

DIMENSIONAMIENTO DE FOSAS DE PURÍN PARA OPTIMIZAR SU VALOR FERTILIZANTE EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE GALLEGAS

J.F. CASTRO, M.D. BÁEZ Y M.I. GARCÍA.

CIAM-INGACAL. Apdo. 10, 15080, A Coruña (España). juan.fernando.castro@xunta.es.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la capacidad de almacenamiento de las fosas de purín en las explotaciones de vacuno de leche gallegas y proponer mejoras para optimizar su gestión como abono. Los datos de las fosas se obtuvieron de la encuesta realizada para el proyecto INIA RTA2014-00086-C03-03, que clasifica las explotaciones en estratos, del 1 al 6, de menor a mayor cuota de leche disponible. Las fosas estaban cubiertas en un porcentaje que variaba desde el 75% al 42% para las explotaciones del estrato 3 y 6 respectivamente y la capacidad de almacenamiento variaba de 3,6 a 8,5 m³ UGM⁻¹ para las explotaciones del estrato 1 y 5 respectivamente.

En las explotaciones más grandes (estratos 4, 5 y 6), que poseían el 75 % de la cuota de leche, se recomienda cubrir y aumentar la capacidad de las fosas para almacenar el purín entre 5 y 6 meses, con un dimensionamiento de 14 m³ UGM⁻¹. El valor del N aprovechado supondría un ahorro medio de 1949, 1672 y 4163 € al año por explotación, siendo el coste de cubrición y ampliación de las fosas 1764, 15 237 y 37 942 € por explotación para los estratos 4, 5 y 6, respectivamente.

Palabras clave: nitrógeno, abono orgánico, eficiencia, buenas prácticas agrarias.

INTRODUCCIÓN

En el año 2013 las 11 884 explotaciones de vacuno gallegas tenían una cuota de leche de 2 359 millones de toneladas situándose en el puesto noveno de todas las regiones europeas. Galicia es la única de las 10 principales regiones europeas especializadas en la producción de leche (Eurostat, 2016), que no tiene zonas vulnerables y cumple la Directiva Nitratos (JRC, 2016), lo que simplifica el cumplimiento de los requisitos legales de la condicionalidad en las ayudas de la PAC, de tal forma que ciertas medidas de mejora de la gestión del purín podrían considerarse medidas agroambientales, al ir más allá de las exigencias básicas que impone el cumplimiento de la condicionalidad. La cubrición y la ampliación de las fosas se podrían considerar medidas agroambientales, ya que mejorarían la calidad del agua, al no tener que aplicar el purín en invierno, reducirían las emisiones de GEI asociadas a la fabricación industrial de fertilizantes químicos, y las de óxido nitroso, al disminuir o eliminar la aplicación al suelo de nitrógeno mineral.

Por otro lado habría que tener en cuenta que en Galicia la elevada pluviometría en el período de otoño-invierno dificulta las buenas prácticas en labores de aplicación del purín en relación a otras regiones productoras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó la información obtenida en la encuesta de explotaciones realizada para el proyecto INIA RTA2014-00086-C03-03 de la que se obtuvieron los datos que caracterizaron la gestión del purín. La encuesta fue realizada en una muestra aleatoria estratificada en 6 grupos de creciente cuota lechera, con una tasa de muestreo de 2,4. La población (n=11 884 explotaciones) fue dividida en seis estratos de cuota (Q), 1 (Q ≤ 25 t), 2 (25 t < Q ≤ 75 t), 3 (75 t < Q ≤ 175 t), 4 (175t < Q ≤ 325 t), 5 (325 t < Q ≤ 500) y 6 (Q > 500 t), que representan el 12%, 22%, 29%, 20%, 10% y 7 % de las explotaciones y el 1%, 6%, 18%, 24%, 20% y 31% de la cuota lechera, respectivamente.

Con los datos recogidos en la encuesta, junto con los datos climáticos y edáficos, se analizan las posibilidades y las mejores prácticas disponibles para la buena gestión del purín como abono.

En la Tabla 1 se presentan las características de las explotaciones gallegas, tomadas de la encuesta del año 2013, que son relevantes para la gestión del purín como abono, así como su peso sobre el total de la cuota y de la SAU gestionada por el conjunto de las explotaciones.

Tabla 1. Principales características de las explotaciones lecheras gallegas.

Estrato	SAU (ha)	%SAU pastoreo	%SAU maíz	UGM	UGM ha ⁻¹	L ha ⁻¹	% explotaciones	% cuota	%SAU
1	7,7	45	22	14,6	1,9	3621	12	1	4,4
2	10,9	42	26	17,4	1,6	5650	22	6	11,7
3	18,0	40	35	36,0	2,0	9038	29	18	25,9
4	25,1	21	42	55,2	2,2	11 283	20	24	24,1
5	32,2	9	49	74,1	2,3	13 621	10	20	15,0
6	52,5	3	57	147,0	2,8	18 898	7	31	19,0

Para el cálculo de las necesidades de almacenamiento del purín deberemos tener en cuenta tanto las condiciones edafoclimáticas de la zona como las características específicas de manejo de la explotación. Se estima un coste unitario medio de 30 euros por m³ de fosa de hormigón y 20 euros por m² de costes de cubrición. El valor fertilizante nitrogenado del purín, la producción de maíz forrajero y la dosis de abonado se obtuvieron del programa on-line RAX de recomendación de abonado con purines del CIAM (www.ciam.gal/raxgalv1/), elaborado teniendo en cuenta los resultados obtenidos en proyectos de investigación (García *et al.*, 2015).

Condiciones edafoclimáticas de la zona

Se considera que no se debería aplicar purín en aquellos períodos con:

a) Un alto grado de saturación del suelo, lo que desaconseja el tránsito de la maquinaria para evitar destruir la estructura del suelo, y favorece la contaminación de las aguas, tanto subterráneas (lixiviación) como superficiales (escorrentía), así como las emisiones de óxido nitroso.

b) Bajas temperaturas, que limitan el crecimiento vegetativo de los cultivos y por lo tanto el nitrógeno que contiene el purín no sería aprovechado.

Tabla 2. Características climáticas de las principales regiones europeas productoras de leche.

Zonas ambientales	T ^a >5 °C (días)	Precipitaciones (mm)		
		Otoño-Invierno	Primavera-Verano	Total
ATN	255	658	491	1149
ATC	296	437	389	826
CON	227	270	415	685
LUS	353	622	406	1028
GALICIA				
Melide	334	999	414	1413
Lugo	322	648	314	962
Lalín	345	821	314	1135

ATN: Atlántico Norte; Holstein y Wesser-Ems (Alemania); ATC: Atlántico Central; Irlanda del Sur, Normandía, Bretaña, (Francia); CON: Continental; Polonia; LUS: Lusitánica; Valle del Loira, Galicia.

En la Tabla 2 se describen las condiciones climatológicas en las principales regiones europeas



productoras de leche, siguiendo la clasificación empleada por Metzger *et al.* (2011): Atlántico Norte (ATN), Atlántico Central (ATC), Continental (CON) y Lusitánica (LUS), siendo en esta última donde se encuentran situadas las regiones de la Cordillera Cantábrica y Galicia. La región de Galicia se divide en tres zonas representativas de la producción lechera: Melide, Lugo y Lalín. Se puede observar que Galicia tiene unas condiciones más desfavorables para la aplicación del purín debido a la mayor pluviometría en el período de otoño-invierno, y a la menor pluviometría en el período de primavera-verano (sequía estival).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se clasifican los meses del año en función de la idoneidad para la aplicación de purín como abono. En el período de otoño-invierno las precipitaciones mensuales superan la evapotranspiración, con lo que el suelo alcanza un alto grado de saturación, aunque en el caso del cultivo de praderas se podría aplicar antes que otros cultivos, debido a la mayor evapotranspiración. En el verano no hay crecimiento por la sequía.

La elevada pluviometría en el período de otoño-invierno así como la sequía estival limitan en Galicia el período apto para la aplicación del purín como abono. Se debería almacenar el exceso de lluvia producida en otoño invierno para poder regar el maíz en el período estival y así aumentar el rendimiento forrajero.

Tabla 3. Idoneidad para la aplicación del purín en función del clima.

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
ATN	LT	LT						Rayado				
ATC		Rayado	Rayado						Rayado	Rayado		
CON	LT	LT	LT						Rayado	Rayado	Rayado	LT
LUS			Rayado	Rayado		LP			Rayado	Rayado		
GAL				Rayado			LP					

ATN: Atlántico Norte; Holstein y Wesser-Ems (Alemania); ATC: Atlántico Central; Irlanda del Sur, Normandía, Bretaña, (Francia); CON: Continental; Polonia; LUS: Lusitánica; Valle del Loira, Galicia; GAL: Galicia; LT: la media de temperaturas mínimas diarias es inferior a 0 °C; LP: la evapotranspiración supera a la pluviometría en más de 150 mm; Sombreado gris: meses no aptos para aplicar purín; Rayado: se puede aplicar en praderas pero no en otros cultivos; Blanco: meses aptos.

Datos específicos de cada explotación

Para el dimensionamiento de las fosas de purín son relevantes los siguientes factores productivos (Tabla 4): el número de cabezas de ganado expresadas en UGM, el tiempo que el ganado está dentro o fuera del establo, los cultivos y el manejo de la base territorial.

La cubrición de las fosas aumenta la capacidad real de almacenamiento del purín al evitar la entrada del agua de lluvia. En las fosas no cubiertas, con capacidad de almacenamiento de 5-6 meses, la lluvia disminuirá la MS del purín aproximadamente del 9% al 5%, para un purín de composición media en las condiciones pluviométricas de Galicia.

En cuanto al aprovechamiento de los nutrientes, la forma más eficiente de utilizar el N del purín es aplicarlo y enterrarlo inmediatamente, con grada o arado en las labores de preparación del terreno para el cultivo del maíz (abril-mayo), o después de cosecharlo (octubre) para lo cual se tendría que poder almacenar el purín durante 5-6 meses.

En la Tabla 5 se estima, en las condiciones de almacenamiento reflejadas en la Tabla 4, el nitrógeno almacenado y disponible para el abonado, en fosas cubiertas (60% de las fosas) o descubiertas (40%).



Tabla 4. Características relevantes de las explotaciones para el dimensionamiento de las fosas de purín.

Estrato	m ³	Área fosa (m ²)	% cubiertas	UGM	m ³ UGM ⁻¹	Pastoreo (% explotaciones)	Maíz (%SAU)
1	53	19,6	47	14,6	3,6	78	22
2	118	43,7	75	17,4	6,8	68	26
3	169	62,6	71	36,0	4,7	71	35
4	300	111,1	69	55,2	5,4	41	42
5	626	231,9	60	74,1	8,5	18	49
6	1041	385,6	42	147,0	7,1	5	57

Tabla 5. Estimación del nitrógeno disponible en del purín en función de las características de las fosas (encuesta de explotaciones CIAM, 2013).

Estrato	N ¹ disponible por explotación (UF)		
	SAU (ha)	Fosa Cubierta 9% MS	Fosa Descubierta 5% MS
1	7,7	181	101
2	10,9	404	224
3	18,0	578	321
4	25,1	1026	570
5	32,2	2141	1189
6	52,5	3560	1978

¹N disponible: se estima una materia seca del purín del 9 y del 5%, en fosas cubiertas o descubiertas respectivamente y una riqueza media de nitrógeno del 3,8% sobre materia seca; MS: materia seca.

En la Tabla 6 se estiman las hectáreas de maíz que se podrían abonar sólo con purín en la hipótesis de que se cubrieran y se hubiera ampliado el tamaño de las fosas para un periodo de almacenamiento de 6 meses (14m³ UGM⁻¹), y se comparan con las fosas descritas en la encuesta del proyecto INIA RTA-2012-00065-C05-02.

Tabla 6. Hectáreas de maíz que se podrían abonar con el N del purín, sin ampliar las fosas (año 2013), y si se cubrieran y ampliaran para 6 meses (dimensión óptima).

Estrato	Nº explotaciones	Dimensión 2013 m ³ UGM ⁻¹	Maíz ¹ ha	Dimensión óptima m ³ UGM ⁻¹	Maíz ha	Diferencia
4	2338	5,4	13 246	14	34 342	21 096
5	1133	8,5	13 551	14	22 320	8769
6	881	7,1	17 470	14	34 449	16 978
		TOTAL	44 268	TOTAL	91 111	46 843

¹ Se calculan las hectáreas que se podrían abonar sólo con purín para una dosis media de abonado de 180 kg de N ha⁻¹ y cuando el purín sea enterrado inmediatamente.

En la Tabla 7 se calcula el ahorro anual en la compra de abonos nitrogenados minerales que supondría la ampliación de las fosas de purín a seis meses en las explotaciones que poseían en el año 2013 el 75% de la cuota de leche de Galicia (estratos 4, 5 y 6 de la encuesta de explotaciones de leche).



Tabla 7. Estimación del ahorro anual en la compra de fertilizantes minerales nitrogenados.

Estrato	Nº explotaciones	Ahorro anual (€)	
		Explotación	Total de explotaciones
4	2338	1949	4 556 661
5	1133	1672	1 894 016
6	881	4163	3 667 327
		TOTAL	10 118 004

Cálculo de costes de ampliación y cubrición de fosas

Como estrategia se prioriza la adecuación de las fosas de aquellas explotaciones que por su dimensión (nº de UGM > 50), pueden tener un impacto significativo sobre la mejora del medio ambiente, que son las explotaciones de los estratos más intensivos (4, 5 y 6).

Tabla 8. Estimación de los costes de cubrición y ampliación de fosas de purín a 6 meses.

Estrato	Ampliación (m ³)	Coste por explotación			Coste total explotaciones (1000 euros)	
		Ampliación	Cubrición	Total	Ampliación	Ampliación y cubrición
4	8,6	14 247	3518	17 764	33 309	41 533
5	5,5	12 220	3017	15 237	13 845	17 264
6	6,9	30 429	7513	37 942	26 808	33 427
				TOTAL	73 962	92 224

Estrategias de dimensionamiento de las fosas en función del tipo de manejo de la explotación**Explotaciones intensivas**

Para las explotaciones intensivas (estratos 4, 5 y 6), sin pastoreo, con cargas ganaderas mayores que 2 UGM ha⁻¹, donde las labores del maíz permiten aplicar y enterrar purín grueso (alto grado de materia seca), se recomienda cubrir las fosas un período de almacenamiento de 6 meses para poder aportar el purín, en abril o mayo, en el abonado del maíz. Esta estrategia obliga a realizar un cálculo de dimensionamiento de 13-14 m³ UGM⁻¹, este volumen se podrá disminuir en función del tiempo que el ganado esté fuera del establo.

Explotaciones extensivas

Para las explotaciones extensivas (estratos 1, 2 y 3), con pastoreo, con carga ganadera menor de 2 UGM ha⁻¹, y donde las praderas son el cultivo principal, se recomienda calcular el tiempo que el ganado está dentro del establo y no cubrir las fosas para que el purín esté diluido (máximo un 6% de MS) para así mejorar la infiltración y minimizar las pérdidas de nitrógeno amoniacal. Con esta dilución también se evitará que se forme costra superficial en la pradera (sólo será necesario cubrir las fosas en zonas de alta pluviometría como es la zona atlántica de Galicia). Con esta estrategia el período de almacenamiento debería ser de 4-5 meses, para evitar los períodos no apropiados de aplicación, y la fosa se debería dimensionar para un cálculo de 9-10 m³ UGM⁻¹ (en fosas cubiertas), debiendo aumentar la capacidad en función de la pluviometría local de la zona en las fosas descubiertas.

CONCLUSIONES

Dada la variabilidad de clima y suelo de Galicia, cada explotación deberá dimensionar su fosa de purín en función de su manejo particular y condiciones edafoclimáticas.

En general en las explotaciones intensivas sin pastoreo, con cargas ganaderas mayores de 2 UGM ha⁻¹, donde el maíz es el cultivo principal, se recomienda cubrir las fosas y dimensionarlas con



13-14 m³ UGM⁻¹, lo que permitiría almacenar las heces, orina, aguas de limpieza de la sala de ordeño, lechería y espera, durante un período de 6 meses.

Para las explotaciones extensivas, con pastoreo, con cargas ganaderas menores de 2 UGM ha⁻¹, donde las praderas son el cultivo principal, en general, no será necesario cubrir las fosas para que el purín esté diluido (máximo de un 6% de MS) y se pueda infiltrar en el suelo rápidamente para minimizar las pérdidas de nitrógeno amoniacal, evitando que se forme costra. En estas explotaciones sólo será necesario cubrir las fosas en zonas de alta pluviometría, como es la zona atlántica de Galicia, en cuyo caso la fosa debería dimensionarse con 9-10 m³ UGM⁻¹ (en fosas cubiertas, debiendo aumentar la capacidad en función de la pluviometría local en las fosas descubiertas), lo que permitiría un período de almacenamiento de 4-5 meses. Los costes medios de ampliación y cubrición de las fosas, teniendo en cuenta sólo las explotaciones más grandes e intensivas (estratos, 4, 5 y 6), sería de 17 764, 15 237 y 37 942 euros por explotación, respectivamente.

Dado que Galicia cumple la directiva nitratos, la cubrición y ampliación de las fosas se podrían considerar como medidas agroambientales y financiar a través del nuevo PDR 2014-2020, con ayudas de hasta el 80% de los gastos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la información aportada por la encuesta de explotaciones de vacuno de leche realizada por los investigadores del proyecto INIA: RTA-2012-00065-C05-02.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EUROSTAT (2016) <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.

GARCÍA M.I., BÁEZ D., CASTRO J. Y GILSANZ C. (2015) La aplicación web RAX de Recomendación de Abonado con Purín en el maíz forrajero. *Afriga*, **115**, 132-140.

INIA: RTA-2012-00065-C05-02. Evaluación de nuevas leguminosas anuales del género *Trifolium* y de mejores prácticas de manejo en las rotaciones forrajeras con maíz para la producción de ensilados en la Cornisa Cantábrica y Galicia.

JOINT RESEARCH CENTER (2016) GIS web tools and web services FATE Maps - Nitrates Directive EU27, Nitrate Vulnerable.

METZGER M.J., SHKARUBA A.D., JONGMAN R.H.G. Y BUNCE R.G.H. (2011) Descriptions of the european environmental zones and strata-Report. Wageningen, The Netherlands: WUR-Alterra.

SIZING SLURRY PITS TO OPTIMIZE THEIR FERTILIZER VALUE IN GALICIA DAIRY FARMS

SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the storage capacity of slurry pits in the Galician dairy farms and propose improvements to optimise his management as fertilizer.

Pits data were obtained from the survey conducted for the INIA RTA2014-00086-C03-03 project, which classifies farms into strata, from 1 to 6, from lowest to highest quota of milk available. According to the data the pits were covered in a percentage that varied from 75% to 42% for the dairy farms of the strata 3 and 6, respectively. The sized varied from a minimum of 3.6 m³ UGM⁻¹ to a maximum of 8.5 m³ UGM⁻¹ for the dairy farms of the strata 1 and 5, respectively.

In the most intensive farms (strata 4, 5 and 6), that possessed the 75% of the Galician milk quota, it is recommended to cover and increase the capacity of the slurry pits to be able to store the



slurry between 5 and 6 months, what involves a sizing $14 \text{ m}^3 \text{ UGM}^{-1}$. The value of nitrogen taken advantage would average saving of 1949, 1672, and 4163 € to the year being the cost of cover and increase of the pits, 17 764, 15 237 and 37 942 € by dairy farm, for the strata 4, 5 and 6 respectively. Since Galicia fulfils the Nitrates Directive, cover and increase of the slurry pits could consider like agro environment measures.

Key words: nitrogen, organic fertilizer, efficiency, best agricultural management practices.