



**FERTIRRIGACIÓN CON PURÍN PORCINO EN CULTIVOS EXTENSIVOS:
RENDIMIENTO, EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y RIESGO DE LAVADO DE NITRATO**



Eva Herrero Mallén

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

Jornada de bienvenida y evaluación de doctorandos 2019-2020

Zaragoza, 13 marzo 2020

Impacto en la salud y en el medio ambiente de la fertilización

AMONIACO

97% Agricultura

52% Aplicación de fertilizantes

MITECO Inventario Nacional de Contaminantes Atmosféricos (2018)

Enfermedades respiratorias y cardiovasculares

Eutrofización, Acidificación

Pérdida de biodiversidad

GEI (N₂O y CH₄)

13% Agricultura

7 % Gestión estiércoles y fertilización

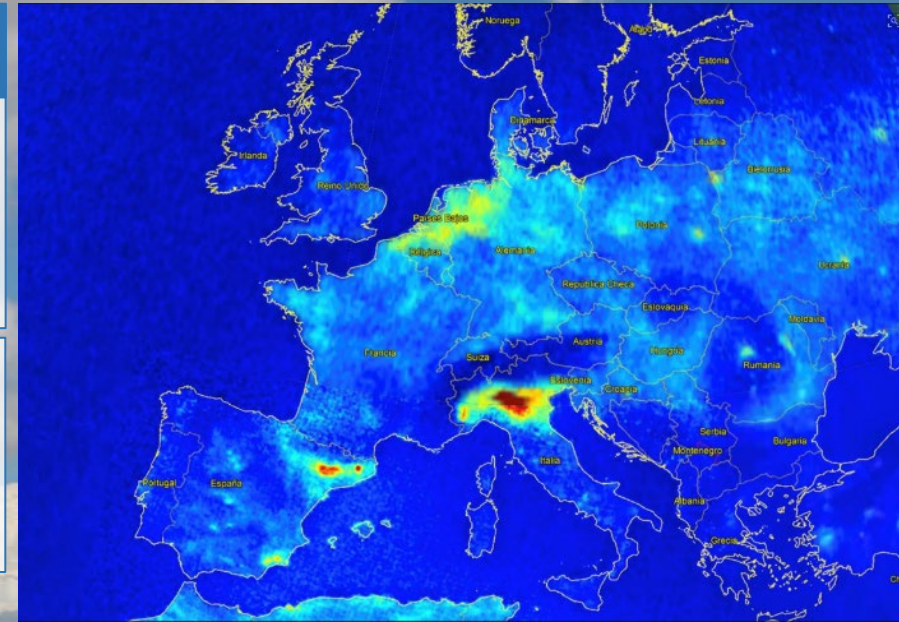
Calentamiento global

NITRATO

Sobrefertilización o malas prácticas

Disruptor endocrino –(niños azules)

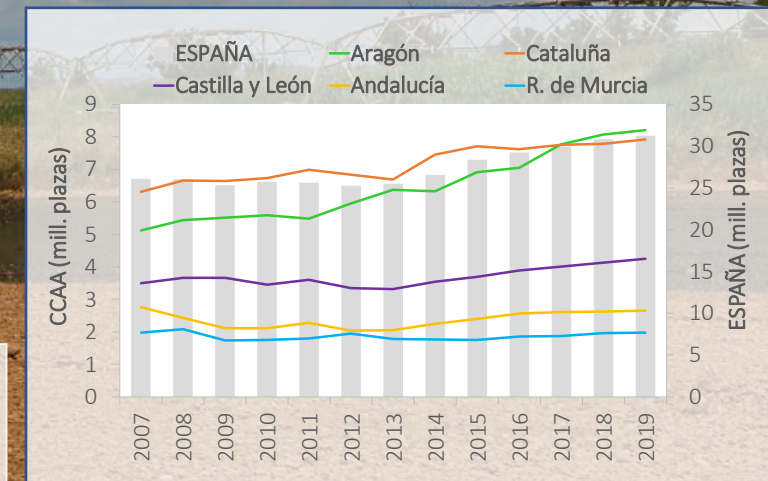
Posible relación con cáncer aparato digestivo



Valores medios de 9 años de concentración de amoníaco (moléculas/cm²) medidos por satélite. Martin Van Damme Nature | VOL 564 | 6 2018



Aragón 2019: 8,2 mill. de plazas
26% de España



La fertirrigación con fracción líquida de purín permite

1. mejorar la EUN sin afectar al desarrollo o rendimiento del cultivo
 - *Fertilizante N adecuado*
 - *Dosis y momento de aplicación ajustado a la demanda*
2. *Reduce el impacto ambiental de la fertilización con purín (NH_3 , NO_3^- y N_2O)*
3. aumentar la capacidad de sustitución del fertilizante sintético



ANÁLISIS COMPARATIVO en cultivo extensivo de maíz

Fertirrigación con FL de purín porcino

VS

Fertilización tradicional: purín + N sintético

Efecto del fertilizante utilizado Purín vs. sintético

Efecto del sistema de riego/fertirriego Goteo y pívot

Efecto características suelos Saso y fondo

O1 Emisiones de NH_3

O2 Emisiones de N_2O

O3 Riesgo de lavado de nitrato

O4 Rendimiento del cultivo y eficiencia uso nitrógeno

O5 Impacto económico y huella de carbono

ENSAYO 1 *Fertirrigación en goteo enterrado - Parcela experimental Soto-Lezcano (CITA)*

4 tratamientos 4 repeticiones (8 líneas - 25 m - 75x50x35cm)

- | | |
|---|--|
|  Control Sin aplicar N |  N sintético 50 kg N/ha + Fertirriego (x3) |
|  FL purín Fertirriego (x4) |  Purín+Sintético 170 kg N/ha + N sintético fertirriego |



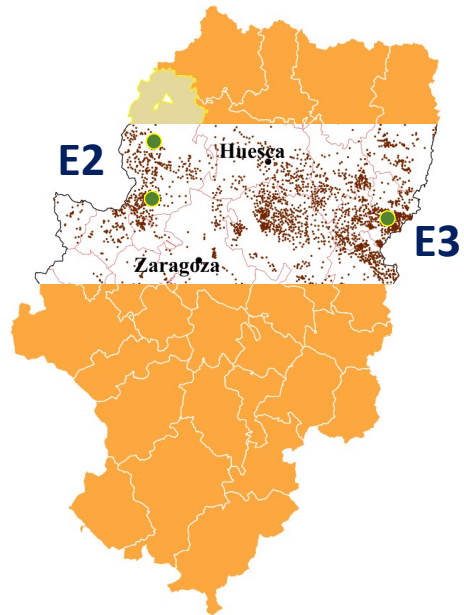
EVALUACIÓN 3 campañas

1. Rendimiento y EUN
2. Riesgo lavado nitrato
 - Sondas de succión a 0.5 y 1m
 - Muestreo semanal
3. Emisiones GEI (N_2O , CH_4 y CO_2)
 - 16 cámaras estáticas
 - Muestreo diario tras cada aplicación, semanal en cultivo y cada 3 semanas entre cultivos.

ENSAYO 2 *Fertirrigación en parcelas productivas de maíz en suelos de saso (Cinco Villas)*

EVALUACIÓN 3 *campañas*

1. Rendimiento y EUN
2. Riesgo lavado NO_3^-
3. Emisiones NH_3



· Granjas de porcino

1. Separación (Pívor: 150-500 μm / Goteo: 50-100 μm) + Transporte + Almacenamiento
2. Inyección en sistemas de riego adaptados



Goteo Torremira

Goteo enterrado: 2,0 ha
Marco: 75x50x25cm
Goteros autocompensantes
Pluviometría: 5,7 mm/h
Relación purín/agua 1:5



Pívor Biota

Pívor (10,4 ha)
Baja presión (0,4 bar)
Boquillas sobre la cubierta vegetal
Pluviometría: 4,0 mm/h
Relación purín/agua 1:10

REFERENCIA

Fondo: purín con abanico

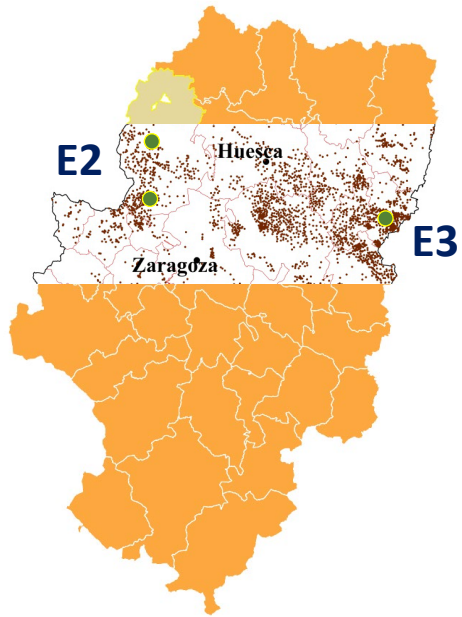
Cobertera: N sintético



ENSAYO 2 *Fertirrigación en parcelas productivas de maíz en suelos de saso (Cinco Villas)*

EVALUACIÓN 3 campañas

1. Rendimiento y EUN
2. Riesgo lavado NO_3^-
3. Emisiones NH_3








· Granjas de porcino

Goteo Torremira



Pivot Biota

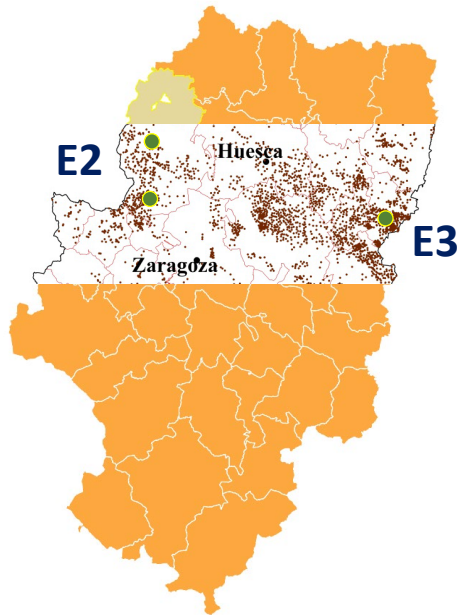


-  Depósito y sistema de inyección
-  ALPHA - NH_3 fuera de la parcela
-  ALPHA - NH_3 dentro de la parcela
-  Anemómetro
-  Sondas de succión - Nitratos
45 cm profundidad

ENSAYO 2 *Fertirrigación en parcelas productivas de maíz en suelos de saso (Cinco Villas)*

EVALUACIÓN 3 campañas

1. Rendimiento y EUN
2. Riesgo lavado NO_3^-
3. Emisiones NH_3
4. Emisiones GEI



· Granjas de porcino

Goteo Torremira



Pivot Biota



GEI N_2O , CH_4 y CO_2



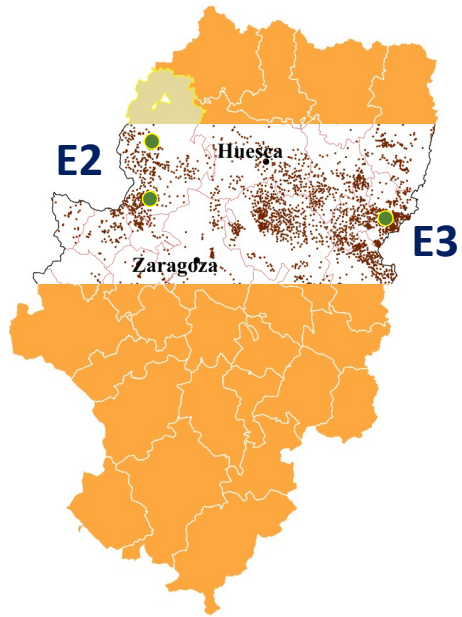
Comparativa de emisiones de GEI con pivot contiguo fertilizado con N sintético

ENSAYO 2 *Fertirrigación en parcelas productivas de maíz en suelos de fondo (La Litera)*

EVALUACIÓN 3 *campañas*

1. Rendimiento y EUN
2. Riesgo lavado NO_3^-
3. Emisiones NH_3

1. Separación (Pívor: 150-500 μm / Goteo: 50-100 μm) + Transporte + Almacenamiento
2. Inyección en sistemas de riego adaptados



· Granjas de porcino



Finca de La Melusa

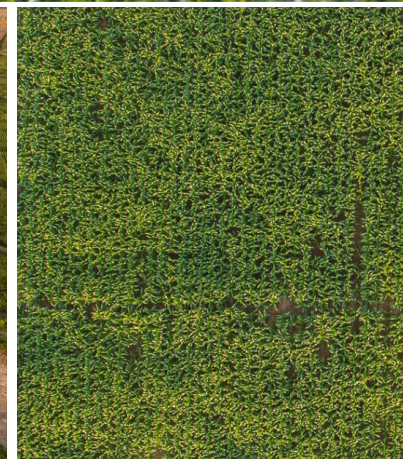
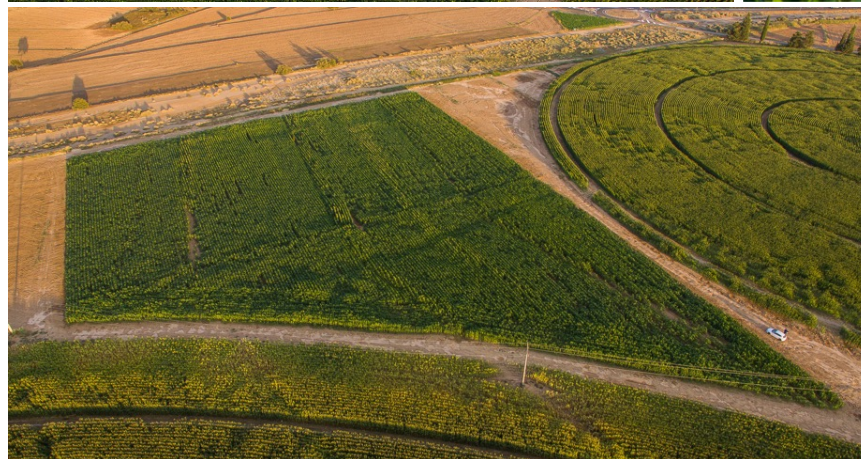
Pívor (6,4 ha)

Baja presión (0,4 bar)

Boquillas debajo de la cubierta vegetal

Pluviometría: 3,8 mm/vuelta

Inyección 1:10



Finca de La Melusa

Goteo enterrado (2,0 ha)

75x50x40cm

Pluviometría: 5,7 mm/h

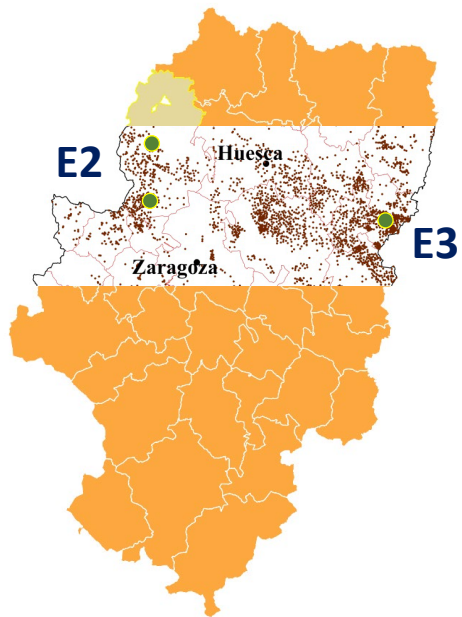
Inyección 1:5

ENSAYO 2 *Fertirrigación en parcelas productivas de maíz en suelos de fondo (La Litera)*

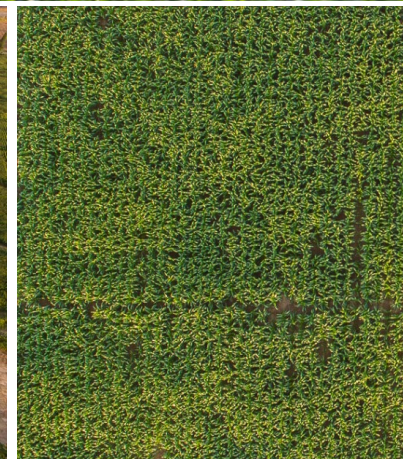
EVALUACIÓN 3 *campañas*

1. Rendimiento y EUN
2. Riesgo lavado NO_3^-
3. Emisiones NH_3

1. Separación (Pívorot: 150-500 μm / Goteo: 50-100 μm) + Transporte + Almacenamiento
2. Inyección en sistemas de riego adaptados



· Granjas de porcino



REFERENCIA

Fondo: purín con abanico

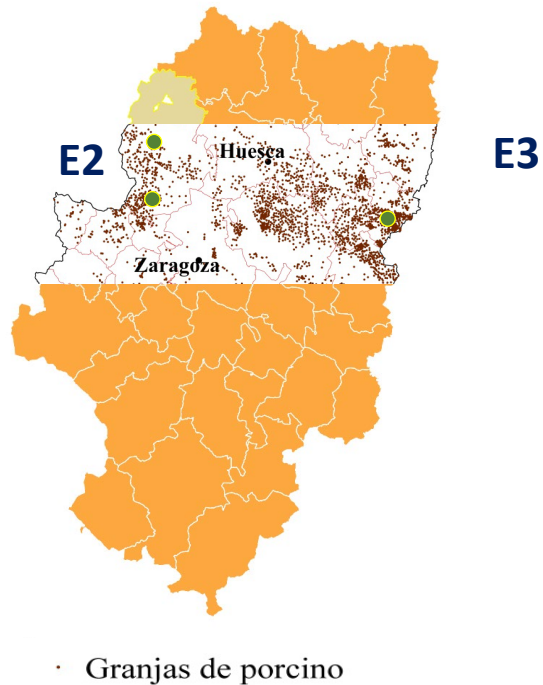
Cobertera: N sintético



ENSAYO 2 *Fertirrigación en parcelas productivas de maíz en suelos de fondo (La Litera)*

EVALUACIÓN 3 campañas

1. Rendimiento y EUN
2. Riesgo lavado NO_3^-
3. Emisiones NH_3

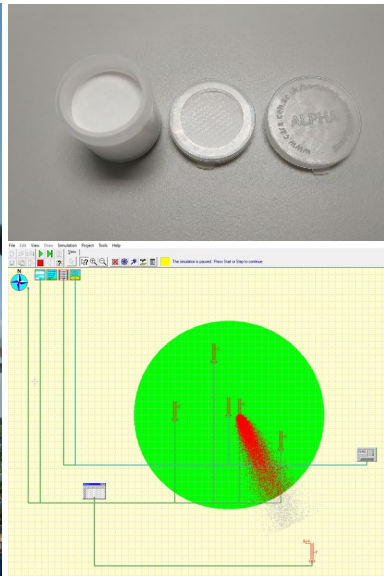


- Goteo
- Pivot
- Referencia
- Medidas de fondo
- Mástiles
- Sondas de succión (120 cm)

0 75 150 m



	Medición/Muestreo	Estimación
NH_3	$[\text{NH}_3]_{\text{aire}}$ Captadores pasivos ALPHA® + Colorimetría Datos meteorológicos (WS, WD, T) Estaciones en parcelas	Flujo de emisión WindTrax® Modelo de dispersión inversa
N_2O	$[\text{NO}_2]_{\text{aire}}$ Cámaras cerradas no ventiladas + Cromatografía gases	Flujo de emisión $\Delta[\text{N}_2\text{O}]/\Delta t$
NO_3^-	$[\text{NO}_3^-]_{\text{agua suelo}}$ Sondas de succión Irrometer® + Colorimetría	Riesgo de lavado de nitrato Análisis comparativo de concentraciones entre parcelas

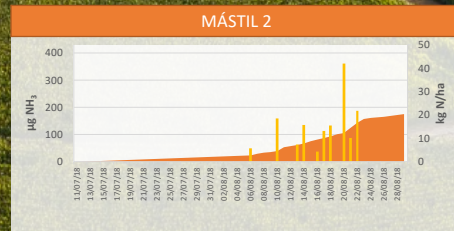
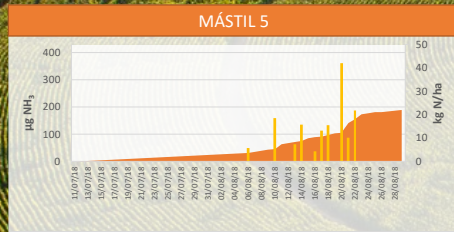
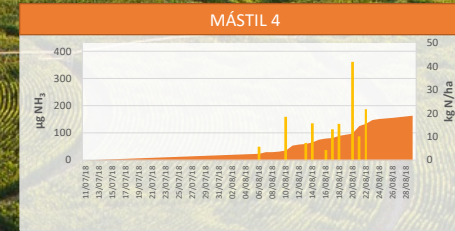
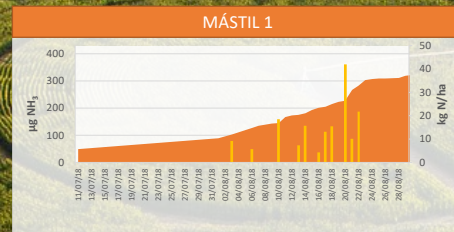
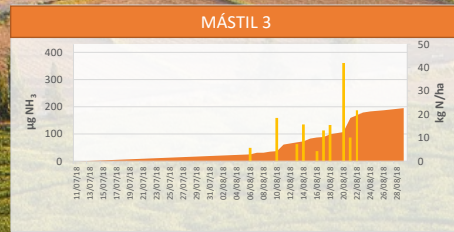


	Medición/Muestreo	Estimación
Rendimiento del cultivo y EUN	<p>Dosis de N aplicadas</p> <ul style="list-style-type: none"> • $[NAT]_{FL}$: laboratorio y Quantofix® • V_{FL} y V_{agua}: caudalímetros, nivel depósito, etc. <p>Cosecha</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rendimiento y biomasa aérea</i> • <i>n. mazorcas - n. granos/mazorca</i> • <i>peso 1000 granos</i> • <i>Extracción: $[N]_{grano}$ y $[N]_{grano}$ resto de planta (LECO FP-528)</i> 	<p>Eficiencia agronómica: kg N planta/kg N aplicado</p> <p>Eficiencia fisiológica: kg N planta/kg grano</p>
Impacto medioambiental	Registro de operaciones y equipos de fertilización	LCA Simapro® (Registros reales + BBDD Ecoinvent)

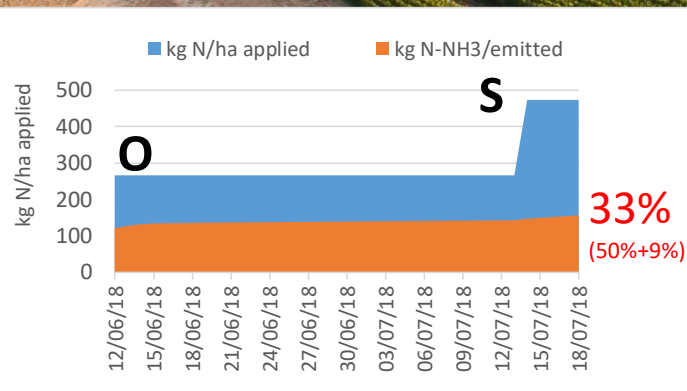


Primeros resultados Emisiones de NH₃

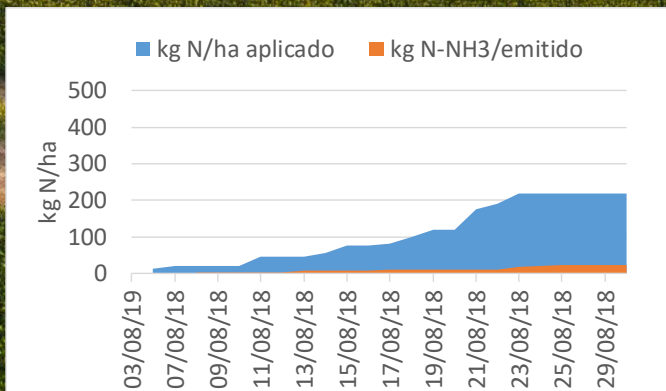
■ NH₃ acumulado (µg) ■ Dosis aplicada en fertirrigación (kg/ha)



REFERENCIA



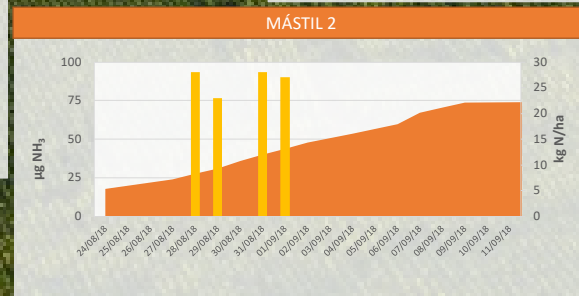
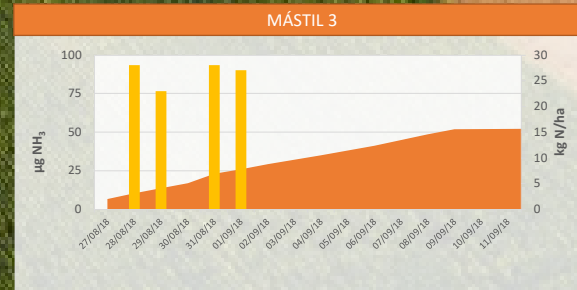
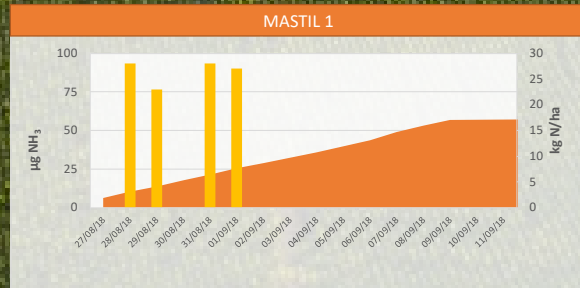
PÍVOT



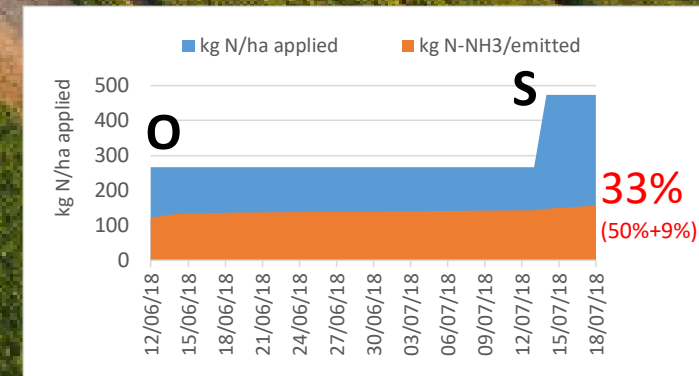
PÍVOT 8% del N aplicado se emite como NH₃
68% menos que en la REFERENCIA

Primeros resultados Emisiones de NH₃

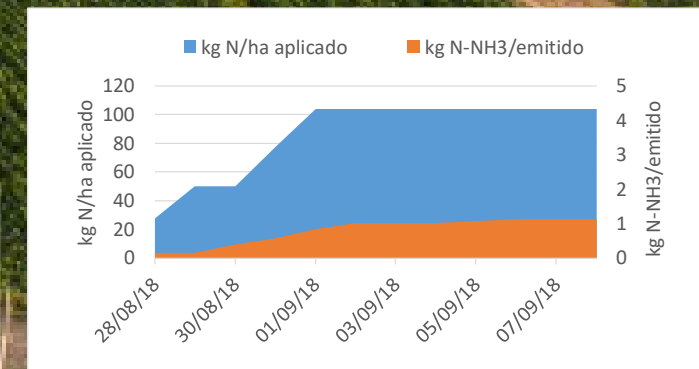
NH₃ acumulado (µg) Dosis aplicada en fertirrigación (kg/ha)



REFERENCIA



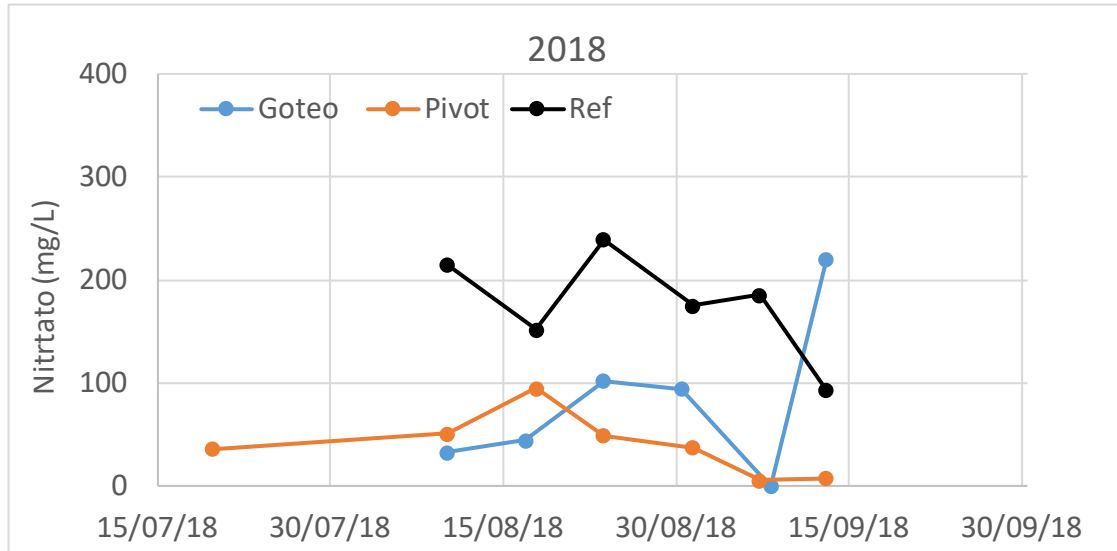
GOTEO ENTERRADO



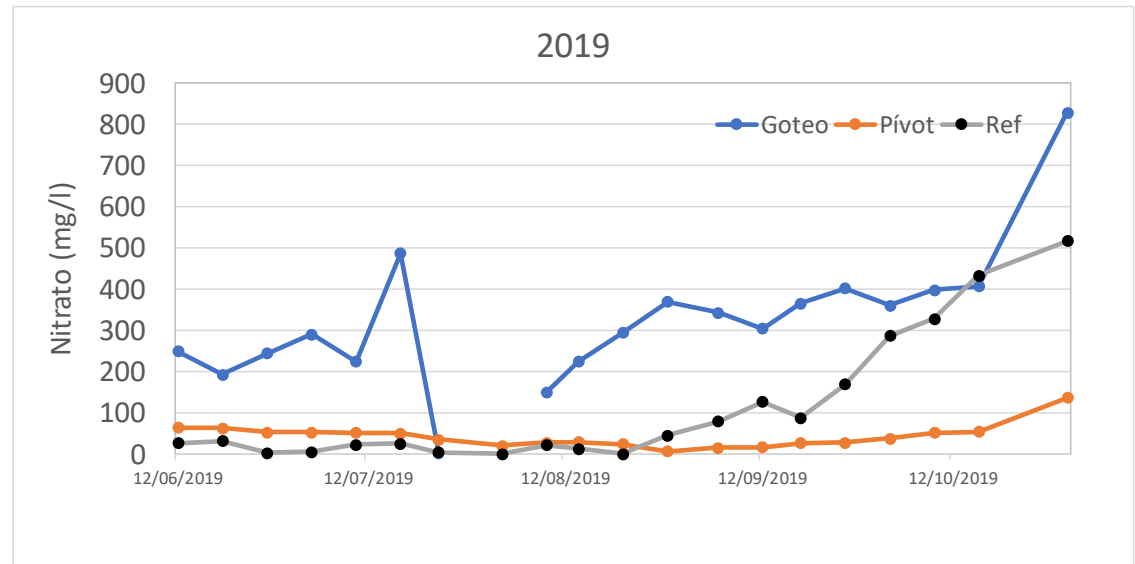
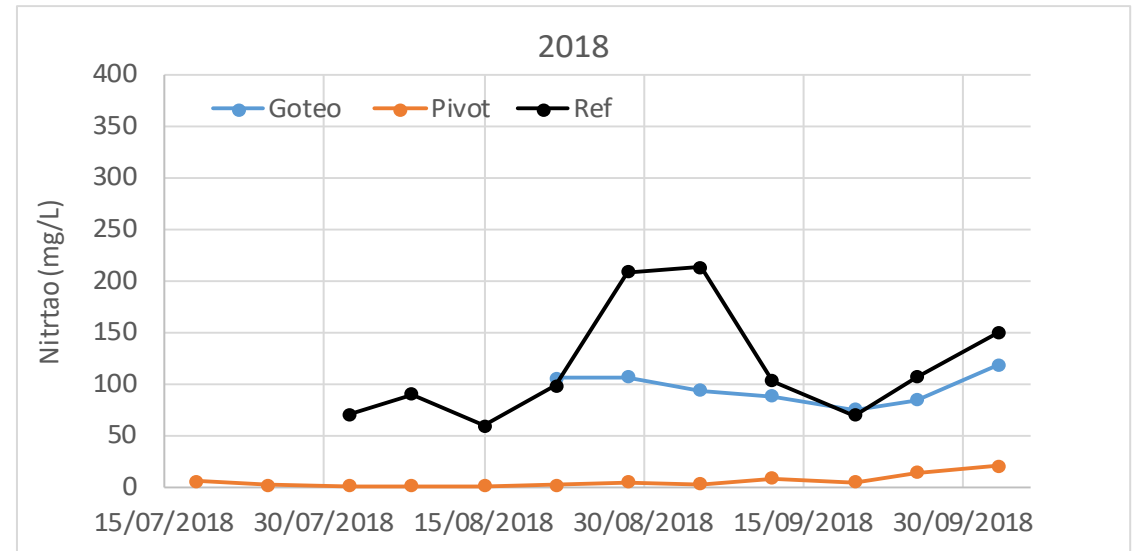
GOTEO 1.0% del N aplicado se emite
97% menos que en la REFERENCIA

Primeros resultados Riesgo de lavado de nitrato

Cinco Villas – Ensayo 2



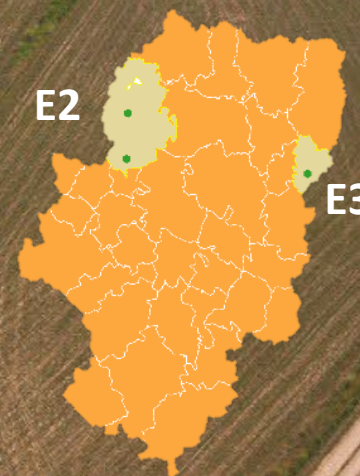
La Litera – Ensayo 3



Primeros resultados Rendimientos, NUE

E2 Cinco Villas		N aplicado kg/ha	Emisiones NH ₃ (%N)	Rdto 14% (t/ha)	EUN (std. dev.)
2019	Referencia	O147 + S156	14%	7.1	<i>En análisis</i>
	Goteo	O250	-%	12.6	<i>En análisis</i>
	Pívot	S64+O150+S70	<i>En análisis</i>	14.8	<i>En análisis</i>
2018	Referencia	O168 + S155	<i>En análisis</i>	5.1	0.55 (0.12)
	Goteo	O191	2%	6.2	0.46 (0.11)
	Pívot	O214+S100	8%	13.8	0.67 (0.07)

E3 La Melusa		N aplicado kg/ha	Emisiones NH ₃ (%N)	Rdto 14% (t/ha)	EUN (std. dev.)
2019	Referencia	O198 + S205	<i>En análisis</i>	13.9	<i>En análisis</i>
	Goteo	O224	<i>En análisis</i>	6.8	<i>En análisis</i>
	Pívot	O203	<i>En análisis</i>	13.9	<i>En análisis</i>
2018	Referencia	O267 + S205	33%	10.7	0.58 (0.05)
	Goteo	O113	1%	7.4	0.76 (0.13)
	Pívot	O219	5%	10.9	1.08 (0.27)



ENSAYO Comparativa métodos de estimación de emisiones de NH_3 (modelos de dispersión inversa)



© Life Arimeda

Metodología en este trabajo:

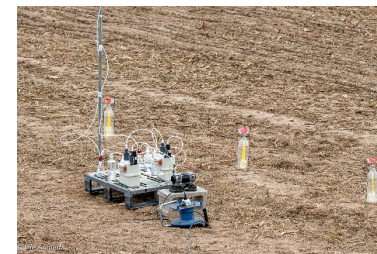
$[\text{NH}_3]_{\text{aire}}$ captadores pasivos ALPHA[®]

+

Estimación de emisiones: Windtrax[®]
(Modelo de dispersión inversa)

Validación y calibración :

- IHF **MÉTODO DE REFERENCIA**
- Cámaras semiabiertas
- Trampas ácidas
- Innova



Primer artículo en elaboración:

Towards robust on-site ammonia measuring techniques based on inverse dispersion modelling

ESTANCIAS y FORMACIÓN

1. Grupo COAPA - UPM

Medición de emisiones de GEI y NH_3

2. Universidad de Milán - DiSAA

Análisis de Ciclo de Vida



CONGRESOS Y CONFERENCIAS

1. MANURESOURCE 2019. Noviembre 2019 Hasselt, Bélgica

- *Ammonia emissions and NUE in extensive crops fertilised with the liquid fraction of pig slurry and digestate in Mediterranean conditions (Oral)*
- *Ammonia emission reduction in Mediterranean agriculture with innovative slurry fertigation techniques: LIFE ARIMEDA project (Poster)*

2. VIII REMEDIA Workshop Abril 2020, Elche, España

- *¿Es posible medir la volatilización del amoníaco en parcelas agrícolas con técnicas robustas y sencillas?*

3. VII Jornadas de la REC Junio 2020 Salamanca, España

- *Reducción de emisiones de amoníaco en la agricultura mediterránea con técnicas innovadoras de fertirrigación: proyecto LIFE ARIMEDA*



1. Jornadas Técnicas del proyecto LIFE ARIMEDA Primeros resultados

- *Ejea de los Caballeros, 27 junio 2019*
- *Tamarite de Litera, 14 julio 2019*

2. Gala de la Ciencia de Aragón Zaragoza, 19 noviembre 2019

Proyecto LIFE-ARIMEDA: Reducción de emisiones de amoniaco en la aplicación de fracción líquida de purín en fertirriego.

3. Jornada Nuevos Sistemas de gestión de Purines Soria, 12 marzo 2020

Proyecto LIFE-ARIMEDA: Reducción de emisiones de amoniaco en la aplicación de fracción líquida de purín en fertirriego.



ENSAYO	Actividad	18	2019					2020				2021				2022		
		4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
E1 O2, 3 y 4	Toma datos																	
	Análisis resultados																	
	Artículo O2, 3 y 4																	
E2 GEI O1 y 4	Toma datos																	
	Análisis resultados																	
	Artículo O1 y 4																	
E2 O1, 3, 4 y 5	Toma datos																	
	Análisis resultados																	
	Artículo O1																	
	Artículo O4 y 5																	
E3 O1, 3, 4 y 5	Toma datos																	
	Análisis resultados																	
	Artículo O1																	
	Artículo O4 y 5																	
Complementos formativos																		
Comunicaciones Congresos																		
Memoria Tesis																		

Marzo 2020



¡Muchas gracias!

*Directora de tesis: Dr. Dolores Quílez
Unidad de Suelos y Riegos del CITA
Proyecto LIFE ARIMEDA*