

Implementación de tecnología para la gestión de olores desagradables en fábrica de subproductos cárnico-avícolas

Autores: Orcellet, Emiliana Elisabet*; Villanova Martina; Noir, Jorge Omar; Francou, Andrea Carolina

Contacto: *emiliana.orcellet@uner.edu.ar

País: Argentina

Resumen

En una planta de subproductos, se procesan las fracciones no comestibles del faenado y procesamiento de las aves; vísceras, sangre, plumas, además de decomisos y descartes, generando harina y aceite, con los que se fabrica alimento para animales. Este proceso tiene la particularidad de generar emisiones gaseosas caracterizadas por olores desagradables que causan un impacto ambiental severo sobre la calidad de vida de los habitantes del entorno. Es así que, actualmente, la gestión de los olores desagradables, representa el principal desafío de este tipo de industrias, y a pesar de los esfuerzos realizados para disminuir este efecto, los resultados no han sido satisfactorios, dado el importante componente social involucrado en el mismo. Por ello, el objetivo general de esta propuesta es definir estrategias tecnológicas eficientes y de bajo costo para el control de los olores desagradables de este tipo de industrias. Se trabajó sobre la base de un estudio de casos que comprende una industria de subproductos avícolas radicada en un parque industrial, que desde hace varios años se encuentra trabajando en mejorar el proceso productivo e incorporar tecnología para minimizar el impacto ambiental asociado a los malos olores, sin obtener buenos resultados. La propuesta tecnológica desarrollada comprende la implementación de un biofiltro modular, cerrado y compacto, construido con material de soporte recuperado y de bajo costo para tratar los vahos del proceso de cocción. Inicialmente, antes de la instalación de la tecnología, se llevó a cabo un mapeo de olores en el entorno inmediato y mediano, que luego fue replicado, posterior a su implementación. Asimismo, se llevaron a cabo mediciones de concentración de compuesto de interés antes y después del tratamiento, logrando resultados satisfactorios, al disminuir en aproximadamente un 50% los niveles de emisión de las sustancias odoríferas y por ende las quejas sociales referentes a la percepción de dichos olores.

1. Introducción

1.1. Acerca de la organización

La fábrica de subproductos cárnico-avícolas, caso de estudio del presente trabajo, es una organización unipersonal, que ha comenzado sus actividades hace aproximadamente 15 años, como resultado de la demanda del sector avícola de la región. La empresa recibe los subproductos (vísceras y plumas) resultantes del proceso de faena de aves, de varias industrias frigoríficas de la zona, y a través de un proceso de cocción obtiene como producto harina de vísceras, harina de pluma y aceite, los cuales son comercializados a nivel internacional como base nutricional para alimento de mascotas, dado su alto contenido proteico.

La empresa se encuentra radicada en el parque industrial de la ciudad (Imagen 1), el lote cuenta con una superficie total de 3 hectáreas aproximadamente y una superficie cubierta de 2.9m² sectorizadas de la siguiente manera: nave industrial, oficinas administrativas, depósito, zona de calderas y vestuarios (Imagen 1).

IMAGEN 1. Localización de la empresa caso de estudio



La materia prima se conforma principalmente de vísceras y plumas provenientes de frigoríficos avícolas que se encuentran en un radio aproximado de 60 km de la planta industrial. La misma llega en volquetes, se pesa y se descarga en una fosa, de la cual se extrae mediante un transportador helicoidal para posibilitar su ingreso a los digestores. La empresa cuenta con cuatro equipos de cocción (dos de tipo batch y dos de tipo continuo), con una capacidad de procesamiento aproximado del 60% a una temperatura de entre 90° y 110°C a presión atmosférica. El proceso tiene una duración de 3 a 3,5 horas por carga. La capacidad máxima actual de procesamiento de vísceras es de 115 tn/día y de plumas de 60 tn/día.

Una vez completo el proceso de cocción el producto es procesado en un percolador previo a su ingreso al prensado, del cual se obtiene, por un lado, el expeller que posteriormente va a molienda y por otro, el aceite que se deposita provisoriamente en un tanque.

Actualmente la planta cuenta con dos sistemas de control y tratamiento de las emisiones gaseosas puntuales que resultan del proceso de cocción de vísceras. Los dos digestores tipo batch están conectados a un sistema de lavado de gases, en tanto que la salida de gases del digestor continuo se deriva a un sistema de aerocondensación.

1.2. Descripción del contexto general

La actividad de subproductos avícolas, es imprescindible dentro del sistema productivo, porque en la misma se gestionan los residuos orgánicos resultantes de la industria frigorífica. Es decir que más allá de los problemas socioambientales asociados a este sector, el mismo es de interés económico y ambiental porque revaloriza los principales residuos de la cadena productiva, para generar subproductos con diferentes usos. Además, esta actividad representa el sustento económico de un gran número de familias en la región. En este sentido, desarrollar el proceso productivo, enmarcado dentro de las especificaciones técnicas, legales y sociales, resulta crucial para lograr la armonía sistémica necesaria para garantizar los principios de sustentabilidad.

Dentro de este tipo de industrias existen varias fuentes de generación de olores desagradables, siendo la principal la zona de cocción, seguida por área de descarga y trituración. (Bhatti, 2014). Por lo cual, la gestión de la contaminación por olores, representa el principal desafío de este tipo de industrias, y a pesar de los esfuerzos realizados para disminuir este efecto, los resultados no han sido satisfactorios, dado el importante componente social involucrado en el mismo.

Es así, que esta propuesta busca integrar el sistema productivo, dentro del entorno social, permitiendo que la actividad se desarrolle eficientemente, sin perjudicar a las poblaciones vecinas, garantizando los derechos de tercera generación a partir de la protección y preservación del ambiente.

Para ello, se desarrolló una tecnología innovadora orientada a gestionar las emisiones gaseosas de acuerdo a las particularidades de la actividad industrial, considerando cada una de las etapas que componen el proceso, desde un enfoque integral del mismo y bajo el principio de producción más limpia.

El grado de impacto en el sector socio-productivo está definido por la mejora en la eficiencia del sistema a través de la implementación de estrategias integrales para la gestión de los malos olores derivados de la actividad. La mitigación del impacto ambiental asociado a la contaminación por olores, resultará en una mejora de la calidad del aire de la ciudad y de la región.

1.3. Desafío u oportunidad

Debido al calentamiento y degradación de la materia orgánica, en este proceso se liberan numerosos y diversos compuestos causantes de olores molestos, como ácido sulfhídrico, amoníaco, aminas, aldehídos y cetonas, entre otros (Anet et al., 2013). Cerca de 300 compuestos fueron detectados en las emisiones de una planta de rendering (Luo y Agnew, 2001; Luo y Van Oostrom, 1997). Estos compuestos pueden estar presentes en diferentes concentraciones dependiendo del tipo, cantidad y frescura de la materia prima procesada, del tipo de proceso de digestión y de la época del año en que se procesan (Luo y Agnew, 2001; Luo y Lindsey, 2006; Rappert y Müller, 2005).

Según Bhatti et al. (2014) las proporciones de estos compuestos odorantes en la emisión son las siguientes: hidrocarburos alifáticos 29.24%, furanos 28.74%, hidrocarburos aromáticos 18.32%, compuestos azufrados 12.15%, aldehídos 10.91% y cetonas 0.60%.

Se han estudiado diversas alternativas para reducir la emisión de sustancias odoríferas, que varían significativamente en eficiencia, costo y operatividad.

La técnica de condensación ha sido ampliamente utilizada para el control de este tipo de emisiones logrando una reducción aproximada del 67% de COVs. En cuanto a la biofiltración, varios autores han demostrado alta eficiencia (aprox. 90%) en la remoción de este tipo de compuestos, que varían de acuerdo al tipo de sustrato utilizado (Schlegelmilch, et al., 2005; Anet, et al., 2013; Bhatti, 2014).

2. Metodología

2.1. La innovación

Se identificaron y ubicaron los puntos críticos de emisión de olor, compuestos por tres fuentes puntuales, con salida difusa (Imagen 2) y una fuente de área (Imagen 3).

IMAGEN 2. Fuentes puntuales identificadas



IMAGEN 3. Fuentes de área



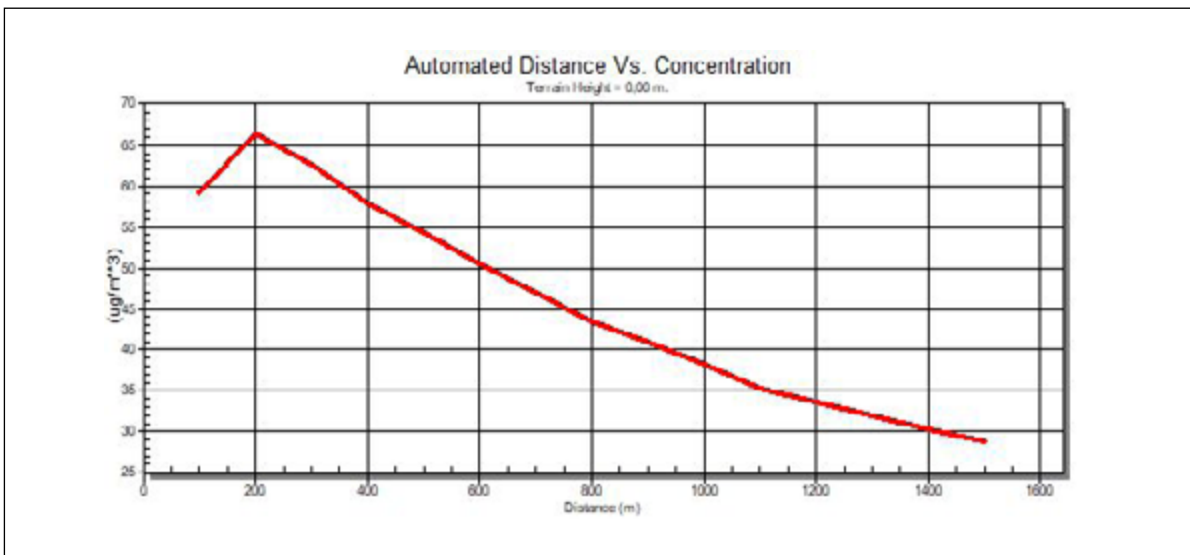
Se realizó la caracterización de los efluentes gaseosos en dos salidas puntuales de diferentes fuentes (digestor de cocción de vísceras y digestor de cocción de plumas) (Imagen 4). Se determinaron los siguientes grupos de sustancias: COV, hidrocarburos aromáticos policíclicos, mercaptanos, sulfuro de hidrógeno, aminas, aldehídos, alcoholes y cetonas. Las concentraciones medidas fueron muy bajas en todos los casos ($<0,05 \text{ mg/m}^3$). Sin embargo, las mayores concentraciones fueron de COVs totales ($0,85 \text{ mg/m}^3$) a la salida del lavador de gases dispuesto en la línea de cocción de vísceras por batch.

IMAGEN 4. Mediciones a la salida del conducto del lavador de gases



En base a estos resultados se realizó una simulación de la pluma de olor a partir de la aplicación del modelo Screen View, mediante el cual se estableció la principal área de influencia directa e indirecta (Imagen 5), donde posteriormente se realizaron encuestas a los residentes para conocer la apreciación sobre la percepción de olores desagradables y el impacto en la calidad de vida.

IMAGEN 5. Resultado de la simulación realizada con Screen View



El mapeo de olores se llevó a cabo mediante entrevistas realizadas puerta a puerta, en cinco sectores delimitados según radios de distancia cada 200 metros (Imagen 6). Se utilizó un formulario de encuesta estructurada especialmente desarrollado para dicho fin en la aplicación Epicollect 5, en el cual se indagó sobre los siguientes aspectos: frecuencia, intensidad, tono hedónico y origen del olor.

IMAGEN 6. Mapeo de olores en diferentes sectores según radios de influencia



Además, se realizaron mediciones de calidad del aire en cuatro puntos dentro del predio de la empresa, considerando la dirección norte, sur, este y oeste. Se determinaron los mismos grupos de compuestos medidos en la emisión puntual, no detectándose concentraciones por encima del límite de detección de la técnica aplicada para ninguno de las sustancias analizadas.

IMAGEN 7. Puntos de medición de calidad del aire



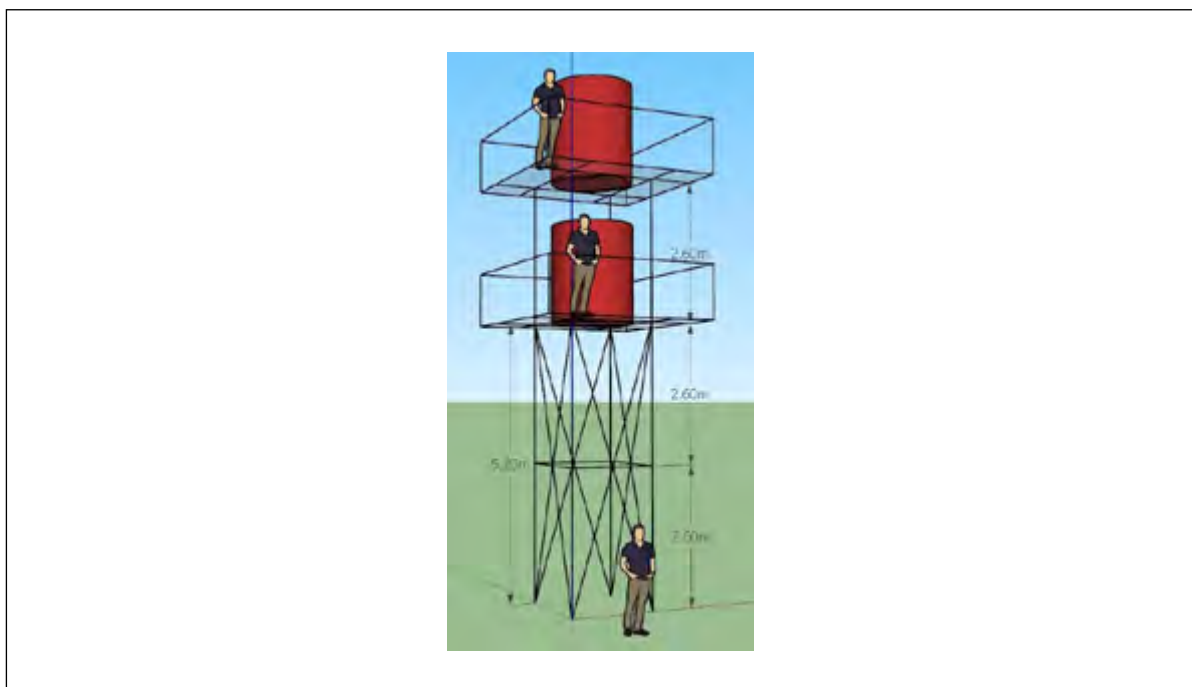
Considerando la situación descrita en las secciones anteriores, se concluyó que dadas las bajas concentraciones medidas de COVs en la salida del conducto y el alcance del impacto odorante, que según el ma-

peo de olores supera los 1600 metros de distancia desde la fuente, y de acuerdo a la modelación realizada las concentraciones estimadas para esa distancia serían inferiores a $0,03 \text{ mg/m}^3$, resulta necesario implementar una estrategia que permita controlar los compuestos orgánicos no condensables que actualmente no son retenidos por el sistema de lavado de gases y que tienen un bajo umbral de detección (UD) de olor, es decir se perciben a muy bajas concentraciones.

Para ello se diseñó un sistema de biofiltración modular cerrado, a partir de materiales recuperados (compost y chip de madera) para el tratamiento secundario de las emisiones puntuales con el objetivo de minimizar el impacto en la calidad de vida de los receptores.

El mismo está compuesto por una torre metálica de soporte, de 5,20 metros de altura hasta la base de la primera estructura de filtración (Imagen 8). El dispositivo de filtración se diseñó en un tanque polietileno tricapa de 3000 litros de capacidad al cual se le adaptaron las conexiones de ingreso y salida. El volumen del sistema de filtración fue calculado considerando las mediciones realizadas a la salida del conducto del lavador de gases, cuya área es de $0,06 \text{ m}^2$ y la velocidad de salida es de $2,2 \text{ m/s}$. Los parámetros de carga utilizados fueron los definidos por Schlegelmich et al. (2005), para un biofiltro cerrado a escala, con un volumen de material filtrante de entre 1700 y 2200 litros y una capacidad de filtración de entre $90\text{-}180 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ h}$.

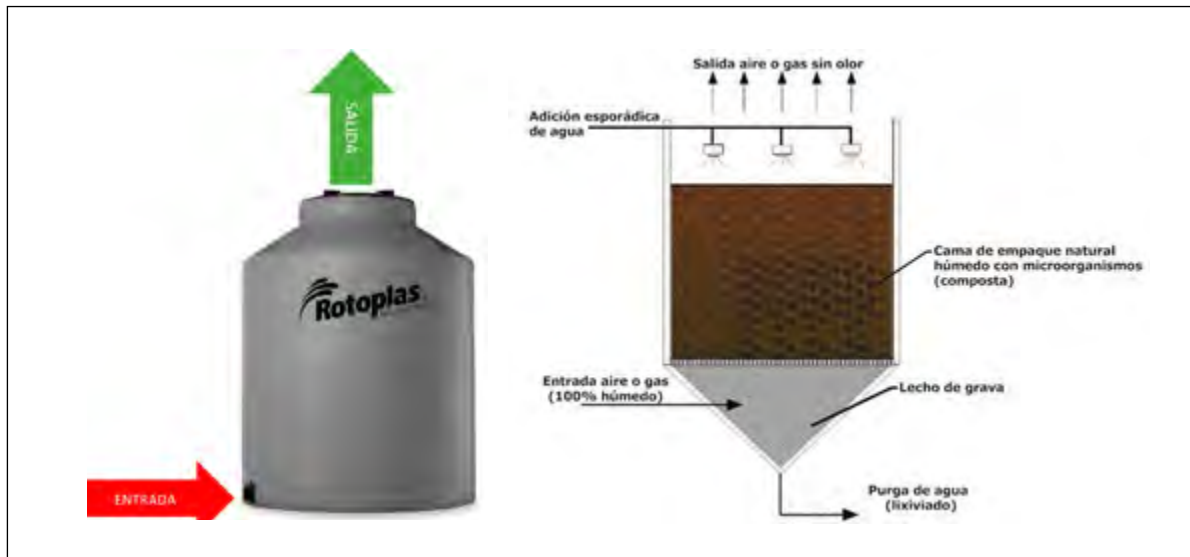
IMAGEN 8. Diseño estructura del sistema completo



El ingreso del gas húmedo se realiza por la parte inferior del tanque, donde se conectó la salida del lavador de gases. El aire es impulsado por un sistema centrífugo y obligado a pasar por el lecho de filtración. Este último está compuesto por un 30 % de chips de madera de tamaño intermedio (aproximadamente 2 cm) dispuesto en la parte inferior para permitir la difusión del gas de manera homogénea dentro del sistema, y un 60 % de compost obtenido a partir del tratamiento de residuos sólidos urbanos de localidades cercanas, el cual fue alivianado con la incorporación de un 10 % de aserrín para impedir la compactación del lecho (Imagen 9).

La salida del aire tratado se produce por la parte superior del sistema, para lo cual se aprovechó el orificio que corresponde a la tapa del tanque. Para evitar el ingreso de agua de lluvia y la posible alteración en el funcionamiento del mismo, se construyó un bonete el cual se dispuso separado 10 cm de la superficie.

IMAGEN 9. Esquema general del sistema de biofiltración modular



Para garantizar la carga de microorganismos se propuso la siembra de especies autóctonas, presentes en el efluente líquido resultante del proceso industrial. Para lo cual se obtuvo una muestra a la salida final del tratamiento con el objetivo de cuantificar la carga microbiana y definir las condiciones de dilución necesaria. En función de los resultados obtenidos se estimó una dilución de 1 en 10, con la cual se realiza el riego esporádico del sistema de biofiltración por aspersión en la parte superior. Este paso es imprescindible para garantizar el contenido de humedad en el lecho filtrante.

2.2. Estrategia de innovación

El sistema propuesto lleva 65 días en funcionamiento, en etapa piloto de prueba y puesta a punto. Actualmente se están ensayando diferentes periodos de riego, para definir la frecuencia adecuada en función de la eficiencia deseada. Se determina periódicamente el porcentaje de humedad y la temperatura del sistema a partir de un instrumento digital de medición que se introduce dentro del lecho de filtración. Además, se monitorea visualmente el estado general del sistema y del material de soporte, con el objetivo de establecer parámetros de operación y mantenimiento.

Asimismo, se continúa realizando el seguimiento de las personas que manifiestan molestias frecuentes (> a tres veces por semana) por olores desagradables provenientes de la actividad propiamente dicha, para evaluar la apreciación subjetiva de los mismos en cuanto a la percepción del olor luego de la puesta en funcionamiento del sistema.

También se está desarrollando un manual operativo integral estratégico que permita gestionar los diferentes sectores donde se generan olores desagradables contemplando todas las fuentes identificadas, cuyo objetivo es promover alternativas de producción más limpia dentro de este tipo de establecimientos

que mejoren las condiciones de operación y mantenimiento para disminuir las emisiones difusas que son difíciles de controlar por métodos puntuales.

3. Resultados

Luego de 30 días de funcionamiento constante del sistema se realizó una medición de COVs totales en la salida final de efluente gaseoso, obteniendo una concentración de 0,41 mg/m³, lo cual representa una reducción de aproximadamente el 50% en relación al valor inicial de referencia. Por lo cual el sistema demuestra inicialmente una buena eficiencia, sin embargo, la concentración total aún es elevada, porque supera el umbral de detección de olor de la mayoría de los COVs presentes en la emisión de este tipo de industrias, como por ejemplo el ácido butírico (UD=0,003 mg/m³), el cual es uno de los identificados en mayor concentración. (Anet et al., 2013). Por lo tanto, es necesario continuar con las pruebas y ensayos para mejorar la eficiencia hasta alcanzar un 90% de reducción en el total de COVs.

Asimismo, resulta necesario caracterizar la salida final del efluente gaseoso identificando y cuantificando cada una de los compuestos orgánicos volátiles presentes en la emisión para definir estrategias de control específicas.

Los resultados cualitativos de la implementación de la tecnología son satisfactorios en tanto que los habitantes de las zonas encuestadas que manifestaron inicialmente molestias por malos olores han expresado una disminución significativa de la misma, sobre todo en lo que refiere a intensidad y frecuencia del olor.

3.1. Lecciones aprendidas

Se han identificado varias dificultades durante el diseño y la puesta en funcionamiento del sistema que radican básicamente en la escasez y/o deficiencia de datos medidos a nivel regional que permitan caracterizar la actividad productiva, ya que los procesos evaluados y publicados a nivel internacional difieren en el proceso aplicado, lo cual no permite una aplicación directa a la situación local. Asimismo, la generación de datos representativos de cada caso de estudio demanda un tiempo excesivo en referencia a los tiempos proyectados.

Como oportunidades se destaca la necesidad e interés del sector productivo para implementar tecnologías que permitan disminuir el principal impacto de la actividad, ya que las molestias sociales por contaminación odorífera son recurrentes en varias localidades de la provincia.

3.2. Competitividad tecnológica

La mejora en la competitividad tecnológica se asocia directamente a la posibilidad de desarrollo de la actividad en un entorno ambiental que garantice la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Este tipo de industrias generalmente están condicionadas por reclamos sociales, que terminan en demandas judiciales, lo cual implica muchas veces el pago de sanciones monetarias, la suspensión de funcionamiento, el desarrollo de planes de mejora, la incorporación de nueva tecnología con alto costo de adquisición y mantenimiento, es decir que impactan significativamente en el desempeño económico de la actividad. Por lo tanto, aplicar estrategias que demanden bajos costos de inversión inicial y de mantenimiento general, así como alta eficiencia para el control de las sustancias odorantes resulta una alternativa viable, la cual puede ser replicable bajo condiciones similares en otros establecimientos.

3.3. Movilizando el ecosistema de innovación

El presente caso se estudio es un ejemplo claro y concreto de articulación entre una Universidad como organismo nacional del sistema de ciencia, tecnología e innovación y una empresa del ámbito privado que adoptó la propuesta como caso de estudio. La iniciativa surgió a partir de la demanda expresa del sector productivo ante la imposibilidad de gestionar eficientemente el impacto por olor directamente asociado al proceso. Cabe destacar que hay un gran interés por parte del sector privado sobre los avances de innovación presentada. Asimismo, se ha contado con la colaboración del “Centro de Investigaciones en Medio Ambiente (CIM)” dependiendo de la Universidad Nacional de la Plata, para la realización de las etapas iniciales de caracterización del efluente gaseoso y mediciones de calidad del aire.

Referencias bibliográficas

- Anet, B., Lemasle, M., Couriol, C., Lendormi, T., Amrane, A., Le Cloirec, P., Cogny, G. y Fillières, R. (2013). Characterization of gaseous odorous emissions from a rendering plant by GC/MS and treatment by biofiltration. *J Environ Manag*, 128, 981–987. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.06.028>
- Bhatti, Z.A, Maqbool, F. y Langenhove, H.V (2014). Rendering plant emissions of volatile organic compounds during sterilization and cooking processes. *Environmental Technology*. <http://dx.doi.org/10.1080/09593330.2013.867364>
- Luo, J. y Agnew, M.P (2001). Gas characteristics before and after biofiltration treating odorous emissions from animal rendering processes . *Environmental Technology*, 22, 1091-1103.
- Luo, J. y Lindsey, S. (2006). The use of pine bark and natural zeolite as biofilter media to remove animal rendering process odours. *Bioresource Technology*, 97, 1461-1469.
- Luo, J. y Van Oostrom, A.J. (1997). Biofilters for controlling animal rendering odour—a pilot scale study. *Pure and Applied Chemistry*, 69, 2403-2410
- Rappert, S. y Müller, R. (2005). Odor compounds in waste gas emissions from agricultural operations and food industries. *Waste Management*, 25, 887-907
- Schlegelmilch, M., Streese, J., Biedermann, W., Herold, T. y Stegmann, R. (2005). Odour control at biowaste composting facilities. *Waste Management*, 25, 917–927. doi:10.1016/j.wasman.2005.07.011