

Sostenibilidad en las granjas de vacuno de leche (10)

Control de olores, polvo y ruidos

Introducción

En un nuevo trabajo sobre la Sostenibilidad en el Vacuno de Leche, abordamos un conjunto de MTDs (Mejores Técnicas Disponibles) relacionadas con el control de olores, polvo y ruido, tal y como han sido agrupadas en una publicación del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Los malos olores que puede llegar a generar una explotación ganadera son, sin duda, una de las principales quejas del entorno próximo, aunque no pocas veces es dicho entorno el que fue aproximándose a la granja, y no fue la granja la que se situó en las proximidades de este entorno; le hubiera resultado prácticamente imposible obtener los permisos necesarios. Este entorno, lo habrá adivinado el lector rápidamente, es el entorno urbano, que acepta soportar de mejor o peor grado los ruidos, los olores y la contaminación de la ciudad, pero que muestra un profundo desagrado ante los inconvenientes de la producción en el medio rural.

Control del RUIDO

El ruido de las granjas¹ raramente es una molestia para el entorno urbano, pues la distancia que media entre ambos suele ser suficiente para mitigar gran parte de este ruido. Tampoco el ruido se emite de forma continua a lo largo del día, focalizándose en los momentos del ordeño o cuando se prepara el alimento, debido al que generan los tractores y remolques mezcladores. El ruido sí puede resultar más molesto para los propios trabajadores de la granja, por su cercanía al lugar en que se generan.

Las medidas que se proponen en los documentos técnicos son, a veces, poco aplicables, pues ubicar los equipos que generan ruido lejos de los receptores sensibles es bastante difícil, tratándose de los operarios que deben manejar las máquinas. Sí es posible tratar de que la preparación de alimentos y los almacenes de éstos (consideremos el ruido generado por los camiones de suministro) se sitúen lo más lejos posible de los animales, que pueden ser también sensibles al ruido excesivo.

Donde sí se puede actuar es en la adquisición de equipos de bajo nivel de ruido, aislamiento de vibraciones, amortiguación de elementos que generan golpes en su funcionamiento (como las cornadizas), cerrar las puertas de edificios donde se esté generando ruido excesivo en algún momento.

En el caso de granjas que se sitúan cerca de carreteras, también es conveniente poder atenuar el ruido procedente de estas vías de comunicación, instalando pantallas acústicas, mejor si son naturales (vegetación), que también pueden servir como barreras cortavientos.

Otras medidas para reducir el ruido en la granja pueden ser:

- Planificar las actividades de la granja y ubicarlas adecuadamente, evitándolas en horario nocturno o de descanso, y también en fin de semana, sobre todo a hora temprana
- En la preparación del pienso, los molinos con sistemas de transferencia neumática suelen ser más silenciosos y energéticamente más eficientes que los sistemas mecánicos.

Antonio Callejo Ramos. Dr. Ingeniero Agrónomo.
Dpto. Producción Agraria E.T.S.I. Agronómica, A. y de B.-U.P.M. - antonio.callejo@upm.es

¹ No consideraremos el ruido del gallo del vecino a la casa rural, cuyo cacareo mañanero despierta cruelmente a los urbanitas que van a descansar el fin de semana y no quieren despertarse temprano.

- En el transporte de pienso, los transportadores de pienso son más silenciosos si están llenos de material que si funcionan en vacío. Este transporte ha cobrado mayor importancia con la instalación de robots de ordeño.
- Localización de las granjas lo más lejos posible de zonas residenciales.
- La instalación de árboles y/o arbustos en el perímetro de la granja absorbe el ruido generado en la granja² y amortigua el producido por el viento.
- La aplicación de equipos de bajo nivel de ruido, sobre todo ventiladores, cada vez más frecuentes en las granjas de vacuno lechero para combatir el calor, conjuntamente con rociadores de agua.
- Empleo eficiente de extractores. El hecho de utilizar un pequeño número de extractores que funcionen continuamente es menos perceptible que un gran número de extractores que funcionen intermitentemente.
- La posición de los extractores tiene también un efecto significativo: el empleo de extractores en las paredes laterales permite una mayor absorción del ruido por la vegetación, la tierra y la estructura del edificio que aquellos que se colocan en el techo. Sin embargo, en granjas lecheras, los modelos habituales de alojamiento requieren de los segundos más que de los primeros.

En el documento citado del MAPA, la MTD-9 propone, para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones sonoras, establecer un **Plan de Gestión del Ruido** como parte del Sistema de Gestión Ambiental de la granja, que incluya los elementos siguientes:

- un protocolo que contenga actuaciones y plazos adecuados,
- un protocolo para la supervisión del ruido,
- un protocolo de respuesta a los problemas detectados en relación con el ruido,
- un programa de reducción del ruido destinado, p. e. a determinar su fuente o fuentes, supervisar las emisiones de ruido, caracterizar las contribuciones de las fuentes y aplicar medidas de eliminación y/o reducción,
- una revisión de los incidentes pasados en relación con el ruido y las soluciones encontradas, y la difusión de conocimientos sobre ese tipo de incidentes.

Control de la generación de POLVO

La generación de partículas de polvo en las granjas lecheras no es tan importante como en las de otras especies, como las avícolas. No obstante, mencionaremos algunas medidas a tomar para minimizar esta producción, pues son molestas y nocivas, tanto para el ganado como para los operarios, además de reducir la eficiencia en el funcionamiento de elementos mecánicos si el polvo se acumula en ellos. Pensemos en ventiladores, equipos de refrigeración, motores, etc. Sin olvidar la mala imagen sobre la higiene de la granja que la acumulación de polvo conlleva.

La minimización de este contaminante atmosférico debe llevarse a cabo empleando distintas técnicas de control, durante las fases de generación, emisión y dispersión de partículas, en las que las técnicas más eficaces de control son las siguientes:

- Forma de presentación del pienso. El pienso su-

ministrado en forma de pellets (gránulos) genera un menor porcentaje de partículas que si se suministra en forma de harina.

- Utilización de material de cama que genere menos partículas, aunque esta elección viene condicionada por el coste del material de cama y la oferta de estos materiales en cada zona concreta.
- Limpieza de las instalaciones. Una frecuencia de limpieza y desinfección adecuadas son beneficiosos para el control de la generación de partículas, la reducción de transmisión potencial de enfermedades, y mejoran la calidad del aire interior para las vacas y los trabajadores de las explotaciones. La utilización de aspiradores es una técnica muy eficaz para la eliminación del polvo en aquellos lugares donde pueda realizarse.
- Modificación del caudal de ventilación y la distribución del aire. Cortos periodos de tasas elevadas de ventilación, o el incremento de la tasa de ventilación global permite una mejor calidad del aire en el interior de los alojamientos ganaderos y la reducción del contenido de partículas en los mismos.
- Precipitación electrostática e ionización negativa. El principio de las dos técnicas se basa en la aplicación de fuerzas electrostáticas para la precipitación de partículas en el interior de los alojamientos. La ionización negativa parece ser una técnica bastante accesible desde el punto de vista económico, siendo más cara la precipitación electrostática.
- Implantación de barreras vegetales alrededor de las explotaciones. Las barreras cortavientos son capaces de reducir los niveles de polvo en un 50-53 %, quedando retenidos partículas y agentes patógenos en la vegetación. Por tanto, suponen un freno a la dispersión de los agentes patógenos susceptibles de ser transportados por el viento, lo que aumenta la bioseguridad de las explotaciones ganaderas.

Insistimos en que, salvo excepciones, el problema de la generación de polvo en las granjas lecheras afecta más por su acumulación en elementos mecánicos que por la concentración de aquél en el aire que respiran los animales, dado el volumen de los edificios, su amplia superficie abierta en los laterales y las elevadas tasas de ventilación natural que suelen tener.

Cuando se prepara la ración en el remolque mezclador el polvo suele generarse cuando se incorporan los ingredientes más secos, como el heno, la paja o el concentrado. Es prácticamente inevitable que se genere polvo en el momento del volcado de estos ingredientes pero se minimiza durante el mezclado si la humedad de la mezcla es mayor, para lo que suele ayudar incorporar agua en la mezcla en caso necesario.

En granjas donde la cama es de compost, que se va generando con el tiempo, es necesario airear la cama dos veces al día, para favorecer el proceso de fermentación aerobia en que consiste el compostaje. Conviene remover la cama durante el tiempo que las vacas acuden a la sala de ordeño y la nave está vacía. No sólo es más fácil hacer esta labor, sino que se minimiza la posibilidad de que el polvo generado durante la remoción de la cama cause problemas respiratorios a los animales. Si es posible, las vacas no deberían entrar en el establo hasta una hora después de haber removido la

² También absorbe el generado en el exterior de la granja, como hemos comentado.

cama, para permitir un mejor secado de la capa superficial de la cama, especialmente en invierno. La puesta en marcha de los ventiladores, si los hubiera, ayuda a acelerar este proceso de secado.

No debemos olvidar que la eliminación de polvo del interior de los alojamientos para evitar problemas respiratorios en los animales y en los operarios (además de limitar los problemas mecánicos en la maquinaria) también se traduce en una mayor cantidad de polvo en el exterior, con el consiguiente impacto ambiental.

Control de OLORES

Las instalaciones ganaderas y la aplicación agronómica de estiércoles y purines poseen un elevado potencial contaminador desde el punto de vista odorífero. El número de quejas por malos olores se ha incrementado en los últimos años como consecuencia de la progresiva intensificación de la ganadería y de la evolución de la dinámica poblacional de las zonas rurales.

Los olores desagradables, como los procedentes del estiércol, son a menudo considerados como emisiones molestas, especialmente cuando los afectados no obtienen ningún beneficio directo o no están vinculados con la actividad. En zonas donde la actividad ganadera es económicamente relevante, se pone de manifiesto la necesidad de encontrar soluciones adecuadas a la polémica de los olores ganaderos.

En España no se dispone de legislación específica sobre contaminación ambiental por olores. En la actualidad, tan sólo son de aplicación las leyes generales y autonómicas de ganadería que establecen distancias mínimas de separación de las explotaciones ganaderas a núcleos urbanos.

Paralelamente, en las explotaciones ganaderas sometidas a la ley IPPC, y que por tanto deben obtener la Autorización Ambiental Integrada, se limita con carácter general a $5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ (OU_E = Unidad de Olor Europea), el percentil 98 de las medias horarias a lo largo de un año. No obstante, la aplicación a campo de estiércoles y purines no aparece regulada, siendo esta actividad la que genera un mayor número de molestias entre la población. Tan sólo algunos municipios han establecido en sus ordenanzas municipales distancias mínimas de separación al núcleo urbano, para limitar de esta manera las molestias ocasionadas a la población.

Los productores actuales deben comprender que, en una sociedad cada vez más exigente como la nuestra, la reducción de las emisiones odoríferas es de vital importancia para el mantenimiento de su actividad a largo plazo.

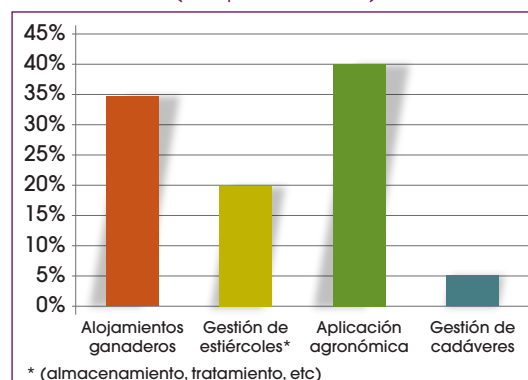
Origen de los olores ganaderos

Cualquier operación ganadera ligada a la gestión o manejo de los estiércoles y purines genera cierto olor, siendo esta emisión independiente de las dimensiones de la explotación ganadera. Las emisiones odoríferas proceden principalmente de la descomposición de estiércoles y purines, así como de los propios animales y en menor medida, de las operaciones de manejo y fabricación del pienso.

Los compuestos olorosos proceden de la transformación, en el tracto digestivo de los animales, de proteínas, grasas, carbohidratos y otros nutrientes, así como de la descomposición bacteriana de los nutrientes contenidos en los estiércoles y purines. Generalmente, la descomposición de los estiércoles en condiciones anaerobias (de ausencia de oxígeno) genera olores más ofensivos (molestos) que cuando ésta tiene lugar en presencia de oxígeno.

La figura 1 muestra la importancia relativa de las fuentes emisoras de malos olores procedentes de la actividad ganadera.

Figura 1. Origen de los olores en la ganadería (Chapin *et al.*, 1998)



Principalmente existen tres fuentes generadoras de malos olores:

- Los alojamientos ganaderos, donde los animales son confinados, y los estiércoles y purines recogidos y almacenados temporalmente. Las operaciones de vaciado de las deyecciones o limpieza de las instalaciones suponen la emisión puntual de malos olores de elevada intensidad.
- La gestión de estiércoles y purines, incluyendo las operaciones de almacenamiento, transferencia y tratamiento de las deyecciones. Durante las actividades de manejo, las deyecciones son sometidas a distintas operaciones de carga y descarga, removido o volteo, emitiendo elevadas concentraciones de emisiones olorosas.
- La aplicación a campo de estiércoles y purines. El mayor número de quejas por malos olores procede de las operaciones de aplicación agronómica de las deyecciones. Las emisiones odoríferas son generalmente mayores cuando las deyecciones son esparcidas o depositadas en la superficie del suelo, y menores cuando se realiza un enterrado posterior o son inyectadas directamente en el terreno.

La gestión de cadáveres también representa una fuente de olor, aunque su importancia con respecto a las otras es mucho menor.

Los olores ganaderos están formados por una mezcla compleja de gases, compuesta por entre 80 y 200 sustancias volátiles y material particulado. Concretamente en el caso de los purines de cerdo se han identificado unas 165 sustancias volátiles. Éstas son adheridas y transportadas por las partículas de polvo durante los procesos de dispersión atmosférica, pudiendo percibirse a varios kilómetros de distancia. Los principales grupos de compuestos que conforman los olores ganaderos son el amoníaco, compuestos sulfurados, las aminas, los ácidos grasos volátiles, indoles, escatoles, fenoles, mercaptanos, alcoholes y carbonilos. No obstante, las distintas especies presentan diferencias tanto en el número como en el tipo de compuestos olorosos, confiriéndole olores característicos a cada una de ellas.

Algunos de los gases que conforman el olor, como el amoníaco, participan además en problemas globales como la acidificación de los suelos. Sin embargo, otros gases contaminantes emitidos por la ganadería, como el metano y el dióxido de carbono, son gases inodoros a pesar de su contribución en procesos como el calentamiento global.

Las sustancias volátiles reaccionan entre sí mediante interacciones de sinergia y antagonismo, de manera que la percepción fisiológica del conjunto no es el resultado de la suma sensorial de los compuestos individuales. A semejanza de dos medicamentos que presentan efectos antagonistas, un compuesto binario de sustancias volátiles puede generar un olor más intenso (sinergia) o menos intenso (inhibición) que los dos compuestos individuales por separado. Es decir, el olor no puede ser definido como la suma de los componentes que lo conforman, sino que se trata de un proceso complejo de percepción, que varía enormemente de una persona a otra.

¿Qué es el olor?

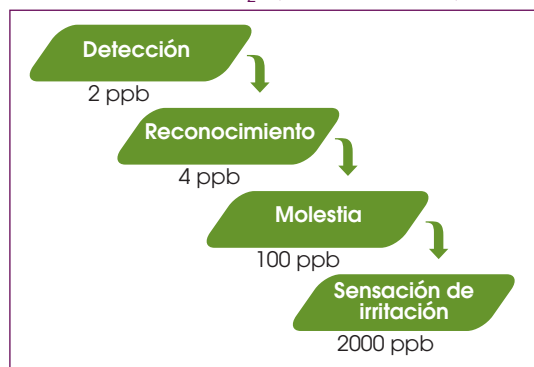
El olor puede ser definido como la sensación que tiene lugar cuando las sustancias volátiles estimulan los receptores sensoriales ubicados en la cavidad nasal. La complejidad de los olores ganaderos está relacionada con la complejidad del proceso de percepción humana, que viene condicionado por numerosos factores. No se trata, por tanto, de una calidad del aire, sino de una interpretación subjetiva del mismo.

La respuesta humana al olor depende en gran medida de la sensibilidad olfativa de cada persona. El sistema olfativo se localiza entre la cavidad nasal y el cerebro, y es el órgano responsable de la detección de los olores. Además, la respuesta de una misma persona a un determinado olor puede variar a lo largo del tiempo, en función del contexto en el que se encuentre y de su condición física y emocional. La edad, el género, el estado de salud y los hábitos personales (por ejemplo ser o no fumador) condicionan la sensibilidad olfativa.

Asimismo, existen evidencias que sugieren que los individuos "aprenden" a que ciertos olores agraden o desagraden, en función del contexto social en el que se han desarrollado y de su propia experiencia. Existen ejemplos de comunidades rurales donde se han recogido quejas por olores de una explotación porcina que en ese momento no se encontraba en funcionamiento.

La respuesta humana al olor varía en función de la concentración en el aire de las sustancias olorosas, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Respuesta humana a concentraciones crecientes de H₂S (Auvermann, 2004)



A bajas concentraciones, el olfato humano detecta los olores provocados por una sustancia o conjunto de sustancias, aunque no es capaz de reconocer el olor. Si la concentración supera el umbral de reconocimiento, el olor es entonces reconocido y asociado con los recuerdos evocados por el mismo. A concentraciones muy elevadas, las

sustancias olorosas pueden llegar a generar una molestia y provocar irritación de las vías respiratorias.

Parámetros del olor

La concentración del olor puede definirse como el número de diluciones necesarias para que el olor sea detectado por una persona de capacidad olfativa media. La concentración se mide en unidades de olor (OU_E), según la norma UNE-EN 13725:2004.

La olfatometría dinámica es la única técnica reconocida a escala internacional para la medición de olores. Un grupo de personas seleccionadas (panel olfativo) olfatea la muestra de olor. El número de diluciones necesarias para que el panel detecte el olor es la concentración de olor y se expresa como: Unidades de olor europeas por metro cúbico (OU_E/m³). Llegados a este punto, conviene diferenciar entre:

- **Umbral de detección:** Es la concentración mínima del olor que puede ser detectada por el 50 % de la población. Por definición, el umbral de detección es de 1 OU_E/m³.
- **Umbral de reconocimiento:** Es la concentración mínima a la que el 50 % de la población es capaz de describir el olor. Un umbral de reconocimiento aceptado por la comunidad científica es el definido por 3 OU_E/m³.
- **Umbral de molestia:** Es la concentración a la que una pequeña parte de la población (<5 %) manifiesta molestias durante al menos el 2 % del tiempo. Algunos autores señalan un umbral de 5 o 10 OU_E/m³, aunque el primero de ellos es el más utilizado. Este umbral viene determinado por factores psicológicos y socioeconómicos.

La persistencia del olor indica cómo disminuye la intensidad del olor al ser éste diluido y es característico de cada tipo de olor.

Por último, el tono hedónico es un parámetro que permite definir cuán agradable o desagradable es un olor en una escala de 20 puntos (-10 a 10), siendo el cero un olor neutral. Se trata de un factor poco objetivo, y que por tanto es poco utilizado en estudios de olores, puesto que depende de la percepción subjetiva del olor por el receptor.

A pesar de que parezca una cuestión sencilla de abordar, se trata de un contaminante tremendamente complejo. La emisión, dispersión (movimiento) y respuesta humana al olor depende de un gran número de factores, recogidos de manera esquemática en la Figura 3, donde se expresa el proceso global de problemática odorífera, desde la formación del olor hasta la aparición de la queja y factores que lo influyen.

En la explotación ganadera, los olores proceden tanto de fuentes fijas (alojamientos, estercoleiros o balsas de almacenamiento...) como temporales (carga y descarga de purines, removido...).

Los factores que afectan en mayor medida al nivel de olor de la explotación ganadera se recogen en la Figura 4 y son aquellos que afectan tanto a la formación del olor (tipo de alimentación, factores ambientales, diseño de las instalaciones y manejo de las deyecciones...) como a su emisión (caudal de ventilación, concentración interior...).

Las características y concentración de olor emitido dependen en gran medida de la especie ganadera y el estado productivo de los animales. Así, algunos estudios demuestran que el olor generado por las explotaciones porcinas persiste en el aire durante más tiempo que los procedentes de las explotaciones bovinas o avícolas.

La estrategia nutricional empleada en las explotaciones ganaderas determina en gran medida la composición de las deyecciones, y por consiguiente, la cantidad de olor emitido desde las mismas. Así, un incremento en el contenido de proteína bruta del pienso genera unas mayores emisiones odoríferas. Por el contrario, la adopción de un mayor número de dietas permite ajustar los aportes

alimenticios a los requerimientos nutricionales de los animales, disminuyendo de este modo los nutrientes excretados y el olor emitido.

El diseño y el manejo de las instalaciones también poseen una gran importancia en el nivel de olor de la granja. Cuando el estiércol se gestiona en forma de purín líquido, el factor más influyente es la superficie de contacto entre las deyecciones y el aire ambiental. El aumento de la frecuencia de vaciado de las fosas³ también favorece la reducción del olor en el interior de los alojamientos, al impedir la generación de condiciones anaerobias, si bien durante el proceso de extracción propiamente dicho se emiten olores de gran intensidad que también pueden ocasionar una molestia. Con respecto a la gestión de los estiércoles sólidos, la reducción del contenido de humedad y el aumento de la frecuencia de vaciado repercute en unas menores emisiones de malos olores. En cuanto al manejo general de la explotación cabe destacar la limpieza como el factor más relevante.

Por último, las condiciones meteorológicas influyen en gran medida la cantidad de olor emitido, tanto en su formación en el interior de los alojamientos ganaderos como en su liberación durante la etapa de aplicación agronómica. Temperaturas más elevadas favorecen los procesos de evaporación e intercambio gaseoso, generando unas mayores emisiones de olores. El incremento del contenido de humedad de los estiércoles sólidos también repercute en un aumento del olor emitido. Por último, el flujo de ventilación determina enormemente la tasa de malos olores emitidos al exterior.

Las operaciones de aplicación agronómica de estiércoles y purines también generan una gran cantidad de molestias entre la población, principalmente durante su esparcido y las horas posteriores al mismo. En la Figura 5 se presentan de manera esquemática los factores que influyen la emisión de malos olores en la aplicación a campo de las deyecciones.

En términos generales, el tiempo transcurrido entre que las deyecciones son esparcidas en la superficie del suelo hasta que éstas son enterradas es el factor más importante. En este sentido, juega un papel fundamental la técnica de aplicación utilizada, siendo la inyección la más efectiva en la reducción de las molestias por olores, reduciéndolos un 90 %, frente al 40-50 % de olores de los brazos de tubos colgantes (Figura 6).

La tasa de aplicación a campo de estiércoles y purines también es muy relevante, puesto que su incremento conlleva un aumento de las emisiones de malos olores. Las características de las deyecciones (contenido en nutrientes, densidad, etc.), las características del suelo (textura, contenido en humedad, capacidad de intercambio catiónico...) y el grado de cobertura vegetal influyen en gran medida el potencial olfativo de las deyecciones y su tasa de infiltración en el perfil del suelo. Generalmente, cuanto mayor es el grado de infiltración en el terreno, menores son las emisiones. La aplicación de un riego posteriormente a la aplicación de las deyecciones puede favorecer la infiltración de éstas en el perfil del suelo. No obstante, si la tasa aplicada excede la capacidad receptora del suelo, el riego puede favorecer el lixiviado de las deyecciones y generar la contaminación de las aguas subterráneas.

Figura 3. Proceso global de problemática odorífera (Powers *et al.* 2001)

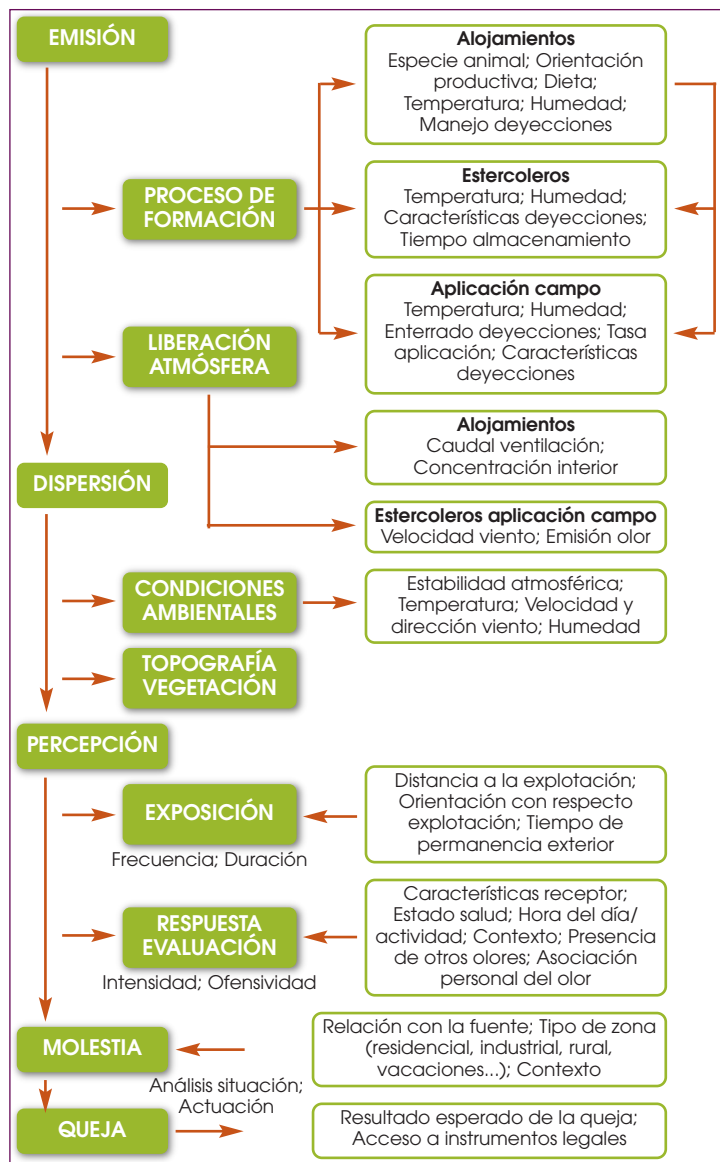
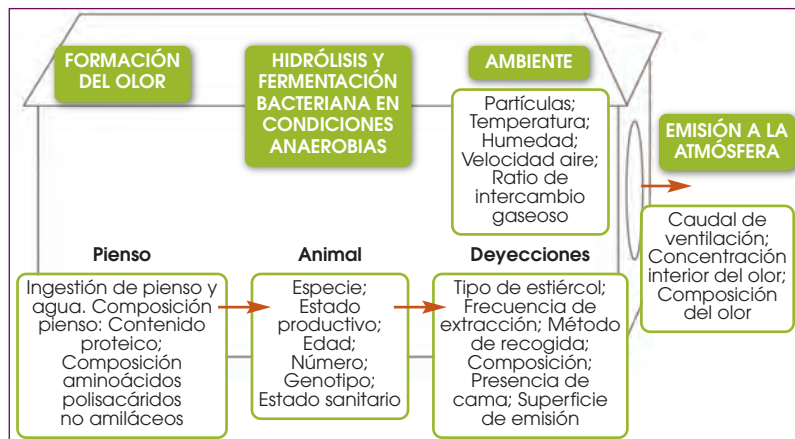


Figura 4. Factores que influyen en la emisión de olor de los alojamientos ganaderos (Le *et al.*, 2005)



³ En España no son frecuentes los alojamientos de vacas lecheras con fosas bajo pasillos enrejillados. Sí lo son en el centro de Europa

Figura 5. Factores que influyen en la emisión de olor durante las operaciones de aplicación agronómica de deyecciones (Torres *et al.*, 2019)

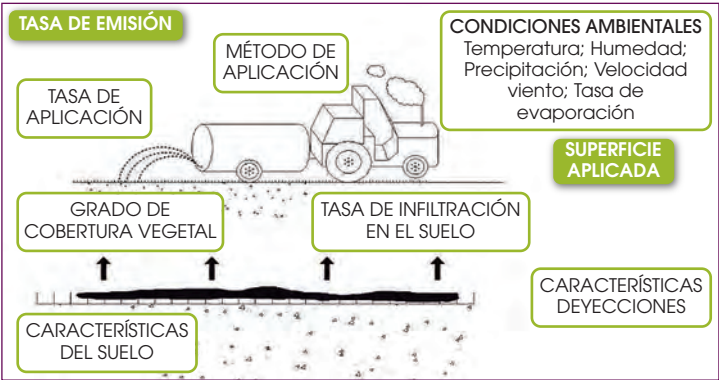


Figura 6. Enterrador de rejas.



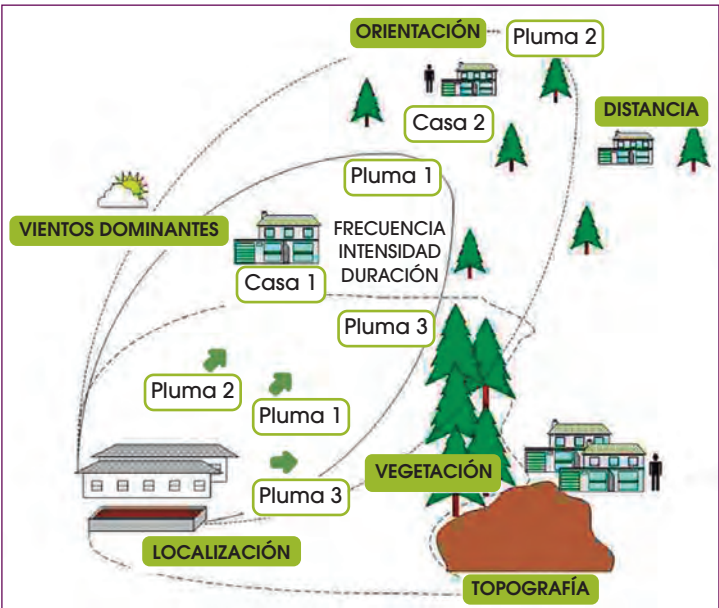
Tabla 1. Efectividad en la reducción de emisiones de los equipos de reparto (Abaigar, A. y col., 2005)

Equipo	Sensibilidad al viento	Tiempo de volatilización	Superficie contacto	Reducción de emisiones		
				Olores		NH ₃
				Olor inicial	O. remanente	
1 boca+plato	Muy alta	Alto	Muy alta	Ninguna	Ninguna	No
Brazos multibocas	Alta	Alta	Alta	Alta	Ninguna	Baja
Brazos tubos colgantes	Baja	Bajo	Baja	Alta	Importante	Alta
Enterrador discos pradera	Muy baja	Muy bajo	Muy baja	Muy alta	Muy alta	Alta
Enterrador discos cultivos	Nula	Muy bajo	Muy baja	Muy alta	Muy alta	Muy alta
Enterrador rejas	Nula	Nulo	Nula	Muy alta	Muy alta	Muy alta

Figura 7. Brazos de tubos colgantes



Figura 8. Factores que influyen el proceso de dispersión de olor (Torres *et al.*, 2019)



Una vez los olores son emitidos a la atmósfera se producen dos procesos: el primero de dilución del olor con el aire ambiental y el segundo de transporte por el viento. Al conjunto global de estos dos procesos se conoce con el nombre de dispersión atmosférica. A medida que nos alejamos de la fuente

emisora, tanto en la dirección del viento como lateralmente, el nivel de olor desciende hasta que llegamos a un punto donde éste es imperceptible. La zona en la que el olor puede ser percibido por una persona de capacidad olfativa media se conoce como penacho.

La forma en la que el olor es dispersado desde la fuente emisora a la atmósfera depende de las condiciones meteorológicas (velocidad y dirección de viento, temperatura, humedad y estabilidad atmosférica) y de las características del paisaje circundante (como colinas y áreas arboladas, topografía) como se deduce de la Figura 8. El efecto combinado de estos factores varía a lo largo del día, estación y año y depende de la localización concreta de la granja.

El efecto de la distancia es sin duda el factor más significativo de los que condicionan el proceso de percepción. El penacho de olor, esto es, su alcance geográfico, se reduce exponencialmente con la distancia, de manera que la mejor forma de evitar molestias por malos olores consiste en el establecimiento de distancias mínimas entre emisores y receptores. En la Figura 8 los receptores de la casa 1 percibirán los olores ganaderos con una mayor frecuencia, intensidad y duración que los habitantes de la casa 2, por lo que en el primer caso la molestia potencial de los olores será más elevada. Cuanto mayor sea el nivel de olor emitido por la explotación, mayor será el penacho del olor. Todos estos factores productivos, medioambientales y personales afectan a la frecuencia (cada cuánto tiempo), intensidad (cómo de fuerte), duración (durante cuánto tiempo) y ofensividad (cómo de desagradable) del olor. Esta variabilidad dificulta la medición de los olores ganaderos así como su reducción.

Inaceptabilidad del olor

La sensibilidad y caracterización de los olores dependen en gran medida de la cultura en la que éstos sean percibidos, aunque en términos generales el rechazo a ciertos olores es más persistente que las preferencias.

Es prácticamente imposible que una explotación ganadera no emita ningún tipo de olor, aunque en determinadas ocasiones, la emisión del olor puede llegar a causar una molestia a los receptores de los mismos.

La capacidad de generar molestia o desagrado depende fundamentalmente de los siguientes parámetros: frecuencia (cada cuánto aparece un episodio de olor), intensidad (cómo de fuerte), duración (cuánto tiempo) y ofensividad (caracterización del olor). La intensidad del olor se puede definir como la fuerza relativa con la que es percibido el olor por encima del umbral de detección. La ofensividad o carácter del olor es la descripción cualitativa y objetiva del mismo. Permite clasificar los olores en diversos grupos en función de su descripción: floral, afrutado, vegetal, medicinal, etc. La combinación de estos cuatro factores se conoce como parámetro FIDO (Figura 9), de manera que el factor más relevante es el de la frecuencia de percepción y el de ofensividad el de menor importancia.

Figura 9. Evaluación de las molestias por malos olores a través del parámetro FIDO (St. Croix Sensory, 2005)



dicho lugar (por ocio, vacaciones, trabajo...) determina en gran medida la susceptibilidad de la población hacia los olores, pudiendo clasificar las localidades como poco, mediana o altamente sensibles.

Un parámetro muy utilizado para limitar las molestias por malos olores es el del percentil. Este se define como el límite de la zona geográfica donde se sobrepasa un determinado umbral de olor durante un cierto porcentaje de tiempo.

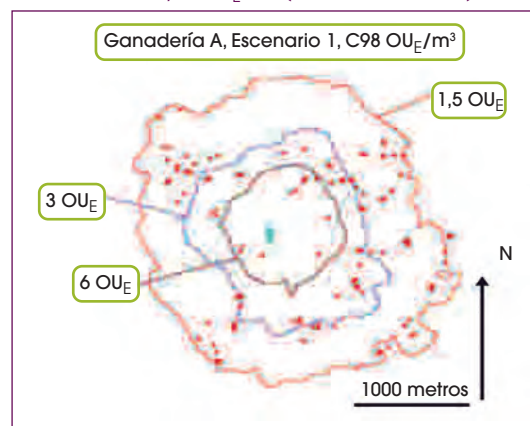
Uno de los más utilizados es el percentil 98 para una concentración media horaria de $5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ ($\text{P98}, 125 \text{ OU}_E/\text{m}^3$).

En el área contenida por el percentil se sobrepasa la concentración de $5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ durante el 2 % de las horas anuales, esto es, 175 h al año.

La exposición del receptor es la correspondiente a la concentración media máxima permitida, en este caso $5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$.

En la Figura 10 se presenta el percentil 98 para tres niveles de exposición, el de 1.5, 3 y $6 \text{ OU}_E/\text{m}^3$. (OU_E = Unidad de Olor Europea)

Figura 10. Percentil 98 para niveles de exposición de 1,5, 3 y $6 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ (Power et al., 2001)



Un olor que en principio no se considera desagradable, pero que es percibido a una elevada intensidad, puede convertirse en molesto para los afectados, a pesar de que la frecuencia de detección de los mismos sea reducida. Asimismo, la frecuencia y duración de los episodios de olor son factores muy relevantes, ya que a medida que éstos aumentan también se incrementa el grado de molestia de los receptores.

El aumento de la frecuencia de percepción puede favorecer que los receptores se habitúen a los mismos, de manera que los perciban con menor intensidad o incluso dejen de percibirlos. Los receptores más importantes de las emisiones odoríferas son los propios ganaderos, los cuales, por lo general, no perciben los olores derivados de su actividad como una molestia, pero sí aquellos emitidos por otras especies productivas o incluso otras explotaciones.

En determinadas ocasiones, cuando las explotaciones ganaderas se localizan suficientemente lejos de los núcleos urbanos, los episodios de olor son de corta duración e intensidad, de manera que no se puede afirmar que se produzca una molestia real.

Otro factor que determina el grado de molestia de la población es el tipo de población receptora y su sensibilidad. El tipo de zona (rural, residencial, industrial, turística, recreativa...), la hora del día y la razón por la que la población se encuentra en

Olor y contaminación atmosférica

Según la ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera, la contaminación del aire se define como la presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad o la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

En diversos países de la Unión Europea, la molestia por olores se limita a través de percentiles o mediante el establecimiento de distancias mínimas de separación. La distancia se calcula a través de fórmulas empíricas en función de diversos parámetros productivos, meteorológicos y zonales (en función del tipo de población receptora). La diferencia más notable entre la normativa estadounidense y la establecida en la mayor parte de los países europeos es la duración relativa del olor. Mientras que en Europa se establecen límites horarios de concentración de olor, en Estados Unidos se consideran valores de percepción mucho más cortos (5-15 minutos). Ello es debido a que el sentido del olfato genera una respuesta relativamente rápida, prácticamente instantánea, pudiendo percibir una sensación de molestia por un olor de elevada intensidad y baja duración.

En España no existe ninguna ley que defina esta situación. La única propuesta de regulación de esta problemática la recoge el borrador de anteproyecto de ley contra la contaminación odorífera de

Cataluña, que establece un límite de molestia de 5 OU_E/m^3 para un percentil 98 de las medias horarias durante un año. En las resoluciones de AAI de algunas explotaciones ganaderas intensivas se establece este mismo límite de $\text{P98-1}^{25} \text{OU}_E/\text{m}^3$.

Efecto sobre las personas

La Organización Mundial de la Salud (World Health Organization) define el término de salud como el estado de bienestar en todas sus facetas, físico, mental y social, y no simplemente la ausencia de enfermedad o dolencia.

Los efectos sobre la salud han sido relativamente poco estudiados en comparación con los causados por otros contaminantes atmosféricos como el material particulado, el sulfuro de hidrógeno o el amoníaco. Sin embargo, algunos estudios señalan que los olores pueden afectar al estado psíquico de las personas, influyendo negativamente sobre su estado anímico y pudiendo provocar situaciones de estrés. Si la exposición es crónica, los afectados pueden sentir frustración o enfado, especialmente cuando no obtienen un beneficio directo de la actividad o no tienen control sobre ella.

Otros estudios atribuyen a los olores ganaderos la aparición de síntomas físicos, entre los que se incluyen problemas de insomnio, dolores de cabeza, irritación de las mucosas, tos, náuseas y problemas estomacales. También puede agravar problemas médicos, como el asma, en pacientes hipersensibles. La aparición de estos síntomas puede estar relacionada con las propiedades irritantes de los compuestos que forman el mal olor, o bien por el efecto sinérgico de éstos con otros contaminantes atmosféricos.

Dicho esto, cabe destacar que, en términos generales, la población no suele percibir malestar físico causado por los síntomas indicados anteriormente, sino que suele tratarse de una situación estresante por la molestia que ocasiona.

Encuestas realizadas por nuestro grupo de investigación constatan esta afirmación. En cualquier caso, la reducción de las emisiones odoríferas es beneficiosa tanto para el conjunto de la comunidad de vecinos como para el ganadero, ya que de esta forma evitaría la aparición de quejas que podrían afectar negativamente a su actividad.

Resumen

En esta nueva entrega de la serie de trabajos sobre Sostenibilidad en las granjas de vacuno de leche, hemos abordado de una manera breve el control de ruidos, polvo y, sobre todo, de olores, tema complejo y con un cierto grado de subjetividad en su apreciación por parte del ser humano, lo que hemos intentado explicar en las páginas anteriores. Sin duda, cada uno de los tres asuntos daría para una explicación técnica mucho más larga, pero hemos preferido tratarlo de una manera sencilla y, ¡jálala!, más comprensible, dentro de la ya citada complejidad.

Referencias bibliográficas

- Abaigar, A. y col. 2005. *Reducir las emisiones de amoníaco y olores en el reparto de purín*. Navarra Agraria nº 52.
- Torres, A. y col. 2010. *Guía de mejores técnicas disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves en la Comunidad Valenciana*. Centro de Tecnologías Limpias. Generalitat Valenciana
- Torres, A. y col. 2019. *Guía técnica para la gestión de las emisiones odoríferas generadas por las explotaciones intensivas*. Generalitat Valenciana

