

GESTIÓN DEL PURÍN

Viabilidad de las aplicaciones de purín en alfalfa de regadío en el Valle del Ebro

Las aportaciones de purín procedente de las granjas porcinas durante el periodo de crecimiento de la alfalfa pueden incrementar la disponibilidad de superficie y el tiempo para la aplicación de este residuo. Después de dos años de aplicaciones de purín durante el periodo de crecimiento, no se vio afectada ni la producción ni la calidad del forraje. Las altas extracciones de nitrógeno (N) que lleva a cabo la alfalfa y su capacidad para adaptar la fijación de N atmosférico a la disponibilidad de N inorgánico en el suelo, dieron lugar a concentraciones bajas de nitrato en el agua de drenaje ($<2 \text{ mg NO}_3\text{-N L}^{-1}$), incluso tras la aportación de dosis altas de purín porcino (equivalente a $340 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$). Asimismo, la concentración y las masas de fósforo (P) exportadas en el agua de drenaje fueron muy bajas y no se vieron afectadas por las aplicaciones de purín. Tras dos años, se observó un incremento del 21% del P disponible en la capa superficial del suelo (0-0,3 m) como resultado tanto de las aplicaciones de purín como de las de fertilizante fosfatado mineral. Las aplicaciones de purín no incrementaron significativamente el contenido de Zn y de Cu en la capa superficial de suelo.

Montserrat Salmerón
Ramón Isla

Unidad de Suelos y Riegos (asociada al CSIC), Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Gobierno de Aragón. Zaragoza

José Caveró

Departamento de Suelo y Agua, Estación Experimental Aula-Dei (CSIC). Zaragoza

Ignacio Delgado

Unidad de Producción Animal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Gobierno de Aragón. Zaragoza

En el valle del Ebro existe una gran producción ganadera de porcino, que alcanzó 20 millones de cabezas sacrificadas en 2008 (MARM, 2009). El purín producido, debido al alto contenido en agua y a su baja concentración en nutrientes en comparación con los fertilizantes minerales, hace que su aplicación como fertilizante agrícola suela estar limitada a zonas cercanas al lugar de su producción para que resulte rentable (Yagüe y col., 2008). Esta limitación geográfica puede condu-

cir a la aportación de dosis excesivas de purín en cultivos extensivos de parcelas próximas a las explotaciones ganaderas, lo que ha sido señalado como una de las causas de contaminación por nitratos del agua superficial y subterránea (Daudén y Quílez, 2004; Díez y col., 2004) y de acumulación de metales pesados en el suelo (L'Herroux y col., 1997; De Temmerman y col., 2003). Los cereales (cebada, maíz y trigo) han sido tradicionalmente los cultivos sobre los que se ha aplicado el purín porcino.

Estudios previos indican que la alfalfa puede ser un cultivo alternativo para la aportación del purín, ya que es un cultivo plurianual que permite aplicaciones tanto durante el invierno (Llovetas y col., 2004) como durante el verano (Lamb y col., 2005; Cetotto y Spallacci, 2006). La apor-

tación a dicho cultivo permitiría incrementar la superficie y los momentos disponibles para las aportaciones de purín, reduciendo las dosis aplicadas a otros cultivos. Si bien es una práctica ya conocida por los agricultores del Valle del Ebro (Sisquella y col., 2004), los estu-



FOTO 1: Depósitos de muestreo del agua de drenaje

dios sobre las aportaciones de purín en alfalfa son escasos y con resultados contradictorios. Algunos trabajos han mostrado resultados positivos (Lloveras y col., 2004; Ceotto y Spallacci, 2006) asociados a un incremento de la fertilidad del suelo (P y K) y del aporte de nutrientes; otros, neutros (Thiebeau y Le Borgne, 1999) o negativos (Lamb y col., 2005; Smith y col., 1995), por daños producidos sobre la planta y por el incremento de la presencia de malas hierbas en el alfalfar.

Existe poca información sobre las pérdidas de N por lavado tras la aplicación en primavera-verano de purín porcino en alfalfa de regadío. Ceotto y Spallacci (2006) observaron contenidos bajos de N en el subsuelo tras la aportación de purín porcino en alfalfa, lo que indicaría bajo riesgo de pérdidas. En lo que respecta al P, las pérdidas por lavado suelen ser de menor importancia que las de N, pero las elevadas cantidades de P que se aportan en los purines pueden dar lugar a pérdidas significativas de este elemento (Eghball y col., 1996; Sims y col., 1998). Dado que la



TABLA 1 / Volumen de purín aplicado y contenido de N total

Año y Tratamiento	Volumen purín	N total
	m ³ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
2007		
Control	-	
Dosis Baja Purín	48	177
Dosis Alta Purín	96	354
2008		
Control	-	
Dosis Baja Purín	22	201
Dosis Alta Purín	44	403

mayor parte del Cu y Zn contenidos en los piensos compuestos usados en la alimentación del ganado porcino son excretados por los mismos, la aplicación de altas dosis de purín de cerdo puede dar lugar a la acumulación de metales pesados en el suelo (L'Herroux y col., 1997; De Temmerman y col., 2003).

Tampoco existe mucha información sobre estos efectos medioambientales negativos cuando el purín se aplica sobre alfalfa durante su periodo de crecimiento activo. Hay que señalar que la actual normativa legal en las zonas vulnerables a contaminación por nitratos en Aragón impide la aportación de cualquier fertilizante N a la alfalfa durante su periodo vegetativo, debido a que numerosos estudios previos en distintos ambientes han demostrado que no precisa dicho nutriente por ser fijado simbióticamente. Sin embargo, es precisamente en estas zonas donde suele haber mayores problemas de excedentes de residuos orgánicos de origen ganadero.

ENSAJO DE APLICACIÓN DE PURÍN EN ALFALFA

Con el fin de conocer el efecto de las aplicaciones de purín porcino sobre el rendimiento y calidad del forraje de la alfalfa y sobre el medioambiente, se realizó un ensayo durante los años 2006-2008 en 12 lisímetros de drenaje de la finca experimental

del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), situado en Zaragoza. Los lisímetros, de 5,2 m² y 1,5 m de profundidad, contienen un suelo franco limoso, calcáreo, pH de 8,2 y un 2,2 % de materia orgánica. La precipitación anual en la zona fue de 323, 359 y 451 mm para 2006, 2007 y 2008. En esos mismos años se aplicaron

una tras el primer corte de alfalfa (finales de Abril), y la segunda tras el tercer corte de alfalfa (finales de Junio). Los lisímetros fueron regados inmediatamente tras la aplicación de purín para reducir las pérdidas de N por volatilización. Se aplicaron uno o dos riegos por semana según las necesidades del cultivo calculadas de acuerdo al procedimiento de la FAO (Allen y col., 1998), y considerando una fracción de lavado del 15%. El purín se obtuvo de una granja de engorde cercana y se agitó antes de su aplicación. Se estimó el volumen de purín a aplicar por medio de la cuantificación del contenido de N amoniacal en el purín mediante un medidor de N Quantofix (Piccinini y Bortone, 1991). Considerando que en promedio un 75% de N contenido en el purín es amoniacal, se determinó el volumen de purín a aplicar en los distintos trata-

// LA GESTIÓN DE LOS PURINES DE CERDO PUEDE MEJORARSE MEDIANTE SU APLICACIÓN MODERADA EN EL CULTIVO DE LA ALFALFA //

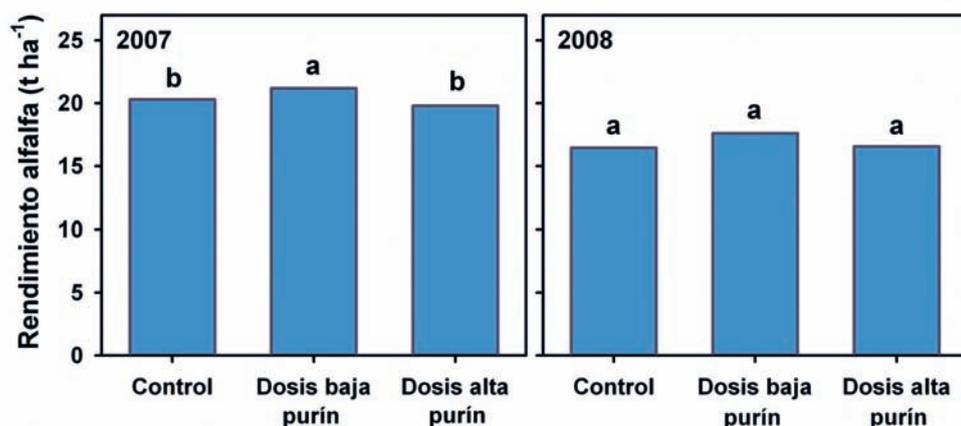
unas dosis de riego de 1200, 1280, y 1290 mm.

Los lisímetros se sembraron con alfalfa 'Aragón' el 26 de Abril de 2006, a razón de 30 kg ha⁻¹. Como abonado de fondo se aportaron 30 kg N ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Los tratamientos de aplicación de purín se iniciaron en la siguiente campaña de 2007. Se estudiaron tres tratamientos: 1) tratamiento control sin aplicaciones de purín pero con aportación de P y K fertilizante en Febrero (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 150 kg ha⁻¹ de K₂O), 2) dosis baja de purín equivalente a 170 kg N ha⁻¹ y 3) dosis alta de purín equivalente a 340 kg N ha⁻¹. El diseño experimental fue al azar con 4 repeticiones (lisímetros). El purín se aplicó manualmente en superficie en dos aplicaciones,

mientos. Las dosis de purín aplicadas finalmente y sus equivalencias en N total se muestran en la **Tabla 1**.

En cada corte se pesó en fresco la biomasa de alfalfa de cada lisímetro, y se tomó una submuestra de 1 m² para secar y realizar un análisis de la calidad y de los nutrientes extraídos. El drenaje de cada lisímetro se recogió en depósitos de 50 litros situados en una galería subterránea debajo de los lisímetros (**Foto 1**). Semanalmente, se tomaron muestras del agua de drenaje para el análisis de N en forma nítrica y el P total. El suelo se muestreó al inicio del ensayo y al final de cada campaña para analizar su contenido en N inorgánico, P (Olsen) y metales pesados (Cu y Zn).

GRÁFICO 1 / Rendimiento de la alfalfa para cada tratamiento (control, dosis baja de purín y dosis alta de purín) en las campañas 2007 y 2008. Para cada año tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes ($P > 0,05$)



EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE PURÍN SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA ALFALFA

Se hicieron cuatro cortes en la alfalfa en 2006, el año de implantación del cultivo, obteniéndose un rendimiento de $13,0 \text{ t ha}^{-1}$. En los dos años siguientes (2007 y 2008), en los que se estudiaron los distintos tratamientos, se hicieron 7 cortes cada año y se obtuvieron unos rendimientos medios de $20,5$ y $16,9 \text{ t ha}^{-1}$. Estos rendimientos pueden considerarse normales en la zona del Valle Medio del Ebro, donde se realizó el estudio.

En el **Gráfico 1** se muestran los rendimientos de alfalfa para

cada tratamiento en los años 2007 y 2008. La aplicación de la dosis baja de purín incrementó ligeramente ($+ 0,9 \text{ t/ha}$) el rendimiento de la alfalfa respecto del control. Sin embargo, en el segundo año y en el rendimiento acumulado tras los dos años, no se observaron diferencias significativas entre los tres tratamientos. La calidad del forraje de la alfalfa, medido como el contenido en N total, tampoco se vio afectada por las aplicaciones de purín, con una concentración media de $3,26 \%$. En cuanto a las concentraciones de Cu y Zn en el forraje, éstas no aumentaron y estuvieron en todos los casos por debajo de los límites de fitotoxicidad animal propuestos por el

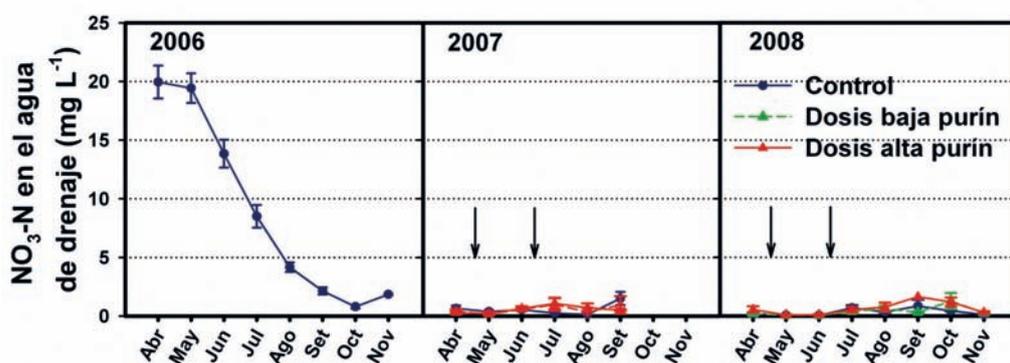
National Research Council (1980). En otros ensayos realizados en Estados Unidos con aportaciones de purín de cerdo (Lamb y col., 2005) y de vacuno (Daliparth y col., 1994) en alfalfa, se observó una reducción en el rendimiento de la alfalfa con dosis crecientes de purín aplicado. En nuestro ensayo no se observaron efectos negativos, normalmente ligados al incremento de malas hierbas y a la fitotoxicidad y asfixia del cultivo por la presencia del purín en superficie. Esta ausencia de efectos negativos puede estar explicada por el riego aplicado tras echar el purín, que favorece su incorporación al suelo, limitando los posibles efectos fitotóxi-

cos del mismo. Por lo tanto, los resultados indican la viabilidad de las aplicaciones de purín, sin que se observe un efecto negativo en el rendimiento ni en la calidad de la alfalfa.

EFFECTOS MEDIOAMBIENTALES DE LAS APLICACIONES DE PURÍN EN ALFALFA

La mayor parte del drenaje se produjo durante el periodo de riego de la alfalfa, a diferencia de otros estudios en zonas no regadas de clima más húmedo, donde el 75% del drenaje ocurre durante la parada invernal de la alfalfa (Toth y col., 2006; Basso y Ritchie, 2005). En el año de implantación del cultivo hubo pérdidas significativas de N por lavado (46 kg ha^{-1}), con concentraciones por encima del límite establecido por la Unión Europea ($11,4 \text{ mg L}^{-1}$ de $\text{NO}_3\text{-N}$) para agua potable (**Gráfico 2**), lo que indica el riesgo de pérdidas de N durante el año de implantación de la alfalfa. En los dos años siguientes, la concentración de N en forma nítrica fue muy baja ($< 2 \text{ mg L}^{-1}$ de $\text{NO}_3\text{-N}$) y la masa de N perdida por lavado fue consecuentemente muy baja ($< 2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), observándose que las aplicaciones de purín no aumentaron la concentración ni la masa de nitrato en el agua de drenaje, en comparación con el control sin aportación de purín. Estas bajas concentraciones y masas de nitrato perdido por lavado son similares a las encontradas en ensayos de alfalfa no fertilizada (Toth y Fox, 1998; Randall y col., 1997), pero son mucho menores que las observadas en otros trabajos en los que se aportó N en forma orgánica o mineral a la alfalfa (Toth y col., 2006; Basso y Ritchie, 2005; Daliparth y col., 1994). Los resultados presentados en este estudio indican que las aplicaciones de purín en alfalfa ya establecida en las condiciones de regadío del Valle del Ebro y en sistemas de riego eficientes, tie-

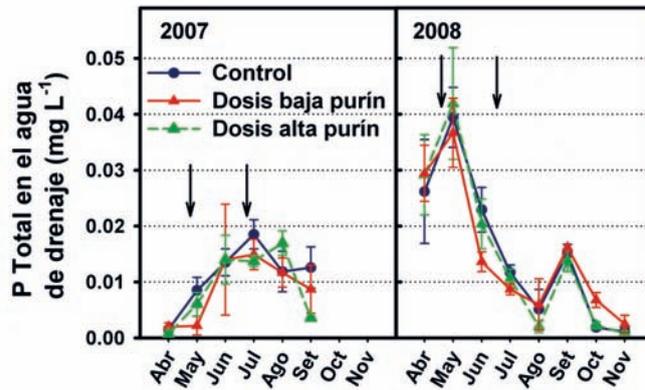
GRÁFICO 2 / Concentración de N en forma nítrica en el agua de drenaje en el año de implantación de la alfalfa (2006), y en los dos años consecutivos en los que se aplicó purín (2007 y 2008). Concentraciones promediadas mensualmente y para cada tratamiento. Las flechas verticales indican las fechas de aplicación del purín



nen un bajo riesgo de lavado de nitrato, debido, por una parte, a la elevada capacidad de extracción de N de la alfalfa por su elevada productividad (promedio de $608 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), y a que la mayor parte del drenaje sucede durante la fase de crecimiento activo del cultivo.

En el **Gráfico 3** se muestran las concentraciones de P total en el agua de drenaje en los dos años de aportación de purín. La aplicación de purín porcino no aumentó la concentración de P en el agua de drenaje, que estuvo, en general, por debajo de límite de eutrofización ($0,02 \text{ mg P L}^{-1}$). Ello indica que, con un manejo adecuado del riego, la aplicación de purín porcino sobre alfalfa en crecimiento presenta un bajo riesgo de eutrofización de las aguas superficiales. La masa total de P perdida en el agua de drenaje ($0,035 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) fue mucho menor que en un estudio

GRÁFICO 3 / Concentración de P total en el agua de drenaje en los años 2007 y 2008 en los distintos tratamientos. Concentraciones promediadas mensualmente y para cada tratamiento. Las flechas verticales indican las fechas de aplicación del purín



en el que se aplicó estiércol de vacuno a la alfalfa ($0,5 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) (Toth y col., 2006).

En la **Tabla 2** se muestra el balance de las entradas y salidas de N, P y K en los distintos trata-

mientos, promediado para los años 2007 y 2008. Las aportaciones de N con el purín en ningún caso sobrepasaron las extracciones de N por el cultivo, que fueron muy superiores. En el caso

de las aportaciones de P, la dosis baja de purín estuvo cerca de las extracciones de P por el cultivo, mientras que la dosis alta de purín sobrepasó las extracciones de P del cultivo. En el caso del K las aportaciones con el purín quedaron muy por debajo de las extracciones del cultivo.

En cuanto al P en el suelo, las aplicaciones de purín no incrementaron su contenido en la capa superficial del suelo (0–0,3 m) en comparación al control que recibió fertilización fosfatada (**Tabla 3**). Sin embargo, respecto al contenido inicial del suelo, se observó un incremento de un 21% en el contenido en P de la capa superficial tras dos años de aplicación de purín porcino y fertilizante fosfatado. Estos datos indican que las aplicaciones de purín deberían estar basadas en las necesidades de P de los cultivos en la rotación, con el fin de no producir una acumu-



NUEVO

KLEBER Gripker

Neumático ancho Serie 65 para tractores de 80 a 180 CV

- Gran respeto de cultivos y prados
- El campeón en trabajos de labor
- Prestaciones óptimas para todos sus trabajos

KLEBER. Pensando siempre en ti



lación de P en el suelo que aumenta el riesgo de pérdida de P (Toth y col., 2006; Eghball y Power, 1999) por escorrentía superficial o por lavado, ocasionando la contaminación de las aguas.

Aunque las aportaciones de Cu y Zn mediante el purín fueron un 90% superiores a las extracciones por el cultivo de estos elementos, su aportación durante dos años no produjo un aumento estadísticamente significativo de las concentraciones de Cu y Zn totales en la capa superficial del suelo (0-0,3 m) en comparación con el control (Tabla 3). Estos resultados son concordantes con los obtenidos por otros autores en condiciones de cultivo similares (Berenguer y col., 2008).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las aplicaciones de purín porcino durante el periodo de crecimiento de la alfalfa no afectaron a la producción ni a la calidad del forraje después de dos años. La ausencia de efectos negativos, asociados normalmente a toxicidad del purín, se debe probablemente al efecto del lavado del purín mediante el riego posterior

TABLA 2 / Balance de N, P y K en los distintos tratamientos (control, dosis baja de purín y dosis alta de purín) promediado para los años 2007 y 2008

Tratamiento	ENTRADAS (purín ó fertilizante)			SALIDAS (extracciones cultivo)		
	N	P	K	N	P	K
----- kg ha ⁻¹ año ⁻¹ -----						
Control	-	87	125	600	59	519
Dosis baja purín	189	52	79	628	62	547
Dosis alta purín	379	104	159	595	58	524

TABLA 3 / Contenido de P Olsen, Cu y Zn en la capa superficial del suelo (0 a 0,3 m) al final del ensayo, tras dos años de aplicaciones de purín y fertilizante mineral en el control

Tratamiento	P Olsen	Cu	Zn
----- (mg kg ⁻¹) -----			
Control	38	59	95
Dosis baja purín	41	55	110
Dosis alta purín	41	57	109

y a que el purín se aplicó inmediatamente después del corte cuando no había brotes en crecimiento. Esta práctica de regar a continuación de la aplicación puede ser de fácil implementación en sistemas de riego por aspersión donde es posible aplica-

ciones de bajas dosis de agua (5-10 mm) para incorporar el purín al suelo.

Las altas extracciones de N de la alfalfa y su capacidad de adaptar la fijación de N atmosférico a la disponibilidad de N inorgánico en el suelo, dieron lugar a con-

centraciones muy bajas de nitrato en el agua de drenaje (< 2mg NO₃-N L⁻¹) incluso tras la aportación de dosis altas de purín porcino (equivalente a 340 kg N ha⁻¹). Asimismo, la masa y concentraciones de P exportadas en el agua de drenaje fueron muy bajas y no se vieron afectadas por las aplicaciones de purín. Tras dos años, se observó un incremento del 21 % del P Olsen en la capa superficial del suelo (0 – 0,3 m), como resultado de las aplicaciones de purín y de P fertilizante. Las aplicaciones de purín no incrementaron significativamente el contenido de Zn y de Cu en la capa superficial de suelo.

Los resultados indican que las aplicaciones de purín porcino durante el periodo de crecimiento de la alfalfa pueden incrementar la disponibilidad de superficie y el tiempo para la aplicación de este residuo ganadero en el Valle del Ebro sin efectos nocivos sobre el forraje ni tampoco sobre el medioambiente. Así, las aportaciones de purín porcino en alfalfa de regadío puede incrementar la superficie destinada a la gestión de este residuo en torno a unas 180.000 ha en España y 88.000 ha en Aragón. Una ventaja adicional de la alfalfa es que la aplicación puede realizarse en distintos momentos a lo largo del año. Para evitar la acumulación de P en el suelo las aplicaciones de purín deberían estar basadas en las extracciones de P del cultivo (30 a 50 m³ ha⁻¹ año⁻¹, dependiendo de la riqueza del purín) o bien considerar las extracciones de P en los diversos cultivos en rotación en la parcela.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón.

BIBLIOGRAFÍA

Queda a disposición de los lectores en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com



Vista general de los campos de ensayo