

Malos olores en la producción porcina: medición y técnicas de control

Y. Úbeda-Sánchez, M. Cambra-López, S. Calvet y A. Torres.

*Instituto de Ciencia y Tecnología Animal
Universidad Politécnica de Valencia*

La generación de malos olores en la producción animal se ha convertido en un tema relevante en los últimos años debido a la presión creciente de la población ante este problema, especialmente en las zonas de expansión de la producción porcina.

El limitado conocimiento de la naturaleza del olor y la falta de la evaluación de las técnicas de control de olores, han impedido la aplicación de dichas técnicas y por tanto la reducción de los niveles de olor en las explotaciones porcinas.

Además existe una carencia en la legislación española que regule la concentración máxima de olor en las zonas de recepción, tal y como existe en otros países (Francia, Holanda, Canadá, Reino Unido, Alemania, etc.). Aquí, por ejemplo, en la concesión de la Autorización Ambiental Integrada de una granja, se pone en ocasiones como condicionante que en las zonas residenciales de afección, el percentil 98 de las medias horarias a lo largo de un año no superasen 5 unidades de olor, de acuerdo con la norma UNE-EN 13725. Esta medida parece ser adecuada, aunque resulta en la práctica casi imposible verificar su cumplimiento.

En la actualidad sí que existen distancias mínimas que las explotaciones ganaderas deben respetar, recogidas en el RD 324/2000 de 3 de marzo, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas.

Por otro lado, no existe conciencia por parte del sector ganadero del impacto que pueden producir los malos olores en la población cercana, que puede llegar incluso a suponer un impedimento para la economía de la zona al dificultar la implantación de otras actividades como la del turismo rural. Todo ello propicia que las técnicas de reducción de olores no estén siendo llevadas a la práctica, limitándose el ganadero, en la mayoría de las veces, a cumplir la legislación.

El empleo de técnicas de cuantificación y reducción del olor son elementos necesarios para conseguir un alto nivel de protección de la calidad del aire en el entorno de las explotaciones

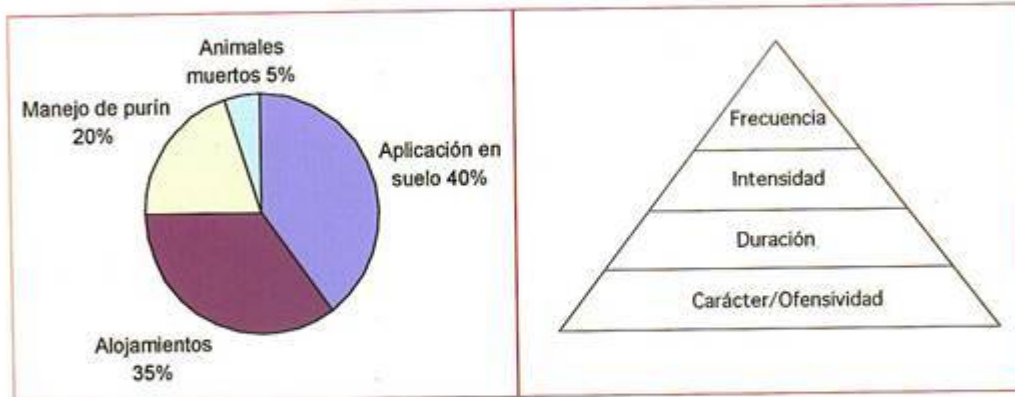


Figura 1. Contribución de las principales fuentes a la emisión de olor en las explotaciones porcinas intensivas. Fuente: Tomado de Chapin et al (1998) y Schiffman (1998).



Figura 2. Pirámide de molestia de olor. Fuente: Adaptado de St. Croix Sensory (2005).

porcinas, y para reducir las molestias causadas a la población vecina. En el presente artículo revisaremos las principales técnicas de medición, así como los métodos más apropiados para evitar las molestias por malos olores.

Generación de olores de la ganadería porcina intensiva

Los olores de las explotaciones porcinas son generados por la descomposición de las heces y la orina, especialmente en condiciones anaerobias (Feddes y Edeogu, 2001). Los malos olores están formados por más de 200 compuestos olorosos (O'Neill y Phillips, 1992), siendo las sustancias más relevantes en la generación del olor el amoníaco, el sulfuro de hidrógeno, los compuestos orgánicos volátiles (COV), dentro de ellos especialmente los ácidos grasos volátiles (AGV), fenoles, y muchos más de naturaleza variable (Feddes y Edeogu, 2001; Nimmermark, 2004; Zhang, 2001).

La percepción del olor sin embargo, no es el resultado de la suma de cada uno de los odorantes, sino que es un fenómeno complejo en el cual influyen, entre otros factores, los siguientes (Agnew et al, 2006; Guo et al, 2005, Pan et al, 2007):

- La cantidad de olor emitido, medido en unidades de olor por metro cúbico (OU/m³).
- La dispersión atmosférica, la cual depende principalmente de las condiciones climáticas.

- Sensibilidad al olor, que varía de un individuo a otro.
- Interacciones entre las sustancias odorantes.
- Topografía de la zona, la cual puede jugar un papel importante en la dispersión del olor.
- Distancia hasta el receptor del olor.

En efecto, el olor puede ser definido como un "atributo organoléptico perceptible por el órgano olfativo al inspirar ciertas sustancias volátiles" (AENOR, 2003).

Las principales fuentes de producción de olor en las explotaciones ganaderas son los alojamientos de los animales, las instalaciones de almacenamiento de purines y estiércoles, la aplicación a campo de los mismos y los contenedores de cadáveres (Agnew et al, 2006; Feddes y Edeogu, 2001; Chapin et al, 1998; Schiffman, 1998). En la Figura 1 se pone en evidencia la contribución de cada una de las fuentes de a la emisión de olor en las explotaciones porcinas.

En cuanto a los datos experimentales, se han realizado muchos estudios de producción de olor en las explotaciones porcinas, tal como recoge el Cuadro I.

Evaluación de la molestia por malos olores

Según Zhang (2001), elevadas concentraciones de compuestos olorosos pueden provocar irritaciones o efectos tóxicos sobre los humanos. Algunos de los problemas que puede ocasionar los

Cuadro I. Recopilación de ratios de emisión de olor en las explotaciones porcinas.

Fase del ciclo	Extracción de las deyecciones	Tipo de ventilación	Producción de olor	Unidades	Autor
Gestación	Fosa profunda	Mecánica	3-20	OU/m ² s	Zhu et al (2000a)
	Fosa profunda	Mecánica	2,3	OU/m ² s	Jacobson et al (1999 ^b)
	Arrobadera	Mecánica	3,6	OU/m ² s	en Zhang et al (2002)
	Fosa superficial	Mecánica	6-18	OU/m ² s	Zhang et al (2001 ^a) en Zhang et al (2002)
Maternidad	Fosa profunda	Mecánica	5-12	OU/m ² s	Zhu et al (2000 ^a)
	Arrobadera	Mecánica	0,4-1,3	OU/m ² s	Jacobson et al (1999 ^b) en Zhang et al (2002)
	Arrobadera	Natural	5,6-4,4	OU/m ² s	Smith et al (1999) en Zhang et al (2002)
	Fosa superficial	Mecánica	7-62	OU/m ² s	Zhang et al (2001 ^a) en Zhang et al (2002)
Transición	Fosa profunda	Mecánica	1,8	OU/m ² s	Jacobson et al (1999 ^b) en Zhang et al (2002)
	Arrobadera	Mecánica y natural	8,7	OU/m ² s	Word et al (2001) en Zhang et al (2002)
	Fosa superficial	Mecánica	7-50	OU/m ² s	Zhu et al (2000 ^a)
Cebo	Fosa profunda	Mecánica	13,9	OU/m ² s	Jacobson et al (1999 ^b) en Zhang et al (2002)
	Fosa profunda	Mecánica	3-15	OU/m ² s	Zhu et al (2000 ^a)
	Fosa superficial	Mecánica	11-21	OU/m ² s	Zhang et al (2001 ^a) en Zhang et al (2002)
	Cama profunda	Natural	7-42	OU/m ³ s y animal	Payne (1997) en Zhang et al (2002)
	Arrobadera	Natural	1,3-45	OU/m ³ s y SPU	Smith et al (1999) en Zhang et al (2002)

Fuente. Tomado de Zhang et al (2002).

malos olores sobre la salud humana son dolor de cabeza, irritación de las mucosas (ojos, nariz y garganta principalmente), producción de reacciones alérgicas, ataques de asma, cambios de humor y pérdida de memoria (Schiffman, 1998). Ciertos estudios sugieren que la exposición a malos olores puede provocar estrés (Nimmermark, 2004).

La molestia de olor puede ser evaluada a través del parámetro FIDO, que incluye la Frecuencia (si se da o no a menudo), Intensidad (grado de potencia o fuerza del olor), Duración (cuanto persiste el olor) y Ofensividad o carácter (cómo es de desagradable) del olor percibido

por el ciudadano (Agnew et al, 2006; St. Croix Sensory, 2005).

Estos cuatro parámetros se relacionan jerárquicamente formando la pirámide de molestia de olor, en el que la frecuencia es el parámetro de mayor importancia para los receptores, y el carácter del olor (lo agradable o desagradable que éste resulta) el de menor (Figura 2).

Medición de olores

La elección de un buen método de medición de olores es de vital importancia a la hora de eva-



Figura 3. Medición en campo del nivel de concentración de olor en inmisión utilizando Nasal Ranger.

luar las técnicas de control de olor y para la estimación de las emisiones. (Nimmermark, 2004). Sin embargo, la percepción de olor cambia de un individuo a otro, por su diferente sensibilidad al olor, también varía en función de la distancia a la fuente de olor, las condiciones atmosféricas de ese momento, el origen del olor, etc. Por tanto, ¿cómo medir la molestia de olor?, ¿qué parámetros pueden determinar mejor el nivel de olor: la medición de niveles de sustancias olorosas, los efectos en la población, las sensaciones percibidas por los vecinos...?, ¿qué técnicas de medición de olor son aplicables a las explotaciones ganaderas?

En principio todos los parámetros relacionados con la percepción del olor se pueden medir, aunque es difícil hacerlo de forma objetiva. Entre ellos, el más estudiado es la medida de la concentración del olor, que está relacionado con la intensidad con que se recibe, y que se mide

mediante olfatometría. Otros métodos menos utilizados son las narices electrónicas o el análisis químico exhaustivo del aire.

Olfatometría

En la actualidad, la olfatometría es la única técnica normalizada, está basada en la norma UNE-EN 13725. Este método se fundamenta en la dilución de muestras de aire y la presentación a concentraciones crecientes a un grupo de personas entrenadas para tal fin. Esta técnica es muy adecuada para medir emisiones de olor, por su elevada precisión.

Los inconvenientes de la olfatometría son el coste de la operación y la dificultad en la recogida de muestras representativas (Nimmermark, 2004). Además en el caso de las explotaciones ganaderas donde el olor está muy asociado a partículas de polvo, la utilización de éste método no es adecuado, ya que las partículas sedi-

precisión en las mediciones ha sido mejorada (Nimmermark, 2004).

El olfatómetro de campo más extendido comercialmente en nuestro país es Nasal Ranger, que contiene seis posiciones con diferentes valores de D/T asociados alternativamente a seis posiciones de "blanco". Las inspiraciones se realizan a través de una máscara nasal y dispone de un sensor de flujo de inhalación (Figura 3).

Las principales ventajas de Nasal Ranger son la posibilidad de realizar mediciones de olor en inmisión, es decir, en los sitios de molestia de olor. También son apropiados para la detección de picos de olor instantáneos, que pueden causar molestia a los vecinos, pero que normalmente no son recogidos por otros métodos de medición como olfatometría, nariz electrónica, tubos colorimétricos, etc.

Tiene como principal inconveniente que tiene niveles de dilución prefijados, y por ello su precisión es limitada. Además, pueden existir diferencias entre medidores, basados en su diferente sentido del olfato, la edad, el estado de salud, etc. (Pan *et al.*, 2007).

A continuación se muestran dos ejemplos en los cuales se ha determinado la concentración de olor en inmisión en las cercanías de una granja porcina (Figura 4) y en los alrededores de una parcela donde se había aplicado purín recientemente (Figura 5). Las flechas indican la dirección predominante del viento.

Como se puede observar en las imágenes, a mayor cercanía de la fuente de emisión, mayores son los niveles de concentración de olor. Los puntos de medición son tomados siguiendo la dirección predominante del viento.

Reducción de la molestia por mal olor. Técnicas preventivas.

Las técnicas preventivas son aquellas que tratan de evitar en la medida de lo posible que se produzca mal olor, o bien, evitar que éste llegue a la población.

El modelo de dispersión Gaussiano aplicado al olor producido en granjas, relaciona la concentración (intensidad) del olor en función de la distancia, según la siguiente ecuación:

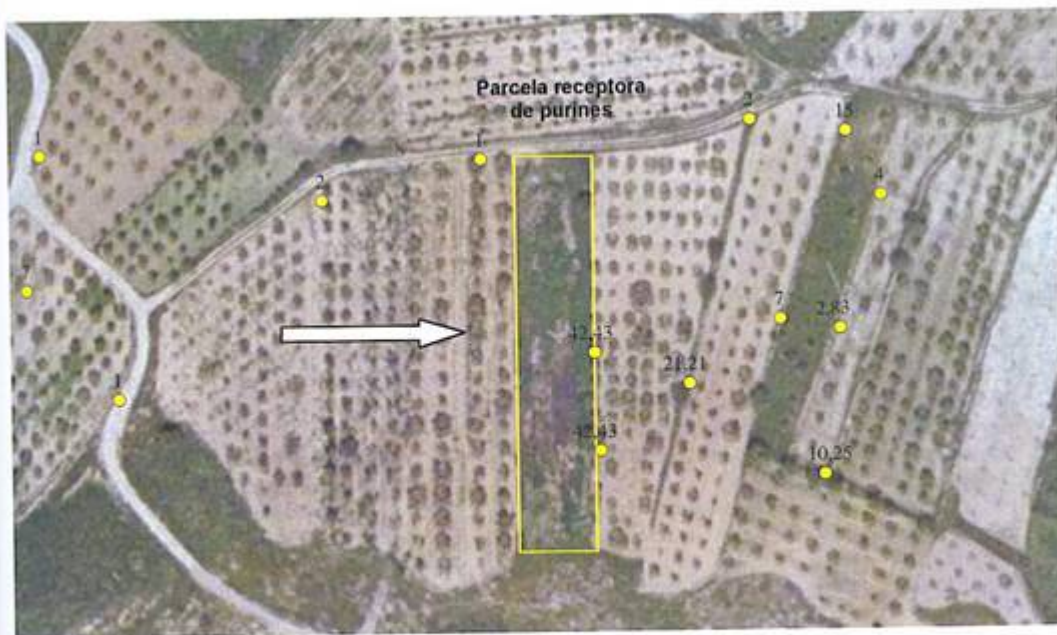


Figura 5. Medición de la concentración de olor (DU/m³) en los alrededores de una parcela donde se había aplicado purín en superficie.

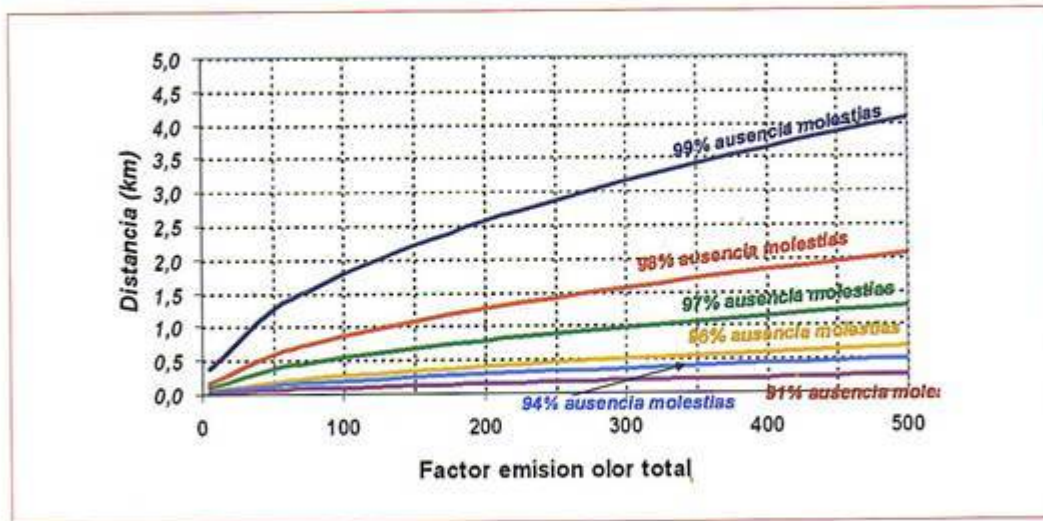


Figura 6. Distancias mínimas de separación entre las explotaciones ganaderas y los receptores del olor, presentadas en función de la emisión de olor de la explotación y la estabilidad atmosférica. Fuente: Adaptado de Guo et al (2005).

$$C(x,y) = \frac{G}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)$$

Donde:

C(x,y). Concentración de olor en las coordenadas x,y.

G. Emisión de olor.

U. Velocidad del viento.

σ_y , σ_z : Coeficientes de dispersión.

Esta ecuación nos muestra los factores que podemos variar para evitar en la medida de lo posible, las molestias por malos olores. En este sentido, las medidas preventivas que se pueden aplicar a grandes rasgos son:

- Aumentar la distancia (x) entre el emisor y el receptor del olor.
- Reducir la emisión de olor (G) a través de una adecuada limpieza de la granja, una alimentación adecuada o la gestión adecuada del estiércol, entre otros.
- Elegir los días de aplicación de estiércol con mayor velocidad de viento (U) y con dirección más favorable.
- Elegir los días de mayor inestabilidad atmosférica, es decir, los que presenten mayor turbulencia (σ_y , σ_z), para que el olor se disipe rápidamente.

A continuación, se presentan las principales medidas de minimización o de prevención de la molestia por malos olores.

Aumento de la distancia entre emisor y receptor

A medida que aumenta la distancia entre emisor y receptor, decrece la intensidad y ofensividad del olor, por el efecto de dilución del olor en la atmósfera (Feddes y Edeogu, 2001).

Guo et al (2005) desarrollaron un modelo (Offset) que determina las distancias mínimas de separación entre productores y receptores del olor para minimizar la molestia de olor. Dicho modelo se basó en un modelo de dispersión del aire desarrollado por Zhu et al (2000c) y en la medición de la emisión de olores en cada una de las explotaciones integradas en el estudio. Las distancias se calcularon para seis condiciones ambientales diferentes, cada una de las cuales está representada en una de las curvas de la Figura 6.

Si por ejemplo la emisión de olor de una granja es de 150×10^4 OUE y las condiciones ambientales de ese día se caracterizan por una estabilidad de grado F en la escala de Pasquill y una velocidad del viento 1.3 m/s, la distancia en la dirección del viento para evitar molestias a los vecinos durante el 99% del tiempo sería de 2.5 km aproximadamente.

Así mismo, es necesario conocer las frecuencias de viento en cada una de las direcciones (N, NNE, NE, etc.) para las 6 condiciones atmosféricas establecidas, ya que puede ocurrir que un receptor se localice a poca distancia de la explotación ganadera, pero que los vientos no suelen desplazar en olor en esa dirección. A continuación, se presenta en la **Figura 7**, una rosa de los vientos indicando la frecuencia del viento en cada una de las direcciones y la velocidad del viento para cada una de las direcciones.

El establecimiento de una distancia de separación entre emisor y receptor que minimice la molestia por mal olor es un elemento imprescindible en la ubicación de granjas de nueva construcción, y evita el empleo de otras técnicas de control que tienen un coste superior. Sin embargo, la localización de las explotaciones ganaderas en la práctica está determinada por la ubicación de las parcelas que el ganadero posee, y no de criterios técnicos (como éste) que podrían evitar en muchos casos las molestias a la población vecina.

Reducción de la emisión de olor en la explotación ganadera

La reducción de la emisión de olor en origen, esto es, evitando su formación, su liberación o su dis-

persión (Zhang, 2001), es uno de los ejes principales en la minimización de la molestia de olor. La aplicación de las técnicas no supone un sobre-coste para el ganadero en la mayoría de los casos, estando al alcance de prácticamente todas las explotaciones. Además, muchas de estas técnicas no son más que buenas prácticas de manejo en la explotación ganadera, siendo muy fácil la aplicación de las mismas en comparación a otras que requieren una tecnología más avanzada. Si bien, su aplicabilidad variará en función de las características técnico-económicas de cada explotación y la gestión que se realice.

Técnicas preventivas para evitar la formación del olor. Tal y como se ha comentado anteriormente, la formación del olor se produce en los alojamientos de los animales, en el almacenamiento de estiércol, en los depósitos de cadáveres, y en la aplicación de estiércol a campo principalmente, así como en el almacenamiento de pienso de forma secundaria.

La formación del olor se puede evitar estableciendo protocolos de limpieza y desinfección adecuados al finalizar el ciclo de producción (Zhang, 2001).

Así mismo, el empleo de estrategias nutricionales alterando los tipos de proteínas aportados y

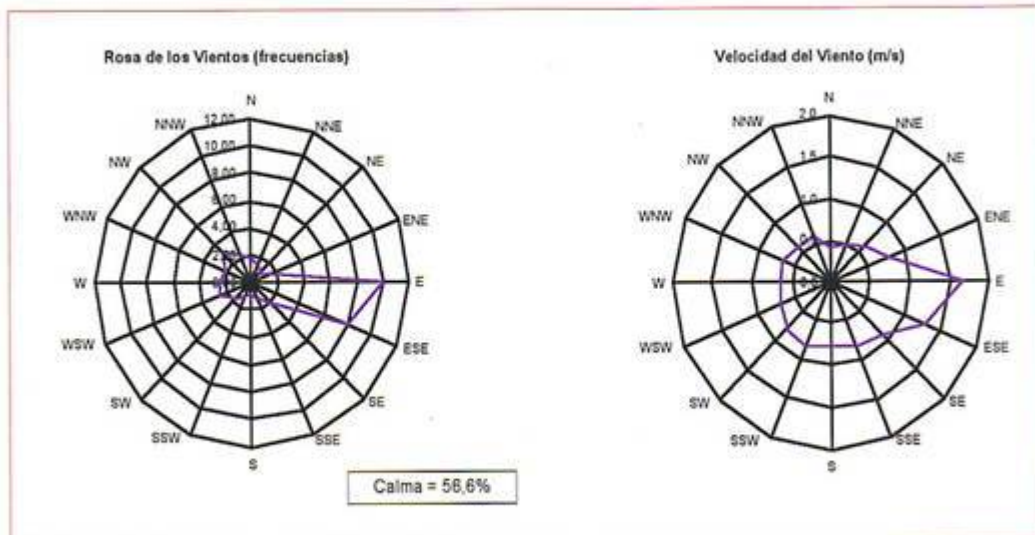


Figura 7. Ejemplo de la determinación de la frecuencia y velocidad del viento en cada una de las direcciones en una explotación porcina.

Cuadro II. Factores de control de olor de algunas tecnologías.

Tecnología de control de olor	Espesor cobertura (cm)	Factor de control de olor
Biofiltros		0,1
Cubierta textil ($\geq 2,4$ mm)		0,5
Cubierta vegetal o presencia de costra en el estiércol	5	0,5
	10	0,4
	15	0,3
	20	0,2
Cubierta impermeable		0,1

Fuente. Tomado de Jacobson et al (2005).

los niveles de proteínas y carbohidratos fermentables en la dieta, parece ser una herramienta muy útil en la reducción de la producción de olor en las granjas (Le et al, 2004).

Por otro lado, el olor de las explotaciones ganaderas está íntimamente relacionado con la presencia de partículas de polvo, las cuales absorben el olor y lo transportan (Hartung, 1986). Por tanto, la reducción de la presencia de polvo en la explotación ganadera a través de un adecuado diseño del caudal de ventilación implica también una reducción del olor en la granja (Zhang, 2001).

Otra posible técnica de control del olor puede ser el empleo de aditivos. En el mercado existen todo tipo de productos: aditivos digestivos, desinfectantes, agentes oxidantes, o aditivos aplicados al estiércol como agentes enmascarantes, agentes inhibidores de la actividad ureasa, agentes absorbentes, etc. La utilización de estos productos tiene una eficacia variable sobre la reducción del mal olor, y parece que los de mayor impacto sean los agentes oxidantes, los enmascarantes y los desinfectantes. Además, el coste suele ser elevado, no siendo generalizado su uso en nuestro país (Chapin et al, 1998; McCrory y Hobbs, 2001; Schiffman, 1998).

El diseño de los alojamientos tiene también una notable influencia sobre la producción del mal olor. En efecto, las superficies cubiertas por heces y orina deben intentar minimizarse en la medida de lo posible, a través de una adecuada proporción de slat, un vaciado frecuente de las fosas, un correcto sistema de ventilación que favorezca el secado de las deyecciones, etc. (Feddes y Edeogu, 2001).

Por último, algunas técnicas de tratamiento del estiércol comúnmente empleadas, como la se-

paración sólido-líquido, la digestión anaerobia o la aireación parecen reducir la emisión de olor a través de diversos procesos: eliminación de las partículas más pequeñas (que transportan el olor), transformación de los compuestos olorosos, etc. (Zhang et al, 2002). Sin embargo otras como el compostaje, si bien reduce la ofensividad del olor, producen otros olores durante el propio proceso, siendo necesaria la realización de estudios más profundos en este ámbito.

Técnicas preventivas en la liberación del olor.

La liberación de olor ocurre principalmente en el almacenamiento en las balsas de purín y en su aplicación a campo.

En general se puede afirmar que una mayor agitación del purín lleva a una mayor liberación del olor. Por otro lado, la descarga de purín fresco a la balsa de purines, donde el material lleva almacenado algún tiempo, puede aumentar el nivel de olor. Por tanto, es deseable que la descarga de purín se realice al menos un metro por debajo de la superficie de purín en la balsa (Feddes y Edeogu, 2001).

Otro instrumento a emplear en la reducción de la emisión de olor en las balsas de purines es la utilización de cubiertas. Las cubiertas se pueden clasificar en diversos tipos: costras naturales, cubiertas sólidas, cubiertas de plástico impermeables y cubiertas vegetales. Las cubiertas sólidas no son empleadas habitualmente por el elevado coste que suponen. Sin embargo, las cubiertas vegetales y las costras naturales pueden ser aplicadas en nuestro país, y pueden reducir la emisión de olor considerablemente (el empleo de dietas ricas en fibras junto con el empleo de costra superficial reduce hasta un 50% el nivel



de olor). Las cubiertas de plástico impermeables son muy eficientes llegando a niveles de reducción de olor hasta el 99% (Zhang *et al.*, 2002). Sin embargo, su implantación depende del tipo y tamaño de explotación ganadera, puesto que económicamente no es siempre justificable.

En el estudio realizado por Jacobson *et al.* (2005), se realizó una valoración de diferentes técnicas de control de olor con el fin de asignar a cada una de las mismas un factor de reducción en el cálculo de la emisión de olor de una explotación ganadera. En el Cuadro II se presentan las técnicas evaluadas y su factor de control de olor.

Un factor de control de olor de 0,1 equivale a una reducción de un 90% la emisión de olor. Como podemos observar, el empleo de cubiertas impermeables es más eficaz que el resto de cubiertas en la reducción de la molestia de olor.

Por último, la aplicación de los purines a campo debe realizarse en profundidad, bien mediante su inyectado o su incorporación posterior, por ejemplo pasando un arado de vertedera a continuación del esparcido de purín en superfi-

cie. En diversos estudios (Hanna *et al.*, 2000, en Zhang *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2001, en Zhang *et al.*, 2002) en los que se compararon diversas técnicas de aplicación de purín a campo, se concluyó que la técnica más eficaz era la incorporación de purín.

Técnicas preventivas en la dispersión del olor

Estas técnicas tienen como objetivo evitar la molestia de olor debido a la dispersión del olor, en la cual influyen diversos factores como la velocidad del viento y su dirección, la temperatura del aire, la humedad relativa, la hora del día, el día del año y la estación entre otros.

Se puede impedir la molestia de olor en las proximidades de los núcleos urbanos estableciendo distancias mínimas entre emisor y receptor, tal y como hemos comentado anteriormente. El emisor puede estar constituido por una explotación ganadera, o por la parcela o cultivo donde se vayan a aplicar los purines como fertilizante.

Es igualmente importante en la aplicación de purines a campo la elección de días que presenten una mayor inestabilidad atmosférica y en los que la dirección del viento sea adecuada, evitan-



do que la pluma de olor esté dirigida hacia los núcleos urbanos. No se deben aplicar los purines en días festivos, ni en fines de semana.

La implantación de barreras cortavientos alrededor de las instalaciones es también muy útil en la dispersión del olor, ya que favorecen la creación de turbulencias al mismo tiempo que atrapan las partículas de polvo y el olor que llevan asociado (barreras vegetales).

Reducción de la molestia por mal olor. Técnicas correctoras

Existen numerosas técnicas correctoras que pueden ser empleadas en las explotaciones ganaderas a fin de minimizar la molestia por malos olores. Sin embargo, la implantación de éstas técnicas tiene sentido únicamente en los casos en que las medidas preventivas no son suficientes para evitar las molestias por malos olores. A continuación se presentan las técnicas más importantes:

- Biofiltros. El principio de acción de los biofiltros se basa en hacer pasar el aire sucio a través de un sustrato orgánico humedecido. Las sustancias olorosas son absorbidas o descompuestas por los microorganismos.

Aunque es una técnica adecuada para su aplicación a granjas, puesto que los componentes del olor son solubles en agua y son degradables biológicamente, su elevado coste puede limitar su aplicación. (KTBL, 2006; Lemay, 1999). Además, los biofiltros requieren de elevado material orgánico para poder emplearse, lo cual puede suponer una limitación. No obstante, es una técnica que ha demostrado elevados rendimientos en la reducción del olor (75%) a un elevado coste (Lemay, 1999).

- Bio-scrubbers. En esta técnica el aire sucio es lavado con un líquido (normalmente agua), el cual es recirculado en un circuito cerrado. Con el paso del tiempo, el agua se carga de partículas y de componentes químicos por lo que hace necesario su renovación. Esto puede ser un inconveniente, ya que genera un residuo más que la explotación debe gestionar. La eficacia de esta técnica es muy elevada (60-90%) pero su elevado coste impide su aplicación en nuestras condiciones (Lemay, 1999).
- Aplicación de aceites. La aplicación de aceites en superficie ayuda a reducir en un 70% el polvo respirable y en un 40% el olor (Feddes y Edeogu, 2001).

Conclusiones

Existen numerosos estudios acerca de la cuantificación de olores en explotaciones porcinas, la mayoría de los cuales emplean la olfatosmetría como técnica de medición. Estos estudios, sin embargo, no coinciden en la forma en que los olores llegan al receptor y causan molestias, debido a que éstas son una percepción subjetiva de las personas que es muy difícil de medir científicamente.

Esto no es sin embargo razón para no considerar el posible impacto de las granjas por generación de olores. Para granjas en proyecto, un estudio de dispersión puede ser una herramienta útil, dentro de sus limitaciones. Para granjas existentes, un correcto manejo de las medidas correctoras puede reducir considerablemente las posibles molestias, especialmente en cuanto al manejo del purín se refiere.

Las molestias por malos olores se reducen de forma importante cuando aumenta la distancia al foco emisor. La correcta limpieza y gestión del purín son el eje primordial para reducir los malos olores. La dirección y velocidad del viento juegan también un papel fundamental, pues determinan dónde se producirá mal olor; no se puede elegir la dirección del viento, pero sí realizar las labores que generen mal olor (dentro de lo posible) los días en los que el viento no transporte el olor a zonas pobladas. La aplicación de aditivos contra malos olores puede ser efectiva, aunque por su mayor coste sólo es recomendable cuando las medidas anteriores no fueran suficientes.

La solución de posibles problemas por malos olores pasa por una concienciación del sector, sobre todo en aquellas zonas donde la concentración de granjas es muy elevada, y un acercamiento por parte de los receptores a la realidad del mundo ganadero.

Referencias bibliográficas

AENOR. (2003). UNE-EN 13725. Calidad del aire. Determinación de la concentración de olor por olfatosmetría dinámica.
 Agnew, J., Loran, P., Karmakar, S., Reid, C., and Lagué, C. (2006). Use of trained odour assessors to monitor odour intensity, duration and offensiveness downwind of manure application sites. ASABE Section Meeting Paper No. MBSK 06-307, 1-14. St. Joseph, Mich.
 Chapin, A., Boulind, C., y Moore, A. (1998). Controlling odor and gaseous emission problems from industrial swine faci-

ties. A handbook for all interested parties. Yale Environmental Protection Clinic, pp. 1-81.
 Feddes, J. y Edeogu, I. (2001). Technologies for odour management. *Advances in Pork Production* 12, 109-118.
 Guo, H., Jacobson, L. D., Schmidt, D. R., Nicolai, R. E., Zhu, J., y Janni, K. A. (2005). Development of the OFFSET model for determination of odor-annoyance-free setback distances from animal production sites: Part II. Model development and evaluations. *Transactions of the ASAE* 48(6), 2269-2276.
 Jacobson, L. D., Guo, H., Schmidt, D. R., Nicolai, R. E., Zhu, J., y Janni, K. A. (2005). Development of the OFFSET model for determination of odor-annoyance-free setback distances from animal production sites: Part I. Review and experiment. *Transactions of the ASAE* 48(6), 2259-2268.
 KTBL. (2006). Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen. Verfahren, Leistungen, Kosten (Sistemas de limpieza de aire en instalaciones ganaderas. Técnicas, funcionamiento y costes). KTBL-Schrift-146, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 86 pag.
 Le, P. D., Becker, P. M., Aarnink, A. J. A., Jongbloed, A. W., y van der Peet-Schwering, C. M. C. (2004). Odour from pig production facilities: its relation to diet. *Agrotechnology & Food Innovations B.V.*, pp. 1-66. Wageningen, Netherlands.
 Lemay, S. P. (1999). Barn management and control of odours. *Advances in Pork Production* 10, 81-91.
 McCrory, D. F. y Hobbs, P. J. (2001). Additives to reduce ammonia and odor emissions from livestock wastes: a review. *Journal of Environmental Quality* 30, 345-355.
 Nimmermark, S. (2004). Odour Impact: Odour release, dispersion and influence on human well-being with specific focus on animal production. 1-60. Swedish University of Agricultural Sciences.
 O'Neill, D. H. y Phillips, V. R. (1992). A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3, properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. *Journal of Agricultural Engineering Research* 53, 23-50.
 Pan, L., Yang, S. X., y DeBruyn, J. C. (2007). Factor Analysis of Downwind Odours from Livestock Farms. *Biosystems Engineering* 96(3), 387-397.
 Schiffman, S. S. (1998). Livestock odors: Implications for human health and well-being. *Journal of Animal Science* 76(5), 1343-1355.
 St. Croix Sensory, I. (2005). A review of the Science and Technology of Odor Measurement. Air Quality Bureau of the Iowa Department of Natural Resources, pp. 1-51.
 Zhang, Q. (2001). Odour emissions from confined swine production facilities. 1-7. Manitoba, Canada. *Livestock Options for the Future*.
 Zhang, Q., Feddes, J. J., Edeogu, I., Nyachoti, M., House, J., Small, D., Liu, C., Mann, D., y Clark, G. (2002). Odour production, evaluation and control. Manitoba Livestock Manure Management Initiative Inc., pp. 1-105.
 Zhu, J., Jacobson, L., Schmidt, D., y Nicolai, R. (2000a). Daily variations in indoor and gas emissions from animal facilities. *Applied Engineering in Agriculture* 16(2), 153-158.
 Zhu, J., Jacobson, L., Schmidt, D., y Nicolai, R. (2000b). Daily variations in odor and gas emissions from animal facilities. *Transactions of the ASAE* 43(2), 153-158.
 Zhu, J., Jacobson, L. D., Schmidt, D. R., y Nicolai, R. (2000c). Evaluation of INPUFF-2 model for predicting downwind odors from animal production facilities. *Applied Engineering in Agriculture* 16(2), 159-164.