

# Fertilizantes de eficiencia mejorada y su uso en agroecosistemas

**Dr. Martín Torres Duggan<sup>(1)</sup>**

**(1) Tecnoagro; Girardot 1331 (1427) CABA**

# ¿De qué voy a hablar?

## **1. Introducción a los fertilizantes de eficiencia mejorada (FEM)**

- (i) Conceptos y características de los FEM
- (ii) Eficiencia de fertilización y posicionamiento agronómico de los FEM

## **2. Bases del funcionamiento de los fertilizantes de eficiencia mejorada**

- (i) Modelo de liberación de nutrientes
- (ii) El contexto de uso de los fertilizantes de los FEM

## **3. Caracterización de estabilizadores de nitrógeno y resultados de su aplicación en maíz en secano en la Región Pampeana**

- (i) Inhibidores de la ureasa
- (ii) Inhibidores de la nitrificación

# ¿Qué son los fertilizantes de eficiencia mejorada (FEM)?

## Concepto general

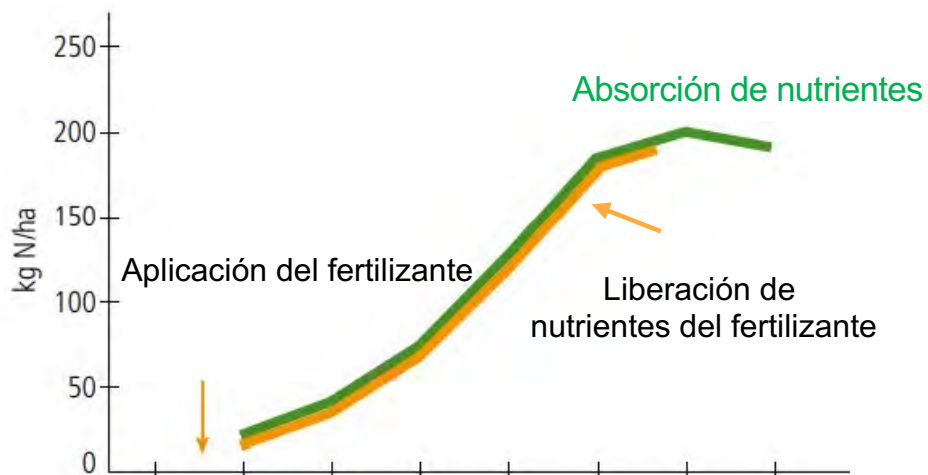
Los fertilizantes de eficiencia mejorada (FEF) se denominan a todos aquellos fertilizantes que permiten aumentar la eficiencia de uso de los nutrientes aplicados, mejorando la productividad de los cultivos y la sustentabilidad en el manejo de los nutrientes a través de la reducción de pérdidas de éstos fuera del sistema suelo-cultivo.

## ¿Cómo se logra?

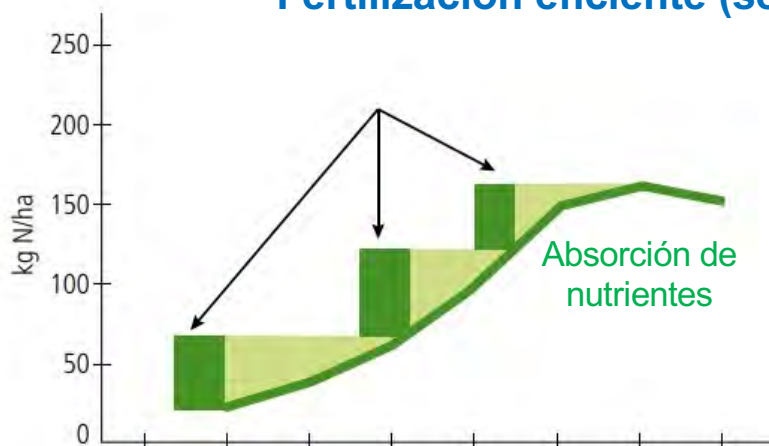
- (i) Modificación de la morfología externa o interna de los gránulos
- (ii) Uso de aditivos que reducen las pérdidas de nutrientes fuera del sistema suelo-cultivo y aumentan su eficiencia de uso

# Modelo conceptual de la "liberación lenta"

## Fertilización ideal

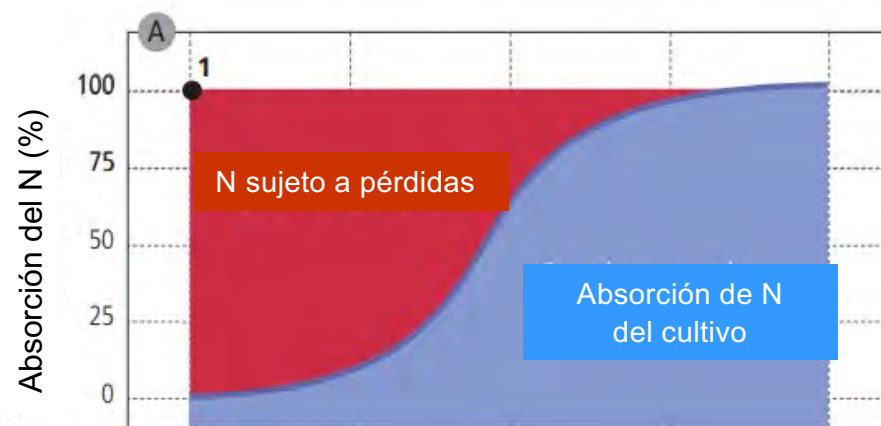


## Fertilización eficiente (secano)

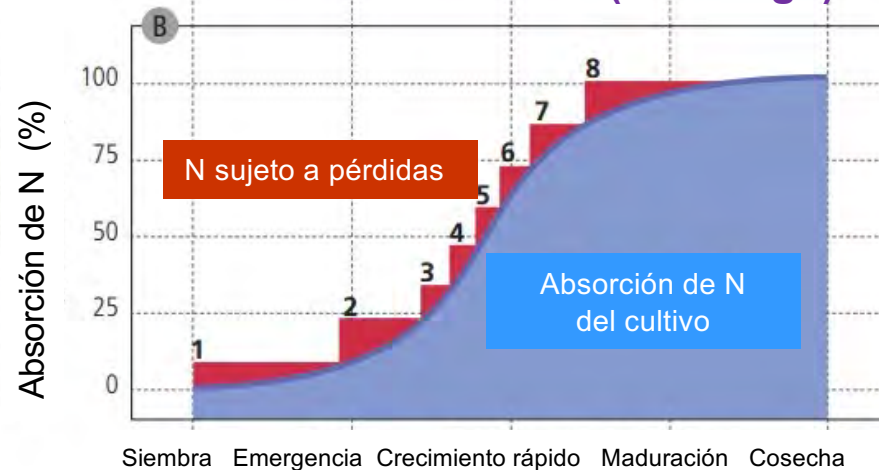


Adaptado de Lammel (2005). En Trenkel (2010)

## Fertilización real

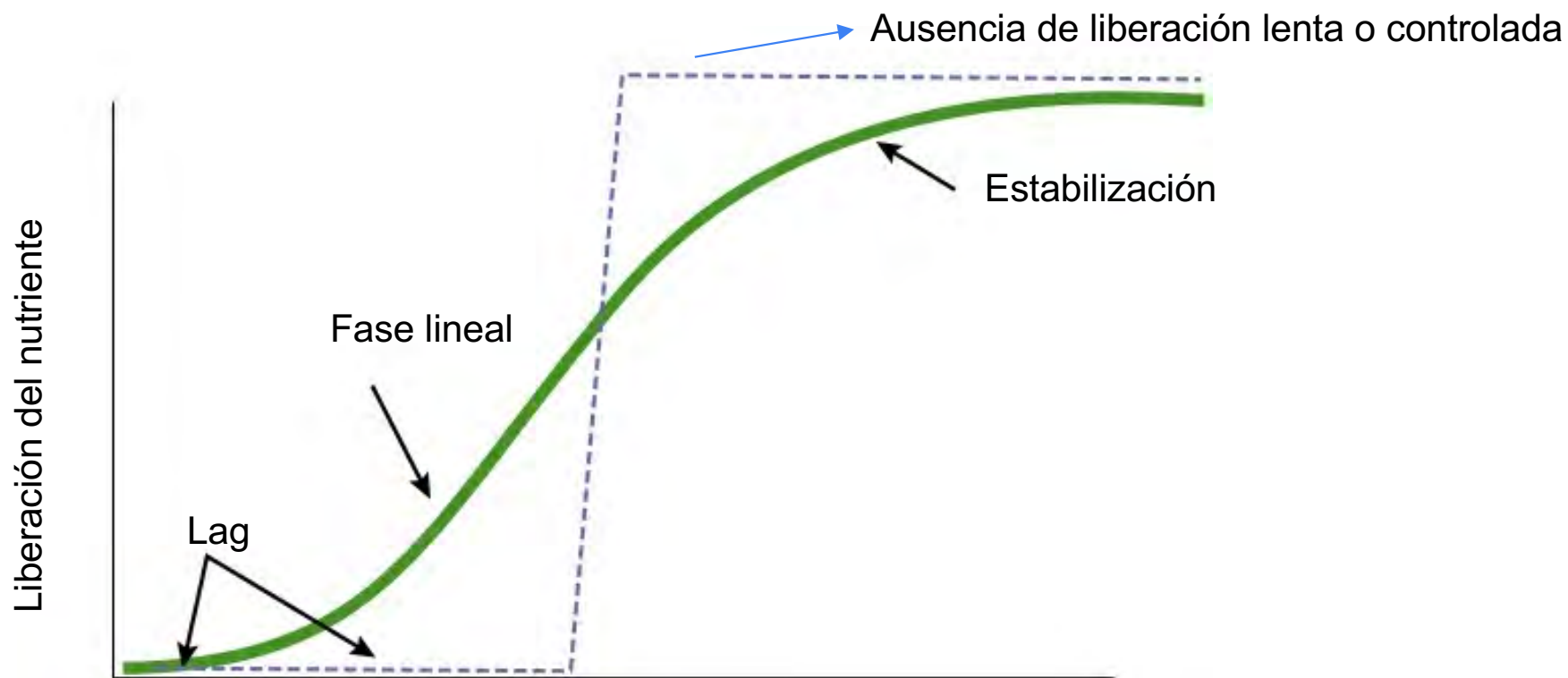


## Fertilización eficiente (fertirriego)



Siembra Emergencia Crecimiento rápido Maduración Cosecha  
Adaptado de Doerge et al. (1991). En Drechsel et al. (2015)

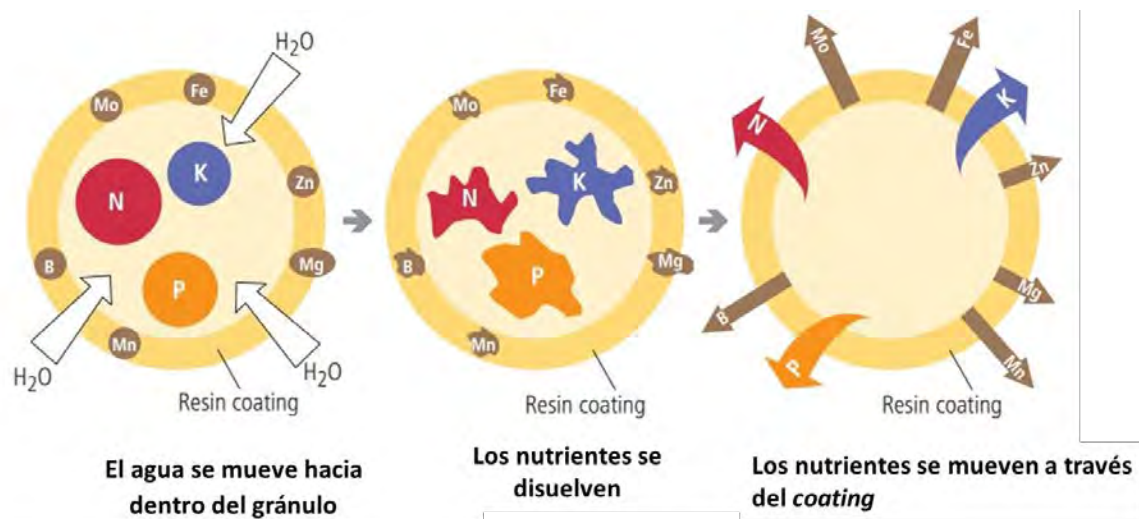
# Modelo conceptual de fertilizantes de liberación lenta o controlada



Adaptado de Lammel (2005). En Trenkel (2010)

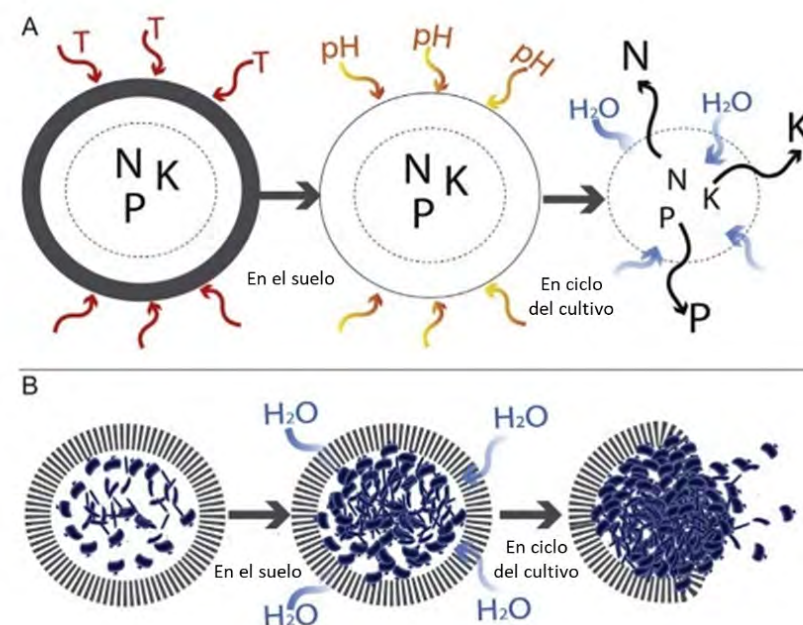
# Fertilizantes de liberación controlada

## Modelo de acción tradicional



Adaptado de Trenquel (2010). En: Drechsel et al. (2015)

## Modelos avanzados de entrega de nutrientes



Calabi-Foody et al. (2018)

# El contexto hace al uso de los Fertilizantes de Eficiencia Mejorada (FEM)

**Tipo de FEM**

**Suelo y su  
condición de fertilidad**

**Sistema  
de producción**

**Condición ambiental  
durante la aplicación**

(i) Los beneficios agronómicos y ambientales de los FEM se deben evaluar según el contexto de uso (e.g tipo de suelo, cultivo o secuencia de cultivos, condición ambiental, etc.)

(ii) La condición predisponente del suelo o del ambiente biofísico determinan el potencial de uso de los fertilizantes de eficiencia mejorada

**¿Qué son los estabilizadores de nitrógeno?**

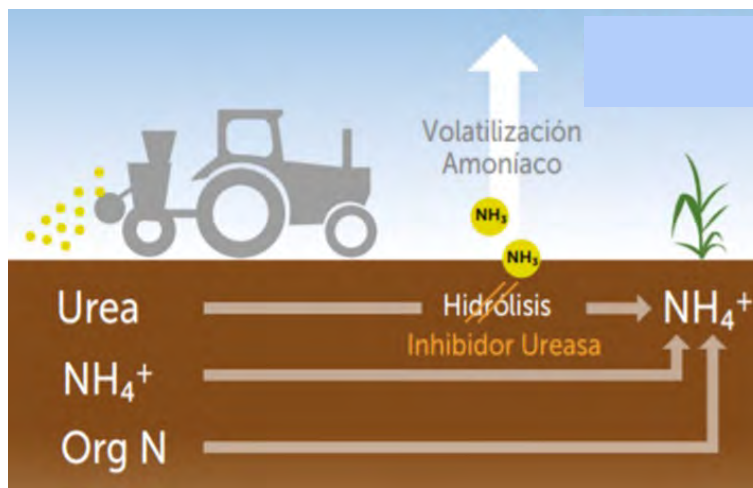
**¿Cómo funcionan?**

**¿Cuáles son sus beneficios?**



# Estabilizadores de nitrógeno: bases funcionales

## Inhibidores de la ureasa



## Inhibidores de la nitrificación



# Tipos de estabilizadores de nitrógeno

## Inhibidores de la ureasa

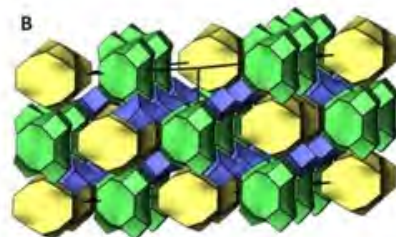
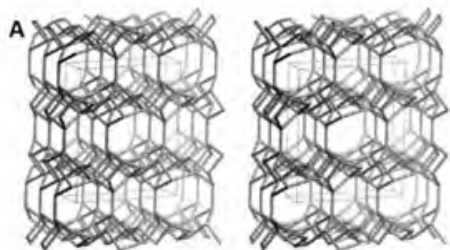
Ingrediente activo	Desarrollo original	Uso agronómico
<b>NBPT</b>	Koch Group	Mezcla con urea o fertilizantes que la contengan (e.g. UAN)
<b>NBPT+DCD</b>	Koch Agronomic Services	Mezcla con urea y otros fertilizantes amoniacales
<b>NBPT+Duromide</b>	Koch Agronomic Services	Mezcla con urea o UAN
<b>NBPT+NPPT</b>	Basf	Apto para su mezcla con urea

## Inhibidores de la nitrificación

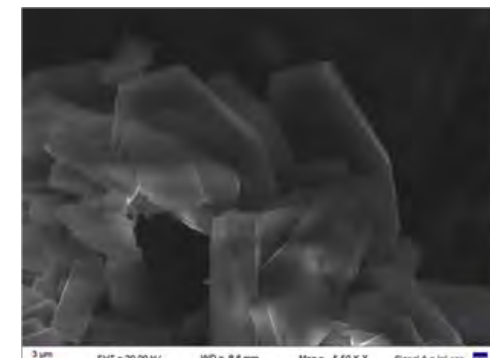
Ingrediente activo	Desarrollo original	Uso agronómico
<b>Nitrapyrin</b>	Corteva Agriscience	Diferentes formulaciones adecuadas para ser mezcladas con fertilizantes nitrogenados sólidos, N anhidro, UAN, etc.
<b>DCD</b>	Showa Denko	Apto para su mezcla con urea u otros fertilizantes nitrogenados
<b>DMPP</b>	Basf	Apto para su mezcla con urea u otros fertilizantes nitrogenados
<b>Pronitridina</b>	Koch Agronomic Services	Uso en mezclas con UAN o N anhidro

Ampliado y adaptado de Trenkel (2010), Reetz (2016) y Drechsel et al. (2015)

## Zeolitas como estabilizadores de N



Estructura de la Z (clinoptilolita-heulandita). A: Microestructura cristalina. B: Micromorfología natural en 3D (Database of Zeolite Structures disponible en <http://izasc.ethz.ch/fmi/xsl/IZA-SC/Tilings/CLO.pdf>)



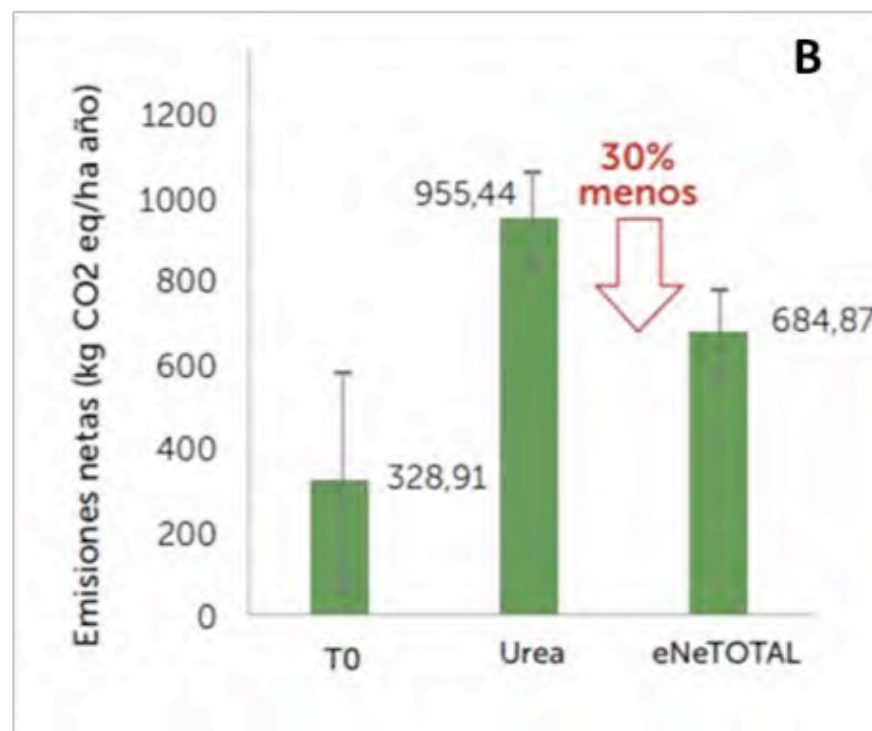
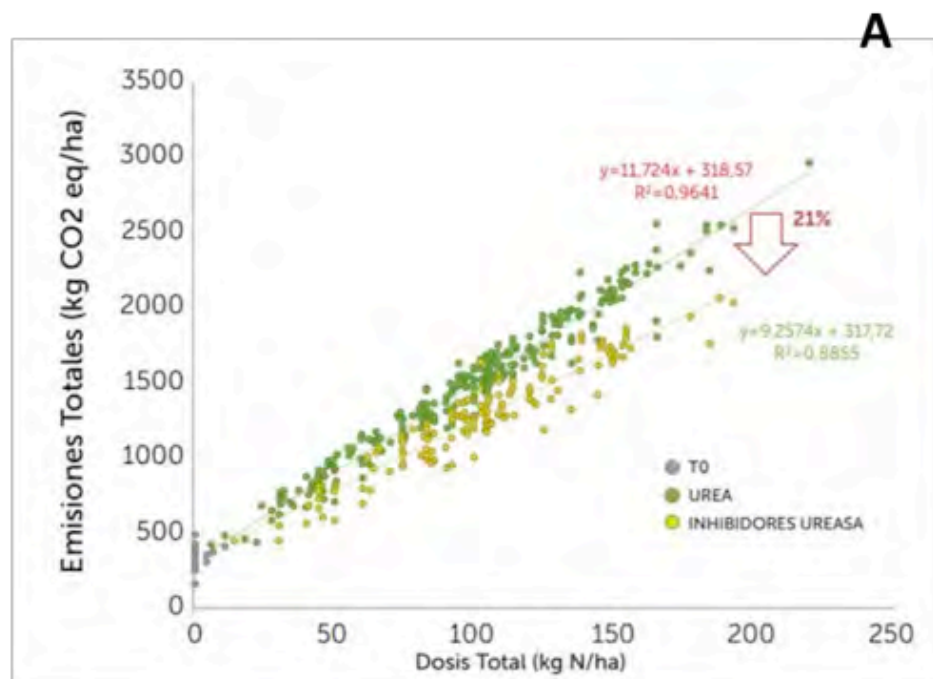
Fotografías propias de roca zeolítica (muestra de mano) y microfotografía electrónica

# Experiencias de uso de inhibidores de la ureasa en la Región Pampeana: impacto productivo

- ✓ 90 experimentos a campo realizados por área de I+D de Profertil S.A
- ✓ 12 años (campañas 2008/09-2019/20)
- ✓ 47 localidades
- ✓ 67% de frecuencia de respuestas positivas
- ✓ 640 kg/ha de respuesta media

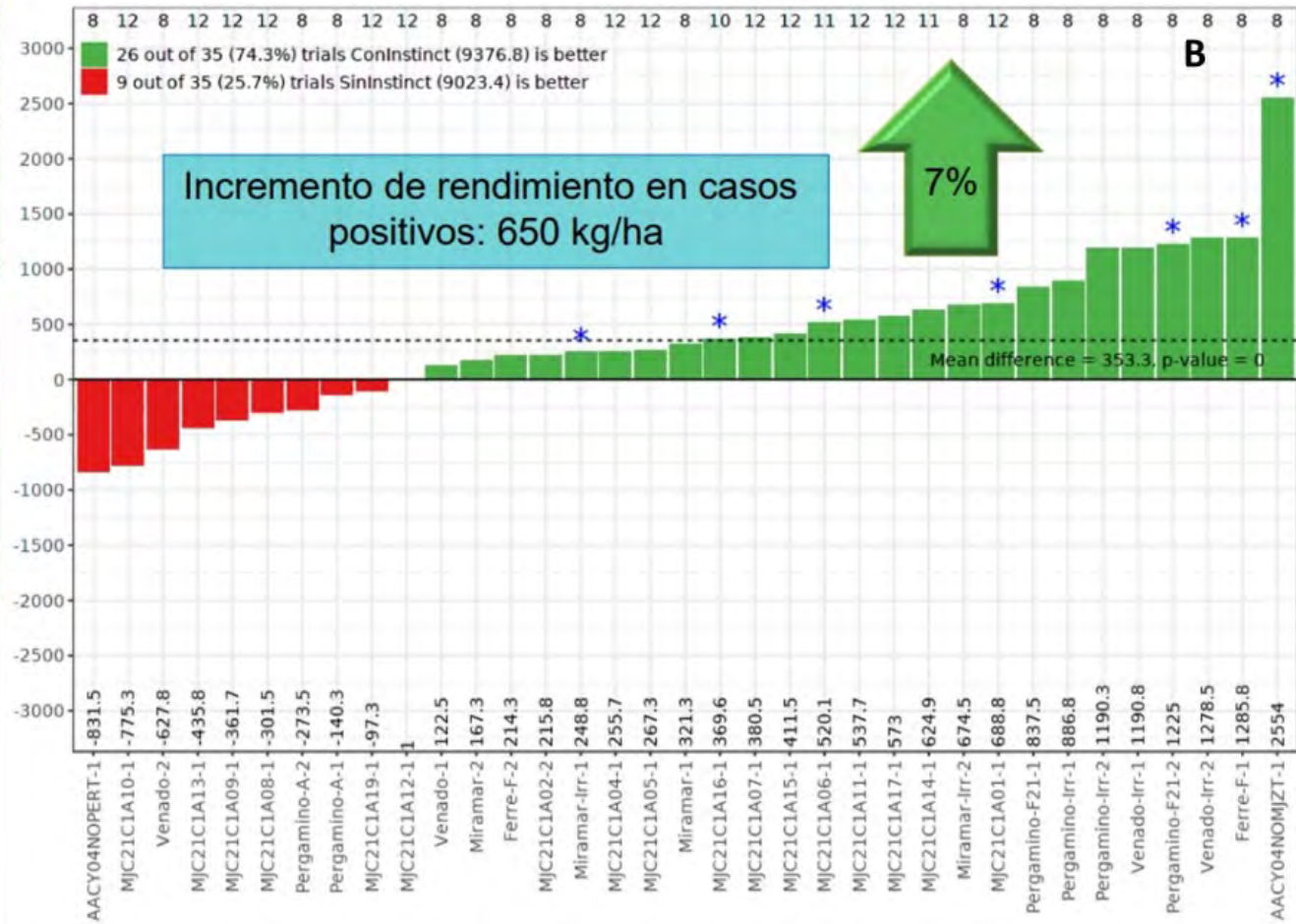
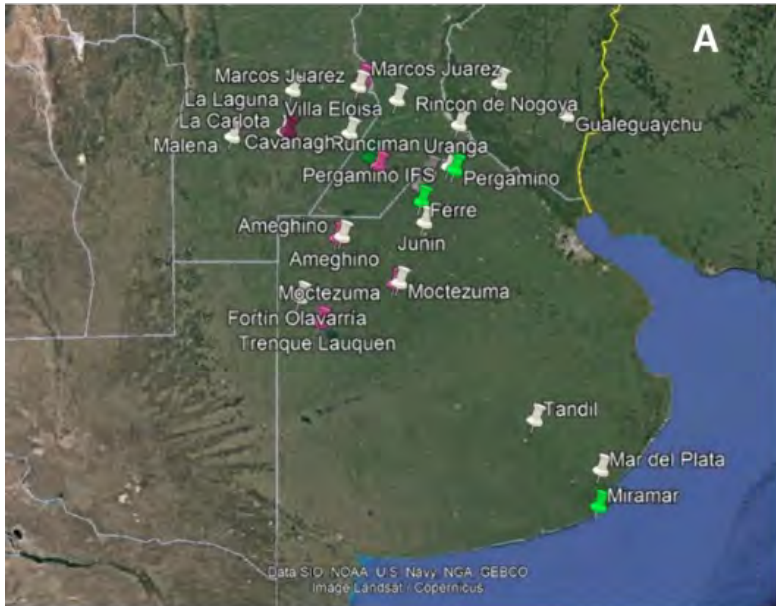


# Experiencias de uso de inhibidores de la ureasa en la Región Pampeana: beneficios ambientales



Emisiones totales (kg de CO<sub>2</sub> eq/ha)(A) y netas (B) de la fertilización con urea y urea tratada con inhibidores de la ureasa. Fuente: Profertil 2020.

# Respuesta al agregado de nitrapyrin en la Región Pampeana



# Consideraciones finales

1. Los fertilizantes de eficiencia (FEM) mejorada “expresan” su eficiencia potencial cuando se los aplica bajo determinadas condiciones ambientales predisponentes que justifican su uso (i.e. pérdidas de nutrientes)
2. La aplicación de los FEM, al igual que el de cualquier fertilizante, se optimiza cuando se integra dentro del manejo integrado de suelos y nutrientes
3. La mayor parte de la literatura internacional y nacional muestran resultados atractivos del uso de estabilizadores de N, tanto en términos de respuesta en rendimiento como en beneficios ambientales
4. Si bien se postula a los “fertilizantes inteligentes” como la “evolución” de los FEM, la verdadera evolución deriva de la “fertilización inteligente”.

**MUCHAS GRACIAS!**

