

Estudio de un lavador de aire en una nave de gestación porcina

MAITE AGUILAR Y ALBERTO ABAIGAR (ITG GANADERO), PILAR MERINO (NEIKER TECNALIA),
FERNANDO ESTELLÉS Y SALVADOR CALVET (UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA)

La legislación europea actual obliga a las explotaciones intensivas de ganado porcino de mayor tamaño a incorporar una serie de técnicas para reducir las emisiones de gas amoníaco y gases de efecto invernadero; son las llamadas MTDs (Mejores Técnicas Disponibles). El "lavado de aire" mediante un sistema de filtros constituye una de estas técnicas.

Estudios previos llevados a cabo en otros países europeos de clima más frío con lavadores de aire, muestran una gran variabilidad en las eficiencias de retención. Sin embargo, no existen estudios sobre su comportamiento en nuestras condiciones climáticas y de producción.

EL ITG Ganadero está realizando un estudio de la técnica de lavado de aire en la explotación de ganado porcino SAT URRRA, ubicada en Zurucuain (Navarra), en el municipio de Yeri, concretamente, en una nave de gestación. El objetivo del estudio es conocer la eficacia medioambiental de esta técnica en la reducción de emisiones, así como determinar los costes de su implantación y la forma de funcionamiento más óptima, de cara a poder asesorar a las granjas de porcino que se estén planteando incorporar esta técnica.

Entre los primeros resultados, podemos afirmar que el lavado de aire reduce significativamente la concentración de amoníaco en el aire en una media del 74%. Sin embargo, también se produce una emisión neta de óxido nítrico por parte del lavador. El óxido nítrico es un gas de gran efecto invernadero, y esto habrá que tenerlo muy en cuenta a la hora de valorar los efectos medioambientales de la instalación.

En la época del estudio (octubre de 2009) el coste del sistema de lavado, considerando los gastos de funcionamiento, era de 23 euros por cerda y año.

El gas amoníaco, los gases de efecto invernadero, el olor y el polvo constituyen las mayores fuentes de contaminación atmosférica procedentes de las explotaciones ganaderas intensivas de gran tamaño. La mayor parte de estos contaminantes aéreos proceden de la degradación de los purines, aunque existen otras fuentes como los alimentos y el propio metabolismo animal.

Para minimizar estos efectos medioambientales, la legislación europea obliga a las explotaciones intensivas de mayor tamaño a incorporar una serie de técnicas para disminuir sus emisiones, son las denominadas Mejores Técnicas Disponibles (MTDs). La legislación española considera las MTDs técnicas o procedimientos que sin comprometer la viabilidad y la competitividad económica de las explotaciones permiten alcanzar, en cada momento, los mayores niveles de protección del medio ambiente. (Directiva 96/61/CE, transpuesta al ordenamiento jurídico español por la Ley 16/2002, de 1 julio, de Prevención y Control Integrado de la Contaminación).

El lavado de aire es una MTD definida como de final de proceso ("end of pipe"). Consiste en hacer pasar el aire extraído de las naves ganaderas por un lecho de filtros húmedos, donde ciertos contaminantes, como el amoníaco, el polvo y los olores, son retenidos.

En comparación con otras técnicas de reducción de emisiones, como las que intervienen en la alimentación o en los

diseños de los alojamientos, las técnicas de final de proceso pueden conseguir una elevada reducción en las emisiones amoniacales, pero están limitadas a instalaciones con ventilación forzada. Estudios previos llevados a cabo en otros países europeos con lavadores de aire, muestran una gran variabilidad en las eficiencias de retención de amoníaco, del 45 al 90%. En cuanto a olores, se le atribuyen reducciones de en torno al 45%. Los niveles de retención de polvo en suspensión encontrados son también importantes, entre el 50 y el 90%.

El clima predominante en la Península Ibérica es el mediterráneo, cuyas características lo diferencian notablemente del clima continental centroeuropeo, donde se ha generado la mayor parte de la información disponible sobre emisiones. Según los estudios llevados a cabo en otros países, la técnica de lavado de aire puede conseguir una elevada reducción en las emisiones amoniacales, sin embargo, se desconoce la eficiencia y los costes de funcionamiento que puede tener en nuestras condiciones climáticas, en principio con mayores tasas de volatilización de gases y agua, mayores necesidades de ventilación en naves y, posiblemente, mayores ratios de emisión de gases por cabeza de ganado, que en países con climas más fríos. Precisamente, este trabajo desarrollado por ITG Ganadero en colaboración con otras entidades, supone el primer estudio de esta técnica en nuestras condiciones climatológicas y de producción.

Figura 1. Torres de lavado



Objetivos

El objetivo de este trabajo es estudiar la técnica de lavado de aire centrándose en los siguientes aspectos:

- Eficacia en la reducción de emisiones de amoníaco, metano, óxido nítrico y dióxido de carbono de la técnica de lavado de gases.
- Costes de implantación y de mantenimiento del sistema.
- Optimización de su funcionamiento.

Material y Métodos

La experiencia se llevó a cabo en la explotación de ganado porcino SAT URRRA, ubicada en Zurucuain (Navarra), en el municipio de Yerri.

Concretamente el estudio se llevó a cabo en una nave de gestación de 2.186 m². El edificio está equipado con dos torres de lavado iguales (figura 1) y ventilación centralizada (figura 2). El aire fresco entra a la nave donde se mezcla con el aire interior, atraviesa el emparrillado pasando por encima de las fosas de purín y finalmente se extrae por un sistema de conductos ubicados bajo los pasillos de manejo. El aire sucio es conducido de esta forma a las torres de lavado donde se realiza la limpieza del aire.



Figura 2. Circuito del aire en la nave de gestación

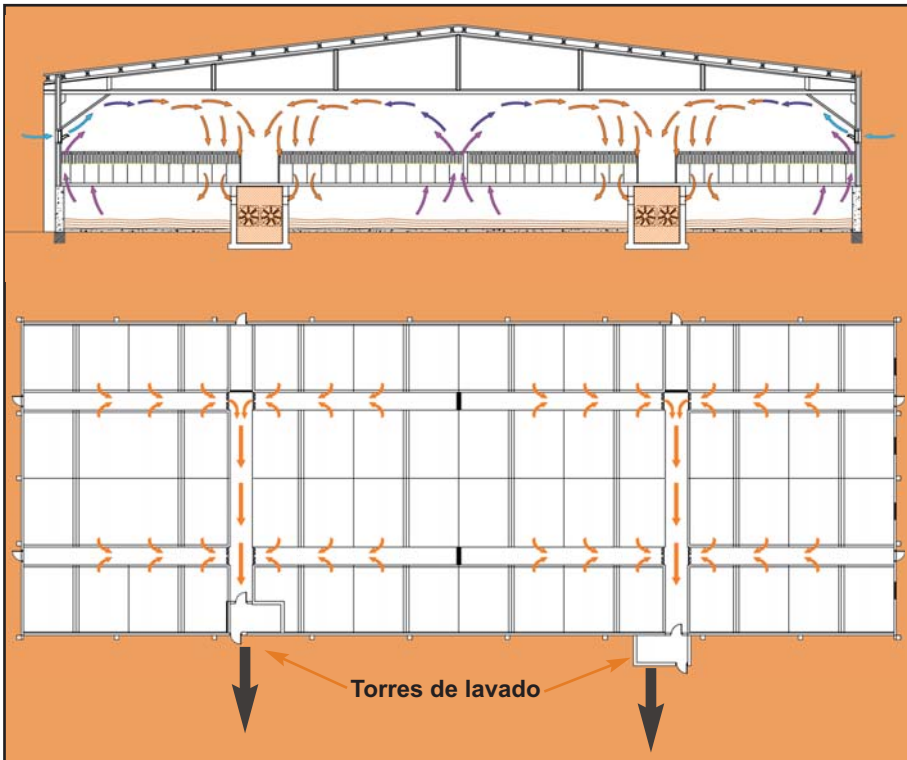


Figura 3. Esquema del lavador

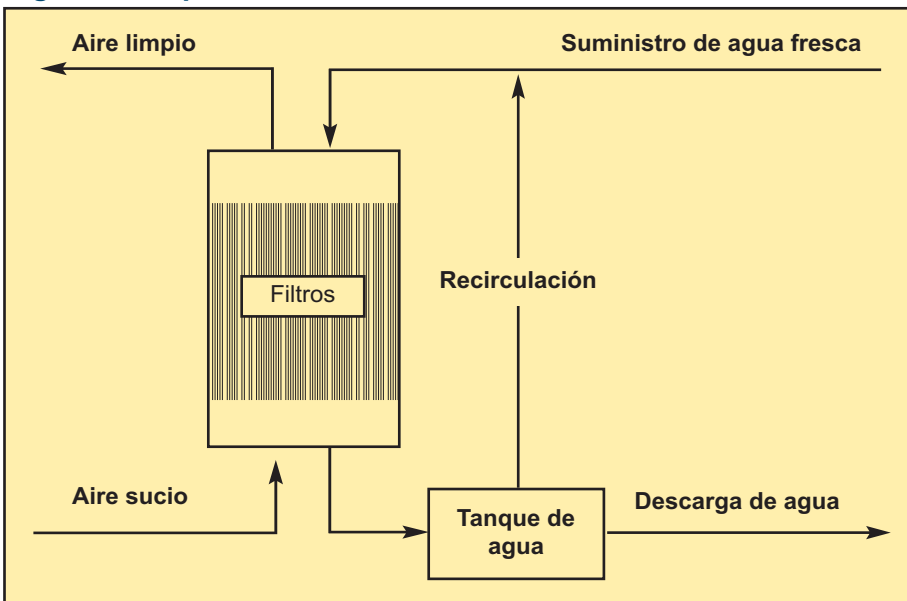


Tabla 1. Especificaciones del lavador

Tipo de material de los filtros	Inorgánico	
Medidas interiores del lecho (ancho x largo x alto)	m	2,40 x 4,50 x 1,8
Superficie específica de contacto del lecho	m ² /m ³	80
Tiempo de contacto (100% ventilación)	s	1
Tipo de lavador	Contra corriente	
Recirculación de agua	Continua	
Volumen del tanque de agua	m ³	3,45
Cantidad de agua recirculada	m ³ /h	25
Control de la descarga de agua	Por tiempo	

El esquema del funcionamiento del lavador se muestra en la figura 3. Una fracción del agua es recirculada continuamente de forma que los filtros se mantengan siempre húmedos. Existe además la posibilidad de programar descargas periódicas del agua recirculada a las fosas de purín situadas dentro de la nave. Durante el estudio se realizaron descargas semanales de parte del agua de lavado, de aproximadamente el 40% de la capacidad máxima del tanque.

El consumo de agua de la instalación se compone del agua aportada tras las descargas programadas y del agua evaporada. El consumo energético de las torres de lavado proviene de las bombas de recirculación y descarga, y de la ventilación adicional necesaria para compensar la pérdida de carga originada por el lavador.

En la tabla 1 se muestran las especificaciones del lavador y en las fotos inferiores pueden verse uno de los lavadores y el material inerte utilizado en los filtros.



La toma de datos se realizó durante octubre de 2009 y tuvo una duración de 28 días. La concentración de amoníaco, metano, óxido nítrico y dióxido de carbono se midió de forma continua antes y después del lavado de aire en una de las torres utilizando un analizador de gases propiedad del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM).

Además se llevaron a cabo medidas en el agua de lavado que consistieron en la determinación del volumen de agua en el tanque de lavado y la toma de muestras de agua representativas para su análisis en el laboratorio.

Los consumos de agua y de luz de las torres durante el estudio, fueron registrados mediante contadores.



Para determinar el coste de la MTD, se comparó su coste anual con el coste teórico de una ventilación de referencia en la que el aire fresco entra a la nave por ventanas automatizables pilotadas por un regulador de ventilación, origina un circuito en el interior de la nave y sale por chimeneas equipadas de ventiladores de extracción colocadas en la cubierta de la nave (extracción alta).

Los costes unitarios de ambos sistemas se calcularán según la metodología propuesta en el BREF (Comisión Europea, 2003). Además del coste anual de inversión, habrá que considerar los costes de funcionamiento, es decir, los consumos de agua y de energía de las torres de lavado, así como el coste de almacenamiento y de reparto del purín adicional producido como consecuencia de la gestión del agua sucia de lavado.

Resultados

Emisión de gases

La concentración media de amoníaco antes y después del lavado fue de 18,4 y 4,6 ppm, respectivamente, lo cual supone una eficiencia de fijación del 74% del amoníaco emitido por la nave de gestación en el agua de lavado (Tabla 2). En la figura 4 se muestra la evolución de la concentración del gas amoníaco antes y después del lavado.

Realizando un test de la T, se puede afirmar que el lavado de aire parece reducir significativamente la concentración de amoníaco e incrementar significativamente la concentración de óxido nítrico en el aire. Para el caso del metano y del dióxido de carbono, el lavado de aire parece no afectar significativamente a la concentración de estos gases poco solubles en agua (Tabla 2).

Es destacable que durante todo el estudio, se produce una emisión neta de óxido nítrico por parte del lavador. Es decir, el agua de lavado emite óxido nítrico indicando la existencia de procesos de nitrificación-desnitrificación en el agua de lavado. El óxido nítrico es un gas de gran efecto invernadero, absorbe 296 veces más radiación infrarroja que el dióxido de carbono y tiene una vida media de 114 años, por lo que habrá que tener muy en cuenta estas emisiones a la hora de valorar los efectos medioambientales de la instalación.

Agua de lavado

La concentración de nitrógeno en el agua de lavado pasó de 0,81 a 18,35 kg N/m³, desde el inicio al final de la experiencia. Como se muestra en la figura 5, la conductividad del agua de lavado es un buen indicador de la con-

Tabla 2. Resumen de los resultados

	Concentración media antes del lavado (ppm)	Concentración media después del lavado (ppm)	Eficiencia del lavado (%)	Nivel de significación (1)
Amoníaco	18,4 ± 4,6	4,6 ± 1,7	74	***
Dióxido de Carbono	2.115 ± 511	2.106 ± 51	0,3	n.s.
Metano	152,5 ± 34,7	150,8 ± 33,4	0,9	n.s.
Óxido Nítrico	0,373 ± 0,071	0,645 ± 0,142	-74	***

(1) p: *** <0,001; n.s: no diferencias significativas

Figura 4. Evolución de la concentración media de gas amoníaco (NH₃)

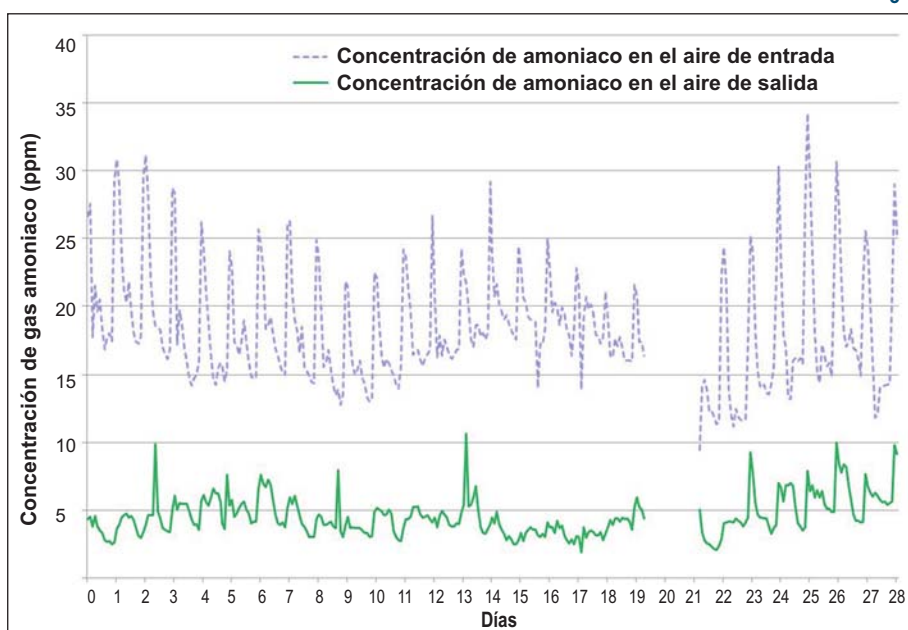


Figura 5. Relación entre conductividad eléctrica y concentración de nitrógeno en el agua de lavado

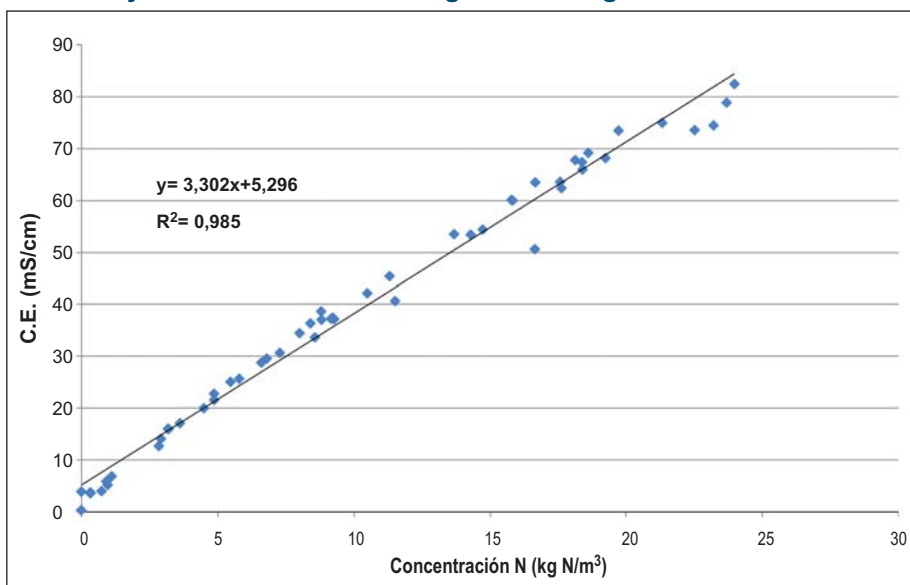


Tabla 3. Incremento del coste anual de inversión por cerda

	Capital invertido (euros)	Amortización (tanto por 1)	Vida económica (años)	Coste anual Inversión (euros)
Incremento coste anual obra civil	94.490	0,05	20	7.582
Incremento coste anual equipamiento	37.914	0,1	10	6.170
Incremento coste anual inversión (euros)	13.752			
Incremento coste anual inversión por cerda (€)	17,91			

Tabla 4. Coste anual de funcionamiento por cerda

Nº medio de cerdas alojadas	997
Agua consumida (m³/cerda año)	0,91
Precio unitario agua (euros/m³)	0,51
Coste agua (euros/cerda año)	0,46
Energía consumida (kw/cerda año)	32,1
Precio unitario energía (euros/kw)	0,116
Coste energía (euros/cerda año)	3,72
Purín adicional producido (m³/cerda año)	0,17
Gasto unitario almacenamiento y esparcimiento purín (euros/m³)	3,3
Coste gestión purín adicional (euros/cerda año)	0,55
Coste reparaciones (euros/cerda año)	0,15
Nº horas al año en limpieza	16
Nº trabajadores en limpieza	1
Sueldo mano obra familiar (euros/trabajador hora)	14,61
Coste limpieza lavador (euros/cerda año)	0,23
COSTE ANUAL DE FUNCIONAMIENTO POR CERDA (EUROS)	5,12

centración de nitrógeno en el agua, además de ser un parámetro relativamente fácil de medir.

Por este motivo, puede utilizarse como un indicador del grado de saturación del agua de lavado y ayudar a la óptima gestión del lavador.

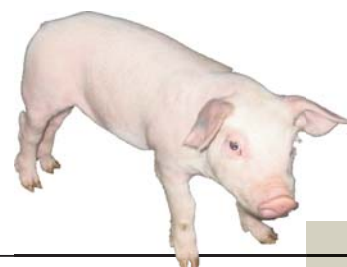
Análisis de costes

En la tabla 3, se muestra el resultado del incremento del coste anual de la inversión. Mencionar que en la inversión en equipamiento, se incluye el coste de las entradas de aire automatizadas, las chimeneas, ventiladores, reguladores, sensores, alarmas, filtros y bombas.

Para calcular los costes de funcionamiento, hemos utilizado los datos de consumos de luz y de energía recogidos por los contadores del 2 al 30 de octubre. El gasto unitario de almacenamiento se considera de 0,8 euros/m³ para una balsa con impermeabilización plástica a 20 años. El coste de aplicación por m³ de purín considerado es de 2,5 euros. El sueldo de la mano de obra familiar se ha calculado considerando la renta agraria de referencia en 2010, es decir 26.305 euros, y un tiempo de trabajo de 1.800 horas anuales.

Hay que considerar que los costes de funcionamiento del sistema seguramente cambiarán en las diferentes épocas del año. Así, en verano los consumos de agua y los costes energéticos de ventilación serán mayores que en invierno. Lo ideal sería disponer de más medidas a lo largo del año para poder ajustar mejor los costes de funcionamiento de la instalación.

El coste final de la técnica de lavado es de 23 euros por cerda y año, con el manejo llevado a cabo en el estudio. Considerando una producción anual por cada cerda de 20 cerdos de 110 kg cada uno, supondría un incremento de 1 céntimo de euro por cada kilogramo de carne producida.



Conclusiones

El lavado de aire parece reducir significativamente la concentración de amoniaco en el aire en una media del 74%. Sin embargo, hay que destacar que, durante todo el estudio, se produce una emisión neta de óxido nitroso por parte del lavador. Es decir, el agua de lavado emite óxido nitroso lo que indica la existencia de procesos de nitrificación-desnitrificación. El óxido nitroso es un gas de gran efecto invernadero, por lo que habrá que tener muy en cuenta estas emisiones a la hora de valorar los efectos medioambientales de la instalación. En relación al gas metano y al dióxido de carbono, el lavado de aire parece no afectar significativamente a la concentración de estos gases.

La conductividad del agua de lavado es un buen indicador de la concentración de nitrógeno en el agua, además de ser un parámetro relativamente fácil de medir. Por este motivo, puede utilizarse como un indicador del grado de saturación del agua de lavado y ayudar a la óptima gestión del lavador.

Las MTDs y la correcta gestión medioambiental de las explotaciones, tienen que estar presentes en todas las etapas productivas, es decir, en los alojamientos, en el almacenamiento del purín y en su aplicación agronómica, ya que, si no es así, las emisiones que han podido reducirse en una de las etapas, pueden emitirse en las siguientes. **En el caso de los lavadores de aire, estamos reteniendo parte del nitrógeno amoniacal del aire en una solución acuosa, que en este caso se incorpora al purín, enriqueciéndolo en nitrógeno mineral.** Este aspecto habrá que tenerlo en cuenta a



la hora plantear correctamente tanto el almacenamiento como la aplicación en campo del purín.

El coste del sistema de lavado considerando los gastos de funcionamiento obtenidos en el mes de octubre, es de 23 euros por cerda y año.

Finalmente, el ITGG considera recomendable continuar estudiando el lavado de aire de forma que se pueda caracterizar mejor su funcionamiento en otras condiciones y optimizar la gestión del agua de lavado. Por ejemplo, sería interesante estudiar esta técnica en distintas épocas del año, especialmente durante el verano, cuando las necesidades de ventilación son mayores, o en otras instalaciones con diferentes tasas de ventilación y de generación de emisiones amoniacales, como por ejemplo en granjas de cebo porcino, donde seguramente tanto los costes de funcionamiento como la eficiencia del lavado serán diferentes.

Agradecimientos:

Los autores y el ITGG quieren agradecer la cesión del equipo medidor de gases por parte del Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino (MARM) y de la empresa Tragsega.

Además agradecen la colaboración de la empresa Tuffigo y por supuesto, de la explotación ganadera SAT Urra por facilitar las instalaciones donde se ha desarrollado el estudio y prestar su valiosa ayuda en todo momento.