



LA SEMBRADORA DE IDEAS 2023

EL RETO DE MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Ramón Isla Climente

Investigador Agrario, CITA de Aragón

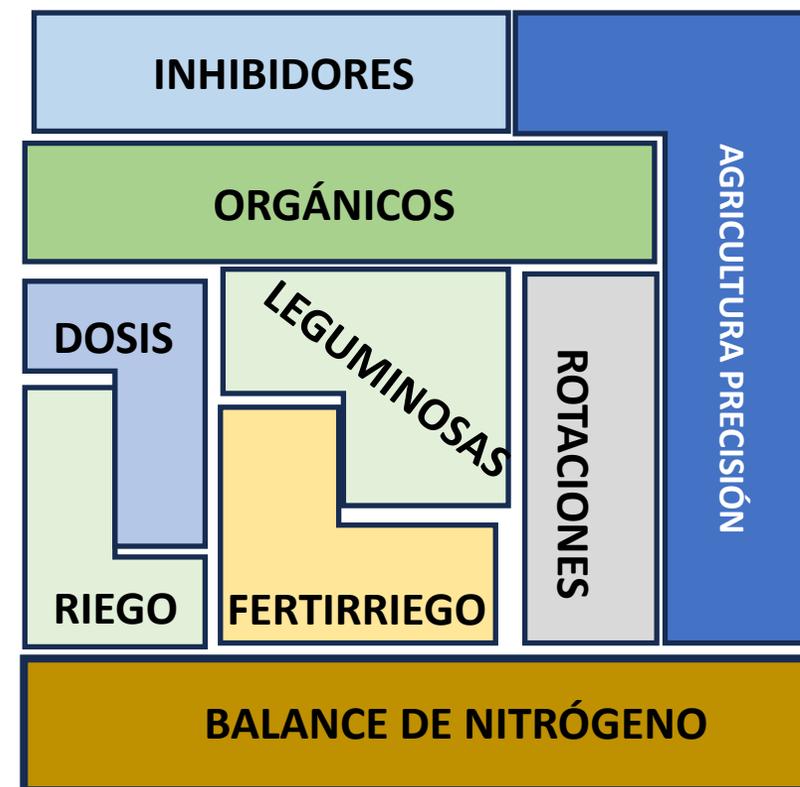


Monzón Ayuntamiento



Índice presentación

- ¿Qué es ser eficiente en el uso del nitrógeno (EUN)?
- Eficiencia en el uso del N en el mundo, Europa y España
- ¿Por qué es importante mejorar la EUN?
- Algunas ideas para para aumentar la EUN
 - Manejo del riego
 - Herramientas básicas para el cálculo de las necesidades
 - Extracción de los cultivos
 - Fraccionamiento del N / fertirriego
 - Uso de leguminosas
 - Rotaciones de cultivo
 - Uso de fertilizantes especiales
 - Manejo de fertilizantes orgánicos
 - Agricultura de precisión
- Conclusiones finales





¿Qué es la eficiencia en el uso del N (EUN) ?

En su forma más sencilla se calcula como la relación entre el nitrógeno total **extraído de la parcela** de cultivo y el **nitrógeno total aplicado** con los fertilizantes (sintéticos + orgánicos) y con el agua de riego.



**1 ha de maíz que produzca
15 t grano**



210 kg N extraído



Se aplican 300 kg N de fertilizante

$$\text{EFICIENCIA} = 210/300 = 0,70 \text{ (70\%)}$$



¿Qué es la eficiencia en el uso del N (EUN)?

En su forma más sencilla se calcula como la relación entre el nitrógeno total **extraído de la parcela** de cultivo y el nitrógeno total aplicado con los fertilizantes (sintéticos + orgánicos) y con el agua de riego.



1 ha de maíz que produzca 15 t grano



210 kg N extraído



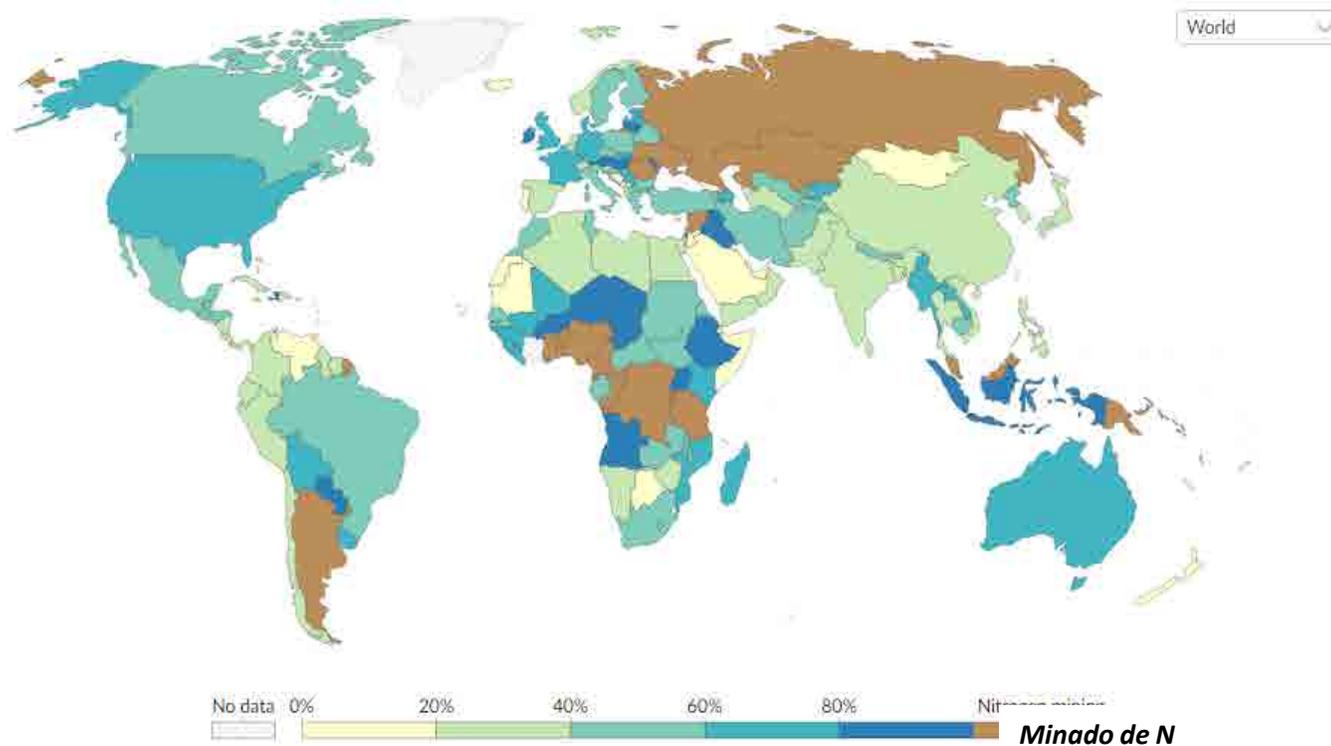
Se aplican 300 kg N de fertilizante

Si se aplican 400 kg N/ha, la eficiencia pasa a ser del 53% (si no aumenta el rendimiento)

$$\text{EFICIENCIA} = 210/300 = 0,70 \text{ (70\%)}$$

Eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN)

Eficiencia en el uso del N a nivel mundial



- Globalmente un **47%** del N aplicado se convierte en N cosechado.

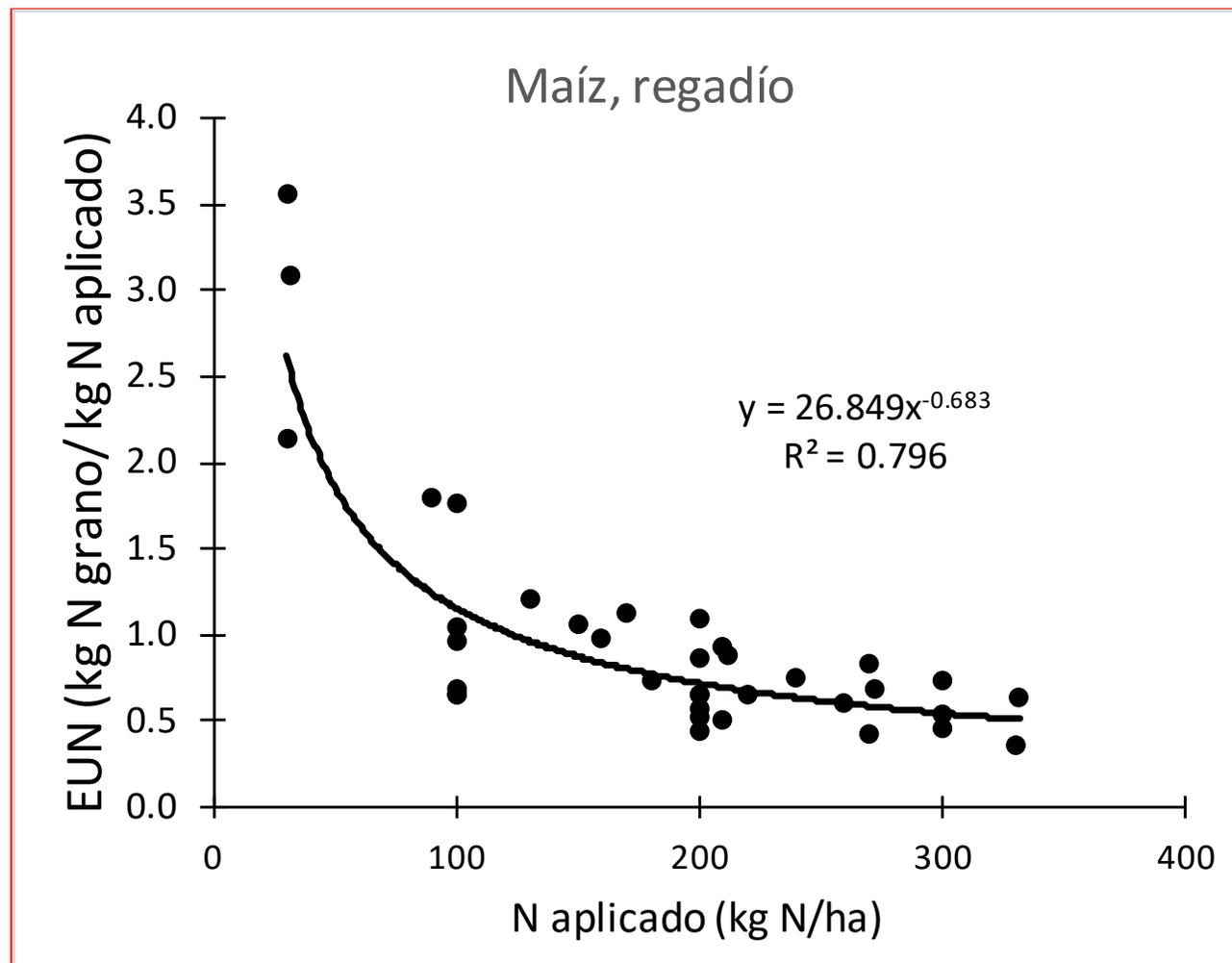
Tendencia en países:

+ desarrollados: AUMENTA

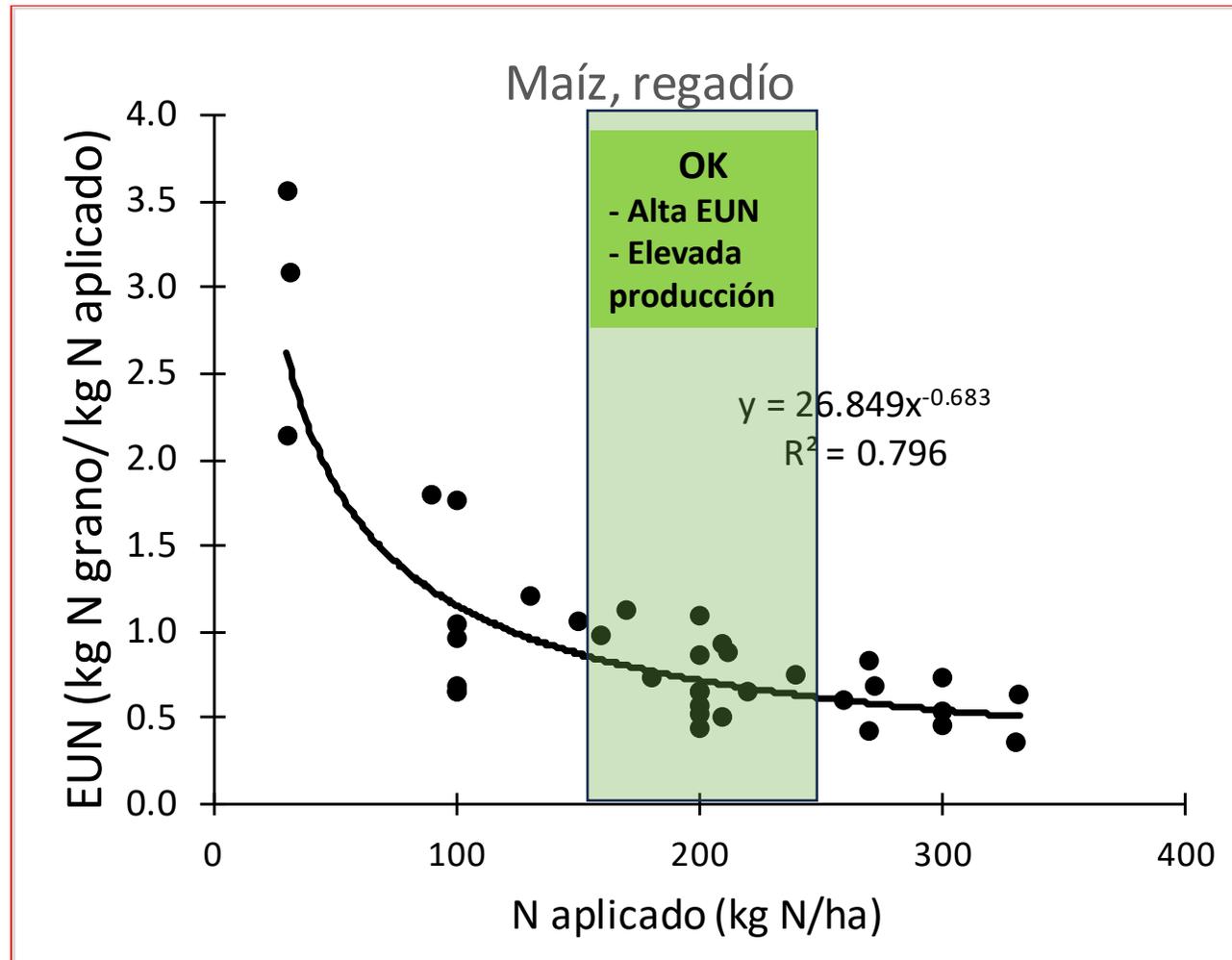
- desarrollados: DISMINUYE

En España : 20-40%

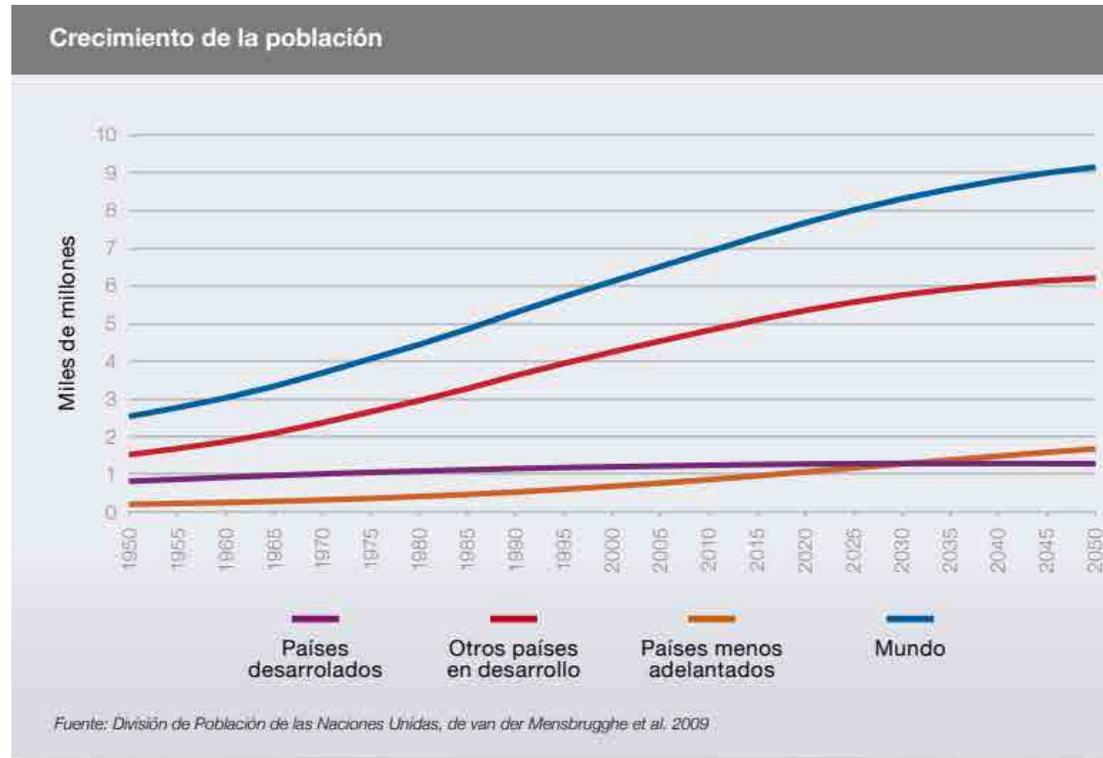
Eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN)



Eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN)



Necesidad de seguir aumentando la producción de alimentos a nivel global



PRODUCIR ALIMENTOS PERO DISMINUYENDO LOS IMPACTOS NEGATIVOS:

- Sobre el calentamiento global (CO_2 , N_2O , CH_4) y emisiones NH_3
- Contaminación de aguas (**nitratos**, fósforo, plaguicidas)

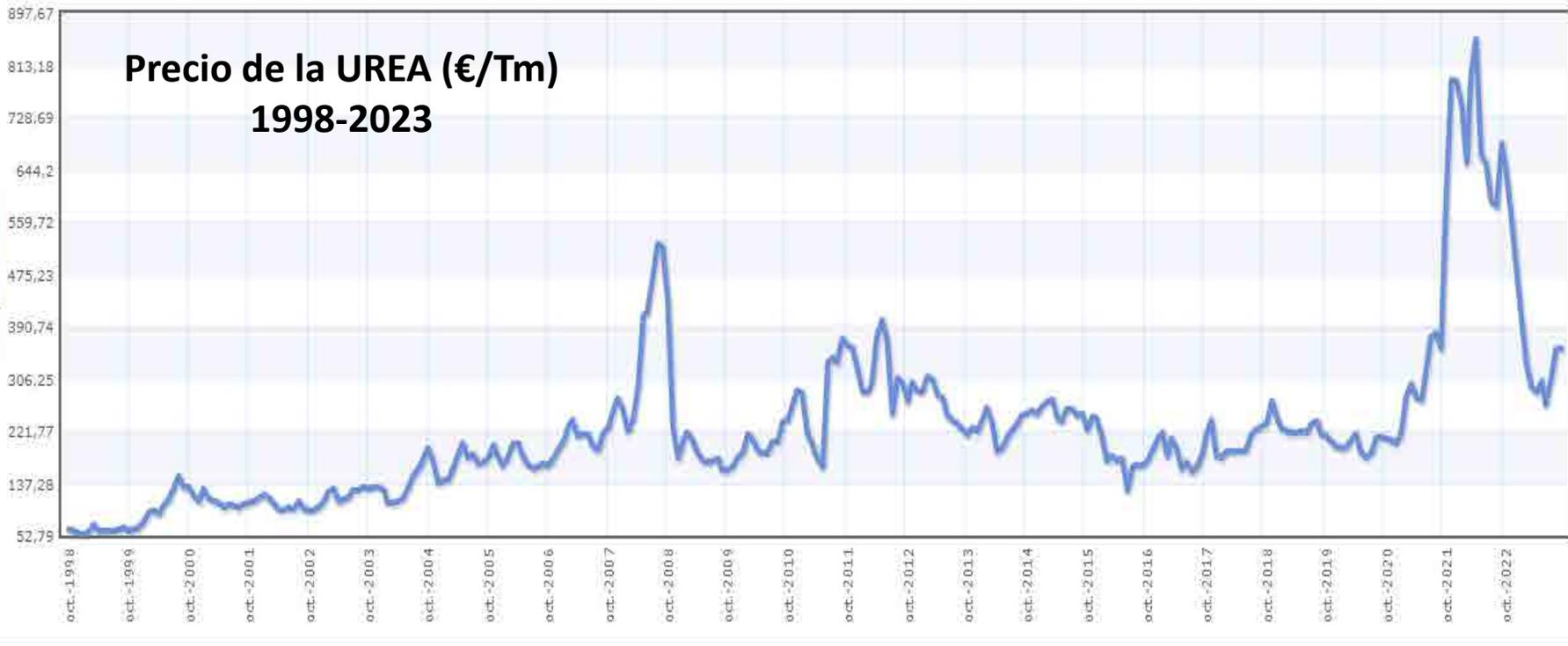


¿Por qué es importante mejorar la EUN?

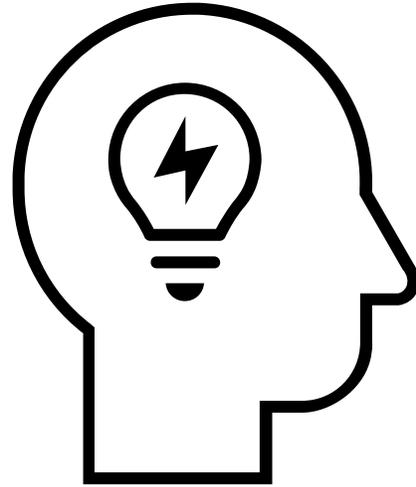
- Supone un **ahorro de dinero** si “perdemos” menos nitrógeno o utilizamos menores dosis sin disminuir el rendimiento.
- **Menores afecciones al medio ambiente.**
- Restricciones normativas !!



Importancia de aumentar la EUN



Gran dependencia de los fertilizantes nitrogenados



Estrategias para aumentar la EUN

Manejo del riego – Tipo de suelo



Tipo de suelo: Capacidad Retención Agua





Manejo del riego

- Es clave que el **MANEJO del riego** sea **eficiente**.
- El sistema de riego marca los **límites** de eficiencia (aspersión: 80-90%; inundación:40-60%).
- **NO SUPERAR** la **Capacidad de Retención de Agua (CRA)**.
- **Cálculo semanal de las necesidades** de riego y distribuirlo en varios riegos en función de las características del suelo.
- La [OFICINA DEL REGANTE](#) (SARGA, Gobierno de Aragón) dispone una página web para realizar dichos cálculos.
- Están en desarrollo más plataformas, “apps”, AGROGESTOR, SATIVUM etc...

Indicadores de suficiencia/disponibilidad de N

Medir el N disponible
en el suelo

Ejemplo:

C=60 mg nitrato/kg suelo

Profundidad = 30 cm

Masa de N = 59 kg N/ha
(disponible)

(suelo de textura media, sin
piedras)



Conocer si al cultivo le
falta N



- Más complejo de interpretar,
ya que requiere de tener un
“testigo” SOBREFERTILIZADO
para comparar.

Indicadores de suficiencia/disponibilidad de N

Medir el N disponible
en el suelo

Ejemplo:

C=60 mg nitrato/kg suelo

Profundidad = 30 cm

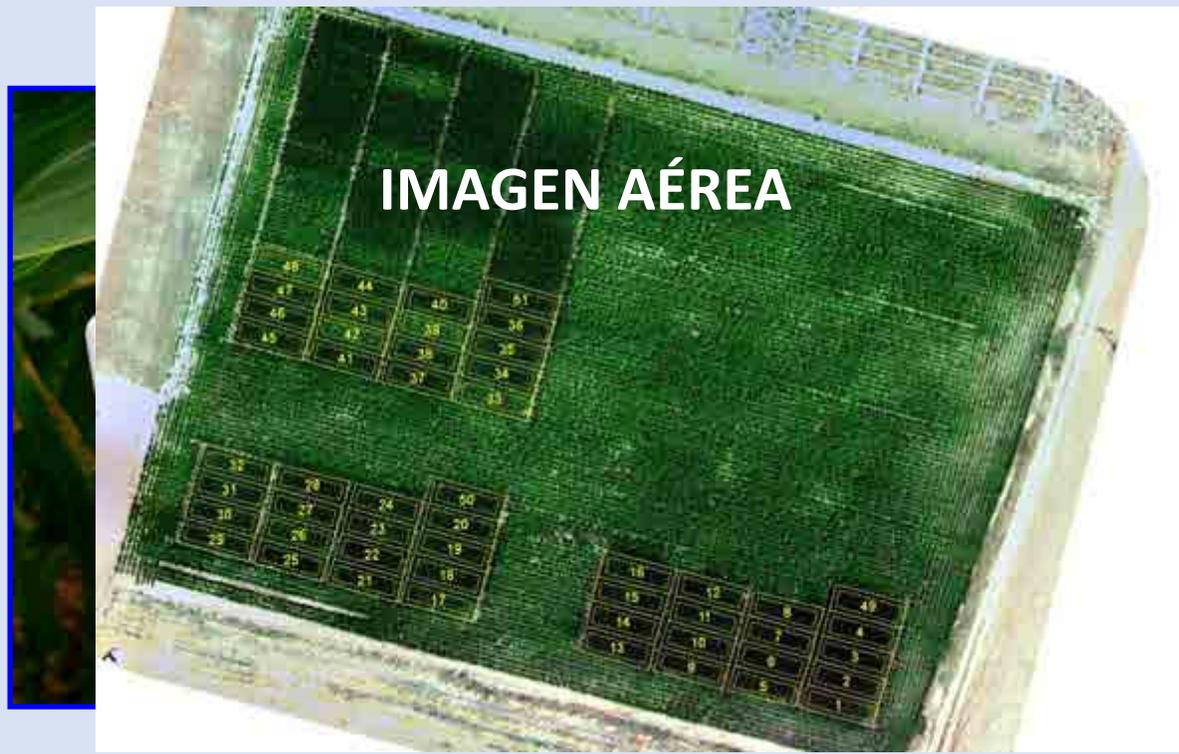
Masa de N = 59 kg N/ha
(disponible)

(suelo de textura media, sin
piedras)



Conocer si al cultivo le
falta N

IMAGEN AÉREA





Extracción de los cultivos

- Una primera cuestión es conocer la **extracción real de N** de los cultivos

Cultivo	Kg N	
	Extracción (1 Tm grano)	Absorción total (1 Tm grano)
Maíz	13	21
Trigo	18	26
Cebada	15	23
Arroz	13	19
Colza	35	55
Girasol	21	35

- La segunda cuestión es establecer una **producción realista** para nuestra parcela.
- Si producimos 16 t de maíz, la **absorción total de N** será de unos **336 kg N**.

Herramientas básicas para el cálculo de las necesidades de N por los cultivos

- Es importante realizar un “balance de N”
- Consiste en establecer las **entradas de N** y **las salidas de N (absorción del cultivo)**.

ENTRADAS

- **N DISPONIBLE** en el suelo antes de la siembra
- **N MINERALIZADO** de la materia orgánica del suelo
- **N en el agua de riego**
- **N derivado de LEGUMINOSAS**
- N derivado de aplicación de **estiércoles**

SALIDAS

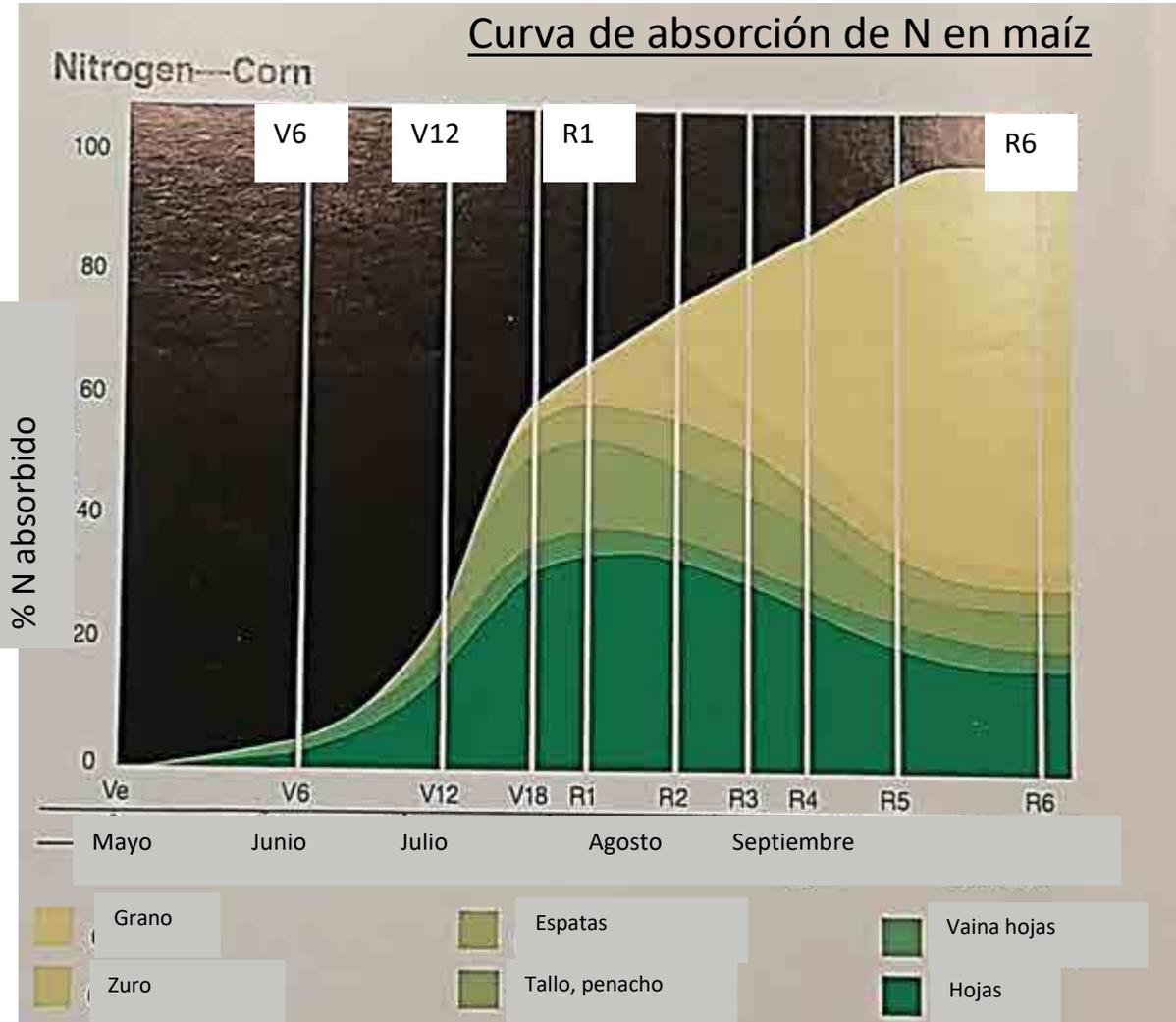
- **N absorbido** por el cultivo
- **Pérdidas de N** del sistema
 - Lavado
 - Volatilización

Hoy día existen distintas aplicaciones que facilitan estos cálculos





Fraccionamiento del N



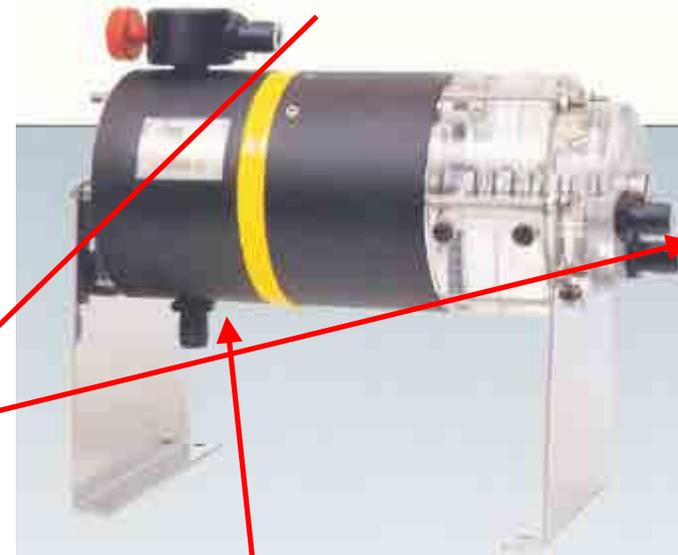
- En Aragón, casi todas las parcelas reciben nitrógeno (50-100 UFN) antes de sembrar, lo cual puede ser innecesario en muchos casos.
- En estado V6 (“maíz rodillero”) el cultivo ha absorbido menos de un 10% del total.

Esto aumenta el riesgo de pérdidas de N por lavado

Una solución es inyectar el nitrógeno con el agua de riego mediante aspersión en 2-3 coberteras



Fraccionamiento del N



Toma de presión de agua

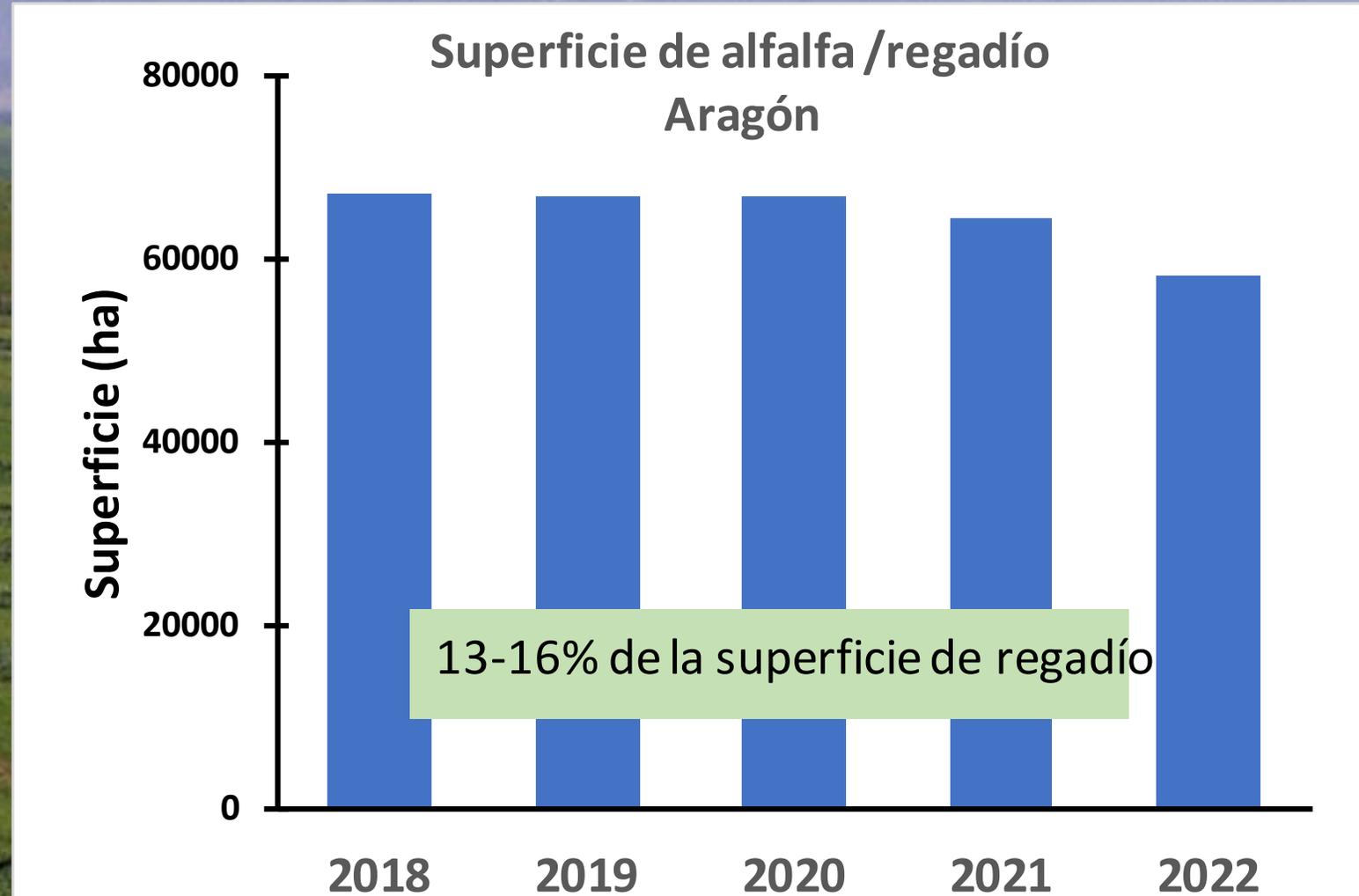
Toma de inyección de fertilizante

Fertilizante

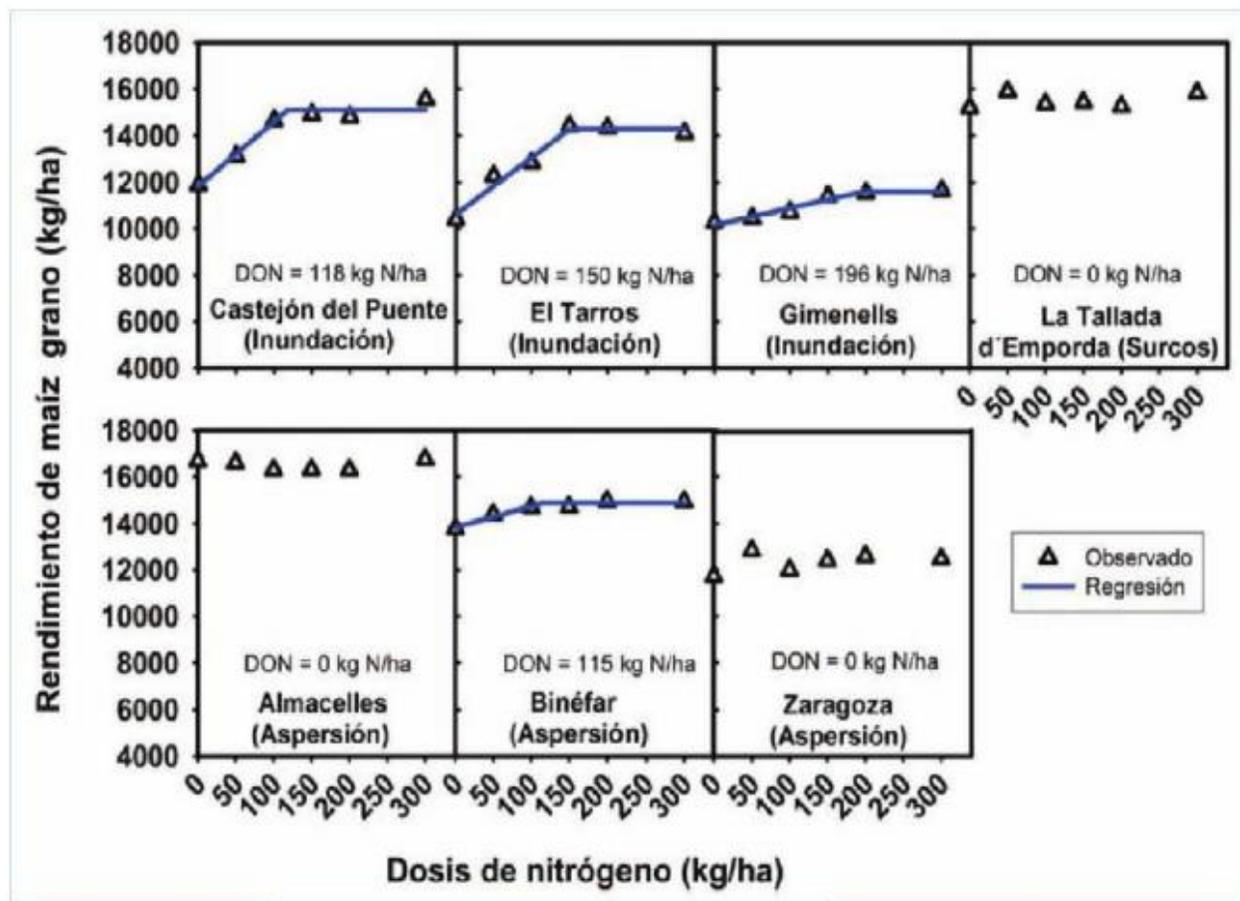
Efecto de las leguminosas (alfalfa) en las necesidades del cultivo siguiente



Efecto de las leguminosas (alfalfa) en las necesidades del cultivo siguiente



Efecto de las leguminosas (alfalfa) en las necesidades del cultivo siguiente



- En 3 de 7 localidades **sin respuesta**
- En 4 de 7 localidades la **dosis óptima** (DON) osciló entre 115 y 196 kg N/ha.
- En **riego por aspersión** se puede reducir más la dosis de N tras alfalfa que en **riego por inundación**.
- Se debería contar con un **crédito** de al menos 100 (inundación) y de 150 (aspersión) kg N/ha en maíz tras alfalfa.
- Después de levantar un alfalfar hemos medido unos **185 kg de N** en los residuos que deja (C/N=18)

¿Cubiertas vegetales en otoño- invierno ?



¿Cubiertas vegetales en otoño-invierno ?

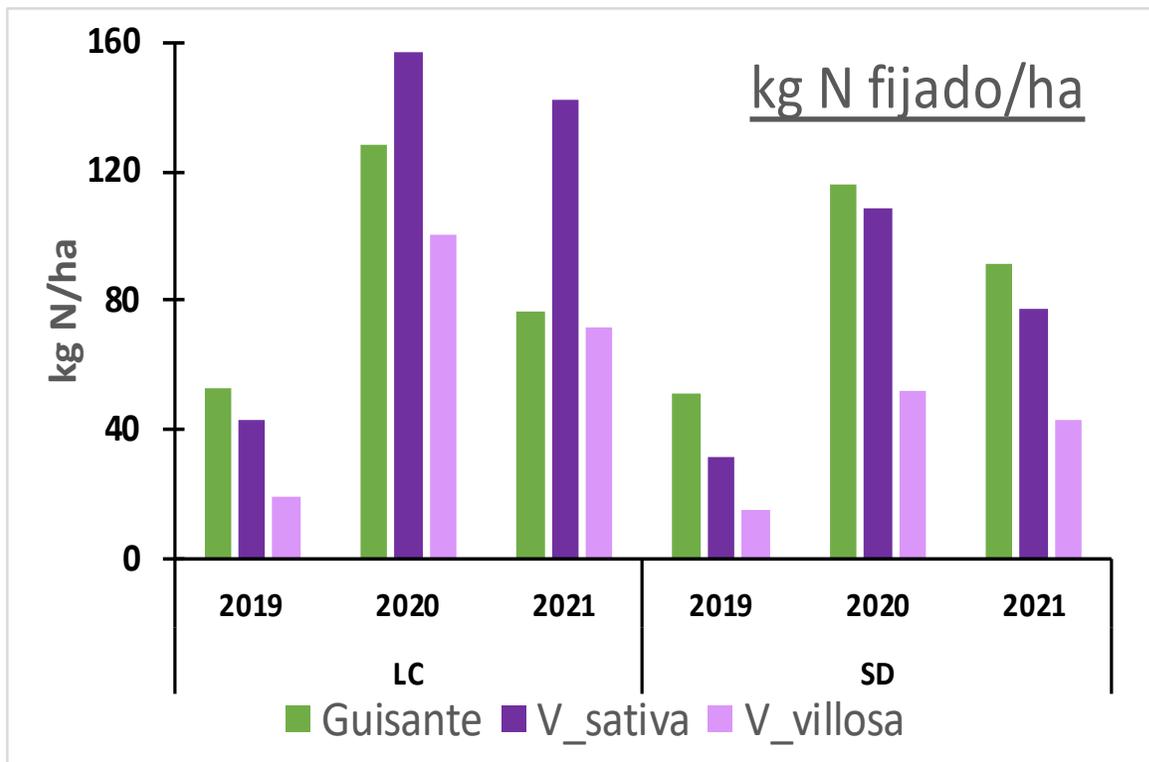
- Cubiertas de **cereales** pueden absorber un exceso de N del cultivo anterior y disminuir las pérdidas de N por lavado.
- Esa solución tiene más sentido en países más lluviosos. En nuestras condiciones (excepto en suelos muy someros) la mayor parte del lavado se produce en los periodos de cultivo.
- **Probablemente, en nuestras condiciones, es mejor opción las cubiertas de leguminosas (veza, guisante....) o mezclas.**



Leguminosas



¿Cubiertas leguminosas ?

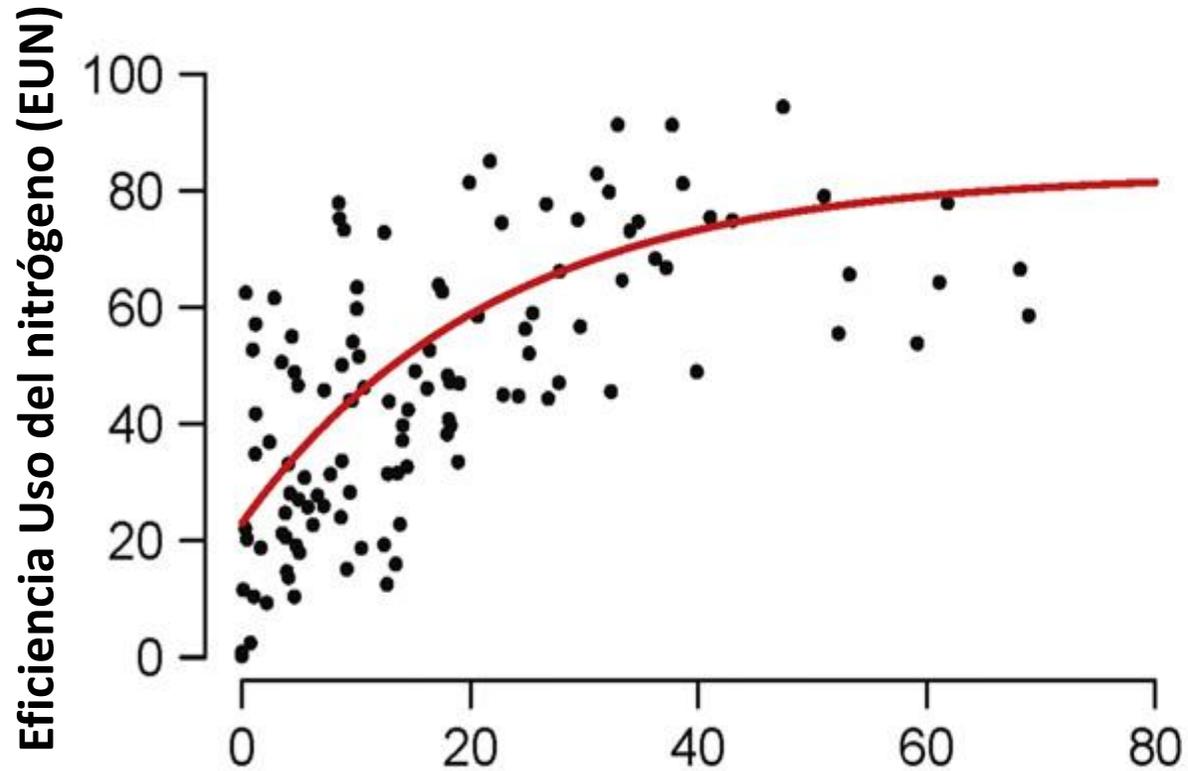


LA CANTIDAD DE N FIJADO ES MUY VARIABLE ENTRE AÑOS Y ESPECIES, OSCILANDO ENTRE **20 y 157 kg N/ha.** (nitrógeno extra)

Fuente: Ensayo C.I.T.A., Zaragoza

EL USO DE CUBIERTAS LEGUMINOSAS IMPLICA QUE SE REDUZCA LA DOSIS DE N AL MAÍZ O AL CULTIVO SIGUIENTE

Uso de leguminosas.....



% Contribución del N fijado biológicamente en el total aportado al suelo

Alfalfa

Guisante

Veas

Soja

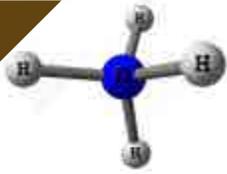
Tréboles

Garbanzos....



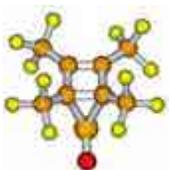
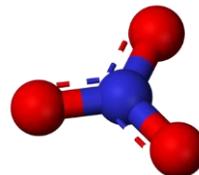
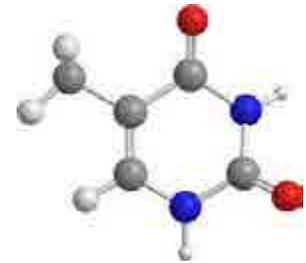
Rotaciones de cultivo

- La **rotación de cultivos** es esencial para mantener un sistema más equilibrado.
- Beneficios en la eficiencia en el uso del nitrógeno (y otros nutrientes).
 - Cultivos como **alfalfa, girasol, sorgo, colza** tienen sistemas radiculares profundos y con capacidad para extraer nutrientes de capas del suelo que cereales como la cebada, trigo, maíz, normalmente no tienen.

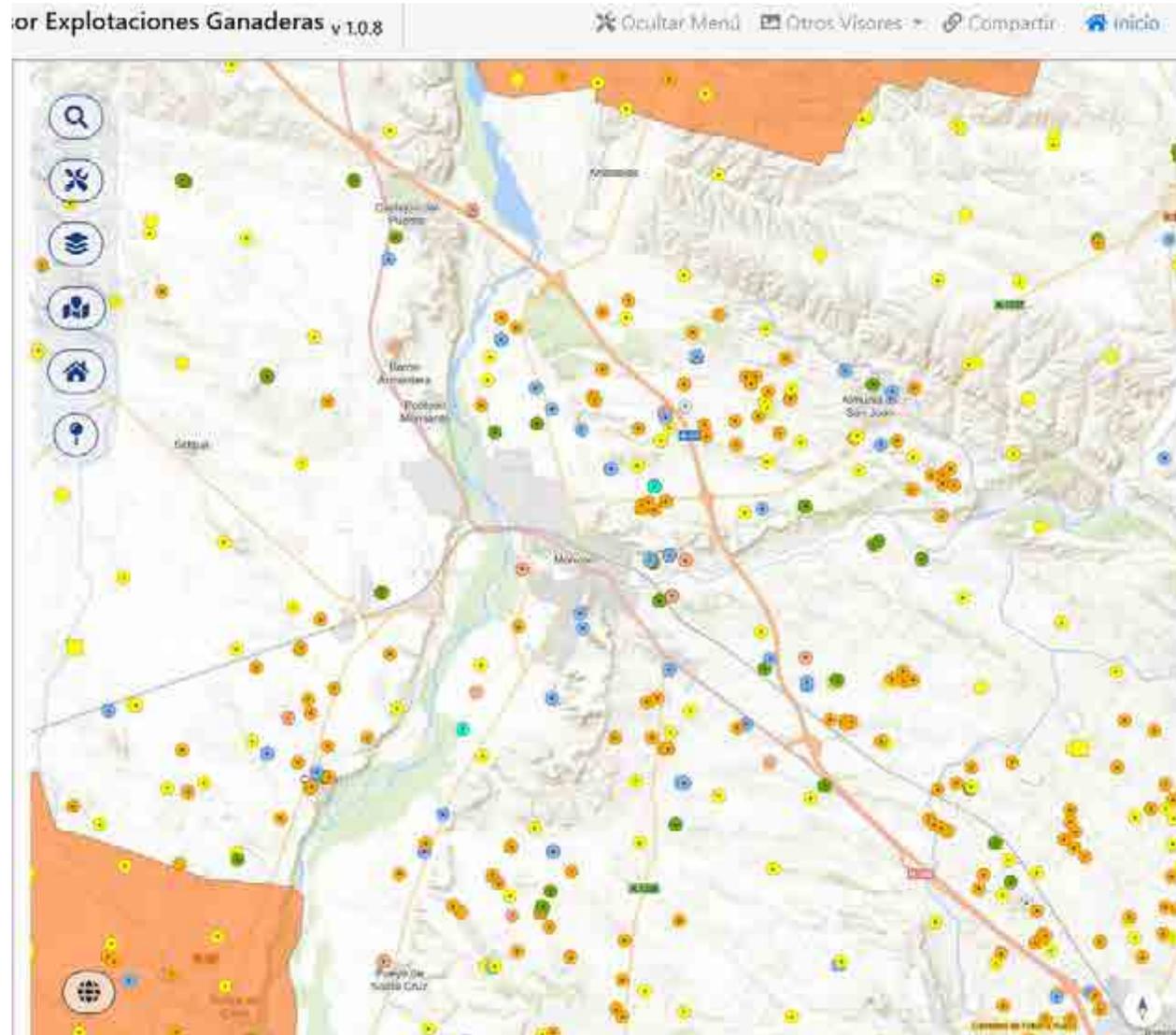


Uso de fertilizantes “especiales”

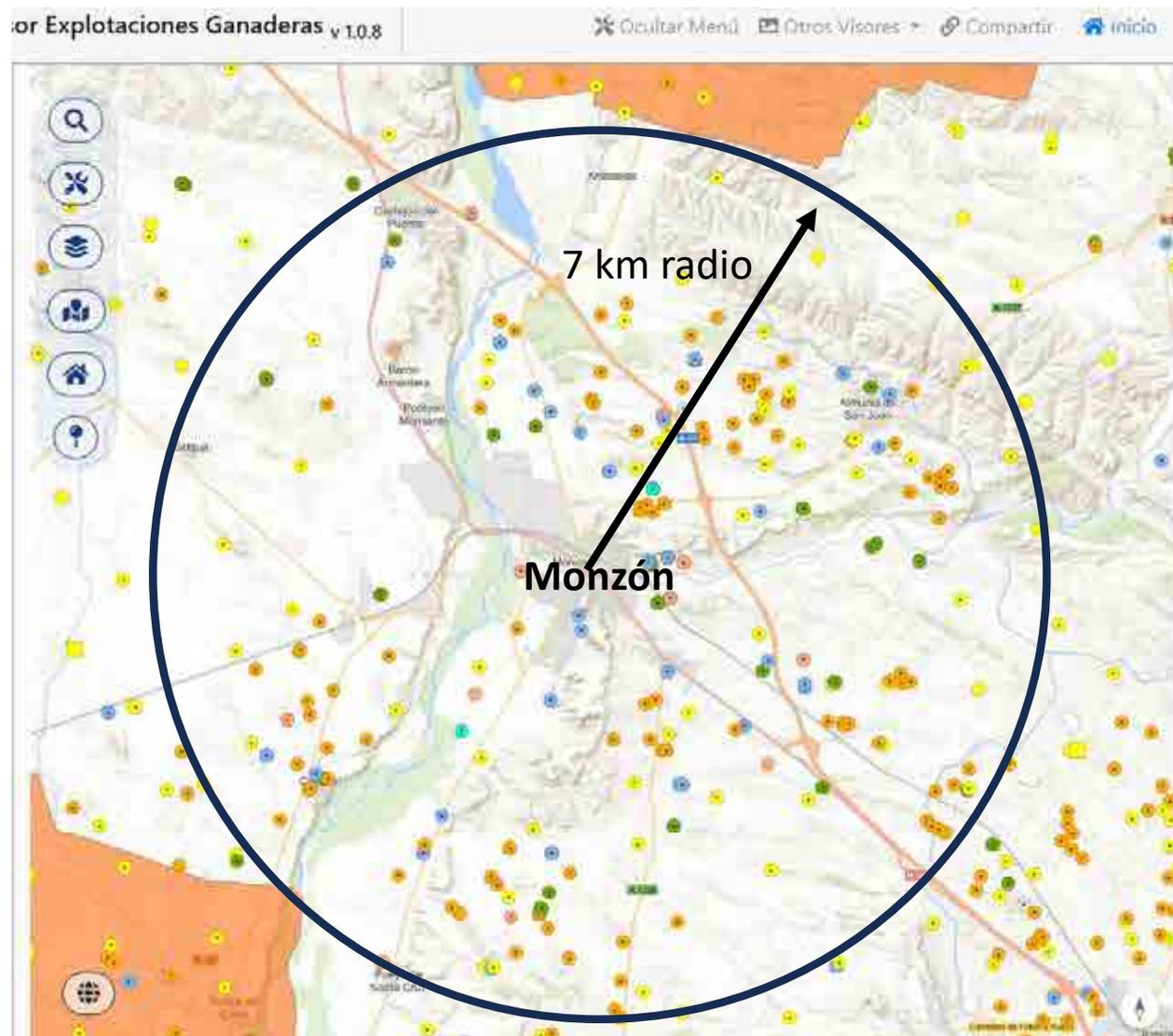
- Existen distintos **aditivos** a los fertilizantes para **disminuir su solubilidad** o para **“inhibir” la acción microbiana** retrasando la nitrificación (INHIBIDORES DE LA NITRIFICACIÓN) o inhibiendo la enzima ureasa (INHIBIDORES DE LA UREASA).
- Los **inhibidores de la nitrificación** pueden disminuir **las pérdidas por lavado** al retrasar el paso de amonio a nitrato (aunque pueden aumentar la volatilización de amoniaco).
- Los inhibidores de la nitrificación **reducen CONSISTENTEMENTE las emisiones de ÓXIDO NITROSO** (gas de efecto invernadero), pero supone muy poco en el balance de N de un suelo.
- Los inhibidores de la ureasa **DISMINUYEN las pérdidas por volatilización del amoniaco** en fertilizantes amoniacales o ureicos.



Manejo de fertilizantes orgánicos



Manejo de fertilizantes orgánicos



En un área circular delimitada por un radio de 7 km de Monzón hay una **carga total aproximada de N de 2464 Tm de nitrógeno/año**

Es un buen recurso nutricional, **pero se debe mejorar su manejo**

Manejo de fertilizantes orgánicos



Manejo de fertilizantes orgánicos

¿Qué podemos hacer?

- En el caso de **purín porcino** hay métodos rápidos (conductímetro) para estimar cuánto N contienen. Importante saber el nitrógeno que llevamos en cada cuba.
- Hay que considerar **el purín porcino como un fertilizante mineral**, y reducir las aportaciones de fertilizante sintético. En secano puede hacerse exclusivamente con purín a la salida del invierno.
- Si no se puede **incorporar con una labor**, hay que dar un riego ligero (10 mm) después de su aplicación para evitar pérdidas.
- Hay que considerar el **efecto RESIDUAL** de los estiércoles
- Las determinaciones de **N mineral en el suelo** (antes de la siembra) reflejaran parte del nitrógeno mineralizado de aplicaciones anteriores.
- La **GESTIÓN COLECTIVA** del PURÍN puede mejorar la EFICIENCIA

Manejo de fertilizantes orgánicos

¿Qué podemos hacer?

- En el caso de **purín porcino** hay métodos rápidos (conductímetro) para estimar cuánto **nitro** hay en cada cubo.
- Hay que controlar el pH del purín, y reducir las aplicaciones de **nitro** exclusivamente.
- Si no se puede controlar el pH, aplicar un **ácido** ligero (10 g/l) después de la aplicación.
- Hay que controlar el pH del purín, y reducir las aplicaciones de **nitro** exclusivamente.
- Las determinaciones de **nitro** (embra) reflejarán parte del **nitro** mineralizado de aplicaciones anteriores.

LA GESTIÓN DE ESTIÉRCOLES Y PURINES ES FUNDAMENTAL PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE NITROGENO DE LOS SISTEMAS AGRARIOS.



Agricultura de precisión

- Las parcelas de cultivo suelen presentar **variabilidad espacial** en el suelo en cuanto a profundidad, textura, pedregosidad.
- Eso hace que espacialmente varíe:
 - Potencial productivo
 - Disponibilidad de agua
 - Disponibilidad de nutrientes
- Normalmente se aplica la misma dosis de nutriente a toda la parcela
- Actualmente hay máquinas para variar la aplicación de nutrientes, fitosanitarios etc.....
- Es posible **aumentar la eficiencia con una aplicación variable** de nutrientes.

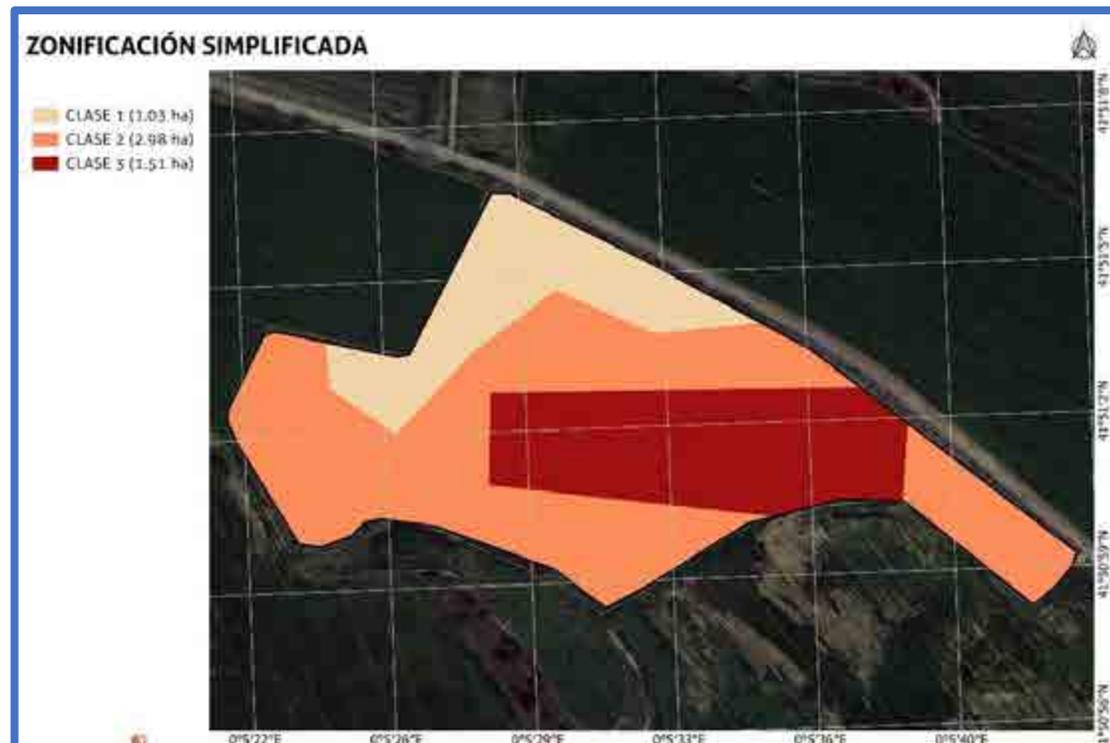


Agricultura de precisión

- La **prescripción** y aplicación de dosis variables de fertilizante en cada zona puede hacerse:

ZONIFICACIÓN PREVIA DE LA PARCELA

SENSORES QUE AJUSTAN LA DOSIS EN TIEMPO REAL





Agricultura de precisión

- TIENE GRAN POTENCIAL PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN EL USO DEL NITRÓGENO.

- NECESARIO EVALUAR LA RELACIÓN COSTE/BENEFICIO DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN Y DEL CULTIVO.

- ES PRECISO AFINAR EN CÓMO CALCULAR LAS DOSIS EN CADA ZONA DE MANEJO DE UNA FORMA RAZONABLEMENTE SENCILLA.





CONCLUSIONES

- Hay bastante margen de mejora de la EUN.
- Podemos actuar en **muchos aspectos** de la producción agraria.
- Cualquiera que sea la tecnología empleada es preciso tener **indicadores de disponibilidad** de N en las parcelas.
- Es fundamental la **FORMACIÓN CONTINUA** de los agricultores para estar al día de las tecnologías y avances.
- Asistencia a cursos, jornadas técnicas, redes de difusión (p. ej. Red ARAX, PDRs) etc...
- Es clave el intercambio de información entre agricultores.



Gracias por su atención