

**Prácticas para una Gestión más Sostenible
del Suelo en Sistemas Agrarios Mediterráneos
Claves para mejorar la gestión del purín porcino como
fertilizante de los cultivos**

26 mayo 2022



Dolores Quilez

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN**

Claves para mejorar la gestión del purín porcino como fertilizante de los cultivos

Indice

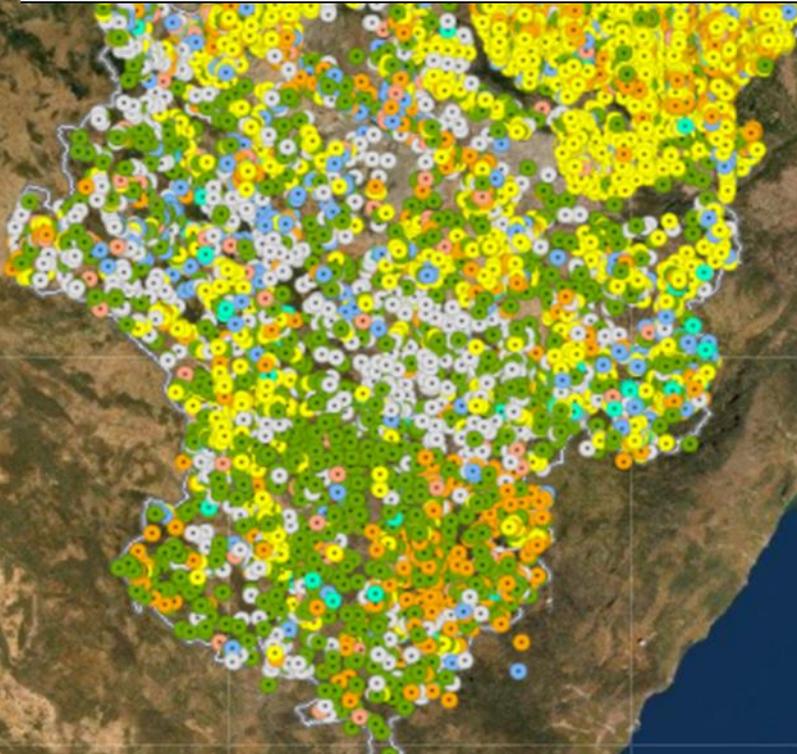
- Introducción
- Calculo de la dosis de purín a aplicar
- Eficiencia en la aplicación. Reducción emisiones de amoniaco
- Momentos de la aplicación

INAGA –EXPLORACIONES GANADERAS 2022

	PLAZAS	UGM	kg N
PORCINO	9.874.722	295.658	58.727.681
BOVINO	395.528	151.523	9.904.605
OVINO	1.596.385	82.649	7.329.192
GALLINAS	22.407.216	95.231	6.442.075
TOTAL		625.061	82.403.553

Leyenda

-  Aves de corral
-  Bóvidos
-  Cunicola
-  Pequeños Rumiantes
-  Porcino
-  Équidos
-  Otras

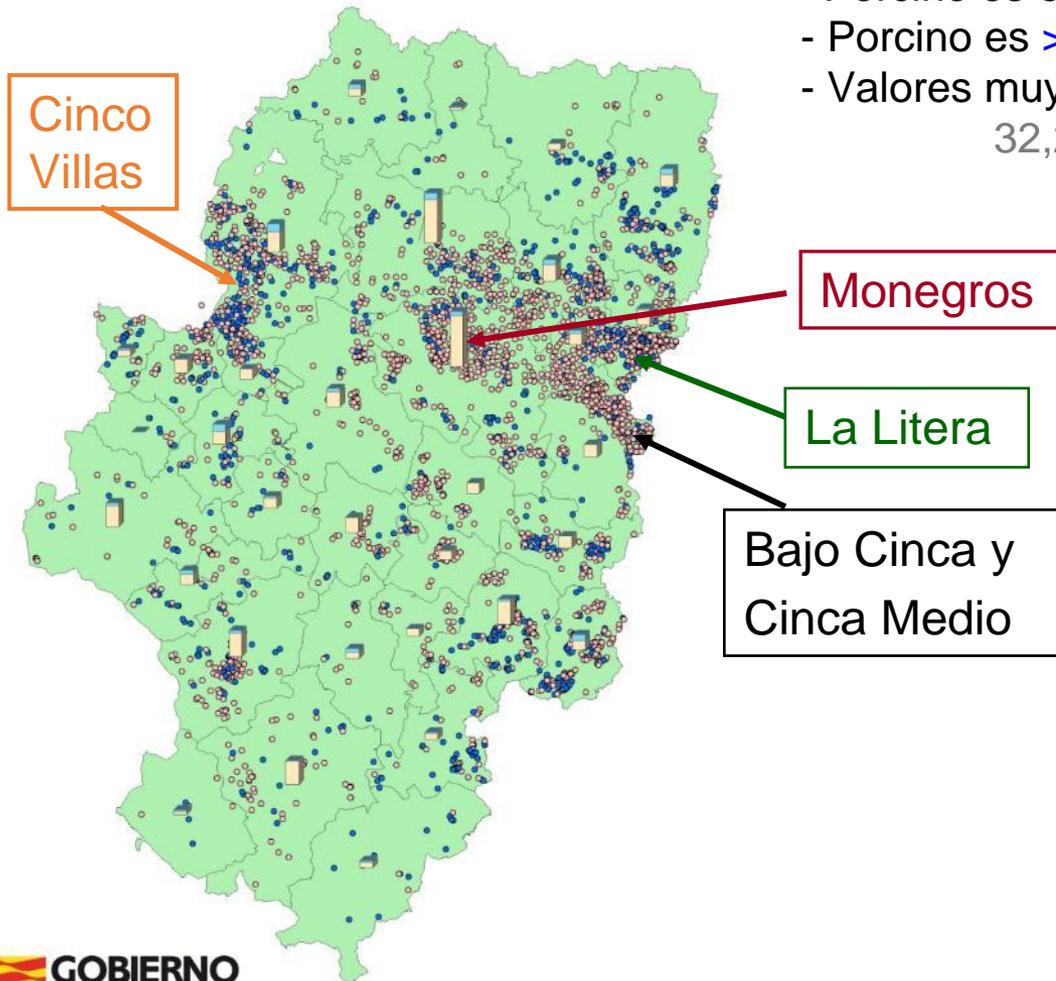


Con 58.727.681 kg N se puede fertilizar:

- > 235.000 ha de maíz con 250 kg N/ha
- > 390.000 ha trigo con 150 kg N/ha

PORCINO EN ARAGÓN (Año 2020)

- Porcino es el 67,9 % de la producción final ganadera
- Porcino es > 43 % de la producción final agraria,
- Valores muy superiores a la media nacional
32,2 % y 11,2 %



QUE ES EL PURIN?

- El purín es la mezcla de los excrementos sólidos y líquidos (heces y orina), agua de limpieza de los establos, fugas de bebederos, lluvia,



**El purín es un excelente
fertilizante organomineral**

Micro
Nutrientes

N P K

Materia
Orgánica

CONTROL

➤ Efectos ambientales

- **AGUA:** lavado de nitrato, pérdidas de fósforo
- **ATMÓSFERA:** emisión de amoníaco, gases efecto invernadero (N_2O y CH_4)
- **SUELO:** acumulación fósforo, antibióticos, patógenos, metales pesados

➤ Uso agronómico adecuado

- Cálculo **CORRECTO** de las dosis de purín a aplicar
- **UNIFORMIDAD Y EFICIENCIA** de aplicación: Equipos de aplicación
- **MOMENTO** de aplicación
- **GESTIÓN DEL RIEGO**

Reto: Necesidad de una gestión correcta para:

- potenciar su uso como sustitución de fertilizantes sintéticos y
- evitar impactos ambientales no deseados

Manejo mas complicado que la fertilización mineral

- **Aplicación correcta de la dosis**
 - conocer las Necesidades de N del cultivo
 - el contenido de nutrientes del purín
 - conocer o calibrar el sistema de aplicación
- **Métodos de aplicación eficientes y uniformes:**
 - Reducción de pérdidas de N en la aplicación
- **Aplicación en momentos específicos de desarrollo del cultivo:**
 - sin cultivo, aplicaciones en fondo
 - en cultivos poco desarrollado, coberteras de cereales de invierno
 - en cultivos de invierno y verano desarrollados, en cobertera mediante fertirriego

Calculo de la dosis de N a aplicar: Balance de N

Necesidades de N del cultivo:

Rendimiento potencial del cultivo

Extracciones unitarias: kg N / t rendimiento

considerando el manejo de los residuos

Programas de Actuación
de Zonas vulnerables

Otras contribuciones:

Suelo: Contenido de **N mineral del suelo**. al menos horizonte 0-30 cm: N residual en el suelo; remanente de campañas anteriores + mineralización

Mineralización de la Materia orgánica del suelo durante el ciclo del cultivo

Agua de riego: 6000 m³/ha con 30 mg/l de nitrato son 41 kg N/ha

Regadíos margen izquierda [nitrato] < 5 mg/L contribución < 8 kg N/ha

Cultivos de leguminosas precedentes: Alfalfa año siguiente entre 100-150 kN/ha

Aplicaciones de **productos orgánicos** años anteriores

Aplicación Web: <https://arimedaapp.cita-aragon.es/>

Características del purín

- Aproximadamente **el 75 % del N del purín se encuentra en forma amoniacal** disponible para el cultivo durante el primer año de su aplicación tiene un efecto fertilizante similar a la urea.
- El 25% restante del N se incorpora al suelo en forma de materia orgánica. en los años posteriores este N es mineralizado lentamente por los microorganismos del suelo, este efecto se conoce como "**efecto residual**".

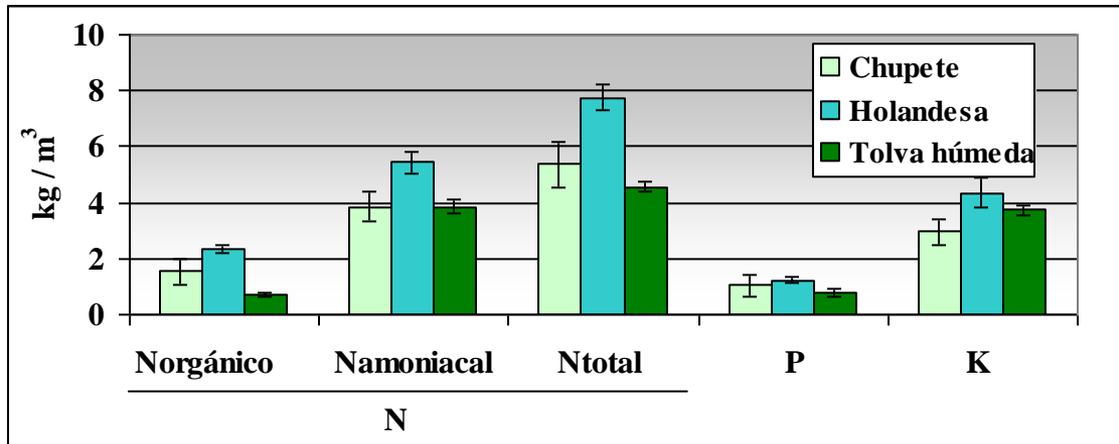
El purín no lleva una etiqueta como los fertilizantes químicos:

Conocer el **CONTENIDO DE NUTRIENTES** del purín

Variabilidad: entre distintos tipo de explotaciones cebo, maternidad, ..

Explotación de:	N amoniacal kg/m ³	N total kg/m ³	Fósforo kg/m ³	Potasio kg/m ³
Cebo	4,6	6,4	1,11	3,7
Maternidad	2,6	3,1	0,47	2,0
Transición	2,3	3,6	0,65	1,9

Variabilidad: dentro del mismo tipo de explotación: ejemplo bebederos



Reducir el volumen de purín producido
aumenta la concentración de nutrientes

→ aumenta del valor fertilizante del purín
→ se reduce el coste del transporte

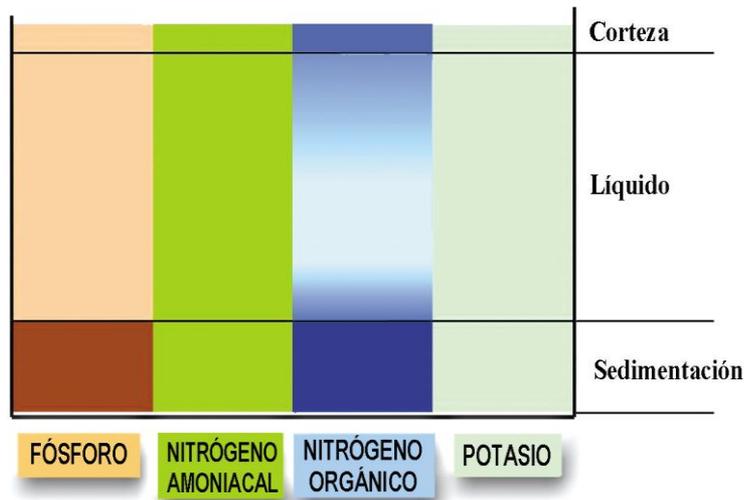
Conocer el **CONTENIDO DE NUTRIENTES** del purín

Variabilidad: según la estación del año y el momento de vaciado de la fosa.

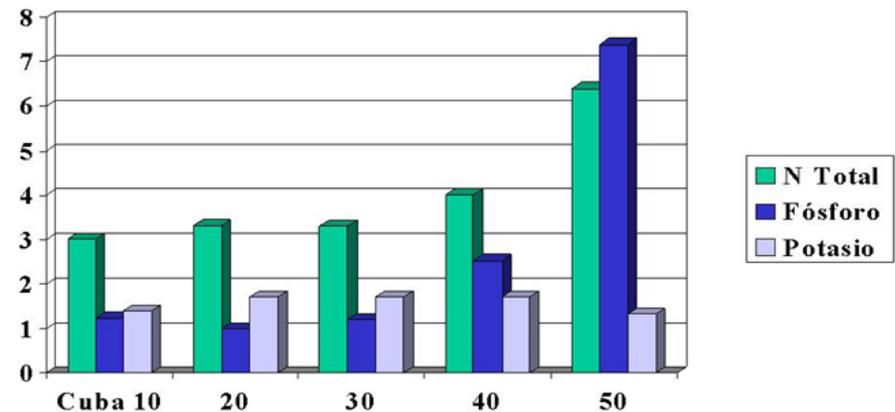
Estratificación de los nutrientes en la fosa, se pueden diferenciar tres capas:

- **material sedimentado** en la parte inferior de la fosa, densa, rica en elementos minerales principalmente fósforo y nitrógeno orgánico,
- **fracción líquida** que contiene los elementos solubles como el nitrógeno amoniacal y potasio-
- costra superficial** formada por materias celulósicas, con parte del nitrógeno orgánico.

Distribución de los nutrientes en la fosa



Contenido en nutrientes durante el vaciado de la fosa



IMPORTANTE: Agitar las balsas

Irañeta, Santos y Abaigar. 2002. *Purín de porcino ¿Fertilizante o contaminante?*. Navarra Agraria nº132

Conocer el **CONTENIDO DE NUTRIENTES** del purín

Análisis en **Laboratorio**: Periódicos sobre muestras representativas

Métodos rápidos de medida del contenido de N en los purines

Método rápido	Nutriente	Referencias
Quantofix®	N Amoniacal	Piccinini y Bortone (1991); Irañeta y Abaigar, (2002), Yagüe (2007)
Agros®	N Amoniacal	Bertrand y Smagghe (1985); Piccinini y Bortone, (1991); Levasseur (1998); Van Kessel y Reeves (2000)
Reflectometría (Reflectoquant®)	N Amoniacal	Van Kessel y Reeves (2000).
Densimetría	N Total, P	Tunney (1975); Villar y col. (1984); Bertrand y Smagghe (1985); Chescheir y col (1985), Levasseur (1998); Scotford y col. (1998); Van Kessel y col., (1999); Van Kessel y Reeves, (2000); Monge y col., (2001); Sánchez-Báscones, (2001); Irañeta y Abaigar, (2002); Zhu y col., (200, 2004).
Conductimetría	N Amoniacal, κ	Stevens y col. (1995); Levasseur (1998); Scotford y col. (1998); Van Kessel y Reeves, (2000); Monge y col. (2001); Yague y col. (2008).
Infrarrojo cercano (NIR)	N Amoniacal, N Total, P	Reeves, (2006), Feng y col., 2022

Conocer el **CONTENIDO DE NUTRIENTES** del purín

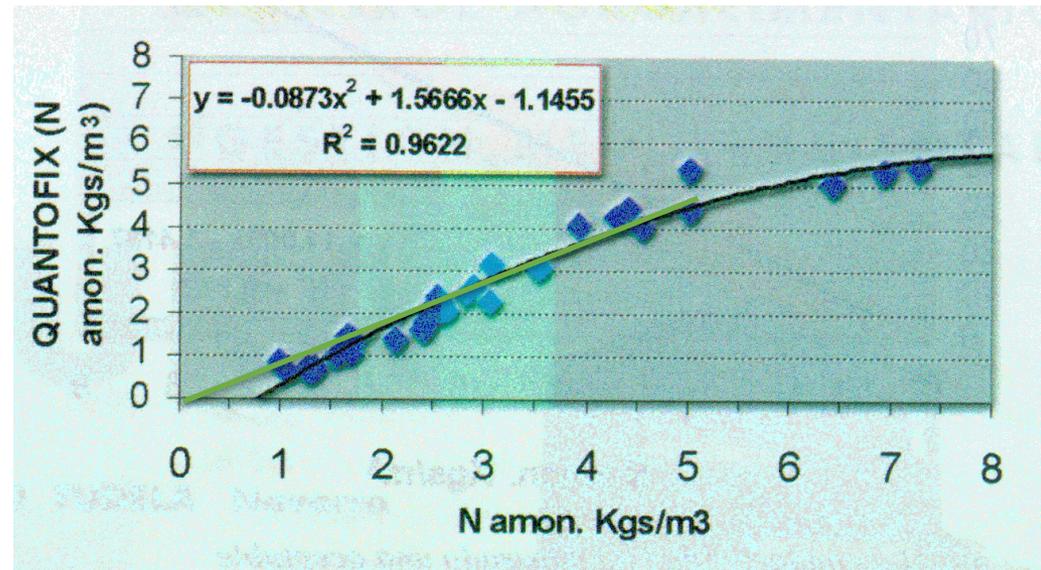
Métodos rápidos de medida del contenido de N en los purines



Coste: 500€

Reactivo: 0,5 €/muestra

Hipoclorito de sodio y sosa caústica



Conocer el **CONTENIDO DE NUTRIENTES** del purín

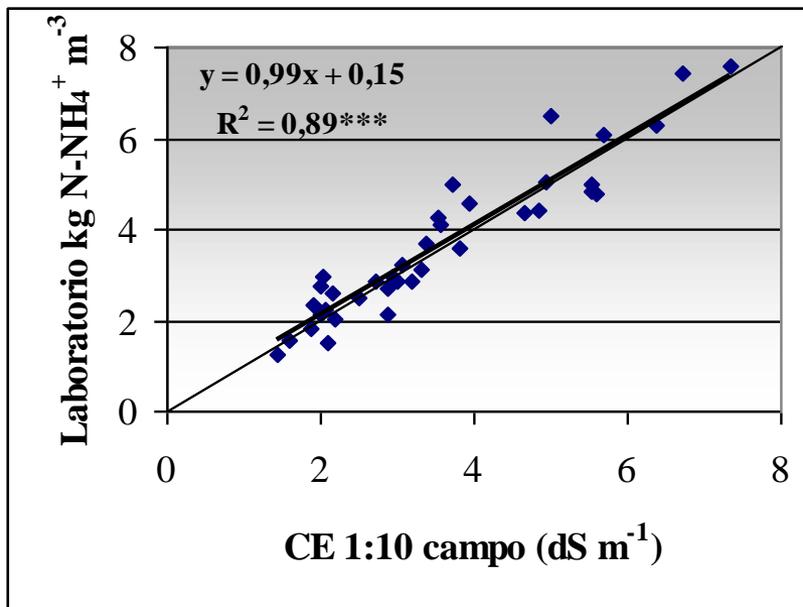
Métodos rápidos de medida del contenido de N en los purines

Conductividad eléctrica

- La conductimetría es una medida indirecta del contenido de Nitrógeno amoniacal.
- Dilución previa 1 parte de purín (50 ml) y 9 partes de agua 450 ml. Se agita y se mide con un conductímetro portátil. La lectura da el contenido de N amoniacal del purín

Si cambia la composición la relación no es valida y hay que recalibrar la dilución.

→ Diluciones 1:11, 1:12



Calculo de la dosis de purín

Dosis purín = Necesidades de N / Concentración de N del purín

Trigo en regadío: cobertera necesidades = 150 kg N/ha

Purín de cebo: N = 4 kg N/m³

=150 / 4 = 38 m³ purín/ha

- Conocer la **maquinaria** que utilizamos – igual que en la fertilización mineral

Capacidad de la cuba: Pesar en lleno y en vacío

Anchura de aplicación de la maquina

La velocidad a la que se desplaza tractor+cuba en cada marcha

(manteniendo las revoluciones constantes aprox. 1500 rpm)

Tiempo de vaciado de la cuba

Conductímetro

Caudalímetro en la salida de la cuba, GPS

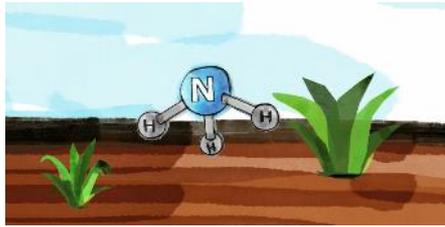
Centros de gestión colectiva

Manejo mas complicado que la fertilización mineral

- **Aplicación correcta de la dosis**
 - conocer las Necesidades de N del cultivo
 - el contenido de nutrientes del purín
 - conocer o calibrar el sistema de aplicación
- **Métodos de aplicación eficientes y uniformes:**
 - Reducción de pérdidas de N por volatilización en la aplicación
- Aplicación en momentos específicos de desarrollo del cultivo:
 - sin cultivo, aplicaciones en fondo
 - en cultivos poco desarrollado, coberteras de cereales de invierno
 - en cultivos de invierno y verano desarrollados, en cobertera mediante fertirriego

Emisiones de amoníaco

PROBLEMAS AMBIENTALES



deposición en suelo y
sistemas acuáticos

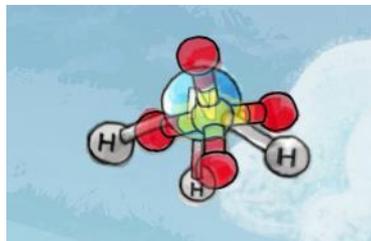


acidificación y pérdida
biodiversidad



eutrofización

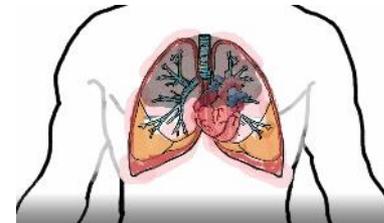
RIESGO SOBRE LA SALUD DE LAS PERSONAS



Reacciona con NO_3^- y $\text{SO}_4^{=}$
fuentes industriales



Partículas < 2.5mm
en el aire



Enfermedades respiratorias
y cardiovasculares

IMPACTO ECONÓMICO

Pérdida del valor fertilizante de los purines y de los abonos
sintéticos: amónicos y ureicos

Aragón: Se estima que se emiten 44.800 t N/año de los fertilizantes
Urea: 500 €/t (100 €/t N)

Pérdidas: 4,5 M€

1,7 M€ del purín

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Emisiones de Amoniaco ↓

Real Decreto 1378/2018 La aplicación de purín en las superficies agrícolas no podrá realizarse mediante sistemas de plato o abanico ni cañones, pudiendo las comunidades autónomas establecer excepciones (PAC).



Inventario español de emisiones de contaminantes (2021): emisiones de amoniaco, 96,2% del sector Agrario : 43,5% derivada de la gestión de estiércoles y **52,8% desde los suelos agrícolas fertilizados.**

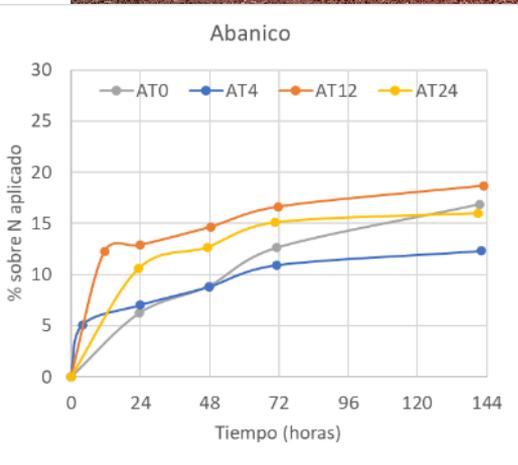
28,3% aplicación de estiércoles y purines - 15,7% fertilizantes sintéticos - 7,8% animales en pastos

Uniformidad y eficiencia en la aplicación

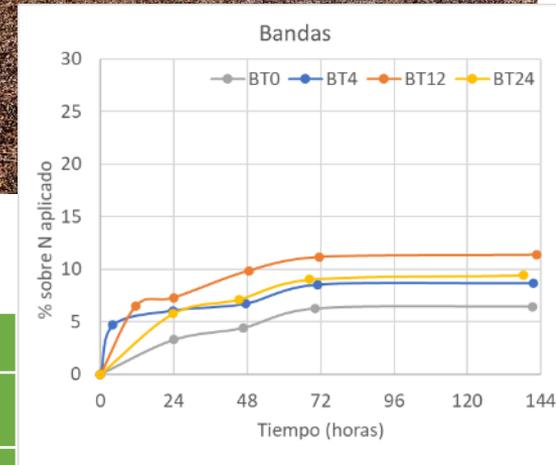
Reducción de las emisiones de amoniaco en la aplicación del purín mediante distintos métodos respecto a la aplicación con **abanico**.

MÉTODO	MOMENTO	REDUCCIÓN NH ₃
Tubos colgantes	Presiembra	30-60%
Tubos colgantes	Cobertera	30-35%
Inyección discos abiertos	Presiembra y Cobertera	70%
Incorporación directa	Presiembra	90%
Fertirriego	Cobertera	30% (dilución 50%)

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Bandas



Enterrado a las 24 horas



Sistema aplicación	Emisiones amoniaco (N emitido/N aplicado × 100)	
	24 horas	6 días
Abanico	9,2	15,98
Bandas	5,63	8,98
REDUCCIÓN	38,8%	43,8%

Rango 30-60% (JCR)

Recomendación. En cobertera, dar un pequeño riego después de la aplicación

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Discos

MÉTODO	MOMENTO
Tubos colgantes	Presiembra
Tubos colgantes	Cobertera
Inyección discos abiertos	Presiembra y Cobertera
Incorporación directa	Presiembra
Fertirriego	Cobertera



Limitación: Coste de inversión

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Discos



Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Incorporación directa

MÉTODO						
Tubos colgantes						
Tubos colgantes						
Inyección discos abiertos						
Incorporación directa						
Fertirriego						

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Incorporación directa



	Abanico	Incorporador
Uniformidad de distribución	21%	52%
Recuperación de N	47%	96%
Pérdidas de N	53%	4%
Reducción		92,5%

Limitación:

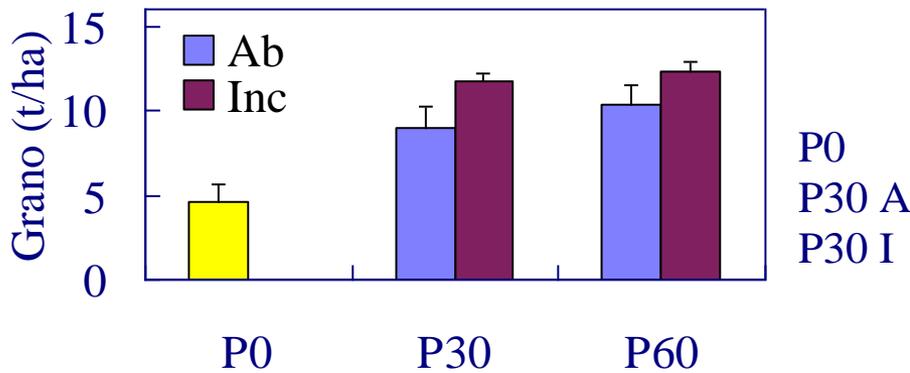
Coste del equipo
Energía

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Incorporación directa

ABANICO



INCORPORADOR



N-NH ₄ purin	N planta	Eficiencia uso N
0	60	
173	97	0,33
173	108	0,42

Yagüe, M.R., D. Quílez. 2010. *Direct and residual response of wheat to swine slurry application method*. Nutrient cycling in agroecosystems 86:171-174.

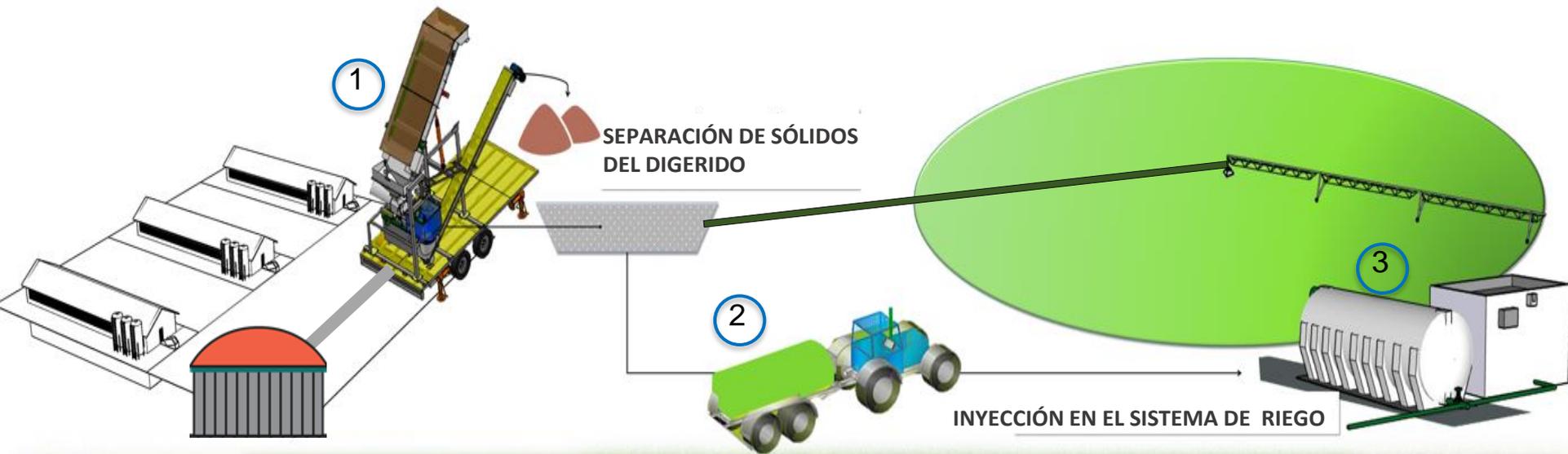
Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Fertirriego

MÉTODO	MOMENTO	REDUCCIÓN NH ₃
Tubos colgantes	Presiembra	30-60%
Tubos colgantes	Cobertera	30-35%
Inyección discos abiertos	Presiembra y Cobertera	70%
Incorporación directa	Presiembra	90%
Fertirriego	Cobertera	30% (dilución 50%)

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Fertirriego

Tres fases:

1. Separación y almacenamiento en granja
2. Transporte
3. Almacenamiento en parcela e inyección en el riego



ABONADO DE COBERTERA, EN MOMENTO DE MÁXIMA DEMANDA DE NUTRIENTES
AHORRO ECONÓMICO POR SUSTITUCIÓN DE FERTILIZANTES SINTÉTICOS
REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE AMONIACO

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Fertirriego

Se reduce la volatilización **del amoníaco**:

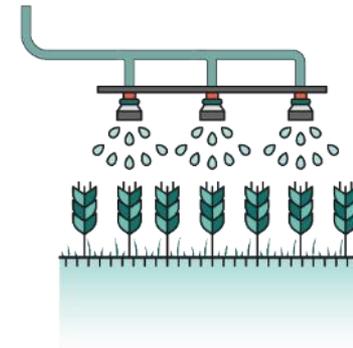
- ✓ **Dilución** mezcla con agua de riego
1 purín:1 agua \approx 30% reducción amoníaco

Purín: Agua	Emisiones (%)	Reducción (%)
1 purín	100	
1:1	70	30
1:3	49	51
1:7	34	66
1:15	24	76

- ✓ **Incorporación rápida** al suelo con el agua
- ✓ Aplicación **suelo cubierto** por cultivo

Limitación:

- ✓ **Coste de inversión:** separadores, bomba de inyección + almacenamiento
Mantenimiento de equipos
Mano de obra



Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Fertirriego

Parcela	# fertirriegos	Dosis N /fertirriego kg N/ha	Dilución purín : agua	N aplicado con purín kg/ha	N aplicado con purín %
Año 2018					
Cinco Villas - Pívor	12	17,7	1:11	212	66
Cinco Villas - Goteo	11	18,2	1:5	200	100
La Melusa - Pívor	11	23,8	1:7	262	100
La Melusa - Goteo	4	42,4	1:5	170	86
Año 2019					
Cinco Villas - Pívor	12	17,5	1:16	206	60
Cinco Villas - Goteo	20	17,8	1:8	272	100
La Melusa - Pívor	22	9,6	1:14	222	100
La Melusa - Goteo	10	29,9	1:4	300	100
Año 2020					
Cinco Villas - Pívor	8	10,4	1:19	83	30
Cinco Villas - Goteo	17	12,7	1:6	138	48
La Melusa - Pívor	19	13,9	1:6	195	100
La Melusa - Goteo	20	11,8	1:7	241	100

FERTIRRIEGO

Numero aplicaciones: 4-22

Dosis: 9- 42 kg N/ha

Dilución: 1:5 – 1:19

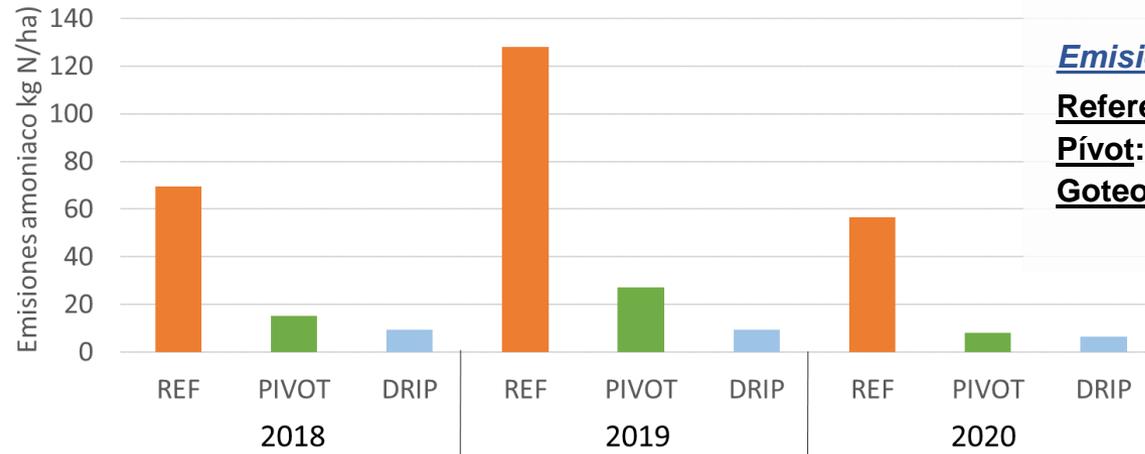
N aplicado: 30-100%

Dilución 1:7 - 66%

Dilución 1:15 - 76%

Uniformidad y eficiencia en la aplicación: Fertirriego

CINCO VILLAS

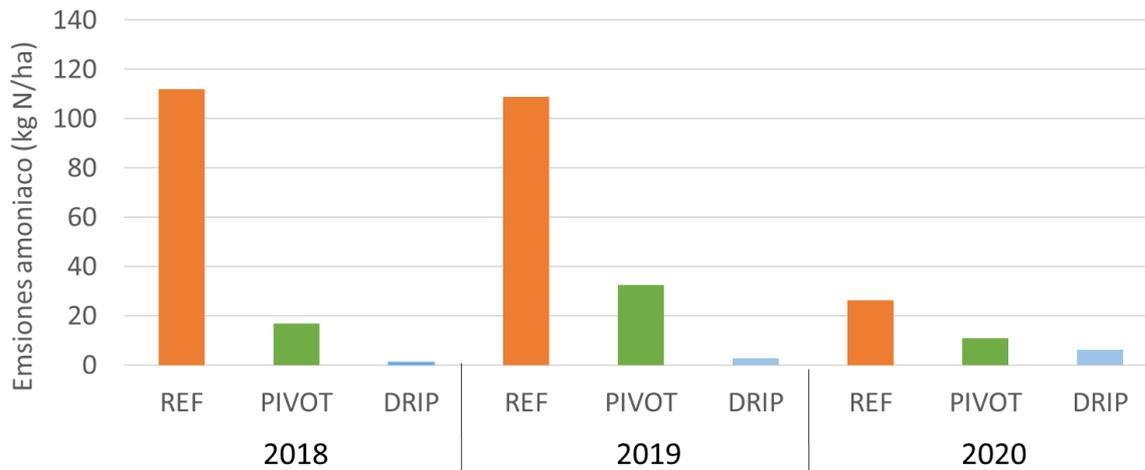


Emisiones de Amoniaco

Referencia:	83 kg N/ha	23 % N _{aplicado}	
Pívat:	18 kg N/ha	7,4 % N _{aplicado}	→ 76% < REF
Goteo:	6 kg N/ha	2,3 % N _{aplicado}	→ 90% < REF

Dilución 1:7 - 66%
Dilución 1:15 - 76%

LA LITERA (La Melusa)



N aplicado

Referencia:	357 kg N/ha	
Pívat:	277 kg N/ha	29% < REF
Goteo:	262 kg N/ha	25% < REF

Manejo mas complicado que la fertilización mineral

- **Aplicación correcta de la dosis**
conocer las Necesidades de N del cultivo
el contenido de nutrientes del purín
conocer o calibrar el sistema de aplicación
- **Métodos de aplicación eficientes y uniformes:**
Reducción de pérdidas de N por volatilización en la aplicación
- **Aplicación en momentos específicos de desarrollo del cultivo:**
sin cultivo, aplicaciones en fondo
en cultivos poco desarrollado, coberteras de cereales de invierno
en cultivos de invierno y verano desarrollados, en cobertera mediante fertirriego

Momentos de aplicación

Ventanas de aplicación no son muy amplias → pueden limitar su uso agrícola

- Fondo de cereales de invierno (otoño)
- Cobertera cereales de invierno (enero-marzo)
- Fondo de cultivos de primavera (abril-junio)

En aplicaciones en fondo → Dosis no pueden ser altas porque

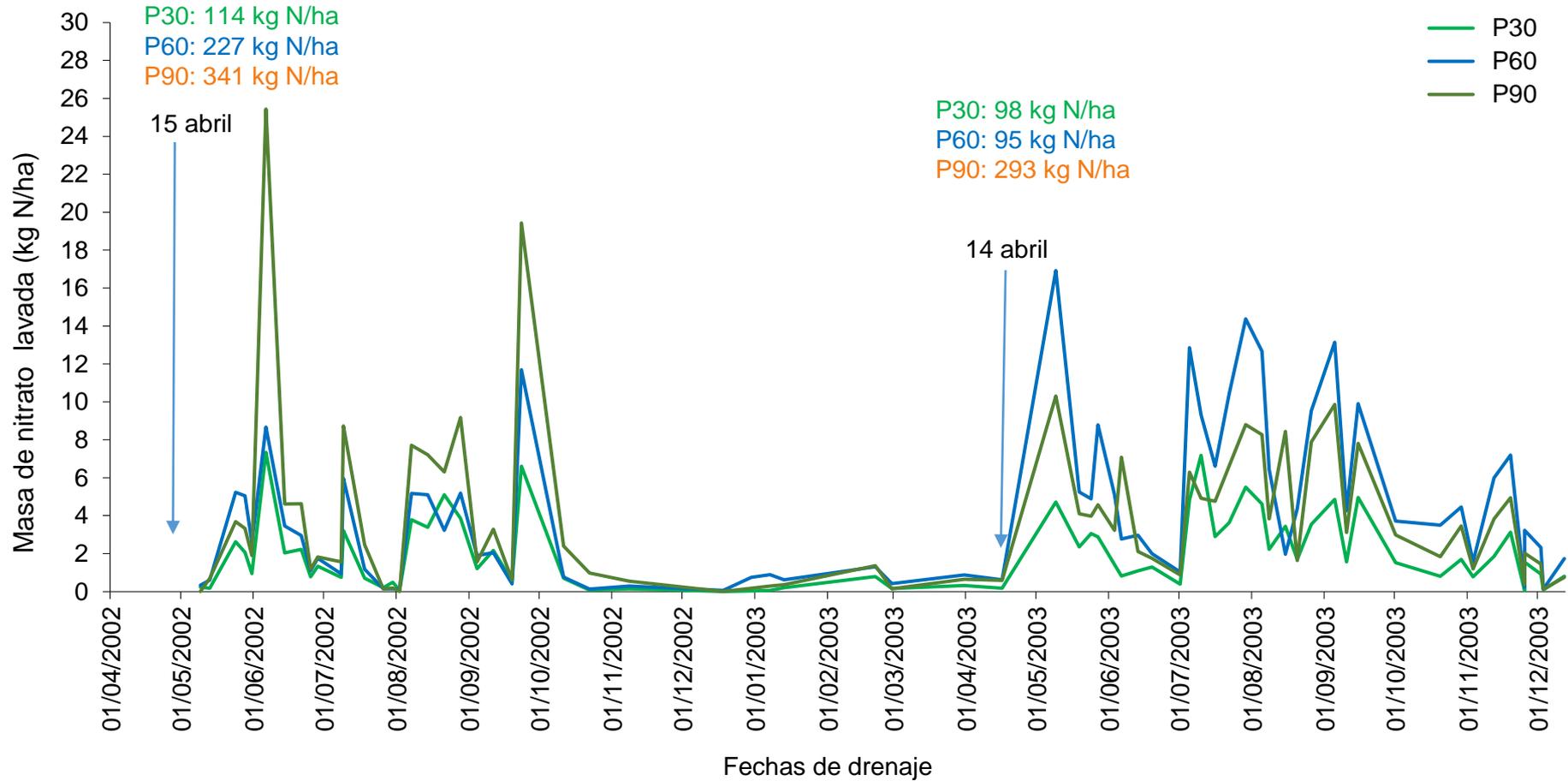
No hay cultivo

Alto impacto ambiental → pérdidas de N por lavado en forma de nitrato

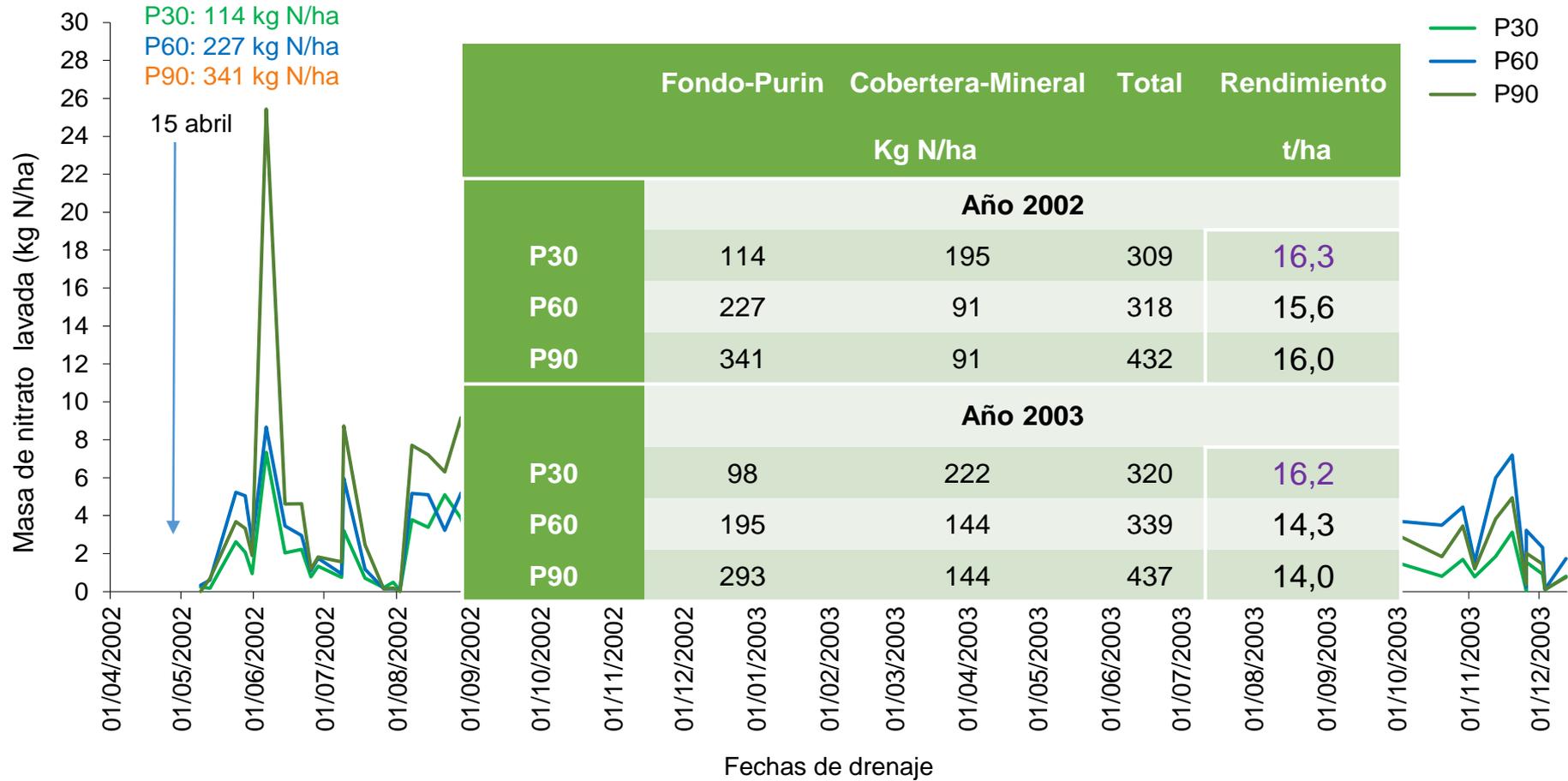
Eficiencia del purín según el momento de aplicación (ITG Navarra)

	Época aplicación	Eficiencia del N (%)
Cereal invierno	Fondo	40-50
	Cobertera	60-65
	Fondo efecto 2º año	8-10
Maiz	Fondo	55-60
	Fondo efecto 2º año	0%

Momentos de aplicación - Fondo maíz



Momentos de aplicación - Fondo maíz



Momentos de aplicación - Fertirriego

En fertirriego se pueden cubrir todas las necesidades de N con purín (previamente filtrado) en cobertera pudiendo sustituir completamente al fertilizante mineral sin aumentar el riesgo de lavado de nitrato

Parcela	# fertirriegos	Dosis N /fertirriego kg N/ha	Dilución purín : agua	N aplicado con purín kg/ha	N aplicado con purín %
Año 2018					
Cinco Villas - Pívor	12	17,7	1:11	212	66
Cinco Villas - Goteo	11	18,2	1:5	200	100
La Melusa - Pívor	11	23,8	1:7	262	100
La Melusa - Goteo	4	42,4	1:5	170	86
Año 2019					
Cinco Villas - Pívor	12	17,5	1:16	206	60
Cinco Villas - Goteo	20	17,8	1:8	272	100
La Melusa - Pívor	22	9,6	1:14	222	100
La Melusa - Goteo	10	29,9	1:4	300	100
Año 2020					
Cinco Villas - Pívor	8	10,4	1:19	83	30
Cinco Villas - Goteo	17	12,7	1:6	138	48
La Melusa - Pívor	19	13,9	1:6	195	100
La Melusa - Goteo	20	11,8	1:7	241	100

Se sobrepasa el límite de 170 kg N/ha establecido para las ZZVV

Momentos de aplicación - Fertirriego

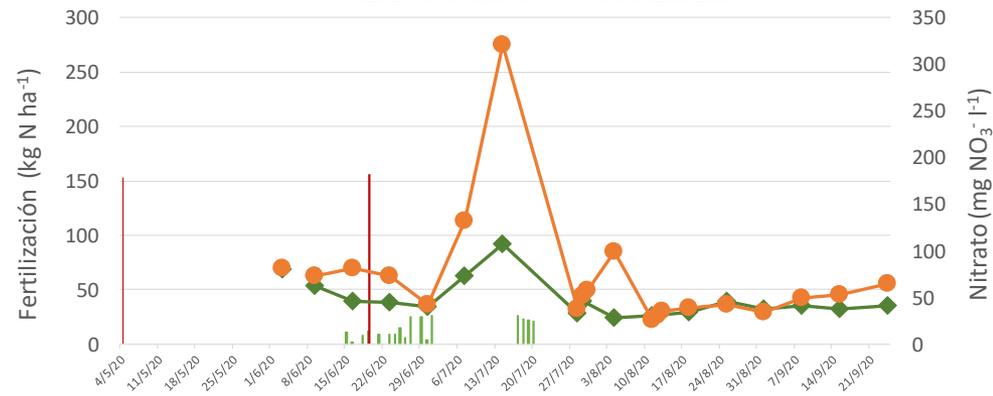
RIESGO DE LAVADO DE NITRATO



Torremira – Goteo 2020



La Melusa - Pivot 2020

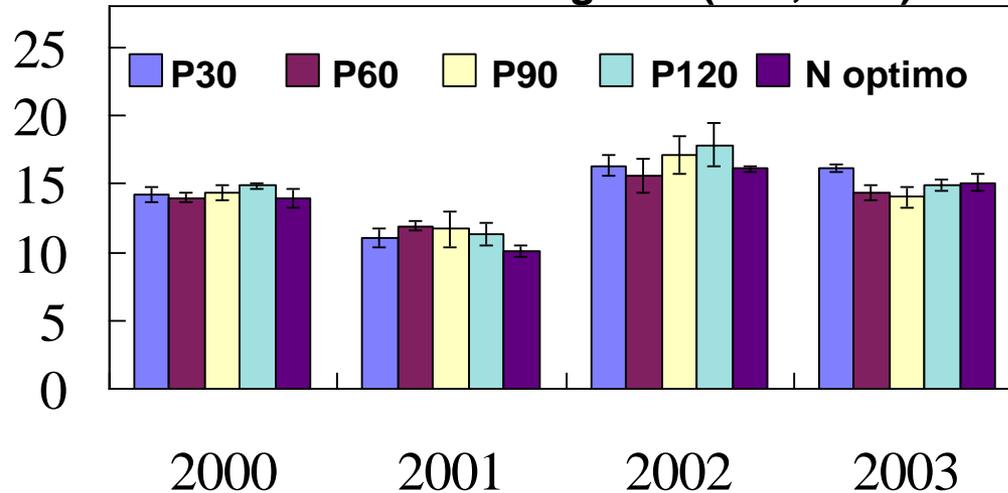


Se está trabajando para mejorar las Normativas existentes que limitan la aplicación de deyecciones animales

Lavado de nitrato



Rendimiento en grano (t/ha, 14%)



P30: $30 \text{ m}^3 + 200 = 300 \text{ kg N/ha}$

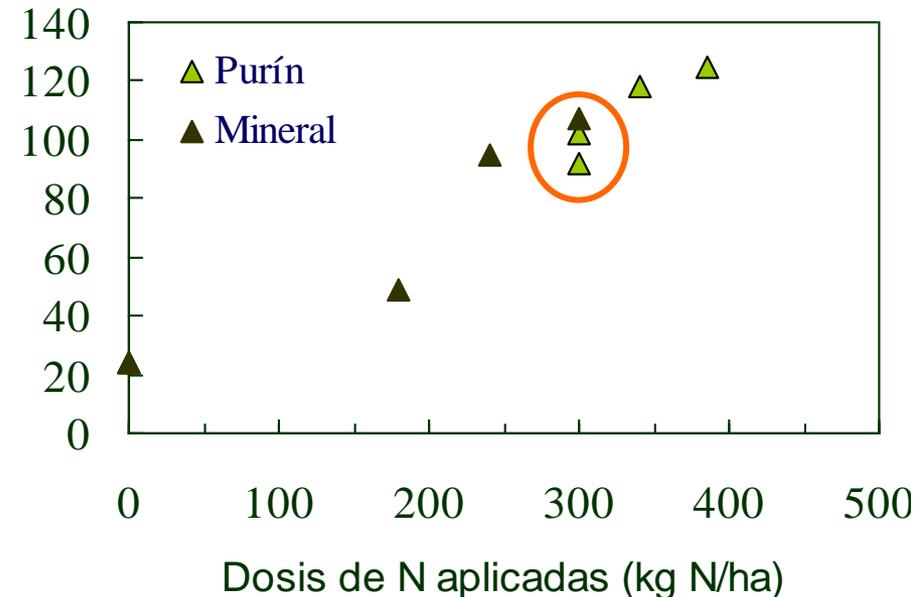
P60: $60 \text{ m}^3 + 130 = 300 \text{ kg N/ha}$

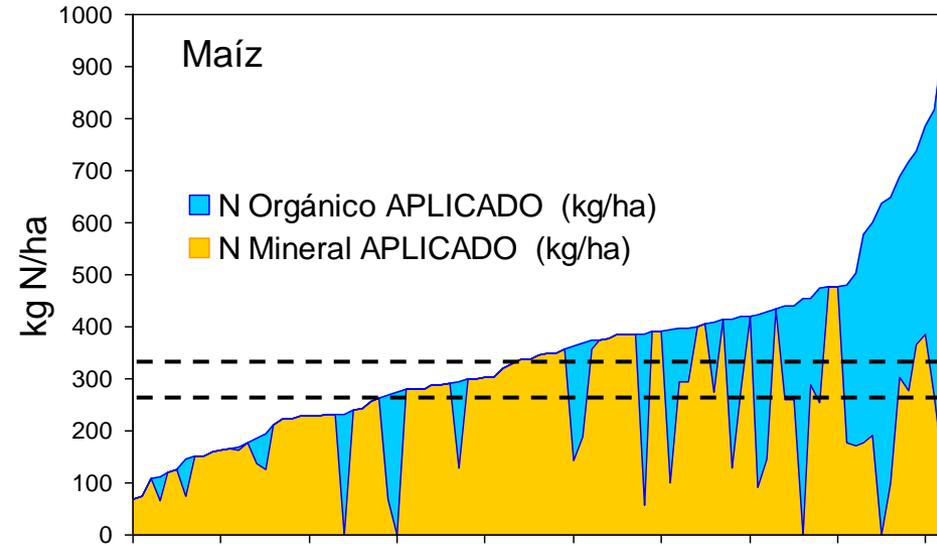
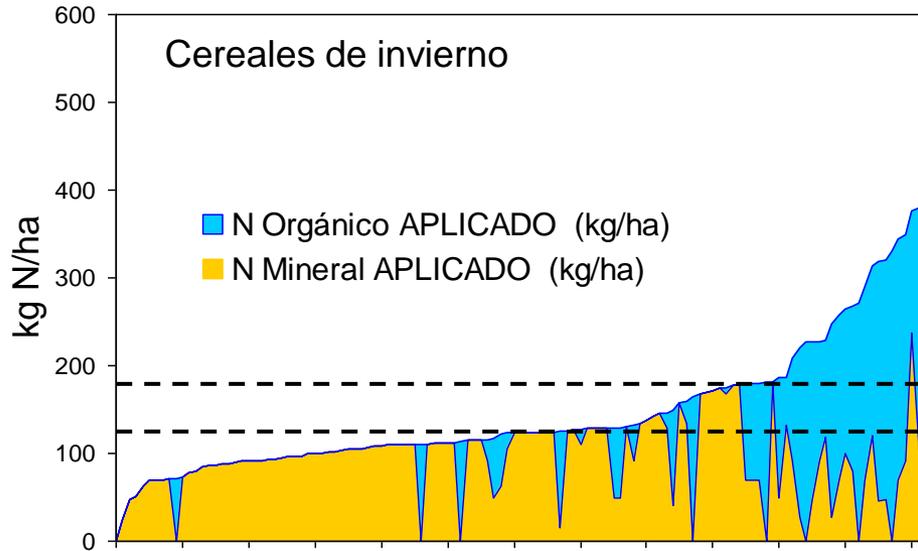
P90: $90 \text{ m}^3 + 130 = 385 \text{ kg N/ha}$

P120: $120 \text{ m}^3 = 340 \text{ kg N/ha}$

✓ En la fertilización con purín, si el manejo es adecuado, el lavado de nitrato es **potencialmente** similar al de la fertilización mineral.

Nitrato Lavado (kg N/ha)





IMPORTANTE: Considerar la aportación de orgánicos cuando se haga el computo total de N

- Alto valor fertilizante → Rendimientos superiores a los abonos minerales
 - Liberación del N mas prolongada en el tiempo
 - Efecto micronutrientes, puede mejorar las propiedades físicas del suelo, incorpora M.O.
- Lavado de nitratos similar a fertilización mineral (a igual dosis de N)
- **Mejora de la aplicación**
 - ✓ Ajuste de las dosis: conocimiento contenido de nutrientes y necesidades del cultivo
 - Control del agua en la granja → Economía de la gestión
 - Agitar purín en balsas
 - ✓ Momento de aplicación: Ajustar la dosis según el momento de aplicación y complementar con mineral en caso necesario
 - Ajustar dosis a la baja en presiembra, enterrado antes de 24 horas
 - ✓ Métodos de aplicación: Elegir métodos de aplicación que reduzcan las emisiones de amoniaco a la atmósfera → se aproveche el N mas eficientemente
 - Aplicación en bandas (prohibición abanico) reduce entre 30-60%
 - En cobertera aplicar riego si es posible
 - ✓ Planificación del uso conjunto de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos
- Trabajar para mejorar las normativas que limitan la aplicación de deyecciones animales



Muchas Gracias



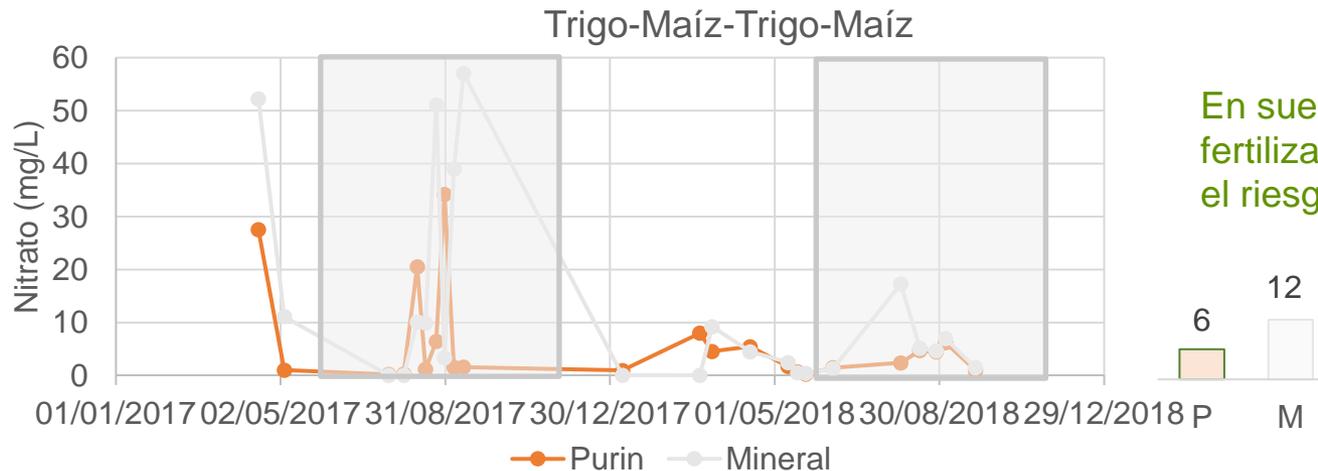
Doble cultivo:

Cereal de invierno (cobertera) / guisante (fondo) +

Cereal de verano (fondo), fecha tardía → menor riesgo de lluvias y lavado de nitrato

**Suelo profundo de
textura fuerte**

Prof. cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase %	Piedras %
0-30	17,5	20	62,5	Arcillosa	5,1
30-60	17,5	20,4	62,1	Arcillosa	8,2
60-90	14	22,1	63,9	Arcillosa	4
90-120	16,3	22	61,7	Arcillosa	0,6

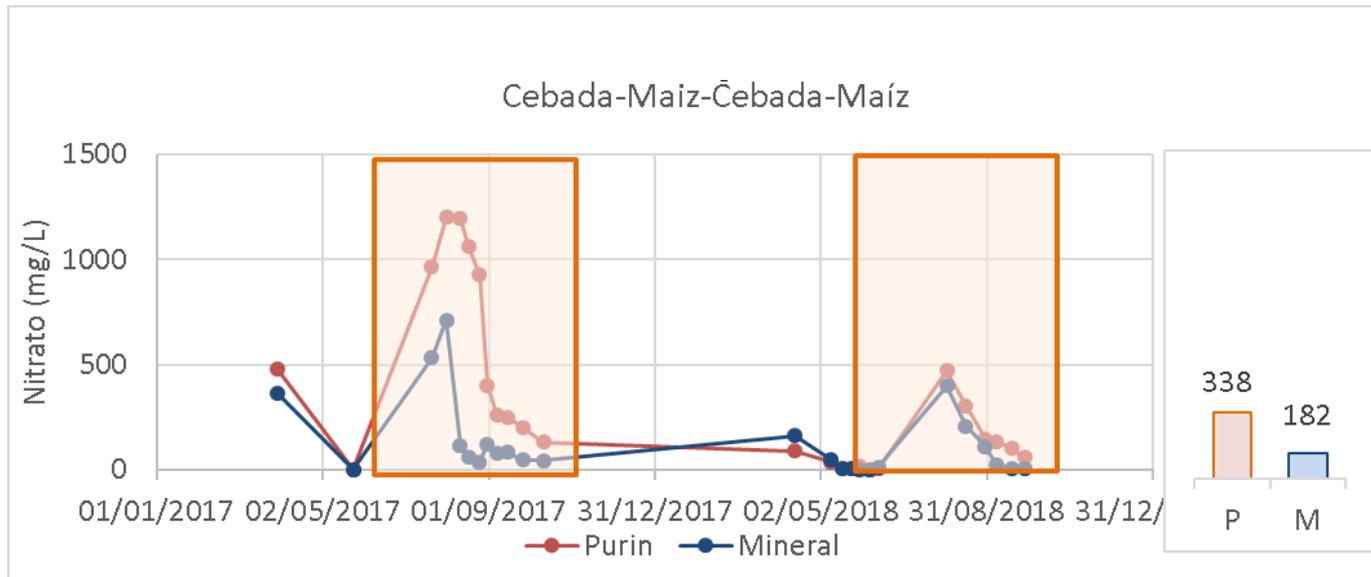


En suelos profundos la fertilización con purín no aumenta el riesgo de lavado de nitrato

	Trigo 2017	Maíz 2017	Trigo 2018	Maíz 2018	Promedio Año
	Kg N/ha				
Purin	161	365	169	285	490
Mineral	150	270	150	270	420

**Suelo poco profundo,
textura ligera pedregoso**

Prof cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural	Piedras %
0-30	54	8	38	Arcillo Arenosa	54,8
30-45	62	17	21	Franco Arcillo arenosa	57,6



	Cebada 2017	Maíz 2017	Cebada 2018	Maíz 2018	Año
	Kg N/ha				
Purin	111	319	202	262	447
Mineral	150	348	150	264	456

Momentos de aplicación - Arroz

P0: No se aplica purín

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

P2 Dosis de purín equivalente a 170 kg N/ha



Cobertera Mineral

N0: 0

N1: 30 kg N/ha

N2: 60 kg N/ha

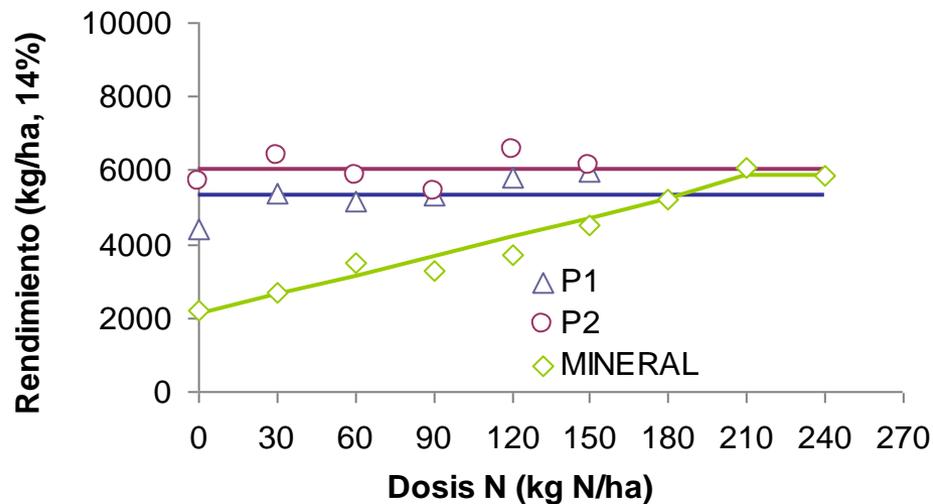
N3: 90 kg N/ha

N4: 120 kg N/ha

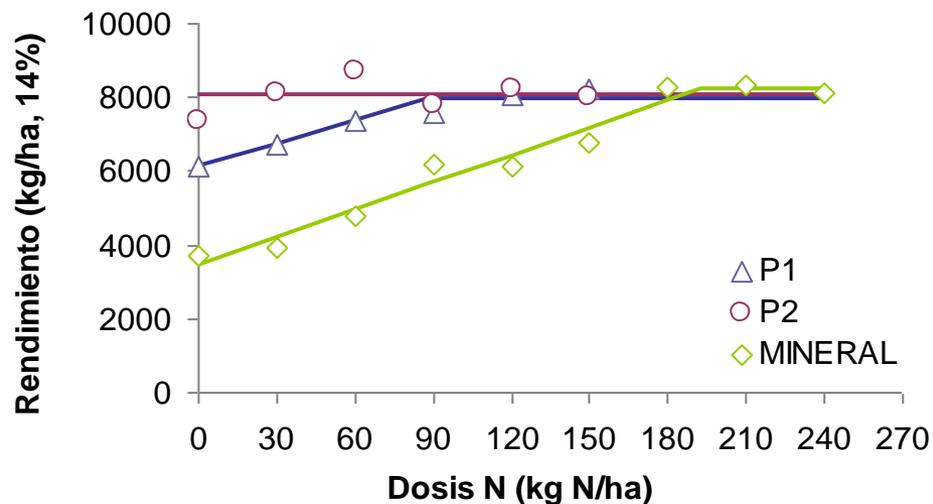
N5: 150 kg N/ha

Momentos de aplicación - Arroz

P1: 91 kg N/ha
P2: 152 kg N/ha

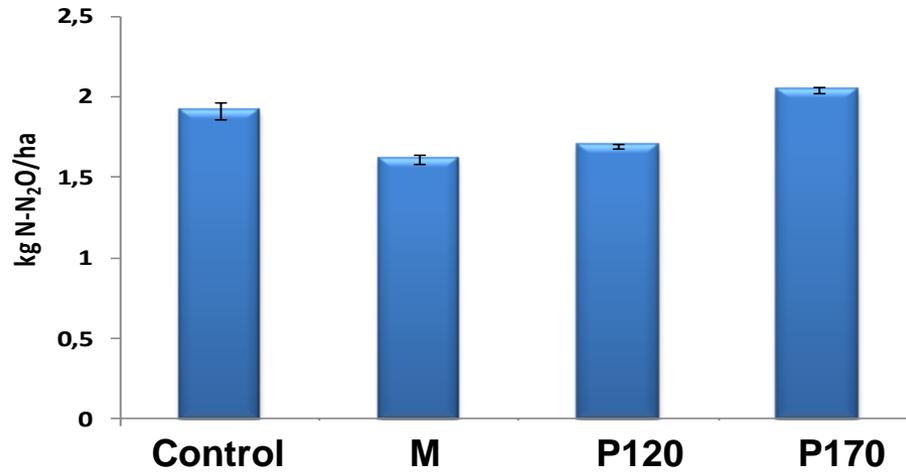


P1: 152 kg N/ha
P2: 165 kg N/ha



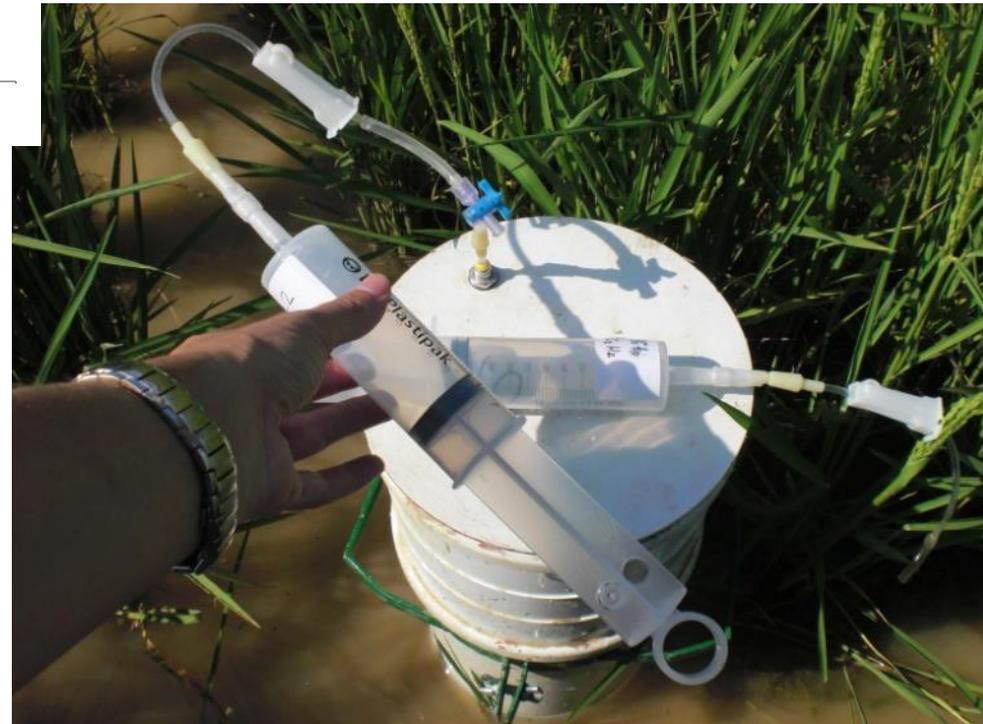
Momentos de aplicación - Arroz

Emisiones de N₂O



	<i>Emisiones Metano</i> <i>Kg/ha</i>
Control (C)	3986.8
Mineral 170 kg N/ha	3701.9
Purín 170 kg N/ha	4326.3

No se ha detectado un efecto de purín en las emisiones de N₂O y metano en comparación con la fertilización mineral.



- Emisión directa de óxido nitroso (kg N ha^{-1}):

