

Olores molestos y sus efectos en la salud de la población

Revisión Bibliográfica para el Ministerio de Salud

MARIA ANTONIA FORTT ZUNZUNEGUI

30 de septiembre de 2012

Olores molestos y sus efectos en la salud de la población

Revisión Bibliográfica para el Ministerio de Salud

ANTECEDENTES GENERALES

El desarrollo en nuestro país de la industria relacionada con la crianza masiva de animales domésticos para la producción de carne, así como otras actividades relacionadas con la industria de alimentos para consumo humano y animal, ha determinado que los problemas de malos olores que dichas actividades generan por su operación normal sean cada vez más relevantes en las comunidades cercanas a estos centros productivos. Por otra parte, actividades industriales más tradicionales tales como tostaderías de granos, fabricación de esencias o aditivos, fabricación de conservas de productos del mar y la industria del petróleo también han generado problemas de olores molestas que afectan la calidad de vida de las comunidades.

Se estima que existen varias dificultades dentro de cada uno de los procesos productivos, junto con carencias normativas que dificultan abordar este tipo de problemas para las autoridades a cargo. El Ministerio de Salud plantea la necesidad de avanzar en la discusión normativa al respecto tendiente a controlar y minimizar los efectos e impactos en la población de los malos olores, basados principalmente en los efectos que dichas sustancias provocan en las personas expuestas es forma prolongada o aguda. Esta licitación requiere se cuente los antecedentes y hallazgos más recientes respecto de los efectos en la salud de la población cuando es sometida a respirar malos olores provenientes de actividades comerciales o industriales, considerando cambios epidemiológicos experimentados por las poblaciones expuestas así como cambios en otras dimensiones de la calidad de vida.

En esta revisión bibliográfica se estableció como objetivo general el identificar, analizar y sintetizar la evidencia científica nacional e internacional, sobre los efectos en la salud de las personas derivados de la exposición aguda o crónica a malos olores generados por actividades industriales. Se planteó identificar, analizar y sintetizar la evidencia científica de los últimos 5 años en cuanto a la exposición en población general a distintas sustancias mal olientes generadas por procesos industrializados y los efectos en la salud de la población, incluidos los efectos relacionados con calidad de vida, confort y bienestar de las personas expuestas, considerando efectos fisiológicos y los efectos en la salud mental.

METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos disponibles usadas en salud, salud ambiental y epidemiología. A fin de garantizar un producto final reproducible se privilegió el uso de programas computacionales, tales como Endnote.

Las etapas de la revisión, descritas en la oferta técnica, fueron las siguientes: búsqueda de literatura, selección estudios, revisión de los estudios y consolidado de los principales hallazgos.

De manera resumida, se realizaron reuniones con la contraparte del Ministerio de Salud para definir en conjunto un listado de palabras claves para orientar el proceso de búsqueda. La búsqueda fue sistemática utilizando las siguientes palabras claves acordadas previamente con la contraparte técnica:

- Odor AND health effects
- animal production AND health effects
- cellulosic plants AND health effects : esta no dio resultados por lo que fue eliminada del proceso de búsqueda.

En cada caso se realizó una búsqueda sin filtros y en pasos sucesivos se filtró por estudios en humanos, estudios durante los últimos 10 y 5 años.

La búsqueda de bibliografía se realizó utilizando la base de datos Medline, Scielo y otras, según lo descrito en la oferta técnica, e integró elementos de búsqueda de la evidencia principalmente en estudios epidemiológicos, respecto a emisiones de agentes que determinan malos olores vinculados a procesos productivos específicos y que determinen exposiciones en el ambiente laboral y ambiental.

A fin de que esta revisión fuera confiable, imparcial y clara se consideraron estudios publicados en diversas bases de datos, indexadas a nivel nacional o internacional.

Como producto de esta etapa se obtuvieron los siguientes totales de artículos publicados.

PALABRAS CLAVES Y FILTROS EVALUADOS	N° de artículos
Odor AND health effects	603
Odor AND health effects filter humans	444
Odor AND health effects filter humans last 5 years	134
animal production AND health effects	2778
animal production AND health effects filter humans last 5 years	323
animal production AND respiratory effects	107
cellulosic plants AND health effects	3 (no atingentes al objetivo)

A partir de las listas de artículos ya identificados, se procedió a revisar los títulos y resúmenes, realizándose una primera selección de artículos cuya información permitiera responder a los objetivos planteados. Se destaca que muchas veces los artículos relevantes de una búsqueda se repiten. Se destacaron todos aquellos estudios realizados con voluntarios orientados a medir efectos ante sustancias químicas usadas como perfumes, estudios en grupos especiales con determinadas patologías que alteran capacidades olfatorias o su interpretación, estudios en modelos animales orientados a determinar alteraciones fisiológicas ante agentes químicos diferentes a los agentes emitidos en procesos industriales.

Se privilegiaron estudios epidemiológicos. A fin de facilitar la selección de éstos se revisaron los siguientes criterios:

- a. Diseños epidemiológicos: estudios primarios observacionales, ecológicos, de casos y controles, series de caso, estudios de cohortes, ensayos de campo, reportes de intervenciones comunitarias, meta-análisis y revisiones sistemáticas.
- b. Año publicación: la búsqueda se amplió, dada la escasez de artículos que permitieran el cumplimiento de los objetivos señalados.
- c. Idioma: en castellano e inglés.
- d. Tipo de publicaciones: artículos de revistas científicas, revisiones.
- e. Artículos de revistas con comité editorial y validación internacional (ISI o similares).
- f. Tamaño muestra: mayor a 30 personas y/o trabajadores.
- g. Completitud de la información: contener información sobre emisión de agentes de interés, evidencia de exposiciones ocupacionales y ambientales, efectos en salud y calidad de vida, características biodemográficas de las personas afectadas.

Una vez completado el procedimiento de selección para revisión (artículos aceptados y eliminados) se revisaron todos los documentos que fueron seleccionados para determinar si daban lugar a nuevas referencias, con las que se repitió el proceso. Se detectaron duplicados. Se construyó una lista final de referencias fue revisada con la contraparte técnica, a fin de cumplir los objetivos señalados de la búsqueda. El número final de artículos seleccionados en esta revisión es de 12.

El principal tamiz de los artículos fue su calidad metodológica, presencia de sesgos o de confusiones, tipo de diseño y poder del estudio para responder hipótesis.

La lista final de artículos completos y disponibles es referenciada en la siguiente sección, la que resume los últimos hallazgos a nivel internacional respecto del objetivo general y específico. Se presentan los resultados en el siguiente orden: fuentes de olores molestos, efectos en salud general y en calidad de vida. Se presentan conclusiones y recomendaciones emanadas de los artículos.

EVIDENCIA SOBRE EFECTOS EN SALUD DEBIDO A OLORES MOLESTOS EN POBLACIONES EXPUESTAS AMBIENTALMENTE

Fuentes emisoras de olores molestos

Existen diversas fuentes identificadas como emisoras de agentes, tanto biológicos como químicos que tienen el potencial de generar olores molestos en las poblaciones expuestas, que podrían determinar efectos perjudiciales en su salud o en la calidad de vida. En la literatura revisada se identifican como más relevantes los procesos de tratamientos de aguas, vertederos sanitarios y otros sistemas de disposición de residuos. Sin embargo, el .concentradas de alimentación animal (siglas en inglés CAFO, concentrated animal feeding operations, entendidas como procesos productivos de crianza de animales con sistemas intensivos) como la principal fuente emisora de malos olores en las que se han evaluado efectos en salud y en calidad de vida. Entre éstos, se destacan en la literatura científica, numerosos trabajos relacionados con la producción porcina, vacuna y de aves (Von Essen, 2010). Se destacan numerosos trabajos realizados en comunidades expuestas a producción intensiva de cerdos en Carolina del Norte, EEUU (Schinasi et al, 2011; Wing et al, 2000; Heaney et al, 2011; Horton et al, 2009). Existe sólo un estudio de este tipo realizado en Colombia, vinculado a los impactos en una comunidad cercana a un sitio de disposición de residuos sólidos, usando investigación cualitativa, no descrita en esta revisión (Mosquera-Becerra et al, 2009).

Estas fuentes, especialmente las CAFO, se caracterizan por tener los siguientes contaminantes presentes en el aire gases, polvos orgánicos, bacterias, hongos, endotoxinas y residuos de antibióticos de uso veterinario (Radon et al, 2007; Godbout et al, 2009). Entre los gases evaluados se identifican:

- dióxido de carbono (CO₂),
- amonio (NH₃),
- sulfuro de hidrogeno (HS₂),
- metano (CH₄),
- oxido nitroso (N₂O) y
- algunas trazas de gases (aldehídos, aminas, aromáticos, ácidos orgánicos, compuestos sulfurados)

Godbout et al (2009) comparó localidades con y sin este tipo de producciones, con mediciones de amonio y sulfuro de hidrogeno: las concentraciones promedio de NH₃ variaron de 6,9 a 12,6 ppb en las comunidades no expuestas y de 8,9 a 18,3 ppb en las expuestas. En cuanto a las concentraciones de H₂S, éstas variaron de 1,1 a 1,5 ppb y entre 1,1 a 1,6 ppb, respectivamente en comunidades no expuestas y expuestas. Mediciones

realizadas en ambos grupos de comunidades, de concentraciones de olor (medido con olfatometría dinámica) no mostraron diferencias significativas ni tampoco entre periodos de mañana y tarde; intensidad de los olores (ppm de n-butanol equivalente) fueron significativamente mayores en las comunidades con producción de cerdos (Godbout et al, 2009). Se destaca en este estudio, que las unidades animales en las comunidades expuestas variaron de 5717 a 20977 para crianzas intensivas de cerdos, 284 a 5181 aves, siendo considerado “unidad animal” el número de cerdos equivalente a 500 kg/cerdo (Godbout et al, 2009).

Se describen otros impactos de las CAFO que pudieran generar olores molestos a las comunidades expuestas. Mitloehner et al (2007) señala que estas instalaciones modernas producen grandes cantidades de desechos animales (288 mill ton en USA anualmente). Señala además que emisiones perjudiciales al aire podrían provenir de la manipulación de alimentos, movimiento, almacenamiento y disposición de animales o sus desechos, describiendo que la composición de las emisiones al aire (gases y material particulado principalmente) puede variar ampliamente según el tipo de producción, tipo de manejo, región y especie de animal producido, haciendo muy dificultoso identificar practicas específicas y recomendaciones.

Efectos en salud general

El rol de los malos olores en la causalidad de efectos en salud no es clara, sugiriéndose que la molestia (y no la percepción) del olor podría llevar a la presentación de los síntomas reportados por las personas expuestas. Las características del olor pueden aportar a la génesis de las molestias del olor, pudiendo ser relevantes otros factores no olfatorios (factores de las personas), otras exposiciones ambientales, estructura socioeconómica del área residencial, los que podrían influir en la respuesta molesta a los olores (Aatamila et al, 2011). Este autor señala que el potencial de los mecanismos patofisiológicos asociados a los síntomas derivados de malos olores es poco claro, sin embargo, muchos de los agentes presentes son irritantes y pro-inflamatorios, aunque también se reportan otros efectos inmunológicos o bien reacciones psicológicas al estrés ambiental (Aatamila et al, 2011).

Estudios experimentales, realizados con modelos animales y cultivos celulares, han mostrado que trabajadores de plantas intensivas de crianza de animales también están expuestos a extractos de polvos de estas empresas estimulan la producción de citoquinas pro-inflamatorias en células epiteliales bronquiales, incluyendo interleuquinas IL-8. En el estudio de Wyatt et al (2008) se determinó que la exposición a extractos de polvos de

empresas de cerdos de cultivos celulares bronquiales vacunos determinó cambios en la estimulación de los cilios bronquiales, pudiendo explicar los incrementos en el clearance mucociliar y algunas respuestas respiratorias anómalas (Wyatt et al, 2008).

Se ha evidenciado que la mayoría de los trabajadores agrícolas que trabajan en producciones confinadas de cerdos presentan síntomas respiratorios y alteraciones en la función pulmonar, tos con o sin producción de flemas, dolor en el pecho, describiéndose que las prevalencias de estos síntomas respiratorios fluctúan entre el 20 y 40% de los trabajadores, requiriendo el uso de elementos de protección personal y el establecimiento de límites para las exposiciones ocupacionales (Von Essen et al, 2010).

En comunidades expuestas de manera involuntaria a olores molestos, diversos estudios realizados en comunidades ubicadas en las cercanías de estas instalaciones (CAFO) se han descrito principalmente irritación del tracto respiratorio, de manera similar a lo reportado en trabajadores. En estas comunidades se han reportados aumentos en la ocurrencia de tensión, depresión, dolor de cabeza, “nariz roja”, tos excesiva, diarrea, enrojecimiento de ojos, fatiga y confusión (Godbout et al, 2009).

Una revisión sistemática cuyo objetivo fue establecer la asociación entre CAFO y medidas de salud de individuos viviendo en las cercanías de estas plantas señala que la evidencia entre medidas clínicas de enfermedad y cercanías a CAFO es escasa, sin embargo, esta es un área de trabajo incipiente y basada, hasta la fecha, en evidencia epidemiológica que tiene gran potencial de sesgo. Entre los hallazgos más relevantes se destaca que hubo evidencia de una relación dosis-respuesta entre los sujetos que describieron aversión a los olores y autoreporte altos niveles de sibilancias (OR 2,45, IC 1,22- 2,49); además se reportan resultados de un estudio transversal realizado en Alemania a los que se le pidió señalar autoreporte de síntomas, junto a la medición de altos niveles de IgE específicas a alérgenos ambientales, determinándose que tenían riesgo de sentirse molestos debido a la exposición a los olores de CAFO (OR 1,71, con IC 1,02-2,87). En este metaanálisis se destaca que con la escasa información disponible desde estudios de calidad, existe evidencia limitada para evaluar la causalidad, toda vez que los efectos en salud medidos, según lo reportado por las comunidades afectadas, suelen ser no-específicos, por lo que sugieren nuevas investigaciones que permitan entender proximidad a estos CAFO, olores y salud mental, con énfasis en grupos que autoreporten alergias (O'Connor et al, 2010).

El grupo investigador de Carolina del Norte (EEUU) evaluó 101 adultos no fumadores de 16 comunidades expuestas a plantas intensivas de cerdos, reportando malos olores, estrés y estado de humor (Horton et al, 2009). Estos autores establecieron que incrementos de sulfuro de hidrógeno (ppb) se asociaron con aumentos del riesgo de estar estresado o

molesto (OR (IC 95%) 1,18 (1,08-1,30), nervioso o ansioso 1,12 (1,03-1,22); mientras que el autorreporte de malos olores se asoció con estar estresado o molesto, nervioso o ansioso, y varios otros cambios de humor, de manera estadísticamente significativa. Se indica además, que las características socioeconómicas de las comunidades afectadas, en las que hubo predominio de personas negras y altos niveles de pobreza, se torna difícil el acceso a aire acondicionado y otras comodidades, determinando que las personas dependen de abrir las ventanas para ventilar sus hogares, con cambios claros en sus patrones de actividades diarias debidos a los malos olores ambientales. Esta línea investigativa es desarrollada por el mismo equipo, pero los resultados de sus investigaciones en cuanto a inequidad ambiental debidas a instalaciones intensivas de crianzas de cerdos en Carolina del Norte no se presentan en esta revisión, dado el objetivo planteado, sin embargo dan orientaciones claras para el abordaje integral de estas comunidades (Wing et al, 2000; Wing et al, 2002; Wilson et al, 2002; Wing et al, 2008).

Schinasi et al (2011) midió durante dos años los niveles de sulfuro de hidrógeno, endotoxinas y material particulado (MP10, MP 2,5 y MP 2.5-10) en 16 comunidades de Carolina del Norte con diferentes niveles de exposición crianzas intensivas de cerdos. Durante este periodo 101 adultos proveyeron información sobre olores molestos, síntomas físicos y mediciones de su función pulmonar. Estos autores encontraron que se producía incrementos de irritación ocular aguda por cada incremento en una unidad de una escala de olores, por incrementos en 1 ppb de S₂H y cada 10 mg/m³ de MP10. A la vez, se identificaron dificultad respiratoria y descenso en el volumen espiratorio forzado. Todos los efectos medidos fueron de tipo agudos (Schinasi et al, 2011).

En estas exposiciones ambientales a olores molestos vinculadas a producciones intensivas animales las comunidades están frecuentemente preocupadas por los olores molestos de variada composición, con descenso en su calidad de vida, deterioro de su salud mental y reducción de la función inmune, tal como lo señala Radon et al (2007). Este autor evaluó la exposición a las emisiones de estas producciones y salud respiratoria, en 4 áreas del noroeste de Alemania, entre el 2002 al 2004. Se midió la concentración ambiental de endotoxinas y el auto reporte de olores molestos, junto a un cuestionario que midió efectos respiratorios. Entre las personas que reportaron mayores niveles de olores molestos se identificaron los mayores riesgos de tener sibilancias sin tener resfríos, asma diagnosticada por médico y rinitis alérgicas (OR (IC 95%), 2,96 (1,8 - 4,86), 2,51 (1,32 - 4,75), 1,81 (1,11 - 2,97), respectivamente). La cercanía a la empresa, dentro de los 500 metros, con más de 12 animales también reportó mayores riesgos de tener los efectos medidos. Estos autores concluyeron que las plantas de producción intensiva de animales aporta a la carga de enfermedades respiratorias en las comunidades vecinas a éstas (Radon et al, 2007).

Se encontraron en la literatura diversos estudios sobre efectos en salud vinculados a plantas de tratamiento de residuos, sin embargo, son escasos aquellos estudios en que se evaluó la exposición a malos olores y efectos en salud (Heaney et al 2011; Aatamila et al, 2011).

Aatamila et al (2011) evaluaron comunidades cercanas a 5 plantas de tratamiento de residuos, seleccionando de manera aleatoria a 1142 residentes. Se les aplicó un cuestionario para evaluar su exposición a malos olores y diversos síntomas. Entre aquellos que reportaron tener olores molestos se estableció un riesgo mayor de tener acortamiento de su respiración (OR 1,5 IC 95% 1,0 -2,2), irritación ocular (OR 1,5 IC 95% 1,1 -2,1), piel seca (OR 1,5 IC 95% 1,0 -2,2), dolor muscular (OR 1,5 IC 95% 1,0 -2,0), entre otros síntomas.

Por su parte, Heaney et al (2011) registraron con diarios, las alteraciones en la intensidad de olores, actividades diarias, estados de humor y otros síntomas, en vecinos de sitios de disposición de residuos domiciliarios durante el 2009. Los autores determinaron que los olores del vertedero, medidos en una escala de 5 puntos, aumentaron 0,63 puntos por cada 1 ppb de aumento en el promedio horario de H₂S, cuando la dirección del viento circulaba hacia las comunidades; el olor estuvo fuertemente asociado con reportes de alteraciones de las actividades diarias (OR IC 95%) 9,0 (3,5 – 23,5), estados de humor negativos 5,2 (2,8 – 9,6), irritación de mucosas 3,7 (2,0 – 7,0) y síntomas respiratorios altos 3,9 (2,2 – 7,0).

Conclusiones

1. Existen numerosas experiencias en las que se reportan actividades productivas animales intensivas cercanas a áreas residenciales y evidencia de los impactos en la calidad del aire y los potenciales efectos en salud.
2. Se ha asumido que existe riesgo debido a la limitada información disponible sobre la contaminación del aire que pudiera originarse en este tipo de instalaciones intensivas.
3. Se identifican carencias de conocimiento, siendo ésta un área de desarrollo incipiente, con foco en experiencias muy estudiadas en EEUU y algunas en Europa. Solo una experiencia documentada en América Latina.
4. El número de estudios que pudieran ser comparables a la experiencia nacional es limitado.
5. Se describen en general, complejidades en las comunidades estudiadas, dado que las exposiciones a malos olores se registran en áreas con altos índices de pobreza y minorías étnicas. Se han estudiado en el ámbito de la justicia o equidad ambiental.

6. En términos generales, el abordaje de los problemas de salud derivados de exposiciones a malos olores, requiere de la medición de concentraciones de interés en la vecindad de estas operaciones, considerando amonio, sulfuro de hidrogeno, material particulado y sus contaminantes (microorganismos, endotoxinas), compuestos orgánicos volátiles y olores.
7. En una segunda etapa es de gran utilidad realizar la modelación de estas concentraciones según condiciones locales específicas y estudios epidemiológicos para definir si existen efectos en salud debidos a las concentraciones medidas y sus modelaciones.
8. Las evidencias recolectadas hasta ahora dan cuenta que la exposición a malos olores se han reportado principalmente en procesos productivos animales intensivos y en plantas de tratamiento de residuos sólidos.
9. Los efectos en salud reportados se centran en síntomas inespecíficos, de tipo respiratorios principalmente.
10. Se evidencia que se altera la calidad de vida dado los cambios en los patrones de actividades diarias y cambios de estados de humor.
11. No se encontró evidencia de daños en sistema digestivo. Evidencia no concluyente en daños dérmicos u otros sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aatamila M, Verkasalo PK, Korhonen MJ, Suominen AL, Hirvonen MR, Viluksela MK, Nevalainen A. Odour annoyance and physical symptoms among residents living near waste treatment centres. *Environ Res.* 2011 Jan;111(1):164-70. Epub 2010 Dec 4. PubMed PMID: 21130986.

Avery RC, Wing S, Marshall SW, Schiffman SS. Odor from industrial hog farming operations and mucosal immune function in neighbors. *Arch Environ Health.* 2004 Feb;59(2):101-8. PubMed PMID: 16075904.

Godbout S, Lemay SP, Duchaine C, Pelletier F, Larouche JP, Belzile M, Feddes JJ. Swine production impact on residential ambient air quality. *J Agromedicine.* 2009;14(3):291-8. PubMed [citation] PMID: 19657878

Heaney CD, Wing S, Campbell RL, Caldwell D, Hopkins B, Richardson D, Yeatts K. Relation between malodor, ambient hydrogen sulfide, and health in a community bordering a landfill. *Environ Res.* 2011 Aug;111(6):847-52. Epub 2011 Jun 15. PubMed[citation] PMID: 21679938, PMCID: PMC3143289

Horton RA, Wing S, Marshall SW, Brownley KA. Malodor as a trigger of stress and negative mood in neighbors of industrial hog operations. *Am J Public Health.* 2009 Nov;99 Suppl 3:S610-5. PubMed PMID: 19890165; PubMed Central PMCID: PMC2774199.

Mitloehner FM, Schenker MB. Environmental exposure and health effects from concentrated animal feeding operations. *Epidemiology.* 2007 May;18(3):309-11. PubMed PMID: 17435438.

Mosquera-Becerra J, Gómez-Gutiérrez OL, Méndez-Paz F. [Impact perception on health, social and physical environments of the municipal solid waste disposal site in Cali]. *Rev Salud Publica (Bogota).* 2009 Aug;11(4):549-58. Spanish. PubMed PMID: 20169211.

Radon K, Schulze A, Ehrenstein V, van Strien RT, Praml G, Nowak D. Environmental exposure to confined animal feeding operations and respiratory health of neighboring residents. *Epidemiology.* 2007 May;18(3):300-8. PubMed PMID: 17435437.

O'Connor AM, Auvermann B, Bickett-Weddle D, Kirkhorn S, Sargeant JM, Ramirez A, Von Essen SG. The association between proximity to animal feeding operations and community health: a systematic review. *PLoS One.* 2010 Mar 10;5(3):e9530.

Schinasi L, Horton RA, Guidry VT, Wing S, Marshall SW, Morland KB. Air pollution, lung function, and physical symptoms in communities near concentrated Swine feeding operations. *Epidemiology.* 2011 Mar;22(2):208-15.

Von Essen S, Moore G, Gibbs S, Larson KL. Respiratory issues in beef and pork production: recommendations from an expert panel. *J Agromedicine.* 2010 Jul;15(3):216-25. Review. PubMed PMID: 20665307.

Wilson SM, Howell F, Wing S, Sobsey M. Environmental injustice and the Mississippi hog industry. *Environ Health Perspect.* 2002 Apr;110 Suppl 2:195-201. PubMed PMID: 11929728; PubMed Central PMCID: PMC1241163.

Wing S, Wolf S. Intensive livestock operations, health, and quality of life among eastern North Carolina residents. *Environ Health Perspect.* 2000 Mar;108(3):233-8. PubMed PMID: 10706529; PubMed Central PMCID: PMC1637983.

Wing S, Cole D, Grant G. Environmental injustice in North Carolina's hog industry. *Environ Health Perspect.* 2000 Mar;108(3):225-31. PubMed PMID: 10706528; PubMed Central PMCID: PMC1637958.

Wing S. Social responsibility and research ethics in community-driven studies of industrialized hog production. *Environ Health Perspect.* 2002 May;110(5):437-44. PubMed PMID: 12003746; PubMed Central PMCID: PMC1240831.

Wing S, Horton RA, Muhammad N, Grant GR, Tajik M, Thu K. Integrating epidemiology, education, and organizing for environmental justice: community health effects of industrial hog operations. *Am J Public Health.* 2008 Aug;98(8):1390-7. Epub 2008 Jun 12. PubMed PMID:18556620; PubMed Central PMCID: PMC2446444.

Wyatt TA, Sisson JH, Von Essen SG, Poole JA, Romberger DJ. Exposure to hog barn dust alters airway epithelial ciliary beating. *Eur Respir J.* 2008 Jun;31(6):1249-55. Epub 2008 Jan 23.