GUÍA PARA LA REDUCCIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA

Ambiente

Fonav
Fondo Nacional Avícola

fenavi

GUÍA PARA LA REDUCCIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA

Ambiente

Fonav
Fondo Nacional Avícola

fenavi

www.fenavi.org

©2025

Gobierno de Colombia

REPÚBLICA DE COLOMBIA

Presidente de la República
Gustavo Francisco Petro Urrego

Vicepresidenta de la República
Francia Elena Márquez Mina

Ambiente

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Irene Vélez Torres (e)

Director de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana
Yiovani Palechor Mopan

Coordinadora de Gestión Ambiental Urbana
María del Carmen Cabeza Alarcón

Fonav Fondo Nacional Avícola | fenavi

FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES DE COLOMBIA-FONDO NACIONAL AVÍCOLA

Presidente ejecutivo
Gonzalo Andrés Moreno Gómez

Director Programa de Sostenibilidad
Carlos Octavio Duque González

Autores
Director Programa de Sostenibilidad
Carlos Octavio Duque González

Consultor Fenavi-Fonav
Gustavo Alfonso Restrepo Mongui

Fotografías
Director Programa de Sostenibilidad
Carlos Octavio Duque Gonzalez

Consultor Fenavi-Fonav
Gustavo Alfonso Restrepo Mongui

EQUIPO TÉCNICO DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Contratistas Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana

Mary Alejandra Lasso Orlas
Mauricio Gaitán Varón
Óscar Alejandro Vargas Ortiz

Federación Nacional de Avicultores de Colombia-Fondo Nacional Avícola

Líder ambiental
Mónica Viviana Sánchez Quitián

Nombres: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible | Federación Nacional de Avicultores de Colombia (Fenavi) | Fondo Nacional Avícola (Fonav) | Carlos Octavio Duque González, autor | Gustavo Alfonso Restrepo Mongui, autor y fotógrafo | Carlos O. Duque G. fotógrafo.
Título: Guía para la reducción de olores ofensivos en la industria avícola.
Descripción: Primera edición | Bogotá D. C. : Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025. | 104 páginas : cuadros, ilustraciones, fotografías, figuras y tablas.
Incluye: lista de tablas, lista de figuras, acrónimos y siglas y bibliografía páginas 88-93.
Identificadores: ISBN 978-628-7598-46-1 (digital) - ISBN 978-628-7598-45-4 (físico).
Materias: Tesauro Ambiental para Colombia: Emisiones contaminantes | Industria avícola | Olores ofensivos | Política ambiental | Producción avícola

Clasificación: CDD 628.5 - dc21 CO_BoCDM

Primera edición:
Septiembre de 2025 Bogotá, D. C.

ISBN (físico): 978-628-7598-45-4
ISBN (digital): 978-628-7598-46-1

REVISIÓN EDITORIAL Y DISEÑO

Asesor Fenavi-Fonav
Cloc Producciones

Corrección de estilo
Andrés Felipe Tapiero Ríos
Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental, MinAmbiente

Diagramación
Vector Creativo

Fotografías
Federación Nacional de Avicultores de Colombia

CONTENIDO

Presentación 10

Prólogo 12

Introducción 14

1. Glosario 16

2. Antecedentes 20

2.1. Internacionales 21

2.2. Nacionales 25

2.3. Marco legal 26

3. Generación de olores ofensivos en instalaciones avícolas 30

3.1. Gallinaza y pollinaza 32

3.2. Ciclo productivo 33

3.3. Fertilización de cultivos y corrección de suelos 34

3.4. Entorno 34

3.5. Plantas de beneficio 34

3.6. Plantas de incubación 34

3.7. Plantas de harinas 34

3.8. Sistema de tratamiento de aguas residuales 34

4. Metodología para autodiagnóstico de emisión de olores ofensivos y medición pasiva de emisiones **36**

4.1. Metodología de autodiagnóstico de emisión de olores ofensivos 37

4.2. Medición pasiva de emisiones 39

5. Buenas prácticas para control y mitigación de olores **40**

5.1. Buenas prácticas en granjas 42

5.1.1. Control del desperdicio de alimento 42

5.1.2. Control de la alimentación 42

5.1.3. Control de humedad y temperatura 43

5.1.4. Ventilación 45

5.1.4.1. Ventilación natural 46

5.1.4.2. Ventilación mecánica 49

5.1.5. Control de polvo 50

5.1.6. Manejo de gallinaza, pollinaza y mortalidad 51

5.1.6.1. Compostaje de gallinaza y pollinaza 52

5.1.6.2. Compostaje de la mortalidad 55

5.2. Buenas prácticas en incubadoras 57

5.3. Buenas prácticas en plantas de beneficio 58

6. Mejores técnicas disponibles para control y mitigación de olores **60**

6.1. Granjas 61

6.1.1. Depuradores de aire o *scrubbers* 61

6.1.2. Pantallas de niebla 63

6.1.3. Filtros 63

6.1.4. Biofiltros 63

6.1.5. Barreras vivas 64

6.1.6. Estabilización pasiva 66

6.1.7. Biodigestores 70

6.2. Incubadoras y plantas de beneficio 70

6.3. Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas 73

6.4 Control de olores en el receptor 76

7. Gestión de quejas por olores ofensivos 78

8. Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos (PRIO) 82

8.1. Elaboración del PRIO 83

8.1.1. Localización y descripción de la actividad 83

8.1.2. Descripción, diseño y justificación técnica de la efectividad de las buenas prácticas o de las mejores técnicas disponibles para implementar en el proceso generador del olor ofensivo 84

8.1.3. Metas específicas del PRIO 85

8.1.4. Plan de contingencia 85

8.1.5. Cronograma para la ejecución 86

Referencias 88

Anexos 94

Anexo A. Diagrama de procesos en la industria avícola 95

Anexo B. Formato para la recepción directa de quejas por emisión de olores ofensivos 96

Anexo C. Procedimiento de gestión de la Resolución 1541 de 2013 97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Investigaciones del sector avícola para determinar en sus actividades productivas 26

Tabla 2. Niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión para sustancias de olores ofensivos a condiciones de referencia (25 °C y 760 mm Hg) 27

Tabla 3. Niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión de mezclas de sustancias de olores ofensivos 27

Tabla 4. Normas y estándares aplicables 28

Tabla 5. Escala Beaufort para valoración de la velocidad del viento 38

Tabla 6. Ventajas y desventajas de la ventilación natural en galpones 46

Tabla 7. Propósito de la ventilación natural según el clima 47

Tabla 8. Distancias mínimas recomendadas entre galpones nuevos y otras construcciones, para favorecer la ventilación natural 48

Tabla 9. Flujos de aire recomendados en galpones con ventilación mecánica 49

Tabla 10. Formulaciones para el compostaje de gallinaza de jaula 53

Tabla 11. Formulaciones para compostaje de gallinaza y pollinaza de piso 54

Tabla 12. Caracterización de pollinaza estabilizada por método pasivo 68

Tabla 13. Caracterización del afluente y efluente del sistema de tratamiento terciario de aguas residuales 75

Tabla 14. Información de localización y descripción de la actividad 84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos de propagación de olores 32

Figura 2. Ventilación en galpones 46

Figura 3. Código de colores para la separación de residuos sólidos en la fuente 58

Figura 4. Esquema de un sistema depurador de aire de galpones 62

Figura 5. Esquema de un biofiltro de galpones 64

Figura 6. Efecto difusor de las barreras vivas 65

Figura 7. Conformación de barreras vivas 65

Figura 8. Granulación de la pollinaza con motocultor 66

Figura 9. Cono para la estabilización pasiva de pollinaza 67

Figura 10. Cobertura con material vegetal 67

Figura 11. Temperatura: 80 °C 69

Figura 12. Aspecto final de la pollinaza estabilizada 69

Figura 13. Orden y mantenimiento en la planta de tratamiento de agua residual en Cundinamarca (Colombia) 71

Figura 14. Barreras vivas en la planta de tratamiento de agua residual en Cundinamarca (Colombia) 72

Figura 15. Vista exterior de la planta de tratamiento de agua residual en Cundinamarca (Colombia) 72

Figura 16. Tratamiento terciario de aguas residuales en la empresa Agrinsa 74

Figura 17. Sistema para tratamiento terciario de aguas residuales en la empresa Agrinsa 75

Figura 18. Ejemplo de matriz de clasificación de riesgos 86

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

CIIU	Código Industrial Internacional Uniforme
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENCA	Estrategia Nacional de Calidad del Aire
ENEC	Estrategia Nacional de Economía Circular
Fenavi	Federación Nacional de Avicultores
FNP	Fondo Nacional Porcícola
Fonav	Fondo Nacional Avícola
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
MinAmbiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MORE	Masa de olor de referencia europea
PRIO	Plan para la Reducción de Impacto por Olores Ofensivos
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
SAC	Sociedad de Agricultores de Colombia
SMA	Síndrome de Mala Absorción
TRS	Azufre Total Reducido
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
UOe	Unidad de olor europea
IRG	International Resources Group
UPV	Universidad Politécnica de Valencia

PRESENTACIÓN

La presente *Guía para la reducción de olores ofensivos en la industria avícola* está dirigida a productores y asesores ambientales del sector avícola, a propósito de la expedición de la Resolución 1541 de 2013, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones".

La Guía contiene una referencia de la normatividad nacional y de los estándares nacionales e internacionales que se deben tener en cuenta para el diagnóstico de olores ofensivos y para la realización del Plan de Reducción de Impactos por Olores Ofensivos (PRIO). También presenta el estado del arte de la reducción y control de olores ofensivos a escala nacional e internacional, y explica los mecanismos por los cuales se generan y propagan en el aire las sustancias causantes de olores ofensivos.

El eje central de la Guía está constituido por la descripción y explicación de las mejores prácticas de operación existentes para la reducción de olores en explotaciones avícolas, así como las mejores técnicas disponibles de control y mitigación. Por último, se presentan instrucciones y pautas para la elaboración del PRIO, y se describe una práctica para el autodiagnóstico de emisiones de olores ofensivos.

Gonzalo A. Moreno G.
Presidente ejecutivo Fenavi-Fonav

PRÓLOGO

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible considera fundamental la creación de instrumentos técnicos destinados a abordar la problemática asociada a la generación de olores ofensivos, trabajando de la mano con los sectores involucrados. En este contexto, el Ministerio y la Federación Nacional de Avicultores de Colombia presentan la actualización de la *Guía para la reducción de olores ofensivos en la industria avícola,* reflejando así el firme compromiso del Gobierno nacional en avanzar hacia la sostenibilidad de este sector clave, al mostrar la importancia de la colaboración entre el Gobierno y la industria, para abordar de manera efectiva los desafíos ambientales y promover prácticas responsables en la producción avícola.

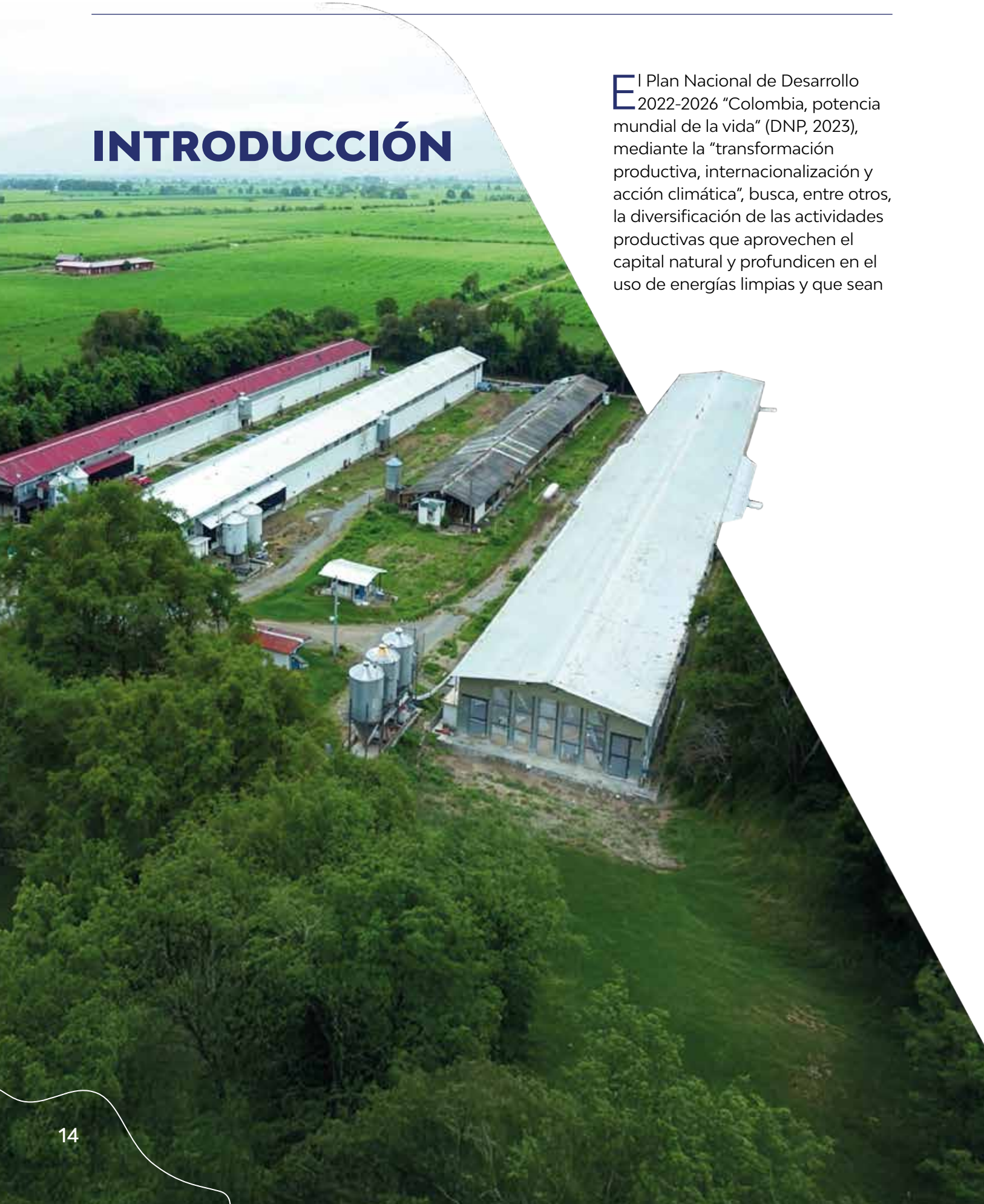
La actualización de la Guía incorpora nuevos elementos de carácter técnico y normativo, con los que se espera brindar a los avicultores y a las autoridades ambientales los elementos suficientes para el manejo adecuado de olores ofensivos en las granjas; de tal forma que se siga fortaleciendo su capacidad para atender las exigencias ambientales e incorporar la valorización continua de los recursos, nuevos modelos de negocio para optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales y energía.

Desde este Ministerio, continuaremos fortaleciendo capacidades para la adecuada implementación de la presente Guía, mediante capacitaciones y asistencia técnica a los avicultores y el seguimiento por parte de las autoridades ambientales, a fin de mejorar la sostenibilidad ambiental.

Yiovani Palechor Mopan
Director de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

INTRODUCCIÓN

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia, potencia mundial de la vida" (DNP, 2023), mediante la "transformación productiva, internacionalización y acción climática", busca, entre otros, la diversificación de las actividades productivas que aprovechen el capital natural y profundicen en el uso de energías limpias y que sean



intensivas en conocimiento e innovación. Con ello, se espera una productividad que propicie el desarrollo sostenible y la competitividad del país, "dando paso a una economía reindustrializada con nuevos sectores soportados en las potencialidades territoriales en armonía con la naturaleza" (Congreso de Colombia, 2023).

Entre las actividades productivas se encuentran las pecuarias que, gracias al desarrollo de sus procesos productivos, generan una serie de impactos ambientales, como los olores ofensivos. Para la actividad avícola, al igual que en otras actividades industriales, el olor es inherente a la actividad y, aunque se pueden adoptar acciones para reducir su emisión, siempre será necesario implementar medidas para mitigarlo, con la finalidad de disminuir las molestias en el área de influencia de las unidades productivas y, a su vez, aprovechar los residuos para la generación de beneficios ambientales y económicos.

Los olores ofensivos provenientes de actividades pecuarias son de especial interés, puesto que, de acuerdo con los resultados suministrados por el *Informe de Seguimiento a la Implementación de la Normativa de Olores Ofensivos,* realizado por MinAmbiente (2019b), se identificó que las actividades pecuarias son las generadoras del mayor número de quejas ante las autoridades ambientales, relacionadas con esta problemática.

En este sentido, en 2019, el Gobierno nacional elaboró la Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA) (MinAmbiente, 2019a), la cual busca garantizar la protección del ambiente y la salud de los colombianos, con el objetivo, entre otros, de "fortalecer y actualizar instrumentos normativos y técnicos que permitan la reducción de emisiones a la atmósfera", estipulando acciones como la adopción de guías sectoriales para la prevención y control de olores ofensivos.

De igual manera, en 2019, el Gobierno nacional lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), la cual propende por un nuevo desarrollo económico que incluye la valorización continua de los recursos, agua y energía, nuevos modelos de negocio y la simbiosis industrial para optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales, y reducir la huella de carbono y la huella hídrica (MinAmbiente *et al*., 2019).

En relación con lo anterior, el 18 de julio de 2019 se firmó el acuerdo sectorial entre MinAmbiente y Fenavi, que marca la agenda de trabajo en beneficio de la sostenibilidad de la avicultura nacional. Uno de los objetivos principales del acuerdo es fomentar e implementar la ENEC en el sector avícola, en el marco del crecimiento verde.

Por consiguiente, MinAmbiente y Fenavi elaboraron la presente *Guía para la reducción de olores ofensivos en la industria avícola,* dirigida a productores, asesores ambientales del sector avícola y autoridades ambientales, destacando la importancia de la explicación de las buenas prácticas y mejores técnicas disponibles en el marco de la economía circular, para la reducción de olores en explotaciones avícolas. Asimismo, se dan instrucciones para la elaboración del Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos (PRIO) y se describe una práctica para el autodiagnóstico de emisiones de olores ofensivos.

Contiene, además, una referencia de la normatividad nacional y de los estándares que se deben tener en cuenta para el diagnóstico de olores ofensivos, y una descripción de la reducción y control de olores ofensivos a escala nacional e internacional, los mecanismos por los cuales se generan y propagan en el aire las sustancias causantes de olores ofensivos y la gestión de quejas.

GLOSARIO

1

La siguiente lista de definiciones se basa en la Resolución 1541 de 2013, del MinAmbiente, y otras que, por su relevancia, merecen ser incluidas.

Azufre Total Reducido (TRS): Compuestos organosulfurados integrados principalmente por sulfuro de hidrógeno, metil mercaptano, dimetil mercaptano, dimetil sulfuro y dimetil disulfuro. Se caracterizan por su desagradable olor, aun en bajas concentraciones.

Buenas prácticas: Métodos o técnicas que han demostrado consistentemente resultados superiores a los obtenidos con otros medios y, por ende, se utilizan como punto de referencia.

Cierre de ciclo de materiales: Son los flujos de materiales que incluyen el aprovechamiento de residuos, de manera que evitan la extracción de nuevas materias primas.

Concentración de olor: Es el número de unidades de olor europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales.

Concentración de una sustancia en el aire: Es la relación entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Contaminación atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: Son fenómenos físicos, sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, que, solos, en combinación o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales o de una combinación de estas.

Cuerpo de agua: Es un sistema de origen natural o artificial localizado sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físicos-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento.

Economía circular: Son sistemas de producción y consumo que promueven la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de

materiales, a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores, y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible.

Elaboración de aceites y grasas de origen animal: Se refiere a la clase 1030 del Código Industrial Internacional Uniforme (CIIU), Revisión 4, adaptado para Colombia por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) o aquella que la modifique o sustituya.

Emisión: Es la descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

Emisión fugitiva: Es la emisión ocasional de material contaminante.

Fuente de emisión: Es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente fija: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca de forma dispersa.

Fuente fija dispersa o difusa: Es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales.

Fuente con dimensiones definidas (fuente del área, fuente del volumen) que no tiene un flujo de aire residual definido, tales como vertederos de residuos, lagunas, campos después de extender estiércol, pilas de compost sin aireación, edificaciones.

Fuente fija puntual: Es aquella que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.

Gestión de residuos sólidos orgánicos: Proceso que comprende el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

Inmisión: Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un "receptor". La inmisión es opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la tropósfera.

Límite de inmisión: Corresponde al valor de inmisión que se deberá alcanzar en las zonas residenciales del área de afectación, como consecuencia de la emisión causada por la actividad generadora de olores ofensivos.

Masa de olor de referencia europea (MORE): Es el valor de referencia aceptado para la unidad de olor europea, igual a una masa definida de un material de referencia certificado. Un more es equivalente a 123 µg de n-butanol (CAS-Nr 71-36-3) evaporado en un metro cúbico de gas neutro, que da lugar a una concentración de 0,040 µmol/mol.

Mejores técnicas disponibles: Es la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de

explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para lograr la reducción y mitigación de emisión de olores ofensivos.

Método de referencia: Es el procedimiento de medición y análisis probado exhaustivamente, que debe utilizarse para determinar la concentración de una sustancia contaminante, y debe realizarse bajo estrictos parámetros técnicos.

Olor: Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.

Olor ofensivo: Generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana.

Panel: Grupo de evaluadores cualificados para juzgar muestras de gas oloroso.

Planta de tratamiento de agua residual: Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

PRIO: Plan para la Reducción de Impacto por Olores Ofensivos.

Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos: Se refiere al Grupo 101 del Código Industrial Internacional Uniforme (CIIU), Revisión 4, adaptado para Colombia por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) o aquella que la modifique o sustituya.

Sistema de control de emisiones: Conjunto ordenado de equipos, elementos o maquinaria que se utiliza para el desarrollo de acciones destinadas al logro de resultados medibles y verificables de reducción o mejoramiento de las emisiones atmosféricas generadas en un proceso productivo.

Sustancia de olor ofensivo: Es aquella que, por sus propiedades organolépticas, puede ser percibida por los sentidos, pero que por su composición y tiempo de exposición puede causar desagrado.

Tratamiento térmico de subproductos de animales: Actividad en la que, por medio de tratamiento térmico, los subproductos de animales (sangre, huesos, plumas o decomisos orgánicos que no tengan riesgo biológico) son transformados en productos como harinas y concentrado, entre otros.

Tratamiento y disposición de desechos no peligrosos y estaciones de transferencia: Se refiere a la clase 3821 del Código Industrial Internacional Uniforme (CIIU), Revisión 4, adaptado para Colombia por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) o aquella que la modifique o sustituya.

Las estaciones de transferencia son las instalaciones dedicadas al manejo y traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de aprovechamiento o disposición final.

Unidad de olor: Es la cantidad (una mezcla) de sustancias olorosas presentes en un metro cúbico de gas oloroso (en condiciones normales, 1 atmósfera de presión y 0 °C de temperatura) en el umbral del panel.

Unidad de olor europea (UOe): Cantidad de sustancia(s) olorosa(s) que, cuando se evapora en un metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales, origina una respuesta fisiológica de un panel (umbral de detección), equivalente al que origina una masa de olor de referencia europea (more) evaporada en un metro cúbico de gas neutro en condiciones normales.

Unidad de producción pecuaria: Se refiere a los sistemas de producción pecuaria en todas o cualquiera de sus etapas productivas.

Umbral de tolerancia: Es el nivel permisible de calidad del aire o de inmisión de mezclas de sustancias de olores ofensivos.

Uso eficiente de los recursos naturales: Es la noción de "hacer más con menos", y es esencial para sustentar el progreso socioeconómico en un mundo con una capacidad ecosistémica y unos recursos limitados (Peña y Valenzuela, 2018), además, fomenta el uso de los recursos del planeta, mediante métodos de producción ecoeficiente y uso eficiente de materiales, a través de medidas de protección atmosférica y una gestión sostenible de los residuos sólidos (Swisscontact, 2013).

Valorización de residuos: Cuando la generación de residuos es inevitable, deben pasar a ser considerados un recurso a partir del cual pueden ser recuperados materiales reusables, materia prima, nutrientes orgánicos e incluso energía. A este proceso de recuperación y tratamiento que pone a gran parte de los desechos en condiciones técnicas y económicas de ser vueltos al mercado, se lo denomina proceso de valorización de los residuos (Ibáñez y Corroppoli, 2002).

Vertimiento: Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido.

2 ANTECEDENTES

2.1. INTERNACIONALES

Los olores generados en los procesos productivos, de manera particular en el sector agropecuario, se han constituido desde siempre como un factor disociador entre el generador y los receptores en las áreas de influencia. Esta situación ha empeorado en las últimas dos décadas, debido a factores como:

- El desarrollo tecnológico de las industrias de producción animal, las cuales, con mayores estándares de calidad y eficiencia (nutrición, genética, sanidad), manejan un alto número de animales en áreas relativamente pequeñas.
- El crecimiento sostenido de la industria pecuaria, el cual se ha convertido en un generador importante de empleo formal, lo que garantiza, además, la producción de alimentos para la población.
- La ampliación de las fronteras urbanas en los territorios locales, regionales y nacionales ha propiciado que los núcleos urbanos colinden con unidades de producción pecuaria previamente establecidas.
- Los cambios en los hábitos de las personas que cada vez más se desplazan hacia las afueras de las grandes urbes (ciudades dormitorio), invadiendo tierras que siempre han sido consideradas aptas para la producción agropecuaria.
- El crecimiento desorganizado tanto de las industrias como de los municipios, así como la disminución de áreas destinadas para la producción agropecuaria.

Este contexto es un denominador común en todos los países en los que los productores pecuarios representan un sector importante de la economía, razón por la cual, los sectores productivos se han preocupado por elaborar documentos con recomendaciones de buenas prácticas para la reducción y mitigación de olores, y las autoridades ambientales, a su vez, por establecer un marco legal que regule las actividades, con la finalidad de proteger los ecosistemas receptores.

Un estudio realizado por Ecotec Ingeniería (2013), firma de consultoría chilena, para la Subsecretaría del Medio Ambiente de Chile, referencia que el tema de los olores tiene:

> [...] una larga data y construcciones jurídicas que han pretendido resolver los conflictos que se suscitan, ya desde la época del imperio romano. Esto que parece meramente anecdótico, no lo es, puesto que muchas normas actuales tienen su base conceptual en las antiguas disposiciones del Derecho Romano, que, sorprendentemente, ya trataban la regulación de las emisiones de olores, a través de determinadas acciones denominadas interdictos, y por el desarrollo conceptual de la protección del interés público a través de acciones, que han sido el antecedente de las actuales acciones populares. En aquella época, las autoridades y juristas romanos, para intentar solucionar los problemas de olores agresivos, partieron de un concepto que en la época actual vuelve a ser esencial en las relaciones empresa-comunidad: el concepto de la buena vecindad y el respeto a la propiedad de cada cual. En dicho ámbito es posible encontrar regulaciones jurídicas de la convivencia humana, en sus diferentes actividades, compartiendo un espacio común.

> En el fondo, al igual que hoy, en la época de Roma, la creciente urbanización y el cúmulo de actividades productivas vecinas a las viviendas incrementaron los conflictos entre los vecinos; ya en aquella época se desarrollaron limitaciones y restricciones al derecho de propiedad de los vecinos que coexisten en una comunidad o vecindad, fundamentadas en que la persona es en esencia un ser sociable, por ello, encuentra en la convivencia con los demás el único medio hábil para la satisfacción de sus necesidades más elementales. De allí, entonces, surgen los primeros fundamentos a las restricciones al dominio, en beneficio de la convivencia social.
>
> En sus orígenes, la inmisión se configuró de modo ajeno a los conceptos de derecho de servidumbre, y sobre todo, se normó bajo el alero del derecho de propiedad. Vemos entonces, que el término *immissio* tiene su origen en Roma, ligado a las relaciones de vecindad. En este sentido, la *immissio* significó una especie de fricción vecinal, una disputa que debía resolverse con la configuración necesaria de límites dentro de los cuales la injerencia de olores debía ser tolerada o, por el contrario, tornarse en ilícita. En definitiva, la *immissio* constituía una injerencia o invasión en la esfera jurídica ajena, idea que no es en absoluto ajena a la actual emisión de olores agresivos; de esta forma quedan íntimamente ligados los conceptos de tolerancia frente a injerencias molestas, servidumbre, limitaciones legales de propiedad e inmisión.

Se podría decir que estos serían los orígenes legislativos, en lo que hoy se conoce como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

En 2008 y 2009, el Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras y el International Resources Group (CNP+LH e IRG, 2009), en coordinación con la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (Serna), publicaron el documento *Guía de buenas prácticas ambientales para la producción avícola*, dentro de un acuerdo de cooperación con USAID y CCAD, en la que se recomiendan herramientas de PmL para minimizar los impactos ambientales de la producción avícola, que incluye recomendaciones de mitigación de emisiones atmosféricas referidas al olor.

En la Guía se menciona que las buenas prácticas de prevención al diseñar la etapa de operación, al igual que en la etapa de construcción, equivalen al diseño y ejecución de obras o actividades orientadas a anticipar y evitar los posibles impactos ambientales negativos de un proyecto avícola, pero durante el desarrollo del proceso productivo. Por lo tanto, el responsable del proyecto debe asegurar el cumplimiento de estas medidas y evitar los impactos ambientales de las actividades operativas.

En 2008, el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L) elaboró la *Guía de buenas prácticas ambientales para el sector avícola de Guatemala*, dentro de un acuerdo de cooperación con USAID y CCAD, en la que se recomiendan herramientas de PmL para minimizar los impactos ambientales de la producción avícola, que incluye recomendaciones de mitigación de emisiones atmosféricas referidas al olor (Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, 2008).

En Costa Rica, un equipo multidisciplinario del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2008) elaboró la *Guía de buenas prácticas agropecuarias*. Si bien es cierto que no menciona de manera expresa "los olores", recomienda tener en cuenta aspectos que pueden incidir tanto en su generación como en su propagación y, por consiguiente, la aparición de conflictos con las comunidades.

La *Guía de buenas prácticas avícolas (reproducción y engorde)* (Senasa, 2014), escrita en Perú, establece que, antes de ingresar una cama nueva a los galpones, se deberán realizar todos los trabajos de manutención y las actividades de limpieza y sanitización. Durante la crianza de las aves se debe controlar la humedad de la cama, la circulación y calidad del aire en la superficie de la cama y todo el galpón, entre otros. Se menciona que el procedimiento para la limpieza de los galpones y el retiro de la gallinaza debe considerar un horario, lugar de disposición y dirección predominante del viento, para minimizar la posibilidad del surgimiento de olores y partículas en zonas sensibles de áreas aledañas. En el caso de que las granjas se encuentren cercanas a lugares poblados o viviendas aisladas, se deben crear cercos o cortinas vegetales con arbustos, para mitigar la propagación de olores.

En Chile, la Subsecretaría del Medio Ambiente contrató un estudio para evaluar los antecedentes para la regulación de olores. En el informe final se cita a Manitoba Livestock Manure Management Initiative (2003) y se enuncia una serie de medidas para disminuir la generación de olores y su abatimiento, como aseo diario en pabellones; ventilación adecuada de galpones; estructura de corte de viento; cinturón o barrera de protección vegetal; control de la humedad de las camas; manejo y disposición de animales muertos; no permitir la aplicación de pollinaza en zonas inundables, ni en zonas de afloramientos de agua, ni cuando llueve; además, evitar la aplicación de la pollinaza durante la ocurrencia de vientos desfavorables, entre otras.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama RM, 1998), las fuentes de olor en las plantas faenadoras de animales y mataderos pueden ser múltiples; asimismo, menciona los procesos que pueden estar relacionados con la generación de olores ofensivos.

En el estudio realizado por Ecotec Ingeniería para el Gobierno chileno, se hace referencia al manejo del tema de olores; en Estados Unidos de América no existe política de olores a escala nacional, dado que su regulación es de responsabilidad de los estados federales y de las autoridades locales. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA) solo hasta principios de los años ochenta, emprendió investigaciones respecto de olores, las cuales fueron detenidas y no han sido actualizadas. La US EPA no regula olores directamente, solo algunos compuestos químicos que emiten olor. Se publicó un compendio de umbrales de olor en el documento *Guía de referencia para umbrales de olor para contaminantes atmosféricos peligrosos listados en las actualizaciones de 1990 de la Ley de aire limpio* (EPA600/R-92/047 de 1992).

Las regulaciones y el manejo de olores en función de la molestia es una tarea entregada a las autoridades a nivel de los estados federales, y el enfoque usual es determinar límites con base en observaciones de campo, usando olfatometría. Este enfoque se remonta a 1958, cuando el Servicio de Salud Pública desarrolló el primer olfatómetro de campo, el Berneby-Cheney "Scentometer".

La Sociedad Americana de Ingeniería Agrícola publicó un código de buenas prácticas, que recomienda distancias de separación para instalaciones de cría de ganado de entre 800 m para residencias cercanas, y de 1.600 m para desarrollos residenciales. En Carolina del Sur, el fiscal general llegó a un acuerdo con la compañía más grande de producción de cerdos (Smithfields Food), que cuenta con un total de 276 granjas. El acuerdo consistió en que la compañía eliminaría todas las lagunas de lodos anaeróbicas abiertas y se rociarían campos en las granjas (Mahin, 2001). La mayoría de Estados recomiendan distancias que van desde los 200 m hasta los 2.000 m de las granjas, principalmente de cerdos, a los núcleos poblacionales más cercanos, dependiendo de los vientos y el número de animales.

Si bien la porcicultura tiene sus particularidades de manejo, es un subsector que tiene en común con la avicultura el tema de los olores. Algunas de las prácticas de mitigación recomendadas y criterios para disminuir los conflictos con las comunidades son las mismas para ambos sectores, tal como se aprecia en la *Guía de buenas prácticas ambientales para las explotaciones porcinas en Extremadura* (Lorente, 2014), en la que se expone que:

> [...] el olor es el impacto más directamente perceptible de todos los que se producen en una explotación porcina y, por lo tanto, es el problema que más sensibiliza a la población. Es la principal fuente de molestias de las poblaciones cercanas, pudiendo incluso afectar al valor económico de las propiedades. Actualmente se han identificado más de 150 compuestos con olores desagradables, algunos de los cuales presentan límites de detección muy bajo (inferiores a 1 ppb); por esta razón, es muy complicado medir el olor. En la actualidad, la única norma europea disponible para la medición de olores es la NE 13725 "Calidad del aire. Determinación de la concentración del olor por olfatometría dinámica", que se basa en la participación de jurados expertos o panel. El olor puede provenir de fuentes fijas, como son los alojamientos y las infraestructuras de almacenamiento, o bien de fuentes temporales como las emisiones producidas durante la aplicación de los purines y estiércoles al terreno.

Un documento interesante y muy completo es el desarrollado por el Centro de Tecnologías Limpias, denominado *Guía de mejores técnicas disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves en la comunitat valenciana* (Niclós-Ferragut *et al*., 2008). Como todos los documentos, coincide en que

> [...] los olores producidos en las explotaciones ganaderas constituyen un problema local que afecta a los núcleos residenciales próximos a estas, siendo la principal fuente de quejas y molestias junto con las emisiones sonoras. En efecto, el principal impacto de los malos olores en el medio es el impacto social que genera, aunque no puede afirmarse estrictamente que produzcan afectaciones sobre el medio ambiente como tal. Los efectos medioambientales son producidos por las sustancias que componen el mal olor, y no tanto por el olor en sí mismo.
>
> Los olores derivan de los procesos de degradación biológica de la gallinaza principalmente y del olor propio de los animales. Los olores de los animales no pueden reducirse fácilmente, sin embargo, una adecuada gestión de la gallinaza y un buen manejo reducen significativamente la emisión de olor.

2.2. NACIONALES

El tema de olores en el país ha sido referenciado en la legislación desde el Decreto 948 de 1995 (Presidencia de la República de Colombia, 1995), actual Decreto 1076 de 2015 (Presidencia de la República de Colombia, 2015); de una u otra manera, también como consecuencia de los olores generados en las actividades pecuarias e industriales. En los últimos cinco años, quizás un poco más, el tema ha cobrado relevancia debido fundamentalmente a la estrecha relación de convivencia que se está dando entre los sistemas productivos y la comunidad.

Es claro que la dinámica en la mayoría de los procesos relacionados con el medio ambiente está dada por la presión de los actores externos a los generadores de los potenciales impactos sobre el ambiente, por medio de las autoridades competentes. Como consecuencia de esta presión, las autoridades deben implementar mecanismos que conduzcan no solo a proteger el ambiente, sino también a promover el establecimiento de un marco legal que permita el desarrollo armónico en las regiones y la seguridad alimentaria del país.

Al ser un tema de complejidad reciente, no hay muchos trabajos referenciados, ni mucho menos estudios que permitan contar con referentes técnicos para el manejo de la problemática generada por los olores característicos de las actividades pecuarias e industriales.

Mediante el documento *Lineamientos y recomendaciones para el programa de buenas prácticas pecuarias para el subsector porcícola colombiano*, se impulsó la gestión de olores ofensivos provenientes del sector pecuario en 2006, por la Asociación Colombiana de Porcicultores (Asoporcicultores), el Fondo Nacional de la Porcicultura (FNP), en convenio con la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), en el marco de las evaluaciones ambientales estratégicas, de acuerdo con la metodología del Departamento Nacional de Planeación (DNP).

El sector avícola colombiano, con el apoyo de la Federación Nacional de Avicultores y el Fondo Nacional Avícola (Fenavi y Fonav, 2014), en cabeza del Programa Técnico, ha trabajado en el campo ambiental con recomendaciones de buenas prácticas ambientales para la mitigación de olores, consignadas en la *Guía ambiental para el subsector avícola*.

Producto de este trabajo, se identificó que en temas de calidad del aire, uno de los problemas más significativos es la generación de olores ofensivos; por lo tanto, se estableció la necesidad de un programa de buenas prácticas pecuarias que faciliten herramientas para la mitigación de los olores ofensivos y estimulen la implementación de barreras vivas.

Además, el sector avícola, liderado por el programa de sostenibilidad de Fenavi-Fonav, ha realizado varios estudios para evaluar la generación de olores en sus actividades productivas, conforme a la normatividad vigente en el país. En la tabla 1 se relacionan los estudios llevados a cabo por Fenavi-Fonav, en colaboración con universidades, con el fin de construir una línea base y proporcionar a los avicultores información precisa del sector, que apoye la toma de decisiones en la gestión de olores ofensivos.

Tabla 1. Investigaciones del sector avícola para determinar en sus actividades productivas

Vigencia (Año)	Nombre del proyecto	Nombre entidad aportante de otros recursos
2015	Evaluación del impacto de olores ofensivos en los sistemas productivos del sector avícola, aplicando olfatometría dinámica	Universidad Pontificia Bolivariana (UPB)
2017	Cuantificación de olores (NH_3 y H_2S) en granjas avícolas, mediante métodos analíticos cuantitativos instrumentales	Fundación de Apoyo a la Investigación en el Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares
2019	Desarrollo de calibración del modelo de dispersión de olores para el sector avícola	EYC Global

Fuente: elaboración propia.

2.3. MARCO LEGAL

La normativa de Protección y Control de la Calidad del Aire, adoptada mediante el Decreto 1076 de 2015 de MinAmbiente, define y establece los tipos de contaminantes atmosféricos sujetos a reglamentación, por considerarse causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana. Entre los contaminantes regulados se incluyen los olores ofensivos.

Adicionalmente, el Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.5.1.2.14 dispone que MinAmbiente debe establecer las normas para fijar estadísticamente los umbrales de tolerancia de olores ofensivos que afecten a la comunidad, y los procedimientos para determinar su nivel permisible, así como lo relacionado con el registro, la recepción de quejas, la realización de pruebas estadísticas objetivas de percepción, y la evaluación de dichos olores, entre otros.

En este sentido, MinAmbiente (2014b), mediante la Resolución 1541 de 2013 y la Resolución 2087 de 2014, reglamentó lo relacionado con emisiones de olores ofensivos. Esta normativa se basa en la afectación de comunidades cercanas a las fuentes de emisión, evaluada objetivamente por medio de quejas que se validan según encuestas estandarizadas, buenas prácticas, mejores técnicas disponibles y, como última instancia, el cumplimiento de estándares a través de la medición por el método de olfatometría dinámica. Asimismo, promueve el mejoramiento de las técnicas en el desarrollo de los procesos, mediante la implementación de un PRIO a las fuentes generadoras, como instrumento para la prevención de la generación de olores.

La Resolución 1541 de 2013 establece que en las unidades de producción pecuaria, las principales sustancias generadoras de olores ofensivos son el amoniaco (NH_3) y el sulfuro de hidrógeno (H_2S). Igualmente, se definen los niveles permisibles de calidad de aire para sustancias de olores ofensivos a condiciones de referencia (25 °C y 760 mm Hg), como se presenta en la tabla 2. De igual manera, esta resolución determina los niveles de calidad del aire para mezclas de sustancias de olores ofensivos, los cuales se presentan en la tabla 3.

Tabla 2. Niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión para sustancias de olores ofensivos a condiciones de referencia (25 °C y 760 mm Hg)

Sustancia	Nivel máximo permisible	
	µg/m³	Tiempo de exposición[1]
Sulfuro de hidrógeno (H_2S)	7	24 horas
	30	1 hora
Azufre total reducido	7	24 horas
	40	1 hora
Amoniaco (NH_3)	91	24 horas
	1400	1 hora

Fuente: MinAmbiente (2013).

Tabla 3. Niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión de mezclas de sustancias de olores ofensivos

Actividad	Nivel permisible[2]
Planta de tratamiento de aguas residuales	3 OU_e/m^3
Actividades que capten agua de cuerpos de agua receptores de vertimientos	
Cuerpos de agua receptores de vertimientos	
Tratamiento térmico de subproductos de animales	
Unidad de producción pecuaria	5 OU_e/m^3

Fuente: MinAmbiente (2013).

Por otro lado, con el objeto de establecer una herramienta que permita minimizar los posibles sesgos en las quejas, se aplica una encuesta estandarizada que corresponde a la norma NTC 6012-1 (Icontec, 2013b), la cual permite obtener un panorama objetivo de una presunta problemática por olores, así como la evaluación de la eficacia de las medidas tomadas para la prevención o control de las emisiones.

En la tabla 4 se presentan las normas y los estándares aplicables al sector avícola, en relación con la generación de olores ofensivos

1 Cuando se utilicen muestreadores pasivos para la medición de las sustancias de la tabla 1, el tiempo de exposición podrá estar entre 2 y 4 semanas.

2 Unidades de olor europeas (OUe) expresadas como el percentil 98 de las horas modeladas durante un año.

Tabla 4. Normas y estándares aplicables		
Norma o estándar	**Entidad/fuente**	**Título/tema**
Resolución 1541 de 2013	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Calidad del aire y olores ofensivos.
Resolución 2087 de 2014	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos.
Resolución 1490 de 2014	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se amplía el plazo de la entrada en vigor de la Resolución 1541 de 2013.
Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
NTC 6011	Icontec (2013a)	Olfatometría. Muestreo estático.
NTC 5880	Icontec (2011)	Calidad del aire. Determinación de olor por olfatometría dinámica.
NTC 6012-1	Icontec (2013b)	Efectos y evaluación de los olores, evaluación sicométrica de las molestias por olores. Cuestionarios.
NTC 6012-2	Icontec (2013c)	Efectos y evaluación de los olores. Determinación de parámetros de molestia, mediante preguntas breves repetidas a panelistas de un vecindario.

Fuente: elaboración propia.

3

GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN INSTALACIONES AVÍCOLAS

Algunas sustancias volátiles que se propagan por el aire y generan una reacción de desagrado son percibidas por el olfato humano como olores ofensivos. Si bien la sensibilidad y la reacción frente a la presencia de una u otra sustancia varían entre individuos, existe consenso sobre las sustancias y las concentraciones que generan una reacción negativa en quien las percibe; consenso que está reflejado en las normas que especifican las sustancias y los límites de concentración en el aire.

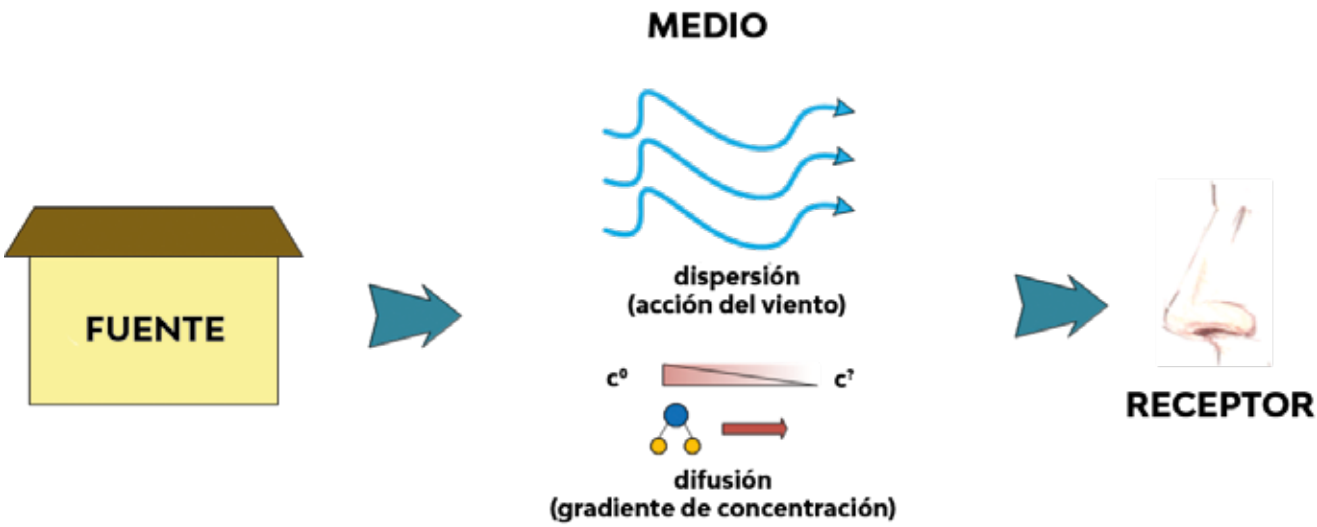
Para que el olfato del receptor perciba un olor ofensivo, se requiere de una fuente, un medio (el aire) y un mecanismo de transporte hasta el punto donde está ubicado el receptor, ya sea por difusión o dispersión, como se representa en la figura 1.

Los olores ofensivos provenientes de instalaciones avícolas son producidos por una mezcla de gases y vapores, muchos de los cuales se generan por la descomposición anaerobia de la gallinaza-pollinaza, la mortalidad, los alimentos y otras materias orgánicas.

Estas sustancias causantes de olores ofensivos se pueden agrupar en:

- Ácidos grasos volátiles
- Mercaptanos
- Ésteres
- Aldehídos
- Aminas
- Alcoholes
- Amoniaco
- Sulfuro de hidrógeno

Figura 1. Mecanismos de propagación de olores



Fuente: elaboración propia.

El efecto de la mezcla de estas sustancias no es necesariamente aditivo; por el contrario, algunas mezclas pueden tener un efecto inhibitorio, y otras, un efecto sinérgico que agudiza el problema de los olores. Así, por ejemplo, el amoniaco genera fuertes problemas de olor dentro de las propias instalaciones avícolas, pero, en cambio, tiene un efecto menor fuera de estas, cuando se diluye en la atmósfera (Clemson University, 2000).

Son muchos los materiales orgánicos que al degradarse generan moléculas o compuestos causantes de olores que potencialmente pueden ocasionar molestias en los receptores. En el caso particular de las unidades productivas avícolas, se consideran factores generadores los siguientes.

3.1. GALLINAZA Y POLLINAZA

Son el residuo más representativo de la industria avícola, por su volumen y características fisicoquímicas, que les han conferido a estos materiales una importancia agronómica como materia prima para la elaboración de fertilizantes orgánicos y correctores de suelos, mediante procesos de estabilización. En contraste, si estos residuos se manejan de manera incorrecta, tanto en su almacenamiento como en su aplicación, pueden generar efectos potencialmente negativos sobre los medios receptores y, desde luego, el incremento de olores considerados por la normativa ambiental como ofensivos.

Por lo anterior, es importante entender la relación de los compuestos asociados con los olores percibidos por los receptores.

La gallinaza y la pollinaza tienen un contenido elevado de nitrógeno, mayoritariamente en forma de ácido úrico y urea. En presencia de la enzima ureasa, el ácido úrico se convierte en urea. También el nitrógeno se encuentra presente en forma de nitrógeno orgánico. El ácido úrico y la urea se convierten de manera rápida en amoniaco acuoso (NH_3 (aq)); lo mismo sucede con el nitrógeno orgánico, pero de manera más lenta. Gran parte del NH_3 (aq) (base débil) se volatiliza como amoniaco gaseoso (NH_3 (g)), que es uno de los olores característicos de la producción animal. La conversión a NH_3 (g)

depende de factores como temperatura, humedad y pH, entre otros. Es importante saber que el NH_3 es altamente volátil y se diluye rápidamente en el aire, en mayor o menor grado, dependiendo de las condiciones ambientales (actividad microbiológica, velocidad del viento y humedad). Cuando el pH decrece, una fracción de NH_3 (aq) se convierte en amonio (NH_4^+), y viceversa.

Según lo citado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (Niclós-Ferragut *et al*., 2008), se estima una volatilización de NH_3 por animal, del orden de:

- 0,19 kg en el interior de los galpones de gallinas ponedoras.
- 0,15 kg en pollo de engorde.
- 0,03 kg para estiércol de gallinas ponedoras, y 0,02 kg para pollo de engorde; cuando se aplica en suelos de manera superficial (durante el almacenamiento exterior).
- 0,15 kg para gallinas ponedoras.
- 0,11 kg para estiércol procedente del pollo.

Se produce metano (CH_4) y ácido sulfhídrico (H_2S), como resultado de la degradación anaerobia de la materia orgánica (MO), siendo más notorios con la gallinaza, debido a la excesiva humedad por factores como el riego, las aguas lluvias o fugas en tuberías de conducción de agua y bebederos.

Todos estos compuestos están involucrados en la generación de olores ofensivos, producto de la mineralización del nitrógeno, es decir, la conversión del nitrógeno orgánico en amoniaco y óxidos de nitrógeno.

3.2. CICLO PRODUCTIVO

A lo largo del ciclo de producción de pollo, huevo de mesa y huevo fértil, se genera la emisión de olores en mayor o menor grado, dependiendo de aspectos como:

- Edad de las aves.
- Densidad.
- Si se está o no en pico de producción.
- Estado sanitario.
- Síndrome de mala absorción (SMA) —también llamado tránsito rápido—.
- Tipo de producción (jaula tradicional, automáticas, piso).
- Manejo de la gallinaza en el galpón (frecuencia y sistema de extracción de los galpones).
- Ventilación de los galpones.
- Infraestructura de los galpones (techos, aleros, muros perimetrales).
- Condiciones ambientales (temperatura y humedad).
- Humedad de las camas, por fugas en tuberías de conducción de agua.
- Goteos de bebederos, por acción de las aguas lluvias.
- Tipo de bebederos.
- Almacenamiento de gallinaza y pollinaza.
- Sistemas de tratamiento dentro del predio.
- Alimentación (tipo, calidad y utilización de aditivos para mejorar la metabolización del alimento, o para atrapar compuestos nitrogenados).

3.3. FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS Y CORRECCIÓN DE SUELOS

La aplicación de gallinaza y pollinaza en suelos influye en la emisión de olores, si se usan de forma incorrecta; por ejemplo, aplicación de materiales crudos, ausencia de planes de fertilización, exceso de agua de riego, aplicación en presencia de aguas lluvias y aplicación superficial.

3.4. ENTORNO

El entorno desempeña un papel importante en la propagación de olores en el área de influencia de las unidades productivas avícolas, dependiendo de aspectos como:

- Distancia de los vecinos.
- Dirección y velocidad de los vientos.
- Ausencia de vegetación (barreras vivas).
- Topografía del área.
- Condiciones ambientales (humedad y temperatura, entre otras).

3.5. PLANTAS DE BENEFICIO

Dentro de las plantas de beneficio existen aspectos que deben controlarse para evitar potenciales impactos negativos, entre los que destacan:

- El ayuno de las aves antes de ser trasladadas a la planta de beneficio.
- La programación de la planta (mayor o menor cantidad de aves en plataforma y de vehículos).
- El almacenamiento inadecuado de subproductos en la planta (sangre, vísceras y plumas).
- La existencia o no de planta de producción de harinas de origen animal.
- El tipo de sistema de tratamiento de aguas residuales.
- La generación de residuos sólidos.

3.6. PLANTAS DE INCUBACIÓN

Dentro de las plantas de incubación se generan aún menos olores que en las plantas de beneficio; sin embargo, se requiere tener precaución con:

- El manejo de los subproductos (tiempo de permanencia en la planta).
- Los tipos de empaque (lavado de las canastillas plásticas).
- Los sistemas de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos (por ejemplo, cáscaras de huevo y los provenientes de huevos no eclosionados o bomba).

3.7. PLANTAS DE HARINAS

Dentro de las plantas de harinas se llevan a cabo procesos hidrolíticos, térmicos, y los subproductos de las plantas de beneficio (plumas, sangre, vísceras) se transforman en harinas de carne, sangre y grasas, que generan olores principalmente por cuenta de compuestos como los mercaptanos.

3.8. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Genera emisiones que contienen compuestos implicados en la aparición de olores ofensivos, los cuales dependen de:

- El tipo de sistema de tratamiento (anaeróbicos, lodos activados, flotación de aire disuelto).
- El manejo y la disposición de lodos.
- La presencia o no de barreras vivas de protección, entre otros.

4

METODOLOGÍA PARA AUTODIAGNÓSTICO DE EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS Y MEDICIÓN PASIVA DE EMISIONES

En este apartado se presenta una metodología de autodiagnóstico que consiste en la realización de rondas para identificar la presencia de olores alrededor de las instalaciones, para luego hacer una valoración de estas, en cuanto a frecuencia e intensidad. También se describe la metodología de medición pasiva de emisiones que, por ser relativamente de bajo costo, se puede implementar en las instalaciones avícolas directamente por parte del productor, como una forma de hacer un seguimiento propio a sus emisiones de olores ofensivos. Esta última se recomienda especialmente en aquellas instalaciones que presentan un problema de alta intensidad y frecuencia.

4.1. METODOLOGÍA DE AUTODIAGNÓSTICO DE EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS

Esta práctica de autodiagnóstico de emisión de olores ofensivos se basa en la descripción de Briggs (2004). El autodiagnóstico, fundamentado en rondas para identificar la presencia de olores ofensivos alrededor de las instalaciones avícolas, se recomienda para el control y monitoreo del desempeño de la granja, la efectividad de las medidas de prevención y control de olores adoptadas, y la verificación de posibles causas de quejas por parte de vecinos. Esta práctica es netamente subjetiva, lo cual no la invalida como elemento de monitoreo interno y no reemplaza las caracterizaciones de olores especificados por la Resolución 1541 de MinAmbiente (2013).

El autodiagnóstico debe llevarse a cabo en lugares determinados, como casas vecinas o puntos de referencia ubicados en los alrededores de la explotación avícola. Se puede realizar todos los días, o cuando el viento sopla en alguna dirección determinada, con el objetivo de generar una mayor percepción de olores ofensivos.

Los resultados de las apreciaciones de intensidad y extensión de la emisión de olores deben ser registrados junto con el día, la hora y el punto de control. También debe quedar registro del nombre de la persona que realiza el autodiagnóstico, al igual que las condiciones climáticas como nubosidad, dirección y velocidad del viento.

Algunas actividades, como la remoción de camas o el paleo de pilas de compost, generan picos de emisión de olores, y su impacto puede valorarse a través del autodiagnóstico.

Durante las rondas de autodiagnóstico, la persona encargada debe hacerse las siguientes preguntas:

- ¿En qué medida aumenta la emisión de olores cuando se realizan operaciones críticas como las ya mencionadas? ¿Aumenta la recepción de quejas en esas ocasiones?
- ¿Existen pilas de materia orgánica? ¿En qué condiciones están almacenadas? ¿Están cubiertas?
- ¿Dónde están ubicados los puntos de almacenamiento de materia orgánica, con respecto a las casas vecinas?

Para llevar un registro de la intensidad de la emisión de olores, se sugiere la adopción de la siguiente escala (Environment Agency United Kingdom, 2005):

1. Olor indetectable.
2. Olor tenue (apenas detectable, se requiere detenerse en un sitio e inhalar en contra de la dirección del viento).
3. Olor moderado (fácilmente detectable durante una caminata y respirando normalmente).
4. Olor fuerte, pero tolerable.
5. Olor muy fuerte (bastante ofensivo, puede causar náuseas, especialmente si el receptor no está acostumbrado al olor).

La persona que realiza el diagnóstico debe tomarse al menos tres minutos en los puntos de monitoreo fijados previamente, y si el olor es detectado, se debe valorar su extensión, de acuerdo con la siguiente escala (Environment Agency United Kingdom, 2005):

1. Olor local y transitorio (solo percibido dentro de los galpones o en el perímetro de la granja).
2. Olor transitorio, pero detectable por fuera del perímetro de la granja.
3. Persistente, pero apenas localizado.
4. Persistente y generalizado (hasta 50 metros por fuera del perímetro de la granja).
5. Persistente y extendido (más de 50 metros por fuera del perímetro de la granja).

La dirección del viento puede determinarse mediante veletas o bolsas de aire, mientras que la velocidad del viento puede valorarse usando la escala Beaufort, que se presenta en la tabla 5.

Con la información recolectada se pueden construir planos basados en las apreciaciones del autodiagnóstico.

Tabla 5. Escala Beaufort para valoración de la velocidad del viento

Valor	Descripción	Observación	Velocidad (km/h)
0	Calma	El humo y los vapores ascienden verticalmente.	0
1	Aire ligero	La dirección del viento se detecta por un humo a la deriva.	1-5
2	Brisa ligera	Se siente el viento en la cara, las hojas de los árboles se mueven.	6-11
3	Brisa leve	Las hojas y los objetos menores están en constante movimiento.	12-19
4	Brisa moderada	Se levanta polvo y papeles, se mueven las ramas pequeñas.	20-29
5	Brisa fresca	Se empiezan a balancear árboles pequeños.	30-39
6	Brisa fuerte	Se mueven ramas grandes y hay dificultad para sostener una sombrilla.	40-50
7	Viento fuerte	Los árboles se mueven por completo, se siente presión si se camina en contra de la dirección del viento.	51-61

Fuente: Environment Agency United Kingdom (2005).

4.2. MEDICIÓN PASIVA DE EMISIONES

Esta técnica hace uso de muestreadores que se instalan en los puntos de medición establecidos durante dos o cuatro semanas, según el procedimiento adoptado. Los muestreadores son tubos que tienen una matriz adsorbente, que se debe escoger según el gas que se está monitoreando.

La medición pasiva de sustancias generadoras de olores ofensivos es una técnica indicada por la Resolución 1541 de 2013 (ver sección 2.3. Marco legal, en este documento), siempre y cuando los muestreadores cumplan con lo establecido por la norma europea EN 13528 (UNE, 2003).

El aire que contiene sustancias de olores ofensivos ingresa al muestreador, que es un tubo o contenedor, en el que las sustancias objeto de monitoreo (amoniaco o sulfuro de hidrógeno) se desplazan por difusión hasta la superficie de la matriz, donde son absorbidos. Terminado el tiempo de muestreo, los medidores se sellan y se envían al laboratorio para el análisis, que debe ser realizado por un laboratorio certificado por el Ideam.

5

BUENAS PRÁCTICAS PARA CONTROL Y MITIGACIÓN DE OLORES

La generación de olores es inherente a la producción pecuaria; cuanto mayor sea el número de animales (alta densidad en áreas relativamente pequeñas), mayor será la generación de materia orgánica, con lo cual se eleva la concentración de las sustancias causantes de la sensación de olor que se libera a la atmósfera.

Por lo anterior, se hace necesario tomar medidas para reducir el impacto de la generación de olores en instalaciones avícolas, que se clasifican así:

- Acciones orientadas a la fuente: son medidas de prevención y minimización de los olores.
- Acciones orientadas al medio: son medidas de control de la propagación del olor, una vez que se ha generado.
- Acciones orientadas al receptor: están encaminadas a evitar o reducir la percepción del olor por parte del receptor, después de que se ha propagado.

Preferiblemente, se deben considerar las acciones para el manejo de olores en el lugar en el que se presentan, esto es, en la fuente, teniendo en cuenta que son las más efectivas y de más fácil implementación, debido a que se basan en la aplicación de las llamadas buenas prácticas de producción.

Por otro lado, las medidas de control orientadas al medio o al receptor requieren de mayor tiempo y recursos para su implementación y sostenimiento; muchas veces, su efectividad no es tan alta si se compara con la adopción de buenas prácticas, considerándose insignificantes, en algunos casos.

Las medidas de control deben ser adoptadas, una vez que se han implementado acciones preventivas y se ha hecho un diagnóstico de su efectividad. Solo cuando las medidas de prevención no resultan suficientes frente al problema de olores, se deben tomar acciones de control.

Las buenas prácticas están asociadas al mantenimiento de las instalaciones, al manejo de inventarios, a la elaboración de procedimientos y registros de operación, al mejoramiento de la dieta de las aves y al manejo adecuado de la gallinaza y la mortalidad, entre otros.

Mediante la identificación de las etapas del proceso, generadoras de olores ofensivos, se estableció una serie de buenas prácticas para su mitigación que, en conjunto con la aplicación de economía circular a través del cierre de ciclo de materiales, permite que los residuos orgánicos puedan ser aprovechados para generar energía, abono o compost, y ser usados dentro de la actividad productiva, o vendidos. De igual forma, el uso eficiente del agua, la energía y las materias primas, además de ayudar a controlar la generación de olores ofensivos, evitando la descomposición, puede representar ahorro en los costos asociados a la producción de la actividad.

En el Anexo A se presenta el diagrama de procesos en la industria avícola, en el cual se identifican las etapas de producción, las entradas y las salidas generadoras de olores ofensivos. Asimismo, se describe la

implementación de buenas prácticas, mejores técnicas disponibles y el cierre de ciclo de materiales en estas etapas.

5.1. BUENAS PRÁCTICAS EN GRANJAS

Los aspectos principales que se deben tener en cuenta para la implementación de buenas prácticas en granjas avícolas, con respecto a la generación de olores, se basan en el control de la materia orgánica que se pueda degradar, al igual que las condiciones de operación de los galpones, esencialmente temperatura y humedad.

Si la materia orgánica, la gallinaza y pollinaza o el alimento están expuestos al ambiente, en condiciones aerobias o anaerobias, se descomponen generando las sustancias volátiles causantes del olor.

5.1.1. Control del desperdicio de alimento

La caída de alimento a la cama representa un desperdicio de la materia prima y, cuando comienza a descomponerse, es una de las fuentes de olor más comunes en las granjas.

La mejor forma de evitar desperdicios, cuando se cuenta con comederos automáticos, es la calibración. Los sistemas de distribución automática del alimento desde silos requieren de programas rutinarios de monitoreo para la detección de fugas (generación de desperdicios).

Cuando el sistema de dosificación de alimento es manual, suele caer alimento al piso del galpón durante su trasiego. En granjas pequeñas, generalmente, no se sabe exactamente cuánto alimento se está suministrando, y con frecuencia se suministra más del requerido por las aves. Por ello, se requiere pesar y dosificar el alimento, de acuerdo con la edad de las aves y su actividad. Se recomienda el uso de recipientes aforados con marcas que indiquen el volumen que corresponde a un peso determinado de alimento. Igualmente, a los sacos se les puede adaptar un sistema de embudo, atando en la boca del saco un tubo PVC de dos pulgadas.

La intrusión de aves silvestres a los galpones, que ingresan para robar alimento, genera la caída de este sobre las camas. Para evitar dichas intrusiones, las mallas del galpón deben estar en buen estado.

El área de almacenamiento del alimento debe estar muy bien organizada y limpia, y destinarse solo para este fin o para la organización de materias primas. En caso de almacenar otro tipo de productos, se requieren zonas bien delimitadas y evitar el almacenamiento de productos químicos, como pesticidas. De la misma manera, se recomienda almacenar el alimento necesario para cortos periodos, y ubicar los sacos sobre estibas de madera para que circule el aire y así evitar que se contaminen con humedad.

Por último, los techos y las mallas deben estar en buenas condiciones, y verificar las uniones con las paredes. Es recomendable instalar mallas o cauchos entre las puertas y el piso para impedir el ingreso de otros animales.

5.1.2. Control de la alimentación

El agua y el alimento, principales insumos, deben ser de excelente calidad. Normalmente, se presta más atención a la calidad del alimento o de las materias primas de su preparación. Sin embargo, es necesario contar con un control analítico adecuado de la calidad del agua suministrada, mediante análisis microbiológicos y de la dureza del agua captada. De acuerdo con

el volumen de almacenamiento, se debe establecer la dosis correcta de cloro o de los químicos utilizados para su purificación. Las dosis elevadas de productos químicos microbicidas en el agua causan efectos irritantes sobre el tracto gastrointestinal de las aves, produciendo heces más líquidas que, aparte de tener un impacto en la productividad del proceso y la salud de estas, generan mayores olores, ya que presentan descomposición temprana. Por lo anterior, es esencial el control de la calidad del agua.

La reducción de la proteína cruda, acompañada de un aumento de los niveles de aminoácidos en la dieta, presenta los siguientes efectos, según el estudio *Manipulación de la dieta avícola para reducir la producción de contaminantes al medio ambiente*, realizado por Gates (2000):

- Se reduce la humedad y el pH de la gallinaza y la pollinaza.
- Se reduce la cantidad de nitrógeno amoniacal en la gallinaza y la pollinaza.
- No se afecta la conversión del alimento en carne.[3]

Es fundamental el control adecuado de materias primas para la elaboración del alimento de las aves, debido a que un mal proceso, una contaminación o una infestación tienen efectos nocivos sobre la salud intestinal de los animales. En Colombia, son frecuentes los problemas digestivos que pueden generar tránsito rápido a causa de la presencia de micotoxinas en el alimento de las aves, como consecuencia de la baja calidad del sorgo y el maíz que ingresan al país. Asimismo, son varios los casos de tránsito rápido, como resultado de procesos ineficientes en la elaboración de la torta de soya utilizada en la alimentación de los pollos.

3 Esto se refiere a que el cambio en la dieta no afecta la productividad del ave, que se mide en la conversión que hace el ave del alimento que consume en músculo (carne).

Otro aspecto para controlar es el relativo a las condiciones de almacenamiento de materias primas y del alimento terminado (humedad y temperatura), ya que están involucrados en propiciar la reproducción de hongos, cuyos metabolitos son las micotoxinas.

5.1.3. Control de humedad y temperatura

Una cama con humedad excesiva y temperaturas ambientales altas acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica que se va acumulando en ellas. La humedad óptima para las camas oscila entre 15 % y 30 %, condición en la cual, el material se caracteriza por estar relativamente seco y ser quebradizo (McGahan *et al*., 2002).

Si la cama está demasiado seca, se generará más material particulado (polvo), que, además de afectar la salud de los animales y de los trabajadores dentro del galpón, incide en la propagación de olores, como se explica más adelante. Esta situación se presenta, principalmente, en zonas donde el aire tiene una humedad relativa baja y la temperatura dentro de los galpones es elevada o la ventilación es excesiva.

Cuando se presenta el caso de una cama excesivamente húmeda, habrá mayor emisión de amoniaco y de otros olores asociados con la descomposición anaerobia de la materia orgánica. La humedad excesiva de la cama puede ser causada por:

- Fugas en bebederos y en tuberías de agua asociadas.

- Infiltración de aguas lluvias, ya sea por el techo o por inundación de canaletas y canales de drenaje.
- Ventilación deficiente.

La reducción de olores asociados con la humedad de las camas en los galpones está, por tanto, relacionada con la adopción tanto de buenas prácticas asociadas al mantenimiento de instalaciones como de rutinas de monitoreo y corrección del estado de la cama.

Las rutinas de monitoreo se realizan con el fin de comprobar el estado de la cama. Para ello, el operador deberá tomar con su mano, usando guantes de trabajo, una muestra de la cama en varios puntos del galpón para verificar que el material no esté demasiado seco o húmedo en exceso (este debe ser quebradizo).

Además, se debe contar con una hoja de vida de cada equipo y cada dispositivo o accesorio (tuberías, grifos, bebederos), en la que se registren, entre otros aspectos:

- Lugar y fecha de compra.
- Frecuencia de reparaciones.
- Fecha y motivo de la última reparación.
- Empresa que realizó la última reparación.
- Tiempo de uso del equipo en general y de cada una de sus piezas.
- Inventario de repuestos de elementos críticos (como acoples, empaques y válvulas).

Los tanques de almacenamiento y las tuberías de agua deben limpiarse periódicamente, mínimo cada dos meses (dependiendo de la dureza del agua), para evitar obstrucciones en los bebederos automáticos, y así evitar infecciones en las aves por la contaminación de las tuberías. La limpieza de los tanques debe hacerse con agua a presión, cepillando sus paredes y aplicando algún desinfectante (por ejemplo, cloro). Esta operación debe ejecutarse cuando el nivel del agua en el tanque esté bajo, para evitar desperdicios. Es necesario verificar que el agua residual, producto del mantenimiento, no contamine el agua de suministro a las aves.

Los techos y canaletas de aguas lluvias deben ser inspeccionados de manera constante, especialmente antes del inicio de las temporadas de lluvias, para la detección de goteras o de obstrucciones. Los canales de aguas lluvias deben permanecer limpios, libres de maleza, escombros o cualquier tipo de residuo. La inspección rutinaria de la consistencia del material de cama también es útil para la detección de goteras. Cualquier falla que se detecte en el sistema de drenaje de aguas lluvias o en el techo debe ser reparada de inmediato. Es necesario que los techos se extiendan por lo menos unos 50 cm hacia afuera de las paredes de los galpones, para evitar la infiltración de lluvias a través de las mallas y orificios de ventilación.

Si durante las operaciones normales de trabajo o en las inspecciones de humedad de la cama se detectan puntos húmedos, inmediatamente se debe remover y reemplazar el material de cama por uno seco de las mismas características.

La humedad del aire debe estar entre 50 % y 70 %. Una humedad inferior al 50 % aumenta la emisión de polvo, en contraste con humedades superiores al 70 %, que aumentan la condensación sobre la cama. En ambos casos aumenta la emisión de olores.

La temperatura debe controlarse no solamente con el objetivo de brindar bienestar a los animales para aumentar la productividad, sino también para controlar la generación de olores. Si la temperatura es muy baja y la humedad relativa del aire es alta, es muy probable que la cama se mantenga húmeda. Si la temperatura es muy alta, habrá generación de polvo. En caso de que el aire tenga una humedad relativa baja y, además, la temperatura sea alta, se acelerará el proceso de descomposición anaerobia de la materia orgánica. Por lo tanto, la temperatura dentro de los galpones deberá regularse según la edad de las aves, así:

1.ª semana: 32 °C

2.ª semana: 30 °C

3.ª semana en adelante: 25 °C

La temperatura puede ser un poco mayor en el caso de levante de pollita comercial. Para la etapa de producción se recomiendan temperaturas entre 20 °C y 26 °C, intervalo considerado como zona de *confort* en producciones de alta eficiencia.

En zonas muy calientes, en donde se dificulta mantener una temperatura adecuada dentro de los galpones, antes de pensar en la adopción de sistemas mecánicos de ventilación, se recomienda aislar los techos usando espuma de poliuretano, lo cual es mucho más efectivo que, simplemente, pintarlos de blanco (McGahan *et al*., 2002).

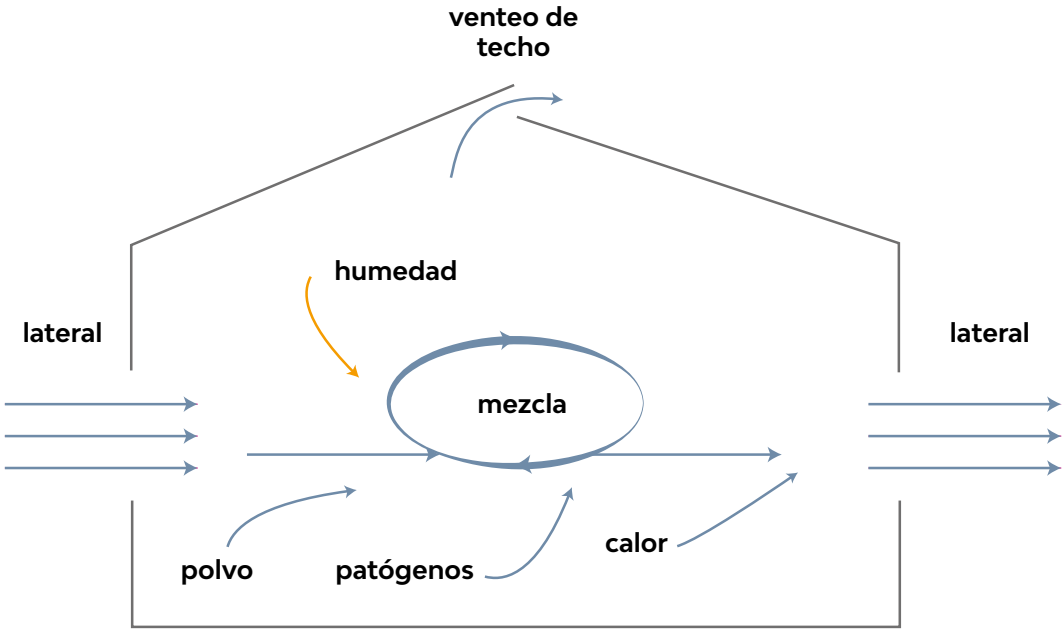
Cuando se va a construir un galpón, es recomendable orientarlo en sentido este-oeste, con el objetivo de minimizar la exposición a la radiación solar. Además, es necesario proveer aleros con una extensión suficiente, dada por la altura de las paredes, para evitar la caída directa de los rayos solares sobre la cama y las aves. Se recomienda sembrar pastos alrededor de los laterales para reducir la radiación de calor por reflejo desde el suelo.

La densidad de la población de aves depende también de la temperatura ambiente. Si la temperatura al interior de los galpones no se puede controlar durante las temporadas de calor, es necesario considerar la reducción de su densidad.

5.1.4. Ventilación

La ventilación de los galpones es un aspecto crítico en la salud de animales, la productividad, la salud de los trabajadores y la reducción de olores, ya que una buena ventilación permite controlar la temperatura, la humedad de la cama, y promueve la dilución de los olores. Si el flujo de aire es alto, se generan condiciones aerobias que disminuyen la generación de ácido sulfhídrico, mercaptanos y otros compuestos azufrados causantes de olores ofensivos, asociados con la descomposición anaerobia de la materia orgánica. La ventilación también es importante para garantizar el buen manejo, el cual repercute en la productividad y la salud de los trabajadores. Como se ilustra en la figura 2, la ventilación en galpones permite remover el calor, la humedad, los patógenos y el polvo.

Figura 2. Ventilación en galpones



Fuente: adaptado de The Midwest Plan Service (1989).

5.1.4.1. Ventilación natural

Con el fin de alcanzar una reducción en el uso de energía, la ventilación en galpones puede ser natural (inducida por diferencias de presión y temperatura —efecto de tiro—) o mecánica (mediante el uso de ventiladores). La ventilación natural es bastante empleada en Colombia, debido a su bajo costo y a las condiciones climáticas de algunas zonas avícolas que permiten aprovechar el viento. En la tabla 6 se presentan las ventajas y desventajas de la ventilación natural.

Tabla 6. Ventajas y desventajas de la ventilación natural en galpones

Ventajas	Desventajas
• Menores costos de operación, en comparación con la ventilación mecánica. • No se afecta por fallas en el suministro eléctrico.	• Pobre control de la temperatura en días fríos. • Reducido control de la distribución del aire en el galpón. • Baja efectividad en días muy calientes con poco viento.

Fuente: Clemson University (2000).

El flujo de aire a través del galpón se controla variando la apertura de las cortinas de los laterales. Para determinar la apertura de las cortinas, es necesario hacer una curva de temperatura y humedad, en la que se tenga en cuenta la hora del día y la época del año.

La ventilación natural tiene determinados propósitos, dependiendo de la zona climática donde esté ubicado el galpón, como se indica en la tabla 7.

Tabla 7. Propósito de la ventilación natural según el clima

Clima	Suministro de remoción de oxígeno	Suministro de remoción de humedad	Control de la temperatura	Remoción de calor	Aumento de la circulación del aire
Frío	x	x			
Templado	x	x	x		
Cálido	x	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia.

Para que la ventilación natural sea efectiva, se recomienda mantener alrededor del galpón un área libre lo suficientemente amplia para evitar que se formen barreras al paso del aire. En la tabla 8 se presentan las distancias mínimas recomendadas de separación de galpones nuevos con otras edificaciones, silos y barreras vivas. Esta recomendación está condicionada también por la disponibilidad de área del predio. En el caso de que no se cuente con suficiente área, la siembra de barreras vivas, por ejemplo, se realiza combinando las recomendaciones óptimas con las distancias a los puntos de emisiones (galpones) disponibles. No es recomendable sembrar barreras vivas muy pegadas a los galpones.

Para un efectivo control de la humedad y de la temperatura a través de la ventilación, se recomienda adquirir termómetros e higrómetros, así como llevar registros de estos parámetros. Este registro permitirá evaluar las condiciones bajo las cuales se presentaron problemas de olores que hayan generado quejas por parte de vecinos o del propio personal de la granja.

Las zonas muertas de ventilación se pueden detectar y corregir usando hielo seco (o cualquier otro método que genere humo), para observar los patrones de movimiento de aire dentro de la construcción. Una vez detectadas las zonas muertas, se deben remover obstáculos o hacer aperturas que permitan el paso natural de aire.

El mal funcionamiento de la ventilación natural se presenta por las siguientes causas:

- Mal manejo de las cortinas en los laterales del galpón.

- Los laterales del galpón se cierran por completo (se encortinan) para mantener una temperatura al interior del galpón, o para evitar que se moje la cama por acción de las aguas lluvias.
- Presencia de objetos que obstaculizan la libre circulación del aire, dentro y fuera del galpón.
- Falta de limpieza.
- Humedad excesiva en la cama.

Para garantizar el buen funcionamiento de un sistema de ventilación natural, se recomiendan las siguientes buenas prácticas:

- En el caso de clima frío, es preferible aislar térmicamente techos y paredes, en lugar de sacrificar la ventilación, con el fin de sostener una determinada temperatura al interior del galpón.
- No cerrar totalmente las cortinas, ya que con esto se corta la circulación de aire.
- No instalar tejas translúcidas en el techo, al menos no en su totalidad.
- Mantener limpios y libres de obstáculos los laterales, venteos de techo y otras aperturas de ventilación.
- Controlar la densidad del galpón.
- Remover la cama que tenga exceso de humedad y reemplazarla por material seco.
- Remover obstáculos por fuera del galpón que estén dentro de la distancia mínima, según la tabla 8.

Tabla 8. Distancias mínimas recomendadas entre galpones nuevos y otras construcciones, para favorecer la ventilación natural

Separación recomendada (m)							
Altura máxima del techo (m)	Largo del galpón (m)						
	30	45	60	75	90	120	150
2,0	8	10	11	13	14	16	19
2,5	10	12	14	16	17	20	23
3,0	12	15	17	19	21	24	28
3,5	14	17	20	22	24	28	32
4,0	16	20	22	25	28	32	36
4,5	18	22	25	28	31	36	41
5,0	20	24	28	32	35	40	45
6,0	24	29	34	38	42	48	54
8,0	32	39	45	51	55	64	72

Fuente: adaptado de Clemson University (2000).

5.1.4.2. Ventilación mecánica

Se caracteriza por el uso de ventiladores para inducir el paso de aire a través del galpón, los cuales son impulsados por motores eléctricos, razón por la cual, dichos sistemas demandan estar conectados con una red confiable de suministro eléctrico o, en su defecto, contar con un generador eléctrico de contingencia.

En la ventilación mecánica de los galpones avícolas existen dos sistemas:

- Galpones abiertos con ventilación positiva: Consiste en ubicar los ventiladores en los laterales del galpón, con un ángulo de 45° con respecto al eje longitudinal del galpón, de tal manera que no se genere turbulencia con el que se encuentra al frente. El sistema más usado en Colombia es el de los ventiladores que se disponen cada 10-12 m a lo largo del galpón, y crean una corriente que recorre el galpón longitudinalmente.
- Galpones cerrados con ventilación negativa, tipo túnel: En estos, el ambiente es controlado mediante el uso de grandes extractores de aire ubicados en la culata del galpón, que es hermética. El aire ingresa al galpón pasando a través de unos paneles de enfriamiento con agua, con lo cual se regula la temperatura interna.

En estos sistemas cerrados se requiere tener en cuenta que en la culata donde están dispuestos los extractores, salen los gases olorosos y el polvo, con lo cual, en el diseño y construcción es importante conocer la dirección de los vientos, su velocidad y frecuencia, así como la localización de vecindarios, entre otros aspectos.

Los ventiladores mecánicos deben ser dimensionados, y su número, determinado según la demanda mínima y máxima calculada para cada galpón, teniendo en cuenta los valores de flujos de aire requeridos y reportados en la tabla 9. La demanda mínima coincide con la condición de baja temperatura externa, mientras que la demanda máxima corresponde a una temperatura externa alta.

Tabla 9. Flujos de aire recomendados en galpones con ventilación mecánica

	Capacidad del sistema (cfm/100 aves)*	
	Temperatura externa	
	< 24 °C	> 24 °C
Hasta 3 semanas	60	100
3-6 semanas	300	500
5-8 semanas	500	800
Ponedoras 2-3 kg	500	800
Reproductoras 2,5-4,5 kg	600	1500

*cfm: pies cúbicos por minuto.

Fuente: adaptado de Moore (1993).

Recomendaciones para el mejoramiento del desempeño de los sistemas de ventilación mecánica
Estas recomendaciones permiten reducir los impactos generados por emisión de olores:

- Mantener calibrados los termostatos e higrostatos del sistema de control de la ventilación.
- En clima frío, aislar térmicamente los techos.
- Controlar la densidad de animales. Una baja densidad producirá bajas temperaturas en el interior del galpón, mientras que una alta densidad generará temperaturas altas.
- Mantener limpias y despejadas la entrada y la salida de aire.
- Sellar cualquier abertura que pueda generar exceso de aire dentro del galpón.
- Mantener limpias las aspas de los ventiladores, y lubricadas sus partes móviles.

Plan de mantenimiento preventivo para sistemas de ventilación mecánica (The Midwest Plan Service, 1990)

- Cada mes:
  - Limpiar las aspas de los ventiladores.
  - Verificar la tensión de las correas de los motores y su correcta alineación.
  - Remover el polvo de filtros e intercambiadores de calor.
- Cada tres meses:
  - Verificar las entradas y salidas de los ventiladores, para identificar bloqueos.
  - Limpiar motores y controles.
  - Remover el polvo acumulado en ductos y zonas muertas de reflectores.
- Cada seis meses:
  - Lubricar los ventiladores (la frecuencia depende de las recomendaciones del fabricante).
  - Recalibrar termostatos (según se requiera).
  - Limpiar los filtros de entradas y salidas de aire.
- Cada año:
  - Limpiar y pintar las corazas de los ventiladores, para evitar la corrosión.
  - Revisar el estado de las cortinas y del aislamiento térmico, si los hay.
  - Verificar que no haya roedores en los canales del sistema.

5.1.5. Control de polvo

Las partículas de polvo son capaces de absorber gases, por lo tanto, pueden ser portadoras de olores. De hecho, una gran parte del olor asociado con el aire que fluye desde galpones está relacionado con la presencia de partículas (Chastain, 2001).

El polvo es expelido por el alimento, la gallinaza, la pollinaza y las aves (células de descamación, plumón y pluma). La mayor o menor generación de polvo depende, en primer lugar, de la humedad en los galpones, el tipo de alimento que se suministra a las aves, el material de la cama y el estado de salud de las aves.

Buenas prácticas de producción para reducir la emisión de polvo (Clemson University, 2000)

- Mantener limpias las superficies internas de los galpones. El manejo de las aves, mediante el sistema "todo dentro, todo fuera"[4], favorece la reducción del polvo.
- Reducir el polvo emitido por el alimento. Se puede agregar aceite al alimento (previo asesoramiento de un profesional capacitado para indicar la dosis requerida), cuando es muy seco y tiende a generar polvo. También es importante reducir el tiempo que el alimento está expuesto al medio ambiente. En el caso de que las granjas cuenten con comederos automáticos, se recomienda mantenerlos bien calibrados. Cuando los comederos son manuales (tradicionales), se recomienda ser muy cuidadosos a la hora de disponer el alimento, es decir, evitar derrames y el exceso de alimento por comedero.
- Utilizar aspersión de agua en gota fina, normalmente con la adición de dosis bajas de desinfectante (para regular la humedad e higienizar el ambiente), cuando la cama está demasiado seca.
- Controlar la humedad dentro de los galpones.

5.1.6. Manejo de gallinaza, pollinaza y mortalidad

La remoción de las camas es un momento crítico de generación de olores en las granjas avícolas, por ello se debe:

- Evitar esta actividad en días de alta humedad del aire, o cuando el viento sopla en dirección hacia edificaciones vecinas.
- Evitar la acumulación del material removido durante días.
- Mantener aireadas las pilas de gallinaza y pollinaza, para prevenir condiciones anaerobias.

Del adecuado manejo de la materia orgánica, resultado de la explotación avícola (gallinaza, pollinaza y mortalidad), depende que no se generen problemas agudos de olores. Si no se evacúan estos materiales a tiempo y se permite su libre descomposición, no solo habrá una importante emisión de olores, sino que, además, se compromete la bioseguridad de la granja, debido a la proliferación de microorganismos y vectores biológicos.

Para la reducción de emisiones causadas por la descomposición de subproductos orgánicos avícolas y aplicando el cierre de ciclo de materiales propuesto por la economía circular, se recomienda su estabilización, preferiblemente, por medio de técnicas de valorización de residuos como el compostaje. De este modo, aparte de reducir la emisión de olores, se está generando valor al producir materia orgánica compostada que se puede usar para aplicar en suelos. Sin embargo, un compostaje mal manejado, especialmente de mortalidad, se puede convertir en una fuente muy seria de olores ofensivos, ya que estos aparecen en los sistemas de compostaje, por la formación de zonas anaerobias en las que se producen compuestos, principalmente azufrados, causantes de malos olores que no se dispersan (diluyen) fácilmente en el aire, lo cual afecta a los habitantes de las zonas aledañas. Por esta razón, la técnica exige la adopción de buenas prácticas y la atención permanente para que el proceso se lleve de manera adecuada.

4 Consiste en que las aves deben ingresar juntas y, así mismo, retirarse del establecimiento, una vez finalizada la producción (Federico, s. f.).

Por último, se recomienda capacitar y entrenar a los trabajadores en la aplicación de buenas prácticas avícolas orientadas al adecuado manejo de los residuos y la bioseguridad.

5.1.6.1. Compostaje de gallinaza y pollinaza

Una técnica recomendada para la estabilización de la gallinaza y la pollinaza es el compostaje, que consiste en la degradación de la materia orgánica, mediante la acción de múltiples microorganismos (principalmente bacterias aerobias, mesófilas y termófilas, algunos artrópodos, hongos y levaduras) que trabajan simbióticamente. El resultado del proceso es un material heterogéneo, biológicamente estable, libre de malos olores y patógenos, y con una apariencia organoléptica diferente a la del sustrato inicial.

Para evitar la formación de zonas anaerobias en el proceso de compostaje, es importante la aireación del sustrato y el control de su humedad. La frecuencia de la aireación depende de la humedad. En algunos casos, esta se realiza cada ocho días; no obstante, si la humedad de los materiales es superior al 60 %, se recomiendan volteos diarios hasta obtener un rango de 40 %-60 %. El proceso tarda en completarse de 35 a 40 días, más 10 o 15 días de maduración del compost.

Si la humedad del sustrato sobrepasa el 70 %, se propicia la formación de zonas anaerobias, con la consecuente generación de malos olores y su putrefacción. Si la humedad es inferior a lo recomendado, el proceso será muy lento. Es indispensable tener presente que una humedad alrededor del 10 % cesa la actividad microbiológica. La pérdida de humedad de la masa en estabilización se puede detectar con el aumento del olor a amoniaco y con la pérdida de calor. El exceso de humedad se corrige por aireación, mientras que la baja humedad se corrige con riego.

Otra causa de problemas en el compostaje es una relación inadecuada de carbono-nitrógeno (C:N), que debe estar entre 20 y 35[5]. La gallinaza y la pollinaza se caracterizan por su elevada proporción de nitrógeno, del orden de 6 a 9, por lo cual se requiere su mezcla con material de origen vegetal que aumente la proporción de carbono, como por ejemplo, aserrín, viruta de madera, tamo, desechos de cosechas, pasto y bagazo de caña, entre otros. Una relación C:N baja generará exceso de amoniaco, además de desacelerar la degradación de la materia orgánica. En caso de una relación elevada, el proceso se prolongaría, por lo cual es necesario disminuirla adicionando alguna fuente nitrogenada. Las tablas 10 y 11 presentan formulaciones para el compostaje de la gallinaza y la pollinaza, empleando diferentes materiales de origen vegetal.

5 "El aspecto más importante del compostaje depende de la relación C:N y de la tasa de descomposición de la materia orgánica. Los microorganismos utilizan generalmente 3 partes de carbono por 1 de nitrógeno, por lo que teóricamente esta relación debe ser la óptima en los materiales que van a fermentar" (Garbi López *et al.*, 2014).

Tabla 10. Formulaciones para el compostaje de gallinaza de jaula

Con aserrín				
	Proporción en volumen	Proporción en peso	Porcentaje en peso	Porcentaje de humedad
Gallinaza	2,0	1,50	86,0	58,0
Aserrín	2,0	0,25	14,0	20,0
Mezcla	-	-	100,0	52,8
Con bagazo de caña				
	Proporción en volumen	Proporción en peso	Porcentaje en peso	Porcentaje de humedad
Gallinaza	1,0	0,75	83,0	58,0
Bagazo	1,5	0,15	17,0	70,0
Mezcla	-	-	100,0	60,0
Con pasto de corte				
	Proporción en volumen	Proporción en peso	Porcentaje en peso	Porcentaje de humedad
Gallinaza	1,0	0,75	73,0	58,0
Pasto	0,5	0,15	15,0	80,0
Aserrín	1,0	0,12	12,0	20,0
Mezcla	-	-	100,0	57,0
Con cisco de arroz				
	Proporción en volumen	Proporción en peso	Porcentaje en peso	Porcentaje de humedad
Gallinaza	1,0	0,75	63,0	58,0
Cisco	2,0	0,44	37,0	20,0
Mezcla	-	-	100,0	44,0

Fuente: Duque (2002).

Tabla 11. Formulaciones para compostaje de gallinaza y pollinaza de piso

Con aserrín				
	Proporción en volumen	Proporción en peso	Porcentaje en peso	Porcentaje de humedad
Gallinaza	3,0	1,20	49,0	35,0
Aserrín	2,0	0,25	10,2	20,0
Agua	1,0	1,00	40,8	100,0
Mezcla	-	-	100,0	60,0
Con bagazo de caña				
	Proporción en volumen	Proporción en peso	Porcentaje en peso	Porcentaje de humedad
Gallinaza	3,0	1,20	61,5	35,0
Bagazo	2,5	0,25	13,0	70,0
Agua	0,5	0,50	25,5	100,0
Mezcla	-	-	100,0	56,0
Con pasto de corte				
	Proporción en volumen	Proporción en peso	Porcentaje en peso	Porcentaje de humedad
Gallinaza	3,0	1,20	80,0	35,0
Pasto	1,0	0,30	20,0	80,0
Mezcla	-	-	100,0	44,0
Con cisco de arroz				
	Proporción en volumen	Proporción en peso	Porcentaje en peso	Porcentaje de humedad
Gallinaza	3,0	1,20	41,0	35,0
Cisco	3,0	0,70	24,0	20,0
Agua	1,0	1,00	35,0	100,0
Mezcla	-	-	100,0	54,0

Fuente: Duque (2002).

5.1.6.2. Compostaje de la mortalidad

Las aves muertas deben recolectarse de inmediato al interior de los galpones, una vez observadas por los galponeros durante sus recorridos rutinarios, y se deben apilar en un sistema de compostaje adecuado. El proceso de compostaje de aves muertas tiene similares requerimientos técnicos al compostaje de gallinaza y pollinaza:

- La relación óptima de C:N es de 25:30
- La humedad debe estar en el rango de 40 %-60 %
- El sistema debe estar bien aireado.

La diferencia radica en que el proceso de compostaje de aves muertas se realiza sin mover la masa en compostaje; por lo tanto, el aire debe pasar a través del material. Esto se conoce como compostaje estático.

Recomendaciones para el buen manejo del compostaje de aves muertas y la reducción de olores asociados

- Seleccionar la ubicación del sistema de compostaje, de tal modo que esté en una zona despejada, donde haya buena circulación de aire; no se debe construir en medio del bosque o de árboles que impidan el paso de aire. Por la misma razón, el sistema no debe construirse en proximidad a las laderas de lomas (pequeñas montañas), en terrenos con mucha pendiente, pegadas a las culatas de los galpones o, en general, en todo aquel lugar donde se impida el flujo de aire.
- No construir el sistema en linderos cercanos a viviendas. Independientemente de si se generan o no olores, la presencia del compost causa rechazo, y psicológicamente los vecinos comienzan a sentir olor, así no se esté presentando. Tener en cuenta que la actividad de volteo, al término de la primera fase, produce olores que, aunque se diluyen rápidamente, pueden ser percibidos por los vecinos.
- Tener un manual de operación sencillo que indique cuáles son los procedimientos para el manejo del compost.
- Construir el sistema sobre una plataforma de cemento o, en su defecto, sobre cualquier otro material aislante, como plásticos de alta densidad muy gruesos o geomembranas (vigilando permanentemente que no se rompan); estos materiales deben colocarse sobre un lecho de piedras de río (cascajo) o sobre arcilla, para tener más seguridad de que el compost no va a ser afectado por aguas freáticas o encharcamientos en épocas invernales, y que el lixiviado, producto de la descomposición de la materia orgánica, no afecte las fuentes superficiales o subsuperficiales de agua. Es necesario tener en cuenta que los plásticos y geomembranas son materiales delicados y que con el trasiego del compost se pueden romper fácilmente.
- La superficie sobre la que se construya el sistema debe contar con una pendiente que conduzca el lixiviado generado a canales perimetrales que, a su vez, desemboquen en una caja de colección. El líquido retenido en la caja deberá ser trasegado al sistema de tratamiento de aguas residuales.
- El sistema debe contar con techo, el cual siempre debe estar en buenas condiciones. Los aleros deben ser lo suficientemente amplios para evitar que el material se moje cuando la lluvia viene acompañada de una fuerte brisa. La altura del techo debe ser mínimo de 1 metro por encima de la altura de los cajones, lo que facilita la aireación del material.
- Instalar una malla para evitar la intrusión de aves silvestres.

- Los cajones pueden estar construidos en guadua, ya que su forma cilíndrica e irregular facilita la aireación. También se pueden construir con láminas de guadua, llamadas también esterillas, o con tablones de madera. Si la aireación es pobre, no se recomienda esta última opción. La brisa frecuente afecta el proceso de compostaje, en la medida en que seca rápidamente el material y, por tanto, disminuye considerablemente la actividad microbiológica. Se recomiendan los tablones de madera; sin embargo, para facilitar el paso de aire, se deben hacer agujeros de 2 a 3 milímetros, a lo largo de las tablas y en 2 o 3 filas.
- Las guaduas, las láminas de esterilla y los tablones deben numerarse (marca con pintura), de tal manera que se facilite armar el cajón cuando se va a iniciar la segunda fase. Al finalizar cada fase, es importante realizar una buena limpieza de los cajones.
- Las aves muertas deben colocarse en fila, una a lado de la otra, sin amontonarse. Para facilitar su descomposición, se recomienda abrir el abdomen para exponer las vísceras. Al entrar en contacto con el aire, se facilita la descomposición y no se forman bolsas de gases que, cuando explotan, aumentan el nivel de olores. Las filas se deben distanciar entre 12 y 15 centímetros de las paredes del cajón, para evitar la formación de lixiviados y la consecuente generación de olores ofensivos.
- Para el riego de la masa no se deben emplear mangueras con chorro fino, debido a que se pueden formar algunas zonas con mucha o poca humedad. Se recomienda adaptar una pistola a la manguera en posición de aspersión o, en su defecto, utilizar una regadera similar a las empleadas en jardinería.
- La gallinaza y la pollinaza utilizadas como fuente de carbono no pueden estar compactadas, ya que en tales condiciones no se presenta una correcta circulación del aire y se tiende a acumular la humedad, con lo cual se forman zonas de bajo rendimiento de descomposición aerobia. Dichas pastas se deben desintegrar con la ayuda de una pala.
- Cuando se emplee material vegetal para corregir la relación C:N, debe presentar un tamaño homogéneo de pequeñas partículas del rango de 2" a 5". Los materiales de gran tamaño se degradan con dificultad, en comparación con las partículas más finas. Si el material es muy pequeño, se humedece más rápidamente, se compacta y, por consiguiente, no deja circular correctamente el aire.
- El sistema de compostaje siempre debe mantenerse organizado y limpio. Los cajones, tanto en el interior como en el exterior, deben estar libres de escombros, bolsas de basura, envases plásticos y todo lo que impida el flujo de aire. No deben colocarse plásticos en las paredes de los cajones, con el argumento de disminuir la generación de olores, porque sucederá todo lo contrario.
- Las aves muertas siempre deben permanecer cubiertas.
- Las aves muertas se deben disponer en el sistema de compostaje al final de la jornada laboral, así se evita que quien realice estas operaciones regrese nuevamente a atender las aves vivas y se produzca el rompimiento de la bioseguridad. En este sentido, para la operación del compost es recomendable tener una dotación especial y diferenciada de la empleada para otras actividades, constituida por botas, overol, tapabocas, guantes, gorro, palas y balde o regadera.

- Es preferible que haya una persona dedicada exclusivamente al manejo del compost.
- Todos los cajones deben estar debidamente marcados. Se debe tener una hoja de registro en la que se consigna la fecha de inicio de llenado, la de inicio de cada una de las fases, el número de aves dispuestas diariamente y el número total de aves.
- Contar con cajones adicionales como plan de contingencia, los cuales serán usados en caso de presentarse un incremento inesperado de la tasa de mortalidad.

5.2. BUENAS PRÁCTICAS EN INCUBADORAS

La generación de olores en incubadoras está asociada con el inadecuado manejo de residuos sólidos orgánicos, como cáscaras de huevo, huevos no eclosionados, huevos bomba, mortalidad y plumones.

Buenas prácticas para reducir la generación de olores causados por residuos sólidos orgánicos, igualmente aplicables en granjas y plantas de beneficio

- Contar con un programa de manejo integral de residuos, en el que la actividad principal sea la separación en la fuente, que, si se realiza de manera correcta, facilita los procesos de reciclaje y valorización de residuos. Para ello, se deben tener recipientes de diferentes colores que indiquen el tipo de residuos que contienen, como lo propone la figura 3. En caso de no tener recipientes de diferentes colores, estos se deben marcar con un nombre, por ejemplo, residuos biodegradables, reciclables (latas, botellas de vidrio, papel, cartón y plástico en buen estado, que no hayan tenido contacto con residuos peligrosos) y no reciclables.
- Contar con un programa documentado de buenas prácticas de orden y aseo, aplicadas en toda la planta, cuyo objetivo sea evitar la acumulación de materiales orgánicos en suelo (separación en la fuente), debido a que generan problemas de olores durante su descomposición; además, cuando llegan a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se hace más difícil el tratamiento por contener un volumen mayor de lodos.
- Evitar el almacenamiento de los residuos sólidos biodegradables por más de 6 a 8 horas[6]. Mientras se despachan para su disposición, deben apilarse ordenadamente en canecas de fácil lavado y en depósitos dedicados a tal función. Los depósitos no deben ser húmedos, su piso debe ser de cemento, y es necesario verificar que no haya infiltración de aguas lluvias a través del techo. El área de depósito debe estar debidamente señalizada y delimitada.
- Almacenar los materiales reciclables hasta tener una cantidad suficiente para entregar a un tercero por fuera de la planta. Se deben identificar recicladores para tal efecto.

La Resolución 2184 de 2019 de MinAmbiente (2019c), en su artículo 4 establece el código de colores unificado para la separación de residuos sólidos en la fuente, para todos los usuarios del servicio público de aseo en el territorio nacional, a partir del 1 de enero de 2021, con excepción de las actividades descritas en la Resolución 1344 de MinAmbiente (2020) (para el sector avícola aplica para plantas de beneficio animal), para las cuales se extendió el plazo de entrada en vigor de la norma hasta el 1 de junio de 2022.

6 Se manejan rangos de tiempo asociados a los tiempos de recolección de residuos de las empresas gestoras.

Figura 3. Código de colores para la separación de residuos sólidos en la fuente

La resolución aplica para todo el territorio nacional; para empresas, instituciones y usuarios del servicio público de aseo.

- Si el municipio donde está ubicada su producción avícola no cuenta con proyectos de aprovechamiento en marcha, todos los residuos deberán ser depositados en bolsas o recipientes de color negro (MinVivienda, 2021).
- El código establece los colores de las bolsas o contenedores que se deben utilizar para la separación de los residuos, pero no determina el material de estos (MinVivienda, 2021), este podrá ser definido de acuerdo con la disponibilidad de cada unidad productiva.

5.3. BUENAS PRÁCTICAS EN PLANTAS DE BENEFICIO

Las buenas prácticas en las plantas de beneficio son similares a las de las plantas de incubación. Los subproductos generados por el número de aves sacrificadas no deben permanecer en la planta más de 6 a 8 horas[7] después de finalizado el beneficio de las aves; a partir de allí, la descomposición de este material orgánico empieza a ser más notoria por la generación de olores, situación que puede ser más compleja en climas cálidos y húmedos.

El área de almacenamiento transitorio debe tener óptimas condiciones de construcción en material sanitario (fácil lavado, sin grietas, es decir, impermeable).

7 Este rango de tiempo está asociado a los horarios de trabajo de las plantas de beneficio y los tiempos de recolección de las empresas gestoras de subproductos.

6

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES PARA CONTROL Y MITIGACIÓN DE OLORES

Están encaminadas a reducir el impacto causado por el olor una vez ha sido emitido, de modo que se reduzca su inmisión, siendo dirigido al medio de propagación de los olores: el aire. A diferencia de las buenas prácticas de producción, las medidas de control y mitigación no son preventivas sino reactivas.

La implementación de las técnicas de control y mitigación de olores requiere de una mayor inversión inicial de capital y de mayores costos de operación, en comparación con las buenas prácticas de operación. La adopción de una determinada tecnología de control debe estar basada en un análisis económico de costo-beneficio, y se debe tener en cuenta que su efectividad también depende, además de otros factores técnicos, de las características particulares de cada explotación, como por ejemplo: capacidad, ubicación, condiciones geográficas y operación, entre otras.

A continuación, se presentan las mejores técnicas disponibles de control y mitigación de olores por tipo de explotación avícola.

6.1. GRANJAS

Las técnicas de control y mitigación de olores en granjas, y en todas las explotaciones pecuarias en general, se pueden agrupar así (McGahan *et al*., 2002):

- Físicas: Se basan en la eliminación de las sustancias causantes de olores ofensivos presentes en el aire, a través de operaciones físicas como la filtración, la absorción y la adsorción.
- Químicas: Son tecnologías que usan reacciones químicas para fijar las sustancias causantes de olores presentes en el aire.
- Biológicas: Son sistemas basados en la actividad biológica de microorganismos que degradan las sustancias causantes de olores.
- De dispersión: Es un tipo de control que promueve la dilución en el aire de las sustancias causantes de olor, de tal forma que no sean reconocidas por el receptor como "olor ofensivo".

A continuación, se describen algunas de las mejores técnicas disponibles para el control de olores en granjas avícolas altamente tecnificadas, por lo cual, es preciso tener en cuenta que estas tecnologías se ajustan esencialmente a sistemas cerrados, de ambiente controlado.

6.1.1. Depuradores de aire o *scrubbers*

Los depuradores o *scrubbers* son equipos que remueven las sustancias generadoras de olores ofensivos transportadas por el aire, mediante su absorción en una corriente de líquido. Esta tecnología se puede implementar en galpones aireados mecánicamente, ya que en ellos es más fácil dirigir el aire hacia el equipo, dentro del cual se da una caída de presión. Cuando la presión del gas ventilado no es suficiente, se requiere de ventiladores para forzar su flujo hacia el depurador.

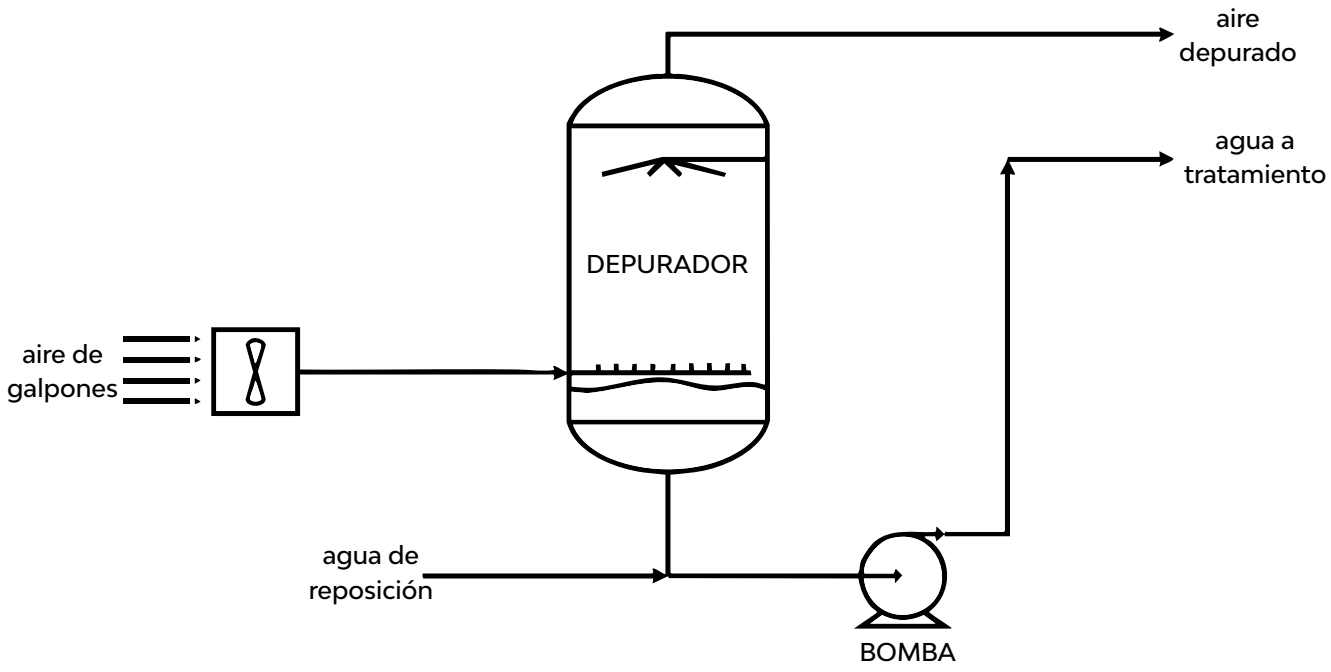
El depurador de aire consiste en un recipiente con boquillas para entrada y salida de aire y de líquido, generalmente agua. Para lograr un contacto íntimo entre el aire y el líquido, se requiere de un elemento interno de aspersión y de deflectores o zonas empacadas para aumentar el área disponible de contacto entre fluidos. En la línea de entrada del depurador se puede instalar un ciclón para la separación en seco de las partículas de polvo.

Al entrar en contacto con el agua, las sustancias causantes de olores se transfieren a la fase líquida, por tener con esta una mayor afinidad química que con el aire. El aire depurado se descarga a la atmósfera, mientras que el agua se puede recircular por medio de un circuito hidráulico y una bomba hacia el depurador. Como las sustancias olorosas se van acumulando en el líquido y, por ende, aumentando su concentración, gradualmente se pierde eficiencia en la absorción; debido a esto, se debe descargar parte del agua enriquecida y compensar el agua descargada con agua fresca, constituyendo así una fuente de agua residual que requiere de un tratamiento, como puede ser oxidación química o biológica, antes de su vertimiento a un cuerpo de agua (Figura 4).

Los depuradores de aire se clasifican según la forma de contacto que se da entre el aire y la fase líquida:

- Acuoso: La corriente de aire pasa a través de un canal, en el cual se hace rociamiento del líquido.
- Venturi: La corriente de aire se mezcla con otra corriente líquida dentro de un canal estrecho, antes de pasar a una cámara tipo ciclón de mayor volumen. El cambio en las velocidades de flujo propicia la formación de una niebla líquida que se separa por gravedad de la corriente de aire.
- De lecho empacado: Consiste en un recipiente cilíndrico vertical empacado con un material suelto o estructurado que sirve para incrementar el área de contacto entre el aire y el líquido.

Figura 4. Esquema de un sistema depurador de aire de galpones



Fuente: elaboración propia.

6.1.2. Pantallas de niebla

Son dispositivos simplificados que utilizan el mismo principio de los depuradores de aire: absorción de sustancias causantes de olores en un medio líquido como el agua. Tienen sistemas de atomización de agua instalados en los venteos de aire de los galpones, que se pueden implementar en explotaciones con ventilación natural, ya que no generan caídas de presión significativas en las corrientes de aire.

Para mejorar la eficiencia de la absorción, al agua se le pueden agregar aceites esenciales derivados de extractos de plantas, los cuales favorecen la absorción de sustancias olorosas, como aminas, mercaptanos y sulfatos (Ullman *et al*., 2004).

6.1.3. Filtros

Son sistemas de control de polvo que requieren circulación forzada de aire, por la caída de presión a través de ellos; por lo tanto, son aplicables en granjas con ventilación mecánica.

El medio filtrante utilizado en la retención de polvos originados en granjas avícolas consiste en un lecho de fibras que pueden retener hasta 50 % del material particulado arrastrado por el aire.

6.1.4. Biofiltros

Es un sistema que consiste en un lecho de material orgánico humedecido, a través del cual pasa el aire proveniente de los galpones. El lecho de material orgánico sirve de soporte para el desarrollo de una biopelícula de microorganismos que se encarga de fijar las sustancias causantes de olores, por medio de reacciones bioquímicas.

Esta tecnología requiere de un flujo de aire forzado, debido a la caída de presión a través del lecho de material orgánico, por lo cual, su uso se limita a galpones ventilados mecánicamente.

Los biofiltros pueden ser abiertos o cerrados, dependiendo de si el lecho de material orgánico está expuesto o contenido en un recipiente. Los biofiltros abiertos, que son los más comunes, pueden contar con un techo para evitar la infiltración de aguas lluvias (Janni *et al*., 2011).

Un sistema de biofiltro debe estar acoplado a la descarga de aire del sistema de ventilación del galpón, y está compuesto por los siguientes elementos (Figura 5):

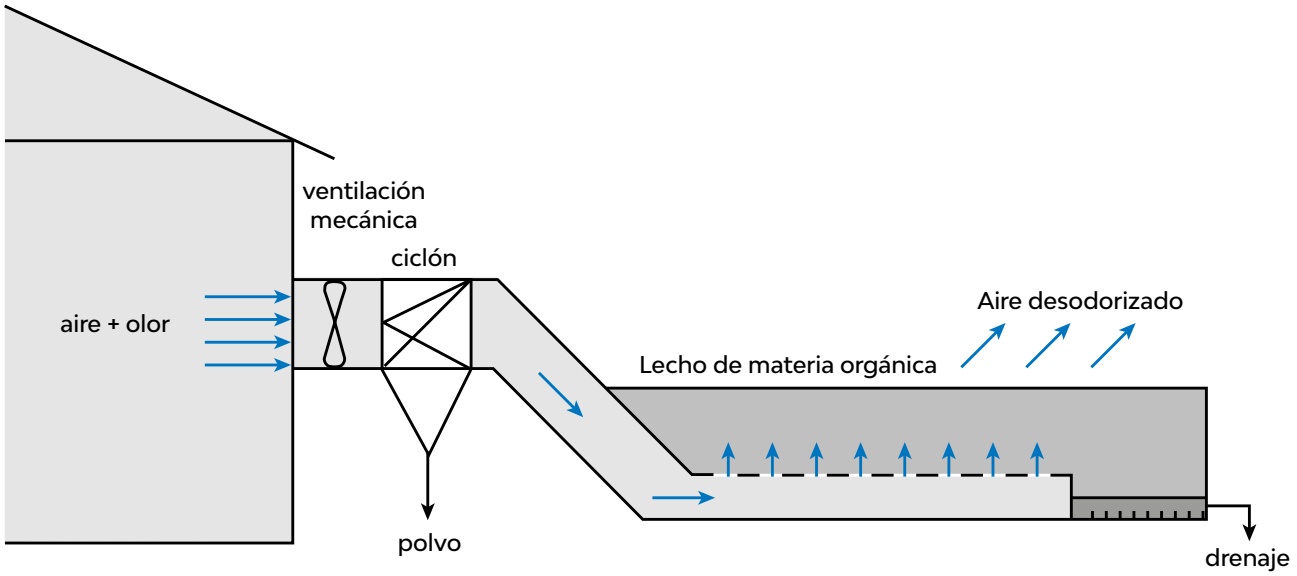
- Un ciclón para la precipitación de material particulado.
- Un canal que dirija y distribuya el flujo de aire a través del lecho orgánico.
- Una estructura que soporte el lecho orgánico.
- Un lecho de materia orgánica.
- Un sistema de drenaje del exceso de agua que se acumula en el fondo del lecho orgánico.

Como material orgánico para el lecho filtrante del biofiltro se puede usar compost, aserrín, paja, carbón activado, coque o una mezcla de estos. La porosidad del lecho debe estar entre 50 % y 80 %, y la humedad, entre 30 % y 70 %; así se evita la formación de zonas anaerobias por inundación, y se garantiza un buen drenaje.

El tamaño del biofiltro depende del flujo de aire. De acuerdo con el documento *Air Quality Education in Animal Agriculture: Biofilters for Odor and Air Pollution Mitigation in Animal Agriculture*, se recomienda un área de 10 m^2 de lecho filtrante de 1 cfm (pie cúbico por minuto) de aire. La altura del lecho determina el tiempo de residencia del aire, que para galpones avícolas debe ser de mínimo tres segundos (Janni *et al*., 2011).

Para el buen funcionamiento del biofiltro se recomienda mantener el lecho homogéneo y evitar zonas de mayor profundidad que produzcan compactación del material orgánico; también es importante controlar roedores e insectos.

Figura 5. Esquema de un biofiltro de galpones



Fuente: elaboración propia.

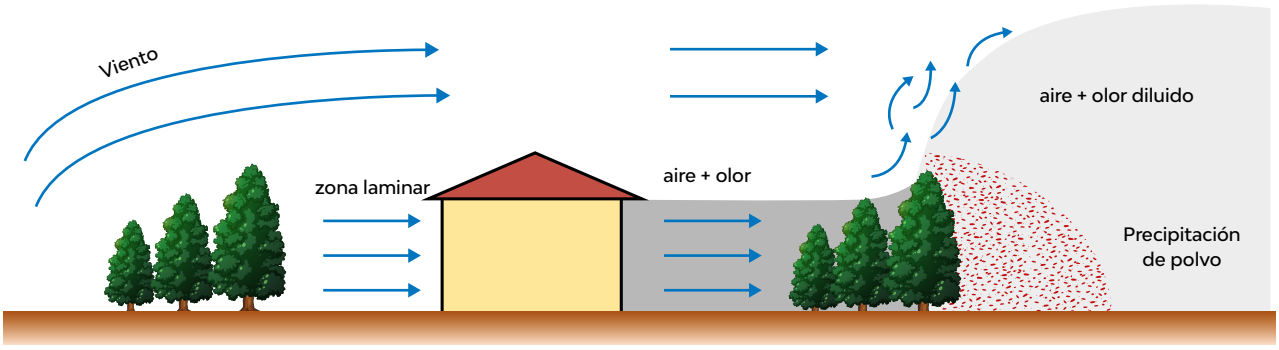
6.1.5. Barreras vivas

Consisten en hileras de árboles sembrados alrededor del galpón, con el fin de promover la dispersión en el aire de las sustancias causantes de olor. De este modo, las sustancias olorosas se diluyen en el aire, reduciendo la reacción negativa por parte del receptor. Dichas barreras tienen la capacidad de retener parte del polvo generado por el galpón.

Adicionalmente, las barreras vivas tienen un efecto estético que mejora la apreciación de los vecinos, con respecto a la granja avícola, y disminuye la influencia de aspectos subjetivos en la percepción del olor.

Las barreras vivas generan una zona de flujo laminar que se extiende por una longitud de hasta diez veces el alto de los árboles que la conforman en la dirección del viento, y una zona de velocidad moderada en longitudes de hasta 25 veces la altura de la barrera. Por otro lado, en la dirección contraria al viento se genera una zona de flujo laminar a una distancia de hasta tres veces la altura de los árboles, como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Efecto difusor de las barreras vivas



Fuente: Bolinger y May (2006).

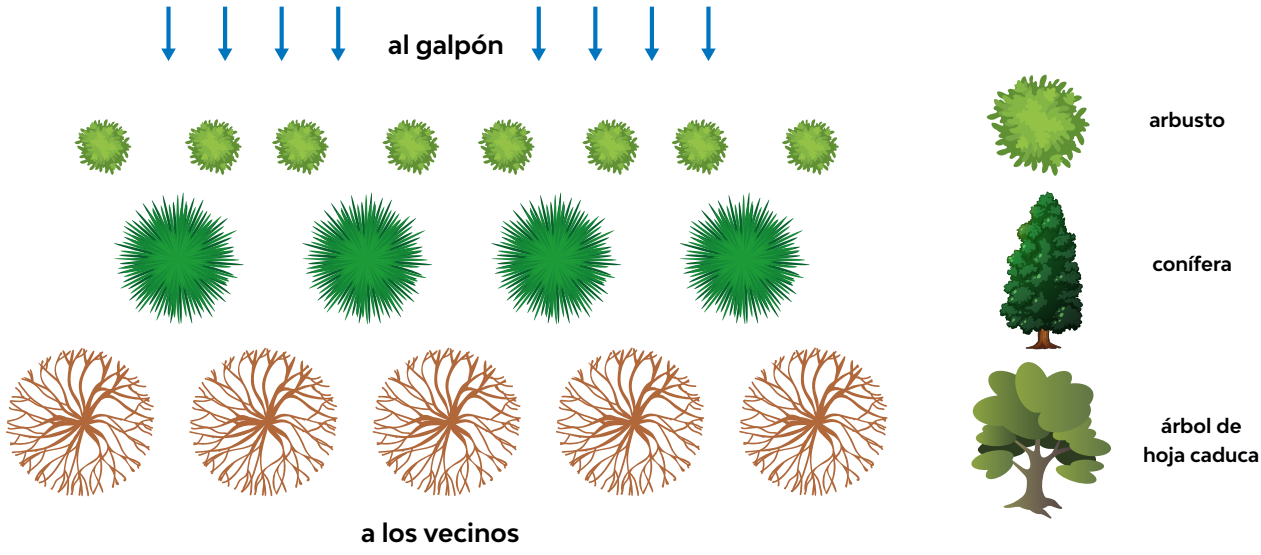
La distancia entre el galpón y la barrera viva debe ser de entre 20 y 30 metros, dependiendo de la altura de los árboles. Si, además, los galpones son aireados naturalmente, se deben respetar las distancias indicadas en la tabla 9. Una barrera ubicada demasiado cerca del galpón tendrá un efecto contraproducente, puesto que se limita la circulación de aire al interior de este, propiciando la generación de olores.

Se recomienda que las barreras vivas estén conformadas por tres hileras de árboles de altura ascendente (Bolinger y May, 2006):

- Primera hilera, conformada por arbustos.
- Segunda hilera, conformada por coníferas.
- Tercera hilera, conformada por árboles de hoja caduca.

La primera hilera debe estar orientada hacia la fuente de olor, mientras que la tercera hilera debe estar orientada hacia las áreas vecinas, como se presenta en la figura 7.

Figura 7. Conformación de barreras vivas



Fuente: adaptado de Bolinger y May (2006).

6.1.6. Estabilización pasiva

En una experiencia exitosa llevada a cabo en el departamento de Santander (Colombia), se desarrolló un sistema de estabilización de pollinaza denominado "estabilización pasiva", cuyo objetivo es generar un producto con características agronómicas que cumplan con la NTC 5167, sin emisiones de los olores propios de esta clase de tratamiento para residuos orgánicos.

Una vez terminado el ciclo productivo del pollo, y cuando la totalidad de las aves ha sido retirada, sobre la pollinaza se pasa un motocultor (rotovitor) (Figura 8), con la finalidad de romper y granular el material que esté compactado (empastes), para que todo el producto apilado tenga una buena aireación, y que la humedad sea lo más uniforme posible. Si no se cuenta con un motocultor, se puede granular con una pala.

Figura 8. Granulación de la pollinaza con motocultor

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, el material se dispone en sacos para trasladarlo a la zona donde se adelantará el proceso de estabilización pasiva. Se puede trasladar en góndolas o en carretillas, dependiendo del volumen, teniendo la precaución de evitar derrames durante su transporte interno.

Para realizar el proceso en mención, el primer requerimiento consiste en contar con un área dentro del predio que posea el espacio necesario para armar conos con el material que ya ha sido desaglomerado y transportado; a mayor volumen de pollinaza, se requiere una mayor extensión de terreno. Se recomienda que el terreno tenga una leve pendiente para evitar la acumulación de lixiviado en la base del cono.

Una vez en el terreno, se construye el cono con altura entre 5 y 6 metros. Los lados deben tener una inclinación (pendiente) suficiente para permitir que el agua lluvia escurra a lo largo del mismo, a manera de techo de quiosco.

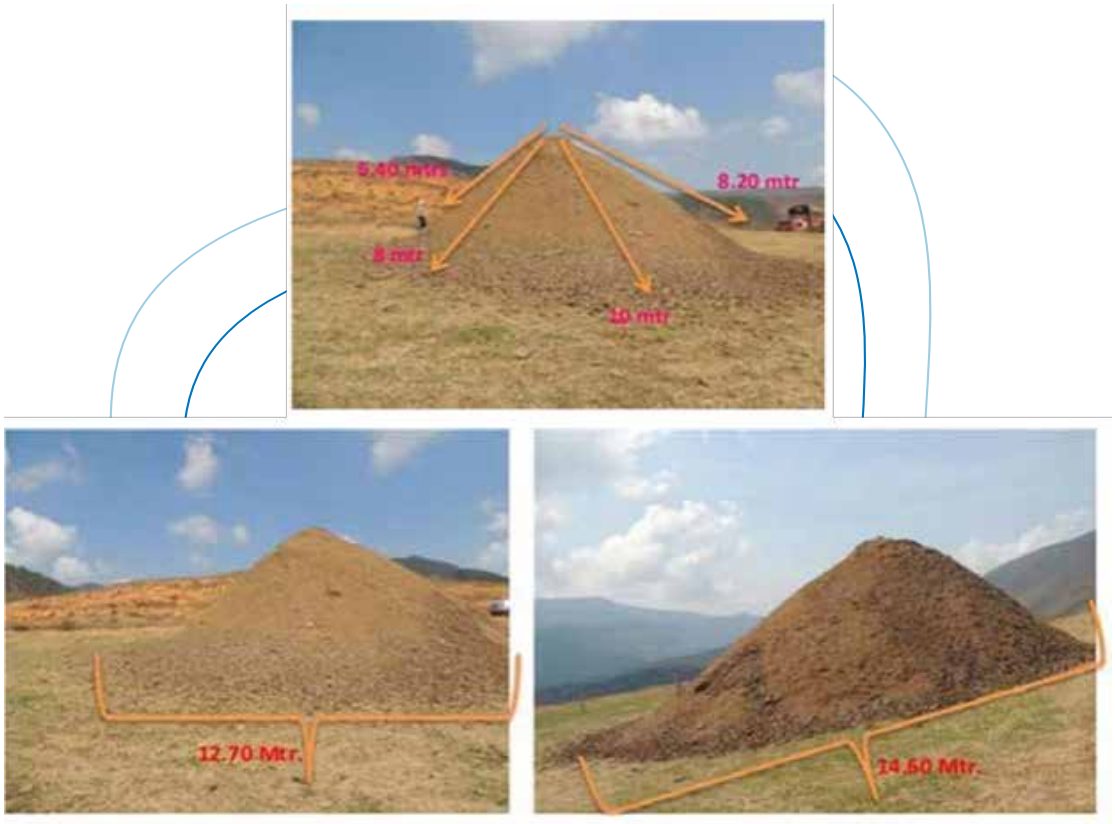
De esta forma, cuando llueve, la mayor parte del agua escurre a lo largo del cono, y otra parte penetra a través del material de cobertura y humedece la pollinaza, favoreciendo así el proceso de estabilización.

Una vez armado el cono, se cubre con material vegetal, preferiblemente con pasto de poda, cortado con uno o dos días de antelación.

Por último, en todo el perímetro de la base del cono se hace una zanja para evitar que las aguas lluvias, por escorrentía, humedezcan el material más de lo deseado (por encima de 70 %).

Es importante tener en cuenta que la mayor demanda de mano de obra se presenta en las operaciones de granulación, empaque, traslado y armado del cono.

Figura 9. Cono para la estabilización pasiva de pollinaza



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Cobertura con material vegetal

Fuente: elaboración propia.

Los análisis fisicoquímicos realizados por un laboratorio acreditado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mostraron que materiales con 73 y 85 días de proceso estaban estabilizados, y el perfil de temperatura se encontraba en un rango de 70 °C-80 °C en promedio (Figuras 9 y 10 y Tabla 12)

Tabla 12. Caracterización de pollinaza estabilizada por método pasivo

Días	Cenizas	Capacidad de intercambio catiónico	Capacidad de intercambio catiónico/ carbono orgánico	Carbono orgánico	Capacidad de retención de agua
	%	meq/100g	meq/100 g CO	%	%
73	18,4	55	150	36,8	162
85	20,7	69,2	194	35,6	194
NTC 5167	**Máximo 60**	**Mínimo 30**		**Mínimo 15**	**Mínimo 100**

Días	Densidad	Humedad	Fósforo	Nitrógeno	pH	Relación carbono: nitrógeno C:N
	g/cm³	%	%	%		
73	0,5	22	2,18	5,23	5,86	7
85	0,36	17,5	1,61	3,47	5,28	10,3
NTC 5167	**Máximo 0,6**	**Máximo 20 / 35**	**Declarado > 1**	**Declarado**		**> 4,0 < 9,0 > 1**

Ventajas de la estabilización pasiva de pollinaza

- El material vegetal de cobertura hace las veces de biofiltro, con lo cual se mitigan considerablemente los olores, permite una buena aireación, evita que la pollinaza se compacte por agua lluvia o de riego, y filtra el mayor volumen de agua por escurrimiento.
- Requiere de muy poco manejo.
- Las temperaturas del proceso se mantienen en un rango de 65 °C-75 °C (incluso suben hasta los 80 °C), y garantiza la sanitización de todo el material orgánico (Figura 11).
- El material se estabiliza (Figura 12) cumpliendo los criterios de calidad establecidos en la NTC 5167.

Figura 11. Temperatura: 80 °C

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Aspecto final de la pollinaza estabilizada

Fuente: elaboración propia.

6.1.7. Biodigestores

Son recintos o tanques cerrados donde la materia orgánica y el agua residual permanecen por un periodo para lograr su descomposición, produciendo biogás y fertilizantes (Olaya y González, 2009). Por su parte, la biodigestión es un proceso biológico de descomposición por acción de bacterias de materia orgánica, como la gallinaza, en ausencia de aire, lo cual produce fertilizantes y biogás (Ladino y Martínez, 2016).

La gallinaza y la pollinaza tienen un gran potencial energético, por lo cual, los biodigestores, además de usarse para la mitigación de olores ofensivos, suponen la generación de energía aprovechable para los procesos al interior de la industria.

La cantidad de producción de estiércol en los animales depende de factores como el peso corporal del animal, el tipo y la cantidad de alimento, el estado fisiológico, entre otros (Ladino y Martínez, 2016). El diseño de los biodigestores debe estar relacionado directamente con las necesidades de las industrias, su tamaño y su capacidad económica.

6.2. INCUBADORAS Y PLANTAS DE BENEFICIO

Las plantas de beneficio y las de incubación no presentan alto impacto por la generación de olores derivados de sus procesos productivos; no obstante, son asociadas con sistemas de tratamiento de aguas residuales que potencialmente están vinculados con la emisión de sustancias que generan olores.

Para el tratamiento de aguas residuales en sistemas cerrados, se deben seleccionar tecnologías viables económica y técnicamente, que permitan instalar dispositivos de control de emisiones. En caso de que se adopten sistemas como tratamientos biológicos, lodos activados o algún otro que por su naturaleza genere emisiones de olores, es importante tener en cuenta aspectos como distancia con los vecinos (habitantes), rosa de los vientos, horas de operación y aislamiento de la planta de tratamiento con barreras vivas, para cortar el viento o disminuir su velocidad, de tal manera que las sustancias olorosas no se desplacen largas distancias.

Existen sistemas biológicos que actualmente no son recomendados, a pesar de su eficiencia en la remoción de materia orgánica contaminante, como es el caso de las lagunas anaerobias, debido a las emisiones de metano y ácido sulfhídrico hacia la atmósfera, este último generador de fuertes olores ofensivos.

Estas últimas medidas son consideradas mejores prácticas disponibles en el manejo de tecnologías; incluso, si el sistema es cerrado o no genera olores, es conveniente aislarlo con barreras vivas, como medida ante una potencial contingencia.

Un ejemplo de una buena práctica disponible en el manejo de una planta de tratamiento de aguas residuales es el implementado por una empresa localizada en el departamento de Cundinamarca (Colombia) (Figura 13), consistente en un sistema doble de tratamiento: lodos activados y filtro biológico, con los cuales se consiguen depuraciones de carga orgánica contaminante por encima del 90 %. Los efluentes son descargados en un tanque y se utilizan en programas de fertilización de plantas silvopastoriles (barreras vivas), pastos y cultivos experimentales, como plátano y maíz.

Además de la eficiencia de los procesos técnicos, la operación de la planta de tratamiento de agua residual se caracteriza por un óptimo orden y aseo, cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, y el manual de operación está debidamente documentado y se cumple rigurosamente.

Estos aspectos permiten que el sistema funcione con altos estándares de eficiencia y que no se presenten fugas ni derrames de aguas residuales que, al descomponerse, podrían generar olores molestos.

La planta de tratamiento de agua residual se encuentra completamente cercada por una barrera viva de aproximadamente 2,5 m de altura, a una distancia entre 3 m y 4 m del sistema de tratamiento; además, se sembraron árboles de mayor altura, a manera de primera línea rompevientos, y arbustos de aproximadamente 0,6 m a 1 m de altura (barrera baja), distribuidos en todo el perímetro del sistema de tratamiento (Figuras 14 y 15). Con la arborización no solo se mitigan olores, sino que también se aísla visualmente el sistema, mejorando la percepción de los vecinos.

Figura 13. Orden y mantenimiento en la planta de tratamiento de agua residual en Cundinamarca (Colombia)

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Barreras vivas en la planta de tratamiento de agua residual en Cundinamarca (Colombia)

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Vista exterior de la planta de tratamiento de agua residual en Cundinamarca (Colombia)

Fuente: elaboración propia.

6.3. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Los sistemas más difundidos y estandarizados son las unidades sépticas, las cuales consisten en módulos que incluyen trampa de grasas, sedimentador y cámara de tratamiento biológico.

El mantenimiento de las unidades es vital, puesto que de no realizarlo produce la acumulación de lodos y grasas en los tanques, disminuye su eficiencia de remoción de carga orgánica y causa la generación de olores ofensivos que se perciben alrededor del sistema. Adicionalmente, cuando el efluente es descargado en un campo de infiltración o en una fuente hídrica, los sistemas tienden a la anaerobiosis, propiciando la emisión de metano y ácido sulfhídrico.

La reducción de contaminantes en la fuente es la práctica más recomendable. Para ello se proponen las siguientes acciones:

- Utilizar dispositivos ahorradores de agua, tanto en grifos como en las cisternas de los sanitarios.
- Usar mínimas cantidades de detergentes y, en la medida de lo posible, que sean biodegradables.
- Recoger aceites en recipientes y no verterlos por el sifón del lavaplatos.
- No descargar en los sifones, residuos de medicamentos, desinfectantes o cualquier otra sustancia utilizada dentro de las unidades productivas.
- Evitar disponer en el sanitario, papeles, toallas higiénicas o cualquier otro material que potencialmente pueda ocasionar obstrucciones y aumentar la carga de sólidos y sustancias de difícil degradación.
- Contar con un programa de mantenimiento preventivo debidamente documentado y, preferiblemente, a cargo de una firma especializada.

En caso de que la labor de mantenimiento la realicen con empleados de la misma empresa, deben estar debidamente capacitados, es decir, contar con la idoneidad para la actividad.

Para el tratamiento de los lodos generados en el proceso, se sugiere su disposición a través de un gestor especializado y autorizado. En caso de emplearlos en planes de fertilización, es recomendable caracterizarlos no solo para descartar la presencia de sustancias tóxicas, como metales pesados, sino también para conocer la carga que tienen, de manera que la metodología de aplicación pueda ser diseñada.

Un ejemplo de la aplicación de mejores tecnologías disponibles se evidenció en una empresa con sede en Manizales, Caldas (Colombia), la cual implementó en una granja de clima cálido, un sistema de tratamiento terciario[8] de los efluentes del sistema séptico para el tratamiento de aguas residuales domésticas (Figura 16). Con dicha aplicación, logró depurar la carga orgánica contaminante hasta niveles por debajo de lo establecido en la normatividad vigente.

8 El sistema terciario para el tratamiento de aguas residuales consiste en un proceso final, en algunos casos, adicional, para separar los posibles contaminantes residuales presentes en el efluente, posterior al tratamiento secundario. Generalmente, se emplea con el fin de obtener la calidad adecuada para el reúso (Vaca *et al.*, s.f.).

El efluente de la unidad séptica es conducido hasta un sistema de tres tanques. Los dos primeros con buchón de agua, reconocido como indicador de contaminación, con alta capacidad de depuración. Su amplio sistema radicular hace las veces de filtro biológico al cual se adhieren los microorganismos que degradan la materia orgánica que se fija en este sistema. La degradación se produce fundamentalmente por el aporte de oxígeno a través de su desarrollado forraje.

Figura 16. Tratamiento terciario de aguas residuales en la empresa Agrinsa

Fuente: elaboración propia.

El sistema permite que exista una dinámica de sólidos muy activa: los sólidos disueltos son degradados por el sistema; una fracción de los sedimentables se degrada parcialmente, convirtiéndose en solubles, para continuar con su degradación, y otra fracción se sedimenta.

Posteriormente, el efluente pasa a un estanque sembrado con lenteja de agua *(Lemna minor)*, donde se elimina otra fracción de materia orgánica. Finalmente, el efluente se descarga en un campo de infiltración (Figura 17).

Figura 17. Sistema para tratamiento terciario de aguas residuales en la empresa Agrinsa

Nota: Izquierda: sistema de tanques; derecha: estanque sembrado con lenteja de agua.

Fuente: elaboración propia.

Este sistema minimiza los riesgos potenciales de la generación de olores, debido a que el campo de infiltración no se colmata y, en caso de descargarse en un cuerpo de agua, la materia orgánica reducida permite una autodepuración, la cual se hace en la corriente de agua. Esto se puede evidenciar a través de análisis fisicoquímicos del efluente final (Tabla 13).

Tabla 13. Caracterización del afluente y efluente del sistema de tratamiento terciario de aguas residuales

Parámetro	Unidad	Entrada (Efluente u. séptica)	Salida	% Remoción
pH		6,0	6,5	
DBO_5	mg/L	211	61	71
DQO	mg/L	402	126	69
SST	mg/L	113	9	92
Grasas y aceites	mg/L	73	31	58

Fuente: elaboración propia.

6.4 CONTROL DE OLORES EN EL RECEPTOR

Como última opción, después de la prevención y el control de olores en el medio de propagación, existen las medidas de control de olores en el receptor. Estas medidas están encaminadas no a evitar la propagación de las sustancias causantes de olores en el aire, sino a prevenir su percepción por parte del receptor.

Las medidas de control se basan en el conocimiento de las actividades cotidianas de las comunidades circundantes y su entendimiento. Por ejemplo, se recomienda llevar a cabo operaciones críticas de generación de olores, como el movimiento de camas, movimiento de materia orgánica o el paleo de pilas de compostaje de mortalidad, en horas en las cuales los vecinos no se encuentran en sus hogares, es decir, entre 9 y 11 de la mañana, y entre 2 y 4 de la tarde.

Igualmente, no se recomienda este tipo de operaciones críticas los fines de semana. En caso de acciones puntuales en horas de mayor permanencia de habitantes en las propiedades colindantes, se recomienda advertir a los vecinos la hora en que se adelantará la actividad de alto impacto. En ocasiones particulares, se involucra a la comunidad en la programación de estas labores.

Es necesario concertar con los vecinos la programación para realizar una operación crítica, de acuerdo con las actividades sociales de la comunidad. Por supuesto, este tipo de medidas requiere la construcción de relaciones de buen vecino y de comunicación abierta con la comunidad, de manera que se puedan elevar solicitudes o manifestar inconformidades, sin generar conflictos. Por ello, es importante contar con canales de comunicación, como líneas telefónicas y formatos para la recepción de quejas y solicitudes por parte de la comunidad vecina.

Es de suma relevancia resaltar que, aun adoptando medidas de buenas prácticas de producción y mejores técnicas, siempre se presentará la emisión de olores alrededor de explotaciones avícolas, por lo cual, es fundamental que el productor establezca una política de buen vecino que implique su participación en los espacios y actividades de la comunidad (juntas locales, bazares, fiestas e iglesias, entre otros).

7

GESTIÓN DE QUEJAS POR OLORES OFENSIVOS

La Resolución 1541 de MinAmbiente (2013) establece las reglas para la recepción de quejas por olores ofensivos, los niveles permisibles de sustancias generadoras de olores ofensivos en el aire o de inmisión y la forma de evaluación de las emisiones de olores ofensivos.

También establece el procedimiento que debe seguir la autoridad ambiental local para exigir la presentación del PRIO de aquellas actividades sobre las cuales se han elevado quejas; y adicionalmente, determina el contenido obligatorio del Plan.

De acuerdo con la norma en mención, las quejas por olores ofensivos se deben radicar ante la autoridad ambiental, la cual contará con un plazo de 30 días hábiles para evaluar la queja y realizar una visita a la actividad sobre la cual recae.

Posteriormente, la autoridad ambiental cuenta con otro plazo de 30 días calendario para decidir, mediante acto administrativo, si es procedente o no exigir el PRIO relacionado con la actividad en cuestión.

Luego de la expedición del acto administrativo, el titular de la actividad tendrá un plazo de tres meses para presentar el PRIO.

Independientemente del procedimiento establecido por la Resolución 1541 de MinAmbiente (2013), se recomienda al productor avícola desarrollar un procedimiento propio para registrar y atender las quejas que se eleven directamente ante él, por emisión de olores ofensivos.

La adopción de este procedimiento interno de recepción de quejas tiene la ventaja de mejorar las relaciones con los vecinos, identificar tempranamente las fuentes de olor y tomar las medidas necesarias para su control. De este modo, el productor contará con la oportunidad de hacer frente a los problemas de olores que se presenten en sus instalaciones, anticipándose a la intervención de la autoridad ambiental.

La atención temprana de quejas permite, además, evitar el escalamiento de problemas de emisión de olores que surjan como efecto de modificaciones al proceso de producción, como: ampliación de la capacidad de producción, cambios en los procedimientos de operación, cambios en el personal y adopción de nuevas tecnologías de producción o contingencias.

Por último, el registro de las quejas que se hacen directamente a la instalación avícola, así como el registro de su atención, y de las medidas tomadas para su solución, pueden servir como defensa ante la autoridad ambiental, en caso de que esta decida imponer sanciones que el productor considere improcedentes.

El procedimiento interno recomendado para la recepción directa de quejas por parte del productor avícola se puede resumir en los siguientes pasos (Environment Agency United Kingdom, 2005):

1. Diligenciamiento del formato de queja.

2. El reclamante debe reportar los siguientes detalles:
   - La hora del día y fecha cuando se percibió el olor ofensivo.
   - Cuánto tiempo se percibieron los olores ofensivos.
   - La frecuencia con que se presentan los olores ofensivos.
   - La naturaleza del olor.
   - Si tiene conocimiento de que otras personas hayan percibido el olor por el cual se levanta la queja.

3. El representante autorizado del productor debe reportar:
   - Las condiciones climáticas existentes cuando se detectó el olor: dirección y condiciones del viento, según la escala Beaufort.
   - Qué actividad se venía realizando en la instalación avícola en el momento cuando se presentó el olor.

4. Hacer una investigación interna de la queja y reportar en el informe las posibles causas, en caso de existir, y las medidas tomadas, si es procedente. No se requiere que el informe sea un documento complejo; por el contrario, debe ser conciso, que identifique claramente la actividad o situación que generó la queja y las medidas adoptadas.

5. El productor debe indagar, por medio del método de consulta directo (preferiblemente de visita con firma de formato de preguntas), sobre la percepción del olor por otros habitantes cercanos al lugar del que provino la queja.

6. Citar al reclamante para entregarle una respuesta escrita a su queja, con el informe documentado, y explicarle las causas y acciones tomadas para resolver la queja.

En el Anexo B se presenta un formato para la recepción directa de quejas por emisión de olores ofensivos, propuesto por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente del Reino Unido (Environment Agency United Kingdom, 2005).

8

PLAN PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO POR OLORES OFENSIVOS (PRIO)

La autoridad ambiental local, aplicando el *Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos*, expedido por el MinAmbiente, mediante la Resolución 2087 de 2014b (Anexo C), decidirá si exige o no el PRIO a una determinada instalación avícola, luego de formalizada una queja por emisión de olores ofensivos, y una vez se hayan hecho las visitas, las verificaciones correspondientes y validado la queja por las metodologías establecidas en la normativa.

Se recomienda al productor que estudie el procedimiento de gestión de la Resolución 1541 de 2013, con el fin de conocer las actuaciones de la autoridad ambiental y, dado el caso, tener un juicio de la pertinencia o no de estas.

La Resolución 1541 de 2013 establece el contenido mínimo que debe tener el PRIO:

- Localización y descripción de la actividad.
- Descripción, diseño y justificación técnica de la efectividad de las buenas prácticas o las mejores técnicas disponibles para implementar en el proceso generador del olor ofensivo.
- Metas específicas del plan para reducir el impacto por olores ofensivos.
- Cronograma para la ejecución.
- Plan de contingencia.

Una vez radicado el PRIO, la autoridad ambiental cuenta con un plazo de tres meses para su evaluación y para pronunciarse sobre su aprobación o rechazo; el plazo de ejecución puede ser:

- Hasta dos años: para aquellos casos en los cuales se requiera de la implementación de buenas prácticas de producción.
- Hasta cinco años: para aquellos casos en los que se requiera la adopción de mejores técnicas disponibles.

Cuando exista incumplimiento del PRIO, la autoridad ambiental competente solicitará que se realice la evaluación de los niveles de calidad del aire o de inmisión de olores ofensivos por sustancias o mezclas de sustancias.

8.1. ELABORACIÓN DEL PRIO

8.1.1. Localización y descripción de la actividad

Este aparte debe contener la información de contacto de la instalación agrícola (dirección, teléfonos, correo electrónico y persona responsable de la gestión ambiental) y una descripción del sistema de producción, como se resume en la tabla 14.

Tabla 14. Información de localización y descripción de la actividad	
Sistema productivo	Pollo, huevo, reproductoras, planta beneficio, planta incubación
Capacidad instalada	Número de aves, beneficio día, nacimiento día
Dirección de la unidad productiva	Departamento, municipio, vereda, corregimiento
Dirección de correspondencia	
Teléfono, celular o correo electrónico	
Representante legal o contacto	
Responsable ambiental	
Descripción de la actividad	Descripción clara y concisa de las actividades que se realizan en la unidad productiva, incluida la gestión de los residuos, con énfasis en aquellos implicados en la generación de olores y que han motivado la elaboración del PRIO

8.1.2. Descripción, diseño y justificación técnica de la efectividad de las buenas prácticas o de las mejores técnicas disponibles para implementar en el proceso generador del olor ofensivo

Para tener claridad de cuáles son las buenas prácticas o las mejores técnicas disponibles que se requiere implementar en la instalación avícola, es necesario, en primer lugar, identificar las fuentes, actividades y lugares que están generando emisiones de olores ofensivos, es decir, realizar un diagnóstico del desempeño actual de la instalación avícola. Se recomienda tener en cuenta la metodología de autodiagnóstico de emisión de olores ofensivos, que se describe en el siguiente capítulo.

De acuerdo con los hallazgos y, preferiblemente, con la asesoría de un experto ambiental, se procede a la formulación de medidas que se deben adoptar, ya sean buenas prácticas o mejores técnicas disponibles.

Una vez realizado el diagnóstico de emisión de olores ofensivos, y considerando que las buenas prácticas son de más fácil implementación y menor costo, se recomienda su adopción inmediata a modo de prueba. De esta manera es posible verificar tempranamente su efectividad, con lo cual se puede evaluar la necesidad de implementación de mejores técnicas disponibles, que normalmente se adoptan en caso de que las buenas prácticas no sean suficientes.

Al redactar este aparte del PRIO, se recomienda iniciar siempre por la descripción de cada una de las medidas denominadas buenas prácticas y, posteriormente, describir las mejores técnicas disponibles.

La planeación de buenas prácticas se hace en las granjas.

En general, las granjas (pollo, huevos, reproductoras, abuelas) requieren fundamentalmente de la planeación de buenas prácticas, por ser sistemas abiertos.

Las plantas de beneficio y las de incubadoras deben igualmente contar con buenas prácticas y, posteriormente, con las mejores técnicas disponibles, si así lo requieren.

Todas las medidas que se van a implementar deben estar debidamente documentadas, para lo cual se deben diseñar formatos de captura de información.

Como herramienta de medición y mejora continua del sistema, se recomienda generar indicadores que permitan evaluar la efectividad de las medidas o el compromiso de la empresa en la ejecución de estas, por ejemplo, el número de quejas recibidas (directas y a través de la autoridad ambiental) y el porcentaje de las resueltas.

La recopilación de registros y el adecuado manejo de la documentación son muy importantes, como evidencia de que el PRIO se está aplicando.

8.1.3. Metas específicas del PRIO

Las metas específicas del PRIO deben ser concretas, verificables, medibles y, a su vez, estar relacionadas con el impacto esperado en la reducción de emisión de olores ofensivos de las acciones a adoptar.

Normalmente, las metas estarán relacionadas con la reducción de quejas en un determinado porcentaje dentro de un periodo establecido, luego de la implementación de las buenas prácticas y las mejores técnicas disponibles.

Si se cuenta con una medición base y existe la disposición y posibilidad de realizar mediciones, también se puede incluir un indicador de la reducción en un determinado porcentaje de la concentración de sustancias generadores de olores: amoniaco y sulfuro de hidrógeno.

8.1.4. Plan de contingencia

El plan de contingencia contiene las medidas de control que se deben adoptar cuando se presenten fallas en los procedimientos de operación que incluyen las buenas prácticas, cuando se requiere sacar de funcionamiento para mantenimiento a los equipos de control de olores (mejores técnicas disponibles), o por falla de estos.

Para la elaboración de dicho plan, se debe partir del diagnóstico de identificación de riesgos de emisión de olores ofensivos, el cual debe contar, además, con las buenas prácticas y las mejores técnicas disponibles, según el PRIO.

Adicional a los procedimientos, operaciones, buenas prácticas, instalaciones y sistemas de control de olores ofensivos, en el diagnóstico de riesgos se deben incluir eventos como apagones generales, inundaciones y epidemias que aumenten la mortalidad de las aves, entre otros.

Cada riesgo identificado debe ser valorado según la gravedad de sus consecuencias y la frecuencia o probabilidad de materialización, para lo cual, cada instalación avícola elaborará una matriz de clasificación de riesgos (Figura 18).

Figura 18. Ejemplo de matriz de clasificación de riesgos

	Consecuencias					
Probabilidad	**Ninguna**	**Menor**	**Importante**	**Severa**	**Grave**	**Catastrófica**
No ha ocurrido en el sector	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Bajo	Medio
Ha ocurrido en el sector	Nulo	Nulo	Nulo	Bajo	Medio	Medio
Ha ocurrido en la empresa	Nulo	Nulo	Bajo	Medio	Medio	Alto
Sucede varias veces al año en la empresa	Nulo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto
Sucede varias veces al año en la instalación avícola	Nulo	Bajo	Medio	Alto	Alto	Muy alto

Luego de clasificar los riesgos, se deben describir las salvaguardas existentes de cada uno. Por último, el plan de contingencia debe describir las acciones que se deben ejecutar, en caso de que fallen las salvaguardas.

La Resolución 1541 de 2013 establece que cuando sea necesario sacar de operación los sistemas de control de olores por mantenimiento, se debe informar por escrito a la autoridad ambiental, con tres días hábiles de anticipación, indicando el motivo. Este informe debe incluir una descripción de los trabajos de mantenimiento, el tiempo de suspensión de los sistemas de control de olores y un cronograma detallado de actividades.

En caso de falla de los sistemas de control de olores que superen tres horas, la Resolución 1541 de 2013 determina que se debe implementar el plan de contingencia, y al siguiente día hábil, el productor deberá informar por escrito a la autoridad ambiental sobre las causas y la naturaleza de la falla, así como el tiempo de suspensión de la operación de los sistemas de control de olores.

8.1.5. Cronograma para la ejecución

Los plazos de ejecución del PRIO los determina la autoridad ambiental, luego de evaluar el documento. Sin embargo, el productor debe establecer el cronograma de la ejecución del PRIO, teniendo en cuenta los plazos indicados en la Resolución 1541 de 2013: dos años para la implementación de buenas prácticas, y cinco años para la adopción de mejores técnicas disponibles.

Cada una de las acciones que se van a implementar, según el plan, debe estar consignada en el cronograma de ejecución. Las actividades se deben jerarquizar, teniendo en cuenta:

- La viabilidad técnica y económica.
- Las medidas urgentes (correctivas) y de prevención.
- El impacto esperado.
- La planificación estratégica dentro de un programa de gestión ambiental y productivo.

REFERENCIAS

Asociación Colombiana de Porcicultores, Sociedad de Agricultores de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [Asoporcicultores, SAC y MAVDT]. (2006). *Lineamientos y recomendaciones para el programa de buenas prácticas pecuarias para el subsector porcícola colombiano en el marco de las evaluaciones ambientales estratégicas según metodología del Departamento Nacional de Planeación*. Asoporcicultores, SAC y MAVDT. https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Evaluaci%C3%B3n_Ambiental_Estrategica/linea_buenas_practicas_sector_porcicultura.pdf

Bolinger, D., & May, G. (2006). Give your neighbors a break: a wind-break. *Michigan Dairy Review.*

Briggs, G. (2004). *Odour management for meat chicken farms.* NSW Agriculture. https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0019/134461/Odour-management-options-for-meat-chicken-farms.pdf

Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia. (2008). *Guía de buenas prácticas ambientales para el sector avícola de Guatemala*. USAID y CCAD. https://avinews.com/wp-content/uploads/2016/01/8_Guia_de_Buenas_Practicas_Ambientales_para_el_Sector_Avicola_en_Guatemala.pdf

Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras y International Resources Group [CNP+LH e IRG]. (2009). *Guía de buenas prácticas ambientales para la producción avícola*. CNP+LH y IRG. https://cnpml-honduras.org/wp-content/uploads/docu_tecnicos/P_mas_L/Guia_de_P_mas_L_Avicola.pdf

Chastain, J. P. (2001). Odor control from poultry facilities. In *Poultry training manual, Confined Animal Manure Managers Program* (CAMM). Clemson University.

Clemson University. (2000). *Design and management of natural ventilation systems*. Deparment of Agricultural and Biological Engineering. Clemson SC.

Comisión Nacional del Medio Ambiente [Conama]. (1998). *Guía para el control y prevención de la contaminación industrial*. Conama. https://metadatos.mma.gob.cl/sinia/C2020GUI7.pdf

Congreso de Colombia. (2023). Ley 2294. Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 "Colombia, potencia mundial de la vida". 19 de mayo de 2023. Diario Oficial 52400. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2023). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia, Potencia Mundial de la Vida*. DNP. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/2023-03-17-bases-plan-nacional-desarrollo-web.pdf

Duque, C. (2002). *Guía ambiental para el subsector avícola*. MinAmbiente - Fenavi-Fonav.

Ecotec. (2013). *Informe Final Estudio: Antecedentes para la regulación de olores en Chile*. Subsecretaría del Medio Ambiente de Chile. https://olores.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/ECOTEC-Ingenieria.pdf

Environment Agency United Kingdom. (2005). *Technical guidance note IPPC SRG 6.02 (Farming). Odour management at intensive livestock installations*. https://www.sepa.org.uk/media/60931/ippc_srg6_02_odour-management-at-intensive-livestock-installations-may-2005.pdf

Federación Nacional de Avicultores de Colombia - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Fenavi - MinAmbiente]. (2014). *Guía ambiental para el subsector avícola* (2.ª ed.). MinAmbiente, Fenavi-Fonav. https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/GUIA_AMBIENTAL_SUBSECTOR_AVICOLA.pdf

Federico, F. J. (s. f.). *Manual de normas básicas de bioseguridad de una granja avícola*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/142-manual_bioseguridad_final_1.pdf

Garbi López, C., Mengs González, G., Nande Barbeitos, M., Martín Fernández, M. Lobo Bedmar, C., Quirce Casado, J. A. y Fajardo Adán, M. del C. (Coords.) (2014). Compostaje de subproductos animales y lodos de papelera: efecto de la bioaumentación. En J. I. López, M. Navarro González y C. Rad Moradillo (Coords.), *Compostaje de residuos orgánicos y seguridad medioambiental* (pp. 418-427). Universidad de Burgos.

Gates, R. (2000). *Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment*. Simpósio sobre resíduos da produção avícola, Concórdia SC, Brazil. https://www.researchgate.net/publication/267834519_POULTRY_DIET_MANIPULATION_TO_REDUCE_OUTPUT_OF_POLLUTANTS_TO_ENVIRONMENT

Ibáñez, J. y Corroppoli, M. (2002). *Valorización de residuos sólidos urbanos*. UNPSJB. http://www.ingenieroambiental.com/4014/valoriza-residuos.pdf

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2011). *NTC 5880:2011 Calidad del aire. Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica*. https://tienda.icontec.org/gp-calidad-del-aire-determinacion-de-la-concentracion-de-olor-por-olfatometria-dinamica-ntc5880-2011.html

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2013a). *NTC 6011:2013. Olfatometría. Muestreo estático*. https://tienda.icontec.org/gp-olfatometria-muestreo-estatico-ntc6011-2013.html

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2013b). *Norma NTC 6012-1. Norma Técnica Colombiana. Efectos y evaluación de los olores. Evaluación sicométrica de las molestias por olores. Cuestionarios*. https://tienda.icontec.org/gp-efectos-y-evaluacion-de-los-olores-

evaluacion-sicometrica-de-las-molestias-por-olores-cuestionarios-ntc6012-1-2013.html

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2013c). *NTC 6012-2:2013 Efectos y evaluación de olores. Determinación de parámetros de molestia mediante preguntas breves repetidas, a panelistas de un vecindario*. https://tienda.icontec.org/gp-efectos-y-evaluacion-de-olores-determinacion-de-parametros-de-molestia-mediante-preguntas-breves-repetidas-a-panelistas-de-un-vecindario-ntc6012-2-2013.html

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2022). *NTC 5167 Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo*. https://tienda.icontec.org/gp-ntc-productos-para-la-industria-agricola-productos-organicos-usados-como-abonos-o-fertilizantes-y-enmiendas-o-acondicionadores-de-suelo-ntc5167-2022.html

Janni, K. A., Nicolai, R. E., Hoff, S. J., & Stenglein, R. M. (2011). Biofilters for odor and air pollution mitigation in animal agriculture. *Air Quality Education in Animal Agriculture*, 1-8. https://www.researchgate.net/publication/283601277_Biofilters_for_Odor_and_Air_Pollution_Mitigation_in_Animal_Agriculture

Ladino, A. F. y Martínez, J. A. (2016). *Metodología para el aprovechamiento energético de recursos de biomasa residual pecuaria en la autogeneración de electricidad: casos de estudio Briceño Boyacá y Cajicá Cundinamarca* [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. http://hdl.handle.net/11349/4065

Lorente, J. (2014). *Guía de buenas prácticas ambientales para las explotaciones porcinas en Extremadura*. GrafiPrim.

Mahin, T. D. (2001). Comparison of different approaches used to regulate odours around the world. *Water Science and Technology, 44*(9), 87-102.

McGahan, E., Kolominskas, C., Bawden, K., & Ormerod, R. (2002). Strategies to reduce odour emissions from meat chicken farms. In *Proceedings of the Poultry Information Exchange* (pp. 27-40). Poultry Information Exchange Association.

Ministerio de Agricultura y Ganadería de la República de Costa Rica. (2008). *Buenas prácticas agropecuarias*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/p01-4955.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2013). Resolución 1541. Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones. 15 de noviembre de 2013. Diario Oficial 48975. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-1541-de-2013.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2014a). Resolución 1490. Por la cual se amplía el plazo de entrada en vigencia de la Resolución 1541 de 2013 y se dictan otras disposiciones. 15 de septiembre de 2014. Diario Oficial CL. 49.275.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2014b). Resolución 2087. Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos. 30 de diciembre de 2014. Diario

Oficial 49380. https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=71401

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2019a). *Estrategia Nacional de Calidad del Aire*. MinAmbiente. https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-calidad-del-aire-enca/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2019b). *Informe de seguimiento a la implementación de normativa de olores ofensivos*. MinAmbiente.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2019c). Resolución 2184. Por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones. MinAmbiente. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-2184-de-2019.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2020). Resolución 1344. Por la cual se adiciona un párrafo al artículo 4 de la Resolución 2184 de 2019 y se dictan otras disposiciones. MinAmbiente. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-1344-de-2020.pdf

MinAmbiente, MinEducación, MinTransporte, MinMinas, MinAgricultura, MinCit y SENA. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-economia-circular/

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [MinVivienda]. (2021). *Todo lo que deben saber los colombianos sobre el nuevo código de colores para la separación de residuos que empieza a regir el 1 de enero de 2021*. MinVivienda. https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-12/abc-codigo_colores.pdf

Moore, J. (1993). *PNW 307 Basic ventilation considerations for livestock or poultry housing*. Pacific Northwest Extension. https://content.libraries.wsu.edu/index.php/utils/getfile/collection/cahnrs-arch/id/239/filename/31223182432004_PNW307.pdf

Niclós-Ferragut, J., Miñana Sánchez, C. y Giner-Santonja, G. (2008). *Guía de mejores técnicas disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves en la comunitat valenciana*. Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (UPV). https://www.researchgate.net/publication/340580368_Guia_de_mejores_tecnicas_disponibles_para_el_sector_de_explotaciones_intensivas_de_aves_en_la_Comunitat_Valenciana

Normalización Española [UNE]. (2003). UNE-EN 13528-1:2003 Calidad del aire ambiente. Captadores difusivos para la determinación de las concentraciones de gases y vapores. Requisitos y métodos de ensayo. Parte 1: Requisitos generales. https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0028825

Olaya, Y. y González, L. (2009). *Fundamentos para el diseño de biodigestores* [Módulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10762/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Peña, D. y Valenzuela, C. (2018). Eficiencia en el uso de los recursos. *Revista Rural de la UE, 25*, 4.

Presidencia de la República de Colombia. (1995). Decreto 948. Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de

1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. 5 de junio de 1995. Diario Oficial 41876. https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1479

Presidencia de la República de Colombia. (2015). Decreto 1076. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. 26 de mayo de 2015. Diario Oficial 49523. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Decreto-1076-de-2015.pdf

Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú [Senasa]. (2014). *Guía de Buenas Prácticas Avícolas (Reproducción y engorde)*. Senasa. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/GUIA-BPAV-reprod-y-engorde.pdf

Swisscontact. (2013). *Uso eficiente de los recursos naturales*. Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico. https://www.swisscontact.org/_Resources/Persistent/c/5/1/0/c5107415262496cbccd1c8dcb73ae53fdc131953/Uso_eficiente_de_los__recursos_naturales.pdf

The Midwest Plan Service. (1989). *MWPS-33 Natural ventilating systems for livesctock housing*. https://store.extension.iastate.edu/product/Natural-Ventilating-Systems-for-Livestock-Housing

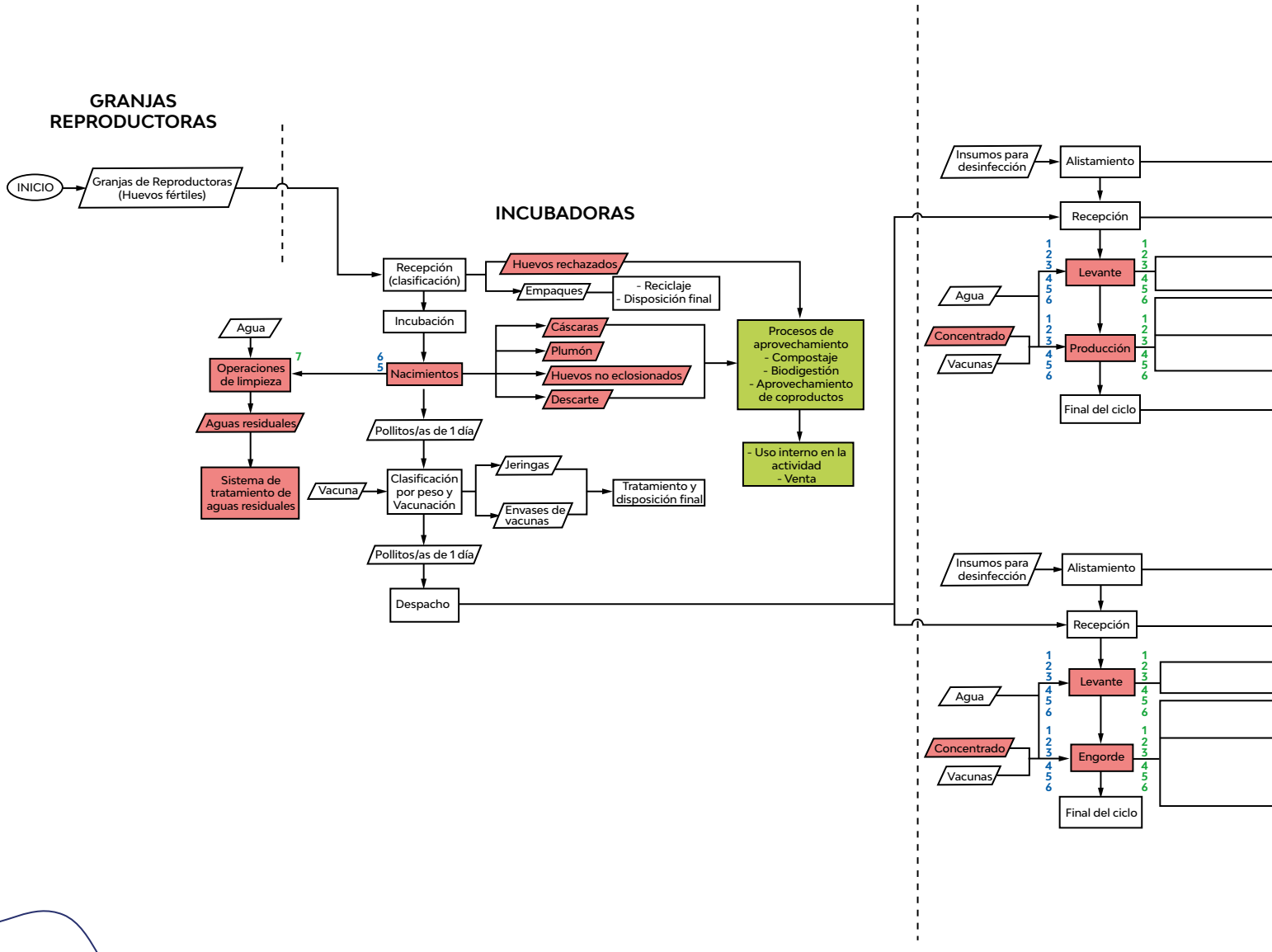
The Midwest Plan Service. (1990). *MWPS-32 Mechanical ventilating systems for livesctock housing*. https://estudijas.lbtu.lv/pluginfile.php/28709/mod_folder/content/0/Mechanical%20Ventilating%20Systems%20for%20Livestock%20Housing.pdf

Ullman, J., Mukhtar, S., Lacey, R., & Carey, J. (2004). A review of literature concerning odors, ammonia and dust from broilers production facilities: 4. Remedial management practices. *Journal of Applied Poultry Research, 13*(3), 521-531. https://doi.org/10.1093/japr/13.3.521

US EPA. (1992). *Guía de referencia para umbrales de olor para contaminantes atmosféricos peligrosos listados en las actualizaciones de 1990 de la Ley de aire limpio* (EPA600/R-92/047 de 1992).

Vaca, M., Magdaleno Chapa, L., Sosa Carrera M., Monroy Mendieta, M. y Jiménez Cisneros, B. (s.f.). *Tratamiento terciario de aguas residuales por filtración e intercambio iónico*. Academia. https://www.academia.edu/8393400/TRATAMIENTO_TERCIARIO_DE_AGUAS_RESIDUALES_POR_FILTRACI%C3%93N_E_INTERCAMBIO_I%C3%93NICO

ANEXOS

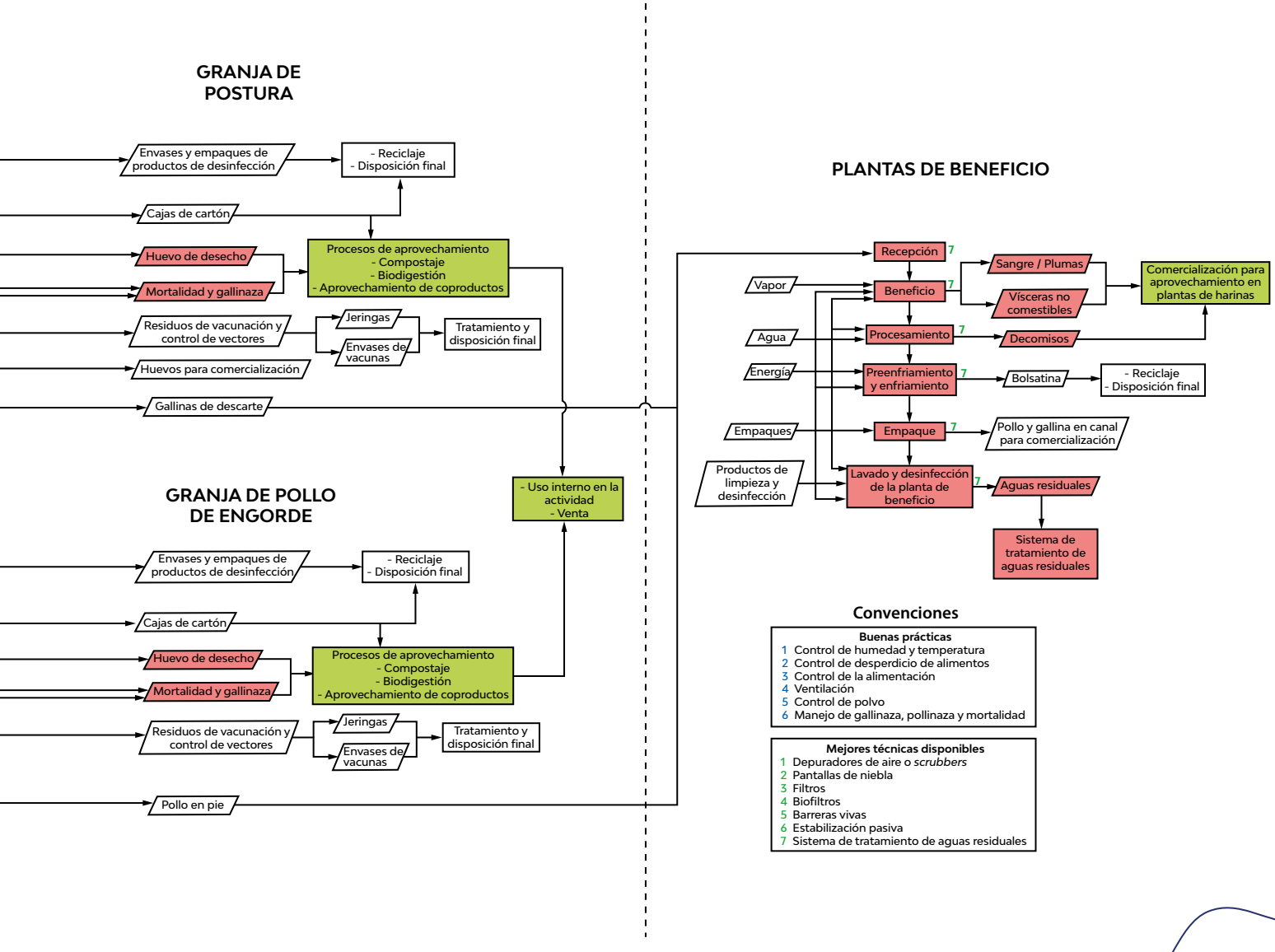

GRANJAS REPRODUCTORAS
INCUBADORAS
INICIO
Granjas de Reproductoras (Huevos fértiles)
Recepción (clasificación)
Huevos rechazados
Empaques
- Reciclaje
- Disposición final
Incubación
Nacimientos
Cáscaras
Plumón
Huevos no eclosionados
Descarte
Procesos de aprovechamiento
- Compostaje
- Biodigestión
- Aprovechamiento de coproductos
- Uso interno en la actividad
- Venta
Agua
Operaciones de limpieza
Aguas residuales
Sistema de tratamiento de aguas residuales
Pollitos/as de 1 día
Vacuna
Clasificación por peso y Vacunación
Jeringas
Envases de vacunas
Tratamiento y disposición final
Pollitos/as de 1 día
Despacho
Insumos para desinfección
Alistamiento
Recepción
Agua
Concentrado
Vacunas
Levante
Producción
Final del ciclo
Insumos para desinfección
Alistamiento
Recepción
Agua
Concentrado
Vacunas
Levante
Engorde
Final del ciclo

ANEXO A. DIAGRAMA DE PROCESOS EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA

En el siguiente diagrama de procesos en la industria avícola, se muestran las fuentes generadoras de olor, el lugar donde se pueden implementar las buenas prácticas o mejores técnicas disponibles (numerales 7 y 8, respectivamente), así como el lugar donde se puede realizar el cierre de ciclo de materiales, conforme con lo establecido en la Estrategia de Economía Circular.

Convenciones:

Rojo: entradas, procesos y salidas generadoras de olor
Verde: cierre ciclo de materiales

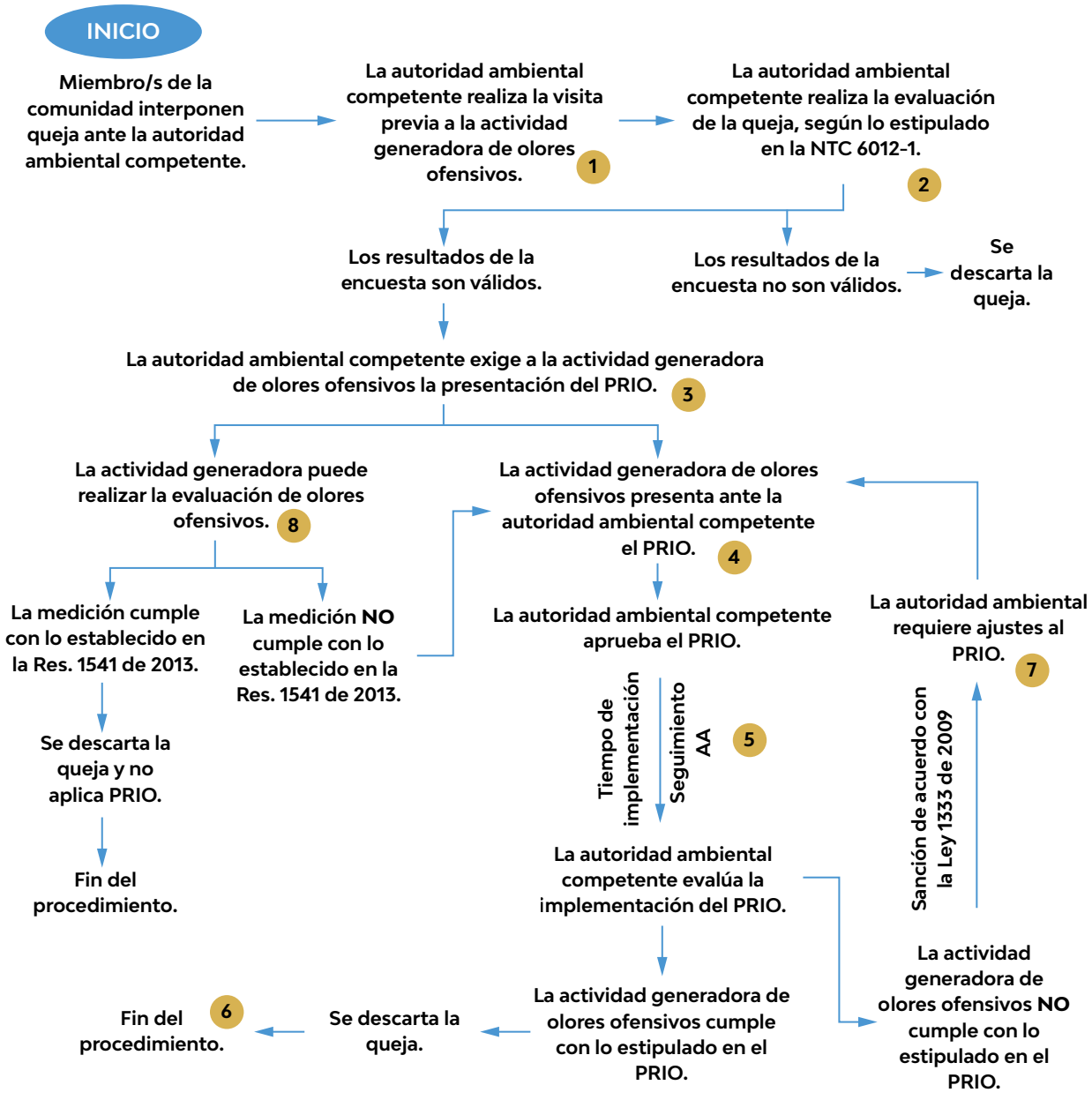


ANEXO B. FORMATO PARA LA RECEPCIÓN DIRECTA DE QUEJAS POR EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS

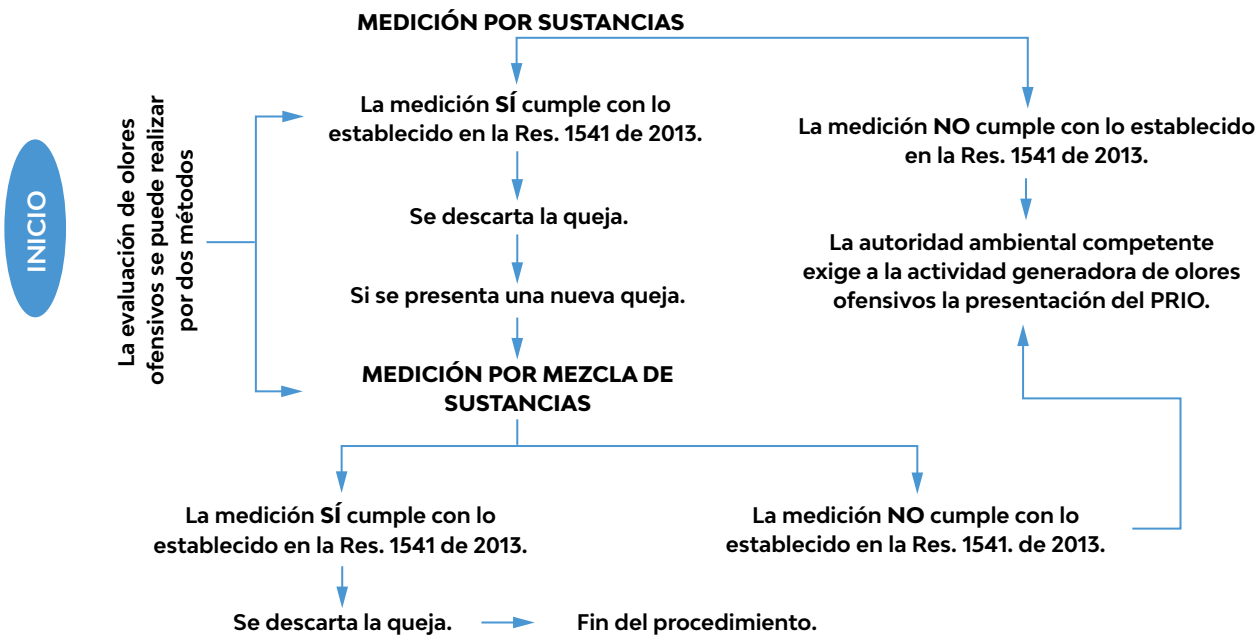
Formato de recepción de quejas por emisión de olores ofensivos		
Instalación avícola	**Fecha de recepción**	**Número de referencia**
Nombre y dirección del reclamante		
Teléfono del reclamante		
Ubicación del reclamante, con respecto a la instalación		
Fecha y hora de la queja		
Fecha, hora y duración del olor ofensivo		
Descripción del olor (comparación con otros olores, fuerte/ suave, continuo/intermitente)		
Comentarios adicionales del reclamante		
Condiciones del clima cuando se presentó el olor ofensivo		
Intensidad y dirección del viento (usar escala Beaufort)		
¿Se han presentado quejas anteriores por el mismo olor ofensivo?		
Información adicional relevante		
Fuentes potenciales de olor que hayan generado la queja		
Condiciones de operación durante el tiempo del olor ofensivo, según la queja		
Seguimiento		
Fecha y hora del contacto con el reclamante		
Acciones tomadas		
Requerimiento de modificación del PRIO		
Diligenciado por		**Firma**
Reclamante		**Firma**

ANEXO C. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE LA RESOLUCIÓN 1541 DE 2013

ESQUEMA 1
PROCEDIMIENTO RESOLUCIÓN 1541 DE 2013



ESQUEMA 2
PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE OLORES OFENSIVOS



OBSERVACIONES ESQUEMA 1	
1	La autoridad ambiental competente contará con 8 días hábiles para realizar la visita previa a la actividad generadora de olores ofensivos, con el fin de verificar condiciones de la actividad.
2	De acuerdo con lo contemplado en la visita, la autoridad ambiental competente contará con 30 días hábiles para realizar la evaluación a la actividad generadora de olores ofensivos.
3	La autoridad ambiental competente contará con 30 días calendario para la expedición de la resolución, mediante la cual se pronunciará sobre la viabilidad o no de exigir a la actividad la presentación del PRIO.
4	Dentro de los 3 meses siguientes a la firmeza de la resolución, el titular de la actividad generadora deberá presentar el PRIO.
5	Tiempo de implementación: Hasta 2 (dos) años para la implementación de buenas prácticas. Hasta 5 (cinco) años para la implementación de mejores técnicas. **Nota:** Durante la implementación del PRIO no se dará lugar a nuevas quejas.
6	El PRIO dará lugar a modificación en los siguientes casos: 1. Cuando se modifiquen los procesos desarrollados por la actividad. 2. Cuando se presente una nueva queja válida y atribuible a la actividad.
7	Modificación del PRIO por única vez.
8	Ver Esquema 2.

GUÍA PARA LA
REDUCCIÓN DE

OLORES OFENSIVOS

EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA

Ambiente

Fonav
Fondo Nacional Avícola

fenavi

Ambiente

Fonav
Fondo Nacional Avícola

fenavi