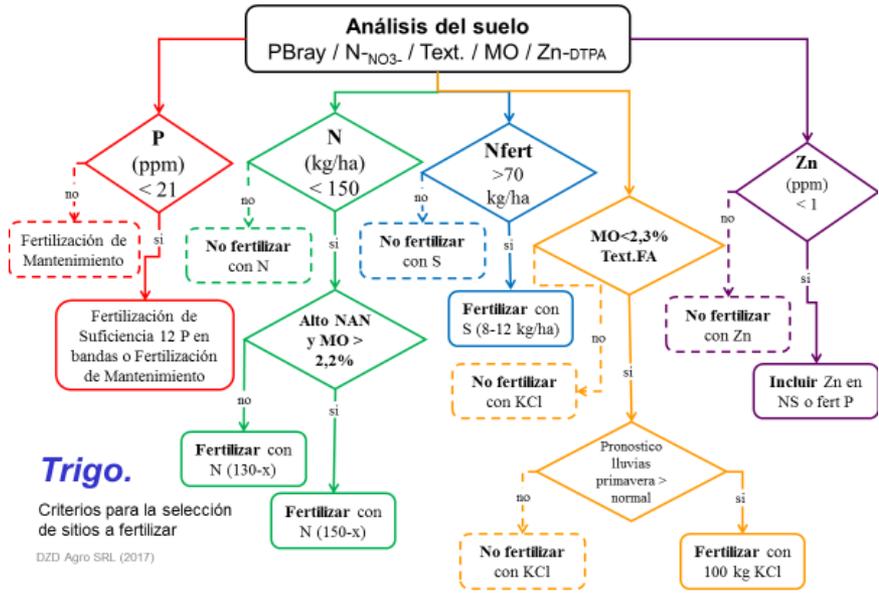
Sólo cuando la oferta de P es suficientemente alta y las respuestas de los cultivos es pequeña tiene sentido utilizar parte (extraer) de esta fertilidad.

Thomas (1989)

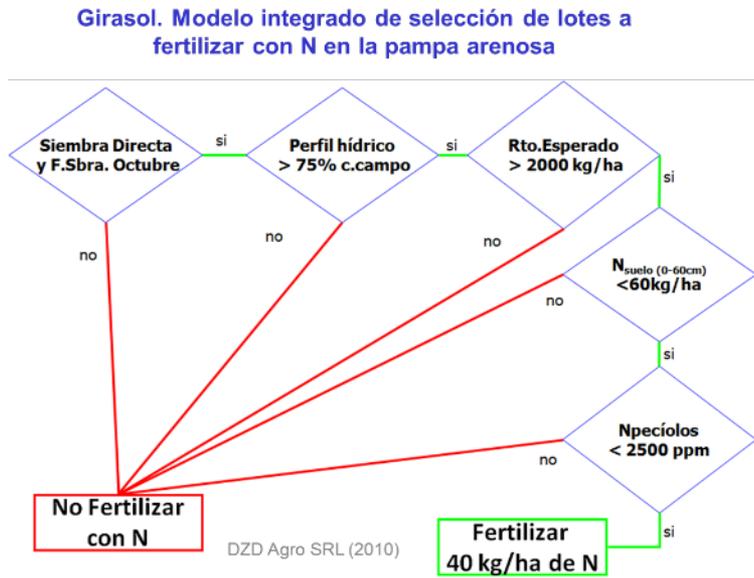
# Modelos integrados de recomendación de fertilización en la región pampeana

## Resumen 2.

**Diagnósticos simples mejorados con información de escenarios**  
 (“recomendación promedio y en el sistema productivo”)



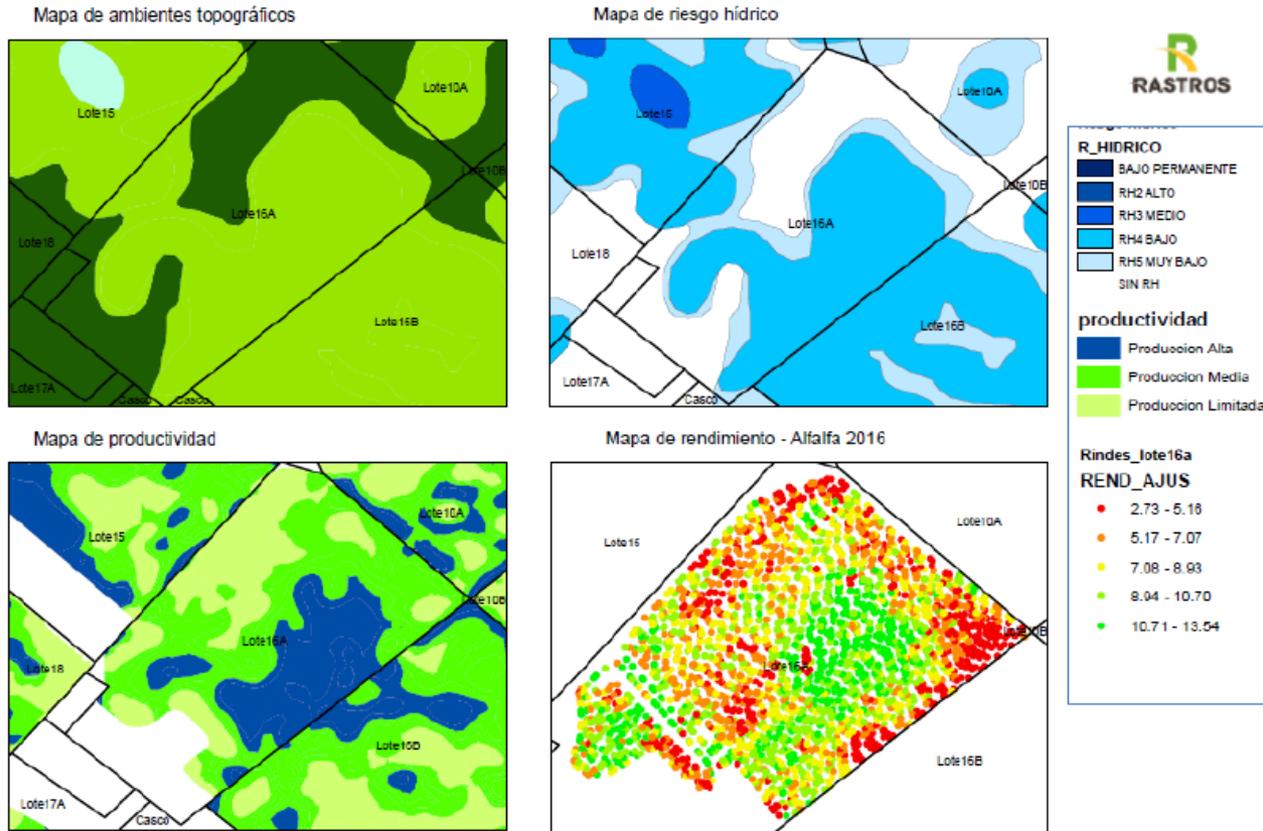
**Trigo.**  
 Criterios para la selección de sitios a fertilizar  
 DZD Agro SRL (2017)



Abundantes elementos disponible para elaborar “árboles de decisión” de fertilización integrando análisis de suelos e información “promedio” de escenarios/condiciones productivas.

Hacia la integración con registros “precisos”

# Integración hacia modelos precisos de recomendación

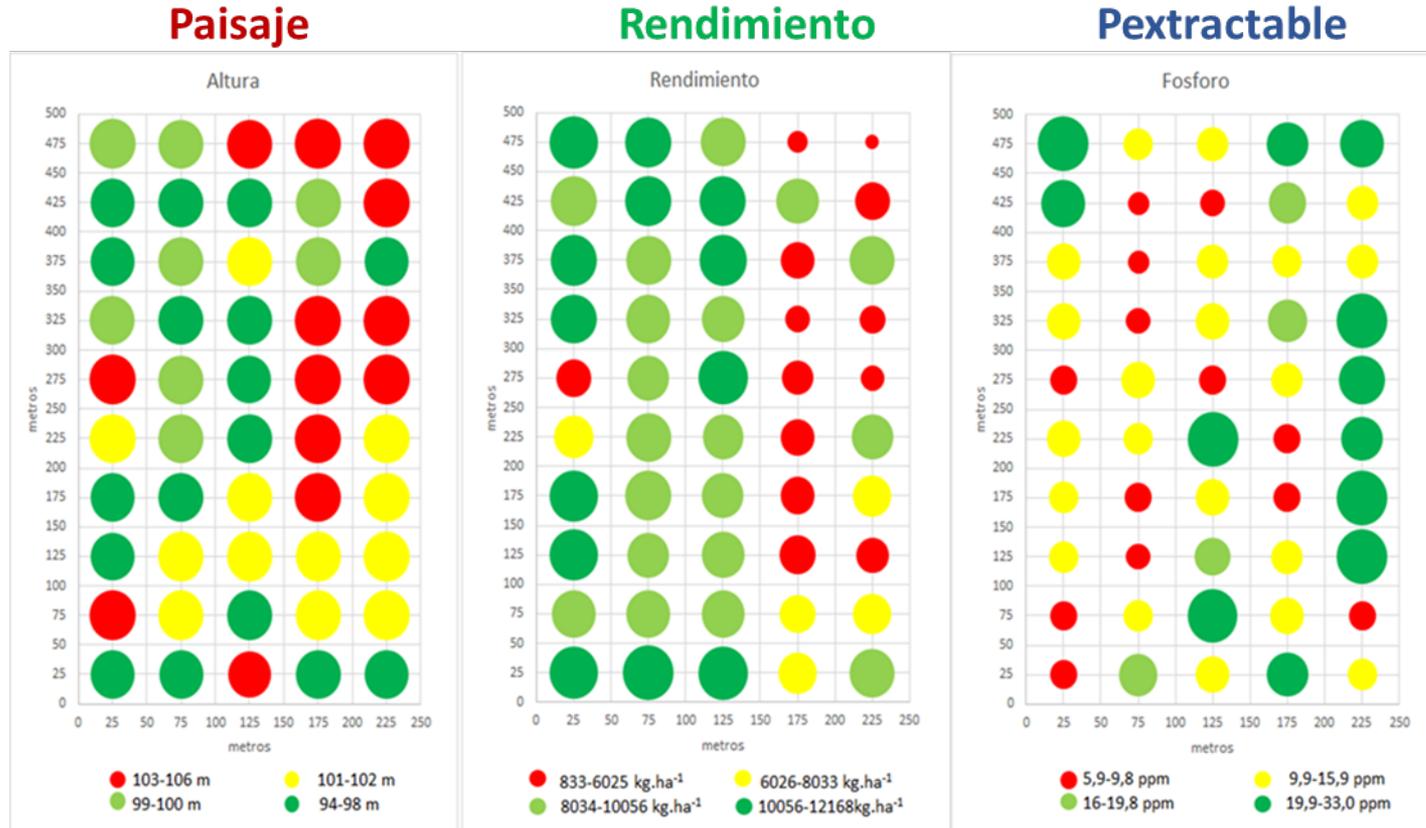


Fuente: Rastros-2017

Los lotes son un mosaico de hábitats con características únicas que afectan a las propiedades de los suelos y las respuestas de los cultivos a los fertilizantes.

# Integración hacia modelos precisos de recomendación

## Maíz. Caracterización del sitio de producción y rendimientos (Bolívar, Bs.As. - muestreo en grilla con equidistancia de 50 m)



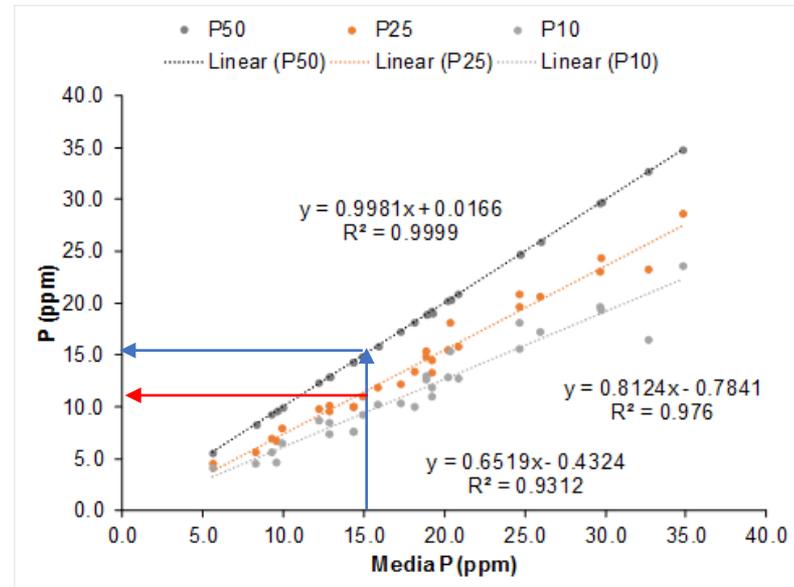
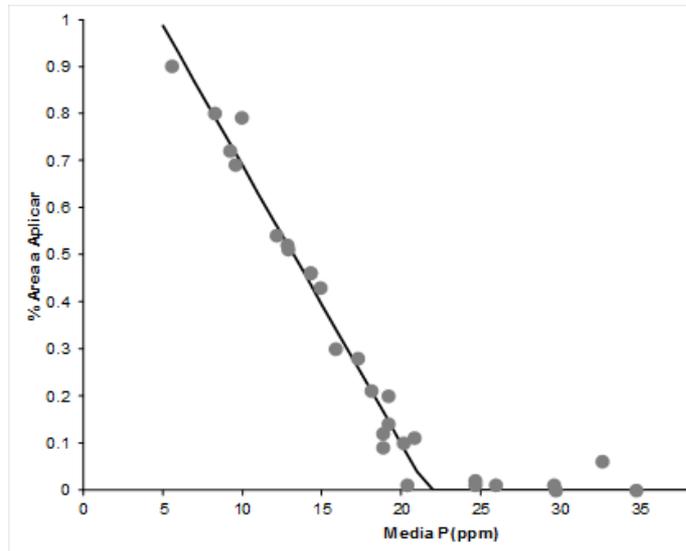
Pérez y Díaz-Zorita (2017)

La productividad resulta de complejas interacciones con indicadores con correlaciones espaciales en algunos casos limitadas en escalas aplicadas de evaluación.

# Integración hacia modelos precisos de recomendación

## Interpretación de niveles de fósforo extractables de suelos agrícolas según su variabilidad dentro de los lotes

(28 sitios, 6239 observaciones)

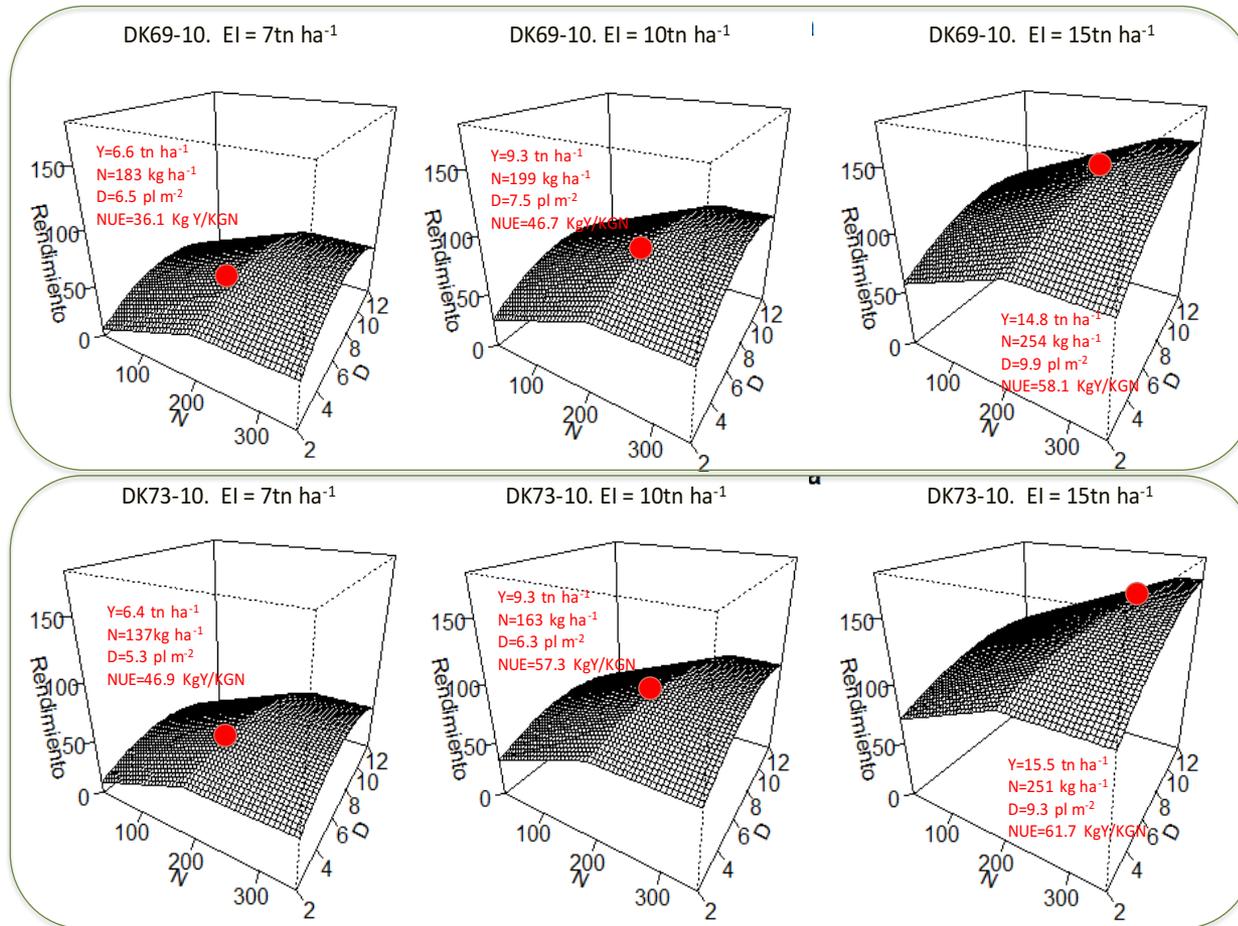


Navarro y col. (2017)

Los niveles de P extractables muestran patrones asimétricos de distribución que condicionan su interpretación promedio y la frecuencia de limitación.

# Integración hacia modelos precisos de recomendación

## Maíz. Elementos para el manejo preciso de la fertilización nitrogenada

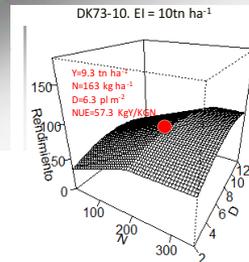
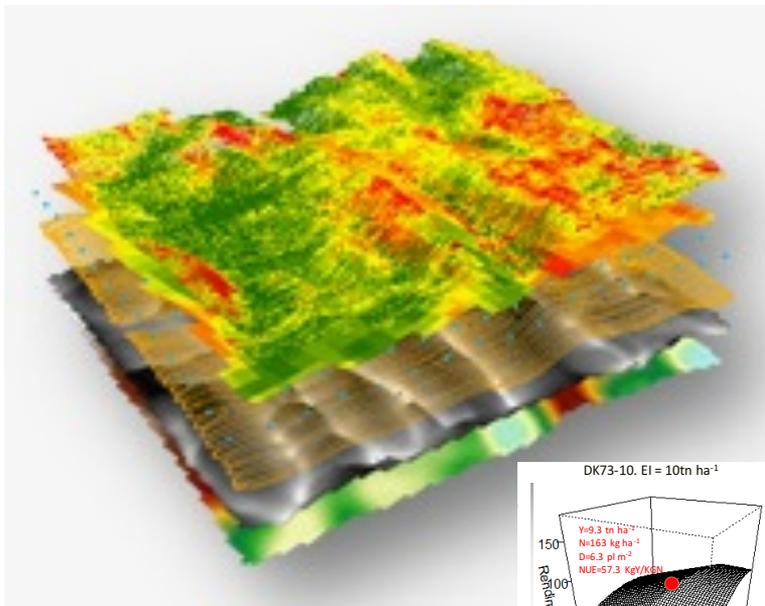


La productividad del cultivo (genotipo x densidad x sitio) define el nivel objetivo de N

# Integración hacia modelos precisos de recomendación

## Fertilización con P (sistema)

- ✓ El monitoreo geoposicionado de los rendimientos es una de las herramientas que complementa la elaboración de planteos integrados de fertilización.  
("desde el balance/consumo")



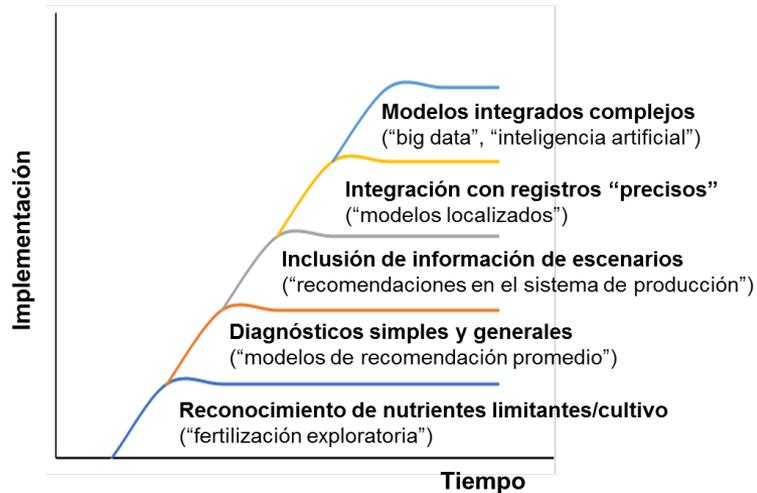
## Fertilización con N (cereales)

- ✓ La caracterización precisa del sitio junto con expectativas de producción contribuye a ajustar recomendaciones de fertilización.  
("hacia la demanda/extracción")

# Modelos integrados de recomendación de fertilización en la región pampeana

## Comentarios finales

### Secuencia general de mejoras en la eficiencia de recomendaciones de fertilización



- ✓ En la región pampeana encontramos sistemas productivos diversos y complejos definidos según condiciones de sitio, técnicas y empresariales.
- ✓ La efectividad de los modelos de recomendación resulta de la habilidad de desarrollar soluciones "únicas" integradas al sistema productivo.
- ✓ Requieren recolectar y combinar (integrar) información histórica y de proyección en un marco de perspectiva que supera al cultivo a nutrir (sistema).
- ✓ Entre los desafíos actuales están la generación, recolección y análisis de datos de estructuras múltiples para la optimización de estos procesos.

**Muchas gracias por su atención**

**¿ preguntas ?**