

EFICIENCIA Y EFECTO RESIDUAL DEL NITRÓGENO CONTENIDO EN EL PURÍN DE VACUNO DE LECHE APORTADO SOBRE PRADOS EN AMBIENTE ATLÁNTICO

J.M. MANGADO, J. OIARBIDE, A. BARBERÍA y A. GRANADA

ITG Ganadero. Avda. Serapio Huici, 22 Edif. Peritos. 31610 Villava (Navarra).

jmangado@itgganadero.com

RESUMEN

La utilización como fertilizante de los residuos orgánicos generados por la actividad ganadera constituye una oportunidad para transitar hacia la sostenibilidad ambiental y económica de las explotaciones. En esta comunicación se presentan los resultados de eficiencia y efecto residual del nitrógeno contenido en aportaciones de purín de vacuno de leche sobre prados de ambiente atlántico frente a fertilización con nitrógeno de origen químico. En aportaciones de final de invierno (precoces) la eficiencia es el 82 % de la del nitrógeno mineral si se mide en producción vegetal y del 68 % si se mide como extracciones de nitrógeno. En aportaciones de mediados de primavera (tardías) la eficiencia desciende a 35 y 21 % respectivamente. En aportaciones conjuntas de nitrógeno de ambos orígenes sus eficiencias se suman con independencia de la época de aplicación. No se encuentran efectos residuales de las aportaciones precoces de purín sobre los cortes tardíos en cada año ni de las aportaciones tardías de un año sobre las producciones precoces del año siguiente.

Palabras clave: purín, vacuno de leche, prados atlánticos, nitrógeno, eficiencia

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido un incremento notable de la generación de purín en las explotaciones de vacuno de leche de la cornisa cantábrica. Por diferentes motivos puede llegar a constituir un problema su correcta gestión. Por otra parte el precio de adquisición de los fertilizantes químicos ha sufrido en los dos últimos años un fortísimo incremento, paralelo al del petróleo, aunque en la actualidad está retornando a la situación anterior. La dependencia de inputs externos y la inestabilidad de sus precios inciden negativamente sobre la planificación de la actividad productiva y sobre la cuenta de resultados de las explotaciones de vacuno leche y, dado que los márgenes de la actividad son estrechos, puede cuestionar su viabilidad económica en algunas situaciones. Los resultados que se presentan en esta

comunicación se obtienen en el marco de un proyecto de investigación que tiene por objeto, entre otros, el conocer la incidencia que tiene sobre la producción de las praderas atlánticas la sustitución de aportes fertilizantes de nitrógeno de síntesis química por el purín generado en las explotaciones de vacuno de leche. Con los resultados obtenidos se tendrá el conocimiento suficiente para ajustar las recomendaciones de uso del purín como fertilizante, incidiendo sobre el resultado económico y sobre el respeto ambiental y pasando a ser considerado como un recurso estratégico en vez de un residuo de la actividad ganadera.

MATERIAL Y METODOS

Las características de clima, suelo y vegetación de la ubicación del ensayo de campo se describen en una comunicación presentada en la XLVI Reunión Científica de la SEEP (Mangado *et al.*, 2007). El planteamiento del trabajo comprende cuatro tratamientos con purín de vacuno de leche como eje principal en calles de 12 m de anchura y, transversalmente, tres tratamientos con nitrógeno mineral con tres repeticiones y cuatro metros de anchura cada tratamiento, siendo la parcela individual de 48 m². Los tratamientos se presentan en la tabla 1, la matriz de variantes experimentales en la tabla 2 y el esquema de manejo en la figura 1. El ensayo se desarrolló en los años 2005, 2006 y 2007. La aportación de purín fue con cisterna de distribución en abanico sin enterrado posterior. En la tabla 3 se recoge la composición y la dosificación del purín de vacuno de leche utilizado en la experiencia y en la tabla 4 las aportaciones de nitrógeno en cada época y año de ensayo. Los controles de producción se hicieron por corte con motosegadora de 1,4 metros de anchura, sobre los seis m. centrales del eje mayor de cada subparcela. La producción se pesó en verde y una muestra de cada subparcela se envió a laboratorio para la determinación de materia seca, cenizas, proteína bruta, fibra bruta y fibra ácido detergente. La eficiencia del N aplicado (kg ms/kg N aportado) se calcula como el cociente de la diferencia de producción de cada variante con respecto al testigo (P0N0) entre el N total aportado en cada caso. La extracción de N de las producciones vegetales obtenidas se calcula por su contenido en proteína bruta reducido al contenido en nitrógeno (kg ms*PB/100*6,25). Se actúa de la misma forma que en el caso anterior y se refiere únicamente al N exportado por la biomasa retirada por siega. La analítica de suelos y forrajes se llevó a cabo en el Laboratorio Agrario NASERSA y la de purines en Agrolab Analítica de Navarra. Para el tratamiento de datos se utilizó el paquete estadístico SPSS 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta productiva al nitrógeno total aportado por el purín

En los cálculos se otorga una eficiencia del 100 % al N de origen mineral (NAC 27%). En las variantes de aportes de un sólo origen (NOPi, NiPO) la respuesta al N se hace sobre la diferencia de producción entre la variante considerada y el testigo; en las variantes en las que se dan aportaciones de ambos orígenes se aplica al N mineral la eficiencia obtenida en la aportación exclusiva de este y se calcula la eficiencia del N total aportado por el purín sobre el resto de la producción habiendo restado la del testigo y la imputada al N mineral.

En la tabla 5 se resumen las eficiencias productivas obtenidas en cada corte y situación para cada año de ensayo. Destaca la alta dispersión de los resultados probablemente debidos a las diferencias climáticas interanuales. Contemplando solo los valores medios se observa que en las aportaciones precoces se da una respuesta productiva al N total contenido en el purín similar a la del N mineral y que esta respuesta se mantiene aún en el caso en el que acompañe una aportación de N mineral a la aportación de purín dándose entonces un efecto acumulativo de ambas aportaciones. En el caso de aportaciones tardías, tras el primer corte, la respuesta al N total del purín aportado en solitario supera ligeramente el 20 % de la obtenida con aportaciones de N mineral en exclusiva. En el caso de asociar ambas aportaciones la respuesta es todavía menor aunque sin considerar la nula respuesta del año 2005, se obtiene una respuesta similar a la de la aportación exclusiva de purín. Calculando las medias interanuales por corte de los porcentajes que suponen las respuestas productivas del N total del purín respecto a las del N mineral se obtiene que la equivalencia fertilizante sobre prado atlántico del nitrógeno total contenido en el purín de vacuno leche es el 82 % de la del N mineral en las aportaciones precoces y desciende al 35 % en aportaciones tardías.

Extracciones de nitrógeno

Procediendo de igual forma que en el apartado anterior en la tabla 6 se presentan los resultados obtenidos. Estos son similares a los anteriores en cuanto a la similitud de la eficiencia del N del purín y del N mineral en aportación precoz y el descenso de casi un 80 % de la eficiencia del N del purín frente al mineral en aportación tardía. Calculando las medias interanuales y por corte de los porcentajes que suponen las respuestas en extracciones del N total del purín respecto a las del N mineral obtenemos que la equivalencia entre ambos es el 68 % en las aportaciones precoces y desciende al 21 % en aportaciones tardías. Las pérdidas de nitrógeno del purín aportado sobre el prado se deben a: lixiviación, volatilización de NH_3 y

desnitrificación. Vetter y Steffens, citados por Labrador (1996) evalúan estas pérdidas en 25, 5 y 26 % respectivamente en aportaciones copiosas en climas atlánticos fríos. Sutton, citado por el mismo autor, cifra las pérdidas de N por volatilización entre el 10 y 25 % del N total aportado en el caso de aplicaciones de purín sin enterrar. Las pérdidas por volatilización pueden representar entre el 3 y el 85% del N amoniacal aportado, aunque pueden evitarse casi totalmente con el laboreo inmediatamente posterior a la aplicación de purín y reducirse entre el 35 y 70% con una labor superficial (cultivador) (Morvan *et al.*, 1997). La temperatura y la velocidad del viento tienen un efecto directo sobre la tasa de volatilización del amoníaco, mientras que la precipitación tiene efecto inverso (Batlló, 1993). La desnitrificación es un proceso enzimático anaerobio de reducción de formas nítricas hacia N_2O y N_2 que se difunden en forma gaseosa. Su intensidad en los suelos depende del grado de anaerobiosis, del contenido en materia orgánica y de la temperatura, asociada a la precipitación (Cellier *et al.*, 1997). Por otra parte Virgel *et al.* (1995) concluyen que los suelos de pastos de textura fina presentan las mayores tasas de desnitrificación potencial. La temperatura media de la primera decena de Marzo (1ª aportación) en los tres años de ensayo fue de -0,2, 6,0, 8,6 °C y en la primera quincena de Mayo (2ª aportación) 13,1, 13,1, 11,7 °C respectivamente y las precipitaciones excesivas en el primer período y suficientes en el segundo. En la aportación precoz de purín no se dan las condiciones que favorezcan ni la volatilización (baja temperatura, alta pluviometría) ni la desnitrificación, ocurriendo al contrario en la aportación tardía. La disminución de eficiencia del nitrógeno total entre 1ª y 2ª aportación de purín es de 47 puntos porcentuales, igual para ambos métodos de estimación.

Efecto residual de las aportaciones de purín

Se pretende conocer si existen efectos residuales de las aportaciones de purín sobre las producciones del prado en cortes posteriores al inmediatamente siguiente a la aportación. Se utilizan los mismos criterios que los de estimación de eficiencia (producción y extracciones de N) estudiando el efecto de P1 sobre C2 en el mismo año y de P2 sobre C1 del año siguiente al de la aportación.

Aportaciones precoces (P1) sobre cortes tardíos (C2)

Se estudia la producción y las extracciones de N de la pradera en el corte tardío (C2) en dos situaciones:

- Grupo de variantes [(P1+P2)N0+(P1+P2)N1] vs (P2N0+P2N1) y (P1N0+P1N1) vs (P0N0+P0N1) en los casos de no acompañamiento de aportaciones de N mineral.

- $(P1+P2)N2$ vs $P2N2$ y $P1N2$ vs $P0N2$, con aportaciones de N mineral.

No se encuentran diferencias significativas entre los resultados obtenidos midiendo la posible incidencia sobre la producción vegetal ni sobre las extracciones de nitrógeno, tanto acompañada con aportación de N mineral como si no es así (tablas 7 y 8). Solamente en el caso de la extracción de N en el segundo año de ensayo en la comparación P1 vs P0 en segundo corte sin acompañar de aportación de N mineral encontramos diferencias significativas, siendo mayores en el caso de la aportación precoz de purín (P1).

Aportaciones tardías (P2) sobre cortes precoces del año siguiente (C1)

Se estudia la producción y las extracciones de N de la pradera en el corte precoz (C1) diferenciando las situaciones en las que hubo o no una aportación tardía de purín en el año anterior. Por ello solo se consideran los datos del segundo y tercer año de ensayo. Los grupos de variantes que se comparan son:

- Grupo de variantes $[(P1+P2)N0+(P1+P2)N2]$ vs $(P1N0+P1N2)$ y $(P2N0+P2N2)$ vs $(P0N0+P0N2)$ en los casos de no acompañamiento de aportaciones de N mineral.
- $(P1+P2)N1$ vs $P1N1$ y $P2N1$ vs $P0N1$, con aportaciones de N mineral.

No se encuentran diferencias significativas entre los resultados obtenidos ni midiendo la posible incidencia sobre la producción vegetal ni sobre las extracciones de nitrógeno, tanto acompañada con aportación de nitrógeno mineral como si no es así (tablas 9 y 10).

CONCLUSIONES

La eficiencia fertilizante del nitrógeno total aportado por el purín de vacuno de leche sobre prados en ambiente atlántico, medido como producción (kg ms/ha), alcanza el 82 % de la del nitrógeno mineral en aportaciones de finales de invierno y el 35 % en aportaciones de mediados de primavera. Desciende al 68 y 21 % respectivamente si la medimos por las extracciones de N de la producción del prado. En la misma situación, no se encuentran efectos residuales de las aportaciones de purín de vacuno de leche ni de las aportaciones precoces sobre los cortes tardíos de cada año ni de las aportaciones tardías de un año sobre las producciones precoces del año siguiente.

AGRADECIMIENTOS

A INIA y Gobierno de Navarra por la cofinanciación del Proyecto “Mejora de la utilización de purines y estiércoles en la cuenca del Ebro”, RTA04-114 subproyecto 3.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BATLLÓ, M., 1993. La problemática atmosférica de los residuos ganaderos. En *Residuos ganaderos*, 59-73. Ed. Fundación "La Caixa". Barcelona (España).
- CELLIER, P.; GERMON, J.M.; HENAULT, C.; GENERMONT, S., 1997. Les émissions d'ammoniac et d'oxydes d'azote par les sols cultivés: mécanismes de production et quantification des flux. En *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*, 25-37. INRA Editions. Versailles (France).
- LABRADOR, J., 1996. *La materia orgánica en los agrosistemas*. Ed. Mundi-Prensa, 174 pp. Madrid (España).
- MANGADO, J.M.; BARBERÍA, A.; GRANADA, A., 2007. Valoración agronómica de los purines de vacuno leche en el área atlántica. Resultados preliminares. En *Actas de la XLVI Reunión Científica de la SEEP*, 207-213. Ed. Nieker. Vitoria-Gazteiz (España).
- MORVAN, T.; LE HOUÉROU, B.; MARTÍNEZ, J.; HACALA, S., 1997. La valorisation des effluents d'élevage. En *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*, 233-254. INRA Editions. Versailles (France).
- VIRGEL, S.; ESTAVILLO J.M.; RODRIGUEZ M., 1995. Estudio de la desnitrificación potencial en diferentes suelos del País Vasco. En *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP*, 259-262. Ed. Universidad de La Laguna. Tenerife (España).

EFFICIENCY AND RESIDUAL EFFECT OF NITROGEN FROM DAIRY SLURRY ON ATLANTIC PASTURES

SUMMARY

The use of organic waste from livestock breeding as fertilizer is an opportunity to evolve towards environmentally and economically sustainable farms. In this communication a comparison of efficiency and residual effect of nitrogen from dairy slurry and nitrogen of chemical origin on Atlantic pastures is presented. At end winter (early) applications, the efficiency is 82% that of mineral nitrogen, measured in biomass production and 68% measured as nitrogen extractions. At mid spring applications of nitrogen from both origins, the efficiencies are added, regardless the period of application. No residual effects are found of

both early slurry applications on late harvests and late applications on early harvests the following year

Key words: slurry, dairy cows, Atlantic pastures, nitrogen, efficiency

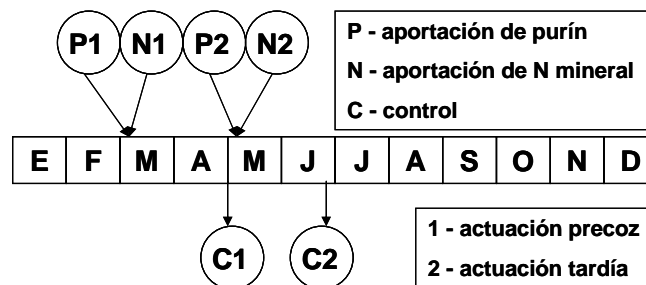


Figura 1.- Manejo de la pradera

Tabla 1. Variantes de ensayo

Purín de vacuno de leche	Nitrógeno mineral (NAC 27%)
P0 testigo	N0 testigo
P1 aportación precoz	N1 aportación precoz
P2 aportación tardía	N2 aportación tardía
P1+P2 ambas	

Tabla 2. Matriz de variantes de ensayo

	P0	P1	P2	P1+P2
N0	X	X	X	X
N1	X	X	X	X
N2	X	X	X	X

Tabla 3. Composición del purín de vacuno leche (kg/m^3 s/materia fresca)

	2005		2006		2007		media \pm error st.
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	
densidad	1012	1018	1020	1017	1037	1018	1020 \pm 3,51
pH	6,7	6,7	6,65	6,54	6,63	6,24	6,6 \pm 0,07
C.E. (dS/m)	13,89	16,58	13,21	13,18	16,63	8,85	13,7 \pm 1,17
m. seca	24,18	62,15	65,43	52,99	99,5	93,5	66,3 \pm 11,27
m. orgánica	18,96	45,08	44,4	40,81	71,6	81,9	50,5 \pm 9,29
N total	2,18	2,29	2,68	2,68	3,12	2,47	2,57 \pm 0,14
N orgánico	0,99	1,08	1,38	1,65	1,41	1,19	1,28 \pm 0,10
N-NH ₄	1,19	1,21	1,3	1,03	1,71	1,29	1,29 \pm 0,09
P ₂ O ₅	0,51	1,78	0,79	0,72	1,12	0,98	0,98 \pm 0,18
K ₂ O	0,65	2,24	2,02	1,66	2,42	2,43	1,9 \pm 0,28
m ³ /ha	34	34	43,2	43,2	43,2	53,9	41,9 \pm 3,02

Tabla 4. Aportaciones anuales de nitrógeno (kg N/ha)

	2005		2006		2007	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
N mineral (NAC 27 %)	60	60	40,5	40,5	60	60
Purín						
N orgánico	33,7	36,7	59,6	71,3	61	64
N amoniacal	40,5	41,1	56,2	44,5	74	69
N total	74,2	77,8	115,8	115,8	135	133

Tabla 5. Producción (kg ms obtenidos/kg N aportado)

	Corte precoz			Corte tardío		
	N1P0	N0P1	N1P1	N2P0	N0P2	N2P2
2005	11,03	8,7	5,4	39,7	4,4	0
2006	3,23	15,2	20,1	23,9	5,1	4,0
2007	12,6	8,4	3,8	8,0	5,8	7,1
promedio	8,95	10,8	9,8	23,9	5,1	3,7

Tabla 6. Extracción (kg N extraídos/kg N aportado)

	Corte precoz			Corte tardío		
	N1P0	N0P1	N1P1	N2P0	N0P2	N2P2
2005	0,36	0,19	0,16	0,79	0,15	0
2006	0,05	0,34	0,51	0,47	0,12	0,08
2007	0,29	0,15	0,02	0,17	0,03	0,11
promedio	0,23	0,23	0,23	0,48	0,1	0,06

Tabla 7. Efecto de P1 s/ C2 sin aportación de N mineral (N0, N1)

	kg ms/ha	P1+P2	P2	p-valor	P1	P0	p-valor
1º año		2687	2961	0,377	2325	2619	0,153
2º año		1820	2014	0,656	1928	1425	0,054
3º año		3048	3214	0,756	2753	2439	0,265
	kg N extraídos/ha						
1º año		41,7	45,9	0,277	36,1	34,5	0,413
2º año		44,2	36,2	0,240	31,2	22,6	0,008
3º año		85,6	74,9	0,143	68,6	70,5	0,734

t-Student

Tabla 8. Efecto de P1 s/ C2 con aportación de N mineral (N2)

	kg ms/ha	P1+P2	P2	p-valor	P1	P0	p-valor
1º año		4067	4034	0,952	4249	5002	0,303
2º año		2269	2863	0,411	2646	2395	0,328
3º año		3145	3858	0,235	3499	2920	0,095
	kg N extraídos/ha						
1º año		76,5	60,5	0,051	16,8	8,6	0,237
2º año		56,7	50,7	0,289	48,8	41,5	0,328
3º año		99,7	94,9	0,522	74,2	80,5	0,359

t-Student

Tabla 9. Efecto de P2 s/ C1 sin aportación de N mineral (N0, N2)

	kg ms/ha	P1+P2	P1	p-valor	P2	P0	p-valor
2º año		3397	4037	0,285	2729	2598	0,821
3º año		4362	4484	0,440	3557	3218	0,242
	kg N extraídos/ha						
2º año		76,3	90	0,409	58,2	58,1	0,996
3º año		107,9	103,3	0,375	78,4	79,7	0,872

t-Student

Tabla 10.- Efecto de P2 s/ C1 con aportación de N mineral (N1)

	kg ms/ha	P1+P2	P1	p-valor	P2	P0	p-valor
2º año		4515	5056	0,568	3726	2729	0,309
3º año		4725	4489	0,595	4100	3977	0,778
	kg N extraídos/ha						
2º año		103,3	119,1	0,559	84,9	60,3	0,353
3º año		118,3	100,2	0,053	91,8	97,2	0,558

t-Student