

TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONCENTRACIÓN DE GASES EN EXPLOTACIONES PORCINAS DE GALICIA

Barrasa, M. ^P; Lamosa, S.; Fernández, M. D.; Fernández, E
Universidad de Santiago de Compostela

Abstract

Environmental conditions in pig houses are a safety, health and comfort indicator of the stockbreeder and animal welfare, and a possible atmospheric contamination source.

12 pigs buildings, where different periods took place gestation, maternity and fattening, were studied during a complete day in august, 2008. Ammonia, sulfhidric acid and carbon dioxide concentrations were measured every minute. Temperature and relative humidity were measured in a stable representative point every ten minutes.

Daily ammonia gas exposure and short-term ammonia gas exposure values were below the environmental maximum exposure limit in the pigs buildings studied. The highest values were obtained in fattening and maternity pig farms comparing with gestation farms. Sulfhidric acid and carbon dioxide concentration were not reached relevant values in any pigs farms studied.

The relative humidity values of air were usually between the critical limits while the humidity and the temperature values of air regularly exceeded the recommended limits in all the studied pig farms.

Keywords: *Pigs farm, temperature, humidity, gas concentration, ammonia, sulfhidric acid, carbon dioxide*

Resumen

Las condiciones ambientales de las explotaciones ganaderas representan un indicador tanto de la seguridad, salud y confort del ganadero, como del bienestar animal, así como una posible fuente de contaminación atmosférica.

Se estudiaron 12 explotaciones, separando las zonas de gestación, maternidad y cebo, durante un día completo en el mes de agosto de 2008. Se midieron las concentraciones de amoníaco, sulfhídrico y dióxido de carbono realizándose mediciones en continuo cada minuto. La temperatura y humedad relativa se midieron en un punto representativo de la explotación tomando datos cada 10 minutos.

Los valores de la Exposición diaria y de la Exposición de Corta Duración al amoníaco en las explotaciones de ganado porcino estudiadas estuvieron por debajo de los Valores Limite Ambientales correspondientes, si bien los valores que corresponden a aquellas granjas con orientación e cebo y de maternidad fueron mayores que los que corresponden a las de gestación. El resto de los gases estudiados no alcanzaron concentraciones relevantes en ninguna de las explotaciones estudiadas.

Todas las explotaciones de porcino estuvieron dentro de los límites críticos de humedad relativa, pero rebasaron de forma habitual los límites de humedad relativa y de temperatura recomendados.

Palabras clave: *Explotaciones de porcino, temperatura, humedad, concentración de gases, amoníaco, ácido sulfhídrico, dióxido de carbono*

1. Introducción

Durante las últimas décadas, la rentabilidad de muchas explotaciones ganaderas se basó en la implantación de grandes cambios en los sistemas de producción que, entre otras cosas, llevaron a una mayor tecnificación de las granjas, a la introducción de razas más productivas y sensibles y a la pérdida de la base territorial tradicionalmente asociada a la productividad pecuaria (Aguilar, 2006).

Todos estos elementos repercutieron de forma importante en el bienestar animal, en el medioambiente y en las condiciones laborales de los ganaderos, provocando un incremento de la preocupación social hacia estas consecuencias negativas derivadas de la intensificación agroganadera, que se vio reflejada en las políticas comunitarias: condicionalidad de las ayudas, autorizaciones ambientales integradas, campañas de sensibilización y formación, etc.

Las condiciones ambientales de las explotaciones ganaderas representan un indicador tanto de la seguridad, salud y confort del ganadero, como del bienestar animal, así como una posible fuente de contaminación atmosférica.

El entorno que rodea tanto al trabajador como al animal es de gran importancia para la salud y rendimiento del primero como para el correcto desarrollo de las funciones de los animales, de tal forma que condiciones ambientales adversas pueden desencadenar trastornos en la conducta y en la fisiología animal que conlleven una producción menor y de peor calidad.

Para el planteamiento y desarrollo del estudio que aquí se expone se ha tenido en cuenta el Real Decreto 486/1987 que hace referencia a las condiciones ambientales que deben reunir los locales de trabajo, y en lo referente a los gases el Real Decreto 374/2001 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, así como la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con los agentes químicos.

2. Objetivos

El objetivo último de estos trabajos es conocer las condiciones de trabajo de los trabajadores ocupados en diversos subsectores pertenecientes al sector agrario de la Comunidad Autónoma de Galicia.

En este caso el objetivo se centra en determinar las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa durante jornadas de 24 horas, así como las concentraciones de algunos gases (amoníaco, sulfhídrico y dióxido de carbono) en algunas explotaciones ganaderas de porcino ubicadas en la provincia de Lugo, como trabajo preliminar para otros futuros estudios más específicos.

3. Metodología

3.1 Material

Para la estimación de las condiciones termohigrométricas exteriores, se utilizaron los datos aportados por la estación meteorológica más próxima a las explotaciones, en este caso la Estación Meteorológica de Portomarín, con las siguientes características:

Nombre:	Portomarín (Lugo)	Altitud:	447 m
Longitud:	612930 UTMX-29T ED-50	Latitud :	4741204 UTMY-29T ED-50

Los datos de temperatura y humedad relativa se tomaron con un registrador de temperatura, humedad y luz KH100, con una resolución de 0,1°C, 0,1°F, 0,1% RH, 1 Lux, frecuencia de registro de 1 s a 24 h y rango de medida de -20 a +70°C.



Figura 1. Registrador de temperatura, humedad y luz, KH100

Debido a la complejidad de las explotaciones y a la disponibilidad de un solo equipo, éste se colocó en una zona representativa del interior de la edificación. Dentro de lo posible, se evitaron las zonas de influencia de la radiación solar y las proximidades a aberturas de ventilación. El aparato se colocó a una altura de 0,8 m en todas las explotaciones. Una vez instalado el equipo se programó para que funcionara desde las 09:00 hasta las 09:00 del día siguiente, tomando datos cada 10 minutos, de forma que se obtuvieron datos de temperatura y humedad durante 24 horas.

El equipo utilizado para la medición de gases ha sido un detector múltiple de gases, MX2100, capaz de detectar hasta cinco gases simultáneamente, clasificado en categoría 1 según la directiva ATEX 94/9/CE. Dotado de memoria interna con capacidad para 200.000 conjuntos de datos, los cuales se descargan a ordenador vía infrarrojo. Software COM2100 para mantenimiento, calibración e descarga de datos almacenados al ordenador. Autonomía de funcionamiento máxima de 14 horas.



Figura 2. Detector múltiple de gases, MX2100

Se utilizó el mismo criterio que para la ubicación del sensor de temperatura, humedad e iluminación. Se tomaron datos de la concentración de dióxido de carbono, de sulfhídrico y amoníaco cada minuto de 9:00 a 21:00.

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN
Temperatura en la nave Iluminación en la nave Humedad en la nave	24 horas en continuo, desde las 9:00 hasta las 9:00 del día siguiente, ubicando el registrador de temperatura, humedad e luz, dentro de lo posible en el centro de la nave, a una altura de 0,80 m
Concentración de amoníaco Concentración de sulfhídrico Concentración de dióxido de carbono	12 horas en continuo, desde las 9:00 hasta las 21:00 horas, ubicando el medidor de gases, dentro de lo posible en el centro de la nave, a una altura de 0,80 m

Tabla 1. Características de las mediciones

3.2 Elección de las explotaciones

Para la elección de las explotaciones, partimos de los listados proporcionados por las Oficinas Agrarias Comarcales de Lugo, Monterroso y Sarria, en la provincia de Lugo, pertenecientes a la Consellería de Medio Rural de la Xunta de Galicia. Después de ponerse en contacto con ellas y contar con su colaboración se eligieron las explotaciones de porcino más representativas, un total de doce, cuatro de cebo, cuatro de gestación y otras cuatro de cria. La selección se realizó con miras a contar con una variedad en cuanto a estructuras y soluciones constructivas, distintos tipos de alojamientos, de ventilación (natural o forzada), sistemas de limpieza, etc.



Figura 3. Situación de las explotaciones del estudio

4. Resultados

4.1. Temperatura y humedad relativa en explotaciones de porcino de cebo (EP_C)

Aunque todas las explotaciones superaron el umbral de HR óptima ($HRO_{sup,h}$) recomendada por el R.D. 486/1997 para las personas (70%) alcanzando un promedio en todas las explotaciones de 8,5 horas diarias, 3,7 horas en horario diurno y 4,8 horas en nocturno; cabe destacar el comportamiento de EP_04_C y EP_07_C, ya que prácticamente no tuvieron problemas con la humedad. Por el contrario EP_12_C se mantuvo durante las 24 horas por encima del 70% aunque se correspondió con una humedad relativa exterior también muy elevada (media de 91,1%).

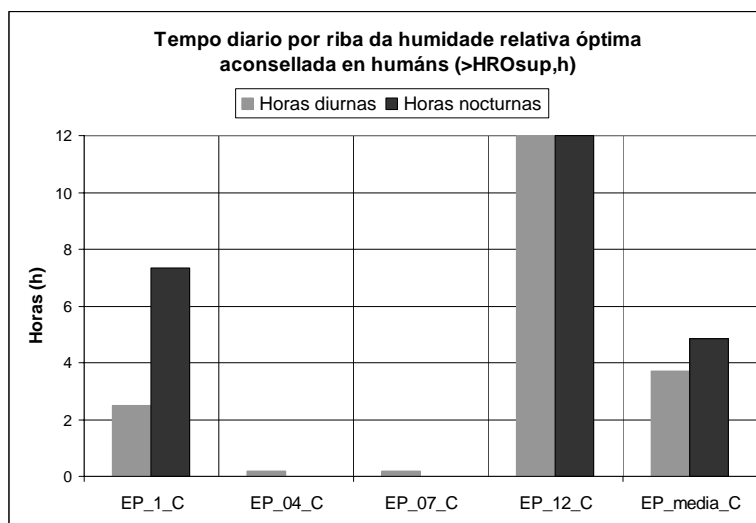


Gráfico 1. Tiempo diario por encima de la HR óptima aconsejada en humanos en porcino de cebo

En cuanto a la temperatura, al igual que en el caso de la HR, todas las explotaciones sobrepasaron la temperatura óptima recomendada ($TO_{sup,h}$) por el R.D. 486/1997 para trabajos ligeros ($25^{\circ}C$), aunque EP_12_C fue la explotación que menos tiempo estuvo por encima del límite, con 0,3 horas.

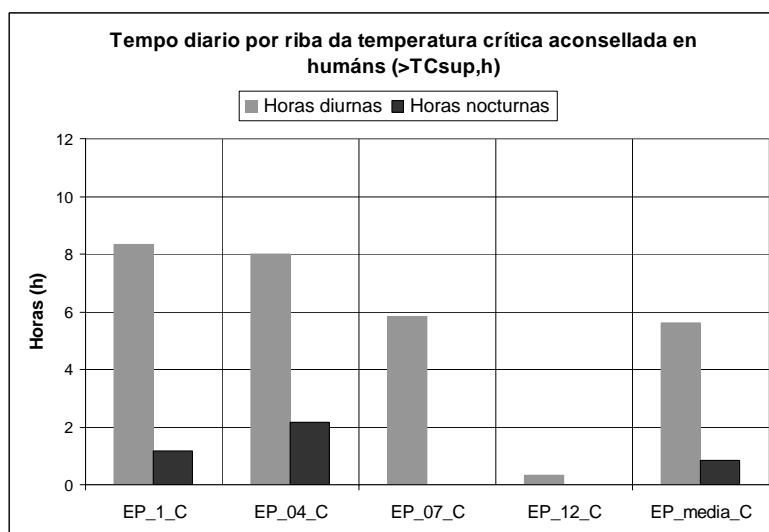


Gráfico 2. Tiempo diario por encima de la T^a óptima aconsejada en humanos en porcino de cebo

4.2. Temperatura y humedad relativa en explotaciones de porcino de gestación (EP_X)

Al igual que en las explotaciones de cebo, ninguna explotación bajó de los límites mínimos de HR recomendados para los trabajadores, aunque sí lo hicieron por encima, con un promedio de 6,5 horas diarias.

Con respecto a T, EP_02_X fue la única explotación que bajó de los límites recomendados, mientras que las otras lo hicieron siempre por arriba.

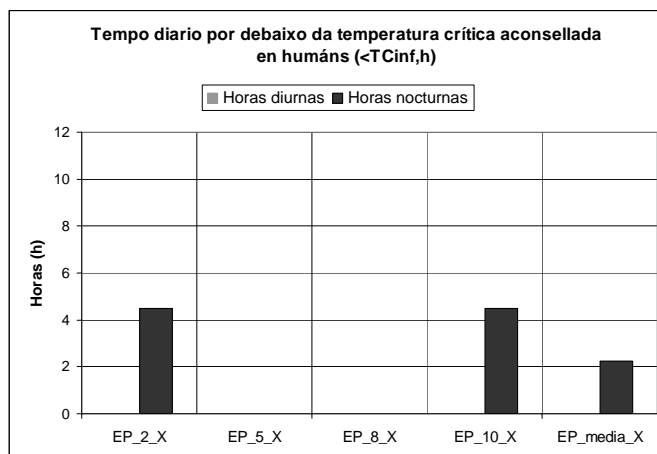


Gráfico 3. Tiempo diario por debajo de la T^a crítica aconsejada en humanos, porcino de gestación

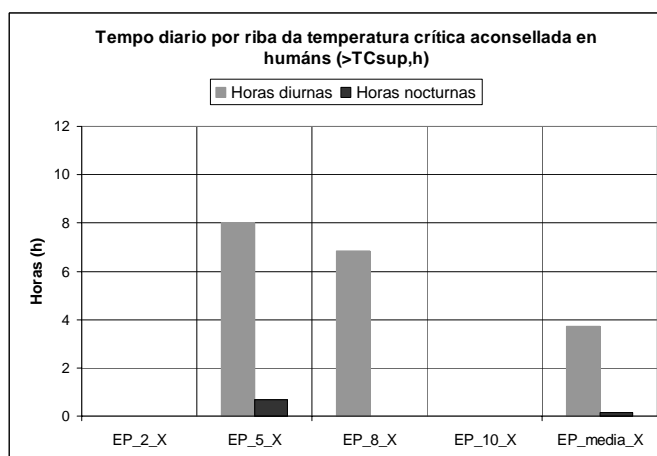


Gráfico 4. Tiempo diario por encima de la T^a crítica aconsejada en humanos, porcino de gestación

4.3. Temperatura y humedad relativa en explotac. de porcino de maternidad (EP_M)

EP_09_M fue la única explotación que se mantuvo en todo momento dentro de los límites de HR recomendados para trabajadores. El resto de las explotaciones sobrepasaron estos límites pero durante 4 horas como máximo.

En cuanto a T^a, EP_03_M, no sobrepasó nunca los límites de T^a óptima, pero sí lo hicieron las explotaciones restantes, fundamentalmente EP_06_M y EP_09_M, durante 18,5 y 13,5 horas diarias respectivamente.

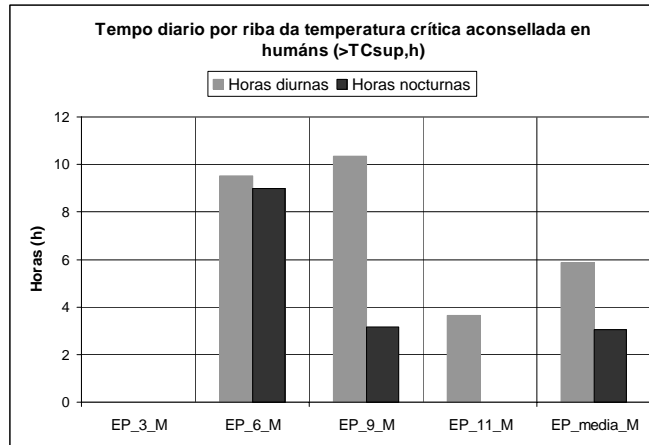


Gráfico 5. Tempo diario por encima de la T^a crítica aconsellada en humanos, porcino de maternidad

4.4. Explotaciones de porcino (EP)

En cuanto a seguridad del trabajador, todas las explotaciones de porcino, independientemente de su especialidad, se mantuvieron habiéndose de los límites de HR y T. Atendiendo a los datos medios, las explotaciones más cómodas desde el punto de vista de la HR fueron las de maternidad, mientras que, en cuanto a T, todas obtuvieron unos registros similares.

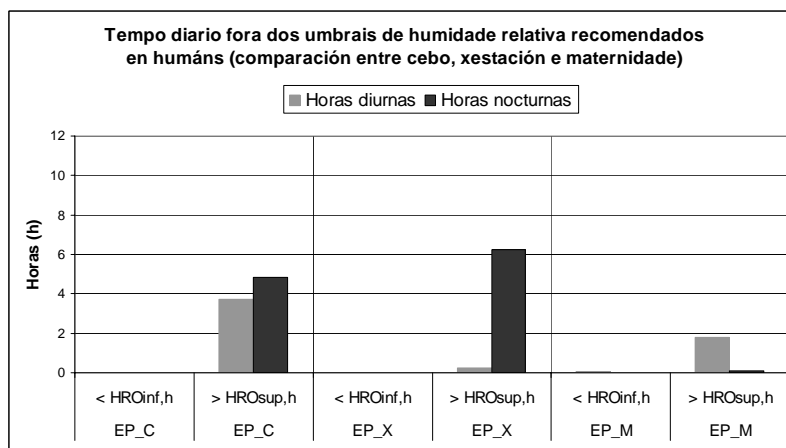


Gráfico 6. Tempo diario fuera de los umbrales de HR recomendados en humanos, porcino

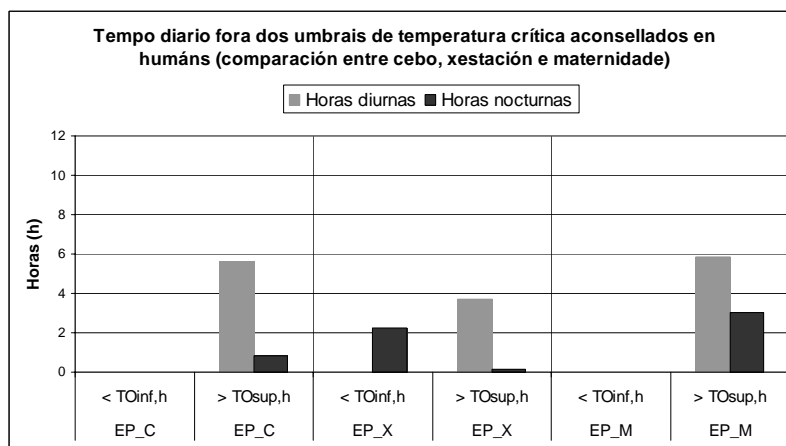


Gráfico 7. Tempo diario fuera de los umbrales de T^a crítica aconsellados en humanos, porcino

4.5. Amoniaco, NH₃

Los datos de las mediciones efectuadas muestran la presencia de este gas en las granjas de porcino, aunque en distintas concentraciones. En el caso de las edificaciones dedicadas al cebo, la EP_01_c y la EP_07_c son las que presentan menores concentraciones (mediciones minutales menores de 3 ppm). Cabe destacar la EP_12_c con valores muy elevados durante prácticamente todo el periodo de medición, consiguiendo un valor máximo minotal de 16 ppm. Aunque existe concentración de NH₃, tanto la Exposición Diaria como la Exposición de Corta Duración permanecen por debajo de los Valores Límites Ambientales establecidos normativamente para este gas (20 ppm y 50 ppm, respectivamente). En el caso de la explotación EP_12_c el valor de la ED está también por debajo, pero muy cerca del VLA-ED. En las gráficas siguientes se muestra los datos correspondientes a la ED y a la EC.

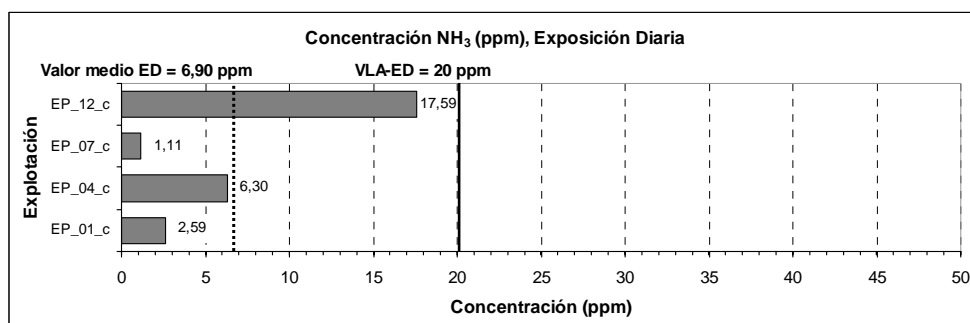


Gráfico 8. Concentración de NH₃ (ppm), Exposición Diaria. Porcino de cebo.

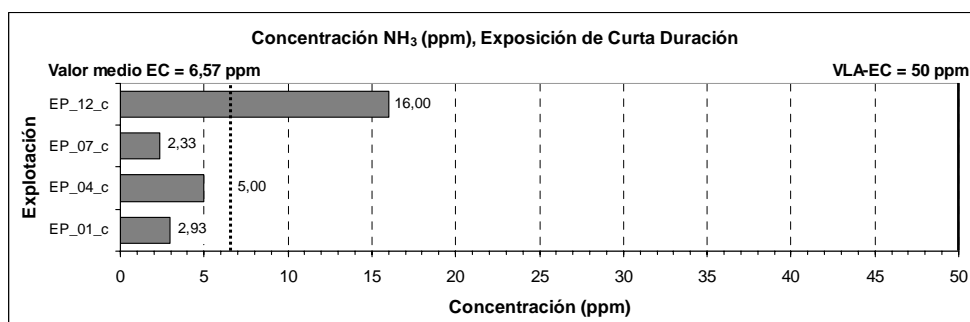


Gráfico 9. Concentración de NH₃ (ppm), Exposición de Corta Duración. Porcino de cebo.

En las edificaciones de gestación también se detecta la presencia de amoniaco, la niveles menores que en el caso del cebo. En el caso de las maternidades el nivel del gas vuelve a elevarse, consiguiendo valores minutales máximos de hasta 6 ppm. Aunque existe concentración de NH₃, tanto a ED como la EC permanecen por debajo de los Valores Límites Ambientales establecidos. En las gráficas siguientes se muestra los datos correspondientes a la ED y a la EC.

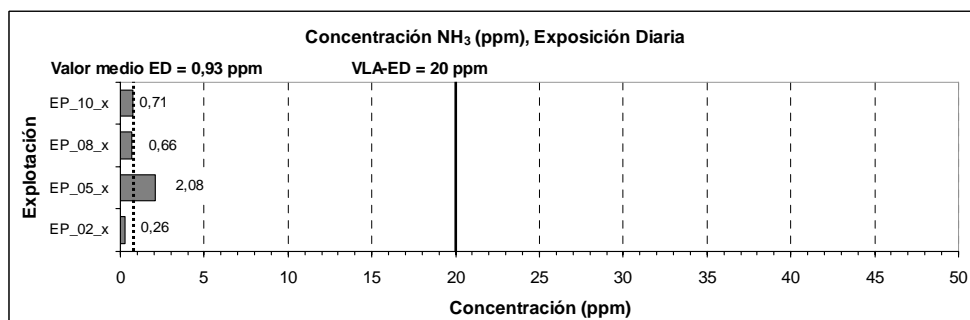


Gráfico 10. Concentración de NH₃ (ppm), Exposición Diaria. Porcino de gestación.

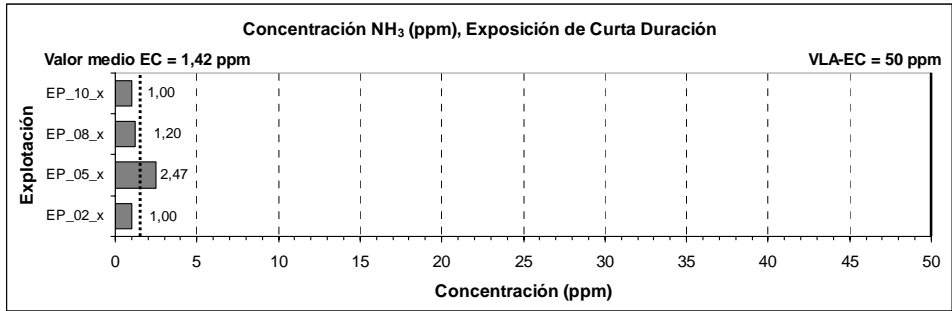


Gráfico 11. Concentración de NH₃ (ppm), Exposición de Corta Duración. Porcino de gestación.

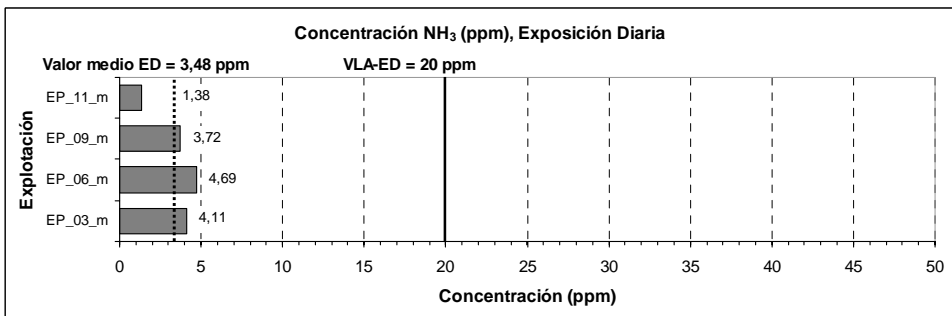


Gráfico 12. Concentración de NH₃ (ppm), Exposición Diaria. Porcino de maternidad.

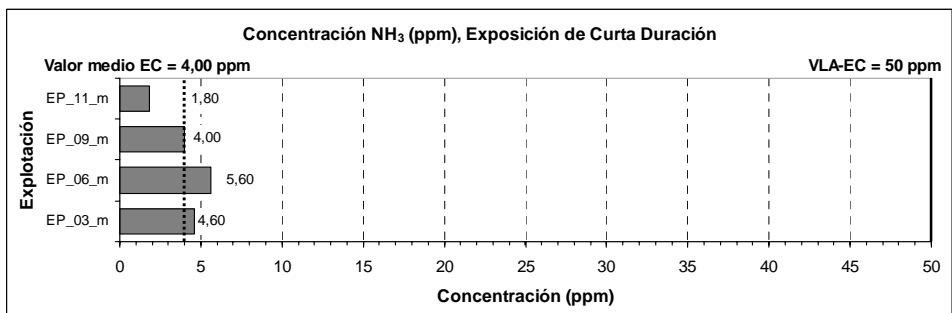


Gráfico 13. Concentración de NH₃ (ppm), Exposición de Corta Duración. Porcino de maternidad.

En el conjunto de explotaciones de ganado porcino la Exposición Diaria promedio es de 3,77 ppm, por debajo del VLA-ED y con un Índice de Exposición (ED/VLA-ED) inferior a 0,1, exposición aceptable, en algunas de ellas. En cuanto a la Exposición de Corta Duración, el valor medio de la exposición en los períodos de mayor concentración del gas es de 3,99 ppm.

A gráfica siguiente representa la concentración media minutil de todas las explotaciones estudiadas. Tras una subida inicial correspondiente a las primeras horas de medición, el valor se mantiene en torno al valor de 4 ppm.

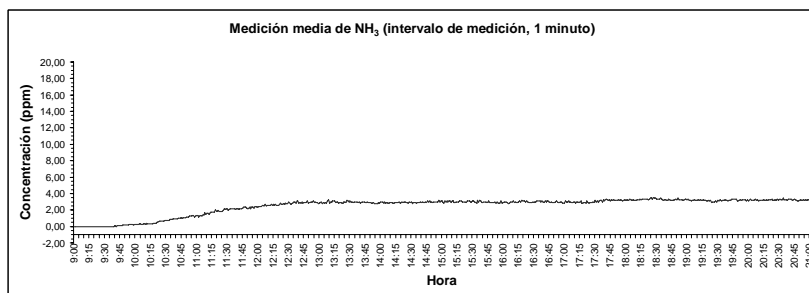


Gráfico 14. Concentración media minutil NH₃ (ppm). Ganado porcino.

4.6. Sulfuro de hidrógeno, H₂S

En las explotaciones de porcino de cebo a concentración de este gas tiene valores nulos, salvo en el caso de la EP_01_c donde se producen picos al largo de todo el período de medición. En las edificaciones de gestación se repite esta pauta, salvo en la EP_10_x, donde se produce un único pico puntual en torno a la mitad del período de medición. En las edificaciones de maternidad no se detecta este gas.

Tanto la Exposición Diaria promedio como Exposición de Corta Duración media están por debajo de los valores límite (10 y 15 ppm, respectivamente), y se puede concluir que la exposición a este gas es aceptable.

4.7. Dióxido de carbono, CO₂

La concentración de dióxido de carbono se mantiene en todas las edificaciones de ganado porcino de cebo alrededor del valor 0,10%, con variaciones al largo del período de medición en el caso de la EP_07_c. Hay que exceptuar la EP_12_c, donde la concentración es de 0,20% durante la totalidad del citado período. En todos los casos, de nuevo, los valores de la ED están por debajo del VLA-ED establecido normativamente (0,50%). Los valores medidos de la concentración están también dentro de los Límites de Desviación establecidos. En la siguiente gráfica se muestran los valores de la ED. Los Límites de Desviación establecidos normativamente para este gas son 3 x VLA-ED, como valor que no deberá superarse durante más de 30 minutos en total al largo de la jornada, y 5 x VLA-ED, como valor que no debe sobrepasarse en ningún momento. Todas las explotaciones de porcino de cebo estudiadas cumplen con estos límites. Con los valores obtenidos de la ED, el Límite de Exposición consigue un valor de 0,30 en las tres primeras y 0,60 en el caso de EP_12_c.

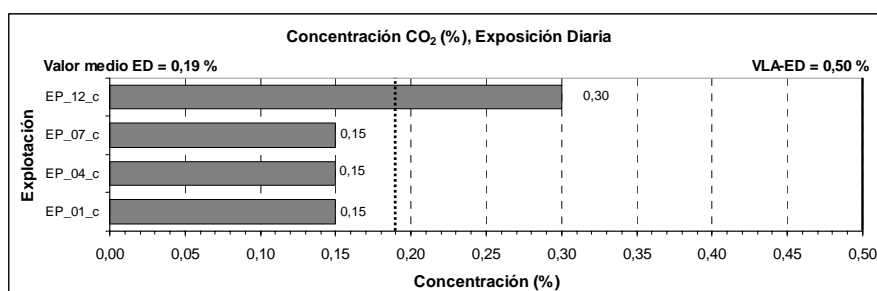


Gráfico 15. Concentración de CO₂ (%), Exposición Diaria. Porcino de cebo.

En el caso de las edificaciones dedicadas a la gestación, la concentración de este gas oscila entre 0 y 0,10%. En todas ellas se observa una exposición diaria igual o inferior a 0,15%, por debajo del VLA-ED (0,50%) establecido en la normativa y cumpliendo los límites de desviación correspondientes. Con este valor de ED, el Índice de Exposición es mayor de 0,10 en todos los casos. En la gráfica siguiente se muestra los valores de ED para las edificaciones de esta orientación.

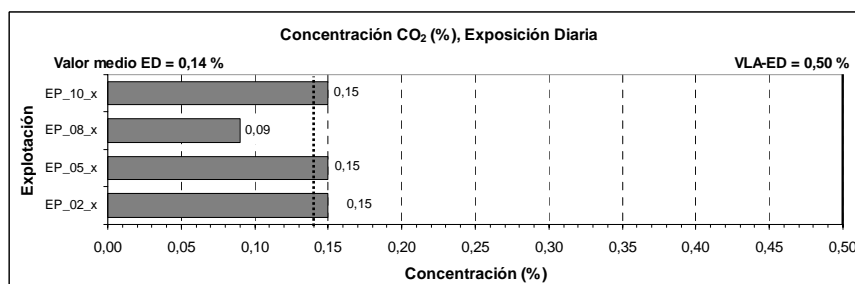


Gráfico 16. Concentración de CO₂ (%), Exposición Diaria. Porcino de gestación.

En el caso de las edificaciones dedicadas a la maternidad, en dos de ellas (EP_09_m y EP_11_m) las mediciones puntuales se mantienen en 0,10%. Las otras dos (EP_03_m y EP_06_m) presentan también valores de 0,10% pero con algunos picos puntuales de 0,20%. Son valores por debajo del VLA-ED correspondiente, y que se mantienen también dentro de los Límites de Desviación, aunque el Límite de Exposición es igual o mayor de 0,30 en todas ellas. En la gráfica siguiente se muestra a ED para cada una de las granjas estudiadas.

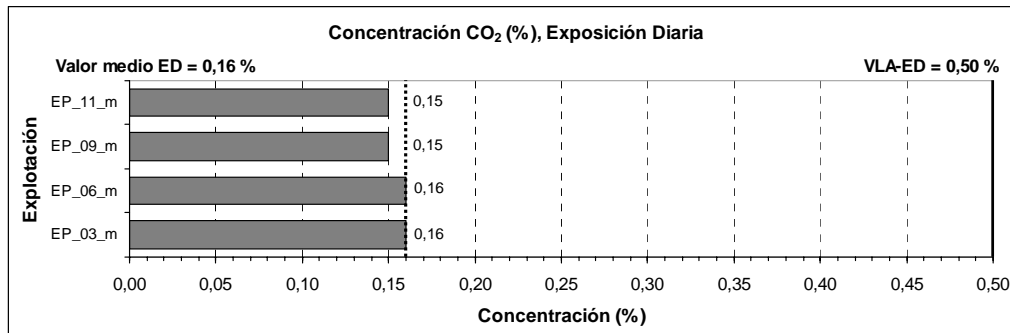


Gráfico 17. Concentración de CO₂ (%), Exposición Diaria. Porcino de maternidad.

En el conjunto de todas las explotaciones de ganado porcino la concentración media de este gas está ligeramente por encima de 0,10%, con pequeñas variaciones a lo largo del período de medición, como se puede observar en la gráfica siguiente.

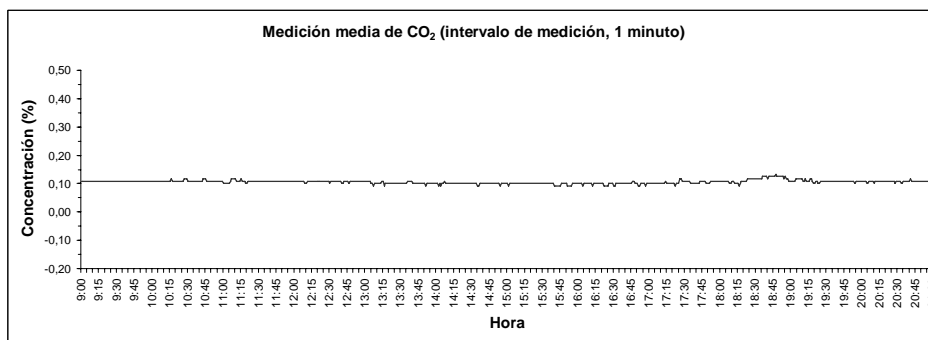


Gráfico 18. Concentración media minutal CO₂ (%). Ganado porcino.

5. Conclusiones

Todas las explotaciones de porcino estuvieron normalmente dentro de los límites críticos de humedad relativa, pero rebasaron de forma habitual los límites de humedad relativa y los de temperatura recomendada.

Los valores de la Exposición Diaria y de la Exposición de Corta Duración al amoníaco en las explotaciones de ganado porcino estudiadas están por debajo de los Valores Límite Ambientales correspondientes, si bien los valores que corresponden a aquellas granjas con orientación de cebo y de maternidad son mayores que los que corresponden a las de gestación. Los Índices de Exposición de todas las explotaciones de gestación están por debajo de 0,10; mientras que sólo una explotación de cebo y otra de maternidad están por debajo de dicho valor.

La presencia de sulfuro de hidrógeno es nula en todas las explotaciones estudiadas, exceptuando dos de ellas, una de cebo y otra de gestación. La exposición a este gas es aceptable.

En cuanto al dióxido de carbono, la Exposición Diaria está por debajo del Valor Límite Ambiental en todas las explotaciones. Su concentración también se mantiene en todos los casos dentro de los Límites de Desviación establecidos.

Referencias

Aguilar Ramírez, M.: *"Control ambiental en alojamientos ganaderos de Navarra II"*. Instituto Técnico de Gestión Ganadero, Pamplona, 2006.

Barrasa, M.; Fernández, E.; Fernández, M.D.; García, B.; García, F.; Lamosa, S.; López, A.B. *"Ruido, iluminación e concentración de gases nalgunas explotacións galegas"*. Lugo, 2008.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con los agentes químicos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid, 2008.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del Estado nº 97. Madrid, 1997.

Real Decreto 374/2001, de seis de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado nº 104. Madrid, 2001.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con los agentes químicos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid,

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Sociedad Gallega de Prevención de Riesgos, que nos ha encargado este trabajo (Barrasa y otros, 2008), el cual ha sido subvencionado por la Consellería de Trballo de la Xunta de Galicia.

Manifiestar nuestro más sincero agradecimiento a todos los ganaderos que nos han permitido llevar a cabo los trabajos de campo en sus explotaciones.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Martín Barrasa Rioja

Departamento de Ingeniería Agroforestal. Proyectos.

Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.

C/ Benigno Ledo s/n. 27002 Lugo. España.

Teléfono 34 982.252231 Ext. 23263. Móvil 600 94 00 45 Fax: 34 982 28 59 26

E-mail: martin.barrasa@usc.es