



Con una dieta balanceada se maximiza el uso de los nutrientes por los animales y se reduce la cantidad de nutrientes eliminados en fecas y orina.

Utilización y pérdidas de nitrógeno en aplicaciones de purines y estiércol de lechería

El manejo de purines de lecherías se inicia en la selección de los alimentos y forrajes para el ganado. Con una dieta balanceada se maximiza el uso de los nutrientes por los animales, y se reduce la cantidad de nutrientes eliminados en fecas y orina. Según una investigación realizada en Holanda, la eficiencia de utilización de nitrógeno (N) por vacas lecheras es de 15 a 20%, pudiendo llegar como máximo a un 43%.

Aunque las pérdidas de nutrientes hacia el ambiente se pueden producir en la excreción de fecas y orina por los animales a pastoreo, es en el manejo de los residuos orgánicos durante la estabulación de animales, almacenamiento y aplicación al suelo, donde existe mayor interacción

Francisco Salazar S.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
fsalazar@remehue.inia.cl

INIA Remehue

con el medio ambiente, representando un riesgo de contaminación de aguas, suelo y aire. En países desarrollados, además de preocuparse por la contaminación de aguas, ponen atención a los gases generados durante el almacenamiento y aplicación de purines al suelo, siendo el amoníaco (NH_3) y el óxido nitroso (N_2O) los de mayor importancia. Dichos gases han sido asociados a problemas de acidificación de suelos y al efecto invernadero, respectivamente.

La mayoría de los problemas por aplicaciones de purines se deben a inadecuadas prácticas de manejo; por ejemplo, altas dosis, equipos mal calibrados y aplicaciones en épocas de baja demanda por los cultivos (invierno). Si bien en general el riesgo de contaminación es difícil de eliminar, puede

ser drásticamente reducido trabajando con buenas prácticas ganaderas, tales como una adecuada estimación de la capacidad de almacenamiento de pozos, un cálculo de los requerimientos de nutrientes por los cultivos, una apropiada época de aplicación y una distribución en un área adecuada, evitando tanto las concentraciones excesivas de nutrientes, como el escurrimiento.

El aprovechamiento o la pérdida de nitrógeno de los purines o del estiércol son una consecuencia de la interacción de factores controlables, como la dosis de aplicación, y no controlables, como el clima. Por ejemplo, el nitrógeno de los purines aplicados a un cultivo puede ser absorbido por las plantas. Así se reduce su disponibilidad en el suelo, donde está en riesgo de pasar hacia el ambiente.



Purín versus estiércol

Contenido de nitrógeno: purines y estiércoles difieren en sus características físicas y químicas. Los estiércoles tienen un mayor contenido de nitrógeno total, pero menos nitrógeno inorgánico (amonio y nitrato) que los purines (cuadro 1). Desde el punto de vista agronómico y ambiental ello implica grandes diferencias, debido a

que el amonio o nitrógeno amoniacal (NH_4) y el nitrato (NO_3) son formas disponibles para las plantas. El primero puede ser transformado a nitrato, y este último corresponde a la forma en que las plantas absorben el nitrógeno normalmente. En el estiércol el nitrógeno está principalmente en sus formas orgánicas, las cuales requieren ser mineralizadas para ser absorbidas

La estabulación de animales genera grandes cantidades de residuos orgánicos debido a la alta concentración de animales en espacios reducidos.

Mineralización del nitrógeno de residuos orgánicos

Los residuos orgánicos representan un aporte importante de nitrógeno al suelo, elemento que puede estar disponible inmediatamente para las plantas (nitrógeno inorgánico) o requerir la mineralización de su parte orgánica para quedar en forma disponible. Para entender la mineralización de nitrógeno de los residuos orgánicos, los investigadores han predicho, experimentalmente y a través de modelos, la liberación de nitrógeno disponible, tanto a corto como a largo plazo. Con estos conocimientos se evitan altos niveles de acumulación de nitrógeno en el suelo, los cuales quedan sujetos a pérdidas al ambiente.

Inmediatamente después de la aplicación de los residuos orgánicos al suelo, se producen los procesos de inmovilización y mineralización, los que determinan la tasa de transformación del nitrógeno orgánico en nitrógeno mineral y, por ende, la disponibilidad de dicho nutriente en el suelo. Está demostrado que la aplicación de residuos orgánicos incrementa la biomasa microbiana del suelo. El resultado de este incremento es la inmovilización del nitrógeno, proceso cuya magnitud y duración depende del tipo de residuo orgánico, temperatura, humedad y textura de suelo.

Varios estudios han demostrado una alta correlación entre la proporción inicial de carbono: nitrógeno (C:N) del residuo orgánico y la mineralización neta de nitrógeno. Las investigaciones sugieren que una relación de 15:1 es la cifra crítica; sobre ella ocurre inmovilización y bajo ese valor se produce mineralización.

GLOSARIO

Anaeróbico: sin oxígeno.

Desnitrificación: si la aireación es insuficiente, lo que ocurre en suelos saturados, las bacterias anaeróbicas llegan a reducir los nitratos (NO_3) formando óxido nitroso (N_2O) e incluso nitrógeno (N_2), que pasan a la atmósfera y se pierden para uso agrícola.

Estiércol: mezcla de fecas sólidas y líquidas de los animales domésticos, junto con restos de paja, tierra, aserrín y restos de alimentos. El contenido de materia seca generalmente es cercano o superior al 20%.

Inmovilización del nitrógeno: proceso en que el nitrógeno de la solución del suelo es absorbido por los microorganismos y pasa a constituir parte de sus estructuras en su forma orgánica. Es el fenómeno opuesto a la mineralización.

Lixiviación: pérdida de elementos nutritivos junto con el agua que percola o infiltra en profundidad por debajo de la zona de absorción de las raíces.

Mineralización del nitrógeno: proceso de descomposición por el cual la materia orgánica adquiere las condiciones de minerales. En el caso del nitrógeno esto es importante porque se hace más disponible para las plantas, pero al mismo tiempo se lixivia más fácilmente.

Nitrato (NO_3): es la forma en que las plantas utilizan el nitrógeno o puede ser perdido a través de lixiviación si se dan condiciones tales como suelos permeables o zonas lluviosas, entre otras.

Purines: mezcla de fecas, orina y agua principalmente, junto con restos de materiales utilizados en la crianza de animales como paja, aserrín, tierra y residuos de alimentos, que provienen principalmente de lecherías y patios ganaderos.

Volatilización: transformación en gas o vapor. Este proceso puede provocar la pérdida de elementos nutritivos en forma gaseosa. En el caso del nitrógeno, se puede perder en forma de amoníaco (NH_3).

por las plantas.

Otra importante diferencia entre ambos sustratos es la relación carbono:nitrógeno (C:N), la cual influye sobre la mineralización e inmovilización del nitrógeno en el suelo. Estudios han determinado que relaciones menores a 15 inducen mineralización, mientras que relaciones mayores a 15 producen una inmovilización del nitrógeno. La relación es más alta en estiércol debido a que, generalmente, tiene una proporción mayor de residuos vegetales, como paja de cereales o aserrín de madera, los cuales incrementan su contenido de carbono.

También es importante considerar la variabilidad del contenido de nutrientes. En el estiércol, dadas sus características físicas y su heterogeneidad, es extremadamente variable, lo que hace difícil predecir correctamente las tasas de aplicación. Ello puede significar deficiencias o superávit de nitrógeno en los cultivos. En purines, por ser líquidos, se homogenizan más fácilmente antes del análisis.

La mayoría de las investigaciones de respuesta de los cultivos a la aplicación de residuos orgánicos concuerdan en que mientras mayor sea el contenido de nitrógeno disponible en ellos, mayor es el rendimiento de materia seca del cultivo. Los estudios de comparación de distintos residuos orgánicos han mostrado mayores rendimientos en materia seca con aplicaciones de guano de aves, lo siguen en

Cuadro 1				
Características físicas y químicas de purines y estiércol de ganado bovino, según distintos autores (base peso fresco)				
Tipo de residuo orgánico/referencia	Materia seca (%)	Nitrógeno total (kg/m ³ purín o kg/ton estiércol)	NH ₄ ⁺ -N	NH ₄ ⁺ -N* (%)
Purín				
Alberta Agriculture (1995)	8,0	4,60	2,00	43,5
Anon (1997)	8,8	3,06	1,48	48,4
Chadwick et al. (2000)	11,8	4,12	1,20	29,1
Chambers et al. (1999)	6,0	3,00	1,50	50,0
Westerman et al. (1985)	6,9	3,00	-	-
Salazar et al. (2004)	3,9	2,00	0,65	32,5
Purín (promedio)	7,6	3,30	1,37	41,5
Estiércol				
Chambers et al. (1999)	25,0	6,00	1,50	25,0
Anon (1997)	21,8	5,03	1,50	29,8
Chadwick et al. (2000)	20,2	5,20	0,70	13,5
Estiércol (promedio)	22,3	5,41	1,23	22,7

*NH₄⁺ = amonio o nitrógeno amoniacal. NH₃-N = nitrógeno presente en el ion amonio. % NH₄⁺-N = contenido de amonio/contenido total de nitrógeno x 100.


orden descendente el purín de cerdo, el purín de bovino y el estiércol de bovino.

Pérdida de nitrógeno: en condiciones climáticas y de suelo similares, las mayores pérdidas de nitrógeno en aplicaciones de residuos orgánicos al suelo se asocian a aquellos con alto contenido de nitrógeno disponible. Las pérdidas por volatilización de amoníaco (NH₃) son mayores en purines que en estiércoles. Sin embargo, expresadas como proporción del amonio (NH₄⁺) aplicado, las pérdidas son menores en purines que en estiércol. La menor pérdida de nitrógeno de purines puede ser atribuida, principalmente, a su rápida infiltración en el suelo, evitando con ello su exposición al aire y reduciendo el potencial de volatilización de amoníaco. Sin embargo en aplicaciones de superficie con una rápida in-

corporación de purines o estiércol al suelo, las pérdidas por volatilización de amoníaco se reducen drásticamente, no observándose diferencias entre los tipos de residuo orgánico aplicados.

Las pérdidas de nitrógeno por lixiviación de nitratos son mayores en aplicaciones de purines que de estiércol, al igual que las pérdidas por desnitrificación.

Otra vía de pérdidas del nitrógeno ocurre a través del escurrimiento superficial. Al aplicar dosis altas de purines o aguas sucias de lecherías se pueden escurrir los nutrientes o sólidos directamente a cursos de agua, o incrementar los niveles de nutrientes en las capas superficiales de suelo, los cuales, adheridos a partículas de suelo, también pueden alcanzar los cursos de agua vía erosión. Los residuos con alto contenido de materia seca, como el estiércol, no son asociados directamente con pérdidas a través de escurrimiento. Los purines y aguas sucias de lecherías al escurrirse a cursos de aguas o infiltrarse en el suelo pueden producir contaminación.

Si bien el uso de purines o estiércol tiene distintas implicancias desde el punto de vista técnico, económico o ambiental, el uso de uno u otro residuo a nivel predial dependerán del sistema de producción que tenga el agricultor. En sistemas intensivos se tiende a la utilización de purines dada la facilidad de manejo y aplicación de los sistemas líquidos en comparación al sistema sólido. 



Aplicación de purines en pradera con equipo de aspersión.