

# Ensayos de Fertilización con purín porcino

IX Jornada sobre Ganado Porcino S.XXI

Sariñena 20 Septiembre 2014

B. Moreno García (bmorenoga@cita-aragon.es)

Unidad Suelos y Riegos (Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón)

F. Iguácel Soteras

Agricultura y MA



# Nitrógeno contenido en deyecciones ganaderas

Espece	Plazas	N	%
Aves Cebo	18.694.422	4.486	
Aves Puesta	5.214.839	2.607	
<b>AVES</b>		7.093	8,14%
Vacas Ordeño	15.267	1.114	
Vacas Nodrizas	47.558	3.472	
Vacuno Cebo	309.433	13.553	
<b>VACUNO</b>		18.139	20,80%
Ovino	1.564.988	14.084	16,15%
<b>SUBTOTAL OTRAS ESPECIES</b>		<b>39.316</b>	<b>45,09%</b>
<b>PORCINO</b>		<b>47.875</b>	<b>54,91%</b>
<b>TOTAL (t)</b>		<b>87.191</b>	



# Nitrógeno contenido en deyecciones porcino



Porcino:

5.300.000 plz/cebo\*7.25 kg N= 38.425.000 kg-N

500.0000 plz/rep\* 18.9 kg N= 9.450.000 kg-N

Total = 47.875 t de N

# El medio agrícola



- Superficie total: 4.769.670 ha
  
- Superficie cultivada: 2.327.203 ha
  - Secano: 1.910.172 ha
  - Regadío: 417.031 ha

# Necesidades de Nitrógeno en los principales cultivos

Cultivo	Secano (ha)	Rendimiento secano (kg/ha)	Regadío (ha)	Rendimiento regadío (kg/ha)	Producción estimada (t)	Necesidades (kg N)
<b>Trigo</b>	220.039,00	2.156,15	55.773,00	4.538,78	727.578,08	21.827.342,47
<b>Cebada</b>	324.860,00	2.459,59	82.484,00	3.665,43	1.101.360,34	33.040.810,18
<b>Maíz</b>			55.484,00	11.875,13	658.879,58	19.766.387,30
<b>Alfalfa</b>	27.976,00	4.582,00	74.236,00	12.523	1.057.843,46	32.962.402,21
<b>TOTAL NECESIDADES N (kg)</b>						<b>107.596.942,15</b>
<b>TOTAL NECESIDADES N (t)</b>						<b>107.596,94</b>

# Perspectivas: uso eficiente del purín como fertilizante.



- Análisis rápidos de N: conductimetría.
- Capacidad de almacenamiento suficiente.
- Máquinas con dosificación y reparto localizado
- Métodos aplicación: en cobertera, nuevas prácticas de cultivo (reducción laboreo, incorporación restos de cosecha), infiltración con riego aspersión.



# Medidas de Potenciación de su empleo



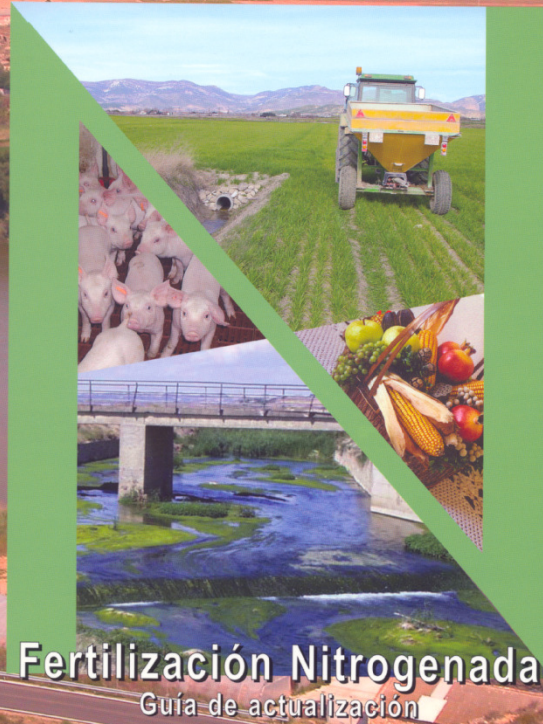
- Ensayos experimentales
- Proyectos de investigación
- Proyectos demostración
- Divulgación, formación, asesoramiento
- Informaciones Técnicas.



# INFORMACIONES TECNICAS

Dirección General de Desarrollo Rural  
Centro de Transferencia Agroalimentaria

Número extraordinario



## Fertilización Nitrogenada Guía de actualización



# INFORMACIONES TECNICAS

Dirección General de Desarrollo Rural  
Centro de Transferencia Agroalimentaria

Núm. 19X Año 2008



## Métodos rápidos de análisis como herramienta de gestión en la fertilización con purín porcino: conductimetría



Publicaciones del Centro de Transferencia Agroalimentaria de Aragón. CTA.  
[www.aragon.es](http://www.aragon.es)

# Resultados en ensayos de fertilización con purín

- Cereal de invierno:
  - Secanos áridos
  - Secanos subhúmedos
- Aplicaciones en cobertura en cereal de invierno
- Maíz en riego superficie
- Maíz-cebada en aspersión
- Arroz







# Ensayo de fertilización con purín porcino en arroz

## Proyecto de Investigación: FERTILIZACIÓN CON SUBPRODUCTOS GANADEROS

Financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), RTA2010-110126-C02

**OBJETIVO:** Estudiar el aprovechamiento agronómico del nitrógeno aplicado con purín de cerdo y gallinaza como abonado de fondo en sistemas de cultivo de arroz en inundación.

### Subproyecto 1: CITA – CTA (Gobierno Aragón)

#### Investigadores:

**CITA:** Lola Quílez, Beatriz Moreno, Mónica Guillén

**CTA:** Fernando Orús, Paco Iguácel

**Arrocera Pirineo:** Susana Hernández, Inmaculada Salas

**Arroceros Huesca:** M<sup>a</sup> Carmelo García

**Localidad:** Villanueva de Sigena

**Producto:** Purín porcino

**Duración:** 3 años y 4<sup>º</sup> año efecto residual

**Inicio del ensayo:** Abril 2011

### Subproyecto 2: IRTA-Amposta (Cataluña)

#### Investigadores:

**Gen. Catalunya:** Carlos Ortiz

**IRTA:** Eva Pla, Nuria Torres

**UdL:** Ángela Bosch

**Localidad:** Sant. Jaume d'Enveja (Tarragona)

**Producto:** Gallinaza de puesta

**Duración:** 2 años

## ENSAYO ARROZ EN VILLANUEVA SIGENA: Diseño del ensayo

### FACTOR PRINCIPAL: ABONADO CON PURIN EN FONDO

P0: No aplicación de purín. Tratamientos minerales

P1: Dosis de purín equivalente a 120 kg N/ha.

P2: Dosis de purín equivalente a la cantidad total de N aplicada por el agricultor de la zona, 170 kg N/ha

### FACTOR SECUNDARIO: ABONADO MINERAL COBERTERA

**N0:** 0 kg N/ha

**N1:** 30 kg N/ha

**N2:** 60 kg N/ha

**N3:** 90 kg N/ha

**N4:** 120 kg N/ha

**N5:** 150 kg N/ha

### P0: TRATAMIENTOS MINERALES

Dosis 0-240 (DIFERENTES COMBINACIONES)

FONDO

COBERTERA

FONDO+COBERTERA



## ENSAYO ARROZ EN VILLANUEVA SIGENA: Diseño del ensayo



### TAMAÑO PARCELA EXPERIMENTAL

- Anchura bandas: 6 m (Anchura máquina aplicación purín: 4,8 m)
- Bandas P1 y P2 (purín): 6m x 12m
- Banda P0 (M): 6m x 5m

## MATERIALES Y MÉTODOS: Procedimiento experimental

### APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

FONDO: 16 Mayo 2011, 15 Mayo 2012, 9 Mayo 2013

#### Tratamientos purín

- Medida del contenido de N amoniacal por conductimetría en campo
- Dosis objetivo se establecen en función del contenido de N amoniacal

P1 (120 kg N/ha) y P2 (170 kg N/ha)

Año 2011: N-NH<sub>4</sub>= **3,8 kg/t**

Año 2012: N-NH<sub>4</sub>= **3 kg/t**

Año 2013: N-NH<sub>4</sub>=**3,05 kg/t**

Dosis (2011). P1: **32 t/ha** P2: **45 t/ha**

Dosis (2012). P1: **40 t/ha** P2: **57 t/ha**

Dosis (2013). P1: **39 t/ha** P2: **56 t/ha**





## MATERIALES Y MÉTODOS: Procedimiento experimental



**Aplicación mediante tubos colgantes**

**Enterrado (24 h)**



## MATERIALES Y MÉTODOS: Procedimiento experimental

### APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

FONDO: 16 Mayo 2011, 15 Mayo 2012, 9 Mayo 2013

	Objetivo Kg N/ha	Año 2011		Año 2012		Año 2013	
		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Kg N/ha	N-total Kg N/ha	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Kg N/ha	N-total Kg N/ha	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Kg N/ha	N-total Kg N/ha
P1	120	129	211	91	132	109	201
P2	170	186	304	152	220	165	305

### Tratamientos minerales

Aplicación de las dosis establecidas de N con nitrato amónico en 2011 y sulfato amónico en 2012 y 2013.

Complementaron fósforo y potasio para evitar deficiencias



## MATERIALES Y MÉTODOS: Procedimiento experimental

**SIEMBRA (Guadiamar):** al día siguiente aplicación purín y se inunda

Aplicación cobertera mineral final ahijado

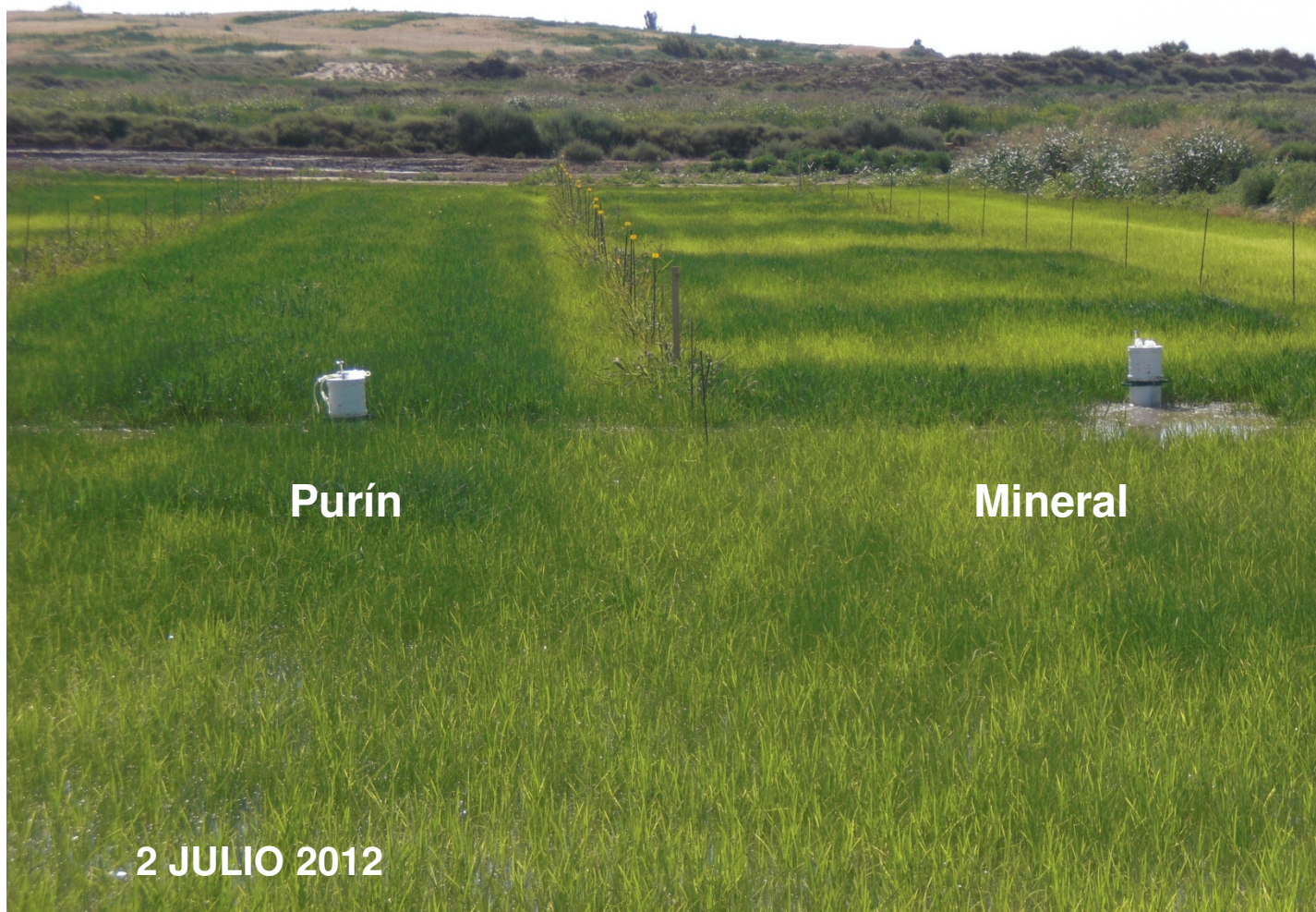
Permanece inundado hasta 1 mes antes cosecha

1 o 2 secas para tratamientos herbicidas





## MATERIALES Y MÉTODOS: Procedimiento experimental







13 agosto 2012 Floración

3 septiembre 2012 Maduración grano



## MATERIALES Y MÉTODOS: Procedimiento experimental



## MATERIALES Y MÉTODOS: Muestreos y determinaciones

### □ SUELO

- **Inicio cada año** (Abril-Mayo) Prof: 0-120 cm
- **Después de cosecha:** si es posible (humedad) Prof: 0-60 cm
- **Final ensayo 3 años:** Prof: 0-120 cm



N mineral → **Análisis de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$**

### □ PLANTA

- **CONTEO NASCENCIA**
- **CONTEO MALAS HIERBAS Y ENFERMEDADES**
- **MUESTREO BIOMASA Y COSECHA:**
  - **Componentes del rendimiento**
  - **Rendimiento grano**
  - **Contenido de N**
  - **Rendimiento en molino**
  - **Calidad de grano a la cocción**
  - **Análisis microbiológico**



## RESULTADOS: Conteo plantas y enfermedades

### DENSIDAD PLANTAS:

Año 2011: Media = 103 plantas/m<sup>2</sup>

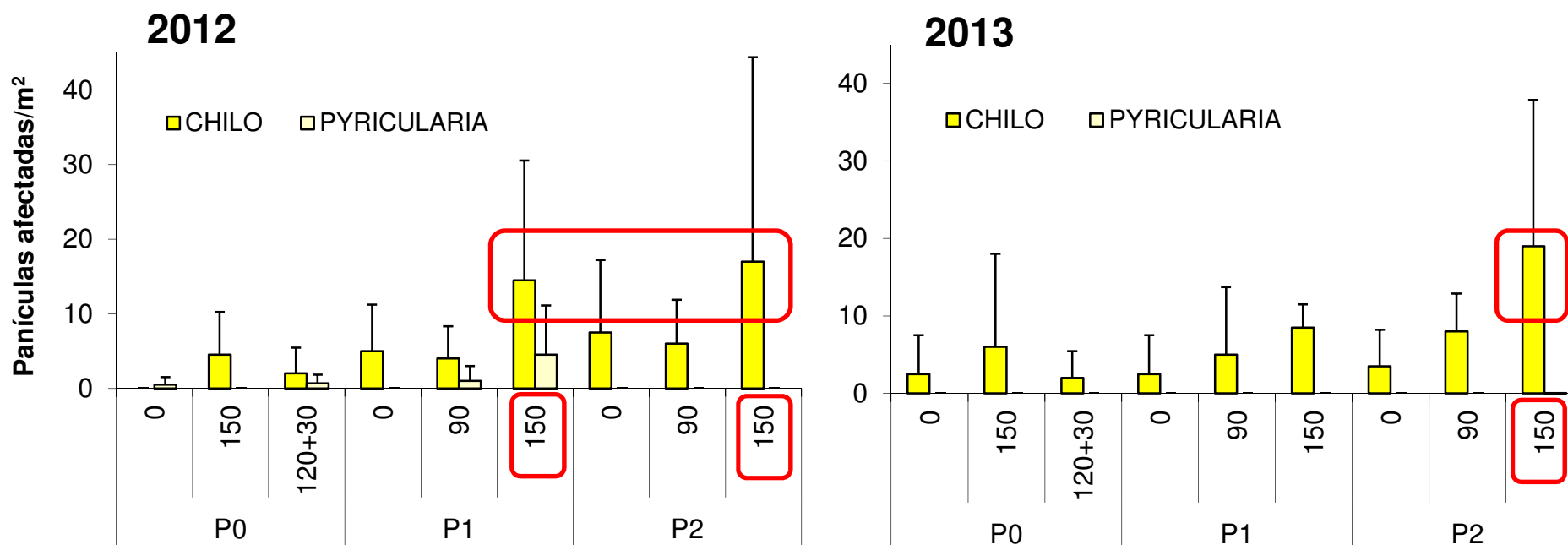
Año 2012: Media = 86 plantas/m<sup>2</sup>

Año 2013: Media = 52 plantas/m<sup>2</sup>

No existen diferencias entre tratamientos.  
Purín a las dosis de ensayo **no afecta a la germinación de la semilla.**

### ENFERMEDADES

2011 NO HUBO PRESENCIA DE ENFERMEDADES



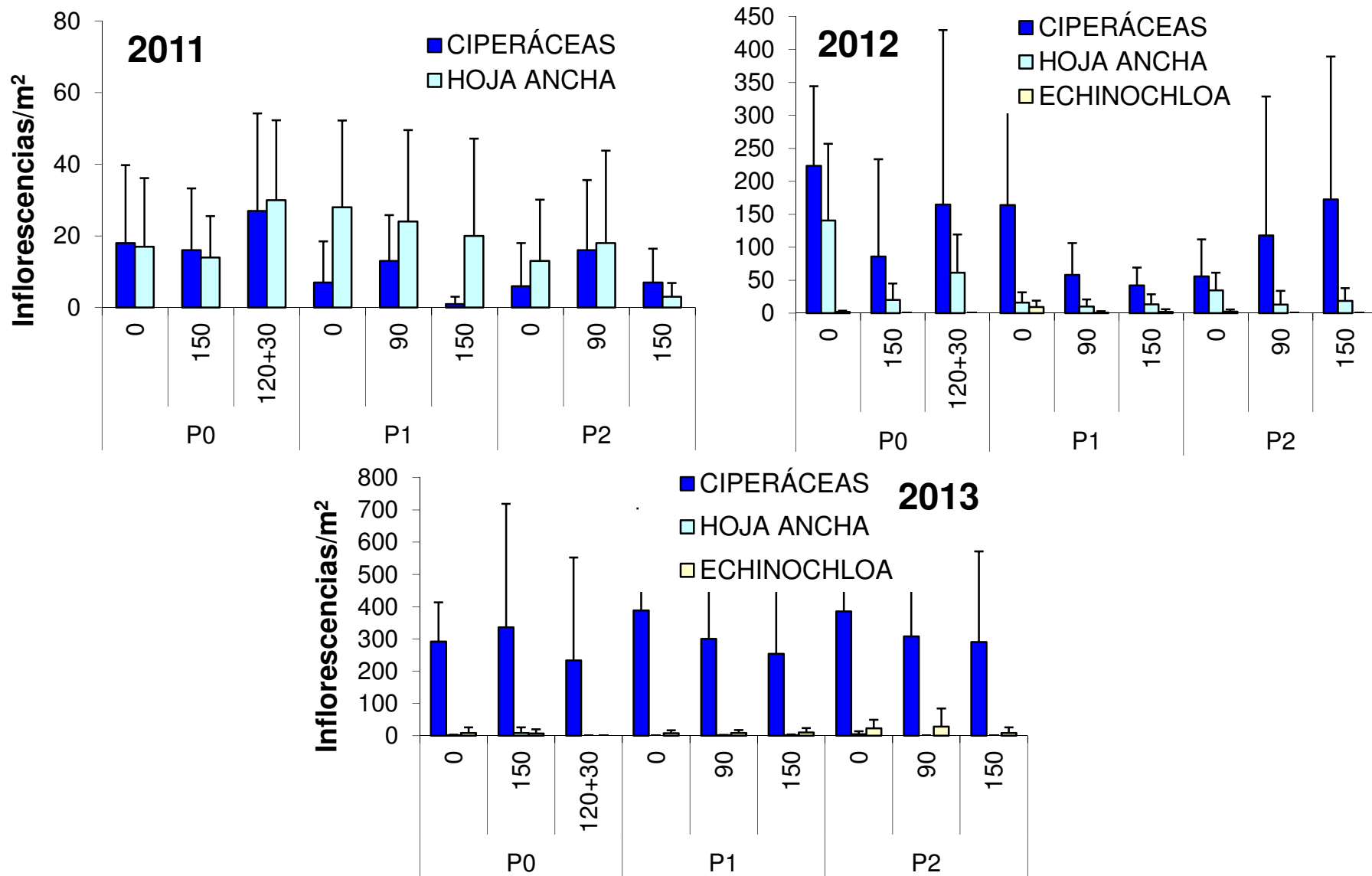


## RESULTADOS: Malas hierbas y enfermedades

PARCELAS  
PURÍN DOSIS  
ALTA  
NITRÓGENO

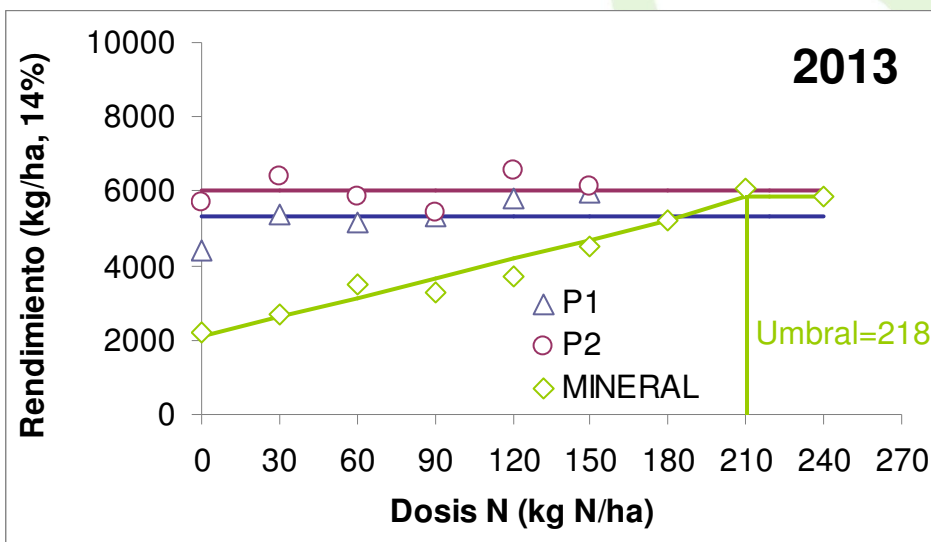
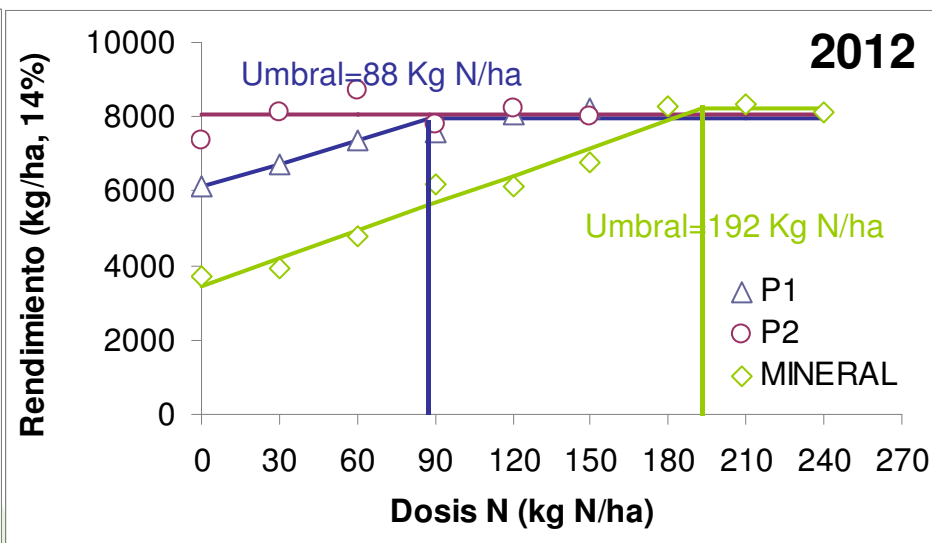
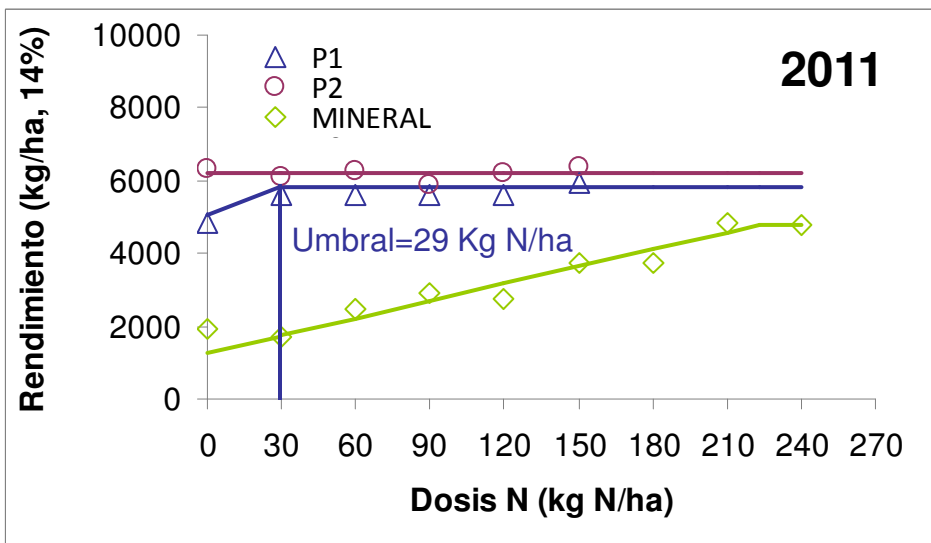


## RESULTADOS: Conteo malas hierbas





## ARROZ VILLANUEVA SIGENA: Rendimiento



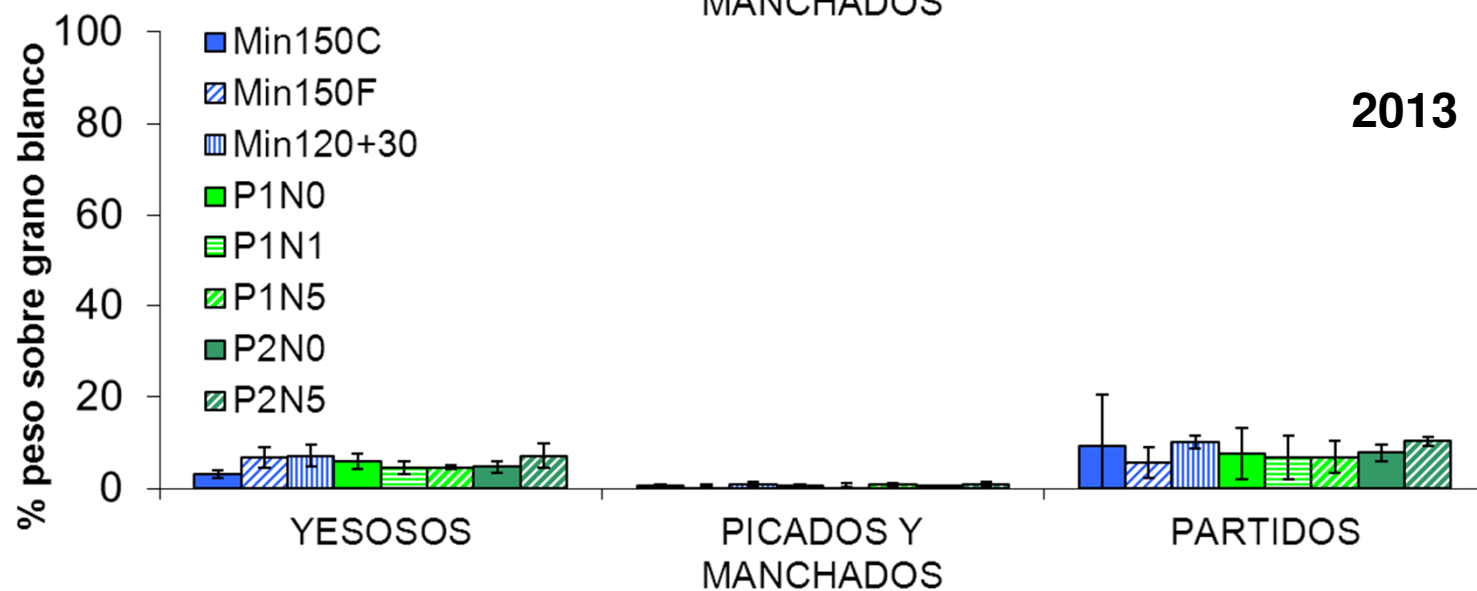
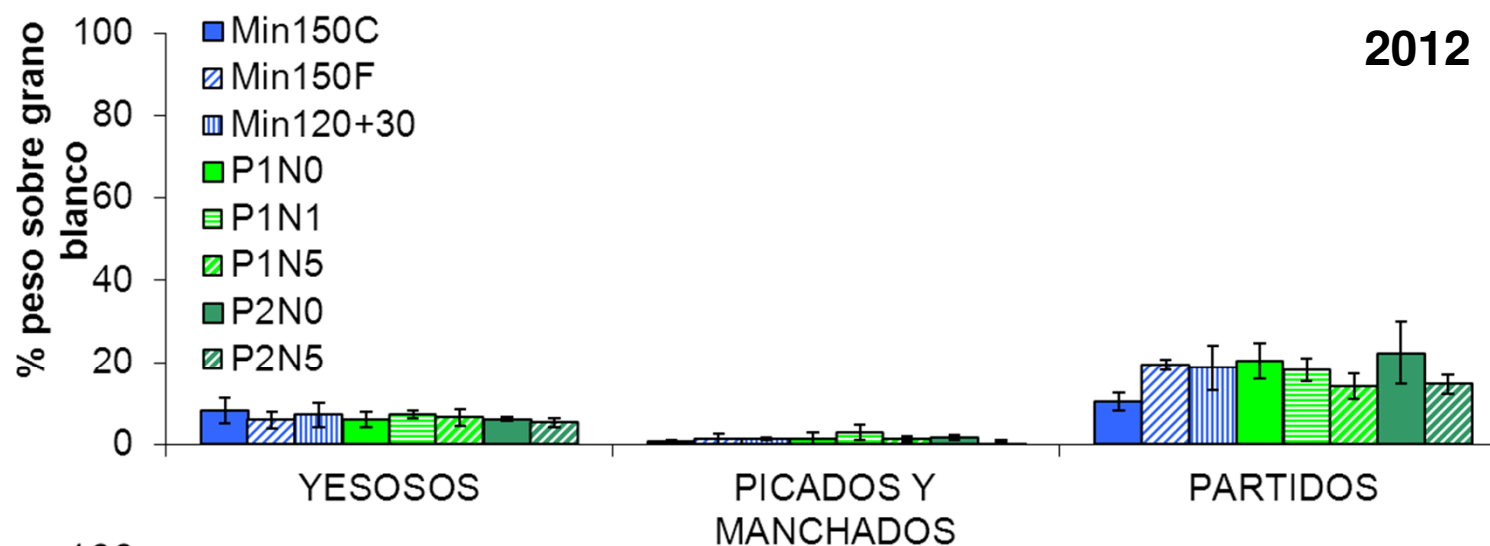
kg N-NH <sub>4</sub> /ha	Año 2011	Año 2012	Año 2013
P1	129	91	109
P2	186	152	165

## RESULTADOS: Rendimiento molino

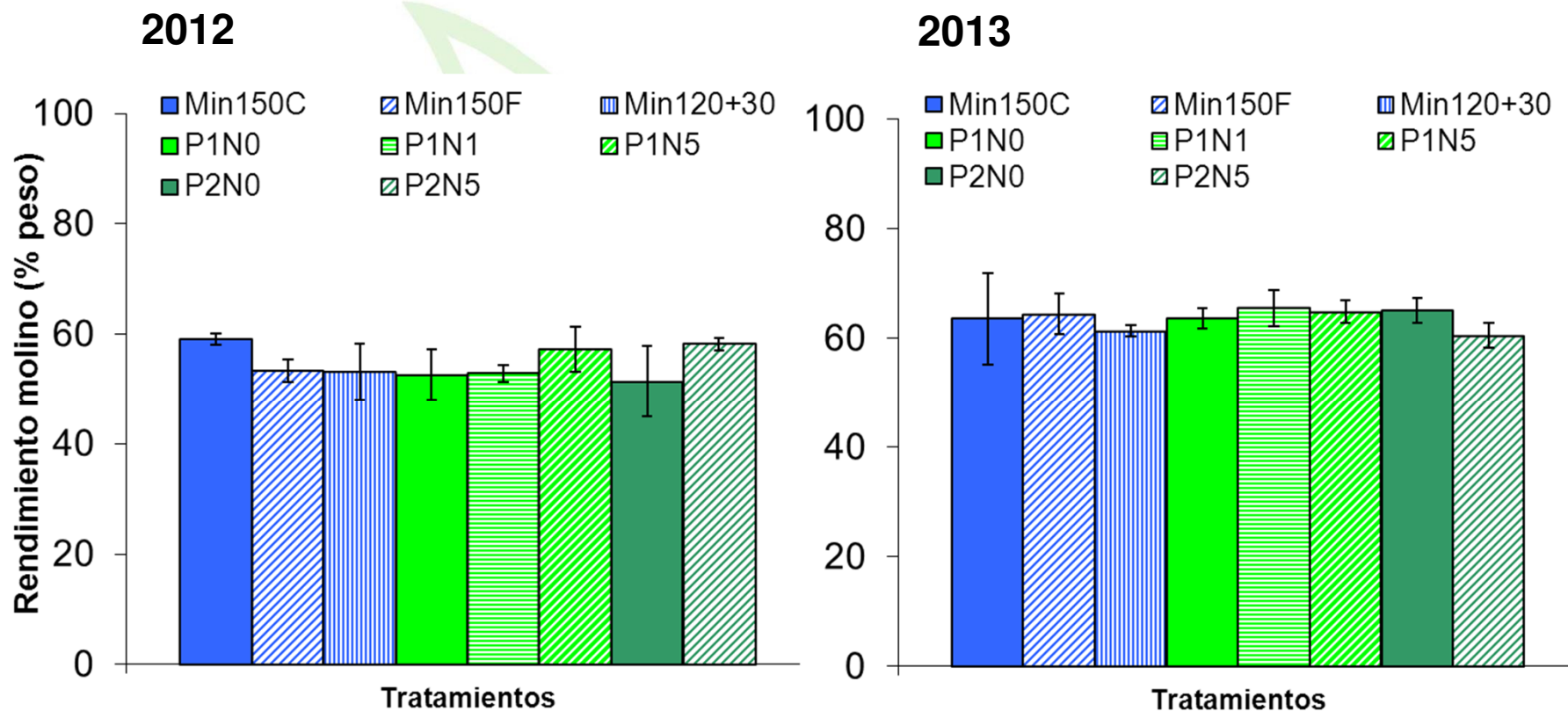
### Molino Arroceras del Pirineo en Alcolea Cinca



## RESULTADOS: Rendimiento molino 2012 y 2013



## RESULTADOS: Rendimiento molino 2012 y 2013



No existen diferencias en el rendimiento en molino  
Aplicación purín no afecta al rendimiento en molino

## RESULTADOS: Calidad de cocción 2011 y 2012

Tratamientos	Año 2011		Año 2012	
	Consistencia gel (mm)	Contenido Amilosa (%)	Consistencia gel (mm)	Contenido Amilosa (%)
Mineral 120+30	85	8,15	78,7	8,32
Purín 120+30	82,3	8,26	77,3	9,36
Purín 170+0	92,7	8,86	80	7,46
Purín 170+150	95,7	9,02		

No existen diferencias en los parámetros de calidad de cocción  
Aplicación purín no afecta a la calidad de cocción del arroz

## RESULTADOS: Análisis microbiológico 2012

Estudiar la posible contaminación de cosecha por aplicación purín



cereal consumo humano

*Escherichia coli*

*Salmonella spp*

**RESULTADOS:** Ausencia de microorganismos muestras purín y mineral

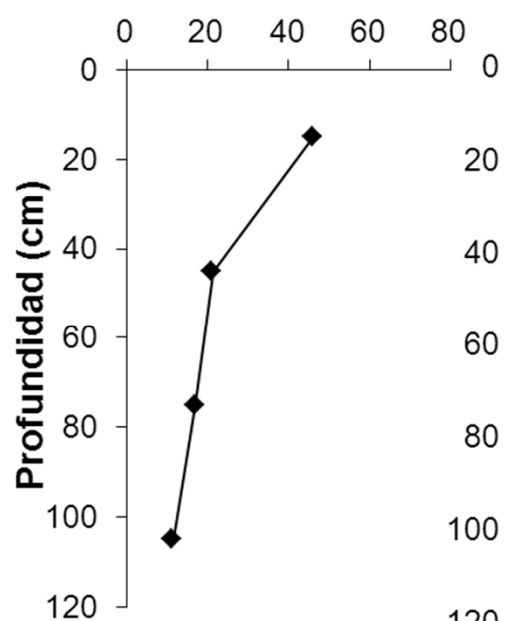


No existen problemas contaminación arroz por  
aplicación purín

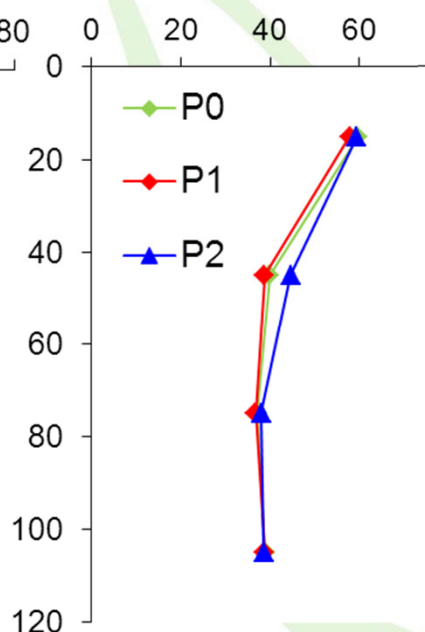


## RESULTADOS: Muestras suelo kg N min/ha

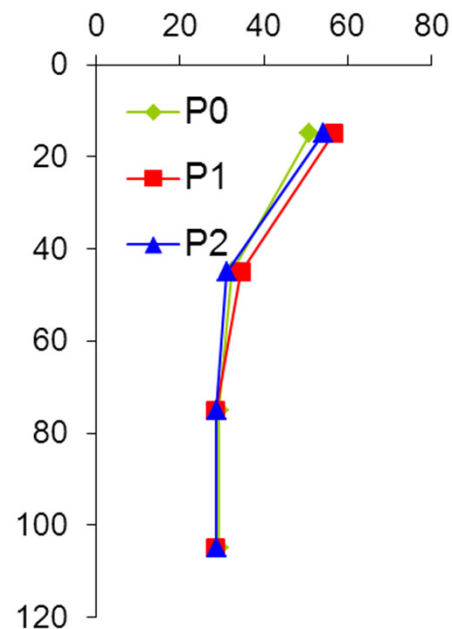
**Abril 2011**



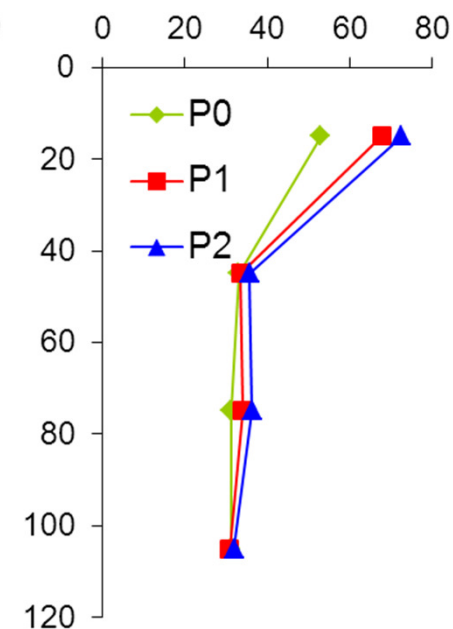
**Mayo 2012**



**Mayo 2013**



**Octubre 2013**



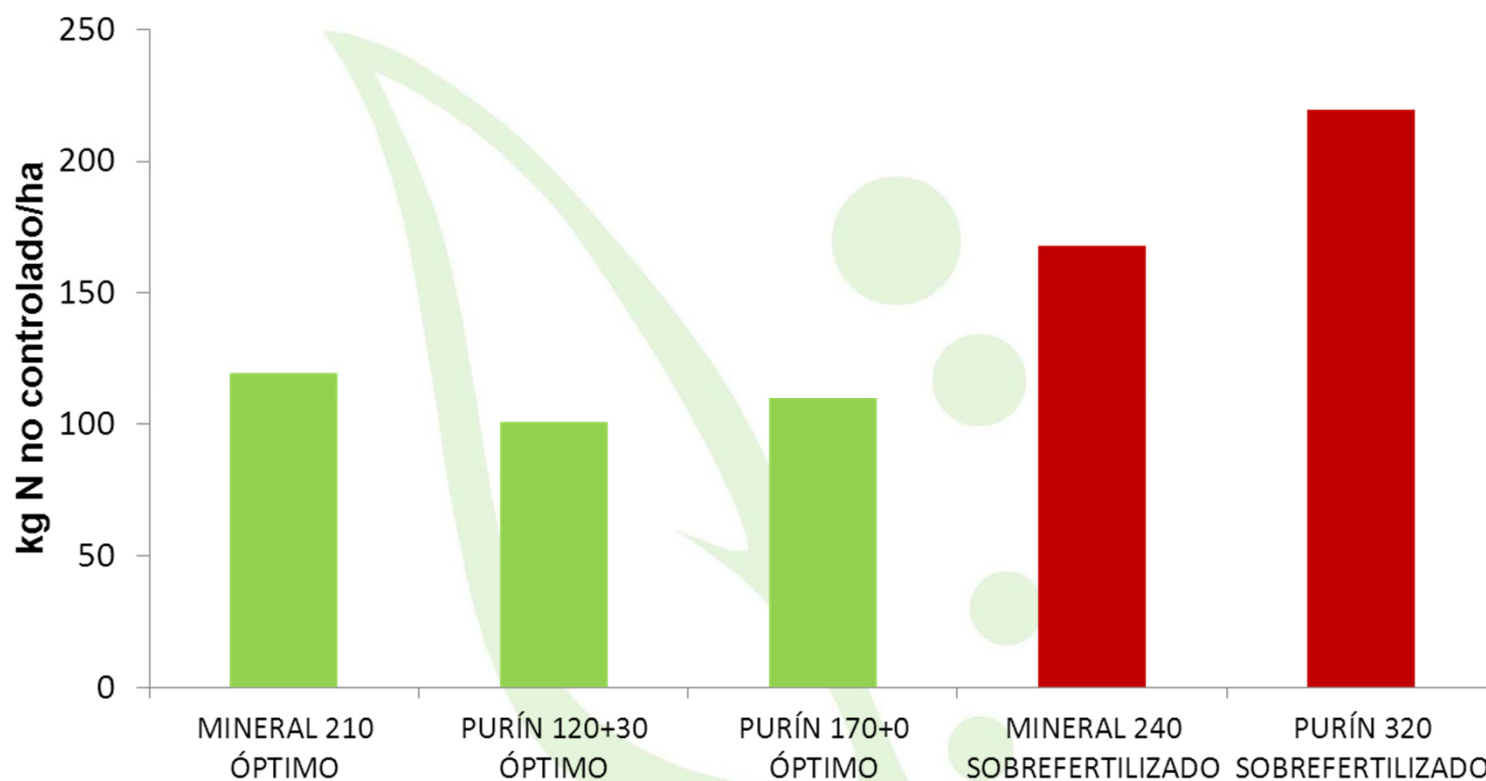
**N min (0- 60)= 67 kg/ha**  
**N min (0-120) = 95 Kg/ha**

**N min (0- 60) = 100 kg/ha**  
**N min (0-120) = 176 Kg/ha**

**N min (0- 60) = 86 kg/ha**  
**N min (0-120) = 144 kg/ha**

**N min (0- 60) = 99 kg/ha**  
**N min (0-120) = 164 kg/ha**

## ARROZ VILLANUEVA SIGENA: Balance de nitrógeno (mayo 2013-octubre 2013)



Valores elevados de N no controlado

Tratamientos óptimos ~ 100-120 kg Nmin/ha; Sobrefertilizados >200 kg Nmin/ha

**IMPORTANTE:** Ajustar las dosis N a **dosis óptimas**, menor coste, menores pérdidas de N e iguales rendimientos



## CONCLUSIONES

- La aplicación de purín no causa inhibición en la germinación de la semilla ni afecta a la presencia de malas hierbas.
- En las dosis altas de nitrógeno aumenta el riesgo de presencia de chilo.
- Se han conseguido alcanzar los rendimientos máximos con la aplicación de purín.
  - Con una dosis adecuada de purín aplicada en fondo se pueden conseguir rendimientos máximos sin necesidad de aplicación de cobertera mineral.

## CONCLUSIONES

- La aplicación de purín no tuvo efecto sobre:
  - Rendimiento en molino
  - Calidad del grano a la cocción
- No existe contaminación microbiológica del grano de arroz debido a la aplicación de purín.
- Los valores de pérdidas de N en el sistema son elevados.
- **Importante ajustar las dosis de N a dosis óptimas:**
  - **Menores costes**
  - **Menor contaminación**
  - **Iguales rendimientos**

# INFORMACIONES TECNICAS

Dirección General de Desarrollo Rural  
Centro de Transferencia Agroalimentaria

Núm. 223 ■ Año 2010



**Fertilización con purín  
en doble cultivo anual, en mínimo laboreo,  
y riego por aspersión**

 UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural, FEADER

 GOBIERNO  
DE ARAGON  
Departamento de Agricultura  
y Alimentación





# Riego aspersión



- Doble cosecha anual: Cebada en mínimo laboreo y maíz en siembra directa.
- Aplicación del purín:
  - \_sobre cereal de invierno fondo y cobertera.
  - \_ sobre la siembra de maíz ya realizada.
- Infiltrar purín con riego de aspersión.

# Objetivos del ensayo



- Eficiencia del N amon. del purín, con el mineral, manteniendo el rendimiento de cosecha.
- Riego por aspersión y aplicación de purín sobre cereal implantado o sembrado.
- Coste de fertilización con purín frente a mineral. Manteniendo la producción.



# Diseño experimental

- Tres repeticiones por bloque.
- Cinco tratamientos:
  - Control (T0)
  - Mineral (TM)
  - Purín Fondo (P100)
  - Purín Cobertera 1
  - Purín Cobertera 2

N en TM=N Amoniacal en tratamientos con Purín







































17.06.2009 09:33





17.06.2009 11:5



**Tabla 1. Fertilización nitrogenada en cebada en el tratamiento mineral (TM), y en los tratamientos de purín (PCob1, PCob2 y P100) expresada en porcentaje sobre TM, en las 5 campañas consecutivas (2006/07 a 20010/11) y en la campaña (2011/12) para evaluar el efecto residual en cebada.**

Cebada	Tratamientos							
	TM	PCob1		PCob2		P100		T0
	Mineral <i>Fondo y Cobertura</i>	Purín(*) <i>Fondo</i>	Purín(*) <i>Cobertura</i>	Purín(*) <i>Fondo</i>	Purín(*) <i>Cobertura</i>	Purín(*) <i>Fondo</i>	<i>Cobertura</i>	
2006/07	104 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%
2007/08	104 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%
2008/09	120 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%
2009/10	120 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%
2010/11	120 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%
2011/12	Mineral 90 kg N/ha							

(\*) Porcentaje de nitrógeno en forma amoniacal aplicado con purín.



**Tabla 3. Valores de rendimiento de cosecha (kg/ha), del cultivo de cebada en cada año de ensayo, (12% humedad) y tratamiento.**

Cebada	Tratamientos				
	TM	PCob1	PCob2	P100	T0
2006/07	5.018	5.867	5.619	4.488	5.351
2007/08	4.861	4.881	4.736	3.983	1.918
2008/09	6.888	6.614	7.330	5.851	2.004
2009/10	6.557	7.118	7.417	6.013	1.039
2010/11	6.025	6.062	6.456	5.660	692
Total 5 campañas	29.349	30.542	31.558	25.995	11.004
Media de 5 campañas	5.870	6.108	6.312	5.199	2.201
Relación (*) Ti/T0	2,67	2,78	2,87	2,36	1,00
Relación (*) Ti/TM	1,00	1,04	1,08	0,89	0,37

(\*) Ti: cada uno de los cinco tratamientos.









19.06.2009 13:09









19.06.2009 15:07



























**Tabla 2. Fertilización nitrogenada en maíz en el tratamiento mineral (TM), y en los tratamientos de purín (PCob1, PCob2 y P100) expresada en porcentaje sobre TM en las 5 campañas consecutivas (2006/07 a 2010/11).**

Maíz	Tratamientos							
	TM	PCob1		PCob2		P100		T0
	Mineral Fondo y Cobertera	Purín(*) Fondo	Mineral Cobertera	Purín(*) Fondo	Mineral Cobertera	Purín(*) Fondo	Mineral Cobertera	
2007	200 kg N/ha	66%	33%	15%	85%	100%	0%	0%
2008	240 kg N/ha	100%	25%	66%	33%	100%	0%	0%
2009	240 kg N/ha	50%	50%	75%	25%	100%	0%	0%
2010	240 kg N/ha	65%	35%	80%	20%	100%	0%	0%
2011	240 kg N/ha	65%	35%	80%	20%	100%	43%	0%

(\*) Porcentaje de nitrógeno en forma amoniacal aplicado con purín.



**Tabla 4. Valores de rendimiento de cosecha (kg/ha) del cultivo de maíz en cada año de ensayo (14% humedad) y tratamiento.**

Maíz	Tratamientos				
	TM	PCob1	PCob2	P100	T0
2007	11.774	9.192	11.876	7.629	4.838
2008	11.251	11.459	11.964	10.682	4.061
2009	12.576	13.621	12.100	12.105	3.848
2010	12.231	10.787	10.834	9.189	2.656
2011	13.732	11.981	12.519	14.248	3.813

# Cosecha posterior al ensayo

**Valores de rendimiento de cebada (kg/ha, 12% humedad) en la campaña de evaluación del efecto residual con aporte de fertilización mineral 90 kg N/ha.**

	Tratamientos				
	TM	PCob1	PCob2	P100	T0
Cebada 2011/12	90 kg N/ha				
Rendimiento (kg/ha)	6.216	5.526	5.954	5.853	5.316
Relación(*) Ti/T0	1,17	1,04	1,12	1,10	1,00
Relación(*) Ti/TM	1,00	0,89	0,96	0,94	0,86

(\*) Ti: cada uno de los cinco tratamientos.





- Una referencia de costes **comparativa, entre fertilización mineral y con purines porcinos, en doble cosecha anual cebada-maíz**
- (De Iguácel F. et al, 2010)

**Tabla 6. Costes de la fertilización: mineral y con sustitución de purín, en €/ha**

Cebada *			Maíz *				
Campaña	Purín porcino NPK	Fertil. Mineral NPK	Campaña	Purín porc. 66% N +PK	Cobert. mineral 34% N	Fert purin+min. NPK	Fert. mineral NPK
2006/07	72	168	2007	92	72	164	348
2007/08	76	174	2008	98	112	210	533
2008/09	76	266	2009	98	90	188	428
Suma 3 años	224	608	Suma 3 años	288	274	562	1.309
Media	<b>74,7</b>	<b>202,7</b>	Media	96,0	91,3	<b>187,4</b>	<b>436,3</b>

\* Cálculo realizado con precios anuales de MARM, 2010.





# CEBADA Y MAÍZ RIEGO ASPERSIÓN

- En cebada aplicaciones de purín en fondo y cobertera pueden sustituir a la fertilización mineral.
- En maíz en S. D., aplicado el purín sobre cultivo de maíz ya sembrado, puede sustituir un alto porcentaje del N mineral.
- Tras la aplicación, un riego ligero ( $8 \text{ l/m}^2$ ) es suficiente para infiltrar los nutrientes del purín.
- La aplicación de purín a dosis adecuadas, ha supuesto un ahorro importante, manteniendo la cosecha.



# CONCLUSIONES



- Reciclado agrícola de estiércoles MTD.
- La fertilización orgánica con purín porcino puede sustituir en gran medida al abonado mineral de los cereales.
- Cuando la demanda puntual de los cultivos no sea cubierta por los nutrientes orgánicos se complementará con abonado mineral.
- El coste energético de la aplicación, puede recuperarse con el ahorro de fertilizante.



Gracias por su atención