



Ensilaje y medio ambiente

Abordamos el impacto que tiene el proceso de ensilaje en la emisión de gases y analizamos los principales factores que pueden intervenir: el tipo de forraje, la fermentación, el sellado o el deterioro aeróbico, como punto de partida para mejorar las prácticas de manejo y lograr un proceso más eficiente, rentable y sostenible con el medio ambiente.

M.ª Estela Uriarte Archundia, Ph.D.
Asesora técnica de SynBios y Silostop

INTRODUCCIÓN

La intensificación del manejo en los establos lecheros está asociada a una mayor demanda de energía y, por lo tanto, a mayores emisiones de gases de efecto invernadero.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) reporta que, de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, el 18 % corresponde al sector agropecuario, considerando toda la cadena productiva, desde el campo hasta la producción de alimento.

Las emisiones de gas de efecto invernadero de la producción de leche constituyen casi el 30 % del total de emisiones de la industria pecuaria. Del 70 al

85 % del total de emisiones asociadas con la producción y consumo de leche se atribuyen a actividades en el campo y en el establo.

El impacto ambiental está relacionado con la eficiencia de los sistemas de producción de leche, así es que las emisiones de gases de efecto invernadero dependen del manejo en el campo y el establo.

De los gases de efecto invernadero que afectan el cambio climático, el dióxido de carbono es el más abundante y el que más tiempo permanece en la atmósfera. Los gases de efecto invernadero emitidos en los establos lecheros incluyen dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

El ciclo de emisión de gases de efecto invernadero se inicia en el campo durante la producción de forrajes (combustible, fertilizantes y pesticidas) y en el establo las mayores fuentes son la

fermentación entérica del ganado (CH₄) y las relacionadas con el manejo del estiércol (CH₄ y NO₂).

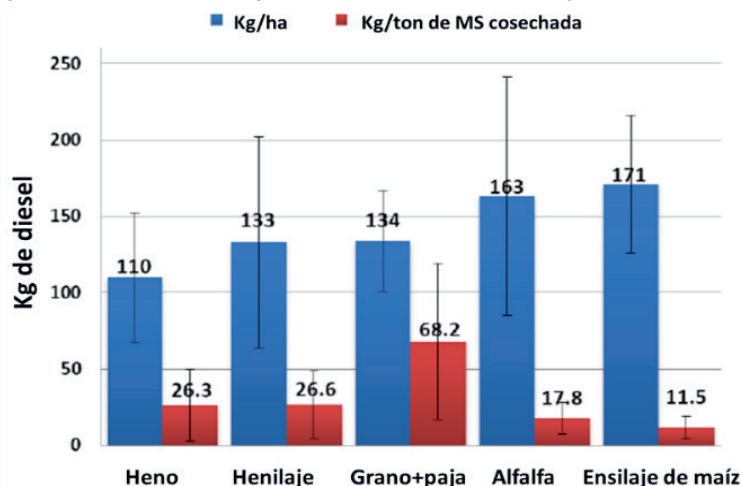
EL ENSILAJE Y LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El ensilaje es una práctica global esencial para la alimentación del ganado lechero y es un emisor de gases de efecto invernadero. Son pocos los estudios que han analizado la formación de CO₂, N₂O y CH₄ durante su elaboración. Son varios los factores que influyen en la emisión de gases de efecto invernadero. Los primeros están relacionados con el uso directo de energía (diésel, electricidad, gas...) y las fuentes secundarias incluyen maquinaria fertilizante, pesticidas y uso de plástico. El proceso de ensilaje contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero de diferentes maneras:



► EL USO DE ADITIVOS COMO INOCULANTES BACTERIANOS CONTRIBUYE A TENER UN MEJOR PROCESO DE FERMENTACIÓN, QUE SE TRADUCE EN MENORES PÉRDIDAS, MAYOR CONSERVACIÓN DE NUTRIENTES Y MENOR GENERACIÓN DE EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO

Figura 1. Consumo de diésel para la cosecha de diferentes forrajes



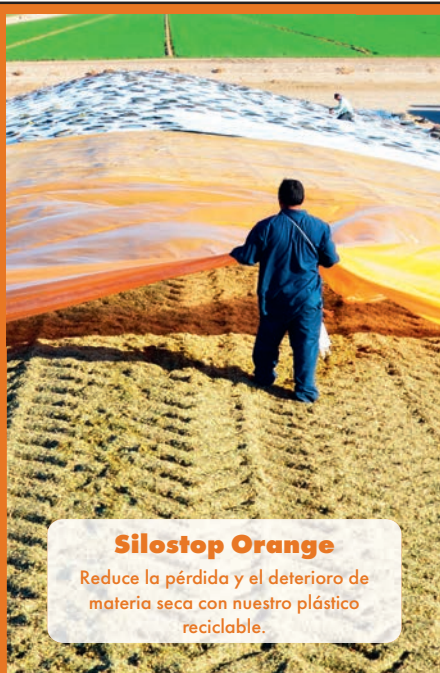
Adaptado de Todde et al., 2018

Tipo de forraje

El tipo de forraje puede afectar a las emisiones de gas de efecto invernadero. La producción de ensilaje requiere menos maquinaria y combustible, comparado, por ejemplo, con la alfalfa (figura 1).

Fermentación

Durante la fermentación bacteriana del ensilaje se producen gases de efecto invernadero (figura 2). ►►



Silostop Orange

Reduce la pérdida y el deterioro de materia seca con nuestro plástico reciclable.



Supacova Anti-UV

Cubierta reutilizable que protegerá su film de ensilaje contra los rayos UV.



Gravel bags

Elimina los neumáticos, es una solución más segura y más ecológica.

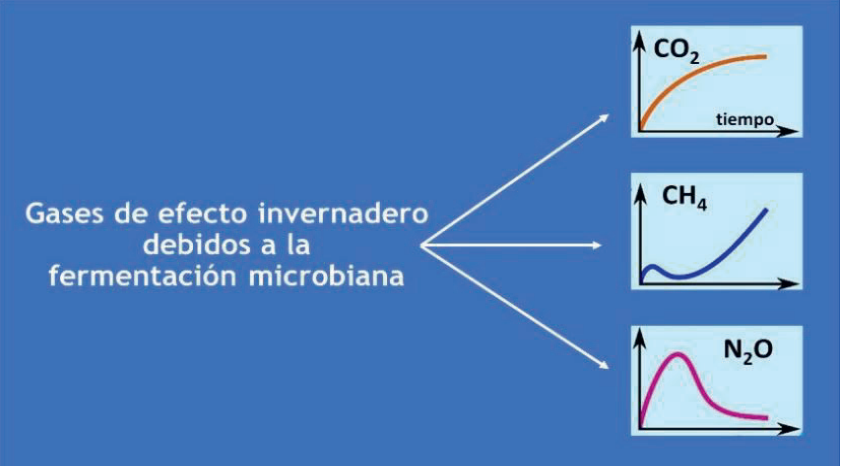
¡El sistema completo de protección del ensilado!

More silage, better silage, less plastic

SILOSTOP®
www.silostop.com

* Productos disponibles en distintos tamaños

Figura 2. Formación de gases durante el ensilaje



Adaptado de Schmithausen *et al.*, 2022

Cuadro 1. Efecto de la calidad de la fermentación de ensilaje de pasto (30 % MS) sobre la emisión de gases de efecto invernadero

	Buena conservación + aditivos	Moderada conservación sin aditivos
NEL, Mcal/kg MS	1,46	1,34
Nitrógeno amoniacal, % N total	10	13
Pérdidas durante la conservación MS %	5,12	7,69
ENL %	10,27	14,17
Emisiones de gas invernadero, kg de leche		
Energía relacionada con CO ₂	0,289	0,296
Óxido nitroso en equivalentes de CO ₂	0,197	0,198
Metano en equivalentes de CO ₂	0,519	0,516
Total equivalentes CO ₂	1,005	1,010

Adaptado de van Schooten y Philipsen, 2012

Una deficiente calidad de fermentación aumenta la emisión de gases de efecto invernadero (cuadro 1). El uso de aditivos como inoculantes bacterianos contribuye a tener un mejor proceso de fermentación, que se traduce en menores pérdidas, mayor conservación de nutrientes y menor generación de emisiones de efecto invernadero.

En ensilajes húmedos, como alfalfa con un bajo contenido de materia seca, hay una producción más rápida de CO₂; además, la formación de ácido butírico por clostridios contribuye a la formación de CH₄. Esto indica que una mala fermentación contribuye activamente a la formación de gases de efecto invernadero.

Sellado

En relación al plástico que se utiliza para el sellado de los silos, se estima que para silos trinchera se requieren

0,3 kg/t MS de forraje ensilado, para los silos bolsa 1,8 kg/t MS y para los silos en rollo 3,6 kg/t (Savoie y Jofriet, 2003). Se ha establecido que se producen 2,0 kg de emisiones de CO₂/kg de plástico utilizado (Garraín *et al.*, 2007; AMPE, 2008).

Deterioro aeróbico

Los gases producidos durante el proceso anaeróbico del ensilaje (CO₂, CH₄, N₂O) son liberados durante las primeras horas al abrir el silo (figura 3). Por otra parte, durante las siguientes horas continúa la emisión de gases, tanto compuestos orgánicos volátiles (metanol, etanol y acetato de etilo) como gases de efecto invernadero. Las emisiones de compuestos volátiles aumentan si la temperatura ambiente aumenta y representan una pérdida de nutrientes.

El deterioro aeróbico también aumenta la emisión de gases de efecto invernadero (cuadro 2).

► UNA MALA FERMENTACIÓN CONTRIBUYE ACTIVAMENTE A LA FORMACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Además de la emisión de gases de efecto invernadero, al ensilaje se le ha asociado con otra fuente de contaminación: el efluente. Los escurrimientos o el efluente de los silos son uno de los desechos agrícolas más contaminantes.

El efluente es considerado como una fuente potencial de contaminación del agua. Su reducción se consigue cosechando forrajes con un contenido >30 % de materia seca. ►►

GRUPO AGROAMB

SENTIDO DEL RECICLAJE

VENTAJAS

- ✓ Mejoran la estructura del suelo, drenaje, retención de agua y aireación, proporcionando un mejor ambiente de enraizamiento de las plantas.
- ✓ Poseen cualidades de liberación de nutrientes lenta. El material continúa su descomposición dentro del suelo, reduciendo la cantidad de nitrógeno y fósforo que puede originarse con los fertilizantes químicos.
- ✓ Mejoran la capacidad de trabajo de los suelos, especialmente arcillosos pesados.
- ✓ Mejoran la retención de agua en los suelos ligeros.
- ✓ Mejoran la resistencia a la compactación del suelo y a la erosión.
- ✓ Reducen la necesidad de fertilizantes artificiales.
- ✓ Regulan el pH del suelo, al aportar cal.

PRODUCTOS FERTILIZANTES

Su contenido en materia orgánica, nitrógeno y fósforo los hacen especialmente atractivos para la elaboración de fertilizante en el sector agroforestal. Entre sus variadas ventajas hay que destacar que mejoran la estructura del suelo, su grado de porosidad y la capacidad de retención de agua debido fundamentalmente al aporte de materia orgánica. Además, le proporciona al suelo nitrógeno, fósforo y potasio de liberación lenta, y, al aportar cal, permite regular el pH del suelo. AGROAMB tiene inscritos los diferentes productos fertilizantes que elabora en el Registro de Productos Fertilizantes del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

FERTILIZANTES AUTORIZADOS

CÓDIGO	TIPO	NOMBRE COMERCIAL
F0001757/2022	Fertilizante orgánico NPK de origen animal y vegetal	AGROTHAME ORGANITE START
F0001894/2022	Enmienda orgánica compost	AGROTHAME ORGANITE COMPOST
F0001895/2022	Enmienda orgánica compost	AGROTHAME ORGANITE COMPOST START
F0001896/2022	Enmienda orgánica húmica	AGROTHAME ORGANITE HUMICO START
F0001897/2022	Enmienda orgánica húmica	AGROTHAME ORGANITE HUMICO
F0001919/2023	Fertilizante órgano-mineral nitrogenado líquido	AGROTHAME ORGANITE N-LIQ
F0001925/2023	Fertilizante órgano-mineral NK líquido	AGROTHAME ORGANITE PURINE
F0001926/2023	Fertilizante órgano-mineral NP líquido	AGROTHAME ORGANITE LIQUID
F0001980/2023	Enmienda orgánica húmica	AGROTHAME ORGANITE HUMICO ZEN
F0002420/2025	Fertilizante órgano-mineral NPK	AGROTHAME ORGANITE AGRO
F0002421/2025	Fertilizante órgano-mineral NPK	AGROTHAME ORGANITE SULFAGRO
F0002422/2025	Enmienda orgánica húmica	AGROTHAME ORGANITE HUMOST



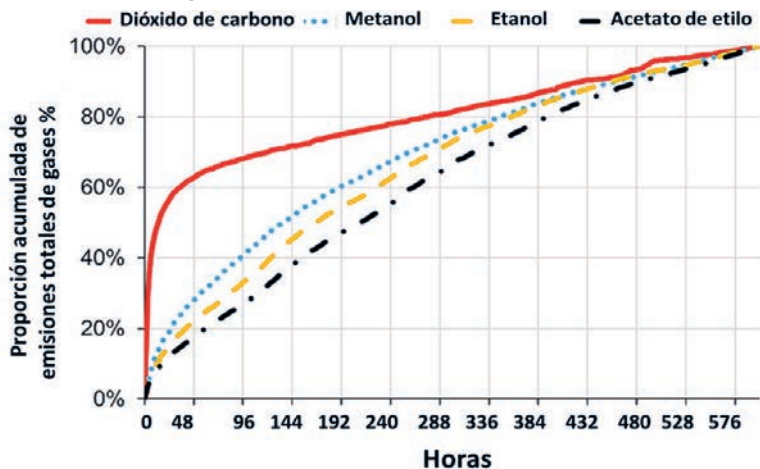
AGROAMB

Ponte de Outeiro, 10 | 27256 Castro de Rei (Lugo)

Teléfono (+34) 982 231 365 | Fax (+34) 982 240 534

E-mail agroamb@agroamb.com | Web www.agroamb.com

Figura 3. Emisiones de gases al abrir un silo



Adaptado de Krommweh et al., 2020

Cuadro 2. Efecto del deterioro aeróbico de ensilaje de pasto sobre la emisión de gases de efecto invernadero

	Sin deterioro aeróbico	Con deterioro aeróbico
NEL, Mcal/kg MS	1,49	1,45
Pérdidas por deterioro aeróbico MS %	0	6,5
ENL %	0	8,8
Pérdidas durante la alimentación MS %	3	7
Emisiones de gas invernadero, kg de leche		
Energía relacionada con CO ₂	0,289	0,303
Óxido nitroso en equivalentes de CO ₂	0,193	0,193
Metano en equivalentes de CO ₂	0,515	0,514
Total equivalentes CO ₂	0,998	1,011

Adaptado de van Schooten y Philipsen, 2012

CONCLUSIÓN

Un proceso de ensilaje más eficiente desde la cosecha hasta la alimentación no solo reduce las pérdidas y tiene un efecto positivo sobre el valor nutritivo del ensilado y el consumo del ganado, sino también en el rendimiento del rebaño y la rentabilidad de la empresa. Además, tiene una implicación ambiental, dado que se pueden generar menos emisiones de gases de efecto invernadero.

Identificar las fuentes y los factores asociados con la emisión de gases de efecto invernadero durante el proceso de ensilaje es el punto de partida con el fin de mejorar las prácticas de manejo para establecer un proceso más eficiente, rentable y con una menor afectación al medio ambiente. ■

BIBLIOGRAFÍA

Adom F, Maes A, Workman Ch, Clayton-Nierderman Z, Thoma G, Shonnard D. Regional carbon footprint analysis of dairy feeds for milk production in the USA. *Int J Life Cycle Assess* (2012) 17:520–534 DOI 10.1007/s11367-012-0386-y

AMPE. Eco-Profiles of the European Plastics Industry. Association of Polymer Manufacturers in Europe 2008 Brussels, Belgium. <http://lca.plasticseurope.org/main2.htm>

FAO. Emissions due to agriculture. Global, regional and country trends 2000–2018. FAOSTAT Analytical Brief Series No 18. 2020 Rome

Garraín D, Martínez P, Vidal R. LCA of thermoplastics recycling. In *Proc. 3rd International Conference of Life Cycle Assessment*. 2007. Zurich, Austria. <http://www.lcm2007.org/paper/168>.

Krommweh MS, Schmithausen AJ, Deeken HF, Büscher W, Maaack GC. A new experimental setup for measuring greenhouse gas and volatile organic compound emissions of silage during the aerobic storage period in a special silage respiration chamber. *Environmental Pollution*, Volume 267, 2020, 115513. ISSN 0269-7491. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115513>.

Martin NP, Russelle MP, Powell JM, Sniffen CJ, Smith SI, Tricarico JM, Grant RJ. Invited

► ADEMÁS DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, AL ENSILAJE SE LE HA ASOCIADO CON OTRA FUENTE DE CONTAMINACIÓN: EL EFLUENTE, UNO DE LOS DESECHOS AGRÍCOLAS MÁS CONTAMINANTES

review: Sustainable forage and grain crop production for the US dairy industry. *J. Dairy Sci.* 100:9479–9494 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13080>

Rotz CA, Montes F, Chianese DS. The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment. *J. Dairy Sci.* 93:1266–1282 doi: 10.3168/jds.2009-2162

Savoie P, Jofriet JC. Silage storage. Pages 405–467 in *Silage Science and Technology*. Buxton DR, Muck RE, Harrison JH, ed. Agronomy monograph 42. 2003. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Schmithausen AJ, Deeken HF, Gerlach K, Trimborn M, Weiß K, Büscher W, Maaack GC. Greenhouse gas formation during the ensiling process of grass and lucerne silage. *Journal of Environmental Management*, Volume 304, 2022, 114142. ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114142>.

Todde G, Murgia L, Caria M, Pazzona A. A Comprehensive Energy Analysis and Related Carbon Footprint of Dairy Farms, Part 1: Direct Energy Requirements. *Energies* 2018, 11, 451; doi:10.3390/en11020451

van Schooten HA, Philipsen AP. Grass silage management affecting greenhouse gas emissions and farm economics. In *Proceedings XVI International Silage Conference*, Helsinki, Finland, 2–4 July 2012. 2012. p. 126–127



Los precios de los fertilizantes se disparan, pero la ayuda está al alcance de la mano

El precio del fertilizante es motivo de preocupación para muchas personas y no hay señales de mejora en el horizonte. Sin embargo, para todos los granjeros que generan purines, existe la oportunidad de ahorrar en los costes de los fertilizantes comerciales.

Muchos agricultores llevan varios años utilizando Active NS, un aditivo para mezclar con los purines. En pruebas documentadas, se ha demostrado que el producto añade entre 1 y 2 kg de N adicionales por tonelada de purín.

Si todavía no ha probado Active NS, el procedimiento es bastante sencillo. Comience por añadir 20 g de Active NS por cada tonelada de purín en la balsa. Cuando ésta esté llena y haya que vaciarla, es importante agitarlo bien antes de retirar y esparcir los purines por los campos. Después de vaciar la balsa de purines, siga utilizando el producto exclusivamente en las unidades de alojamiento. En este caso, también hay que añadir 20 g de Active NS por tonelada de purín directamente en las fosas de cada nave. El polvo puede agregarse entre las rejillas de las fosas o mezclarse con el agua y verterse directamente. Cuando la balsa esté de nuevo llena, agítela bien antes de retirar y esparcir los purines en los campos.

Los cálculos muestran que al principio se pueden obtener 350 g más de N por tonelada en la balsa de purines. Las grandes ganancias, del orden de 1-2 kg más de N por tonelada de purín, solamente se comenzarán a ver cuando se empiece a utilizar el producto a largo plazo en las unidades de alojamiento.

El coste total del uso de Active NS se recupera fácilmente, ya que el producto fija el nitrógeno en el purín. Consulte el gráfico de precios que viene a continuación:

¿Sabe cuánto vale su purín?

■ Active NS produce 350 g más N por tonelada en el tanque de purín

350 g más de N por tonelada corresponde a un precio adicional de	€	0,85
El precio de utilizar Active NS por tonelada es de	€	0,28
Valor añadido total de	€	0,57

■ Active NS produce 1-2 kg más de N por tonelada en la unidad de alojamiento

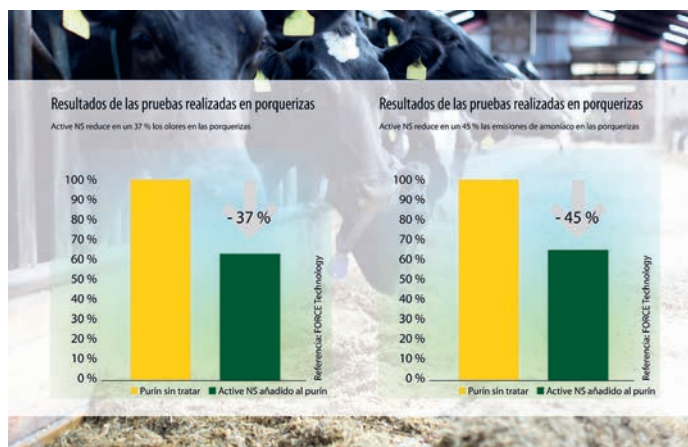
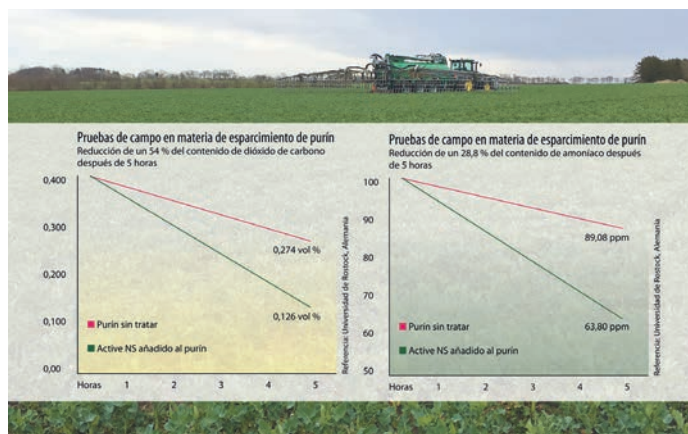
1 kg más de N por tonelada corresponde a un precio adicional de	€	2,42
El precio de utilizar Active NS por tonelada es de	€	0,28
Valor añadido total de	€	2,14
1,5 kg más de N por tonelada corresponde a un precio adicional de	€	3,63
El precio de utilizar Active NS por tonelada es de	€	0,28
Valor añadido total de	€	3,35

Actualmente, el N cuesta 2,42 euros por kilogramo

Los precios se basan en un precio de coste de 150 € por saco Active NS (10 Kg)

BENEFICIOS ADICIONALES DE ACTIVE NS

También se obtienen beneficios adicionales al añadir Active NS a los purines. Se consigue un mejor entorno en las naves, lo que beneficia tanto a los animales como a las personas, y se logra una mejor fluidez en los canales y fosas de purín. La balsa de purín es más fácil de agitar y hay menos olor procedente de los purines cuando se esparcen por los campos. Además, contribuirá a mejorar el medio ambiente, ya que se emite menos CO₂.



Por ello, resulta rentable optimizar los purines añadiendo Active NS, porque puede ayudar a reducir los elevados precios de los fertilizantes.

Vea aquí cómo utilizar el producto:



Active NS es un producto elaborado por www.fcsi.dk y vendido en España a través de www.deplan.es. Nuestro distribuidor en Galicia para ganado vacuno de leche es Planet Agricole, S.L. (+34 629 861 985)

Si desea convertirse en distribuidor, póngase en contacto con nosotros en info@deplan.es.

José Manuel Hernández: +34 699 069 536

FCSI

DEPLAN