



# **Impacto del cambio de secano a regadío en las emisiones de N<sub>2</sub>O en un experimento de larga duración de reducción de laboreo y fertilización N**

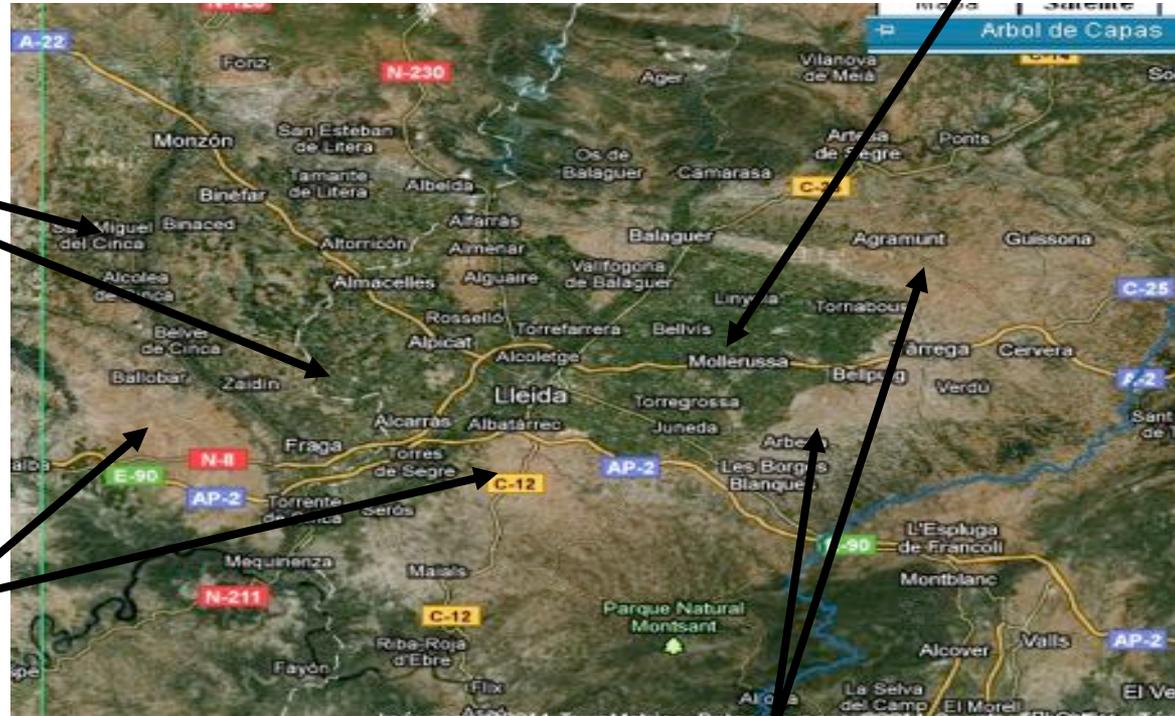
**Carlos Cantero-Martínez,  
Evangelina Pareja-Sánchez, Jesús Fernández-Ortega**

Dpto. Producción Vegetal y Ciencia Forestal. Centro Agrotecnio  
Universitat de Lleida  
Unidad Asociada CSIC

***17ª REUNION RUENA; Vitoria, 21-22 de Junio de 2022***

## Sistemas de secano y regadío en el Valle del Ebro central

Regadíos de superficie con precio de agua bajo.



Regadíos por aspersión (precio de agua moderada)

Nuevos regadíos (por aspersión)  
Monegros II; Bajo Segarra-  
Garrigues

Zonas de secano de variable potencial  
según condiciones edafoclimáticas

Nuevos regadíos (por aspersión) procedentes de  
secanos con alta adopción de Siembra Directa

# **Cultivos extensivos predominantes en los Sistemas Agrícolas Valle de Ebro Central**

## **Sistema de producción principal**

**Secano: Cereales de invierno (Monocultivo a rotaciones sencillas con colza, leguminosas)**

**Regadío: Maíz y alfalfa con rotaciones con cultivos minoritarios de cereales de invierno y forrajes, etc.**

### **Limitaciones:**

- **Costo de producción mediano-alto (Laboreo intensivo, fertilizantes-N y agua)**
- **Precio inestable y variables del producto**
- **Consumo de agua (restricciones ?)**
- **Costo alto del agua (especialmente en los nuevos regadíos)**
- **Alto riesgo de pérdidas en caso de fallo en el cultivo**



La necesidad de ..

Promover la sostenibilidad a través de técnicas agrícolas y la diversificación de cultivos



Sistema de secano

Sistema de regadío monocultivo

Sistema de regadío diversificado





Universitat  
de Lleida



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



cita  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y TECNOLOGÍA  
AGROPECUARIA DE LEON



MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



UNIÓN EUROPEA  
FONDO SOCIAL EUROPEO

El FSE invierte en tu futuro



AGENCIA  
ESTATAL DE  
INVESTIGACIÓN

# PROYECTOs: Desde 1996 .....GEIMED, DISOSMED

## Objetivos

Valoración agronómica: Cuantificar la producción de diversos cultivos según el sistema de cultivo, manejo del suelo y la fertilización nitrogenada y diversificación. Evaluación de la eficiencia de uso del agua y del N.

Valoración ambiental: Cuantificación de la emisión de gases de efecto invernadero y de la fijación de C en el suelo.



# EXPERIMENTO (1996 – 2021) 25 años

## 1996- 2015. Secano. Cultivo de cebada

Sistemas de Laboreo (3) LI, LR, NL

Dosis de fertilización N mineral (3) 0, 60 y 120 kg ha<sup>-1</sup>

*2015 Transformación a regadío por aspersión:*

## 2015-2017 Regadío. Monocultivo de maíz

Sistemas de Laboreo (3) LI, LR, NL

Dosis de fertilización N mineral (3) 0, 200 y 400 kg ha<sup>-1</sup>

## 2019-2021 Regadío. Monocultivo vs. Doble Cultivo

Sistemas de Laboreo (3)

Dosis de fertilización N (3)

Diversificación de cultivos (2)

Localidad Agramunt, Lleida

Secano semi-árido, Pv 400 mm, Eto 855 mm

Suelo Typic xerofluvent

SOM, 7-10 mg .- kg<sup>-1</sup>



Bloques al azar , 3 repeticiones.

Parcelas: (50x6) 300 m<sup>2</sup>

# Metodología

## Gases de efecto invernadero (GEI) – N<sub>2</sub>O



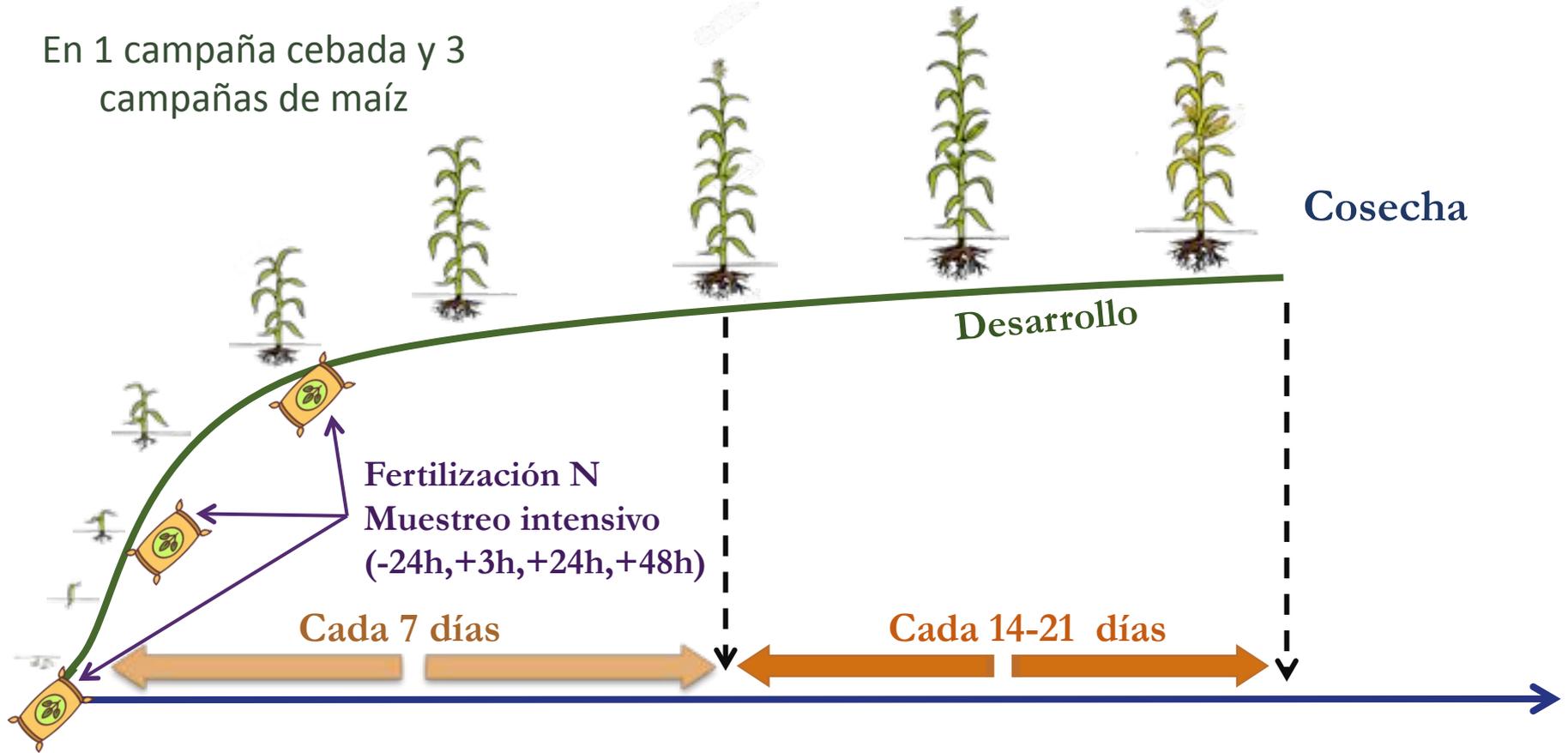
*C. Cortés*



# Metodología

## Gases de efecto invernadero (GEI) – N<sub>2</sub>O

En 1 campaña cebada y 3  
campañas de maíz



# Metodología

## Medidas y cálculos durante el experimento

Otras variables:

- Temperatura del suelo (10 cm).
- Contenido de agua (0-5 cm).
- Contenido de  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  (0-5cm)

Cálculos:

- Espacio poroso lleno de agua (WFPS)(0-5 cm).
- **Emisiones  $\text{N}_2\text{O}$  a escala de rendimiento fueron estimadas** ( $\text{kg CO}_2 \text{ eq. kg grano}^{-1}$ ).
- **Factor de emisión del  $\text{N}_2\text{O}$  (EF)**

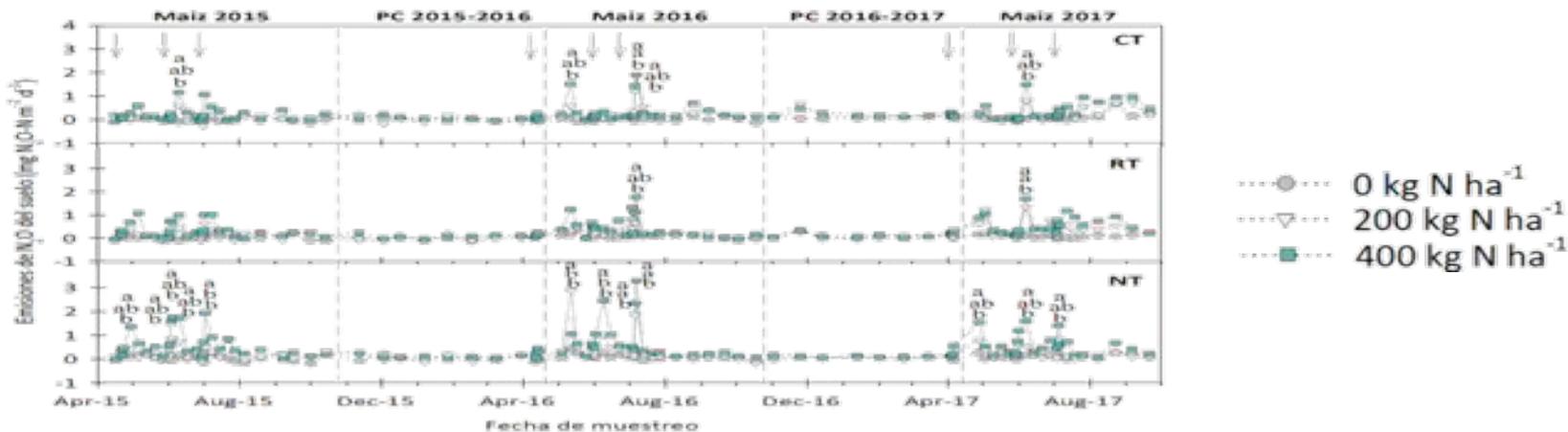
$$EF (\%) = \frac{E_i - E_0}{N \text{ Rate}_i} \times 100$$

Donde:  $E_i$  y  $E_0$  son las emisiones acumuladas de  $\text{N}_2\text{O}$  en el tratamiento  $i$  y control, respectivamente ( $\text{kg N}_2\text{O-N ha}^{-1}$ ).  $N \text{ Rate}_i$  es la dosis de fertilización N en el tratamiento  $i$  ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ).



# Emisiones N<sub>2</sub>O Secano >> Regadío; Rango de emisiones (mg de N<sub>2</sub>O-N . m<sup>-2</sup> . día<sup>-1</sup>)

SECANO	Monocultivo CEBADA		REGADIO	Monocultivo MAIZ
	mg de N <sub>2</sub> O-N . m <sup>-2</sup> . día <sup>-1</sup>			mg de N <sub>2</sub> O-N . m <sup>-2</sup> . día <sup>-1</sup>
Laboreo Int.	0,00 - 0,45		Laboreo Int.	0,00 - 1,50
No Laboreo	0,00 - 0,50		No Laboreo	0,00 - 3,00
0 N	0,00 - 0,025		0 N	0,00 - 0,25
MEDIO N (60)	0,00 - 0,050		MEDIO N (200)	0,00 - 3,00
ALTO N (120)	0,00 - 0,150		ALTO N (400)	0,00 - 3,20



**Emissiones N<sub>2</sub>O Secano >> Regadío; Emissiones acumuladas (g N . ha<sup>-1</sup>)**

SECANO	Monocultivo CEBADA		REGADIO	Monocultivo MAIZ
Laboreo Int.	430	↑	Laboreo Int.	520
No Laboreo	330	↓	No Laboreo	630
0 N	473	↓	0 N	283
MEDIO N (60)	532	↓	MEDIO N (200)	608
ALTO N (120)	742	↓	ALTO N (400)	817

# Emissiones N<sub>2</sub>O Secano >> Regadío; Yield-scaled (kg de CO<sub>2</sub> eq. kg grano<sup>-1</sup>)

SECANO	Monocultivo CEBADA		REGADIO	Monocultivo MAIZ
Laboreo Int.	0,362		Laboreo Int.	0,021
No Laboreo	0,033		No Laboreo	0,017
0 N	0,095		0 N	0,009
MEDIO N (60)	0,29		MEDIO N (200)	0,017
ALTO N (120)	0,208		ALTO N (400)	0,028

Rendimiento: 1.500-3.000 kg . ha<sup>-1</sup>

10.000- 14.000 kg . ha<sup>-1</sup>

Laboreo intensivo (200 kg N/ha)

Siembra directa (200 kg N/ha)



## Emisiones N<sub>2</sub>O Secano >> Regadío; Factor de emisión (%)

SECANO	Monocultivo CEBADA		REGADIO	Monocultivo MAIZ
MEDIO N (60)	0,53		MEDIO N (200)	0,2
ALTO N (120)	0,5		ALTO N (400)	0,18



### **Cayuela et al. (2016)**

Sistema Mediterraneo con cultivo de maíz:

▶ EF: **0.83%**.

# Algunas conclusiones

1. La transformación a regadío incrementa substancialmente el rendimiento y no incrementa globalmente los indicadores de las emisiones de óxido nitroso.
2. La reducción del laboreo mejora tanto en seco como en regadío las posibilidades de mejores rendimiento. Se observan incrementos de emisiones de óxido nitroso que son compensadas por el mayor rendimiento. El paso a regadío no potencia el efecto.
3. El incremento de la fertilización N promueve las emisiones de óxido nitroso. El regadío potencia este efecto, pero al igual que en la reducción del laboreo son compensadas por mayores rendimientos. En este caso siempre hasta un límite de dosis de aplicación.
4. Consideración productiva y ambiental

# REFERENCIAS (2010-2022)

PLAZA-BONILLA D., ÁLVARO-FUENTES J., ARRUE JL., CANTERO-MARTINEZ C. 2014.  
*Tillage and nitrogen fertilization effects on nitrous oxide yield-scaled emissions in a rainfed Mediterranean área. Agriculture, Ecosystems and Environment*,189:43-52.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.023>

PLAZA-BONILLA D., ALVARO-FUENTES J., BARECHE J., PAREJA-SANCHEZ E., JUSTES E., CANTERO-MARTINEZ C. 2018  
*No-tillage reduces long-term yield-scaled soil nitrous oxide emissions inrainfed Mediterranean agroecosystems: A field and modelling approach. Agriculture, Ecosystems and Environment*, 262: 36–47  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.04.007>

PAREJA-SANCHEZ E., CANTERO-MARTINEZ C., ALVARO-FUENTES J., PLAZA-BONILLA D. 2020.  
*Impact of tillage and N fertilization rate on soil N<sub>2</sub>O emissions in irrigated maize in a Mediterranean agroecosystem. Agriculture, Ecosystems and Environment*, 287: 106687  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106687>

## Colaboradores

**Jorge Lampurlanés, Rosario Fanlo, Concepción Ramos, Rasendra Talukder,  
Silvia Martí, Carlos Cortés, Daniel Plaza-Bonilla, Javier Bareche(UdL)**

**Jorge Álvaro-Fuentes, Victoria Lafuente (EEAD- CSIC)**

**Gracias por su atención**

