

# Claves para la selección de MTD



## En explotaciones ganaderas intensivas

En este artículo se repasan aspectos importantes a la hora de seleccionar qué Mejores Técnicas Disponibles (MTD) pueden ser más adecuadas considerando las particularidades de cada explotación. Su efecto y coste asociado va a depender principalmente del tamaño de la explotación, del manejo a lo largo de todo el proceso de producción y de las condiciones climáticas en las que se desarrolla la actividad. Por lo tanto, la utilización de modelos e indicadores es de gran interés para comparar y evaluar qué combinación de técnicas permite alcanzar los objetivos de reducción de emisión requeridos de la forma más eficaz. En concreto, emplearemos conceptos como el coste-efectividad, que relaciona la mejora ambiental y los costes asociados para cada escenario de MTD planteado (euros/kg de contaminante reducido) y se mostrarán varios ejemplos prácticos en este sentido, incluyendo el uso de la herramienta Batfarm Software.

Maite Aguilar Ramírez, Lucía Cordovín Arandia, José Andrés Íñigo Basterra

INTIA

### ¿QUÉ SON LAS MTD?

Las explotaciones ganaderas de gran tamaño sometidas a la Directiva IPPC (recientemente incorporada a la Directiva sobre Emisiones Industriales 2010/75/EU) están obligadas a presentar en la Administración un documento (Autorización Ambiental Integrada) en el que tienen que indicar las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que van a implementar para reducir su impacto en el medioambiente. Las MTD son aquellas técnicas o procedimientos que han demostrado a escala real su eficacia medioambiental en la reducción de emisiones contaminantes y en el consumo de recursos en condiciones económica y técnicamente viables. Es decir, son técnicas que buscan evitar, reducir y contro-

lar las emisiones (amoníaco, metano, óxido nítrico), los consumos (agua, pienso, energía) y la contaminación de aguas y suelos (correcta gestión estiércoles y purines).

A la hora de su elección debe considerarse todo el proceso productivo (alojamientos y gestión posterior de estiércoles y purines), adaptándose a cada situación particular/ambiente receptor, siendo preferenciales las medidas que permitan reducir el volumen y la carga de los contaminantes desde las primeras etapas. Las técnicas propuestas resultan de la aplicación de:

- Buenas prácticas ambientales.
- Técnicas nutricionales.
- Mejoras en el diseño y manejo de los alojamientos del ganado.
- Mejoras durante el almacenamiento de estiércoles y purines.
- Tratamiento de estiércoles y purines en granja cuando sea necesario.
- Técnicas de ahorro de agua y de energía.
- Adecuada gestión agrícola de estiércoles y purines.

Las MTD se describen en un documento de referencia europeo conocido como BREF que puede descargarse de la web <http://www.prtr-es.es/documentos/documentos-mejores-tecnicas-disponibles>. Igualmente pueden consultarse las guías de MTD publicadas por el MAGRAMA en <http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/publicaciones>.

## COSTE-EFECTIVIDAD

Aunque existe un gran número de MTD definidas en los documentos de referencia citados anteriormente, su idoneidad, efectividad y costes relacionados varían sustancialmente. Incluso una misma técnica puede tener efectos diferentes dependiendo de la explotación (tamaño, manejo en las diferentes etapas: alojamiento, almacenamiento, aplicación a campo).

El coste-efectividad se expresa como la diferencia de coste asumida al implementar ciertas técnicas respecto a la situación de referencia (sin técnicas) por unidad de contaminante reducida respecto a dicha situación de referencia (p.e. euros/kg de amoníaco abatido). El cálculo del coste efectividad para cada explotación particular es crucial a la hora de decidir qué técnicas son las más convenientes en cada caso, ya que generalmente se va a tender a priorizar aquellas opciones de mitigación relativamente simples, eficaces y con bajos costes adicionales que permitan alcanzar los objetivos de reducción requeridos. De este modo, se contribuye a optimizar

los recursos de las explotaciones, minimizando su impacto ambiental, asegurando su eficiencia y sostenibilidad en el tiempo.

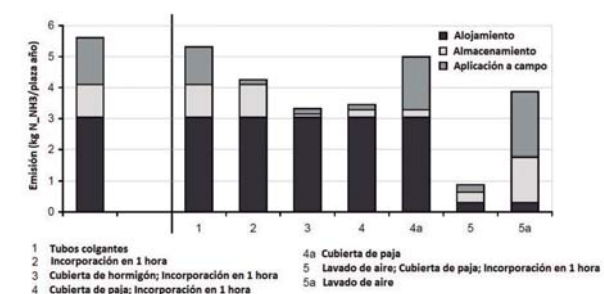
El cálculo del coste efectividad tiene que hacerse a lo largo de todo el proceso productivo, ya que la reducción conseguida con una técnica influye en la cantidad de nitrógeno disponible y por lo tanto, en el potencial de emisiones amoniacales de la fase siguiente. P.e. si se reducen las emisiones amoniacales en el alojamiento con un vaciado frecuente, una mayor cantidad de amonio alcanzará la balsa, incrementándose las emisiones en el almacenamiento y perdiendo parte de la reducción conseguida en el alojamiento. Al mismo tiempo, si se implementaran en ese caso técnicas de reducción en el almacenamiento, serían más costo-efectivas.

El **Gráfico 1** muestra un ejemplo de coste-efectividad para una explotación de cebo porcino (1.000 plazas, almacenamiento 1.000 m<sup>3</sup>) tomado de un estudio realizado por el KTBL Alemán (Döhler et al., 2011). Se puede ver cómo las técnicas en aplicación a campo (tubos colgantes, incorporación temprana) son costo-efectivas incluso de forma individual, puesto que actúan en la última fase del proceso productivo. Sin embargo, el lavador de aire y la cubierta de paja pierden su efectividad si no se implementan otras medidas en las etapas siguientes. La combinación de técnicas en todos los estadios consigue la máxima reducción de la emisión.

Por lo tanto, para modelizar todas estas interacciones y combinaciones entre diferentes MTD, las explotaciones deben estudiarse a lo largo de todas las fases de producción (alojamiento, almacenamiento y aplicación campo). Herramientas como Batfarm Software pueden ayudarnos en esta labor.

Gráfico 1. Implementación de técnicas individuales y combinadas para la reducción de las emisiones amoniacales

	1	2	3	4	4a	5	5a
<b>Coste-Efectividad (Euros/kg NH<sub>3</sub>)</b>	1,39	0,75	0,88	0,64	0,58	3,41	8,46
<b>Costes adicionales (Euros/plaza año)</b>	0,51	1,23	2,45	1,67	0,44	19,58	17,91
<b>Reducción emisión (%)</b>	5	24	41	38	11	84	31



Fuente: Döhler et al., 2011. Disponible en: <http://www.uba.de/uba-info-medien/4207.html>

## BATFARM SOFTWARE

Herramienta desarrollada durante el proyecto Interreg Batfarm por INTIA, NEIKER (País Vasco), Instituto Superior de Agronomía (Portugal), IRSTEA (Francia), Glasgow Caledonian University (Escocia) y Teagasc (Irlanda). Su objetivo es simular el efecto de diferentes MTD sobre el balance de nutrientes y las emisiones en explotaciones ganaderas, considerando el manejo y las condiciones climáticas particulares de las mismas. El modelo permite comparar diferentes situaciones ayudando de esta forma a la selección de las estrategias más convenientes en cada caso.

El tipo de explotaciones consideradas son de ganado porcino, gallinas ponedoras, pollos de engorde y vacuno leche. Se contemplan todas las fases del sistema de producción: alojamientos, pastoreo y gestión de estiércoles y purines (almacenamiento, tratamiento y aplicación en campo).

La herramienta permite incorporar, entre otras, las siguientes técnicas ambientales:

- Diferentes estrategias nutricionales (ajuste de proteína y fósforo).
- En alojamientos: diferentes tipos de suelo, extracción frecuente del purín, diseños de fosa, lavadores de aire, secado de gallinaza, distintos tipos de bebedero, de material de cama, etc.
- Combinaciones de tratamientos: separación, tratamiento aeróbico, digestión anaerobia, decantación, compostaje.
- Cubiertas y aditivos en almacenamiento.
- Diferentes equipos de aplicación en campo (tubos colgantes, inyectoros) e incorporación rápida después de la aplicación.

La información más relevante que proporciona es:

- Producción animal (peso vivo, huevos, leche).
- Consumo de pienso y agua en los alojamientos.
- Emisiones de amoníaco, nitrógeno y metano.
- Producción y composición de estiércoles y purines.
- Nutrientes en el suelo (tras aplicación).
- Efecto sobre Indicadores Fecales.

Es importante destacar que el Batfarm Software se basa, siempre que sea posible, en datos experimentales propios, realizados bajo nuestras condiciones de producción con el objeto de proporcionar a los usuarios los resultados lo más adaptados posible a su realidad.

En el artículo de Navarra Agraria "Batfarm Software: Una he-

rramienta de apoyo en la selección de MTD en explotaciones ganaderas intensivas" (Revista N° 207, 2014) se puede encontrar más información en cuanto a sus funciones y utilidades. Mencionar que Batfarm Software es de uso libre y se encontrará próximamente disponible en la web de INTIA ([www.intiasa.es](http://www.intiasa.es)).

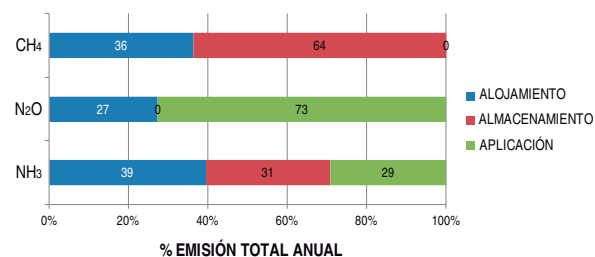
En el siguiente apartado, se muestra un ejemplo de cómo esta herramienta puede ayudarnos a simular el efecto combinado de diferentes MTD sobre las emisiones y consumos en la explotación, paso necesario para el análisis de coste-efectividad de los diferentes escenarios planteados.

## BATFARM SOFTWARE EN USO

Supongamos una explotación de ciclo cerrado en clima mediterráneo continentalizado, con 500 cerdas alojadas, 2.000 plazas de precebo (5-22 kg) y 4.300 de cebo (22-110 kg). En la situación de referencia se utiliza alimentación estándar en todos los casos y bebederos de cazoleta en precebo y cebo. El suelo es en emparrillado total, las fosas de los alojamientos de lactación se vacían una vez al mes y la gestación está provista de nebulizadores. Todo el purín producido en la explotación se almacena en una balsa descubierta de 12.000 m<sup>3</sup> y 4.800 m<sup>2</sup> y se aplica en abanico sobre superficie arable de julio a octubre (35 t/ha).

Los resultados del modelo muestran cómo la mayor parte de la emisión en los alojamientos sucede en los cebaderos (83% del amoníaco y 77% del óxido nítrico y del metano); por lo tanto, estas instalaciones serían prioritarias a la hora de implementar MTD efectivas en las naves. En el global de la explotación, la emisión de amoníaco es bastante similar en todas las etapas, mientras que la mayor parte del óxido nítrico se volatiliza durante la aplicación y el metano durante el almacenamiento (**Gráfico 2**).

Gráfico 2. Distribución de la emisión en la granja de referencia



En la **Tabla 1** se muestran las MTD simuladas en 3 escenarios alternativos planteados como ejemplo para esta granja de referencia.

Tabla 1. Implementación de técnicas individuales y combinadas para la reducción de las emisiones amoniacaes

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN MTD
REF	SITUACIÓN DE REFERENCIA
TU	Aplicación a campo con tubos colgantes
NUT	Tolva húmeda, 2 piensos con Aminoácidos Sintéticos+Fitasas. Vaciado frecuente (semanal) en el 50% de los alojamientos de gestación. Cubierta flotante impermeable en almacenamiento. Aplicación a campo con tubos colgantes.
DA	Digestión anaeróbica + Separación (prensa tornillo). Aplicación fase líquida en campo: Tubos colgantes. Aplicación fase sólida en campo: Esparcidor.

La mayor reducción de emisiones de amoniaco y óxido nitroso se consigue en el escenario NUT con un 40% y un 17% respectivamente, en comparación con REF (Gráfico 3). Las estrategias nutricionales implementadas en NUT disminuyen la cantidad de nitrógeno y fósforo excretado. Además, las MTD posteriormente implementadas a lo largo de todo el proceso productivo (alojamiento, almacenamiento y aplicación a campo), reducen las emisiones en las siguientes fases consiguiéndose la mayor eficiencia en el uso del nitrógeno (el 64% del nitrógeno excretado alcanza el suelo) (Tabla 2).

El manejo nutricional es fundamental tanto en el rendimiento animal como en la estrategia ambiental de las explotaciones. Al disminuir la ingesta y excreción de nutrientes (nitrógeno y fósforo), sin comprometer el rendimiento y bienestar animal, podemos reducir las emisiones totales de la explotación. El precio de las materias primas ricas en proteínas (soja) y de los aminoácidos, va a condicionar el coste final de la alimentación baja en proteínas respecto de la alimentación estándar, pudiendo ser en algunas situaciones incluso inferior.

En cualquier caso, el incremento en el gasto de alimentación que se pudiera llegar a producir con una alimentación baja en proteínas, se puede compensar total o parcialmente por la reducción en el consumo de agua y en el manejo de purines (menor capacidad de almacenamiento requerida y número de cisternas). En el ejemplo anterior, en NUT el consumo de agua en el cebo cae de 10.284 m<sup>3</sup>/año en REF a 6.825 m<sup>3</sup>/año, la cantidad de purín a manejar es menor que en el resto de escenarios y los nutrientes se encuentran más concentrados (Tabla 2).

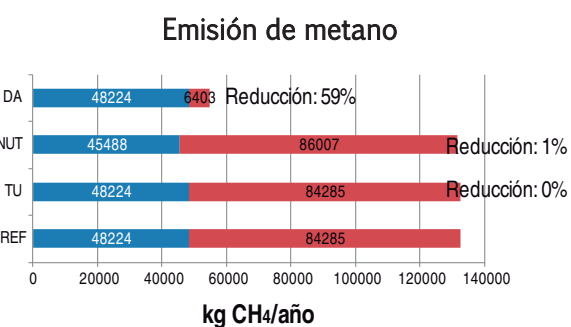
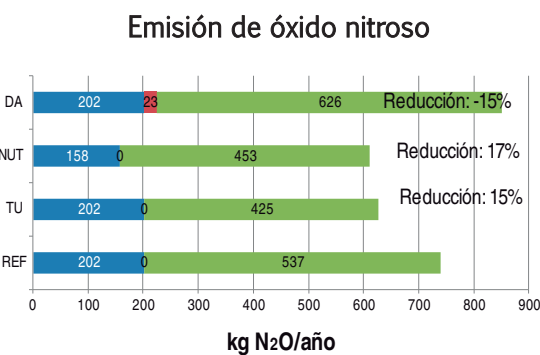
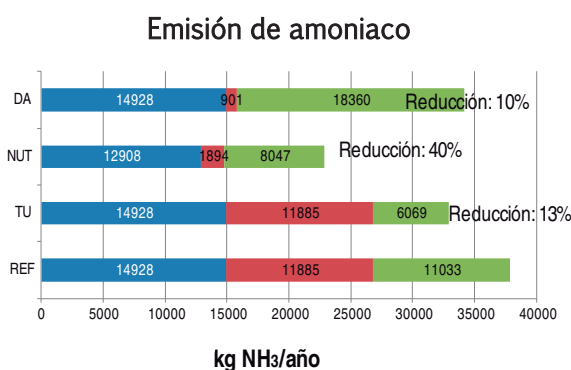
Como se mostró en el estudio del KTBL, los tubos colgantes, al actuar en la última fase de producción (aplicación en campo), es una técnica por sí sola eficiente (escenario TU). Al reducir las emisiones amoniacaes durante la aplicación se incrementa la cantidad de nitrógeno que llega al suelo y por

lo tanto el poder fertilizante del material.

El escenario DA reduce la emisión de metano pero no es muy eficiente para las emisiones amoniacaes e incluso incrementa las de óxido nitroso en comparación con REF. En este caso, la cantidad de nitrógeno amoniacal susceptible de volatilizarse en la aplicación a campo es más elevada que en otras situaciones.

Gráfico 3. Distribución de las emisiones en los diferentes escenarios

■ ALOJAMIENTO ■ ALMACENAMIENTO ■ APLICACIÓN



Por lo tanto, técnicas que reduzcan fuertemente la emisión durante la aplicación resultan en DA de gran interés. De hecho, incorporando el purín en el suelo antes de 4 horas tras la aplicación con tubos colgantes conseguiría una reducción del 46% y del 27% en la emisión de amoniaco y de óxido nitroso, respectivamente, en comparación con REF, alcanzando un 72% del nitrógeno excretado al suelo.



Tabla 2. Composición del purín producido y de los nutrientes en el suelo para los diferentes escenarios

	PARÁMETRO	UNIDAD*	REF	TU	NUT	DA (Fase líquida)	DA (Fase sólida)
	<b>MATERIAL ANTES DE LA APLICACIÓN</b>	Cantidad	t	11.946	11.946	8.678	10.907
Materia Seca		%	1,9	1,9	2,8	1,4	36,4
Materia Orgánica		%	1,6	1,6	2,2	1,2	26,5
Nitrógeno Total		kg/t	3,5	3,5	4,7	4,4	12,6
Nitrógeno Amoniacal		kg/t	2,9	2,9	3,9	3,8	6
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		kg/t	2,7	2,7	2,6	2,3	36,8
Potasio (K <sub>2</sub> O)		kg/t	2,7	2,7	3,7	2,9	4,8
Cobre		g/t	11,9	11,9	16,4	12,2	47,2
Zinc		g/t	44,9	44,9	61,8	44,9	251,7
<b>NUTRIENTES EN EL SUELO TRAS LA APLICACIÓN</b>	PARÁMETRO	UNIDAD*	REF	TU	NUT	DA	
	Nitrógeno Total	t/año	32,6	36,7	34,1	35,1	
	Nitrógeno Total en suelo respecto a excretado	%	51	57	64	55	
	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	t/año	32,2	32,2	22,4	32,2	
	Potasio (K <sub>2</sub> O)	t/año	32,5	32,5	32,5	32,5	

\*Sobre materia fresca

Este aspecto es hasta más remarcable cuando se añaden co-productos a la metanización, puesto que aportan más nitrógeno al digestato. El interés de añadir co-productos reside en que se incrementa la cantidad de biogás producido en el reactor y en algunos casos también conlleva retribuciones por la gestión de residuos. Por ejemplo, si en el escenario DA se añaden 4.500 t de restos vegetales y de frutas al reactor, la volatilización de amoníaco durante la aplicación pasaría de 18.360 a 24.085 kg/año, siendo para el global de la explotación un 8% más elevada que en REF.

En el caso del óxido nitroso, el incremento sería del 64% res-

pecto a REF. En cuanto a la producción de energía, si consideramos un consumo eléctrico de 983 kWh/cerda al año, de los que 747 kWh corresponderían a electricidad (Marcon M. 2008. "L'énergie dans les bâtiments d'élevage porcin". 8ème édition de la Journée des Productions Porcines et Avicoles, 42 pp.), según el modelo en la situación DA se produciría energía suficiente para 531 cerdas (Producción eléctrica: 396.591 kWh/año; Calor disponible: 148.722 kWh/año). Con las 4.500 t de co-producto según el modelo se incrementarían a 1.015.782 kWh/año la energía eléctrica producida y a 380.918 kWh/año el calor disponible.

## CONCLUSIONES FINALES

- El efecto de las MTD va a ser específico para cada explotación dependiendo principalmente del tamaño, las condiciones climáticas y el manejo. A la hora de seleccionar cuál es la mejor opción de MTD en una explotación particular es importante tener una visión integrada de nuestra explotación considerando el efecto combinado de las técnicas a lo largo de todas las etapas de producción, valorando su aplicabilidad en las rutinas de trabajo y calculando además el coste-efectividad ambiental asociado.
- Como hemos visto, tanto la valoración ambiental (% reducción contaminante) como los costes adicionales, tienen que calcularse a lo largo de todo el proceso, considerando para cada escenario cómo varía p.e. la cantidad de purín a manejar, las UF en el suelo, etc. A la hora de valorar los costes es importante tener información sobre la rentabilidad sector (costes de producción, márgenes, inversión asumible) y que se expresen en unidades comprensibles (p.e. en lugar de por plaza o por m<sup>3</sup> de purín, por kg de carne producido). Es asimismo fundamental tener una visión total de la explotación. Puesto que los recursos son limitados resulta primordial buscar dónde es más rentable realizar el esfuerzo reducción/emisión y calcular el coste-efectividad para diferentes escenarios (euros invertidos por cada kg de contaminante reducido). Para esta evaluación global, herramientas como **Batfarm Software** resultan de gran utilidad.
- En cualquier caso, es muy recomendable a la hora de interpretar y valorar los resultados proporcionados por el programa, contar con asesoramiento técnico profesional. En este sentido INTIA ofrece un servicio de Autorización Ambiental Integrada para asesorar y ayudar a las explotaciones con esta obligación legal a cumplir con los compromisos y requerimientos adquiridos. (**Más información: Javier Labairu, jlabairu@intiasa.es**)