Formulación de un plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola

Jairo Orlando Hómez Sánchez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Bogotá D.C.
2014

Formulating a plan of good environmental practices for the prevention, control and monitoring of the generation of offensive odors in the poultry subsector

Jairo Orlando Hómez Sánchez

Final work for the degree of
Masters in Environmental Engineering

Head teacher
Dr. Engineering Otoniel Alfonso Sanabria Artunduaga

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Bogotá D.C.
2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____
Firma del presidente del jurado

_____
Firma del jurado

_____
Firma del jurado

Bogotá D.C., octubre de 2014

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Colombia

A los profesores de la Maestría

Al Dr. Otoniel Sanabria Artunduaga

A la Ing. Andrea Vergara

A Diana Vaca Q.

Al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

A los jurados

RESUMEN

Los olores provocados por diversas actividades como la cría y el cuidado de animales en granjas avícolas y porcícolas, plantas depuradoras, vertederos, industrias químicas, Plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros, constituyen una forma de contaminación ambiental, que pueden generar molestias respiratorias y alteraciones psicológicas, que afectan la calidad de vida de las personas. A nivel internacional ha sido posible cuantificar el olor por diferentes tipos de estudios, para ello es necesario recurrir a una evaluación del olor que proporcione datos sobre las propiedades del mismo y la sensación que produce sobre la población afectada.

Para el caso del subsector de avicultura considerado como una fuente generadora de olores, se hace necesario identificar y fomentar unas prácticas de trabajo que se realicen evitando los impactos sobre el medio ambiente (consumo de recursos, vertimientos de aguas residuales, generación de residuos, olores, contaminación y erosión de suelos, entre otros), no sólo preservan el entorno, sino que además pueden implicar un ahorro de costos. Para lo cual se han revisado publicaciones nacionales e internacionales, sobre Buenas Prácticas Ambientales (BPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD) con impacto favorable, tanto sobre los diferentes aspectos medio ambientales que afectan al sector y disponibles desde el punto de vista técnico y económico para proteger de olores ofensivos a la población expuesta. El estudio pretende constituirse como herramienta de ayuda y consulta técnica para las autoridades ambientales y las empresas avícolas.

Las BPA y MTD definidas en este estudio para su aplicación en las actividades de avicultura pueden ser consideradas como una opción viable desde el punto de vista técnico y económico para reducir la contaminación ambiental y dar cumplimiento a las normas relacionadas con el control de olores, evitando costos asociados al monitoreo y medición de los mismos y reduciendo significativamente los conflictos y quejas de las comunidades cercanas a las explotaciones.

Constituyen el inicio de una nueva herramienta de carácter ambiental hasta ahora inexistente en el país, que será de gran utilidad como referente técnico para los actores generadores de olores, que deben dar cumplimiento a las disposiciones normativas en la materia.

En ese sentido, el presente estudio tiene por objeto, establecer las medidas ambientales entendidas como las BPA y/o MTD a implementar en las diferentes fases de las actividades de avicultura, para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos.

La metodología utilizada consistió en revisar el estado de arte e nivel nacional e internacional, en materia de aplicación de Guías de buenas prácticas ambientales, buenas prácticas avícolas, las mejores técnicas disponibles analizadas por la Unión Europea, normatividad aplicable, estadística de quejas por malos olores asociadas a la avicultura.

Desde el punto de vista técnico, se realizó una revisión de las actividades intrínsecas de la avicultura, así como la identificación de impactos ambientales, el manejo y la disposición de residuos líquidos, sólidos y gaseosos; procesos químicos, biológicos y físicos asociados a la generación de olores de estas actividades; sistemas de registro y atención de quejas por impactos ambientales.

Cada una de las MTD y BPA se encuentra desarrolladas en fichas dentro de las cuales se describen sus características generales, aplicabilidad, eficacia ambiental y posibles efectos secundarios; el conjunto de fichas propuestas a nivel integral define un Plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola; adicional a lo anterior se realizó la formulación de una serie de indicadores para el seguimiento, monitoreo y evaluación de costos de las medidas propuestas.

Palabras claves: Avicultura, generación de olores ofensivos, plan de buenas prácticas y mejores técnicas disponibles.

ABSTRACT

Odors caused by various activities such as breeding and care of animals in poultry and swine farms, treatment plants, landfills, chemical plants, treatment plants of wastewater, among others, constitute a form of environmental pollution, that may generate respiratory distress and psychological disorders, which affect the quality of life of people. Internationally has been possible to quantify the smell by different types of studies, for it is necessary to adopt an odor evaluation to provide data on its properties and the sensation on the affected population.

In the case of poultry subsector considered as a source of odors, regarded as a generating source of odors, it is necessary to identify and promote work practices that are carried out avoiding impacts on the environment (resource consumption, vertimeents wastewater, waste, odors, pollution and soil erosion, among others) not only preserve the environment, but also may involve cost savings. For which we have reviewed national and international publications on Good Environmental Practices (GAP) and Best Available Techniques (BAT) with positive impact, both on different environmental issues affecting the industry available from the technical and economic offensive odors to protect the exposed population. The study even pretend constituted as an aid and technical consultation for the environmental authorities and poultry companies.

The GAP and the BAT defined in this study for use in the activities of poultry can be considered as a viable option from a technical and economic standpoint to reduce environmental pollution and comply with standards related to odor control, avoiding costs associated with monitoring and measuring them and significantly reducing conflicts and complaints from communities near farms. Constitute the beginning of a new tool of environmental character hitherto unknown in the country, which will be useful as a technical reference for actors odor generators, which must comply with the provisions normative matter.

In this sense, the present study aims to establish environmental measures understood as the GAP and / or the BAT to implement in phases differences poultry activities for the prevention, control and monitoring of odor generation.

The methodology used was to review the state of art at national and international level, in the application of codes of good environmental practices, good farming practices, best available techniques discussed by the European Union, applicable regulations, statistics odor complaints poultry associated.

From the technical point of view, a review of the intrinsic activities of poultry farming as well as the identification of environmental impacts, the management and disposal of liquid, solid and gaseous wastes was performed; chemical, biological and treasuries processes associated with the generation of odors from these activities; systems for recording and handling complaints by environmental impacts.

Each of the GAP and BAT chip is developed within which describes its general characteristics, applicability, environmental effectiveness and possible side effects; the set of chips proposals comprehensive plan defines a level of good environmental practices for the prevention, control and keep under review the generation of offensive odors in the poultry subsector; Additional to this the formulation a series of indicators for tracking, monitoring and evaluation of costs of proposed actions.

Key words: Poultry, Generation of offensive odors, plan of best practices and best available techniques.

CONTENIDO

RESUMEN IX
ABSTRACT XI
CONTENIDO XIII
GLOSARIO XXII
ABREVIATURAS XXIV
INTRODUCCIÓN 1
ASPECTOS GENERALES 1
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 2
1. MARCO TEÓRICO 6
1.1 MARCO NORMATIVO 6
1.1.1 Normatividad internacional 6
1.1.2 Normatividad nacional 7
1.1.3 Normatividad sector avícola en Colombia 9
1.2 SECTOR AVÍCOLA EN COLOMBIA: CENSOS, PRODUCCIÓN Y CONSUMO 10
1.2.1 Censo Avícola 10
1.2.2 Producción Avícola 11
1.2.3 Consumo de productos avícolas 14
1.3 INSTALACIONES, TÉCNICAS Y PROCESOS PRODUCTIVOS EN GRANJAS AVÍCOLAS 15
1.3.1 Instalaciones y técnicas implementadas en granjas avícolas 15
1.3.2 Procesos productivos del sector avícola 25
1.4 IMPACTOS AMBIENTALES DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD AVÍCOLA 30

1.4.1 Contaminación del agua 32
1.4.2 Contaminación del suelo 36
1.4.3 Contaminación del aire 39
1.4.4 Olores ofensivos 41
1.5 CONSUMOS Y EMISIONES 61
1.5.1 Consumo de Alimentos 61
1.5.2 Emisiones 64
1.5.3 Aplicación de aditivos a la gallinaza 65
1.6 MARCO CONCEPTUAL DE LAS BPA Y MTD EN LA GESTION AMBIENTAL EMPRESARIAL 67
2. RUTA METODOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN DE LAS MTD EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA 73
2.1 ANÁLISIS DE PROCESOS Y ASPECTOS PARA LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA 74
2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 74
2.3 SELECCIÓN DE LAS MTD Y BPA 76
3. RESULTADOS: SELECCIÓN DE MTD Y BPA PARA LA PREVENCIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN EL SUBSECTOR AVÍCOLA 77
3.1 METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADORES DE OLORES OFENSIVOS EN LA AVICULTURA 78
3.1.1 Generalidades sobre metodologías para la evaluación e identificación de impactos ambientales 78
3.1.2 Metodología de identificación y evaluación de impactos ambientales generadores de olores ofensivos en actividades de la avicultura 86
Degradación por mala disposición de aves muertas. 89
3.2 SELECCIÓN DE LAS MTD Y BPA 90
3.2.1 Buenas prácticas ambientales 91
3.2.2 Mejores técnicas disponibles 92
Contribuye al control de la erosión de los suelos, la utilización de material vegetativo da lugar a la producción de biomasa para diferentes aprovechamientos. 97

En instalaciones nuevas y ya existentes, su lugar de aplicación corresponde a toda el área de la granja avícola. 104

3.3. FICHAS DE MTD Y BPA EN LA PREVENCIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS 114

3.4 MONITOREO Y SEGUIMIENTO 122

3.4.1 Análisis de quejas 122

3.4.2 Control de emisiones y consumos 122

4. ANÁLISIS MTD Y BPA SELECCIONADAS PARA LA PREVENCIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN EL SUBSECTOR AVÍCOLA 123

CONCLUSIONES 129

BIBLIOGRAFÍA 131

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Acciones legales emprendidas contra las autoridades ambientales 4
Tabla 2. Implementación de medidas para el manejo de olores ofensivos por diferentes autoridades ambientales 5
Tabla 3. Normativa internacional relacionada con emisión de malos olores 6
Tabla 4. Umbrales para sustancias generadoras de olores ofensivos 9
Tabla 5. Censo Aviar principales departamentos avícolas en Colombia (2012) 11
Tabla 6. PIB por actividad 2010 11
Tabla 7. Valor de la producción 2010 12
Tabla 8. Producción de carne de pollo y huevos a nivel nacional periodo 2010-2013 15
Tabla 9. Técnicas implementadas para controlar la temperatura, ventilación e iluminación 22
Tabla 10. Descripción actividades comunes en los diferentes procesos de producción avícola 29
Tabla 11. Producción y composición de diferentes tipos der excremento 31
Tabla 12. Principales emisiones según los puntos de producción. 39
Tabla 13. Factores que influyen en los niveles de emisión de amoniaco a la atmósfera tras la adición de excremento 40
Tabla 14. Niveles de amoníaco máximos en diferentes instalaciones avícolas 40
Tabla 15. Ácidos grasos de cadena corta (ácido propiónico y acido butírico) 50
Tabla 16.Acroleína 46
Tabla 17. Alquilaminas (etilamina y trietilamina) 46
Tabla 18. Amoniaco 47
Tabla 19. Cetonas (metilisobutil cetona (MIK) y acetona) 47
Tabla 20. Cianuro de hidrogeno 51
Tabla 21. Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) I: Fenol y sus derivados (fenol, cresoles-mezcla de isómeros y xilenol-mezcla de isómeros) 48
Tabla 22. Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) II: Tolueno y derivados (tolueno, xileno-mezcla de isómeros y estireno) 48
Tabla 23.Formaldehido 53
Tabla 24. Haluros de hidrogeno (fluoruro de hidrogeno, cloruro de hidrogeno) 49
Tabla 25. Metil mercaptano 49
Tabla 26. O-Pineno 50
Tabla 27. Otros sulfuros (disulfuro de carbono, dimetil sulfuro, dimetildisulfuro) 50
Tabla 28. Sulfuro de hidrógeno 50
Tabla 29. Tricloroetileno 51
Tabla 30. Umbrales de olor para sustancias olorosas comunes 51
Tabla 31. Descripciones de olores para algunas sustancias 52
Tabla 32. Consumo de pienso para pollo de carne y aves ponedoras 62
Tabla 33. Consumo de agua en explotaciones avícolas. 63
Tabla 34. Consumo de agua en tareas de limpieza 63

Tabla 35. Consumo estimado de energía 66
Tabla 36. Factores de emisión de gases en actividades comunes en los procesos productivos avícolas. 64
Tabla 37. Impactos ambientales contra actividades 88
Tabla 38. Documentos de referencia 90
Tabla 39. Identificación de componente por color 95
Tabla 40. Impactos ambientales contra Fichas de MTD - BPA. 114
Tabla 41. Monitoreo y evaluación de consumos y emisiones 122

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Peticiones quejas o reclamos recibidas por las Corporaciones Autónomas Regionales (2007-2010) relacionadas con olores ofensivos. 3
Gráfica 2. Distribución departamental de producción de huevo Periodo 2012..... 13
Gráfica 3. Consumo per cápita de carne de pollo. Periodo 2010-2013 14
Gráfica 4. Consumo per cápita de huevos. Periodo 2010-2013 14
Gráfica 5. Importancia relativa de las fuentes emisoras de malos olores 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Concentración población aviar en Colombia 13
Figura 2. Diseños comunes del sistema de jaulas en baterías 16
Figura 3. Manejo excremento al interior de los galpones 17
Figura 4. Jaulas acondicionadas 18
Figura 5. Sistema de parque con cama 19
Figura 7. Sistemas de comedero y bebedero al interior de una granja avícola 21
Figura 8. Pollo de engorde, aves ponedoras o producción de huevos 30
Figura 9. Plantas de Beneficio 27
Figura 10. Aves reproductoras, planta de incubación 28
Figura 11. Actividades generales en una granja avícola 34
Figura 12. Respuesta humana al olor en función de la concentración en el aire de las sustancias olorosas 57
Figura13. Parámetro FIDO para la evaluación de molestias generadas por malos olores 58
Figura14. Problemática odorífera originada en los procesos de producción avícola. 59
Figura 15. La P+L y la ecoeficiencia en la prevención en origen de la contaminación 74
Figura 16. Características a evaluar para la selección de las MTD. 72
Figura 17. Proceso para la selección de las MTD. 93
Figura 18. Esquema para el uso de las fichas FMTD – BPA 115

GLOSARIO

Avicultura: rama de la zootecnia que se encarga de la cría y el cuidado en forma técnica y científica de las aves de corral, para obtener el máximo rendimiento de carne y huevos.

Buenas Prácticas Ambientales (BPA): métodos o técnicas que han demostrado consistentemente resultados superiores a los obtenidos con otros medios y que se utilizan como puntos de referencia.

Emisión: descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, proveniente de una fuente fija o móvil.

Gallinaza: excretas de aves, incluye entre otros plumas, cama y restos de alimento.

Mortalidad: número de animales muertos durante el ciclo de producción.

Mejores Técnicas Disponibles (MTD): 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 alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

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

Olor Ofensivo: es el olor, generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicios, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial.

Valorización de residuos: adecuación o transformación de un residuo, para utilizarlo como insumo o materia prima en otros procesos productivos.

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

ABREVIATURAS

ASOCARS: Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales

BATs: Best Available Techniques

BPA: Buenas Prácticas Ambientales.

CAR: Corporación Autónoma Regional.

DBO: Demanda Biológica de Oxigeno.

DQO: Demanda Química de Oxigeno.

FENAVI: Federación Nacional de Avicultores de Colombia.

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario.

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MARM Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

MTD: Mejores Técnicas Disponibles.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

PQR: Peticiones Quejas y Reclamos.

PRIO: Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos

TCL: Tratado de Libre Comercio

WBCSD: World Bussiness Council for Sustainable Development

IPPC: Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

INTRODUCCIÓN

ASPECTOS GENERALES

Las autoridades ambientales de todo el país han identificado entre las causas más recurrentes de quejas continuas por parte de la comunidad, los olores ofensivos procedentes de diferentes actividades como por ejemplo la producción especializada de aves de corral y ganado porcino, las curtiembres, los frigoríficos, el procesamiento de subproductos animales, la producción de abonos, tostado y procesado de café, entre otras.

En este sentido, el desarrollo normativo del país en esta materia ha abordado de forma parcial la problemática asociada a la generación y control de olores ofensivos, mediante su reglamentación y normatividad relacionada con la calidad del aire así como los diferentes impactos producidos por las emisiones de fuentes fijas.

Es necesario complementar estas disposiciones estableciendo los procedimientos para la evaluación efectiva de olores, la determinación de las actividades objeto de control y seguimiento y los lineamientos para la prevención en la generación de olores. Por otra parte, en el mes de marzo de 2010 el Honorable Tribunal Administrativo de Cundinamarca mediante el fallo No. 2009-0179 ordenó al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible reglamentar lo establecido en el Artículo 16 del Decreto 948 de 1995, estableciendo un plazo máximo de un año contado a partir de la finalización de las restricciones contractuales debidas a las elecciones presidenciales de ese año, esto es 21 de junio de 2010.

Por lo anterior, se requiere avanzar en la definición de BPA y/o MTD que bien podrían implementarse en las diferentes fases de las actividades de avicultura, actividad industrial que si bien contribuye a la generación de empleo y a la seguridad

alimentaria gracias a su crecimiento y expansión en diferentes regiones del país, simultáneamente ha incrementado los conflictos con las comunidades por las quejas asociadas a la generación de olores ofensivos.

Para los empresarios de las actividades avícolas es importante contar con instrumentos de buenas prácticas ambientales o mejores técnicas, que les ayude a prevenir y controlar la generación de olores ofensivos en sus procesos productivos, cumplir con la normatividad ambiental y sanitaria, reducir los conflictos con las comunidades vecinas, acceder a mercados internacionales por la implementación de buenas prácticas, promover la autogestión ambiental y ajustar procesos ineficientes que puedan estar generando este tipo de impactos. Las fuentes de generación más usuales en esta actividad son: Sistemas de tratamiento de aguas residuales, producción de fertilizantes, zonas de mezclas y lavados y disposición de mortalidades.

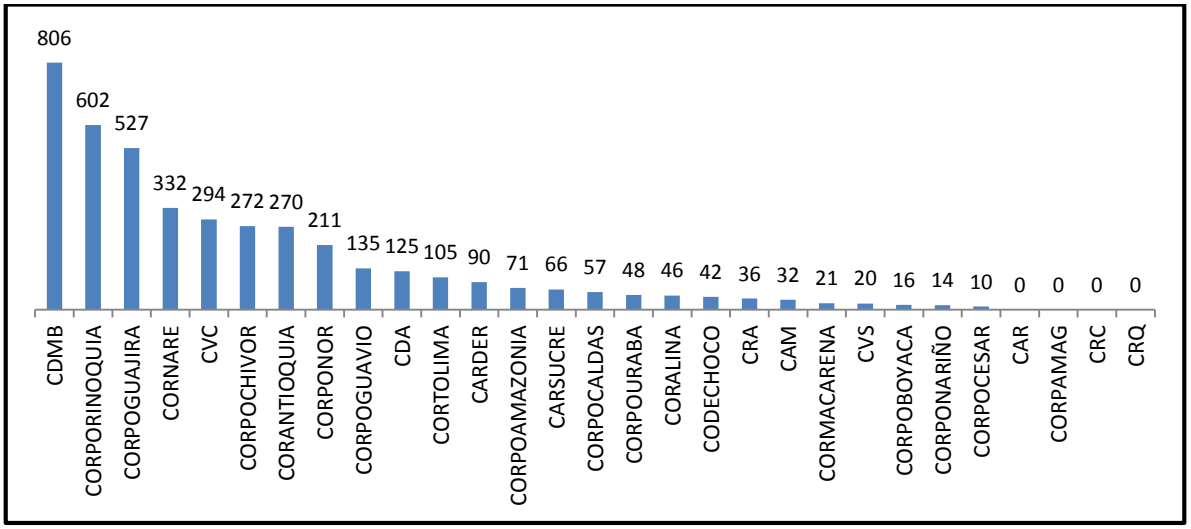
En este contexto, a través de esta tesis se busca contribuir al mejoramiento ambiental del subsector de la avicultura que por su naturaleza es considerado generador de olores ofensivos, así como reducir los efectos molestos sobre las comunidades y brindar herramientas técnicas para el control y seguimiento ambiental de las autoridades.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los olores provocados por diversas actividades como explotaciones de ganado, granjas avícolas y porcícolas, depuradoras, vertederos, industrias químicas, plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros, constituyen una forma de contaminación ambiental, que pueden generar molestias respiratorias y alteraciones psicológicas, que afectan la calidad de vida de las personas. A nivel internacional ha sido posible cuantificar el olor por diferentes tipos de estudios, para ello es necesario recurrir a una evaluación del olor que proporcione datos sobre las propiedades del mismo y la sensación que produce en la población afectada. Dado que el subsector de avicultura es considerado como foco de olores ofensivos se requiere definir la aplicación de un plan de buenas prácticas ambientales que permitan prevenir, controlar y gestionar éstas emisiones con el objetivo de proteger de olores ofensivos a la población expuesta.

De acuerdo con la información reportada por las Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades Ambientales (Ver Grafica1), todas han recibido y atendido peticiones, quejas o reclamos (PQR) en los últimos años relacionadas con olores ofensivos a excepción de CORPAMAG, notándose un significativo aumento de 2010 a 2013, principalmente en las Corporaciones Autónomas Regionales de CDMB, CORPORINOQUIA y CORPOGUAJIRA con más de 500 PQR, y las Autoridades Ambientales, DAGMA, AMVA y SDA con más de 600 PQR. Por lo anterior, han dispuesto múltiples medios para la recepción de las mismas, principalmente Página Web, Correo electrónico, Comunicación escrita y Comunicación telefónica, y se han establecido procedimientos como la Recepción, Evaluación inicial, Registro / Sistematización, Atención o respuesta, Requerimiento de medidas de control, Seguimiento y Archivo, para la atención de cada caso, en su mayoría disponiendo de más de seis funcionarios de la entidad y en menor proporción dos funcionarios. La información recolectada ha sido sistematizada en su mayoría, mediante bases de datos en “Office Excel” y en menor grado, en aplicativos especialmente diseñados (ASOCARS, 2013).

Gráfica 1. Peticiones quejas o reclamos recibidas por las Corporaciones Autónomas Regionales (2007-2010) relacionadas con olores ofensivos.



Fuente: (ASOCARS, 2013)

Las acciones legales emprendidas en contra de las autoridades ambientales que puedan estar asociadas a olores ofensivos, corresponden en su mayor parte a las acciones de tutela seguido de las acciones de cumplimiento y en menor proporción las acciones populares (Ver tabla 1).

Tabla 1. Acciones legales emprendidas contra las autoridades ambientales

Autoridad Ambiental	Acción de tutela	Acción de cumplimiento	Acción popular	Otro
CAM	-	-	3	3
CAR	-	2	1	-
CARSUCRE	-	-	2	-
CDA	1	-	1	-
CORPOCADAS	12	-	5	-
CORPOCHIVOR	-	-	1	-
CORPONOR	5	-	-	-
CVC	1	-	-	-
SDA	2	-	1	-
Total	21	2	14	3

Fuente: (ASOCARS, 2013)

De acuerdo con la información reportada por las Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades Ambientales, las actividades que más se encuentran asociadas a la generación de olores ofensivos corresponden en su orden a: Rellenos sanitarios y sitios de disposición de residuos, Cría y sacrificio de cerdos, Plantas de tratamiento o cuerpos de aguas residuales, Cría y sacrificio de aves, Industrias de procesamiento de cueros (curtiembres), Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal y sus derivados, Cría y sacrificio de ganado, Industria de procesamiento de carne y sus derivados (harina, aceites, concentrados), Industrias químicas (incluye el uso de solventes) y Estaciones de servicio, siendo las zonas más afectadas, el espacio público en general, principalmente parques o zonas de recreación en zona urbana y zonas comerciales. Por otra parte, fue pertinente indagar en que medio se encuentra disponible la información sobre la identificación de las zonas, encontrando que en su mayoría no está disponible, sin embargo, en menor proporción las diferentes entidades encuestadas realizan informes. (ASOCARS, 2013).

En consideración a la información reportada por las Autoridades Ambientales, en la Tabla 2 se relacionan de manera textual las medidas que han sido implementadas por algunas de estas.

Tabla 2. Implementación de medidas para el manejo de olores ofensivos por diferentes autoridades ambientales

Autoridad Ambiental	Medida
AMVA	Por lo general en los restaurantes la implementación de sistemas de extracción con filtros de carbón activado, y las carpinterías, adecuación de cabinas de pintura son sistemas de extracción con filtros. Se han realizado pruebas de olfatometría y a partir de allí se han implementado enmascarantes, y sistemas de aspersión manual y automática con aplicación de ozono.
CARSUCRE	Manejo adecuado de los residuos
CDA	Traslado de sitios
CDMB	Se han implementado todas las medidas estipuladas en el numeral anterior
CODECHOCO	Mantenimiento de las redes de alcantarillado y lavado, y limpieza de corrales criadero de cerdos.
CORALINA	Sistema de camas profunda y buenas prácticas de producción (para el caso de actividad porcícola)
CORNARE	Encerramiento de las instalaciones, eliminación de hornos, mejoramiento de las técnicas de producción
CORPOCADAS	Mejoramiento de los procesos, procesos de absorción pero sin el resultado esperado, postcombustión.
CORPOCHIVOR	Requerimientos de manejo de vertimientos y residuos sólidos
CORPOGUAJIRA	Requerimientos y Sanciones
CORPOGUAVIO	Manejo de residuos peligrosos, agroquímicos y convencionales
CORPORINOQUIA	Barreras Vivas, educación ambiental.
CORPOURABA	Aplicación de los POT para la ubicación adecuada de los diferentes establecimientos de comercio y/o actividades económicas
CVC	Convenios de producción más limpia
DADMA	Sistemas de Control dentro de los procesos que realice la empresa, como los extractores.
DAGMA	Medidas como la instalación de ductos, campanas extractora, filtros, cerramiento de las fuentes generadoras de olores, cambios en el sistema de combustión en el caso de establecimientos con actividad de preparación de alimentos, entre otras han sido las medidas presentadas al DAGMA, como medida de mitigación.
SDA	Enmascaramiento, sistemas de control, reubicación,

Fuente: (ASOCARS, 2013)

En cuanto al contexto económico Colombiano y en el marco de la firma de diferentes Tratados de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos, la Unión Europea, Canadá, Corea, entre otros, el País debe implementar técnicas productivas reconocidas a nivel mundial que le permitan cumplir con los estándares internacionales establecidos, logrando de esta manera enfrentar la competencia en el mercado interno, aprovechar las oportunidades que se abren en diferentes mercados externos y contribuir al crecimiento y desarrollo del país.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 MARCO NORMATIVO

La calidad del aire se ha convertido en una cuestión de gran importancia para el bienestar social así como para la conservación y gestión ambiental, con una relevancia equiparable a las problemáticas sociales y económicas, lo cual se evidencia en la formulación y aplicación de normativa referente al control de la producción y manejo de olores ofensivos a nivel internacional y nacional.

1.1.1 Normatividad internacional

A nivel internacional diversos países se han encargado de adoptar una serie de leyes, normas, así como actas a nivel interno que buscan reglamentar y frenar la emisión de malos olores; a continuación se presenta la normativa asociada a diferentes países:

Tabla 3. Normativa internacional relacionada con emisión de malos olores

País o Región	Normativa
Estados Unidos	-Prohibiciones para la realización de actividades relacionadas con la cría y explotación de ganado en confinamiento, dentro de ciertos sitios, delimitando zonas perimetrales y adoptando unas distancias mínimas entre los lugares de producción y la población o zonas residenciales más cercanas. - Implementación de alta tecnología en grandes industrias que permite reducir y controlar la emisión de olores ofensivos.
Centro América	-No existe una normativa específica relacionada con la emisión y control de olores ofensivos; a nivel general el tema ambiental es considerado en la Constitución Política de cada uno de los países. - Para cada país en relación a sus particularidades se han aplicado una serie de instrumentos normativos tales como reglamentos, decretos y normas relacionadas con la evaluación del impacto ambiental derivado de la ejecución de diferentes proyectos. - Elaboración las Guías Sectoriales: Instrumentos de Gestión Ambiental para Centroamérica, como un instrumento simplificado de evaluación ambiental para actividades catalogadas de moderados y bajos impactos ambientales.

País o Región	Normativa
Unión Europea y España	-Se comienza a abordar la problemática de olores en Europa en 1970, pero toma mayor relevancia con la presentación en 1995 de una normativa técnica sobre la medición de olores por métodos olfatométricos, EN 13.725 aprobada en el 2003. - Esta norma define un método para la determinación objetiva de la concentración de olor de una muestra gaseosa usando olfatometría dinámica con evaluadores Humanos y de la velocidad de emisión de olores que emanan variadas fuentes. Utiliza como base de medida las unidades de olor europeas (UOE). -En tanto, la legislación española como primera referencia de importancia está en la Ley 38/1972 de protección del ambiente atmosférico, que exige la adopción de medidas para mantener la calidad y pureza del aire, determinando los niveles de inmisión, entendiendo como tales los límites máximos tolerables de presencia en la atmósfera de cada contaminante, aisladamente o asociado con otros.
Holanda	La experiencia en el tema de olores comenzó en los años 80' y tomó mayor fuerza a mediados de los 90'. El protocolo consistió fundamentalmente en recopilar la información básica necesaria de cada una de las quejas por malos olores recibidas en los ayuntamientos (situación del vecino que se queja, hora del día, duración de la molestia, tipo de olor, etc.). A partir de estos cuestionarios y con los datos de los mapas de olores existentes en la zona, se establecieron los valores máximos de concentración en inmisión, dando como resultado la elaboración del mencionado método NVN 2.820. Los niveles máximos se establecen en UO/m3 y percentiles. Esto fue el resultado de los estudios realizados sobre quejas de la población, en los que se demostró que los principales factores responsables de las quejas eran la concentración de olor y el tiempo de exposición. Sin embargo, en 1994 el Parlamento decidió abandonar los valores propuestos en esta guía. El principal argumento era que los límites anteriormente mencionados eran considerados excesivamente estrictos y, sobre todo, porque no tenían en cuenta el tipo de olor emitido y su carácter hedónico (que define el mayor o menor rechazo a un determinado olor), ni la concentración de olor de fondo de una determinada zona. La nueva política concede mayores responsabilidades a las autoridades municipales. El ministro notificó en 1995, la nueva política holandesa sobre malos olores. Este documento es actualmente la guía de referencia para todos los ayuntamientos en Holanda.
Alemania	El instrumento de regulación de olores en Alemania es la Guía sobre el Olor al Aire Ambiente de 1999, que corresponde a la versión de la Directiva de olores de 1994. En esta Guía se señalan dos métodos básicos para determinar la frecuencia de olor. Primero, las medidas de campo con paneles y segundo, el uso de modelos de dispersión. La Guía Alemana VDI 3940, establece los lineamientos y estándares para la determinación de olores en el medio ambiente utilizando paneles (miembros). El parámetro de medición introducido es el "porcentaje de tiempo de olor", el cual representa cuan frecuente los odorantes en el aire ambiente exceden un umbral de reconocimiento de manera que se hace definitivamente identificable por el observador.

Fuente: Elaboración propia.

1.1.2 Normatividad nacional

En la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 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.

En el Capítulo V se define el Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos (PRIO) y establece en el Artículo 8°, los contenidos del plan:

- Localización y descripción de la actividad.
- Descripción, diseño y justificación técnica de la efectividad de las BPA o las MTD por 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.

En el Artículo 9° se indica que las Buenas Prácticas Ambientales (BPA) o las (MTD) implementadas en el PRIO serán objeto de evaluación y seguimiento por parte de la autoridad ambiental competente durante el desarrollo de la actividad generadora del olor ofensivo.

Para el año 2006 y mediante la Resolución 601 se establece la *Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia*, dentro de la cual se estipulan los Niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales y umbrales para las principales sustancias generadoras de olores ofensivos, cuyos valores se presentan en la Tabla 4; así como los procedimientos de medición de la calidad del aire. De manera posterior se hicieron modificaciones a la anterior, mediante la Resolución del Ministerio de Ambiente 610 de 2010.

En el año 2011 se publicó por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el Proyecto de Resolución sobre Olores Ofensivos, dentro del cual se establece un plan para la reducción de su impacto, los niveles permisibles o de inmisión para estas sustancias, los procedimientos para la determinación de su concentración, así como los sistemas de control de emisiones de los mismos. Dentro de esta normativa se evidencia la intención por parte de las entidades encargadas de ejercer un mayor control sobre las empresas generadoras de olores ofensivos, estableciendo criterios para la evaluación de los mismos así como ajustando y reglamentando el uso de buenas prácticas para su mitigación.

Tabla 4. Umbrales para sustancias generadoras de olores ofensivos

CONTAMINANTE	UMBRAL (µG/m^3)
Acetaldehído (C_2H_4O)	380
Ácido Butírico ($C_4H_8O_2$)	4,0
Amoniaco (NH_3)	35,0
Clorofenol (C_6H_5ClO)	0,1
Dicloruro de Azufre (SCl_2)	4,2
Etil mercaptano (C_2H_5SH)	0,5
Etil acrilato ($C_5H_8O_2$)	2,0
Estireno (C_8H_8)	200
Monometil amina (CH_5N)	27,0
Metil mercaptano (CH_3SH)	4,0
Nitrobenceno ($C_6H_5NO_2$)	24,0
Propil mercaptano (C_3H_8S)	22,0
Butil mercaptano ($C_4H_{10}S$)	3,0
Sulfuro de dimetilo (C_2H_5S)	5,0
Sulfuro de hidrógeno (H_2S)	7,0

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010)

Por otro lado, considerando el número de quejas recibidas relacionadas con la generación y percepción de olores ofensivos, se evidencia un conflicto existente entre el uso establecido del suelo y su uso real; por lo cual se hace necesario constatar que las actividades avícolas se encuentran localizadas en un sector compatible para ese tipo de actividades con relación a los usos del suelo establecidos por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente. Mediante la elaboración del POT cada municipio en ejercicio de su autonomía y considerando sus dinámicas de crecimiento demográfico y económico se debe encargar de delimitar la clasificación de su territorio en suelo urbano, rural y de expansión urbana, con su correspondiente fijación del perímetro urbano, reglamentando de manera específica los usos del suelo permitidos para cada una de las clasificaciones propuestas. (Ley 388).

1.1.3 Normatividad sector avícola en Colombia

A continuación se presenta un resumen de la normativa nacional que regula el sector avícola en el país:

Reglamento y Control Técnico:

- Resolución 4287/2007. Reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad carne
- Circular Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Uso de la gallinaza y pollinaza para la fabricación de fertilizantes orgánicos y acondicionadores de suelos.
- Resolución 1056/1996. Control Técnico de los Insumos Pecuarios.
- Resolución 1476/1976. Control de la *Salmonellosis* en las aves de corral.
- Resolución 1023 del 28 de julio del 2005 "*Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación"* se reglamenta el uso de la "Guía ambiental para el subsector avícola", la cual se constituye en el documento de consulta, referente técnico, conceptual, metodológico y procedimental para el desarrollo de sus actividades (ICA, 2005).
- Resolución 000957 de 2008 *"Por la cual se norman las medidas de Bioseguridad en las Granjas Avícolas comerciales y granjas avícolas de autoconsumo en el Territorio Nacional*". Modificada en la Resolución 003642 del 21 de agosto del 2013.

Medidas Sanitarias Registro Prevención y Control

- Ley 101/1993. Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero.
- Ley 1659 de 2013. Sistema Nacional de Identificación, Información y Trazabilidad Ambiental.
- Resolución 003654/2009. Se adopta el programa para el control y erradicación de la enfermedad de Newscastle.
- Resolución 003655/2009. Se adopta el programa de prevención y vigilancia de la Influenza Aviar en Colombia.

1.2 SECTOR AVÍCOLA EN COLOMBIA: CENSOS, PRODUCCIÓN Y CONSUMO

1.2.1 Censo Avícola

En el año 2012 el ICA llevó a cabo la elaboración del Censo Aviar en Colombia, la población de aves distribuidas en diferentes tipos de explotación la conforman

160’967.905, población concentrada principalmente en los departamentos del Valle, Santander, Cundinamarca y Antioquia los cuales albergan el 72% de la población aviar (Tabla 5); en la Figura 1 se observa la distribución de ésta población a lo largo del territorio nacional.

Tabla 5. Censo Aviar en los principales departamentos en Colombia (2012)

Departamento	Aves engorde	Aves de levante postura	Aves postura	Aves reproductoras	Aves traspatio	Total	Total granjas
Antioquia	6.600.862	451.121	3.142.011	158.702	3.203	10.355.899	283
Boyacá	1.094.910	117.561	621.897	299.988	50.350	2.184.706	309
Cauca	1.676.889	0	3.435.690	46.000	0	5.158.579	187
Cundinamarca	18.717.166	153.000	8.802.969	1.164.034	0	28.837.169	1.569
Distrito capital	97.450	0	290.000	0	0	387.450	4
Nariño	1.651.140	6.100	17.400	37.500	845.298	2.557.438	188
Santander	22.152.250	742.050	9.248.400	2.171.390	681.240	34.995.330	1.104
Valle del Cauca	10.754.746	284.700	7.268.612	1.372.510	20.385.169	40.065.737	545
TOTAL NACIONAL	**83.504.888**	**2.848.360**	**39.662.457**	**5.593.924**	**24.429.280**	**156.038.909**	**5.758**

Fuente: (ICA, 2012)

1.2.2 Producción Avícola

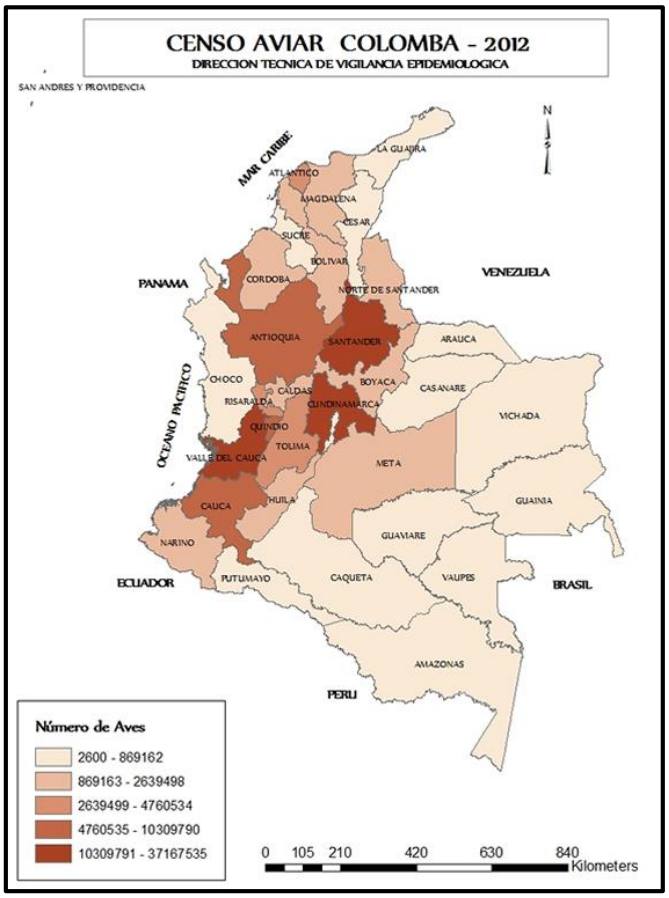
La industria avícola colombiana se ha consolidado en los últimos años como uno de los subsectores más importantes de la economía nacional. El producto interno bruto (PIB) avícola representa el 0.23% del PIB nacional, y aproximadamente el 3.49% del PIB agropecuario (FENAVI, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). En la Tabla 6 se puede observar el comportamiento del subsector frente a las cifras nacionales.

Tabla 6. PIB por actividad 2010

PIB por actividad 2010 (millones de dólares corrientes)		
PIB	VALOR	PARTICIPACIÓN
Nacional	288.761	0,23%
Agropecuario	18.724	3,49%
Pecuario	6.320	10,33%
Avícola	653	100%

Fuente: (DANE y FENAVI, 2010)

Figura 1. Concentración población aviar en Colombia



Fuente: (ICA, 2012)

Algunas cifras preliminares sobre el valor de la producción de algunos alimentos en el 2010 se muestran en la Tabla 7:

Tabla 7. Valor de la producción 2010

Valor de la Producción 2010 (millones de dólares corrientes)	
PIB	VALOR
Ganado Bovino*	5.055
Porcinos	2.149
Avicultura	3.643

Fuente: (DANE y FENAVI. *Incluye leche]

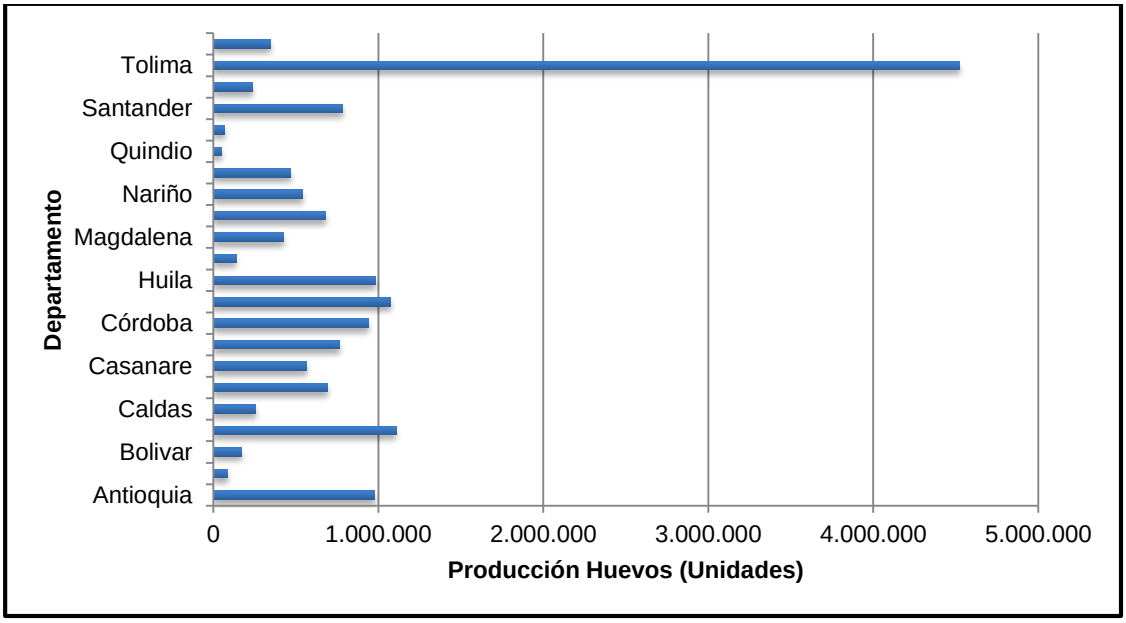
La producción anual de carne de pollo y huevos se presenta en la Tabla 8 para el período 2010- 2013, en cuanto a la zonificación a nivel departamental de esta producción, solo se encuentra información sobre la producción de huevo, a nivel departamental. (FENAVI, 2014). En la Encuesta Nacional Agropecuaria- 2012, sobresalen los departamentos de Tolima, Boyacá, Cundinamarca y Huila los cuales suman aproximadamente el 50% de la producción nacional. (Gráfica 2).

Tabla 8. Producción de carne de pollo y huevos a nivel nacional periodo 2010-2013

Año	Producción Carne de Pollo (Toneladas)	Producción Huevos (Unidades)
2010	1'066.943	9.749'348.773
2011	1'074.959	10.662'106.020
2012	1'112.246	10.605'722.940
2013	1'275.515	11.127'476.083

Fuente: (FENAVI, 2014)

Gráfica 2. Distribución departamental de producción de huevo Periodo 2012.

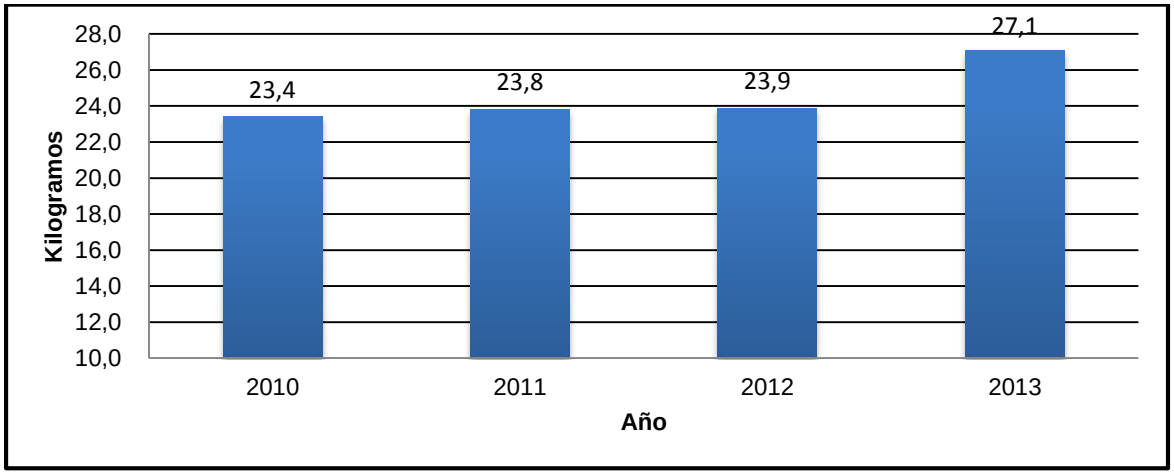


Fuente: (DANE, 2012)

1.2.3 Consumo de productos avícolas

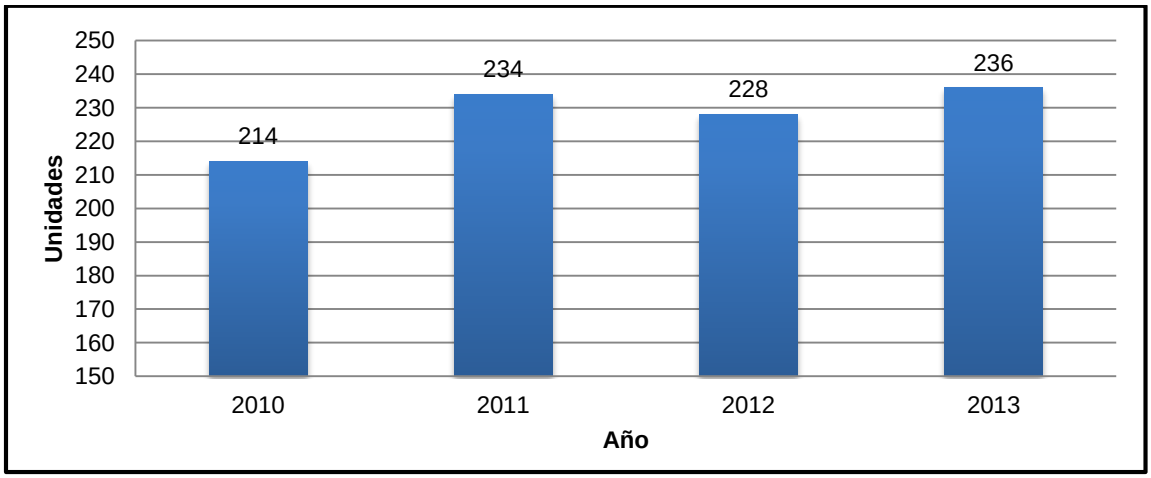
El consumo de carne de pollo para el año 2012 fue de 23,9 Kg por habitante, mientras el consumo de huevo para el mismo año fue de 228 unidades; según los datos consultados en FENAVI, el sector avícola ha presentado un comportamiento constante en el período 2010- 2012, teniendo lugar un incremento considerable del consumo de productos avícolas en el año 2013. En la gráfica 3 y gráfica 4 se presenta la evolución del consumo per cápita de carne de pollo y huevos respectivamente. (FENAVI, 2014).

Gráfica 3. Consumo per cápita de carne de pollo. Periodo 2010-2013



Fuente: (FENAVI, 2014)

Gráfica 4. Consumo per cápita de huevos. Periodo 2010-2013



Fuente: (FENAVI, 2014)

1.3 INSTALACIONES, TÉCNICAS Y PROCESOS PRODUCTIVOS EN GRANJAS AVÍCOLAS

1.3.1 Instalaciones y técnicas implementadas en granjas avícolas

El componente esencial, dentro del cual ocurren la mayoría de actividades productivas llevadas a cabo en una granja avícola lo constituye el sistema de estabulación o sitio de alojamiento de los animales. A su vez el sistema de estabulación presenta los siguientes elementos:

- Tipo de estabulación de los animales.
- Sistema de retirada y almacenamiento (interno) del excremento.
- Equipo utilizado para controlar la temperatura interna.
- Equipo empleado para alimentar y dar de beber a las aves

Otros componentes importantes de las instalaciones de una granja avícola los constituyen las zonas de almacenamiento de alimento, excremento, animales muertos y residuos. El número de aves por unidad de superficie varía en consideración al sistema de explotación usado; en sistemas de jaulas con batería se alcanzan densidades de hasta 30-40 aves/m^2, en sistemas alternativos, en el suelo con cama de paja la densidad es de aproximadamente 7 aves/m^2, y en jaulas acondicionadas de unas 12-13 aves/m^2. La concentración de un gran número de aves en un espacio muy reducido origina desviaciones en las pautas de conducta típica de las aves, ocasionando daños físicos y problemas de comportamiento (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

1.3.1.1 Alojamientos en jaulas

Sistemas de jaulas en batería

Los sistemas de batería se componen de construcción de galpones, diseño y disposición de jaulas y recogida, eliminación y almacenamiento de gallinaza.

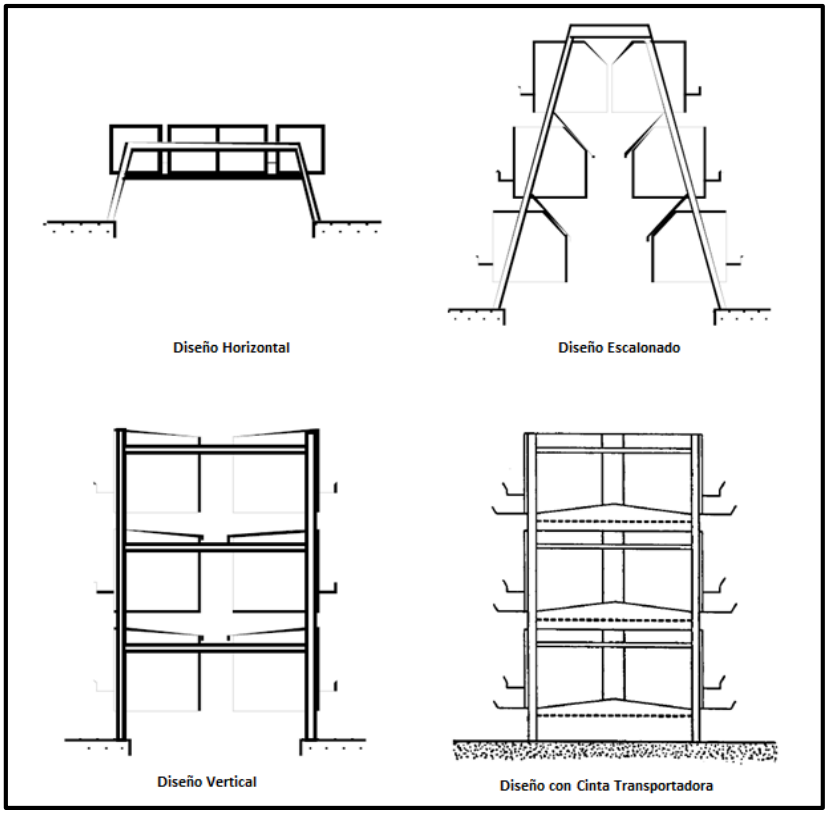
Los galpones pueden ser construidos en diferentes materiales y pueden estar diseñados sin sistemas de iluminación, pero en todos los casos han de contar con ventilación, cerca al galpón o conectado al mismo se localizan las instalaciones de

almacenamiento de pienso. Existen principalmente cuatro sistemas de jaulas, en relación al diseño de las baterías: horizontal, escalonado, vertical (tipo california) y batería con cinta transportadora. (Figura 2). (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Éstas estructuras pueden tener hasta 8 niveles ordenadas en hileras de hasta 50 m, las jaulas comunes tienen unas dimensiones de 450mm x 450mm x 460 mm y albergan alrededor de 3 a 6 aves; se encuentran equipadas con un abrevadero y la instalación correspondiente para la alimentación automática de las aves. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Dentro de estas instalaciones los excrementos de las aves son retirados en cintas o con palas, o caen por el fondo de las palas a la parte posterior. En cuanto a su gestión se distinguen básicamente dos modos de recogida y almacenamiento: Instalaciones con almacenamiento de excremento en la zona de jaulas y zonas separadas para las jaulas y el almacenamiento de excremento.

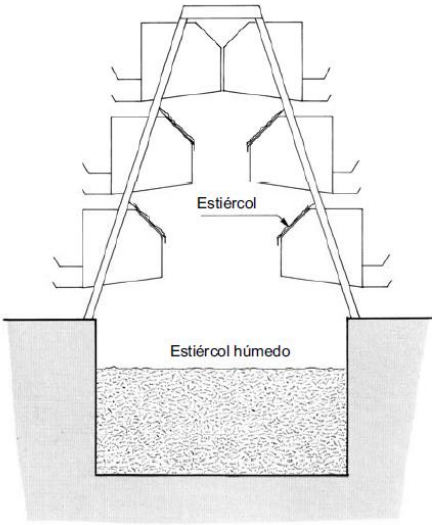
Figura 2. Diseños comunes del sistema de jaulas en baterías



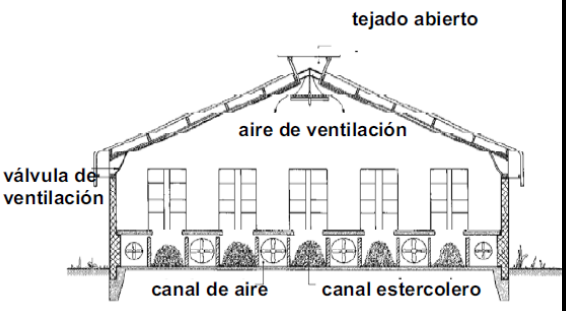
Fuente: Adaptado de (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

En cuanto al manejo del excremento al interior del galpón se presentan los siguientes sistemas (Figura 3).

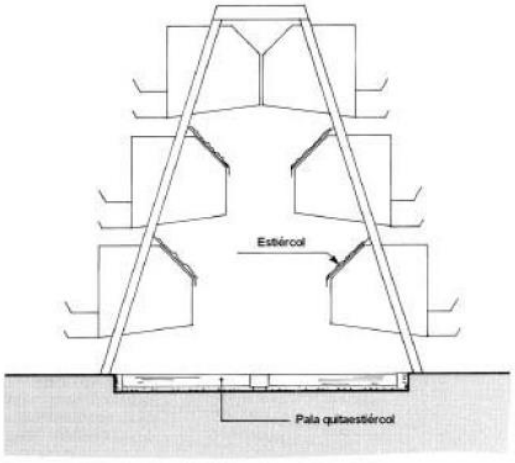
Figura 3. Manejo excremento al interior de los galpones



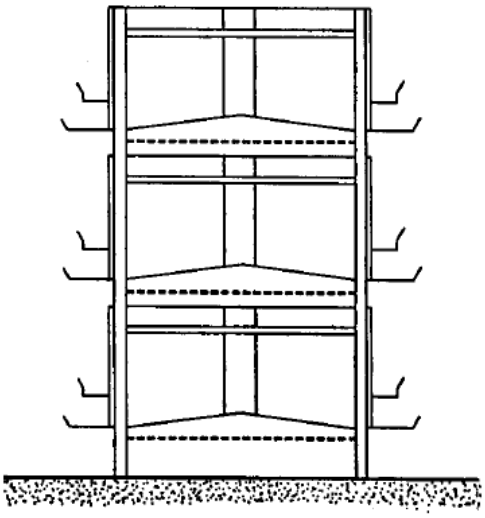
Sistema de almacenamiento abierto de excremento bajo las jaulas:
Excremento cae al canal estercolero situado bajo las jaulas y caen por gravedad o son retirados manual o mecánicamente.



Sistema con fosa de excremento o elevado:
Las jaulas se localizan sobre la fosa de almacenamiento a una altura entre 180 a 250 cm, el sistema se encuentra formado por canales estercoleros de unos 100 cm de ancho.



Sistema de batería con retirada de gallinaza mediante una pala quita estiércol hasta un depósito cerrado:
Excremento cae sobre una placa bajo las jaulas, de allí pasa al canal estercolero, la gallinaza es retirada de forma regular y almacenada.



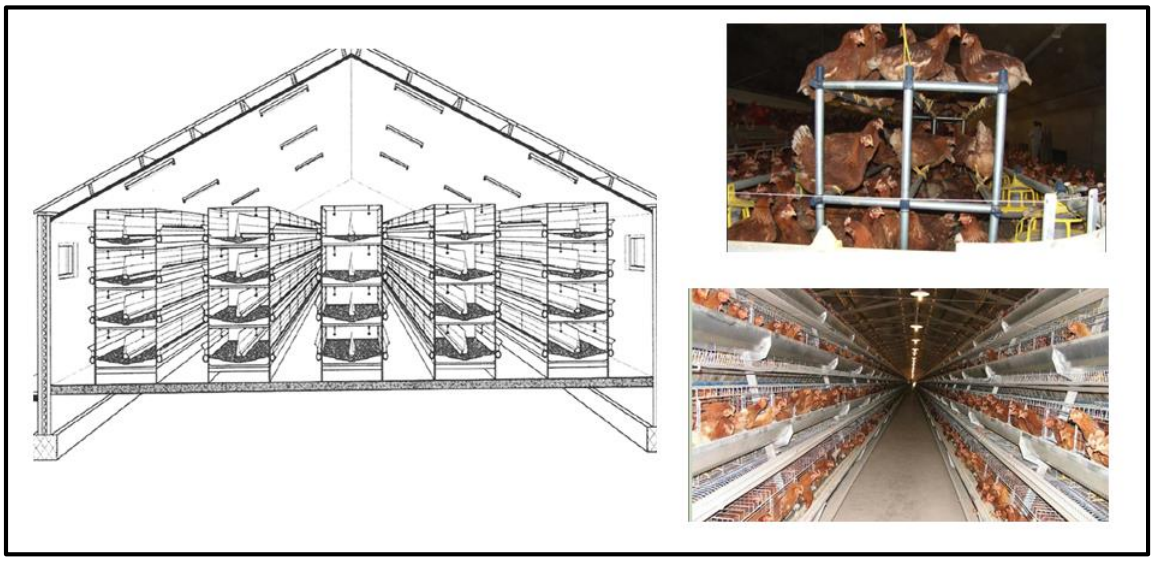
Sistema de batería con cinta con retirada frecuente de excremento:
Excremento es recogido con cintas transportadoras localizadas gajo las jaulas y transportadas a un estercolero semanalmente.

Fuente: Elaborado a partir de (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

Jaulas acondicionadas

Constituye un sustituto de los sistemas de jaula usualmente usados, se encuentra provista de diferentes estructuras que estimulan una conducta adecuada en las aves: cama compuesta por cascarilla de arroz, aserrín, y cascarilla de café, aseladeros y nidal. Las jaulas se encuentran construidas con tela metálica con malla frontal horizontal o barras (Figura 4). (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Figura 4. Jaulas acondicionadas



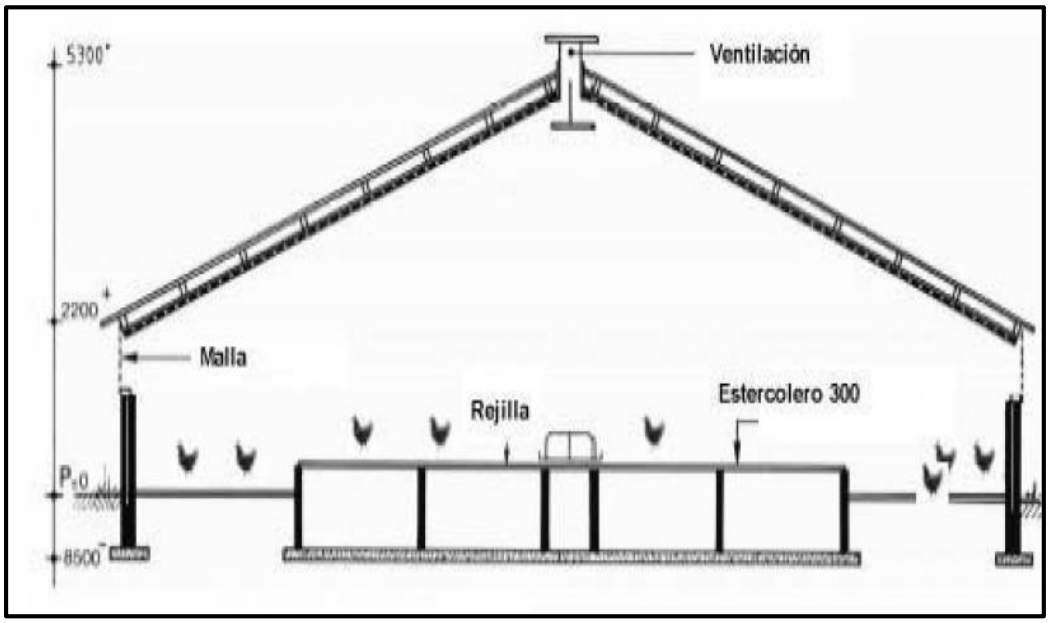
Fuente: Disponible en: http://www.nairaland.com/

1.3.1.2 Alojamientos sobre suelo

Sistema de parque con cama

Gallinas se ubican dentro del galpón, los cuales se encuentran aislados térmicamente y poseen ventilación forzada. Poseen un estercolero el cual se encuentra cubierto con enrejados de madera o material artificial, el nido, la instalación de alimentación y el bebedero se encuentran sobre el enrejado para mantener limpio la zona de la cama. El excremento es recogido en una fosa (Ministerio de Medio Ambiente, 2004). (Figura 5).

Figura 5. Sistema de parque con cama



Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

Sistema de aviario

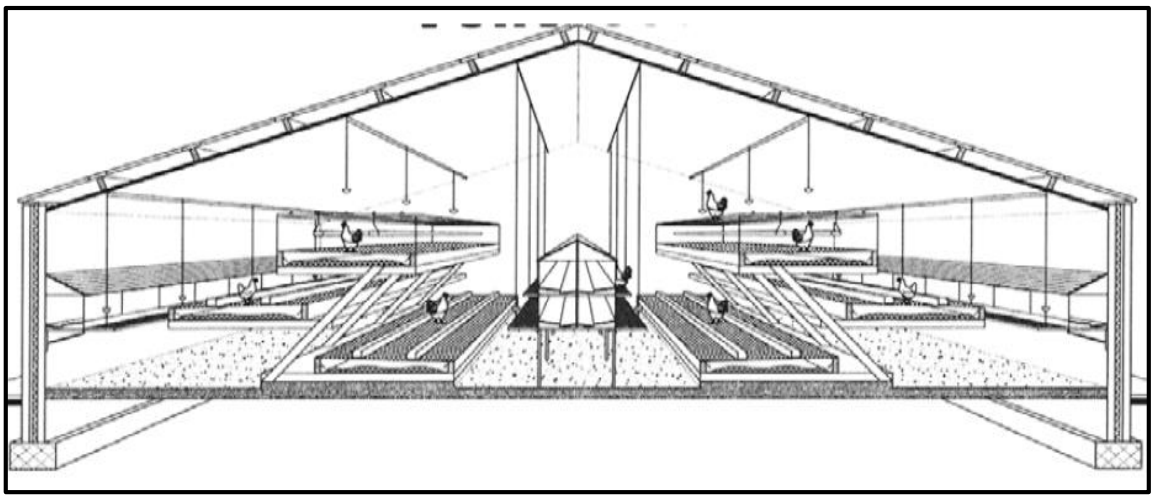
Es una construcción con aislamiento térmico y ventilación forzada, las aves se mantienen en grandes grupos, y el área se encuentra dividida en zonas específicas: zona de alimentación, de descanso, abrevadero, entre otras. Las aves pueden utilizar diferentes niveles lo que permite aumentan la capacidad de la instalación. Los excrementos son llevados a través de cintas a contenedores, canal estercolero o fosa (Figura 6). (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

1.3.1.3 Alimentación

Formulación de alimento:

La calidad de la alimentación condiciona la calidad del producto a obtener; el alimento o mezcla utilizado debe suplir las necesidades de las aves y brindar los niveles de energía y nutrientes necesarios. Los alimentos generalmente usados están compuestos por cereales y subproductos, semillas y subproductos, soya o productos de origen animal. Se debe garantizar suministrar aminoácidos esenciales a las aves así como calcio (Ca) y fósforo (P).

Figura 6. Sistema de aviario



Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

Para que la alimentación de los animales sea eficiente deben recibir los niveles que necesitan de energía neta, aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas para un correcto crecimiento y engorde. La alimentación de los pollos de carne suele dividirse en tres fases, en las que el nivel de proteína bruta va disminuyendo.

Las características físicas de los estiércoles ganaderos, así como la composición de los mismos y de las deyecciones animales (su principal componente) presentan variaciones importantes asociadas principalmente a la especie de producción, tipo de explotación (estructura poblacional de los animales, tipo de alojamiento o cama), tipo de alimentación y el grado de dilución de las deyecciones en agua.

La calidad y composición del estiércol, así como la forma en que se almacena y maneja, son los principales factores determinantes de los niveles de emisión de sustancias potencialmente contaminantes procedentes de la actividad ganadera intensiva.

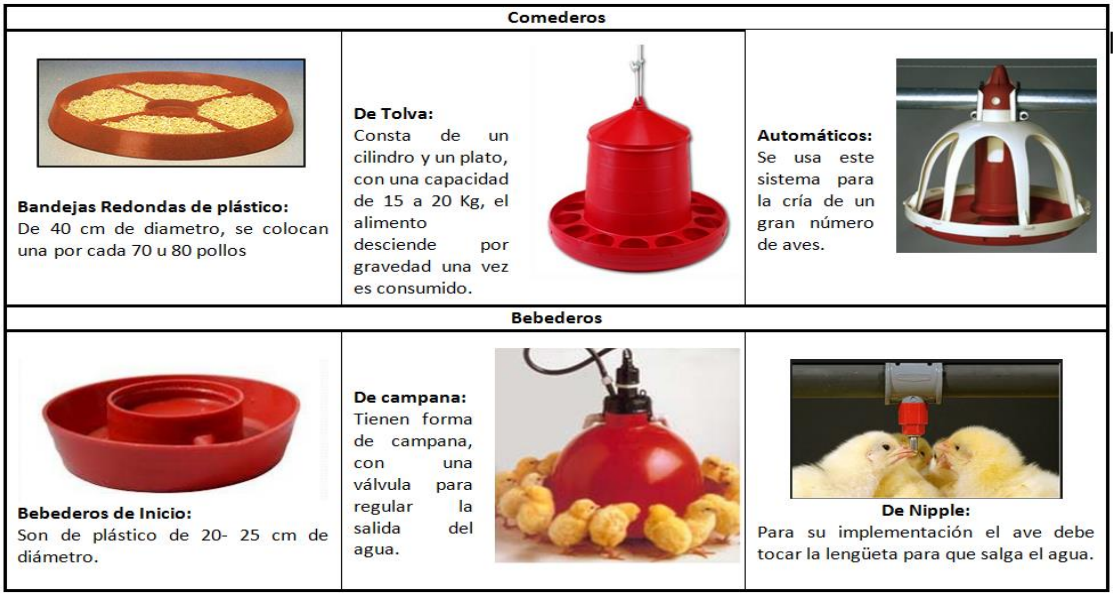
La composición del estiércol depende fundamentalmente de la dieta aportada y del metabolismo del animal. Cuanto mejor y más eficientemente utilicen los animales los nutrientes presentes en el alimento, menor será la carga de elementos (compuestos nitrogenados y fósforo, principalmente) eliminados con las deyecciones. Estos elementos son contaminantes en potencia, ya sea de forma directa o como precursores de otros compuestos contaminantes.

En los últimos años se han realizado importantes avances en la mejora genética de los animales, obteniendo líneas y cruces con una alta capacidad de aprovechamiento metabólico de los nutrientes para su transformación en producciones animales (carne). Por tanto, parece difícil a corto plazo esperar mayores avances por esta vía. De aquí que, actualmente, la disminución del contenido de nutrientes en las deyecciones pasa principalmente por la modificación de la dieta y la aplicación de estrategias nutricionales que permitan una mejor absorción de los nutrientes presentes en la ración (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

La estrategia nutricional empleada en las explotaciones avícolas determina en gran medida la composición de las deyecciones, y por consiguiente, la cantidad de olor emitido desde las mismas. Así, un incremento en el contenido de proteína bruta del pienso genera unas mayores emisiones odoríferas. Por el contrario, la adopción de un mayor número de dietas permite ajustarlos aportes alimenticios a los requerimientos nutricionales de los animales, disminuyendo de este modo los nutrientes excretados y el olor emitido (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008).

En la Figura 7, se presenta un resumen de los principales sistemas implementados como comederos y bebederos al interior de una granja avícola:

Figura 7. Sistemas de comedero y bebedero al interior de una granja



Fuente: Elaboración Propia.

1.3.1.4 Control del clima en las instalaciones avícolas

Algunos de los factores a tener en cuenta para controlar el clima al interior de las instalaciones avícolas son: temperatura del aire al interior, composición del aire, intensidad de la luz, concentración de polvo y densidad de aves. Los principales factores a controlar son la temperatura, la ventilación y la iluminación, en la Tabla 9 se presentan las diferentes técnicas generalmente implementadas para controlar éstos factores. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

1.3.1.5 Sistemas de almacenamiento de excremento

El excremento es un material orgánico que puede ser utilizado como abono para el suelo, aportando nutrientes y minerales y beneficiando el posterior crecimiento de las plantas. Puede ser almacenado y recogido en forma de purines o excremento sólido.

El purín es la mezcla de excremento producido por las aves con agua lluvia o agua de lavado y, el algunos casos con residuos de cama.

Tabla 9. Técnicas implementadas para controlar la temperatura, ventilación e iluminación

Factor	Técnica Implementada
Temperatura	Aislamiento de las paredes Calefacción local, directa e indirecta.
Ventilación	Los galpones se pueden diseñar de tal manera que se favorezca la entrada de una corriente de aire de ventilación de manera longitudinal o transversal. También es posible implementar ventiladores mecánicos situados debajo de las jaulas, en el techo o laterales. La dirección predominante del viento debe ser tenida en cuenta para definir la posición del edificio, para así controlar el caudal de aire de ventilación y reducir las emisiones a zonas sensibles.
Iluminación	Dentro de una instalación avícola es posible implementar sólo luz artificial o también permitir la entrada de luz natural.

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

El excremento sólido corresponde a aquel excremento producido al interior de los galpones generalmente mezclado con residuos de paja o cama.

El excremento usualmente es transportado mediante el uso de palas mecánicas o cintas transportadoras hacia un almacén provisto de suelo de cemento impermeabilizado. Los sistemas de almacenamiento consisten en instalaciones de recolección y transferencia, formadas por elementos como canales, desagües, fosas sépticas, conductos y compuertas. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

1.3.1.6 Gestión del excremento

Durante la producción avícola surge una cantidad de necesidades que van más allá de los requerimientos productivos. La generación de desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico causa contaminación de suelos y aguas, emite olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente. Por tanto, es imprescindible la aplicación de estrategias de reciclaje que posibiliten el saneamiento ambiental y, a la vez, permitan la recirculación de nutrientes, que contribuyan a lograr un mejor equilibrio entre el hombre y la naturaleza, para alcanzar a su vez un beneficio económico que aumente las condiciones de competitividad de cada explotación dentro del mercado. (ESTRADA, 2011).

La reutilización de estos residuos constituye una técnica de producción sostenida por una serie de normas que se encaminan a la descontaminación del ambiente, transformándolos en materia, que favorece la recuperación del suelo y del aire, como también la salud del hombre y de los animales. La utilización de éstos se convierte, posteriormente, en fuente de nutrientes para animales y recuperación de energía, mediante el aprovechamiento del biogás y de la materia orgánica como materia prima de los procesos de compostaje, con el uso de tecnologías eficientes que se pueden aplicar a cualquier escala de producción. (ESTRADA, 2011).

A través del compostaje se logra convertir un producto maloliente, fitotóxico, de difícil manejo y aspecto desagradable, en un producto inodoro, de fácil manejo, aspecto atractivo, libre de sustancias fitotóxicas y apto para el uso agrícola. El proceso de compostaje se considera, generalmente, como el tratamiento más adecuado de los residuos frescos antes de su incorporación al suelo, ya que una materia orgánica en avanzado estado de transformación y estabilización debe

contribuir definitivamente a mejorar la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas. El compostaje lo producen microorganismos que necesitan oxígeno. Para producir compostaje en forma aeróbica, hay que garantizar que los materiales estén en presencia de oxígeno. (ESTRADA, 2011).

Los nutrientes que componen la gallinaza, esenciales para los organismos descomponedores, deben estar en ciertas proporciones y cantidades adecuadas: de 20 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno. Como la gallinaza presenta tan solo de 6 a 10 partes de carbono por una de nitrógeno, para suplir esta deficiencia se proponen mezclas con materiales vegetales tales como: serrín, paja, desechos de cosecha, etc.

La sanitización aparece como una interesante opción ambiental para los avicultores que deseen estabilizar la gallinaza química, física y biológicamente para una producción más limpia, sin necesidad de hacer inversiones en infraestructura. El producto resultante desde el punto de vista nutricional es balanceado y biológicamente estable, se reducen las características fitotóxicas de los residuos utilizados. Además, ayuda a controlar y erradicar enfermedades como Newcastle, influenza aviar y la enfermedad de Gumboro. Los usos que se le pueden dar a la gallinaza son diversos:

Alimento para animales

La utilidad de la gallinaza en la alimentación animal proviene de su elevado valor de nitrógeno, aunque debe tenerse en cuenta que éste se halla, en su mayor parte, en forma no proteica, principalmente como ácido úrico y, por consiguiente, resulta de poca utilidad para los animales monogástricos, aunque no para los rumiantes. El elevado valor nitrogenado para la gallinaza desecada equivaldría a un nivel proteico del orden de un 22 a 34%, de igual manera que su elevado contenido de materia orgánica, cerca del 70%, le aseguraría un valor energético del orden del de muchos cereales.

Abono orgánico

Es un producto sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales, vegetales o la mezcla de éstos, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total.

Producción de energía

Éste es un sistema novedoso para el tratamiento de la gallinaza en explotaciones de aves en jaula. La descomposición de la gallinaza en biodigestores desprende biogás, que es un producto compuesto de metano (50-80%), de dióxido de carbono (20-50%) y de otros gases como H2, H2O, NH3 (1-5%). El biogás puede ser aprovechado como biocombustible, ya que su poder calorífico oscila entre 5.000 y 6.000 kcal/m3 en función del contenido de metano.

Ventajas del proceso de producción de biogás. (ESTRADA, 2011)

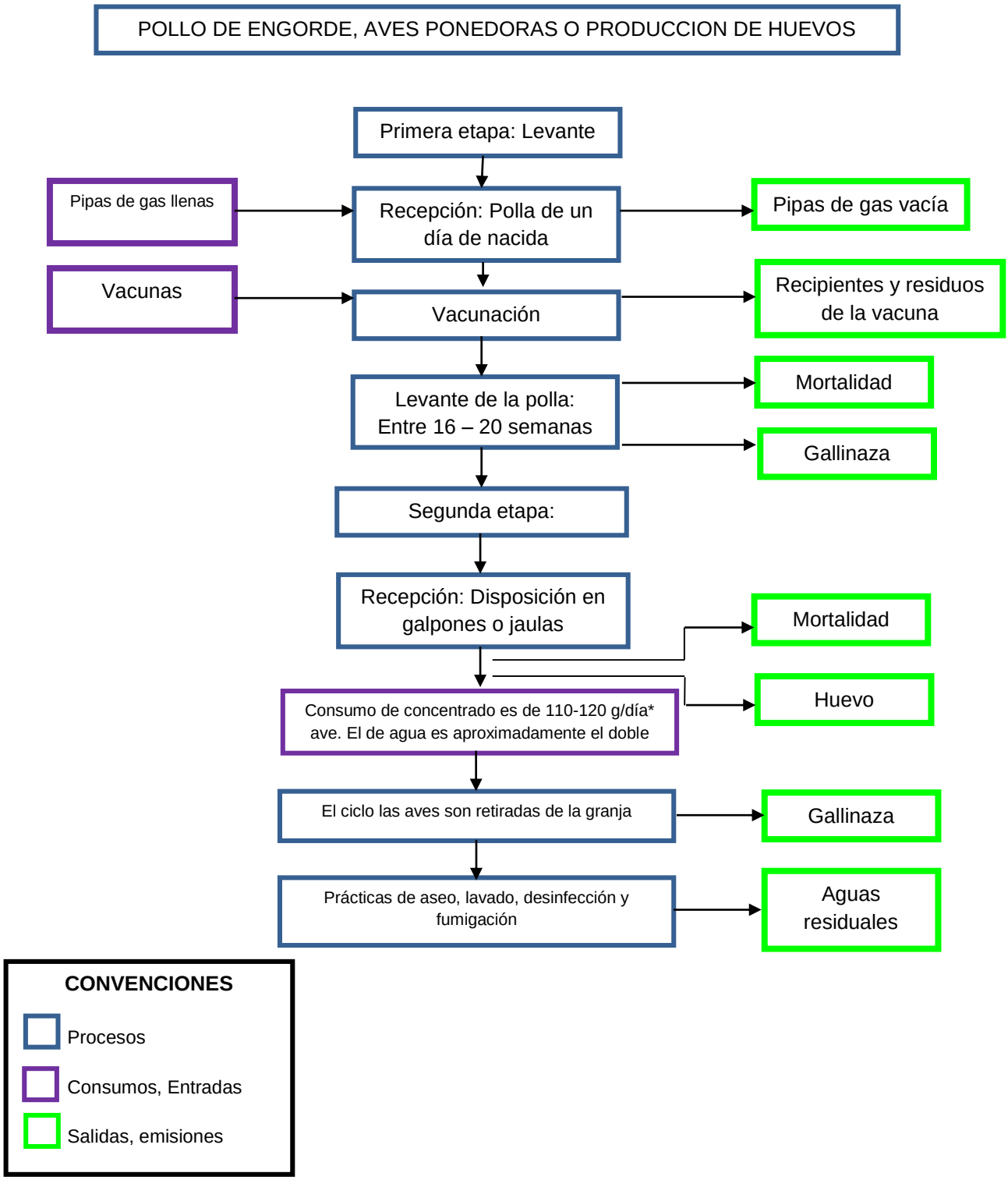
- Disminuye la contaminación de aire, suelo y agua.
- Disminuye la proliferación de enfermedades
- Minimiza el uso de la energía eléctrica utilizando el biogás para el propio beneficio de la explotación.
- Producción de bioabono.
- Las criadoras usadas en la calefacción de ambientes (especialmente en cría y levante) muestran como ventaja su alta eficiencia, lo que minimiza el consumo de gas para un determinado requerimiento térmico.
- Proporciona una fuente de energía a productores con bajos ingresos.

1.3.2 Procesos productivos del sector avícola

El sector avícola se encuentra dividido en cuatro procesos productivos en relación a sus etapas, finalidades y productos: Pollo de engorde, aves ponedoras o producción de huevos, Plantas de Beneficio y Aves reproductoras y plantas de incubación.

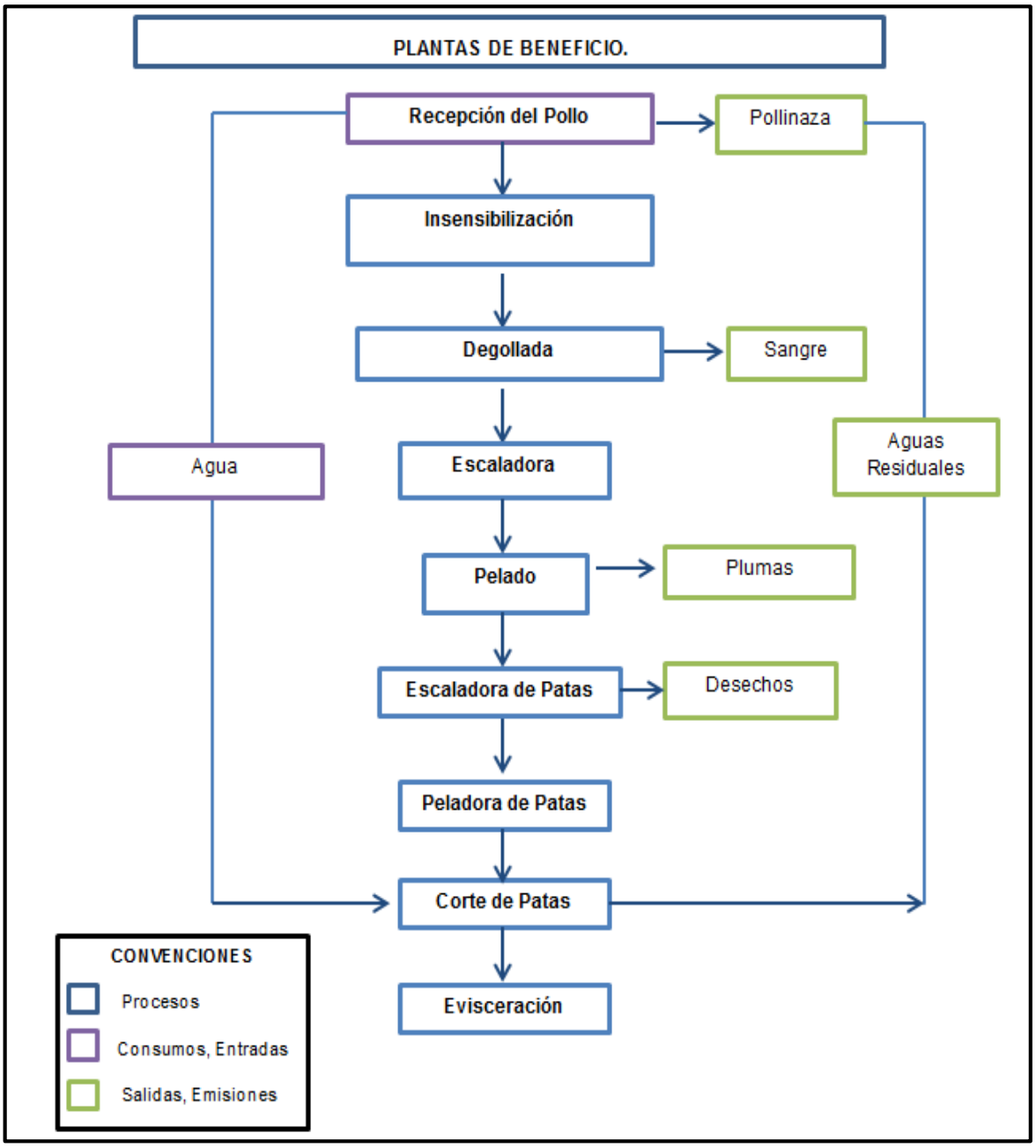
En las Figuras 8, 9 y 10 se presenta un resumen de las etapas de cada uno de los procesos, sus entradas relacionadas con uso de recursos, materias primas, y salidas: productos y desechos. (Tomado de Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Figura 8. Pollo de engorde, aves ponedoras o producción de huevos



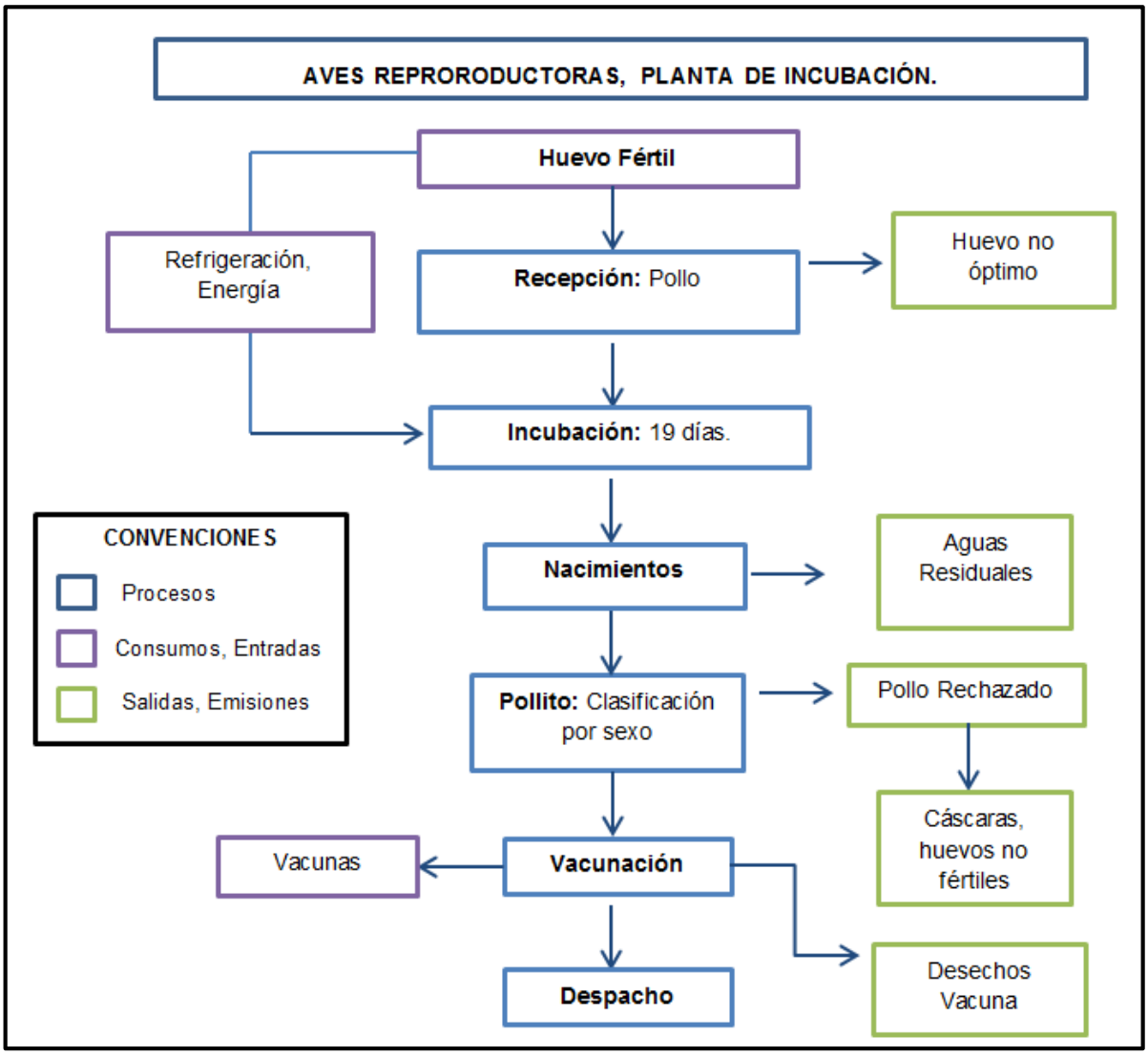
Fuente: Elaboración Propia

Figura 9. Plantas de Beneficio



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10. Aves reproductoras, planta de incubación.



Fuente: Elaboración Propia

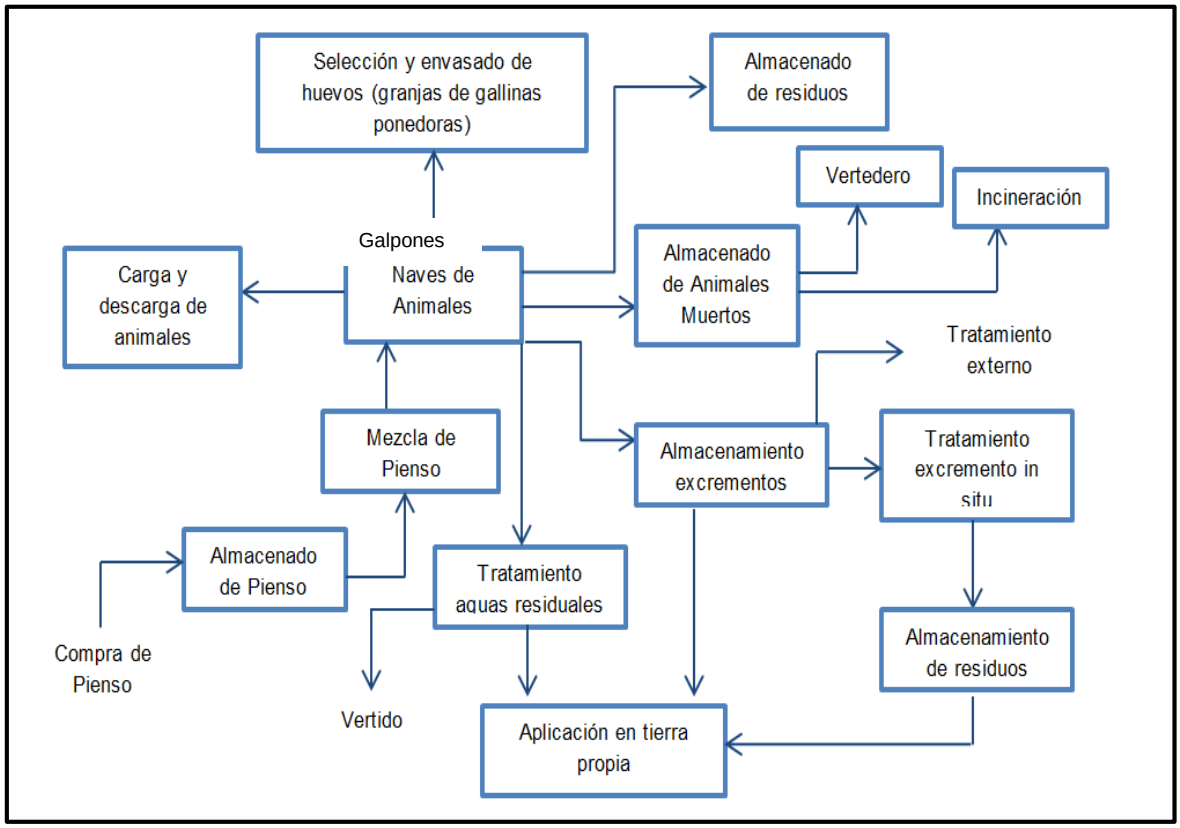
Existen una serie de actividades comunes a los procesos de producción avícola anteriormente mencionados, relacionadas con procesos de planificación y localización, actividades en alojamientos, almacenamiento de excrementos y su gestión. En la Tabla 10 y Figura 11 se presenta una descripción de cada una de las actividades realizadas). (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Tabla 10. Descripción actividades comunes en los diferentes procesos de producción avícola

Actividad		Descripción
Planificación y localización	Planificación y diseño Preparación del sitio y construcción	Identificar el área de influencia, usos del suelo permitidos, infraestructura existente y fuentes de agua disponibles.
Actividades en Alojamientos	Limpieza y mantenimiento Cría , levante y ceba Manejo de redes y dispositivos hidráulicos Uso de Maquinaria y Equipo Gestión nutricional y alimentación Generación y gestión de residuos sólidos y líquidos Manejo de medicinas y productos químicos	Cuantificación del agua a emplear Adecuación de fuentes de energía según las actividades a realizar. Identificar si se cuenta con drenaje natural o sí es necesario construirlo Permite el desarrollo de las aves, así como del proceso productivo En las diferentes etapas de producción se producen residuos que deben ser gestionados Se relaciona con el almacenamiento, aplicación y manejo de residuos generados.
Almacenamiento de excremento		Manejo y almacenamiento de excremento.
Gestión de Excremento		Tratamiento de excremento. Uso como fertilizante orgánico.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. Actividades generales en una granja avícola



Fuente: Adaptado de (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

1.4 IMPACTOS AMBIENTALES DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD AVÍCOLA

Buscando la optimización en el desarrollo de los procesos productivos avícolas con el objetivo de suplir la demanda creciente de alimentos de origen animal a precios accesibles a los consumidores, se da lugar a la implantación de profundos cambios, manipulación y alteraciones de los ecosistemas naturales, originando impactos negativos ambientales en los componentes aire, agua y suelo.

Como resultado de estos impactos y el creciente interés de las diferentes entidades ambientales de desarrollar procesos productivos en el marco de la sostenibilidad ambiental, se hace necesario establecer lineamientos técnicos que regulen las actividades del sector avícola.

La gallinaza es el residuo orgánico más representativo que generan las explotaciones avícolas, tanto por su volumen como por sus características. Su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros, que se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo. La gallinaza obtenida de las explotaciones de jaula resulta de las deyecciones, plumas, residuos de alimentos y huevos rotos, que caen al suelo y se mezclan. Este tipo de gallinaza tiene un alto contenido en humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente, creando malos y fuertes olores, y haciendo que pierda calidad como abono. (ESTRADA, 2011).

La composición de los excrementos animales (Tabla 11) se caracteriza por un alto contenido de materia orgánica (DBO), micronutrientes y macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, generación de gases como amoniaco (NH_3), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O) y presencia de pesticidas y metales pesados. (MARTÍNEZ, 1995).

Tabla 11. Producción y composición de diferentes tipos der excremento

Animal	Producción Excremento. (Kg)	Materia Seca. (g/Kg)	Materia Orgánica. (g/Kg))	Nitrógeno		Fósforo		Potasio	
				(g/Kg)	Kg	(g/Kg)	Kg	(g/Kg)	Kg
Vaca	20.200	95	68	4,4	89	0,9	18	4,2	85
Cerdo	1.600	80	63	7,0	11,2	2,1	3,4	3,3	5,30
Gallina	80	160	115	9,0	0,72	4,1	0,33	3,7	0,30
Gallinaza	40	322	230	12,5	0,50	8,2	0,33	7,5	0,30

Fuente: (MARTINEZ, 1995)

Según el diagnóstico realizado por FENAVI sobre la situación ambiental de la industria avícola en Colombia se encontró que en relación a la generación de residuos, el más importante por su gran volumen y características es la gallinaza. (FENAVI-FONAV, 2004).

Por otro lado, dentro de las instalaciones avícolas se originan otro tipo de residuos: cadáveres de animales, desechos de huevos y residuos asociados al proceso productivo como envases de medicamentos, empaques, plásticos, entre otros, los cuales deben ser gestionados con el objetivo de minimizar sus impactos.

1.4.1 Contaminación del agua

La contaminación de las aguas, ya sean superficiales o subterráneas, por la gallinaza puede tener su origen en una de estas tres situaciones:

- Arrastre por escorrentía de las sustancias minerales contenidas en la gallinaza desde la superficie del suelo.

- Lixiviación profunda en el perfil del suelo, especialmente de los nitratos.

- Caída accidental de gallinaza cerca de los cursos de agua. El vertido de gallinaza a los cursos de agua es un acto totalmente prohibido y delictivo. Adoptando las medidas adecuadas de seguridad y de prevención de la contaminación, no es probable que tenga lugar este tipo de accidente en una explotación ganadera (Universidad Politécnica de Valencia, 2008).

Los nutrientes principales que despiertan preocupación son el nitrógeno y el fósforo; los compuestos de nitrógeno contenido en la gallinaza y las camas son muy dinámicos y desaparecen de la tierra por su absorción por el cultivo receptor o su conversión en gases que se volatilizan en la atmósfera en forma de amoníaco, óxidos de nitrógeno o dinitrógeno inofensivo. El nitrógeno es además muy móvil en el suelo y puede ser transportado a las aguas subterráneas y/o las aguas superficiales cercanas. A diferencia del nitrógeno, el fósforo en la gallinaza y las camas son muy inmóviles, pero puede filtrarse a las aguas subterráneas poco profundas o ser transportado hasta las aguas superficiales a través de la erosión o las escorrentías subterráneas bajo ciertas condiciones de clima, suelo y concentración de fósforo.

El nitrógeno en forma de nitratos en el agua potable puede tener efectos adversos en la salud. Además el nitrógeno y el fósforo en ciertas concentraciones, así como las condiciones ambientales pueden causar la degradación de las aguas superficiales. (WILLIAMS, 2008).

La combinación de un exceso de P en la dieta junto con una baja o nula digestibilidad del fitato deriva en unos niveles excesivos de P excretado. El P contenido en el estiércol es liberado por la acción de los microorganismos. Las plantas lo absorben en forma de iones fosfatos mono y dibásico, por lo que es un elemento que debe aportarse de forma regular tras cada cultivo. Sin embargo, se debe considerar el contenido en P de un purín cuando se aplica a un terreno con

fines agronómicos y ajustarlo a las necesidades de cada cultivo. A pesar de que es uno de los nutrientes menos móviles en el perfil del suelo, debido a que los fosfatos forman compuestos insolubles con los iones hierro y aluminio en suelos ácidos y con calcio en suelos alcalinos, un exceso de P vertido al medio ambiente a través del estiércol porcino supone un peligro sobre todo para los ecosistemas acuáticos.

La lluvia puede arrastrar diferentes cantidades de fosfatos desde los suelos agrícolas hacia los cursos de agua cercanos y, en cantidades excesivas, las algas y plantas acuáticas crecerán excesivamente, obstruirán el curso y consumirán grandes cantidades de oxígeno originando el fenómeno de eutrofización de aguas superficiales y subterráneas (Sharpley *et al*., 1999; Correll, 1999). Los vertidos directos de estiércol al agua están completamente prohibidos e incluso los vertidos indirectos están penalizados por la Ley de Aguas (RD 4/2007). Sólo las explotaciones que dispongan de sistemas de depuración pueden verter sus efluentes a los cauces, siempre y cuando cuenten y cumplan con la correspondiente autorización de vertido (Universidad de Murcia, 2012).

Contaminación de aguas subterráneas

La contaminación de las aguas subterráneas puede estar originada por diversas causas: por la aplicación de dosis excesivas de gallinaza al suelo, por la aplicación de gallinaza en campos que se encuentren en barbecho durante largos periodos de tiempo, por una mala gestión del riego tras la aplicación o bien cuando, tras ella, transcurre un tiempo prolongado hasta que se planta el cultivo, favoreciendo la percolación de los nutrientes en el perfil del suelo. El deterioro de los estercoleros puede producir la aparición de fisuras y grietas, dando lugar a infiltraciones de lixiviados en el perfil del suelo. Dicho deterioro puede estar producido por agentes externos que el ganadero no puede controlar, como por ejemplo el crecimiento de raíces de árboles cercanos.

El agua subterránea es susceptible de contaminación por nitratos, sales, pesticidas y microorganismos. El fósforo y el potasio normalmente no constituyen un riesgo para las aguas subterráneas, debido a que sus formas son relativamente insolubles y no son lixiviadas a través del perfil del suelo.

En la aplicación de gallinaza a campo, el nitrógeno se encuentra en forma amoniacal o en forma orgánica, éste último mediante la mineralización pasa a forma amoniacal. A su vez, éste es rápidamente convertido por las bacterias del suelo en

nitratos, principal forma asimilable por las plantas. Los nitratos son formas muy solubles y por tanto móviles en el perfil del suelo. Por ello, el nitrato que no es absorbido por las plantas, es fuente potencial de contaminación de las aguas subterráneas mediante lixiviación. Por este motivo es necesario controlar el aporte de gallinaza al suelo, teniendo en cuenta factores como la permeabilidad del suelo, su textura, las condiciones climáticas, el tipo de cultivo y el momento de aplicación de la dosis y la gestión del riego. Concretamente, la textura del suelo juega un papel fundamental. En suelos arenosos la lixiviación de nitratos se produce en mayor medida que en los arcillosos, por lo que la eficacia de utilización de nitrógeno en estos suelos es baja.

La salinidad ha sido reconocida como contaminante de las aguas subterráneas como resultado de la percolación de sales aportadas por las deyecciones ganaderas.

Por último, la transmisión de parásitos y de patógenos a través de la gallinaza figura también entre los efectos de la contaminación, tal y como hemos comentado con anterioridad.

Debido al uso del excremento y gallinaza como fertilizante orgánico en los suelos, el amoníaco (NH_3), sufre un proceso de oxidación biológica por microorganismos aerobios, proceso conocido como nitrificación, produciendo nitrato, el cual debido a su alta solubilidad, presenta un fácil movimiento a través del perfil del suelo, por lo tanto todo aquello que no es absorbido por las plantas, puede lixiviar con el agua de drenaje entre los estratos hasta llegar a las aguas subterráneas, originando un aumento en su contenido de nitratos. Muchos factores influyen en que el nitrato alcance el agua: Tipo de suelo, profundidad del agua subterránea, tipo de cultivo, época del año y variables climáticas (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

Contenidos de nitrato mayores a 50 mg/L, pueden ocasionar riesgos para la salud, si el agua es utilizada para el consumo humano (KIELY, 1999). Por lo cual uno de los principales objetivos dentro de las actividades agrícolas consiste en alcanzar un equilibrio entre el aporte de nutrientes (uso de gallinaza o excremento) y las salidas de nutrientes, minimizando así la fuga de nutrientes hacia otros ambientes.

En cuanto al fósforo contenido en el excremento, éste es liberado por la acción de microorganismos y se constituye en un elemento fundamental de los suelos

agrícolas, por lo cual debe ser adicionado a las plantas de manera regular, las cuales lo absorben en forma de iones fosfato monobásico y dibásico. Contrario a lo que sucede con el Nitrógeno el Fósforo es uno de los nutrientes con menos movilidad a través del suelo, perdiéndose en la escorrentía. El Fósforo en la escorrentía puede estar en forma soluble o en forma fija, adsorbido a las partículas del suelo (KIELY, 1999). Debido a estas características no se produce lixiviación del nutriente hasta el agua subterránea.

Contaminación de aguas superficiales

Entre las posibles causas de contaminación de las aguas superficiales se encuentra el arrastre de la gallinaza por aguas pluviales cuando ésta ha sido recientemente aplicada en la superficie del suelo o bien por no disponer de sistemas de almacenamiento adecuados.

Los principales constituyentes de la gallinaza que pueden afectar a las aguas superficiales son la materia orgánica, los nutrientes (nitrógeno (N) y fósforo (P) principalmente) y los microorganismos fecales. Tanto el nitrógeno como el fósforo, son los responsables más importantes de la eutrofización de las aguas.

Este proceso provoca un desmesurado crecimiento de algas que consumen gran cantidad de oxígeno, produciendo la muerte de muchas especies acuáticas vegetales y animales. Los principales efectos medioambientales son la pérdida de biodiversidad y deterioro de calidad de las aguas.

Por último, la población bacteriana de las aguas también se ve afectada cuando ésta es contaminada por la gallinaza, aumentando considerablemente. La población microbiológica de las deyecciones ganaderas está formada por diversos tipos de microorganismos, como bacterias, virus, parásitos y hongos, siendo algunos de ellos patogénicos, es decir, pudiendo transmitir enfermedades y parásitos a los humanos. Entre los más importantes se puede destacar los coliformes fecales, *Salmonella*, *Lysteria*, *Brucella*o *Campylobacter*, los cuales suponen un riesgo para la salud humana, por entrada en la cadena alimenticia, y para la salud animal.

A modo de conclusión, los principales impactos ocasionados a las aguas superficiales, cuando éstas son contaminadas accidentalmente por gallinaza son su pérdida de calidad, la eutrofización de las aguas, el cambio de pH, el aumento de la

DBO, la presencia de productos xenobióticos y la propagación de enfermedades (Universidad Politécnica de Valencia, 2008).

El nitrógeno es además muy móvil en el suelo y puede ser transportado a las aguas subterráneas y/o las aguas superficiales cercanas. A diferencia del nitrógeno, el fósforo en la gallinaza y las camas es muy inmóvil, pero puede filtrarse a las aguas subterráneas poco profundas o ser transportado hasta las aguas superficiales a través de la erosión o las escorrentías subterráneas bajo ciertas condiciones de clima, suelo y concentración de fósforo. (WILLIAMS, 2008).

1.4.2 Contaminación del suelo

En primer lugar, la propia ocupación del suelo por parte de la explotación ganadera produce un impacto sobre el medio, puesto que dicha ocupación supone un coste de oportunidad al no poderse ocupar con otros usos. No obstante, ello no conlleva la contaminación propiamente dicha del mismo.

Por otro lado, es necesario considerar la aplicación de gallinaza como enmienda orgánica. Esta ha sido una de las principales formas de valorización de este subproducto, ya que aporta nutrientes esenciales para los cultivos y mejora las propiedades de los suelos.

En efecto, aplicada al suelo de forma racional, la gallinaza aumenta la fertilidad de los suelos como consecuencia del incremento de materia orgánica de los mismos, aumenta la actividad enzimática y la población microbiana, estabiliza los agregados del suelo, reduce la erosión, mejora la estructura, aumenta la capacidad de retención de agua y favorece el drenaje.

Por el contrario, si la dosis de gallinaza es excesiva, por encima de la capacidad receptora del suelo, puede ser una importante fuente de contaminación de los suelos. Las principales sustancias contaminantes aportadas al suelo son los compuestos de nitrógeno (N). (Universidad Politécnica de Valencia, 2008)

En primer lugar, una aplicación reiterada de gallinaza puede incrementar el contenido en nitrógeno del suelo de forma considerable. En climas cálidos como el valenciano, los procesos de mineralización del nitrógeno en el suelo tienen lugar a altas velocidades, produciendo un exceso de nitrógeno disponible para la planta.

Algunos estudios demuestran que más del 40% del nitrógeno orgánico procedente de gallinaza es mineralizado en menos de dos meses, liberando al suelo elevadas concentraciones de nitratos que superaban las necesidades de los cultivos. Una manera de reducir la tasa de mineralización del nitrógeno es sometiendo a la gallinaza a un proceso de compostaje previamente a su valorización agronómica. (Universidad Politécnica de Valencia, 2008).

En segundo lugar, el empleo de gallinaza como fertilizante también puede provocar un aumento substancial de la concentración de fósforo del suelo. Como norma general, el 80% del fósforo ingerido por los animales es excretado en las heces, presentándose en su forma disponible en un porcentaje de 90-100%. Pero dado que el fósforo es un elemento bastante inmóvil en el perfil del suelo, al ser adsorbido por coloides arcillosos y precipitado como fosfato cálcico en suelos calcáreos, presenta un bajo riego de lixiviación a los acuíferos y, por tanto, su impacto ambiental es reducido.

Otro elemento que puede ser perjudicial para las propiedades de los suelos es el contenido en sales disueltas de la gallinaza (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^- y $SO4^{2-}$), que pueden causar un aumento de la salinidad del suelo y de la conductividad eléctrica de éste. Los principales efectos de la salinidad son: la variación del pH, la pérdida de estructura de los suelos (especialmente cuando tienen lugar procesos de sodificación), la reducción de la capacidad de infiltración de agua, la compactación del suelo, entre otros, pudiendo llegar a inducir procesos de fitotoxicidad en las plantas. (Universidad Politécnica de Valencia, 2008).

La aplicación repetitiva de gallinaza al suelo origina un aporte excesivo de materia orgánica, que puede ser perjudicial para las propiedades físico-químicas y biológicas de los suelos. Algunos de estos efectos negativos son la saturación de los poros del suelo, la producción de costra superficial, la disminución de la capacidad de infiltración de agua y la reducción de la difusión de oxígeno en el suelo. Esta situación favorece la generación de ambientes anaerobios, con la proliferación de microorganismos que liberan gases tóxicos como metano, óxido nitroso, sulfuro de hidrógeno o ácidos volátiles, que a su vez, pueden ser tóxicos para la microbiota del suelo. Las raíces también pueden verse afectadas disminuyendo su crecimiento y respiración.

Con la aplicación de la gallinaza también se incorporan microorganismos tales como parásitos o bacterias patógenas procedentes de la gallinaza, capaces de desplazar los microorganismos beneficiosos del suelo por competencia por los

recursos y pudiendo ser resistentes a antibióticos. Adicionalmente con la gallinaza se pueden adicionar al suelo compuestos xenobióticos y productos utilizados para la limpieza y desinfección de las explotaciones avícolas.

Por último, cabe resaltar la importancia de la impermeabilización del suelo en el almacenamiento de la gallinaza. Si el almacenamiento se realiza directamente sobre el suelo de manera continuada, el riesgo de contaminación del suelo es muy elevado, tal y como se señalaba anteriormente (Universidad Politécnica de Valencia, 2008).

La adición constante de excremento como fertilizantes a los suelos produce en primer lugar colmatación por el taponamiento de poros, disminuyendo su capacidad de drenaje; en cuanto a su acción química se origina una degradación estructural del suelo, debida al alto contenido de nutrientes. Como resultado de ésta acumulación se desarrollan microorganismos patógenos para el hombre y los animales. De igual manera se produce acumulación de metales pesados y aunque sus efectos son de difícil evaluación ya que se producen en el largo plazo, se pueden originar daños sobre los microorganismos del suelo, alterando los procesos naturales.

Con respecto a los fertilizantes, el riesgo de introducir o incrementar la presencia de metales pesados en el sistema productivo se relaciona con derivados de la actividad minera, como roca fosfórica (actualmente se autoriza su uso en sistemas de agricultura orgánica), fertilizantes fosfóricos, arenas y polvos de granito; igualmente con biosólidos, gallinaza, humatos producidos a partir de lignito no procesado, fertilizantes con micronutrientes y cenizas de madera contaminadas por residuos de demolición (pinturas con Pb).

En cuanto al sistema productivo, los aspectos a tener en cuenta que incrementan el riesgo de contaminación con metales pesados es el uso de altas dosis de fertilizantes fosfóricos derivados de la actividad minera, biosólidos, gallinaza, fertilizantes con micronutrientes y cenizas de madera contaminadas.

Particularmente crítico cuando se fertiliza sin claros criterios técnicos y desconociendo las características específicas de los diferentes suelos (Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad Nacional de Colombia, 2010).

1.4.3 Contaminación del aire

Dentro de las emisiones al aire producto de la producción avícola se caracteriza el amoníaco, metano, óxido nitroso y dióxido de carbono, los cuales se generan de procesos ambientales como el metabolismo animal y la descomposición del excremento. En la Tabla 12 se presentan las principales emisiones así como el punto del proceso de producción en el cual se generan.

Emisiones de Amoniaco (NH_3):

Las aves excretan ácido úrico el cual al descomponerse genera amoniaco, los principales factores que influyen en este proceso son, variables climáticas, tipo de suelo y características particulares del excremento como pH, temperatura y contenido de amonio (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Tabla 12. Principales emisiones según los puntos de producción.

Emisiones	Punto de producción
Amoniaco NH_3	Alojamientos animales, almacenamiento y aplicación en campo.
Metano CH_4	Alojamientos animales, almacenamiento y tratamiento de excremento.
Óxido Nitroso N_2O	Almacenamiento y aplicación de estiércol
Dióxido de Carbono CO_2	Alojamientos animales, almacenamiento y aplicación en campo

Fuente: (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), 2006

$$\text{UREA} \longrightarrow 2NH_4^+ + 2CO_3^=$$
$$NH_4^+ + H_2O \longleftrightarrow NH_{3\,(g)} + H_3O^+$$

El amoniaco permanece durante un tiempo aproximado de 3 a 7 días en la atmósfera, y puede reaccionar formando compuestos y aerosoles que se trasladan mayores distancias, hasta depositarse en el suelo o el agua a través de la lluvia o la nieve. La acumulación de amoníaco de manera directa o indirecta da lugar a procesos de acidificación de los suelos y eutrofización de los cuerpos de agua. De igual manera es uno de los componentes asociados a la generación de malos olores. Los factores que influyen en los niveles de emisión de amoniaco a la atmósfera tras la adición de excremento, se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Factores que influyen en los niveles de emisión de amoniaco a la atmósfera tras la adición de excremento

Factor	Característica	Influencia
Suelo	pH	Un pH bajo reduce las emisiones
	Capacidad de Intercambio Catiónico	Una CIC elevada produce menores emisiones
	Nivel de Humedad	Ambigua
Factor Climático	Temperatura	Temperaturas más altas producen mayores emisiones
	Humedad del aire	Niveles más bajos producen mayores emisiones
	Nivel de precipitaciones	Causa dilución y una mejor infiltración y, por tanto, menores emisiones a la atmósfera. Pero aumenta las emisiones al suelo.
	Velocidad del Viento	A mayor velocidad mayores emisiones
Gestión	Método de aplicación	Técnicas de baja emisión (enterrado)
	Tipo de estiércol	El contenido de materia seca, el pH y la concentración Gestión de amonio afectan al nivel de emisiones
	Tiempo de aplicación y dosis	Evitar el clima caluroso, seco, soleado y ventoso. Dosis demasiado elevadas aumentan los periodos de infiltración.

Fuente: (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), 2006

Según lo estipulado por la Guía ambiental para el subsector avícola (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005), los niveles de amoníaco no deben superar los valores presentados en la Tabla 14:

Tabla 14. Niveles de amoníaco máximos en diferentes instalaciones avícolas

Punto de Medición	Nivel de Amoníaco (mg/l)
Interior del galpón	Hasta 25
Núcleo poblacional más cercano	< igual a 10
Sistema de tratamiento de gallinaza	Hasta 40

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)

Emisiones de Metano (CH_4)

El metano es un gas invernadero que afecta la capa de ozono y contribuye al calentamiento global, sus principales fuentes en los sistemas de producción pecuaria tiene lugar en el proceso digestivo de los animales, proceso de

descomposición anaeróbica del excremento animal y descomposición anaeróbica de productos de desecho del procesamiento animal. A diferencia del amoniaco no genera ningún olor. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Emisión de óxido nitroso (N_2O)

Se origina en el proceso de desnitrificación, ocurre de forma natural en condiciones de falta de oxígeno, por la acción de microorganismos anaerobios transformando los nitratos en formas reducidas de nitrógeno:

$$NO_3^- \leftrightarrow NO_2^- \leftrightarrow NO \leftrightarrow N_2O_{(g)} \leftrightarrow N_{2(g)}$$

Se produce durante el almacenamiento o la adición del excremento al suelo; al igual que el metano es inodoro. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

Emisión de dióxido de carbono (CO_2)

Es un gas de efecto invernadero producido a través de procesos aeróbicos de la descomposición de diferentes compuestos orgánicos: respiración, metabolismo animal, mineralización de suelos. La producción animal no contribuye de manera directa a la generación de CO_2, éste se origina por el uso de combustibles para el uso de máquinas y equipos. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004).

1.4.4 Olores ofensivos

El olor es percibido por el cerebro como una respuesta a las sustancias químicas volátiles presentes en el aire que respiramos, así, el olor es uno de los efectos que esas sustancias tienen sobre el cuerpo. Por su parte, el olfato es el sentido encargado de detectar y procesar los olores; los humanos tienen un sentido del olfato muy sensible y pueden detectar los olores aun si se encuentran en bajas concentraciones en el aire.

El sentido del olfato tiene una gran importancia en términos evolutivos de supervivencia, ya que un olor desagradable provoca dos comportamientos típicos: alejarse de la fuente que causa los estímulos negativos o modificación del comportamiento para lidiar con el problema. Si el olor desagradable se repite constantemente puede llegar a afectar el bienestar de las personas aun en niveles

de exposición muy por debajo de los que podrían provocar efectos fisiológicos y patológicos (Pontificia Universidad Bolivariana, 2010).

Sin embargo, la respuesta de un individuo a un olor es altamente subjetiva y su evaluación puede complicarse por razones como las siguientes:

- Un olor puede estar compuesto de una sola sustancia o de una combinación de sustancias.
- En combinación con otras sustancias, el olor característico de una sustancia puede ser modificado e incluso irreconocible.
- El diluir la mezcla que produce el olor puede cambiar sus características y por tanto, la manera como se percibe, pues los componentes individuales pueden caer por debajo del umbral de olor.
- El olor que produce una sustancia o mezcla de sustancias, puede resultar agradable mientras está diluido pero desagradable cuando se concentra.
- Un olor que resulta agradable o aceptable para una persona, puede no serlo para otra, ya que pueden tener diferentes sensibilidades a él.

Un olor se considera contaminante u ofensivo si causa molestias a los sentidos de las personas, daños sobre la salud o sobre el ambiente (es importante tener en cuenta que la sola presencia de un olor no lo hace necesariamente ofensivo). La comprensión de este concepto es fundamental en el momento de implementar normatividades en la materia.

Hay varios factores que influyen en la percepción de un olor, entre los cuales se encuentran la subjetividad del receptor, la dispersión del olor debido a las condiciones meteorológicas locales y variaciones en la generación del olor a causa de las materias primas y las operaciones del proceso (Pontificia Universidad Bolivariana, 2010).

Las siguientes son las características que deben tenerse en cuenta al momento de evaluar que tan ofensivo es un olor (Scottish Enviromental Protection Agency, 2010):

- Frecuencia: Se refiere a que tan a menudo ocurre la exposición.
- Intensidad: Es la percepción de que tan fuerte es el olor.
- Duración: Tiempo de exposición al olor.

- Carácter: Permite describir y diferenciar cualitativamente los distintos olores, incluso de igual intensidad (afrutado, rancio, quemado, entre otros).
- Ubicación: Se refiere al tipo de receptores (viviendas, parques, áreas de especial sensibilidad, entre otros) y a las condiciones meteorológicas locales.

Los principales parámetros asociados a los olores, son los siguientes:

- Unidades de olor: Este parámetro se refiere al número de veces que hay que diluir una sustancia determinada o una mezcla de ellas en una muestra de aire, de tal manera que produzca una respuesta sensorial en los receptores olfativos de una población dada; cuanto mayor sea la cantidad de dilución requerida, más olorosa o concentrada es la muestra. El análisis es realizado por un grupo de personas y el resultado se presenta como mg/m^3 (para muestras de una sola sustancia), en Unidades de Olor Europeas, cuya unidad es OU_E/m^3 o en unidades D/T para la olfatometría de campo.
- Tono hedónico: Este término es un poco arbitrario y subjetivo, básicamente se determina con un grupo de personas evaluadoras que son expuestas a una muestra y la clasifican en una escala. El agrado o desagrado está determinado por la experiencia de cada persona y las asociaciones emocionales que este haga.
- Caracterización del olor: Un grupo de personas es expuesta a un olor y debe describirlo usando una lista de adjetivos, por ejemplo, a flores, a pescado, a frutas.

Otro concepto importante para la evaluación de olores ofensivos es el *umbral de olor*, el cual es un valor teórico obtenido a partir de un porcentaje específico de la población, este parámetro representa un valor estadístico, y se distinguen entre los siguientes tipos de umbral (RENDÓN & ORTIZ, 2005):

- Umbral de detección: Se refiere a la concentración mínima de un olor que produce una respuesta sensorial en los receptores olfativos de una población dada. Este umbral es determinado por un panel de olor que consiste en un número específico de personas y el resultado numérico se da cuando el 50% del panel detecta el olor. Cuando los niveles de intensidad se encuentran próximos al umbral de detección los olores son difíciles de percibir. Es de anotar que el umbral no es un valor preciso y depende de la sensibilidad de los panelistas al olor y la pureza del agente oloroso.

- Umbral de reconocimiento: Es la concentración mínima a la que una parte de la población (generalmente el 50%) es capaz de describir el olor de un compuesto o reconocer el carácter del estímulo.

- Umbral de molestia: Es la concentración a la que una pequeña parte de la población (< 5%) manifiesta molestias durante un periodo corto de tiempo. Dado que la sensación de molestia puede estar influenciada por factores sicológicos y socioeconómicos un umbral de molestia no puede definirse solo con base en la concentración.

Es importante tener en cuenta que dada la subjetividad del carácter ofensivo de un olor, una evaluación debe hacerse de manera sistemática, detallando cada una de las observaciones hechas al momento de la evaluación.

La habituación es una forma simple de memoria; en el sistema olfativo, los correlatos neurales de la habituación a una escala de tiempo experimental rápido que implica intervalos muy cortos entre ensayos (decenas de segundos) han demostrado que dependen de la adaptación sináptica en la corteza olfativa. En contraste, la habituación de comportamiento para odorantes en una escala de tiempo más largo con intervalos entre ensayos de varios minutos depende de los procesos en el bulbo olfatorio, como se demuestra por los estudios farmacológicos. Por otra parte, tanto los efectos conductuales y neuronales de la habituación al olor requieren el funcionamiento de los receptores NMDA N-metil D-aspartato en el bulbo olfatorio. (CHAUDHURY, et al., 2010)

Conductualmente, la habituación olfativa puede ser inducida por varios paradigmas que difieren en escala de tiempo y se cree que esta mediada por mecanismos distintos dentro de las diferentes regiones del sistema olfativo. Por ejemplo, una forma de la habituación a corto plazo de tiempo, inducida por repetidas estimulaciones de 20 segundos con 10 segundos de intervalos entre ensayos, persiste durante menos de diez minutos y es mediado dentro de la corteza piriforme, mientras que una forma de habituación inducida por repetidas estimulaciones de 50 segundos con 5 minutos de intervalos persiste durante al menos 30 minutos y está mediada en el bulbo olfatorio.

Las respuestas de olor en células olfativas mitrales del bulbo se adaptan a odorantes en respuesta a un paradigma de estimulación similares al que se ha utilizado en la habituación de comportamiento y esta adaptación neuronal depende de la duración del estímulo y parámetros del intervalo entre ensayos. La adaptación

neuronal depende del funcionamiento de los receptores NMDA en el bulbo olfativo. La habituación a la repetida estimulación de olor en este paradigma es probable que sea mediada por las reducciones en el olor según respuestas de las células mitrales del bulbo olfativo y que los receptores de NMDA bulbar están involucrados en este proceso.

En resumen, se refuerza la idea de que la habituación olfativa de comportamiento puede estar mediada por una variedad de fenómenos neuronales que operan a diferentes escalas temporales y localizadas en diferentes estructuras neurales, incluyendo el bulbo olfatorio. (CHAUDHURY, et al., 2010)

1.4.4.1 Efectos sobre la salud

Los síntomas experimentados por personas expuestas a olores ofensivos incluyen vómito, problemas respiratorios, nauseas, fatiga, ardor en ojos, nariz y/o garganta, dolor de cabeza, diarrea, entre otros. Tales síntomas pueden presentarse a concentraciones muy por debajo de las asociadas con efectos tóxicos y pueden causar un efecto significativo sobre las actividades diarias de las personas, el efecto a largo plazo se desconoce (Scottish Enviromental Protection Agency, 2010).

También, es conocido que la respuesta humana al olor puede ser afectada por predisposiciones sicológicas y factores sociales, la gravedad de los síntomas también se relaciona con el nivel de preocupación sobre el daño potencial del olor en la salud (Pontificia Universidad Bolivariana, 2010).

1.4.4.2. Sustancias generadoras de olores ofensivos

Un olor ofensivo puede estar constituido por un solo compuesto químico o por una mezcla de muchas sustancias. A modo de información, en esta sección se presentan algunas sustancias típicas generadoras de olores ofensivos. En las Tabla15 a 29 se presenta una recopilación de sustancias típicas generadoras de olores ofensivos y las concentraciones a las que se producen determinados efectos sobre la salud (Scottish Enviromental Protection Agency, 2010).

Tabla 15. Ácidos grasos de cadena corta (ácido propiónico y acido butírico)

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección Ácido propiónico Ácido butírico	 0.024-20 0.00028-2.5	 0.084-60 0.001-9
Sin efectos en ojos y nariz	2.1	6
Posible irritación de ojos y nariz	>10	>30

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 16.Acroleína

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección	0.05-37.5	0.02-16.3
Umbral de molestia	0.54	1.25
Umbral para irritación de ojos y nariz	0.06-0.15	0.13-0.34
Umbral para daños respiratorios a largo plazo	0.4	0.9
Irritación severa (5 minutos)	2.2	5
Irritación, apenas tolerable	1.2	2.8
Riegos inmediatos con efectos irreversibles	2	4.6

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 17.Alquilaminas (etilamina y trietilamina)

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección Etilamina Trietilamina	 0.046 0.0054	 32 3.9
Umbral de molestia Etilamina Trietilamina	 0.26-214 0.08-0.27	 0.48-396 0.36-1.12
Perturbación visual (trietilamina – 4 horas)	1.6	6.5
Irritación severa de ojos, irritación del sistema respiratorio (trietilamina)	3 – 4	

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 18. Amoniaco

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección	0.04-57	0.0266-39.6
Umbral de molestia	103	72
Irritación inmediata de la garganta	408	284
Irritación inmediata de los ojos	698	486
Tos	1720	1198
Exposición fatal	5000-10000	3483-6965

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 19.Cetonas (metilisobutil cetona (MIK) y acetona)

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de olor MIK Acetona	 0.1-47 20-680	 0.41-192.7 47.4-1613
Irritación de los ojos, nariz y garganta; dolor de cabeza, nausea, vértigo (MIK)		10-410
Irritación de los ojos, nariz y garganta (acetona)	100-300	720
Molestias (MIK)	200	820
Efectos serios que pueden llevar a estado de coma y la muerte con exposiciones >30 minutos (MIK)	>500	>2050
Riesgo inmediato de muerte MIK Acetona	 2000 5000	 8200 11950

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 20. Cianuro de hidrogeno

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de olor	0.6-4.5	0.6-5
Dificultad para respirar, parálisis, palpitaciones, perdida de la conciencia, muerte	50	55
Peligro de muerte (30-60 minutos de exposición)	150	166
Letal (30-60 minutos)	100-200	111-221
Muerte en minutos	300	332

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 21. Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) I: Fenol y sus derivados (fenol, cresoles-mezcla de isómeros y xilenol-mezcla de isómeros)

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de olor Fenol Cresol	 0.04-5.8 0.00028-5	 0.16-22.4 0.0012-220
Sin efectos adversos en trabajadores expuestos (fenol)	5	19
Toxicidad respiratoria bajo exposición prolongada (fenol)	25	95
Riesgo inmediato de muerte Fenol Cresol	 250 250	 950 1100

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 22. Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) II: Tolueno y derivados (tolueno, xileno-mezcla de isómeros y estireno)

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección Tolueno Xileno Estireno	 2-40 0.08-40 0.05-202	 8-150 0.35-174 0.2-860
Dolor de cabeza e irritación leve transitoria del tracto respiratorio (tolueno)	100-200	377-754
Irritación de ojos y nariz (estireno)	300	1280
Somnolencia, nauseas, dolor de cabeza, fatiga y mareos (estireno)	200-700	850-3000
Euforia, mareos, temblores, nerviosismo, insomnio, dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, confusión, vértigo, irritación de los ojos	400-800	1507-3015
Pérdida del control de los músculos, fatiga severa (xileno)	>800	1950-3900
Anestesia general (tolueno) Anestesia leve (xileno) Muerte (estireno)	>10000 5000 5000	>37684 21700 21400

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 23. Formaldehido

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección	0.02-0.5	0.03-0.6
Umbral de molestia	0.08-2.53	0.1-3.1
Irritación de los ojos	0.5	0.06

Efectos	Ppm	mg/m^3
Irritación de la garganta	0.08-2.50	0.1-3
Irritación del sistema respiratorio	>5	>6
Dificultad para respirar	20	25
Daño serio a las vías respiratorias inferiores después de 5-10 minutos de exposición	50-100	60-120

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 24. Haluros de hidrogeno (fluoruro de hidrogeno, cloruro de hidrogeno)

Efectos	Ppm	mg/m^3
Sin efectos para las vías respiratorias (cloruro de hidrogeno)	0.2-10	0.3-14.9
Umbral de detección Cloruro de hidrogeno Fluoruro de hidrogeno	 1.5 0.04-0.16	 1.5-7.5 0.03-0.13
Inflamación del tracto respiratorio superior (fluoruro de hidrogeno)	0.5	0.4
Irritación inmediata de nariz y garganta (cloruro de hidrogeno)	5	7.5
Apenas tolerable (cloruro de hidrogeno)	50-100	75-149
Peligroso inmediatamente	1000-2000	1490-2980
Letal (30 minutos de exposición) (cloruro de hidrogeno)	1300	1941
Letal (5 minutos de exposición) (cloruro de hidrogeno)	3000	4479
Letal (30-60 minutos de exposición) (fluoruro de hidrogeno)	50	41

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 25. Metil mercaptano

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección	<0.04	<0.08
Irritación respiratoria	>0.5	>1
Dolor de cabeza y nauseas después de varias horas de exposición	4	8
Colapso, dificultad para respirar, convulsiones, muerte	150	295

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 26. O-Pineno

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección	0.7	3.9

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 27. Otros sulfuros (disulfuro de carbono, dimetil sulfuro, dimetildisulfuro)

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección de olor Disulfuro de carbono Dimetil sulfuro Dimetildisulfuro	 0.02-0.2 0.001-0.02 0.00003-0.09	 0.05-0.5 0.0025-0.0508 0.0001-0.34665
Efectos en el sistema nervioso periférico	5	15
Efectos en las funciones motoras después de largo tiempo de exposición (años)	10	15-30
Síntomas menores en 30 minutos	300	933
Síntomas inconfundibles en 30 minutos	400	1244
Dolor de cabeza inmediato y severo	760	2364
Envenenamiento severo en 30 minutos	1150	3577
Perdida de la conciencia en 30 minutos	3000	9330
Muerte en 30-60 minutos	5000	15550

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 28. Sulfuro de hidrógeno

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de olor	0.02-0.025	0.06-0.08
Olor inconfundible	0.3	0.9
Ofensivo, olor moderadamente intenso	3-5	9-16
Olor desagradable, inflamación de los ojos	10	31
Olor fuerte e intenso pero no intolerable	20-30	62-93
Irritación de las mucosas	50	156
Irritación leve del tracto respiratorio y los ojos después de 1 hora	50-100	156-311
Pérdida del olfato en 3-15 minutos, pueden picar los ojos y la garganta	100	311
Exposición prolongada que puede causar edema pulmonar	250	779
Colapso, paro respiratorio, estado de coma, seguido de muerte	1000	3114

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

Tabla 29. Tricloroetileno

Efectos	Ppm	mg/m^3
Umbral de detección	0.21-400	1.134-2160
Umbral de molestia	161	864
Dolor de cabeza, mareo, nauseas, vómito	50-100	270-540
Anestesia leve	5000	27000
Anestesia profunda	20000	108000

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

En la Tabla 30, se presentan umbrales de olor para otras sustancias olorosas comunes.

Tabla 30. Umbrales de olor para sustancias olorosas comunes

Compuesto	mg/m^3	ppm	Compuesto	mg/m^3	ppm
Ácido acético	0.043	0.016	Etoxipropanol	0.161	0.035
Anhídrido acético	0.0013	0.00029	Etoxipropil acetato	0.0052	0.0008
Ácido acrílico	0.0013	0.0004	Etil acetato	2.41	0.61
Acetato de amilo	0.95	0.163	Etil alcohol	0.28	0.136
Isoacetato de amilo	0.022	0.0038	2-Etil-1-butanol	0.07	0.015
Benceno	32.5	8.65	2-Etil-1-hexanol	0.5	0.086
1,3-Butadieno	1.1	0.455	2-Etilhexil acrilato	0.6	0.073
1-Butanol	0.09	0.03	2-Furaldehído	0.25	0.058
2-Butanol	3.3	1	1-Hexanol	0.005	0.0011
2-Butanona (MEK)	0.87	0.27	Sulfuro de hidrogeno	0.00076	0.0005
Butoxibutano	0.03	0.005	2-Hidroxietil acetato	0.527	0.114
2-Buroxietanol	0.0051	0.00097	Fuel oil liviano	0.053	-
2-Butoxietil acetato	0.045	0.0063	Metilbutanal	0.0016	0.0004
Butoxipropanol	0.191	0.0324	2-Metil-1-butanol	0.16	0.041
Butil acetato	0.047	0.0066	Metilditiometano	0.0011	0.00026
2-(2-Butoxietoxi)etanol	0.0092	0.003	2-Metil 5-etil piridina	0.032	0.006
2,2-Butoxietoxietil acetato	0.015	0.0016	Metil metacrilato	0.38	0.085
Tetracloruro de carbono	280	40.73	3-Metoxibutil acetato	0.044	0.007
Sulfuro de carbono	0.0275	0.0102	1-Metoxipropan-2-ol	0.0122	0.003
m-Cresol	0.0013	0.0003	1-Metoxi-2-propilacetato	0.0075	0.0014
o-Cresol	0.0028	0.0005	2-Metil-1-pentanol	0.096	0.021
p-Cresol	0.0029	0.0006	2-Metil pentaldehído	0.09	0.02
Ciclohexano	315	83.8	4-Metil-2-pentanona (MIBK)	0.54	0.121
Ciclohexanona	0.083	0.019	2-Metil-2-propanol	71	21.46

Compuesto	mg/m^3	ppm	Compuesto	mg/m^3	ppm
Diclorometano	3.42	0.912	α Metil estireno	0.021	0.003
Diesel	0.06	-	1-Nitropropano	28.2	7.09
Dimetiladipato	7.101	0.913	1-Octeno	0.33	0.066
Dimetilglutarato	1.212	0.169	2-Octeno	0.5	0.1
Dimetilsuccinato	0.992	0.152	2-Octino	0.03	0.006
1,4- Dioxano	30.6	7.78	2,4-Pentanodiona	0.045	0.01
1,3-Dioxolano	56.3	17.02	1-Pentanol	0.02	0.0051
Difenilmetano	0.41	0.55	Nafta de petróleo	0.0021	-
Fenil éter	0.0021	0.0003	Estireno	0.16	0.0344
2-Picolina	0.014	0.0034	1,1,2,2-Tetracloroetano	1.6	0.21
Propanal	0.014	0.0054	Tolueno	0.644	0.16
2-Propanol	1.185	0.442	Tricloroetileno	8	1.36
2-Propen-1-ol	1.2	0.47	Trimetilamina	0.0026	0.001
Isopropilamina	0.158	0.06	Xileno (mezcla)	0.078	0.016
Propilbenceno	0.048	0.009	2,3-Xilenol	0.0037	0.0007
Propileno-n-butileter	0.206	0.01	2,4-Xilenol	0.064	0.0117
Propil éter	0.024	0.0053			

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

En la Tabla 31 se muestran descripciones comunes de olores para compuestos encontrados regularmente.

Tabla 31. Descripciones de olores para algunas sustancias

Sustancia	Olor	Sustancia	Olor
Acetaldehído	Manzana, estimulante	Dimetil sulfuro	Vegetales podridos
Ácido acético	Agrio	Difenilamina	Floral
Acetona	Químico/solvente	Difenilsulfuro	Caucho quemado
Acetonitrilo	Etéreo	Etanol	Dulce, placentero
Acrilaldehído	Grasa quemada	Etil acetato	Fragante
Acroleína	Dulce quemado, picante	Etil acrilato	Plástico caliente
Acrilonitrilo	Cebolla, ajo, picante	Etil benceno	Aromático
Aldehídos C9	Floral	Etil mercaptano	Alcantarillado, repollo podrido
Aldehídos C10	Corteza de naranja	Formaldehído	Desinfectante, a heno/trigo
Alil alcohol	Picante, a mostaza	Furfuril alcohol	Etereo
Alil cloruro	Cebolla, ajo, picante	n-Hexano	Solvente
Aminas	A pescado, picante	Sulfuro de hidrógeno	Huevos podridos
Amoniaco	Fuerte, picante	Indol	Excremento

Sustancia	Olor	Sustancia	Olor
Anilina	Picante	Yodoformo	Antiséptico
Benceno	Solvente	Metano	Medicinal, dulce
Benzaldehído	Almendras, penetrante	Metiletil cetona	Dulce
Benzil acetato	Floral (jasmin), frutal	Metilisobutil cetona	Dulce
Benzil cloruro	Solvente	Metil mercaptano	Alcantarillado, repollo podrido
Bromo	Picante, a blanqueador	Metil metacrilato	Picante, a sulfuro
Secbutil acetato	Frutal	Metil sulfuro	Vegetales deteriorados
Ácido butírico	Dulce	Nitrobenceno	Almendras, penetrante
Alcanfor	Medicinal	Fenol	Dulce, alquitranado
Ácido caprilico	A animal	Pinenos	Madera, a pino
Disulfuro de carbono	Vegetales podridos	Propil mercaptano	A mofeta
Cloro	Irritante, a blanqueador	Putrescina	Carne deteriorada
2-Cloroetanol	Etereo	Piridina	Nauseabundo, quemado
Cloroformo	Dulce	Escatol	Excremento
Clorofenol	Medicinal	Estireno	Penetrante, caucho
p-Cresol	A alquitrán	Dióxido de sulfuro	Picante, olor irritante
Ciclohexano	Dulce si está puro, picante si no lo está	Tiocresol	Rancio, a mofeta
Ciclohexanol	Alcanfor, metanol	Tolueno	Floral, picante
Ciclohexanona	A acetona	Tricloroetileno	Solvente
Diaminas	Carne podrida	Trietilamina	A pescado, picante
1,1-Dicloroetano	A éter	Ácido valerico	Dulce, queso
1,2-Dicloroetileno	A cloroformo	Vinil cloruro	Dulce
Dietil éter	Picante	Xileno	Aromático, dulce
Dimetilacetamida	A amina, quemado		

Fuente: Pontificia Universidad Bolivariana, 2010

En general, podría decirse que los olores ofensivos están compuestos por una sola sustancia o una mezcla que va desde unas pocas hasta decenas de ellas, y bastan bajas concentraciones para que sean percibidas por el olfato y afectar la calidad de vida de la población (Pontificia Universidad Bolivariana, 2010).

1.4.4.3 Generación de olores en la cría y explotación Industrial de Animales

Esta actividad hace referencia a la cría, explotación y reproducción de animales en situaciones de confinamiento, es decir, se presentan condiciones en las cuales se encuentra de manera simultánea los animales, su alimento, estiércol,

orina, animales muertos y operaciones de producción en una determinada área de tierra, todo esto con fines productivos. Para esta actividad se emplean razas de animales que reúnen las características requeridas, se alimentan racionalmente y se cuidan con las técnicas adecuadas para optimizar los rendimientos (Ministerio de Medio Ambiente, Sociedad de Agricultores de Colombia, 2002).

Con el auge de este tipo de actividades, se presenta una problemática de tipo ambiental, afectando recursos como el agua, el suelo y en este caso particular el aire, generando una problemática de calidad del aire por emisión de olores, gases y polvo, lo que se presenta en las siguientes unidades de producción agrícola (Reducing Greenhouse Gas Emissions):

- Actividades de ganadería: aves de corral, cerdos y engorde de ganado vacuno, donde la generación de olores ofensivos está estrechamente ligada a los efluentes (excretas, residuos del sacrificio, entre otros) y al confinamiento inadecuado de los animales.

- Instalaciones de almacenamiento de estiércol para la producción de abonos.

Muchos de los olores ofensivos generados durante la cría y explotación industrial de animales se producen por la descomposición de residuos en condiciones anaeróbicas (en ausencia de aire). Por su parte la descomposición aeróbica (en presencia de aire) produce pocos olores comparada con la primera, sin embargo la descomposición aerobia puede mejorar la volatilización de los compuestos gaseosos que producen olores y degradar así la calidad del aire.

Los olores en las instalaciones de cría y explotación industrial de animales no son generados por un solo compuesto, sino por un gran número de ellos, entre los que se incluyen el amoniaco (NH_3), los compuestos orgánicos volátiles (VOC) y el sulfuro de hidrógeno (H_2S). Algunas investigaciones han registrado hasta cien compuestos diferentes en muestras tomadas en instalaciones de cría y explotación de animales (LAMICHHANE, 2002).

Las aves se crían y explotan para producir huevos o carne. En el primer caso las aves inician postura alrededor de los 5 ó 6 meses de edad y después de los 8 ó 10 meses pueden poner un huevo diariamente. En el caso de la producción de carne se usan razas especializadas que tienen mucha masa muscular y crecen rápidamente. En ambos casos se requiere una alimentación balanceada, cuidados sanitarios, vacunación periódica para prevenir enfermedades, instalaciones

adecuadas donde las aves dispongan de alimento y agua permanentemente, y además deben estar aisladas de animales y personas externas que puedan contagiarles enfermedades.

En un estudio realizado para analizar la concentración de olor y odorantes, sobre muestras de lodos almacenados de tres tipos diferentes de unidades de producción en 8 granjas porcinas comerciales; se encontró que en la Concentración de Olor (CO) la mayor correlación se tiene con el azufre que contiene compuestos: sulfuro de hidrógeno, sulfuro de dimetilo, disulfuro de dimetilo, dimethyl trisulfide). La concentración de sulfuro de hidrógeno representó el 68% de la variación en CO por encima de las muestras suspensión agitada. (BLANES-VIDAL, et al., 2008)

Se observaron mayores concentraciones de compuestos orgánicos volátiles de los fenoles e índoles. La contribución de amoniaco a la CO sólo fue significativa en ausencia de sulfuro de hidrógeno.

Un gran número de compuestos volátiles han sido identificados en emisiones de las instalaciones ganaderas, incluyendo alcoholes, aldehídos, aminas, ésteres, éteres, hidrocarburos, cetonas, fenoles, indoles, otros compuestos aromáticos, terpenos y compuestos que contienen azufre. La mayoría de estos compuestos son subproductos de la descomposición del estiércol animal y son responsables de los olores desagradables.

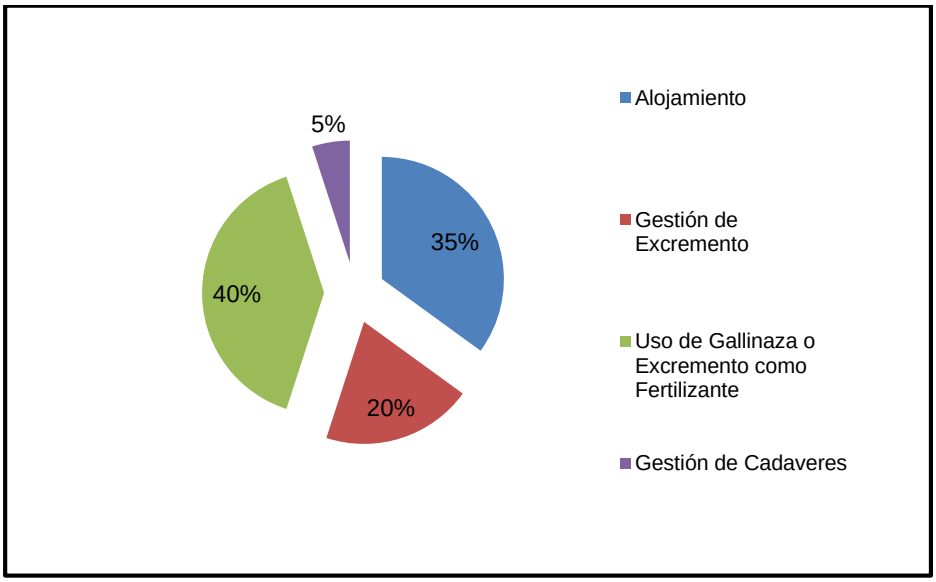
A fin de desarrollar estrategias rentables para la reducción de las molestias olfativas de purines de ganado, es importante determinar qué compuestos son los principales responsables para el olor desagradable. Tal caracterización simplificaría el cuantificación de olores en condiciones prácticas.

Varios estudios han identificado que los principales odorantes responsables de la suspensión de mal olor emitido desde la actividad porcina, son el p-cresol, escatol, 4-etilfenol y ácido acético, constituyéndose en los gases más importantes con respecto a las puntuaciones subjetivas de intensidad de olor. Los compuestos que se identificaron en el aire con las muestras de lodos son los alcoholes, aldehídos, aminas, ácidos carboxílicos, ésteres, cetonas, sulfuros orgánicos, terpenos, compuestos aromáticos (fenoles, indoles, tolueno y piridina), sulfuro de hidrógeno y amoníaco. (BLANES-VIDAL, et al., 2008)

Los olores ofensivos son generados por las aves, sus excrementos y descomposición. Proceden de la descomposición microbiana, en condiciones anaerobias, de la materia orgánica contenida en el tracto digestivo de los animales

y el excremento Entre las principales fuentes emisoras de olores ofensivos se destacan las instalaciones de producción, alojamiento, almacenamiento de excremento y uso del excremento o gallinaza como fertilizante (Gráfica 5).

Gráfica 5. Importancia relativa de las fuentes emisoras de malos olores



Fuente: Adaptado de (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008, pág. 2)

En el caso de la cría y explotación de aves algunas de las principales clases de compuestos olorosos son aminas, sulfuros, ácidos grasos volátiles, indol, escatol, fenoles, mercaptanos, alcoholes y carbonilos. El amoniaco crea fuertes olores cerca de las zonas donde se deposita el estiércol y en los galpones, pero no es un componente significativo cuando el olor ha sido transportado por el viento, ya que es muy volátil y se mueve hacia arriba en la atmosfera (McGAHAN, 2002).

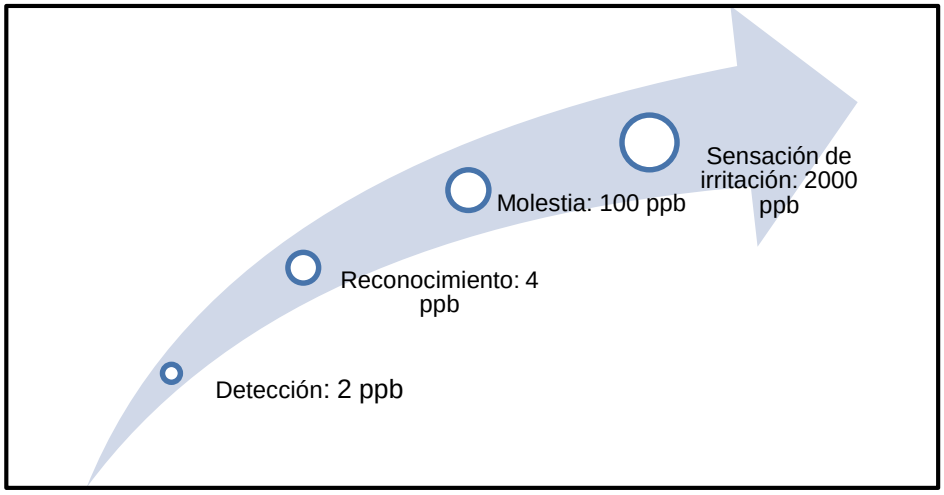
Las fuentes de olor en instalaciones de cría y explotación de aves incluyen: las camas, jaulas o suelo cuando se mojan por fugas en los bebederos, cuando no se limpian con la periodicidad adecuada y se sobrecargan con excremento, inadecuada ventilación, alimento en mal estado o con moho, inadecuada eliminación de animales muertos, entre otros (Pontificia Universidad Bolivariana, 2010).

Se han identificado más de 200 compuestos generadores de olor en la descomposición microbiana del excremento (EL Sitio Avícola, 2013). La intensidad

del olor depende del crecimiento microbiano el cual varia en relación al contenido de humedad, pH, temperatura, concentración de oxígeno y otros factores.

La respuesta al olor en los seres humanos varía en relación a la concentración en el aire de las diferentes sustancias olorosas (Figura 12). En bajas concentraciones el olfato humano detecta el olor, al aumentar su concentración el olfato humano logra su reconocimiento, a concentraciones muy elevadas las sustancias pueden generar molestias e irritación en las vías respiratorias.

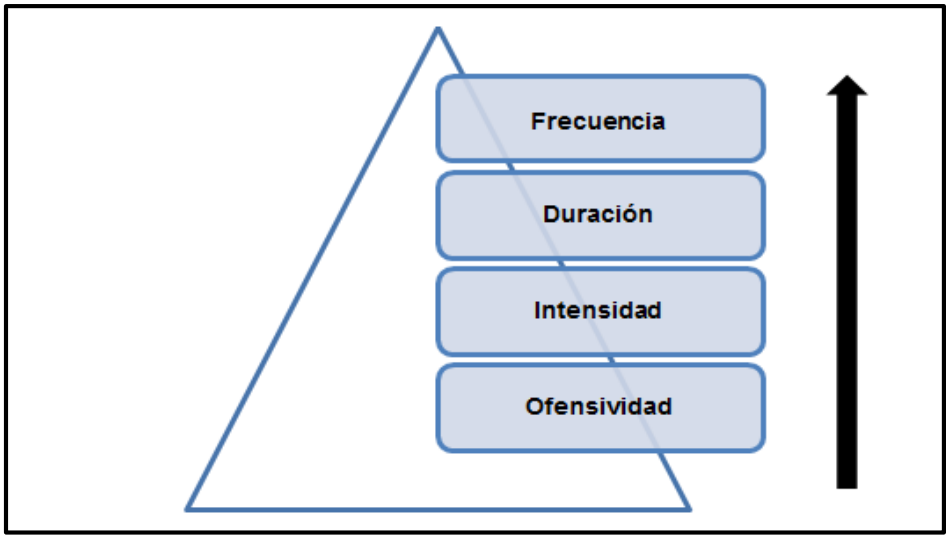
Figura 12. Respuesta humana al olor en función de la concentración en el aire de las sustancias olorosas



Fuente: Adaptado de (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008)

La capacidad de que un olor genere molestia o sensación de irritación depende de cuatro factores: Frecuencia, Intensidad, Duración y Ofensividad. La Frecuencia caracteriza de manera cuantitativa la aparición del olor, la Intensidad está relacionada con la fuerza con la cual se percibe, su Duración está determinada por el tiempo durante el cual sucede el episodio de olor y finalmente la Ofensividad, se constituye en el parámetro cualitativo y brinda una caracterización del olor. El conjunto de estos cuatro factores se conoce como el parámetro FIDO, en la Figura 13 se observa el orden jerárquico en que estos factores son considerados para evaluar las molestias generadas por malos olores.

Figura 13. Parámetro FIDO para la evaluación de molestias generadas por malos olores



Fuente: Adaptado de (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008)

Dentro de los procesos avícolas los olores se originan de fuentes fijas: alojamientos y almacenamiento de estiércol, como de fuentes móviles: procesos de carga y descarga de excrementos, alimentos y residuos. La implementación de excremento o gallinaza como fertilizante orgánico, también se constituye en una fuente de emisión de malos olores.

Cuando los olores son emitidos a la atmósfera se originan dos procesos, que ocasionan la dispersión atmosférica:

- Dilución del olor con el aire ambiental.

- Transporte por el viento.

A mayor distancia de la fuente emisora en dirección del viento o de forma lateral se produce una reducción del nivel del olor hasta llegar a un punto donde éste deja de ser perceptible. El área dentro de la cual el olor puede ser percibido recibe el nombre de pluma (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008). La dispersión del olor desde su fuente a la atmósfera depende de:

- Condiciones meteorológicas: Velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad.

- Características del paisaje aledaño: Topografía y vegetación

Uno de los factores más significativos de la percepción del olor es la distancia, su alcance geográfico se reduce a mayor distancia, por lo cual para la localización de la granja avícola se deben establecer distancias mínimas entre ésta y los centros poblados más cercanos.

En la figura 14 se resume la problemática odorífera originada en el desarrollo de las diferentes actividades de la producción avícola:

1.4.5 Métodos de medición del olor

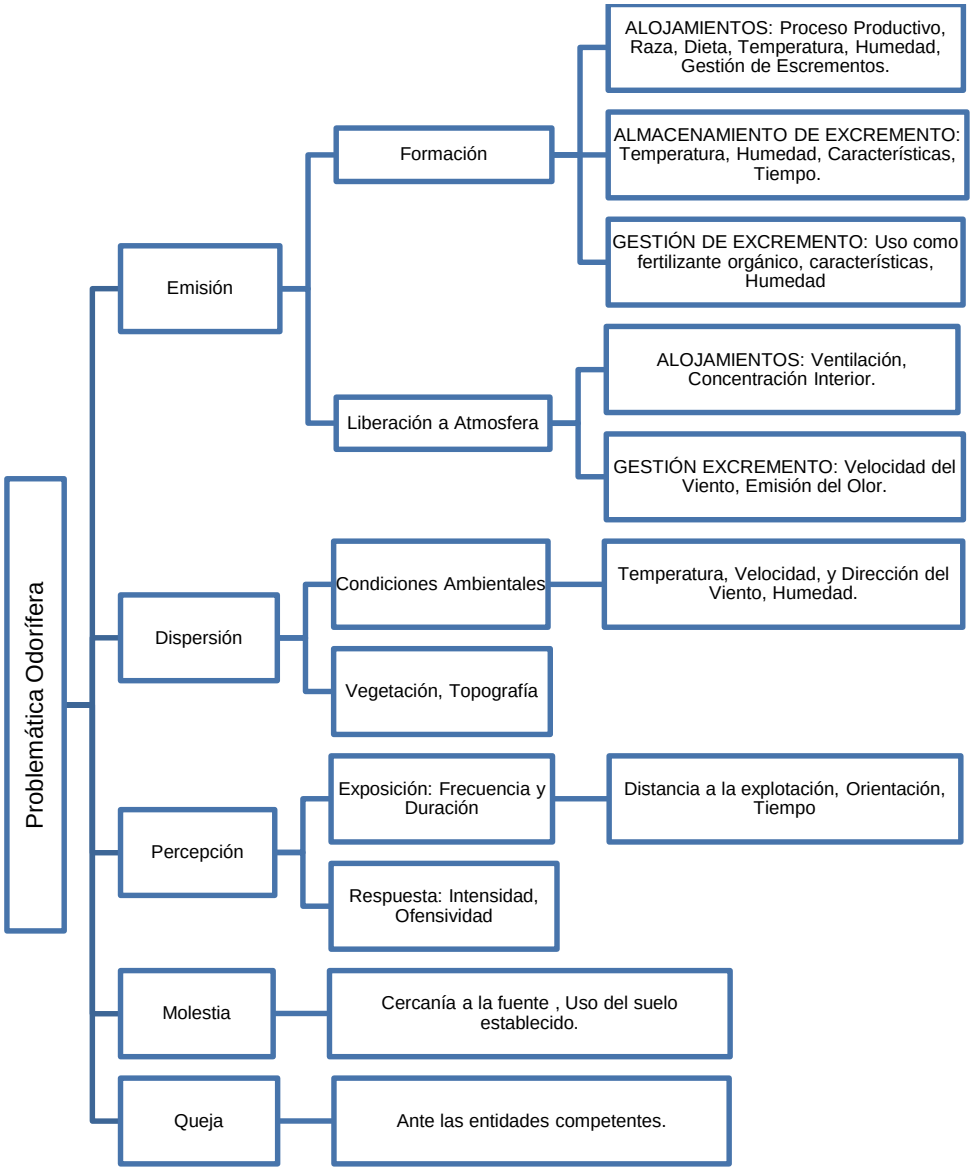
Existen dos métodos para caracterizar los olores: métodos analíticos los cuales permiten determinar la concentración de los gases y las técnicas sensoriales para la medición directa del olor.

- **Métodos Analíticos**

Son utilizados para medir la concentración de compuestos químicos específicos presentes en un olor. Estos métodos son adecuados cuando se conoce cuál es el compuesto que genera los olores. Las técnicas más utilizadas son la cromatografía de gases combinada con la espectrometría de masas mediante absorción- desorción y los tubos colorimétricos a través de los cuales es posible medir gases como amoníaco y compuestos sulfurados reducidos.

Los sensores piezoeléctricos o narices electrónicas, el cual se constituye en un dispositivo compuesto por diferentes sensores electrónicos que detectan y discriminan distintos gases, la respuesta está dada por señales eléctricas relacionadas con la concentración del olor emitido (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008).

Figura 14. Problemática odorífera originada en los procesos de producción avícola.



Fuente: Adaptado de (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008)

- **Métodos sensoriales**

Estos métodos utilizan asesores humanos para medir el olor, la técnica más usada es la olfatometría dinámica, a través de la cual se obtienen flujos de emisión de cada fuente emisora. Se realiza la toma de muestras de aire, la cual en un

transcurso de 24 h es analizada en laboratorio por un panel de expertos, el parámetro más empleado es el de concentración de olor, en algunos casos se determina su intensidad o tono hedónico. De manera posterior se realiza la modelización de su dispersión atmosférica; los modelos de dispersión más utilizados son los modelos Gaussianos. Otros métodos sensoriales empleados para la medición del olor son:

Psicometría

Es la evaluación de las molestias causadas a los pobladores mediante el reparto de cuestionarios a la población afectada aledaña. Se realiza mediante un análisis estadístico el cual detecta las zonas más afectadas cercanas a la actividad o industria emisora de olores.

Inspecciones de Campo

El objetivo es registrar los olores que son inmediatamente reconocibles bajo condiciones reales de campo, para estimar el grado de molestia en una determinada área mediante el uso de las capacidades olfatorias de un grupo de personas (panel de olor) entrenadas para ello.

1.5 CONSUMOS Y EMISIONES

1.5.1 Consumo de Alimentos

Se constituye en el elemento cuantitativo más importante sobre el costo total de la producción. Su composición varía en relación a la disponibilidad y precio de materias primas. La comprensión de los procesos metabólicos de los animales es fundamental para la formulación de los alimentos en relación a las necesidades alimenticias de las aves; así se ha logrado un mejor aprovechamiento de los nutrientes y una reducción de sus impactos negativos, proceso conocido como Nutrición Ambiental (Universidad Politécnica de Valencia, 2008), cuyo principal objetivo es lograr una reducción de la carga contaminante contenida en las excretas.

El consumo de pienso varía en relación a diferentes factores como: Orientación productiva (Pollo de engorde, aves ponedoras, plantas de beneficio y aves reproductoras y plantas de incubación), fase de producción, duración del ciclo y modo de producción. En la Tabla 32 se presentan los niveles promedio de consumo de pienso propuestos por diferentes autores:

Tabla 32. Consumo de pienso para pollo de carne y aves ponedoras

Gallina Ponedora (Kg/ave/ciclo)	34-47
Ave de Carne (Kg/ave/ciclo)	2,4 – 6,4

Fuente: (Universidad Politécnica de Valencia, 2008)

1.5.1.1 Consumo de Agua

En la cría avícola el agua se utiliza para satisfacer las necesidades animales y para limpiarlas instalaciones. No se considera práctico reducir el consumo de agua de los animales, ya que el agua es necesaria para cubrir sus necesidades fisiológicas y su falta puede condicionar negativamente la producción de huevos y la salud del ave. El consumo varía en función de la dieta y, aunque en algunas estrategias de producción se limita, con carácter general se considera obligatorio facilitar el acceso permanente al agua.

Las necesidades de agua de las ponedoras dependen de varios factores como, por ejemplo:

- Edad y estirpe
- Condición (salud y estado productivo)
- Temperatura del agua
- Temperatura ambiente
- Composición del pienso
- Sistema de bebida (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

En la Tabla 33 se presentan valores aceptados de consumo de agua en explotaciones avícolas.

Tabla 33. Consumo de agua en explotaciones avícolas.

Especie Animal	Agua/Pienso (l/Kg)	Consumo agua (l por cabeza y ciclo)	Consumo anual agua (l por plaza y año)
Gallina Ponedora	1,8 -2,0	10	83 – 120

Fuente: (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

Las actividades de limpieza son realizadas después de cada ciclo, para aves alojadas en jaulas provistas con cintas de recogida de estiércol se implementa menos agua que para aves alojadas en sistemas de foso profundo. En la Tabla 34 se presentan valores estimativos del consumo de agua en tareas de limpieza:

Tabla 34. Consumo de agua en tareas de limpieza

Especie	Consumo agua por ciclo (m^3/ $m^{2)}$	Ciclos anuales	Consumo agua anual. (m^3/ $m^{2)}$
Ponedoras en jaulas	0,01	0,67-1	0,0067 – 0,01
Ponedoras en foso	➢ 0,025	0,67-1	>0,017- 0,025

Fuente: (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

1.5.1.2 Consumo de Energía

La energía consumida en una granja avícola se emplea fundamentalmente en: la distribución del pienso, ventilación de la nave, iluminación, recogida y conservación de los huevos. En la Tabla 35 se presentan los valores energéticos requeridos para cada actividad:

Tabla 35. Consumo estimado de energía

Actividad	Consumo estimado de energía (wh/ave/día)
Alimentación	0,5- 0,8
Ventilación	0,13- 0,45
Iluminación	0,15- 0,40
Conservación de los huevos	0,30- 0,35

Fuente: (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) (MARM), 2010, España

1.5.1.3 Otros Consumos

Relacionados con insumos para la alimentación, el almacenamiento, empaques, materiales de limpieza, medicamentos y aditivos.

1.5.2 Emisiones

En el capítulo anterior se describieron los gases producidos en el desarrollo de las diferentes etapas de los procesos productivos llevados a cabo en una granja avícola. En la Tabla 36 se exponen los factores de emisión para cada gas, para las actividades comunes a los procesos productivos avícolas:

Tabla 36. Factores de emisión de gases en actividades comunes en los procesos productivos avícolas.

Actividades	Fuente de emisión
Alojamientos	Diseño del alojamiento y sistemas de recogida de la gallinaza Sistema y caudal de ventilación Temperatura interior Cantidad y calidad de la gallinaza Estrategia alimenticia Formulación del pienso (% proteína bruta principalmente) Tipo y aplicación de cama Sistema de bebedero Número de animales
Almacenamiento de excremento	Gallinaza con alto contenido en nutrientes, que varía en función de la dieta suministrada a los animales Características físicas de la gallinaza: pH, temperatura, % de materia seca, al aumentar el contenido en materia seca disminuyen las emisiones Superficie de emisión: a mayor superficie se emiten mayor cantidad de sustancias contaminantes Condiciones climáticas: temperatura ambiente, lluvia
Gestión de Excremento	Composición química de la gallinaza. Características de los suelos. Factores climáticos.

Fuente: Elaboración propia con base en la guía de mejores técnicas disponibles del sector de la avicultura de puesta, European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) -Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010, España.

1.5.3 Aplicación de aditivos a la gallinaza

Existen en el mercado multitud de aditivos que aseguran conseguir reducciones de las emisiones de amoniaco y malos olores durante el almacenamiento de la gallinaza. Sin embargo, la eficacia de algunos de estos productos ha sido cuestionada en diversos trabajos científicos, mientras que otros han demostrado poseer un potencial de reducción de la contaminación durante el almacenamiento de la gallinaza (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

Algunos de estos aditivos son:

- Aditivos digestivos. Contienen una selección de cepas de microorganismos y enzimas que favorecen la degradación biológica de la gallinaza. Estos aditivos han sido desarrollados por casas comerciales que han patentado su composición. Sin embargo, estos productos parecen haber sido desarrollados sin entender realmente los procesos microbiológicos que tienen lugar en la degradación de la gallinaza. En la actualidad los resultados sobre sus beneficios medioambientales no son concluyentes, aunque las casas comerciales aseguran que son capaces de reducir la volatilización de amoniaco (mediante la inmovilización del amonio) y las emisiones de malos olores.

- Aditivos acidificantes. Estos aditivos actúan reduciendo el pH de la gallinaza, disminuyendo la volatilización del amoniaco durante la fase de almacenamiento y de aplicación a campo. Existen diversos tipos de acidificantes, como ácidos inorgánicos (fosfórico, hidroclórico, nítrico, láctico y sulfúrico), sales básicas de calcio y magnesio y fuentes de carbono lábil (sucrosa, patata, trigo, y bacterias). Algunas de estas sustancias, como los ácidos, incrementan el contenido mineral de la gallinaza, pudiendo provocar problemas de corrosión de los equipos en contacto con ellas. Además, los ácidos inorgánicos suelen ser bastante caros, por lo que el empleo de sales y fuentes de carbono lábil pueden ser una buena alternativa, aunque presentan una eficacia de reducción menor.

- Aditivos absorbentes de nitrógeno amoniacal. Los aditivos mayormente empleados son las zeolitas naturales como la clinoptiolita y la turba. Las zeolitas son minerales alumino-silicatos que poseen una elevada capacidad de intercambio catiónico. La clinoptiolita puede ser empleada como aditivo alimenticio, o puede aplicarse directamente sobre la gallinaza, lo que aumenta su eficacia medioambiental. En un estudio científico donde fue utilizada como aditivo de la gallinaza, se obtuvo una reducción de las emisiones de amoniaco

de un 35%. En términos generales, las zeolitas han demostrado una elevada eficacia de reducción de NH3, de en torno el 60%. En cuanto a sus efectos sobre los malos olores éstos son poco concluyentes, ya que son capaces de absorber algunas sustancias responsables del mal olor y no otras.

- Inhibidores de la actividad ureasa. El principio de acción de estas sustancias consiste en la inhibición de la actividad de la enzima ureasa involucrada en la hidrólisis de la urea a NH3. Su principal inconveniente es su coste excesivo, pudiendo resultar poco prácticos a nivel de explotación por su fácil inactivación.

- Las saponinas extraídas de la planta de la yuca también han sido propuestas como inhibidores de la ureasa pudiendo emplearse directamente sobre la gallinaza o en el pienso. En cuanto la eficacia medioambiental de estos productos, los resultados obtenidos son contradictorios.

- Desinfectantes. Los agentes desinfectantes actúan disminuyendo la formación de sustancias olorosas mediante la inhibición de los procesos de descomposición microbiana de la gallinaza. La eficacia de reducción de malos olores es media, y requiere de una aplicación continua lo que puede resultar económicamente inviable.

- Agentes oxidantes. Los agentes oxidantes actúan de forma similar que los desinfectantes. Entre las sustancias más utilizadas se encuentran el permanganato potásico, el peróxido de hidrógeno y el ozono, siendo el primero de ellos el más accesible en cuanto a costes. En general, los agentes oxidantes son efectivos, aunque por un corto periodo de tiempo, lo que obliga a su aplicación continua.

- Agentes enmascarantes. Estos agentes están formados por mezclas de aceites aromáticos muy olorosos, capaces de enmascarar el olor procedente de la gallinaza. Su eficacia de reducción es elevada en el caso concreto de la gallinaza húmeda (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

1.6 MARCO CONCEPTUAL DE LAS BPA Y MTD EN LA GESTION AMBIENTAL EMPRESARIAL

En primera instancia la Producción más Limpia (P+L en inglés Cleaner Production) ha sido definida por el PNUMA como la aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental integrada en los procesos, productos y servicios con el objetivo de incrementar su ecoeficiencia y reducir sus riesgos para los seres humanos y el medio ambiente. La P+L se aplica (Ver Figura 15):

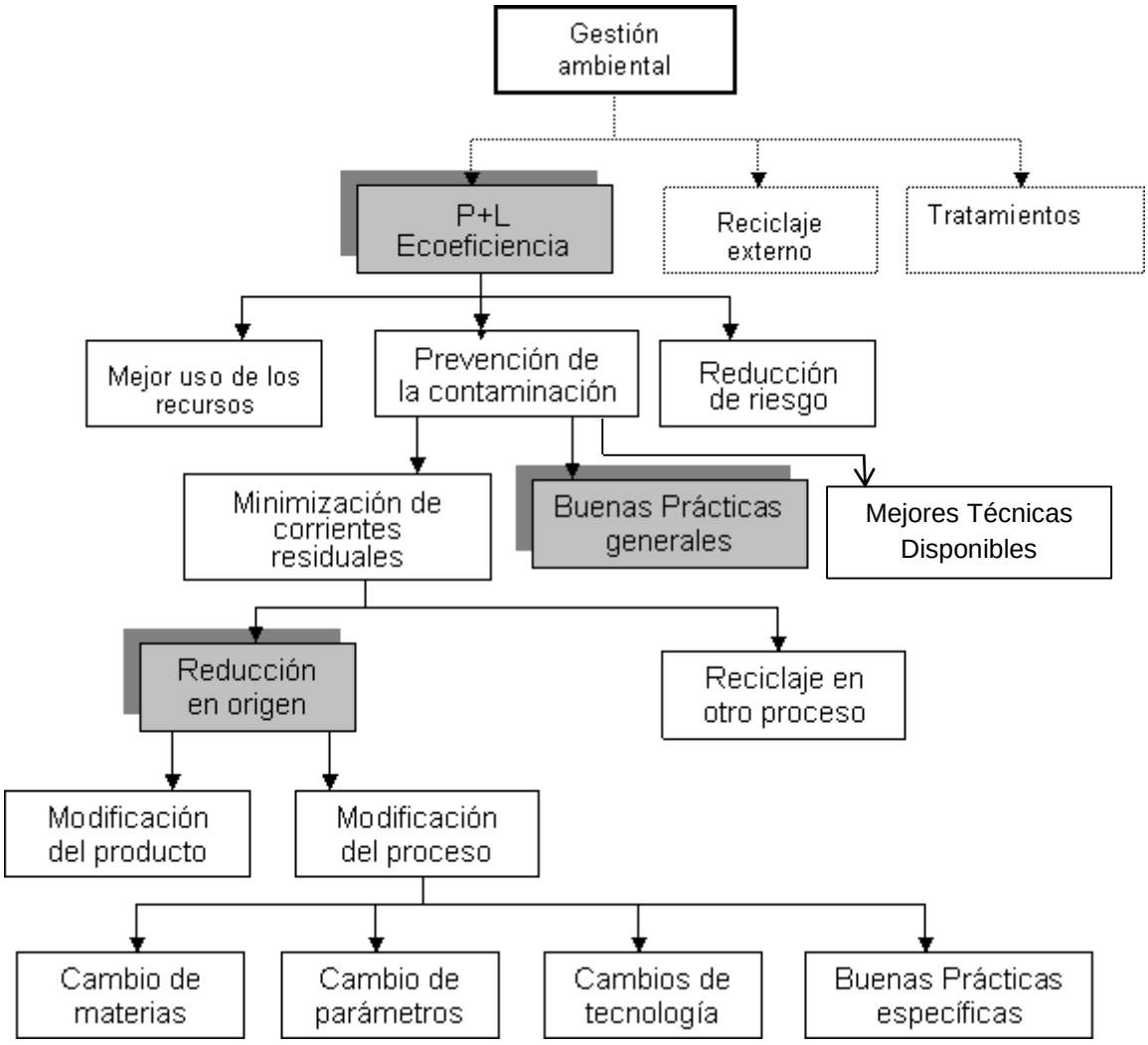
- A los procesos de producción: conservando las materias primas y la energía, eliminando materias primas tóxicas y reduciendo la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos.
- A los productos: reduciendo los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final.
- A los servicios: incorporando la preocupación ambiental en el diseño y suministro de servicios.

La definición del PNUMA ha sido adoptada en la mayoría de países y en varios de la Unión Europea vinculan la P+L con las mejoras técnicas disponibles. La necesidad de pasar a formas más eficientes de la gestión industrial se viene divulgando en Estados Unidos desde la década de los años setenta; con el programa 3P: Pollution Prevention Pays y la implantación del programa de minimización estrechamente vinculado con la contaminación de los suelos. (Rigola, 1998).

Considerando que, tal como se había definido oficialmente, la minimización no daba suficiente prioridad a la reducción de la contaminación en origen, en 1990 se aprueba en Estados Unidos la Pollution Prevention Act, que define la prevención de la polución como "cualquier práctica que reduzca la cantidad de cualquier sustancia peligrosa o contaminante que entra en cualquier corriente residual o bien es emitida al ambiente (incluidas las emisiones fugitivas) antes de su reciclaje, tratamiento o disposición". También el gobierno de Ontario en Canadá, durante la década de los

años ochenta promueve la reducción en origen y publica en 1987 un avanzado Manual de Auditoría y Reducción de Residuos Industriales (RIGOLA, 1998).

Figura 15. La P+L y la ecoeficiencia en la prevención en origen de la contaminación



Fuente: Adaptada Rigola, 1998.

Para conseguir que la gestión ambiental se realice de la forma más efectiva y eficiente, también es necesaria la integración de la gestión ambiental como parte (no independiente) del sistema más general de gestión de la empresa.

Como una buena parte de las mejoras ambientales se consigue simplemente aplicando (BPA), por la vía de su implantación pueden conseguirse argumentos para interesarse en la P+L en sentido más amplio. La experiencia conseguida finalmente les ayuda a pensar que la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) no será una medida traumática para la empresa.

Las (BPA) son un conjunto de medidas aplicables en una industria que de forma simple permiten mejorar su comportamiento ambiental. A menudo son un buen inicio para impulsar la concienciación ambiental en una empresa, antes de pasar a aplicar programas de P+L. Se pueden definir BPA genéricas que sirven para cualquier industria, o pueden definirse para un sector industrial determinado, pero cada empresa tendría que diseñar su propio catálogo de BPA de acuerdo con sus circunstancias (RIGOLA, 1998).

Pueden adoptarse diferentes formas de llegar a definir un programa de BPA, que en parte dependerá del alcance que se le quiera dar y de las medidas que se consideren más importantes para la empresa, el sector o la institución que las defina.

Un programa de BPA debe ser, ante todo, realizable en la práctica y, por tanto, debe basarse en los medios existentes y partir del nivel de concienciación actual de la empresa.

En el marco de la promoción de P+L en la directiva relativa al control integrado de la prevención ambiental (IPPC), la UE ha publicado una serie de documentos de referencia (BREF) que describen las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para los diferentes sectores industriales. Las MTD son un conjunto de técnicas, actividades, procedimientos y métodos de trabajo desarrollados y probados a escala industrial, diseñados de tal forma que puedan aplicarse en un contexto industrial determinado, para evitar o, cuando esto no sea posible, reducir las emisiones al mínimo, en condiciones económicamente viables para la empresa.

El concepto llano de ecoeficiencia ha sido adoptado por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, World Bussiness Council for Sustainable Development) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE). El WBCSD ha pasado de utilizar la ecoeficiencia como concepto simple (así lo hacía en 1991) a designarlo como una herramienta para mejorar el comportamiento de las empresas. El WBCSD ha reconocido el paralelismo entre la ecoeficiencia y la P+L; ambos conceptos se conformaron casi al mismo tiempo y

han seguido un desarrollo paralelo mediante el intercambio de know-how y de experiencias, reforzándose mutuamente.

Para la OCDE, la ecoeficiencia expresa la eficiencia con que se utilizan los recursos para cubrir las necesidades humanas. Puede considerarse como la relación entre la producción o servicios obtenidos (output) y la suma de presiones ambientales generadas (input). Esta relación puede referirse a una empresa, a un sector industrial o a la economía en conjunto. Los estudios de la OCDE confirman las experiencias en P+L al estimar que los fabricantes han encontrado formas rentables para reducir entre un 10 y un 40% el uso de materias, energía y agua, por unidad de producción. Y, por otra parte, también dicen que tecnologías comprobadas pueden reducir el uso de sustancias tóxicas en un 90% o más. (RIGOLA, 1998).

Las medidas aplicables a cada aspecto medioambiental del sector avícola se pueden clasificar en (BPA) y (MTD).

MTD: Según la Directiva IPPC, las mejores técnicas disponibles, conocidas también como BATs (Best Available Techniques), son aquellas técnicamente relevantes por su eficacia, comercialmente disponibles y que se puedan encontrar tanto en instalaciones existentes como futuras, caracterizadas por:

- Generar pocos residuos.
- Usar sustancias menos peligrosas.
- Fomentar la recuperación.
- Reducir el uso de materias primas.
- Aumentar la eficacia del consumo de energía.
- Prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y los riesgos para el medio ambiente.
- Disminuir el riesgo de accidentes o reducir sus consecuencias para el medio ambiente.

BPA: Las Buenas Prácticas Ambientales se basan en la realización de una serie de actuaciones cuya finalidad es la mejora del medio ambiente en el lugar de trabajo, reduciendo las pérdidas sistemáticas o accidentales de materiales, en forma de contaminantes (residuos, emisiones o vertidos).

De esta manera aumentamos la productividad, sin acudir a cambios en tecnologías, materias primas o productos, sino centrándonos principalmente en factores humanos y organizativos de la producción (Fundación San Valero, 2004).

El Concepto de las MTD se acogió a nivel internacional en septiembre de 1996 mediante la aprobación por parte del Consejo de la Unión Europea de la Directiva europea 96/61/CE, relativa a la Prevención y Control Integrados de la Contaminación, más conocida por sus siglas en inglés como Directiva "IPPC". El principal objetivo de esta directiva es analizar las interacciones de los procesos productivos en el medio ambiente de forma preventiva e integrada, es decir, antes de la puesta en marcha de las actividades contaminantes y considerando todos los medios receptores de la contaminación (agua, atmósfera, suelo). Con ello se persigue una elevada protección del medio ambiente, mediante la eliminación total o la minimización, en su caso, de las emisiones atmosféricas, los vertidos y los residuos generados.

La directiva 96/61/CE establece un marco de referencia común a los sectores productivos afectados por ella (actividades incluidas en alguna de las categorías de su Anexo I) y propone el estudio de las distintas tecnologías existentes en cada sector para seleccionar las "Mejores Tecnologías Disponibles" (MTD o en ingles BATs) en cada actividad. Así mismo, propone la identificación de los valores de emisión del medio ambiente, mediante la eliminación total o la minimización, en su caso, de las emisiones atmosféricas, los vertidos y los residuos generados.

Se considera que una tecnología aplicada en un proceso productivo es una MTD, si esta tecnología es respetuosa con el medio ambiente, es decir, contamina lo menos posible, es eficaz en los consumos energéticos y de recursos naturales, utiliza sustancias poco peligrosas y minimiza el riesgo de accidentes. Asimismo, una MTD es aquella que genera pocos residuos y permite el desarrollo de técnicas de recuperación y reciclado sobre los mismos.

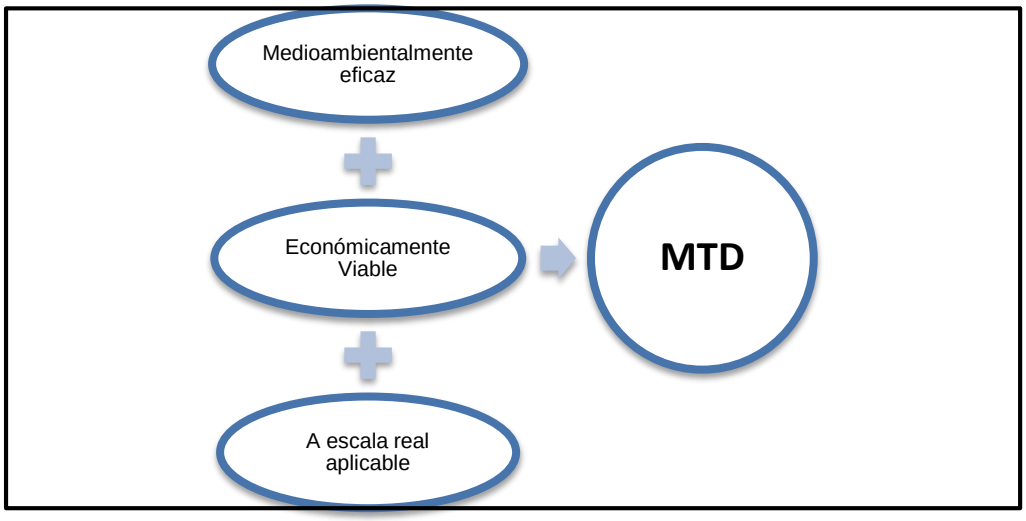
Previamente a la publicación de la Ley 16/2002, se han ido elaborando los Documentos Finales (en inglés BREF's) sobre las "Mejores Tecnologías disponibles" en la industria europea por parte de la "Oficina Europea para la IPPC" (en inglés EIPPCB). (Directiva europea 96/61/CE, 1996).

En Colombia se adopta el término MTD, con la expedición de la Resolución 1541 de 2013 *“Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generen*

olores ofensivos y se dictan otras disposiciones" define como Mejor Técnica Disponible a: *"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 alcanzar el cumplimiento de los objetivos de la presente resolución"* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

Las características a evaluar para la selección de las MTD se esquematizan en la Figura 16.

Figura 16. Características a evaluar para la selección de las MTD.



Fuente: Elaboración Propia.

Las MTD y BPA, hacen referencia al conjunto de recomendaciones prácticas y fáciles de implementar que permiten mejorar o modificar diferentes comportamientos, previniendo impactos ambientales negativos. El cumplimiento de una serie de MTD y BPA a la hora de planificar y ejecutar las diferentes actividades, se constituye en el punto de partida para reducir la generación de olores ofensivos así como de otros impactos.

2. RUTA METODOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN DE LAS MTD EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA

El presente estudio consistió en la identificación y definición de las BPA y/o MTD que pueden ser implementadas en las diferentes fases de las actividades de avicultura, para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos, mediante la revisión y análisis de las experiencias del nivel nacional e internacional, avaladas por los expertos, los avicultores y autoridades ambientales.

En la definición de las BPA y MTD para el subsector avícola colombiano se realizó una caracterización de los diferentes procesos en granjas avícolas en Colombia; considerando las técnicas de producción de granjas y teniendo en cuenta balances de masa principalmente relacionados con la generación de residuos y emisiones, con el objeto de identificar puntos sensibles e impactos ambientales.

Para cada uno los diferentes impactos ambientales identificados mediante el desarrollo de matrices de Evaluación de Impacto Ambiental, se llevó a cabo el proceso de identificación de las BPA y/o MTD validadas a nivel nacional e internacional que han demostrado la reducción de olores ofensivos en los diferentes procesos de la industria avícola. Éstas técnicas fueron seleccionadas en consideración a su eficacia en la reducción de emisiones y consumos producto del desarrollo de las actividades productivas al interior de las granjas avícolas.

Para cada una de las BPA y/o MTD se desarrolló una ficha, que integralmente define un Plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector; dentro de dicho plan se definen algunas de las posibles actividades para la gestión ambiental y los procesos y procedimientos requeridos para prevenir o mitigar efectos ambientales negativos que se puedan generar de la actividad productiva.

Para la definición y precisión del problema, sus impactos y alternativas y posterior definición de las BPA y/o MTD para el subsector avícola colombiano se abordaron los siguientes aspectos:

2.1 ANÁLISIS DE PROCESOS Y ASPECTOS PARA LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA

- Caracterización de los diferentes procesos y actividades en granjas avícolas en Colombia.
- Visitas a varias granjas de pequeños, medianos y grandes explotaciones en compañía de funcionarios de las autoridades ambientales en diferentes regiones del país
- Visitas de reconocimiento de aspectos relacionados con la producción avícola tales como: construcción de las instalaciones, el tipo de materiales utilizados, el manejo de las dietas alimenticias, los comederos, los beberos, las jaulas, el manejo de la gallinaza in situ, el manejo del recurso hídrico, el control de emisiones, el manejo paisajístico, las barreras vivas, las instalaciones para el almacenamiento y manejo de la gallinaza, los tipo de compostaje, el control y manejo de cadáveres.
- Análisis de los formatos de inspección vigilancia y control ambiental elaborados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el apoyo de las autoridades ambientales
- Análisis de flujos de materia y energía en la producción: teniendo en cuenta balances de masa principalmente la generación de residuos y emisiones.
- Identificación de aspectos ambientales asociados a la producción.
- Identificación de impactos o efectos sobre el ambiente, a causa de la actividad productiva.

2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Se identificaron experiencias y técnicas de producción de granjas en el país y en diferentes partes del mundo, dentro de ésta etapa se consideraron los siguientes aspectos:

- Revisión de las diferentes formas de producción del país mediante visitas técnicas especializadas e inspecciones oculares.
- Revisión de formatos de inspección, vigilancia y control ambiental: Estos formatos fueron validados mediante su aplicación en proyectos piloto por parte del Ministerio y las CAR. El conocimiento de estos formatos y su análisis permitió incluir elementos para el diseño y estructura de las fichas de MTD, de tal forma que se puedan integrar en la gestión ambiental. Los formatos consultados y analizados de IVC y su manual de diligenciamiento fueron elaborados para atender los compromisos en materia ambiental y de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de los Tratados de Libre Comercio firmados por el país con Estados Unidos y la Comunidad Europea. Estos formatos contienen una forma práctica de atender los aspectos ambientales desde el escritorio hasta la visita de seguimiento y control. Su información es de fácil ingreso al Registro Único Ambiental, contienen información sobre las concesiones de agua, los vertimientos líquidos, el manejo de residuos ordinarios y peligrosos, las emisiones atmosféricas, entre otros.
- Revisión de guías de buenas prácticas ambientales y guías ambientales nacionales.
- Revisión de guías de buenas prácticas avícolas y Mejores Técnicas Ambientales de la Unión Europea.
- Consultas con expertos del sector privado y las autoridades ambientales
- Revisión y análisis de la literatura especializada de las prácticas utilizadas a nivel nacional e internacional.
- Revisión de las normas tanto de nivel nacional como las internacionales.

Adicional a lo anterior se consideraron aspectos ambientales, socioeconómicos, legales y operativos, relacionados con el funcionamiento de las granjas avícolas:

- Ambientales: La presencia de elementos de interés ambiental en el área de la granja como humedales, cuerpos de agua, bosques naturales, zonas con alta probabilidad de riesgos por remoción de masa o inundación, áreas protegidas, etc.
- Socioeconómicos y de Mercado como la ubicación de asentamientos humanos y el ordenamiento territorial local, ubicación de plantas de sacrificio, vías para transporte de insumos y productos, establecimientos para la comercialización avícola, áreas proyectadas para la expansión urbana, centros de consumo y demanda del mercado, etc.

- Legales: Conocer las normas y requisitos para el funcionamiento de la granja avícola, permisos y concesiones ambientales, reglamentos y trámites ambientales requeridos para desarrollar la actividad productiva.
- Operativos: La capacidad disponible para proveerse de recursos, físicos, económicos, tecnológicos y humanos calificados, para implementar el control y la gestión ambiental.

2.3 SELECCIÓN DE LAS MTD Y BPA

Para cada uno de los diferentes impactos ambientales derivados de las actividades avícolas, identificados mediante el desarrollo de la matriz general de Evaluación de Impacto Ambiental; y partiendo del conocimiento adquirido mediante las visitas técnicas realizadas y las consultas con expertos, se llevó a cabo el proceso de selección e identificación de las MTD y BPA) más adecuadas para el país, propuestas en las Guías de BPA , en las guías ambientales, en las guías de buenas prácticas avícolas y en las MTD, reconocidas y validadas a nivel internacional las cuales han demostrado su eficacia en la reducción de consumos, emisiones y gases que generan olores ofensivos producto del desarrollo de las actividades productivas al interior de una granja avícola.

En la selección de la MTD y BPA a implementar en las granjas avícolas se recomienda considerar una serie de aspectos relacionados con los procesos productivos y actividades realizadas, definición de impactos generados, análisis de técnicas existentes e identificación de las técnicas más eficientes, costos y facilidad de aplicación de la técnica seleccionada. Se debe garantizar que la aplicación de la misma permita de una forma simple dar respuesta a los planes requeridos por las autoridades ambientales.

Cada una de las MTD y BPA se encuentra desarrollada en fichas dentro de las cuales se describen sus características generales, aplicabilidad, eficacia ambiental y posibles efectos secundarios; el conjunto de fichas propuestas a nivel integral define un Plan de MTD y BPA para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola; adicional a lo anterior se realizó la formulación de una serie de indicadores para el seguimiento, monitoreo y evaluación de costos de las medidas propuestas.

3. RESULTADOS: SELECCIÓN DE MTD Y BPA PARA LA PREVENCIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN EL SUBSECTOR AVÍCOLA

El presente documento espera ofrecer una herramienta técnica de ayuda y consulta para facilitar la transferencia de resultados en granjas avícolas que se encuentren interesadas en mejorar su competitividad de forma amigable con el medio ambiente, por otra parte mostrar que las prácticas de trabajo que se realicen evitando los impactos sobre el medio ambiente (en forma de consumos de recursos, vertidos de aguas residuales, generación de residuos, olores, contaminación y erosión de suelos…), no sólo preservan nuestro entorno garantizando un mejor futuro, sino que además pueden implicar un ahorro de costos y dar cumplimiento a la legislación.

Conociendo las problemáticas medioambientales detectadas en las explotaciones avícolas, comunes en muchas publicaciones nacionales e internacionales, se ha realizado una búsqueda, análisis y recopilación a nivel nacional e internacional principalmente lo establecido por el IPPC sobre BPA y MTD con impacto favorable, tanto sobre los diferentes aspectos ambientales que afectan al subsector avícola, como sobre el ahorro de costos para las propias explotaciones avícolas.

3.1 METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADORES DE OLORES OFENSIVOS EN LA AVICULTURA

Los avicultores tanto del orden nacional como internacional hacen uso de diversos métodos para identificar y evaluar los impactos ambientales de sus explotaciones avícolas, por lo que se hace mención de estos en el siguiente numeral.

3.1.1 Generalidades sobre metodologías para la evaluación e identificación de impactos ambientales

Canter y Sadler (1997) clasificaron las metodologías para la evaluación de impacto ambiental en veintidós grupos listados alfabéticamente y no en orden de importancia o de uso, los cuales se mencionan a continuación: (CANTER L., SADLER B., 1997)

(1) Analógicos. Básicamente se remite a información de proyectos existentes de un tipo similar al que está siendo analizado por un estudio de impacto. La información obtenida en la medición y seguimiento de los impactos ambientales actuales puede ser usada como una analogía a los impactos anticipados del proyecto propuesto. Además de que, clases similares de proyectos se puede utilizar para un programa de seguimiento que desarrolle información sobre la huella del impacto de un proyecto propuesto.

(2) Listas de chequeo. Hay muchas variedades de listas de chequeo, este tipo de metodología es la más frecuentemente utilizada en los procesos de EIA. Típicamente, la lista de chequeo contiene una serie de puntos, asuntos de impacto o cuestiones que el usuario atenderá o contestará como parte del estudio de impacto. Tales listas de chequeo representan recordatorios útiles para identificar impactos y proporcionar una base sistemática y reproducible para el proceso de EIA.

(3) Listas de chequeo enfocadas a decisiones. Representan un grupo de métodos los cuales están inicialmente referidas a comparar alternativas y conducir a un análisis de equilibrio. En este considerando, tales métodos son inicialmente útiles para la síntesis de información de estudios de impacto. Cada

alternativa viable está sujeta a estudio. El proceso de EIA consistiría de una fase de análisis y una fase de síntesis, las listas de chequeo para decisiones pueden ser útiles para ambas fases, con particular valor asociado a la fase de síntesis. Hay varios tipos listas de chequeo para decisiones y está fuera del alcance de este trabajo resumir completamente todos los tipos.

(4) Análisis ambiental coste-beneficio (Environmental Cost-Benefit Análysis ECBA). Este método complementa el tradicional análisis de coste-beneficio con una atención adicional a los recursos naturales y su valor económico. Su aplicación a la evaluación económica de impactos específicos de un proyecto propuesto y alternativo tiene considerables limitaciones. Las técnicas de estimación varían en complejidad y alcance, pero han tenido una considerable demanda entre los profesionales y usuarios de tales estudios.

(5) Opinión de expertos. El cual también puede ser referido como Dictamen Profesional, representa un tipo ampliamente usado de métodos dentro del proceso de evaluación de impacto ambiental. Este método se utiliza normalmente para señalar los impactos específicos de un proyecto sobre los diferentes componentes medioambientales. Las herramientas específicas dentro de la categoría de opinión de expertos que pueden utilizarse para delinear información, incluyen estudios Delphi y Metodologías de Evaluación del Impacto Ambiental el uso del proceso adaptativo de evaluación ambiental. Con este enfoque los grupos de expertos identifican la información apropiada y elaboran modelos cualitativos/cuantitativos para la predicción de impactos o para simular procesos medioambientales.

(6) Sistemas Expertos. Consiste en recoger el conocimiento profesional y el juicio de expertos en áreas temáticas específicas y de actualidad. Tal conocimiento es codificado, a través de una serie de reglas o experiencias prácticas (heurísticas), en entornos de sistemas informáticos computacionales. Los Sistemas Expertos son típicamente amigables al usuario y sólo requieren la respuesta a una serie de preguntas para conducir a un análisis particular. Se está incrementando la atención al desarrollo de sistemas expertos más exhaustivos para los procesos de EIA.

(7) Índices o indicadores. Se refiere a características específicas o integradas de factores medioambientales o recursos. Se utilizan dentro de los estudios de impacto para representar parámetros de amplitud de medios o recursos. Específicamente, los índices se refieren a información numérica o bien

información catalogada. Se usa como sistema auxiliar para describir los ambientes afectados así como para la predicción y evaluación de impactos. Los índices numéricos o descriptivos se han desarrollado como una medida de la vulnerabilidad del medio ambiente y los recursos a la contaminación u otras acciones humanas y han probado su utilidad en la comparación de localizaciones para una actividad propuesta. Sobre estas bases, pueden ser formuladas las medidas para minimizar los impactos ambientales e incluir controles.

(8) Pruebas de Laboratorio y Modelos a Escala. Se pueden aplicar para conseguir información cualitativa / cuantitativa sobre impactos anticipados de un determinado tipo de proyecto en una localización geográfica dada. Aunque este tipo de métodos no han sido extensamente usados son apropiados para ciertos proyectos.

(9) Evaluación de Paisajes. Son inicialmente útiles para la valoración de recursos estéticos o visuales. Tales métodos están basados típicamente en el desarrollo de información derivada de una serie de indicadores y la subsiguiente adición de dicha información sobre una puntuación global o índice para el escenario ambiental. Esta información puede ser usada como representativa de las condiciones de partida. El potencial impacto estético o visual de un proyecto propuesto puede entonces ser estimado otra vez sobre los registros base o índices, por ejemplo, la comparación con y sin proyecto.

(10) Revisión Bibliográfica. Supone ensamblar información sobre los tipos de proyectos y su impacto típico. Como se notará, por analogías, este tipo de información puede ser muy útil para la pronta definición de impactos potenciales. Puede también ser usado para cuantificar anticipadamente, cambios específicos e identificar las medidas de mitigación para minimizar efectos indeseables. Actualmente está disponible una abundante información sobre impactos típicos de algunos proyectos.

(11) Cálculos de balance de materia. Están basados inicialmente en inventarios de condiciones existentes para compararlas con los cambios que resultarán de una acción propuesta. Tales inventarios son frecuentemente usados en los procesos de EIA en el contexto de las emisiones de contaminantes al aire, al agua, y la generación de residuos sólidos y peligrosos. Los cálculos de balance de materia requieren la descripción del área de estudio para establecer las condiciones iniciales. Una manera de expresar el impacto es considerar los

cambios absolutos y porcentuales en el inventario (o balance de materia) como resultado de una acción propuesta.

(12) Matrices de interacción, representan un tipo de método ampliamente usado en los procesos de EIA. Las variaciones de las matrices sencillas de interacción han sido desarrolladas para enfatizar rasgos característicos deseables, las matrices representan un tipo de método muy útil para el estudio de diversas actividades dentro de los procesos de EIA.

(13) Monitorización. Se refiere a mediciones sistemáticas para establecer las condiciones existentes de los ambientes afectados así como dotar de una base inicial de datos para interpretar la importancia de cambios anticipados de un proyecto propuesto. La monitorización podría enfocarse a los ambientes fisicoquímico, biológico, cultural y/o socioeconómico. La selección de indicadores apropiados para el seguimiento deberá ser realizado tanto en función de la disponibilidad de la información existente como del tipo de proyecto y de los impactos previstos.

(14) Estudios de campo. Representa un tipo de método muy especializado. Específicamente, monitorización y análisis de impactos evidentes, manifestados actualmente a consecuencia del proyecto, resultantes de proyectos similares al proyecto del que se quiere prevenir los impactos. Una vez más, el énfasis se dará al seguimiento de indicadores seleccionados pertinentemente para el tipo de proyecto.

(15) Redes. Se refiere a un grupo de métodos que definen las conexiones o relaciones entre acciones proyectadas e impactos resultantes. Estos tipos de métodos están referenciados de alguna manera con la práctica de EIA, por ejemplo, árboles de impacto, impacto de cambios, diagramas causa-efecto o diagramas de consecuencias. Las redes son útiles para mostrar las relaciones entre impactos primarios, secundarios y terciarios, resultantes de acciones particulares. Pueden también ser utilizados junto con matrices como una herramienta para la identificación de impactos y la predicción cualitativa de los mismos.

(16) Sobre-posición de mapas. Propuesto por Mc Harg (1969) ha servido de base a otros métodos utilizados en la actualidad cuando se trata de localizar un pasillo o trazo lineal para vías de acceso, gasoductos o líneas de transmisión de energía eléctrica. Fue usado desde que comenzaron a requerirse las EIA,

inicialmente consistió en un ensamble físico de mapas que desplegaban diferentes características ambientales, ahora se hace digitalmente. La tecnología de los sistemas de información geográfica (GIS) es una herramienta inspirada en este tipo de método bastante útil en los procesos de EIA. La sobre posición cartográfica de transparencias, físicamente o digitalizada, se usa para describir condiciones existentes y desplegar cambios potenciales resultantes de una acción propuesta.

(17) Fotografías o fotomontajes son útiles como herramientas para propósitos de desplegar la calidad visual del ambiente seleccionado e identificar los potenciales impactos visuales de una acción propuesta. En ese considerando, esta aplicación está relacionada con los métodos de evaluación del paisaje descritos anteriormente, con una ventaja adicional del uso de la fotografía digitalizada.

(18) Modelización cualitativa. Se refiere a un grupo de métodos en el que, información descriptiva es utilizada para relacionar varias acciones con cambios resultantes en los componentes ambientales. Como tal, puede ser considerada como una extensión de las categorías de redes de trabajo descritas anteriormente.

El enfoque general del modelaje cualitativo está en la comprensión de las interrelaciones fundamentales de los aumentos o disminuciones en ciertos rasgos ambientales como resultado de acciones particulares. En muchos casos, el modelaje cualitativo representa el único tipo de método disponible para la predicción de impactos. Nótese que está típicamente basado en opiniones de expertos (dictámenes profesionales) como se describió oportunamente.

(19) Modelización cuantitativa (matemática). Se refiere a un extenso grupo de métodos, usados específicamente para prestar atención anticipadamente a los cambios en el medio ambiente o los recursos, como resultado de acciones propuestas. Tales modelos pueden variar desde versiones simplificadas a muy complicadas simulaciones tridimensionales basadas en ordenador que requieren de una gran cantidad de datos. Es importante reconocer que los modelos cuantitativos están disponibles para muchas de las áreas típicas de impactos asociados con proyectos particulares. Por ejemplo, hay algunos modelos de dispersión que se pueden usar para conocer anticipadamente los impactos en la calidad del aire por fuentes fijas de emisión de propuestas de incineradores de residuos peligrosos o de plantas de producción de electricidad

que queman combustibles fósiles; igualmente, existen modelos de dispersión para prever la calidad del agua en los casos de vertidos contaminantes a cuerpos receptores de agua superficial y subterránea.

(20) Evaluación de riesgo. Es una herramienta emergente para la práctica de EIA. Inicialmente fue usada para establecer estándares ambientales basados en temas de salud humana. La evaluación de riesgos típicamente abarca la identificación de los riesgos, consideraciones sobre la relación dosis-repuesta, conducción de une valuación a la exposición, y evaluación del riesgo asociado. Esta aplicación puede ser usada tanto para riesgo a la salud humana como para riesgo ecológico.

(21) Construcción de escenarios. Involucra consideraciones alternativas futuras como resultado de suposiciones iniciales diferentes. Esta técnica se utiliza en las áreas de planeación, pero también tiene aplicabilidad en EIA, particularmente en el contexto de la Evaluación Ambiental Estratégica EAE de políticas, planes y programas.

(22) Extrapolación de tendencias. Utiliza tendencias históricas y las proyecta al futuro basada en suposiciones asociadas a condiciones de cambio continuo. Tales métodos son particularmente valiosos cuando se enfocan a condiciones ambientales futuras sin que haya necesariamente una acción propuesta.

Para seleccionar una metodología, se recomienda tomar en cuenta algunas características importantes como: si da una visión global, si es selectivo, mutuamente excluyente, si considera la incertidumbre, si es objetivo e interactivo.

Entre las varias metodologías generales existentes, se pueden seleccionar en un amplio rango de opciones, las siguientes:

- Listas de chequeo
- Matriz de Leopold
- Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus
- Método de transparencias (Mc Harg)
- Análisis costes-beneficios • Modelos de simulación
- Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio.

Métodos simples de identificación de impactos ambientales

Las metodologías de EIA se pueden clasificar a groso modo en matrices de interacción (causa efecto) y listas de control, considerando a los diagramas de redes como una variable de las matrices de interacción. Las matrices de interacción varían desde las que hacen consideraciones simples de las actividades del proyecto y sobre sus impactos sobre los factores ambientales hasta planteamientos estructurados en etapas que muestran interrelaciones existentes entre los factores afectados. (CANTER, 2000)

(1) Metodología de matrices interactivas.

Las matrices interactivas causa - efecto fueron las primeras metodologías de EIA que surgieron. Una matriz interactiva simple muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo del otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, este apunta en el punto de intersección de la matriz y se describe además en términos de consideraciones de magnitud e importancia. Se ha utilizado muchas variaciones de esta matriz interactiva en los estudios de impacto, incluyendo entre ellas las matrices por etapas.

- **Matrices simples.**

La matriz de Leopold que recoge una lista de aproximadamente 100 acciones y 90 elementos ambientales. Las ventajas de utilizar esta matriz es que es muy útil como instrumento de *screening* para desarrollar una identificación de impactos y puede proporcionar un medio valioso para comunicar los impactos al proporcionar un desarrollo visual de los elementos impactados y de las principales acciones que causan impactos.

- **Matrices en etapas.**

Para analizar los impactos secundarios y terciarios que derivan de las acciones de un proyecto, puede usarse una matriz en etapas, también llamada matriz de impactos cruzados. Esta matriz por etapas es aquella en la que los factores ambientales se muestran contrastados frente otros factores ambientales.

Así se puede mostrar las consecuencias que sobre otros factores ambientales tiene los cambios primarios que se produzcan sobre los factores ambientales. Las matrices por etapas facilitan la identificación de las cadenas de efectos que dan

lugar a impactos y también favorecen una visión del medio ambiente como un sistema. En realidad son un método intermedio entre las matrices simpes y los digammas de redes. Las matrices por etapas con accione múltiples y con varios tipos y niveles de impactos pueden llegar a tener representaciones graficas muy complejas.

(2) Métodos de diagramas de redes

Los diagramas de redes son aquellos métodos que integran las causas de los impactos y sus consecuencias a través de la identificación de las interrelaciones que existen entre las acciones causales y los factores ambientales que reciben el impacto, incluyendo aquellos que representan sus efectos secundarios y terciarios.

Los análisis de redes son muy útiles para identificar los impactos previstos asociados a posibles proyectos. Las redes también nos pueden ayudar a organizar el debate sobre los impactos previstos del proyecto. Las presentaciones de los diagramas son especialmente útiles a la hora de comunicar al público interesado la información sobre un impacto ambiental. La limitación principal de un método de diagrama de redes es la mínima información que se proporciona sobre los aspectos técnicos de la predicción de los impactos y sobre los medios para evaluar y comparar los impactos de las alternativas. Además la representación gráfica de estas redes puede volverse muy compleja.

Los gráficos directos o dígrafos son una variante de redes, utiles para representar las relaciones existentes entre los sistemas biofísico y socioeconómico, como contrapartida destacan su complejidad visual y la cuestionada validez de las relaciones numéricas establecidas.

(3) Métodos de listas de control

Varían desde los listados de factores ambientales hasta los sistemas muy elaborados que incluyen la ponderación de importancias para cada factor ambiental y la aplicación de técnicas de escalas para los impactos de cada alternativa en cada factor. Las listas de control simple son listas de los factores ambientales que deben ser estudiados, sin embargo, no proporcionan información sobre los datos específicos que se *requieren*, los métodos de estimación o la predicción y evaluación de impactos. Las listas de control descriptivas se refieren a métodos que incluyen listas de factores ambientales junto con información sobre cómo realizar las estimaciones, la predicción y la evaluación de impacto.

3.1.2 Metodología de identificación y evaluación de impactos ambientales generadores de olores ofensivos en actividades de la avicultura

Los avicultores pueden hacer uso de cualquier método para la identificación y evaluación de impactos ambientales de acuerdo con las características de su granja y las condiciones naturales y ambientales del lugar; en el presente documento se toma como referencia para la identificación de los impactos ambientales generadores de olores en las granjas avícolas las tablas y matrices definidas en documentos técnicos, como son:

- Guía Ambiental del sector Avícola. 2 Ed. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – FENAVI, 2014; la cual hace una selección de la muestra conformada por una población de 594 empresas productoras de pollo, huevo, incubación y beneficio de aves. La identificación de impactos ambientales se realiza mediante la aplicación de un método matricial, el cual identifica los aspectos ambientales y valora los impactos negativos generados a los recursos agua, suelo, aire y energía. Esta matriz se formula a partir del «balance de masas» de las actividades desarrolladas en granjas, incubadoras y plantas de beneficio.

- Matriz de identificación de impactos ambientales del documento BREF sobre guía de mejores técnicas disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves en la comunitat valenciana. Instituto de Ciencia y Tecnología Animal.

- Tesis de Grado del Ing. Freddy Portilla Portilla, “Planteamiento del Plan de Manejo Ambiental para la Granja Santa Sofia” Universidad Pontificia Bolivariana, 2013, que realiza la identificación de impactos ambientales a partir de la aplicación de la metodología de Vicente Conesa.

- Estudio de Gestión Ambiental para la empresa avícola Agrícola Mercantil del Cauca, AGRICCA S.A. Universidad de Manizales Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio ambiente, 2012, Elcy Gómez. Trabajo de Grado, realiza la metodología de valoración de impactos ambientales de Batelle Columbus.

- Proyecto técnico para tramite de autorización ambiental integrada Estudio de Impacto Ambiental de la Granja URIAGEREKA S.L, 2011.

- Guía Avícola, Instrumento de Gestión Ambiental, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, 2009. La matriz incluye, en la primera columna de la izquierda, las acciones del proceso de desarrollo y operación que se considera pueden generar algún tipo de impacto ambiental. En la fila superior se incluyeron los impactos potenciales en los componentes físico, biótico y social. En el centro de la matriz se marca con equis, las relaciones que se pueden establecer entre una actividad y los impactos potenciales que esa actividad podría generar si no se maneja adecuadamente.

En ese sentido la matriz del presente documento consistió en la identificación de los procesos y actividades (Ver Tabla 10) presentes en la producción avícola, así como los impactos ambientales generados sobre los componentes agua, suelo y aire, haciendo énfasis en aquellos que originan olores ofensivos, para lo cual se construyó la Tabla 37 de actividades generales aplicables a los diferentes procesos productivos avícolas, contra impactos.

En la primera fila se localizan las actividades que generan impactos ambientales que pueden originar olores ofensivos; en la primera columna de la izquierda se encuentran los componentes: suelo, agua y aire y en las diferentes casillas correspondiente a los puntos de intersección se describen los diferentes impactos, una actividad puede originar varios impactos así como un impacto puede ser originado por varias actividades.

Los componentes analizados:

- Suelo.
- Agua subterránea.
- Agua superficial.
- Aire y Emisiones de gases.

Las actividades analizadas son:

- Planificación y localización.
- Limpieza y mantenimiento
- Cría, levante y Ceba
- Gestión Nutricional
- Almacenamiento de excremento.
- Gestión de excremento.

Tabla 37. Impactos ambientales contra actividades

Componente	IMPACTOS AMBIENTALES					
	ACTIVIDADES					
	Planificación y Ubicación	Limpieza y mantenimiento	Cría, levante y ceba	Gestión nutricional	Almacenamiento de excretas	Gestión de excretas
Agua	Contaminación química, biológica y física por vertimientos. Incompatibilidad con el ordenamiento territorial	Contaminación química, biológica y física por vertimientos Agotamiento del recurso por consumo excesivo y/o fugas hidráulicas	Consumo excesivo de agua de bebida, por lavado y limpieza Contaminación química y biológica por vertimientos y mala disposición de excretas y residuos sólidos ordinarios y peligrosos.	Exceso de Fosforo P en las dietas, el vertido al medio ambiente a través del estiércol supone un peligro para los ecosistemas acuáticos por eutroficación.	Contaminación química, biológica y física por aguas de escorrentía contaminadas con desechos, excretas y lixiviados.	El nitrógeno contenido en el estiércol se transforma en nitrato y, si no es aprovechado por el cultivo, puede ser lavado por el agua de lluvia o de riego y alcanzar las masas de agua subterráneas originando su contaminación. Exceso de Fosforo P presente en el estiércol supone un peligro para los ecosistemas acuáticos por eutroficación
Aire	Contaminación atmosférica, por emisión de gases provenientes del mal manejo de excretas y residuos. Olores ofensivos que afectan la calidad del aire. Incompatibilidad con el ordenamiento territorial	Contaminación atmosférica por emisión de metano y amoniaco, gases efecto de invernadero por disposición inadecuada de las excretas, descomposición de la materia orgánica y vertimientos	Contaminación atmosférica por emisión de metano, amoniaco, óxido nitroso y dióxido de carbono (gases efecto de invernadero) por disposición inadecuada de las excretas, descomposición de la materia orgánica y aves muertas.	Contaminación atmosférica por gases efecto de invernadero.	Contaminación atmosférica por emisión de metano y amoniaco, óxido nitroso y dióxido de carbono, gases efecto de invernadero por disposición inadecuada de las excretas, descomposición de la materia orgánica y vertimientos	Generación de grandes emisiones de gases, incidencia de la técnica de aplicación en la generación de olores ofensivos, así como de su tasa de aplicación, características de excremento y gallinaza, características del suelo

Componente	IMPACTOS AMBIENTALES					
	ACTIVIDADES					
	Planificación y Ubicación	Limpieza y mantenimiento	Cría, levante y ceba	Gestión nutricional	Almacenamiento de excretas	Gestión de excretas
Suelo	Contaminación química, biológica y física por vertimientos. Incompatibilidad con el ordenamiento territorial	Contaminación por vertimientos de aguas residuales Contaminación por mala disposición de excretas, residuos ordinarios y peligrosos.	Degradación química, biológica y física por mala disposición de las excretas, residuos ordinarios y peligrosos Degradación por mala disposición de residuos hospitalarios Degradación por mala disposición de aves muertas.	Degradación del suelo por desperdicios y pérdidas de alimentos con altos contenidos de N y P.	Degradación química, biológica y física por almacenamiento inadecuado de las excretas.	Saturación de los poros, disminución de capacidad de infiltración de agua y la reducción de la difusión de oxígeno. Proliferación de microorganismos que liberan gases tóxicos (metano, óxido nitroso, sulfuro de hidrógeno o ácidos volátiles), pueden ser tóxicos para la microbiota del suelo. Las raíces pueden ser afectadas disminuyendo su crecimiento y respiración. Con la aplicación de la gallinaza también se incorporan microorganismos tales como parásitos o bacterias patógenas, que desplazan los microorganismos beneficiosos del suelo. Degradación estructural del suelo, debida al alto contenido de nutrientes principalmente N y P Acumulación de metales pesados de difícil evaluación ya que sus efectos se producen a largo plazo.

3.2 SELECCIÓN DE LAS MTD Y BPA

Mediante la revisión bibliográfica especializada por expertos de la Comisión Europea, países de Centro y Sur América se seleccionaron las BPA y MTD para el sector avícola, para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos. Éstas técnicas han sido seleccionadas en consideración a su eficacia en la reducción de emisiones y consumos producto del desarrollo de las actividades productivas al interior de las granjas avícolas. En la Tabla 38 se presentan documentos de referencia:

Tabla 38. Documentos de referencia de MTD

Mejores técnicas disponibles en la gestión ambiental de residuos de la producción intensiva de aves. Best available techniques in environmental management of waste from intensive poultry production. Emiliano Leonardi. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa). Argentina, 2013.
Catálogo de mejores técnicas disponibles y buenas prácticas medioambientales en el sector agropecuario (Generadoras de ahorros de costes y de mejoras medioambientales) proyecto LIFE EMAS FARMING, aprobado como proyecto innovador por la Comisión Europea en el marco del Programa LIFE MEDIO AMBIENTE. 2004.
Guía técnica para la gestión de las emisiones odoríferas generadas por las explotaciones ganaderas intensivas. Centro de Tecnologías Limpias de la Comunitat Valenciana (ctl), 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), 2009.
Guía de mejores técnicas disponibles del sector de la avicultura de puesta, Traducido por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), España - Comisión Europea. 2010.
Guía de buenas prácticas ambientales para la producción avícola" fue realizada por International Resources Group (IRG) y el Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH), mediante el subcontrato 1190-CPFF-CNP+LH. Tegucigalpa, Honduras, 2009
Guía avícola, instrumento de gestión ambiental. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), 2009. Costa Rica.
Guía Ambiental para el subsector Avícola. Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible – Federación Nacional de Avicultores, 2014. Segunda edición. Colombia.
Guía de mejores técnicas disponibles del sector de la avicultura de carne. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ministerio de Ambiente, España – Unión Europea. 2006.
Caracterización de Sistemas de gestión de deyecciones. Sector aves de puesta. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino – FEADER Comisión Europea. 2010

Prevención y Control Integrados de la Contaminación IPPC. Documento de Referencia de Mejores Técnicas Disponibles en la cría intensiva de aves de corral y cerdos. Documento BREF. Ministerio de Medio Ambiente España - Comisión Europea. 2004.

3.2.1 Buenas prácticas ambientales

Para la prevención de los impactos ambientales negativos originados por las diferentes actividades productivas es necesaria la implementación de BPA básicas tanto en los procesos de planificación como en la ejecución. En las siguientes fichas se describen algunas de las acciones a seguir para la prevención de la generación de olores ofensivos:

FICHA A. Selección del lugar, aspectos normativos y espaciales	
Descripción:	Aplicar la normatividad propuesta por las entidades encargadas para la planificación y desarrollo de las actividades productivas. Acatar la normativa existente sobre la localización de las granjas, distancias mínimas y uso del suelo. Realización de estudios físicos del suelo identificar su tipo y características principales. Reconocimiento del drenaje natural del terreno Recopilación de información hidrometeorológica de la zona. Dimensionamiento de las instalaciones en relación a su uso, y planificación de la misma considerando: - Minimizar el transporte innecesario y actividades adicionales. - Mantener distancias adecuadas en consideración a zonas susceptibles (cuerpos de agua, poblaciones aledañas) - Considerar la capacidad de desarrollo futuro de la granja.

FICHA B. Educación y Formación	
Descripción:	Personal de la granja debe estar al tanto y poseer el conocimiento necesario sobre los sistemas de producción avícolas, las instalaciones y funcionamiento de una granja avícola. Deben contar con la formación adecuada para realizar las tareas de las cuales son responsables.

FICHA C. Registro de consumos de agua, energía y alimento	
Descripción:	Es fundamental tener conocimiento de los consumos de agua, energía y alimento, se constituyen en la base para la evaluación y revisión de las actividades

FICHA D. Manejo de Residuos	
Descripción:	Realizar prácticas de limpieza en seco, minimizar la cantidad de sólidos y materiales orgánicos e inorgánicos presentes en las aguas residuales. Realizar barridos en seco diariamente de los desechos sólidos que caen al suelo. Manejo de envases de plaguicidas: Recolectar los envases en los sitios adecuados para tal actividad (bodegas, micropuntos de recolección) Manejo de desechos orgánicos: Se recomienda la elaboración de compostaje, su almacenamiento se debe realizar en lugares con techo, con buena ventilación y con suelo impermeabilizado. Manejo de desechos no- orgánicos: Se recomienda la entrega de los materiales a empresas recicladoras que se encarguen de su procesamiento según sus características.

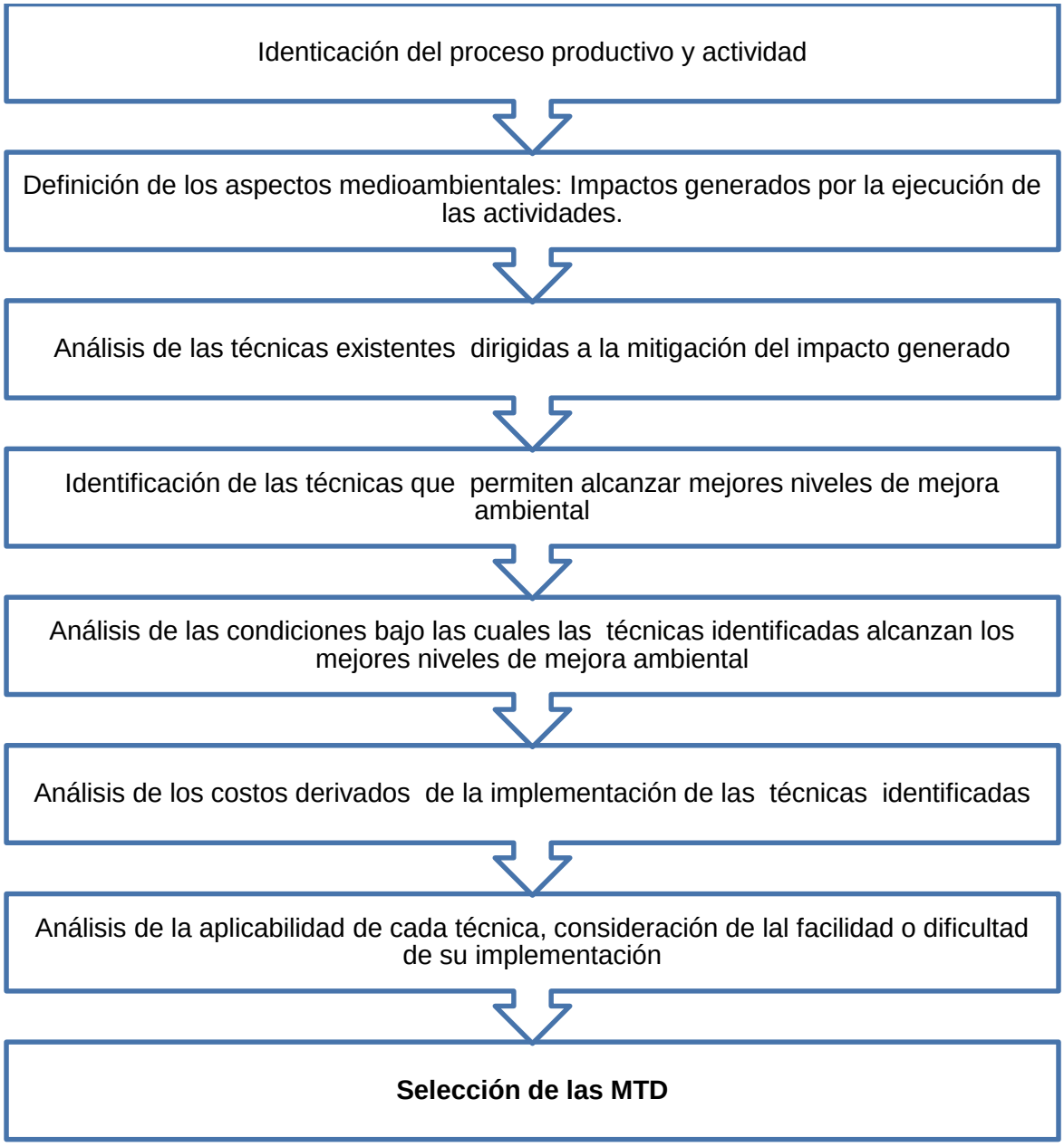
FICHA E. Planes de emergencia	
Descripción:	Permite afrontar incidentes e imprevistos, el plan de emergencia debe incluir: - Plano de la granja. - Inventario de medios de protección - Identificación y evaluación de los riesgos de accidente - Números de teléfono de los servicios de emergencia. - Planes de acción a seguir para ciertos episodios

FICHA F. Reparaciones y mantenimiento	
Descripción:	Comprobar de manera periódica el correcto funcionamiento de las instalaciones y equipos. Se recomienda conservar e implementar los manuales de instrucciones de los diferentes aparatos utilizados así como disponer dentro de la granja de personal con la formación adecuada para llevar a cabo su mantenimiento.

3.2.2 Mejores técnicas disponibles

Para la selección de las MTD es necesario establecer de manera clara el impacto ambiental así como la actividad del proceso de producción que lo origina; se deben identificar las entradas y salidas de los procesos para así determinar los residuos, desechos y emisiones y su fuente generadora. En la Figura 17 se presenta el procedimiento empleado para la selección de las MTD:

Figura 17. Proceso para la selección de las MTD



Fuente: Elaboración propia adaptada Guía de mejores técnicas disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves. Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (UPV), 2009.

A continuación se presentan una serie de fichas técnicas para ser utilizadas por parte de los avicultores de Colombia de acuerdo con las particularidades de sus granjas, de tal forma que puedan avanzar en el cumplimiento de la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por el cual se exige el Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos (PRIO). Por otra parte, las mismas pueden ser consideradas como documentos de referencia para el seguimiento y control ambiental por parte de las autoridades ambientales.

Mediante la revisión de la diferente bibliografía relacionada con MTD en Europea, Centro y Sur de América se seleccionaron las MTD para el sector avícola, para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos. Éstas técnicas han sido seleccionadas en consideración a su eficacia en la reducción de emisiones y consumos producto del desarrollo de las actividades productivas al interior de las granjas avícolas.

Cada una de las MTD se presenta en una Ficha, identificada con un color según su campo de aplicación (Tabla 39); dentro de cada una se describe la siguiente información:

- Número de Ficha: Ficha seguido de una numeración secuencial y nombre de la Mejor Técnica Disponible

- Descripción: Características básicas de la técnica a implementar

- Eficacia medioambiental: Valores de emisiones alcanzados y eficacia conseguida.

- Aplicabilidad: Consideraciones sobre las posibilidades o limitaciones de aplicación de la técnica

- Efectos Asociados: Efectos secundarios y desventajas generadas sobre otros componentes por la aplicación de la técnica

Tabla 39. Identificación de componente por color

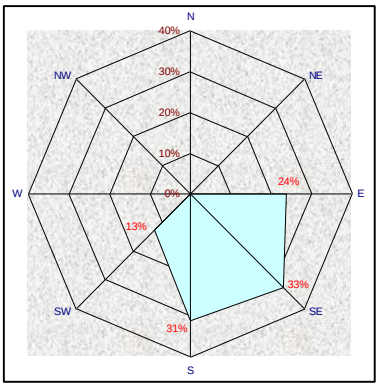
COMPONENTE	COLOR
Planificación Diseño y Construcción	
Alojamientos	
Generación y gestión de residuos sólidos	
Emisiones atmosféricas	
Manejo de Agua	
Limpieza de las Instalaciones	
Gestión del Excremento	
Manejo de Energía	
Gestión Nutricional	

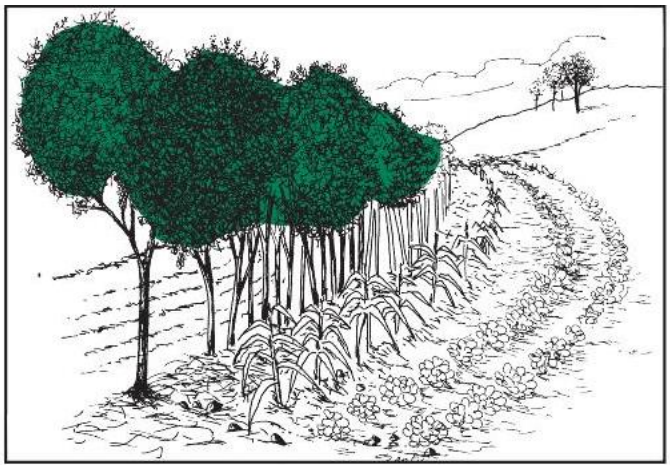
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1 MTD Planificación y Diseño

En la ficha 01, 02 y 03, se resumen las MTD a considerar para la planificación y diseño de las granjas avícolas, estas técnicas se constituyen en el punto de partida para la reducción de molestias generadas por olores ofensivos. Los factores de mayor relevancia están relacionados con la definición de la ubicación y localización, para lo cual es necesario identificar la dirección predominante de los vientos y establecer su localización lo más lejano posible de zonas urbanas. De igual importancia es la selección de materiales de construcción de fácil limpieza así como un diseño óptimo de las instalaciones avícolas que faciliten su mantenimiento y permitan una reducción potencial del impacto generado por olores ofensivos.

La construcción de cercas vivas se constituye en un elemento de manejo medioambiental que permite diluir los olores en las capas bajas de la atmosfera, modificar su trayectoria de dispersión, filtrar partículas involucradas en el transporte de los olores, además de contribuir como barrera visual influyendo de manera positiva en la reducción del impacto paisajístico generado por la explotación avícola.

FICHA 01. Planificación y Diseño: Identificación de la dirección predominante de los vientos.	
Descripción:	Identificación de la dirección predominante de los vientos con el objetivo de localizar las instalaciones avícolas de tal manera que se reduzca el transporte de los olores generados a poblaciones aledañas: • Consultar la rosa de los vientos correspondiente a la zona en la cual se van a localizar las instalaciones avícolas. Mediante ésta herramienta gráfica es posible determinar la velocidad del viento, su dirección y frecuencia. Se presenta cada una de las direcciones cardinales; cada uno de los elementos concéntricos representa una frecuencia diferente que va desde cero en el centro a frecuencias crecientes en los elementos exteriores.  En la rosa de vientos se presenta la frecuencia con que el viento sopla desde una dirección en particular • Instalación de veletas, dispositivos giratorios que poseen un señalador que indica la dirección del viento y los puntos cardinales.
Eficacia Medioambiental:	Reducción de detección de malos olores por parte de comunidades aledañas
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes. No se requieren cambios estructurales en la granja

<table>
<tr><th colspan="2">FICHA 02. Planificación y Diseño: Construcción de cercas vivas</th></tr>
<tr><td>Descripción:</td><td>Diseñar un sistema de barreras vivas dentro de la granja que reduzca el efecto de las actividades realizadas en la granja sobre poblaciones aledañas, así como la influencia de otras fincas o zonas sobre la granja.
Las barreras vivas son hileras de plantas, de crecimiento denso, sembradas perpendicularmente a la pendiente que sirven como complemento a una obra física (CUBERO, 1999).
Las especies vegetales implementadas como barreras vivas están relacionadas con el clima de la zona estás deben ser conservadas para que sirvan de método de rompevientos, además de conservar el paisaje. Para su implementación se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
Sembrar perpendicularmente a los vientos predominantes.
Usar vegetación que posea una buena capacidad de rebrote impidiendo que se generen espacios libre en los niveles bajos.
Las especies seleccionadas deben ser de rápido crecimiento, resistentes a las plagas y al viento.
No sembrar muy cerca a las construcciones.
Se recomienda sembrar alguna especie aromática dentro de la barrera. 
Fuente: http://dc179.4shared.com/doc/Weijrl6S/preview.html</td></tr>
<tr><td>Eficacia Medioambiental:</td><td>Reducción y Control de generación de malos olores</td></tr>
<tr><td>Aplicabilidad:</td><td>Aplicable en instalaciones nuevas y existentes.
No se requieren cambios estructurales en la granja</td></tr>
<tr><td>Efectos Asociados:</td><td>Contribuye al control de la erosión de los suelos, la utilización de material vegetativo da lugar a la producción de biomasa para diferentes aprovechamientos.</td></tr>
</table>

FICHA 03. Planificación y Diseño: Diseño general de instalaciones	
Descripción:	Elección de materiales de construcción de fácil limpieza. Diseño de fosas de purines con pendientes que faciliten su drenaje. Diferenciación de zonas de descanso y zonas de deyección. Aporte constante de material de cama. Implementar diseños que aprovechen la energía solar, corrientes de aire y fuentes de agua disponible Diseñar sistemas que aprovechen la pendiente del terreno para la conducción de agua y materiales.
Eficacia Medioambiental:	Manejo adecuado y óptimo de recursos. Reducción de emisiones. Control de focos generadores de impactos ambientales negativos.
Aplicabilidad:	Área total de proyecto, se facilita su aplicación en instalaciones nuevas.
Efectos Asociados:	Prevención de impactos ambientales originados por un mal diseño de las instalaciones o errores en su construcción.

3.2.2.2 MTD Diseño y manejo de alojamientos

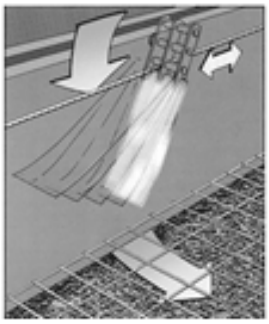
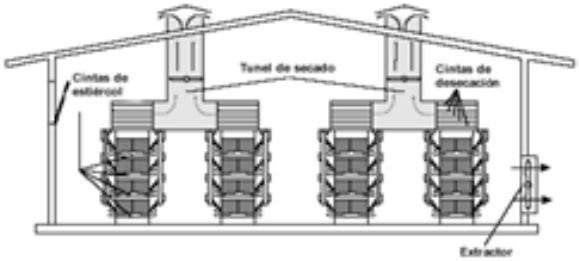
Las MTD de diseño y manejo de alojamientos contienen diferentes tipos de instalaciones de estabulación, tipos de jaula, sistemas de eliminación y almacenamiento del excremento. Las condiciones de alojamiento de las aves deben garantizar el bienestar del animal, disponiendo una superficie adecuada por animal; para el caso de jaulas no acondicionadas las gallinas deben disponer de al menos 550 cm^2de superficie de jaula por animal, la altura mínima no debe ser en ninguno de los cados inferior a 35 cm (Universidad Politécnica de Valencia, 2008). Para jaulas acondicionadas la superficie mínima es de 750 cm^2, con una altura mínima de 20 cm.

Dentro de cada uno de los sistemas de alojamiento se deben realizar controles periódicos de temperatura, ventilación, humedad relativa y tasa de renovación de aire. En las Fichas 04, 05, 06, 07, 08, 09 y 10, se presentan las técnicas consideradas por la Comunidad Europea como MTD para el diseño y manejo de alojamientos, dentro de cada ficha se realiza una descripción de cada técnica, su eficacia medioambiental, aplicabilidad y efectos secundarios derivados de su aplicación.

FICHA 04: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas de jaulas en batería con almacenamiento de excremento abierto aireado (sistemas de fosa de estiércol o pilares y sistemas de canales)	
Descripción:	Jaulas se encuentran apiladas verticalmente de la parte superior del galpón, poseen una conexión abierta con la zona de almacenamiento situada en la parte inferior.
Eficacia Medioambiental:	Poseen un extractor de aire que pasa por las jaulas y el montón de excremento, con la implementación de ésta técnica se pueden alcanzar reducciones en las emisiones de amoniaco.
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas dado que se requiere suficiente altura para el almacenamiento del excremento.
Efectos Asociados:	La aplicación de este sistema requiere el uso de energía para el funcionamiento de los ventiladores.

FICHA 05: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas de jaulas en batería con retirada de excremento mediante pala quita estiércol aun depósito cerrado	
Descripción:	En éste sistema el excremento se retira de manera frecuente y se transporta fuera de la granja, o se almacena dentro de la misma en un depósito cerrado.
Eficacia Medioambiental:	Permite una reducción en las emisiones de olores.
Aplicabilidad:	Es un sistema sencillo, pero su aplicación requiere una instalación separada del almacenamiento de estiércol.
Efectos Asociados:	La aplicación de este sistema requiere el uso de energía adicional para el funcionamiento de la pala quita estiércol.

FICHA 06: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas de jaulas en batería con retirada de excremento mediante cintas a un estercolero cerrado	
Descripción:	El sistema con extracción de los excrementos mediante una cinta, (la cual ha de mantenerse limpia) permite llevar a cabo la retirada del excremento de manera frecuente a un estercolero cerrado garantiza bajas emisiones de amoniaco
Eficacia Medioambiental:	Su eficacia medioambiental depende de la frecuencia con la cual se retire el excremento, su implementación es más recomendable que el sistema de pala quita estiércol. Si el excremento .se retira al menos dos veces por semana se reducen las emisiones de amoniaco en aproximadamente 0,035 Kg por año. Se logran reducciones en las emisiones de olores ofensivos.
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas o ya existentes. Normalmente se aplica con jaulas apiladas verticalmente.
Efectos Asociados:	La aplicación de este sistema requiere el uso de energía para el funcionamiento de las cintas.

FICHA 07: Diseño y manejo de alojamientos: Jaulas apiladas verticalmente	
Descripción:	A continuación se mencionan varios diseños de jaulas apiladas verticalmente, e los cuales varía los sistemas de recolección del excremento: - Jaulas apiladas verticalmente con cintas de excremento con desecación forzada por aire: Sobre las cintas se coloca un tubo perforado que sopla aire sobre el excremento en la cinta. El excremento se retira una vez a la semana y se lleva a un almacén cubierto fuera del galpón. - Jaulas apiladas verticalmente con cinta de excremento con desecación por aire forzado por palas:  • Jaulas apiladas verticalmente con cinta de excremento y túnel de desecación sobre las jaulas: Excremento es recogido por las cintas bajo las jaulas luego se eleva hasta las cintas de desecación situadas dentro de un túnel encima de las jaulas. El excremento se extiende en las cintas del túnel, donde se deseca, y es enviado a un almacenamiento cubierto a las 24 o 36 horas. 
Eficacia Medioambiental:	Su eficacia medioambiental depende de la frecuencia con la cual se retire el excremento, Si el excremento .se retira al menos dos veces por semana se reducen las emisiones de amoniaco en aproximadamente 0,035 Kg por año. Se logran reducciones en las emisiones de olores ofensivos.
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas o ya existentes. Normalmente se aplica con jaulas apiladas verticalmente o instalaciones con varios niveles.
Efectos Asociados:	.La aplicación de estos sistemas requiere el uso de energía para el funcionamiento de las cintas así como para la ventilación del túnel. Para el caso en el cual la desecación del estiércol se lleva a cabo mediante el sistema de aire forzado por palas, se genera algo de ruido asociado con el movimiento de las palas

FICHA 08: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas de jaulas en batería con retirada de excremento mediante cintas a un estercolero cerrado	
Descripción:	El sistema con extracción de los excrementos mediante una cinta, (la cual ha de mantenerse limpia) permite llevar a cabo la retirada del excremento de manera frecuente a un estercolero cerrado garantiza bajas emisiones de amoniaco
Eficacia Medioambiental:	Su eficacia medioambiental depende de la frecuencia con la cual se retire el excremento, su implementación es más recomendable que el sistema de pala quita estiércol. Si el excremento .se retira al menos dos veces por semana se reducen las emisiones de amoniaco en aproximadamente 0,035 Kg por año. Se logran reducciones en las emisiones de olores ofensivos.
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas o ya existentes. Normalmente se aplica con jaulas apiladas verticalmente.
Efectos Asociados:	La aplicación de este sistema requiere el uso de energía para el funcionamiento de las cintas.

FICHA 09: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas sin jaulas: Sistema de corral con cama o régimen de suelo	
Descripción:	Gallinas se ubican dentro del galpón, los cuales se encuentran aislados térmicamente y poseen ventilación forzada. Poseen un estercolero el cual se encuentra cubierto con enrejados de madera o material artificial, el nido, la instalación de alimentación y el bebedero se encuentran sobre el enrejado para mantener limpio la zona de la cama. El excremento es recogido en una fosa
Eficacia Medioambiental:	Reducción en las emisiones de amoniaco.
Aplicabilidad:	Se recomienda aplicar en instalaciones nuevas dado que el cambio desde un sistema de baterías a este régimen requeriría de una reforma completa de las instalaciones.
Efectos Asociados:	Dado que las aves se mueven libremente se produce una gran cantidad de polvo

FICHA 10: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas sin jaulas: Sistema de aviario	
Descripción:	Construcción con aislamiento térmico y ventilación forzada, las aves se mantienen en grandes grupos, y el área se encuentra dividida en zonas específicas: zona de alimentación, de descanso, abrevadero, entre otras. Las aves pueden utilizar diferentes niveles lo que permite aumentan la capacidad de la instalación. Los excrementos son llevadas a través de cintas a contenedores, canal estercolero o fosa
Eficacia Medioambiental:	Reducción en las emisiones de amoniaco.
Aplicabilidad:	Su uso es poco difundido en comparación con los regímenes de jaula o suelo.
Efectos Asociados:	Dado que las aves se mueven libremente se produce una gran cantidad de polvo

3.2.2.3 MTD Generación y gestión de residuos sólidos

Las MTD relacionadas con la gestión de residuos sólidos producidos en las instalaciones avícolas, abarcan el manejo de aves muertas y desecho de huevos, así como la gestión de desechos hospitalarios y envases de plaguicidas o agroquímicos. De manera inicial se busca implementar los pasos del manejo de desechos: rechazar, reducir, reutilizar y reciclar. Es necesario realizar la separación de desechos, disponiendo de cada tipo de la manera más amigable posible y contar con una descripción detallada de los sistemas propuestos para la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados. En las Fichas 11 y 12 se resumen las MTD a implementar para la generación y gestión de residuos sólidos.

Una mala gestión de los residuos producidos da lugar a la contaminación de suelos, agua y aire, origina emisiones de gases a la atmosfera y se constituye en un problema para la salud de los trabajadores de la granja.

FICHA 11: Generación y gestión de residuos sólidos: Manejo de aves muertas y desecho de huevos.	
Descripción:	Los cadáveres de aves muertas y los desechos de huevos generan un fuerte impacto ambiental negativo y riesgo sanitario, originando malos olores y aparición de plaga; para su control se recomienda: • Remover aves muertas y desechos de huevos de las áreas productivas lo antes posible. • Aves muertas y desechos de huevo pueden ser utilizadas para compostaje o producción de harinas. • Las aves muertas no deben permanecer cerca de los galpones por un tiempo prolongado.
Eficacia Medioambiental:	Reducción en la contaminación de los componentes agua, aire y suelo. Reducción de emisiones de gases generadores de olores ofensivos.
Aplicabilidad:	En instalaciones nuevas y ya existentes,
Efectos Asociados:	Incide de manera positiva en el control de plagas.

FICHA 12: Generación y gestión de residuos sólidos: Manejo de desechos hospitalarios y envases de plaguicidas o agroquímicos.	
Descripción:	• Los envases de plaguicidas deben ser recolectados en los sitios adecuados para tal actividad: bodegas y puntos de recolección; se debe remover mediante lavado el producto que queda adherido a las paredes del envase. • Los envases plásticos deben ser triturados y entregados a las industrias encargadas de su manejo. • Los desechos hospitalarios como fármacos, jeringas y vacunas vencidas no deben ser reutilizados. • La eliminación de estos desechos se debe efectuar evitando la exposición a seres humanos y al medio ambiente, cumplimiento con la normativa vigente relacionada con la gestión de este tipo de desechos.
Eficacia Medioambiental:	Reducción en la contaminación de los componentes agua, aire y suelo. Reducción de emisiones de gases generadores de olores ofensivos.
Aplicabilidad:	En instalaciones nuevas y ya existentes, su lugar de aplicación corresponde a las zonas destinadas para el manejo y recolección de desechos hospitalarios, agroquímicos y plaguicidas

3.2.2.4 MTD Emisiones atmosféricas

Las MTD para el control de emisiones atmosféricas abarcan la aplicación de MTD y BPA en el desarrollo de la mayoría de actividades realizadas al interior de una granja avícola. Las técnicas a aplicar para la reducción de las emisiones atmosféricas abarcan los siguientes aspectos:

- Implementar dietas bajas en proteínas reduce emisiones de amoníaco y compuestos generadores de olor.
- Implementación de buenas prácticas de limpieza.
- Almacenamiento del excremento en un lugar adecuado para tal fin.
- Disminuir la superficie de contacto entre el aire y el excremento

Las técnicas descritas se caracterizan por su facilidad de implementación y por su reducido costo. Su aplicabilidad depende básicamente de la gestión de la explotación y de las características técnicas de la misma.

FICHA 13: Emisiones atmosféricas.	
Descripción:	Reducción de emisiones en la preparación del alimento: • Materiales que produzcan polvo deben ser almacenados en contenedores. • Transferencia de materiales a las áreas de almacenamiento debe busca minimizar la emisión de partículas. • Zonas de almacenamiento deben estar totalmente impermeabilizadas evitando cualquier contacto con el agua. Reducción de emisiones en alojamientos: • Manejo adecuado de ventilación. • Control de la densidad de las aves al interior del galpón • Ver MTD para los alojamientos de las aves. Reducción de emisiones durante el almacenamiento y gestión del excremento. • Ver MTD para el almacenamiento y gestión del excremento.
Eficacia Medioambiental:	Reducción de emisiones de gases generadores de olores ofensivos. Reducción de emisión de gases de efecto invernadero.
Aplicabilidad:	En instalaciones nuevas y ya existentes, su lugar de aplicación corresponde a toda el área de la granja avícola.

3.2.2.5 MTD Manejo de Agua

Un consumo racional de agua se logra a través de la implementación de bebederos que disminuyan las pérdidas de agua así como mediante la implementación de técnicas de limpieza en seco o con agua a presión. Por otro lado se debe garantizar que las redes hidráulicas correspondientes a las aguas lluvia, aguas domésticas y aguas industriales se encuentren separadas; el agua lluvia se debe conducir y disponer de manera independiente de las aguas servidas.

Las aguas residuales deben ser sometidas a procesos de tratamiento y recuperación de las características que permiten realizar su vertimiento en cuerpos de agua sin consecuencias negativas para el medio. El efluente final debe cumplir con las normas de calidad de agua vigentes, y de manera periódica se debe llevar a cabo la medición y verificación de los siguientes parámetros: DBO, DQO, sólidos suspendidos totales, pH, temperatura, coniformes fecales, coniformes totales y caudal. En las Fichas 14, 15 y 16 se presentan algunas de las MTD a implementar para un manejo adecuado del agua.

FICHA 14. Manejo de agua: Consumo racional.	
Descripción:	El uso racional del agua puede incluir las siguientes acciones: • Limpiar las instalaciones y equipos con agua a presión. • Revisar el sistema de conducción de agua periódicamente para detectar y reparar fugas. • Llevar un control del agua consumida. • Seleccionar productos de limpieza considerando sus implicaciones ambientales. • Calibración de los bebederos para evitar pérdidas de agua. • Establecer un programa de uso eficiente y ahorro de agua, que incluya: reducción de las pérdidas, re-uso del agua, instalación de bebederos y dispositivos de bajo consumo. En cuanto al manejo del agua se hace necesario tener en cuenta las siguientes acciones: • Las redes hidráulicas se deben mantener separadas: aguas de lluvia, aguas domésticas, aguas industriales. • Aguas de lluvia se deben conducir y disponer de forma independiente de las aguas servidas. • Tratamiento de las aguas antes de realizar su vertimiento
Eficacia Medioambiental:	Conservación de recursos hídricos Si se aplica en conjunto técnicas de gestión nutricional se reduce de manera significativa la ingestión de agua
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes. No se requieren cambios estructurales en la granja

FICHA 15. Manejo de agua: Vertimientos y Aguas Residuales.	
Descripción:	Manejo de aguas residuales originadas en las diferentes actividades avícolas Al interior de las granjas avícolas se generan dos tipos de aguas residuales: ordinarias e industriales, es necesario separar estos vertimientos para facilitar su posterior tratamiento y control. Los tratamientos aplicados para mejorar la calidad del agua vertida pueden ser: • Físicos: Sedimentación, Filtración. • Químicos: Neutralización del pH. • Biológicos: Lagunas anaeróbicas, digestores anaeróbicos, Lagunas aeróbicas.
Eficacia Medioambiental:	Conservación de recursos hídricos
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes. Se requiere construcción de nuevas instalaciones (plantas y mecanismos de tratamiento de aguas residuales

FICHA 16. Manejo de agua: Manejo de Drenaje.	
Descripción:	Aplicar sistemas de drenaje adecuado considerando el clima el suelo y su drenaje natural. • Implementar sistemas de drenaje que eliminen el exceso de agua en el terreno, evitando la contaminación de cuerpos de agua aledaños.
Eficacia Medioambiental:	Conservación de recursos hídricos
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes. Zonas del terreno definidas que requieren sistema de drenaje artificial
Efectos Asociados:	Un mal manejo del drenaje puede dar lugar a la contaminación de los suelos, generación de plagas y contaminación de aguas subterráneas y superficiales.

3.2.2.6 MTD Limpieza de instalaciones

La implementación de técnicas adecuadas de limpieza está relacionada con un manejo racional del agua así como BPA asociadas con el mantenimiento y correcto funcionamiento de las instalaciones avícolas. Todas las medidas que contribuyan a la limpieza de las instalaciones contribuyen a una reducción de las emisiones. Se debe realizar limpieza de galpones, área de almacenamiento de pienso y excremento, equipos y zonas circundantes a las instalaciones de la granja.

FICHA 17. Limpieza de Instalaciones.	
Descripción:	• Realizar prácticas de limpieza en seco: minimizar la cantidad de sólidos y materia orgánica contenida en las aguas residuales. • Controlar el uso de detergentes y desinfectantes en el lavado. • Implementación de equipos que reduzcan el consumo de agua en las actividades de limpieza. • Actividades de limpieza se deben realizar preferiblemente con agua a presión.
Eficacia Medioambiental:	Conservación de recursos hídricos, consumo racional del agua. Reducción de la emisión de olores ofensivos.
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes. Instalaciones avícolas, principalmente alojamientos y zonas de producción.
Efectos Asociados:	Uso de químicos y productos de limpieza dan lugar a impactos ambientales negativos.

3.2.2.7 MTD Gestión de Excremento

La gestión del excremento está relacionada con los procesos de recolección, almacenamiento y tratamiento. Durante estas actividades se liberan a la atmosfera una gran parte de emisiones de olores generadas por las actividades avícolas. Una

remoción periódica del excremento de las zonas de alojamiento y su posterior almacenamiento en instalaciones adecuadas para tal fin, son medidas necesarias para la reducción de emisiones de olores ofensivos.

En cuanto a su tratamiento posterior se presentan las MTD para la valorización del excremento producido, entre las técnicas contempladas se describen los procesos de compostaje, tratamiento anaeróbico en una instalación de biogás y aplicación en campo como fertilizante para cultivos.

FICHA 18: Almacenamiento de excremento.	
Descripción:	Almacenamiento de excremento sólido sobre un suelo impermeable, evitando las fugas al suelo y a las aguas subterráneas. Equipamiento de almacén con desagües y conexión de éstos con un pozo que permita la recolección de las aguas lluvia. Es necesario disponer de instalaciones de almacenamiento de excremento cuya localización es de gran importancia y ha de tenerse en cuenta la dirección general del viento, se recomienda construir el almacén de depósito aprovechando las barreras naturales o implementando cercas vivas. La gallinaza debe ser almacenada en una zona cubierta, con ventilación adecuada evitando su rehumidificación.
Eficacia Medioambiental:	Reducción en las emisiones a la atmósfera de compuestos gaseosos (amoniaco).
Aplicabilidad:	Se requiere de terreno suficiente para la construcción del cobertizo o almacén. Para almacenes ya existentes se debe verificar la impermeabilidad del suelo.
Efectos Asociados:	Se debe garantizar una buena ventilación para evitar condiciones anaeróbicas al interior de los almacenes de excremento

FICHA 19. Gestión de Excremento: Manejo de Gallinaza, Caracterización.

Descripción:

Para que la gallinaza se convierta en un subproducto de calidad para el productor avícola se deben aplicar diferentes prácticas de manejo:

- Evitar que se presenten altas humedades al interior del galpón; éste factor genera la producción de altas concentraciones de gases y pérdida de nitrógeno. Para reducir la humedad se debe disponer de una buena ventilación en los galpones, evitar fugas de agua de los bebederos y realizar una rápida recolección de las heces frescas
- Recolectada la gallinaza debe ser transportada y almacenada para el sitio previsto para tal fin (Ver MTD Almacenamiento de excremento)
- Emplear productos que eviten la humedad y reduzcan la producción de gases y olores

La composición de la gallinaza varía de acuerdo al momento de recolección y al tipo de almacenamiento, tal como se presenta en la Tabla 19.1, en la Tabla 19.2. Se presentan los parámetros físicos y químicos de la gallinaza.

Tabla 19.1.Composición gallinaza en relación al momento de recolección y tipo de almacenamiento.

Tipo	Humedad %	Nitrógeno %	Ácido fosfórico %	Potasio %
Fresca	70 – 80	1,1 – 1,6	0,9 – 1,4	0,4 – 0,6
Acumulada	50 – 60	1,4 – 2,1	1,1 – 1,7	0,7 – 1
Almacenada	12 – 25	2,5 – 3,5	2 – 3	1,4 – 2
Desecada	7 – 15	3,6 – 5,5	3,1 – 4,5	1,5 – 2,4

Fuente: (ESTRADA PAREJA, Manejo y procesamiento de la gallinaza, 2005)

Tabla 19.2. Parámetros físicos y químicos de la gallinaza.

Parámetro	Rango	Parámetro	Rango
pH	8 - 9	Nitrógeno Total (mg N/ g M)	3 – 12
Humedad (g H/ g M)	01 – 02	Nitrógeno Amoniacal (mg NH3/ g M)	3 – 7
Sólidos Volátiles (g SV/ g M)	02 – 04	Fósforo (mg P/g M)	5 – 25
DQO (mg 02/ gM)	200 - 500	Nitratos (mg NO3/ g M)	2 - 16
DBO (mg 02/ gM)	200 - 400		

Fuente: (ESTRADA PAREJA, Manejo y procesamiento de la gallinaza, 2005)

Eficacia Medioambiental:

Control de emisiones y olores ofensivos
Control de la contaminación de los componentes suelo y agua.

Aplicabilidad:

Aplicable en instalaciones nuevas y existentes.
Instalaciones avícolas, principalmente alojamientos y zonas de almacenamiento de excremento.

Efectos Asociados:

FICHA 20. Gestión de Excremento: Compostaje

Descripción:

Consiste en un proceso de biotransformación de la materia orgánica mediante una fermentación controlada en condiciones aeróbicas, con el objetivo de obtener un buen abono o fertilizante y un buen regenerados orgánico de los suelos.

Para la elaboración de compost se requiere de materiales que contengan altos niveles de Nitrógeno como gallinaza, mortalidad y otros excrementos, y materiales con altas concentraciones de Carbono (aserrín, paja, desechos de cosecha, que al ser mezclados proporcionan las condiciones óptimas para iniciar el proceso de compostación. En las siguientes Tablas, se presentan las formulaciones recomendadas que permiten dar inicio al proceso a partir de gallinaza:

Tabla 20.1. Formulación con Aserrín

Ingredientes	Proporción en Volumen	Proporción en Peso	Kilos	Porcentaje en Peso	Porcentaje de Humedad
Gallinaza	2,0	1,5	1500	86	58
Aserrín	2,0	0,25	250	14	20
Total promedio			1750	100	52,8

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)

Tabla 20.2. Formulación con Bagazo

Ingredientes	Proporción en Volumen	Proporción en Peso	Kilos	Porcentaje en Peso	Porcentaje de Humedad
Gallinaza	1,0	0,75	750	83	58
Bagazo	1,5	0,15	150	17	70
Total promedio			900	100	60

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)

Tabla 20.3. Formulación con Pasto de corte

Ingredientes	Proporción en Volumen	Proporción en Peso	Kilos	Porcentaje en Peso	Porcentaje de Humedad
Gallinaza	1,0	0,75	750	73	58
Pasto de Corte	0,5	0,15	150	15	80
	1,0	0,12	120	12	20
Total promedio			1020	100	56,7

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)

Tabla 20.4. Formulación con Cisco de Arroz

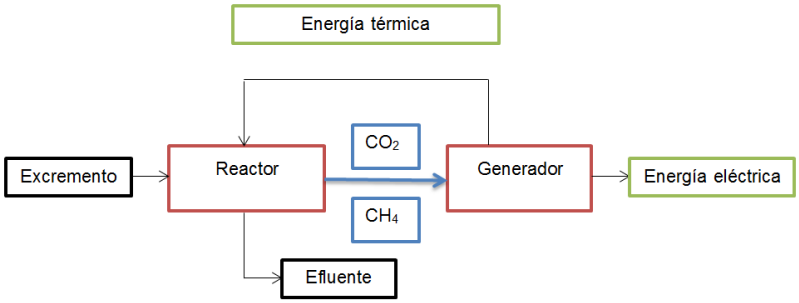
Ingredientes	Proporción en Volumen	Proporción en Peso	Kilos	Porcentaje en Peso	Porcentaje de Humedad
Gallinaza	1,0	0,75	750	63	58
Cisco Arroz	2,0	0,44	440	37	20
Total promedio			1190	100	44

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)

El compostaje es un procesos aeróbico dentro del cual se debe garantizar la correcta aireación y disponibilidad de oxigeno; algunos de los factores a tener en cuenta para producir compost:

- Humedad: Debe estar entre el 40 – 60%
- Aireación: Se puede realizar a través de sistemas de inyección de aire, succión de aire, sistemas de aireación dinámica, paleo, rotor y maquinas compostadoras.
- Nutrientes: Las proporciones adecuadas son de 20 a 30 partes de Carbono por una de nitrógeno. La gallinaza solo presenta de 6 a 10 partes de Carbono, por lo cual se hace necesario mezclarla con materiales vegetales.

FICHA 20. (Continuación). Gestión de Excremento: Compostaje	
Descripción:	• Tamaño de partícula: Molienda de materias primas previa favorece aspectos como mejor aireación inicial, material más homogéneo. Como producir compost: • Pilas deben hacerse en un sitio apropiado, superficie levemente inclinada y firme, debe estar rodeado de barreras naturales. • Mezcla de materiales se debe realizar en el mismo lugar donde se armen las pilas: Se deposita el material vegetal y se extiende, sobre él se deposita el excremento y se dan varios volteos hasta lograr homogenizar los materiales. • Homogenizados los materiales se construye la pila, cuyo diseño depende del sistema de aireación empleado. La compostación soluciona dos aspectos: disposición final de la gallinaza y producción de materia orgánica estabilizada con aplicación en la agricultura.
Eficacia Medioambiental:	Dependen de la mezcla utilizada, la técnica implementada y aditivos usados.
Aplicabilidad:	Es un proceso relativamente largo que requiere de amplias superficies de almacenamiento.
Efectos Asociados:	Requiere control para evitar procesos anaeróbicos que pueden producir olores molestos.

FICHA 21. Gestión de Excremento: Tratamiento anaeróbico en una instalación de biogás.	
Descripción:	Proceso es llevado a cabo en un reactor de biogás en ausencia de oxígeno. Los productos finales de la digestión son biogás (aproximadamente un 50- 75% de metano y un 30- 40% de dióxido de carbono) y un excremento sólido tratado y estabilizado. Este proceso se genera en un reactor a temperaturas en torno a los 35°C (régimen mesofílico) o de 55°C (régimen termofílico) El biogás obtenido es transportado a un sistema de aprovechamiento energético donde se obtiene energía térmica y eléctrica. El proceso se ejemplifica en la Figura 20.. **Figura 21.** Esquema de una instalación de biogás. 
Eficacia Medioambiental:	Reducción de la materia seca (30 -40% de la cantidad original, producción de biogás (25 m^3 por m^3 de gallinaza)
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes. Necesidad de construir nuevas instalaciones.
Efectos Asociados:	Reducción de patógenos en el estiércol Transformación de N en NH_3 Se producen emisiones en los procesos de combustión del biogás.

FICHA 22. Gestión de Excremento: Aplicación en campo.

Descripción

La aplicación a campo de la gallinaza se debe realizar con criterios técnicos en relación a las características del suelo y el cultivo.
Los puntos más importantes a la hora de aplicar la gallinaza a campo se presentan en la Tabla 21.1:

Tabla 22.1. Estrategias para la aplicación de gallinaza en campo

Método de aplicación	Aplicación con una trayectoria lo más cercana posible al suelo y a baja presión. Arado previo del suelo facilita la infiltración del excremento y reduce las emisiones. Esparcido e incorporación al suelo: La incorporación hace referencia al enterrado de los excrementos una vez son esparcidos, reduciendo significativamente las emisiones. Inyección
Momento de aplicación	Reducir la frecuencia de aplicación Aplicar en campos de cultivo localizados a una distancia prudencial de poblaciones o núcleos urbanos. Aplicar en horas de la mañana y días con baja humedad. Considerar la dirección del viento para elegir los días de aplicación, teniendo en cuenta que no se transporten los olores a las poblaciones vecinas. Evitar las aplicaciones de excremento cuando el suelo se encuentre totalmente saturado.
Manejo de aplicación	Emplear dosis considerando los requerimientos del cultivo como los nutrientes disponibles en el suelo. Disponer de una cubierta vegetal en el momento de la aplicación. Fraccionar las aportaciones para favorecer una mejor infiltración en el terreno. Realizar un buen diseño del riego tras su aplicación.

Fuente: (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008)

Descripción:

En la Tabla 22.2 se presenta las técnicas a implementar para la aplicación de excremento a campo

Tabla 22.2. Técnicas de aplicación de excremento a campo.

Técnica	**Descripción**
Esparcido e incorporación.	Enterrado del excremento tras su esparcido en campo, reduciendo las emisiones de amoníaco. Posee un afectividad del 50% en la reducción de olores por aplicación de excremento a campo.
Empleo de brazos o rampas de tubos colgantes	Sistema constituido por una tubería de la cual cuelgan numerosos conductos flexibles separados 20 cm, el excremento es depositado en la superficie del suelo reduciendo su contacto con el aire. Posee una efectividad del 50%.
Inyección del purín mediante enterradores de discos o rejas.	Purín es depositado directamente en el interior de un surco previamente abierto. La inyección puede ser superficial o profunda. Posee una efectividad muy alta del 90% para la reducción de los olores durante las operaciones de aplicación de excremento a campo.

Fuente: Adaptado de (Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana, 2008)

Eficacia Medioambiental:

Reducción de la materia seca (30 -40% de la cantidad original, producción de biogás (25 m^3 por m^3 de gallinaza)

Aplicabilidad:

Aplicable en instalaciones nuevas y existentes.
Necesidad de construir nuevas instalaciones.

Efectos Asociados:

Reducción de patógenos en el estiércol
Transformación de N en NH_3
Se producen emisiones en los procesos de combustión del biogás.

3.2.2.8 MTD Manejo de Energía

Para lograr un consumo eficiente de energía es necesario realizar un diseño óptimo y eficiente de las diferentes instalaciones avícolas, implementar equipos eficaces y garantizar un mantenimiento adecuado de la infraestructura. Un buen manejo energético permite la reducción de costos de operación de la granja y una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La reducción del consumo de energía implica la implementación conjunta de medidas estructurales y de equipamiento.

FICHA 23: Manejo de Energía.	
Descripción:	Técnicas se centran en el control de la iluminación y ventilación de los sistemas de alojamiento. Para lograr un uso racional de energía se recomienda implementar las siguientes medidas: • Aislamiento adecuado de galpones. • Optimizar el diseño del sistema de ventilación para lograr un buen control de temperatura. • Realizar una limpieza periódica de los sistemas de ventilación: canalizadores y ventiladores. • Implementar sistemas de alumbrado de bajo consumo. •
Eficacia Medioambiental:	Reducción de consumo de energía. Reducción de uso de combustibles, los cuales generan gases de efecto invernadero-
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes.

3.2.2.9 MTD Gestión Nutricional

Una adecuada gestión nutricional está relacionada con la adopción de estrategias nutricionales que aseguren una correcta alimentación de los animales, mejoren su estado sanitario y permitan la reducción de excreción de nutrientes (N, P) en las deyecciones. Una reducción de la excreción de nutrientes reduce las emisiones y olores ofensivos. Las técnicas a implementar buscan reducir la cantidad de residuos de Nitrógeno, atendiendo las necesidades nutricionales de las aves, equilibrando la concentración de los diferentes compuestos presentes en el alimento mediante un nivel mínimo práctico de nutrientes requeridos. Entre las estrategias más importantes a tener en cuenta están:

- Reducción del contenido de nutrientes en el excremento.

- Mejora del índice de conversión, es decir la cantidad de alimento que el ave es capaz de transformar en peso vivo, logrando reducciones en la excreción de nutrientes.
- Empleo de aditivos alimenticios que mejoren la asimilación de ciertos nutrientes por parte de las aves. Algunos de los aditivos implementados son los aminoácidos de síntesis, las fitasas las enzimas exógenas.

<table>
<tr><th colspan="2">FICHA 24. Gestión Nutricional: Alimentación por fases</th></tr>
<tr><td>Descripción:</td><td>Ajuste de los niveles de proteína, calcio y fósforo en los diferentes momentos de producción.

Adaptar formulación del pienso a las necesidades de las aves y administrar diferentes tipos de pienso durante los procesos productivos; A continuación se presentan los niveles indicativos de proteína bruta en alimentos:
<table>
<tr><th>Fase</th><th>Contenido de proteína (%en pienso)</th><th>Contenido de fósforo total (% en pienso=</th></tr>
<tr><td>18 -40 semanas</td><td>15,5 – 16,5</td><td>0,45 – 0,55</td></tr>
<tr><td>Más de 40 semanas</td><td>14,5 – 15,5</td><td>0,41 – 0,51</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Eficacia Medioambiental:</td><td>Reducción de la excreción de nitrógeno (entre el 15 y 35%) y fósforo
Reducción emisiones de amoniaco</td></tr>
<tr><td>Aplicabilidad:</td><td>Aplicable en instalaciones nuevas y existentes.</td></tr>
<tr><td>Efectos Asociados:</td><td>Si se ajusta el contenido proteínico se logra una reducción del consumo de agua y de emisión de olores-</td></tr>
</table>

FICHA 25. Gestión Nutricional: Dieta baja en proteína.	
Descripción:	Alimentación de aves con un nivel apropiado de aminoácidos, limitando el exceso de ingesta proteica.
Eficacia Medioambiental:	Reducción de la excreción de nitrógeno (entre el 5 - 10%). Reducción emisiones de amoniaco de hasta el 24% Reducción del consumo de agua del 24%
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes. No se requieren cambios estructurales en la granja
Efectos Asociados:	Si se ajusta el contenido proteínico se logra una reducción del consumo de agua y de emisión de olores-

FICHA 26.Gestión Nutricional: Utilización de fuentes de fósforo más eficaces	
Descripción:	Disminución de la excreción de fósforo en las heces a partir de: Uso de fuentes de fósforo más adecuadas (Fuentes de fósforo mineral más disponible). Uso de fitasas exógenas.
Eficacia Medioambiental:	Reducción de aproximadamente 20% de la excreción de fósforo
Aplicabilidad:	Aplicable en instalaciones nuevas y existentes. No se requieren cambios estructurales en la granja
Efectos Asociados:	Su uso puede incrementar la absorción de nitrógeno, reduciendo su excreción.

3.3. FICHAS DE MTD Y BPA EN LA PREVENCIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS

Las fichas técnicas que se presentan en este numeral pueden ser utilizadas por parte de los avicultores de Colombia de acuerdo con las particularidades de sus granjas y las autoridades ambientales para prevenir, controlar y hacer seguimiento por parte de las autoridades ambientales, de tal forma que se puedan integrar acciones complementarias en las BPA y/o MTD.

Con el objetivo de facilitar la identificación de la Ficha de MTD- BPA a implementar se presenta la Tabla 40 de impactos potencialmente generadores de olores ofensivos vs la Ficha de MTD- BPA a usar para mitigar los impactos identificados en cada una de las actividades avícolas.

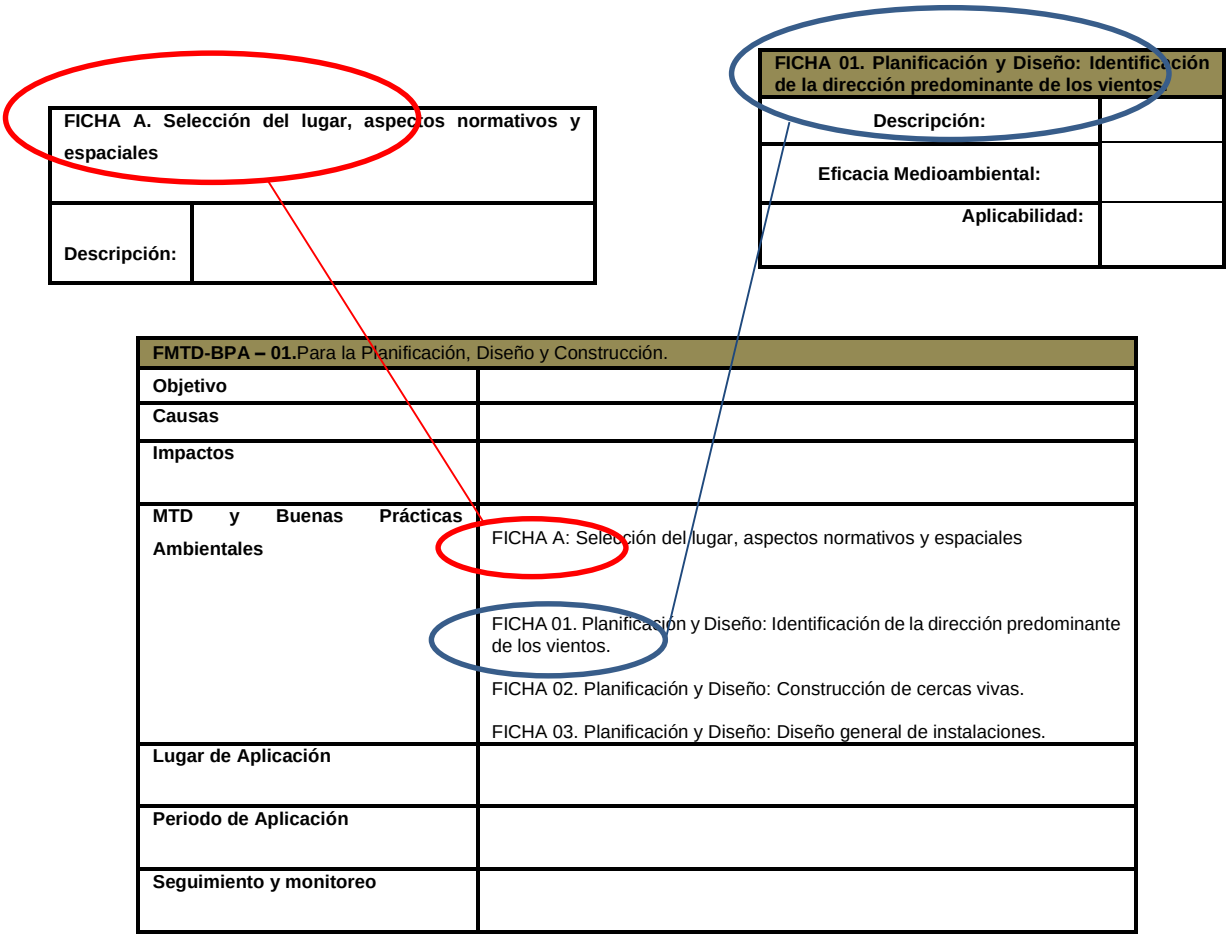
Tabla 40. Impactos ambientales contra Fichas de MTD - BPA.

N° Ficha / Impactos	FMTD- BPA – 01 Para la Planificación.	FMTD- BPA – 02. Alojamientos	FMTD- BPA –03. Generación y gestión	FMTD- BPA – 04. Emisiones atmosféricas	FMTD- BPA – 05. Manejo del Agua.	FMTD- BPA - 06. Limpieza Instalaciones.	FMTD- BPA – 07. Gestión de Excremento.	FMTD- BPA – 08. Manejo de Energía	FMTD- BPA – 09.Gestión Nutricional.
Contaminación del Suelo	X	X	X	X					
Contaminación Agua Subterránea.	X	X	X	X	X				
Contaminación Agua Superficial.	X	X	X	X	X	X	X		
Contaminación del Aire	X	X	X	X			X	X	X
Emisiones de Gases			X	X			X	X	X

Para el uso de las fichas de MTD y BPA en la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos; se identifica en primer lugar la(s) Ficha(s) de Buenas Prácticas Ambientales -BPA – definidas en las fichas A, B, C, D y F del Numeral 3.2.1; en segundo lugar se identifican las Fichas de

Mejores Técnicas Disponibles –MTD- definidas en las fichas 01 a 26 de los numerales 3.2.2.1 al 3.2.2.9 que contribuyen o complementan las acciones para la prevención y mitigación de olores ofensivos en algunas de las actividades asociadas a impactos ambientales, estas se integran en las Fichas denominadas FMTD – BPA definidas en las fichas de la 01 a 09 del numeral 3.3.

Figura 18. Esquema para el uso de las fichas FMTD - BPA



Dentro de las Fichas de las MTD- BPA a seguir por actividades productivas e impactos ambientales potencialmente generadores de malos olores, se encuentran los siguientes campos:

- Número de Ficha: Abreviación FMTD- BPA seguido de una numeración secuencial.
- Título: Nombre de la Ficha de FMTD- BPA.

- Objetivo: Se refiere al objetivo que se busca lograr con la implementación de las técnicas y prácticas descritas en la ficha.
- Causas: Describe que origina el impacto.
- Impactos: Afectaciones por la no aplicación de las técnicas propuestas.
- MTD y BPA: Según corresponda se referencia la Ficha de MTD o BPA a implementar. El usuario puede seleccionar alguna de las MTD presentadas en relación a sus necesidades y particularidades de aplicación de cada una. Las BPA deben ser implementadas en todos los casos.
- Lugar de aplicación. Hace referencia a la zona en la cual la MTD debe ser implementada al interior de la granja avícola.
- Periodo de aplicación: Etapa en la cual se ha de implementar la MTD.
- Seguimiento y monitoreo: Se presentan los programas y acciones a seguir para evaluar las medidas aplicadas y evaluar su efectividad.

FMTD-BPA – 01. Para la Planificación, Diseño y Construcción.	
Objetivo	Reducir las afectaciones producidas a las poblaciones aledañas por la emisión de olores ofensivos. Prevenir impactos ambientales originados por una mala preparación del sitio y errores constructivos.
Causas	Mala Planificación y Diseño de la Granja. Incompatibilidad de Uso del Suelo. No conocimiento del drenaje natural del terreno. No conocimiento de la localización de cuerpos de agua. Localización muy cercana a zonas pobladas Construcción inadecuada o mala elección de la localización de las instalaciones (bodegas, galpones), diseño inadecuado de drenajes Errores en el diseño de drenajes, mal manejo de aguas, problemas con la ubicación de las instalaciones. Mal manejo de aguas, problemas con la construcción y ubicación de las instalaciones. Sistema y caudal de ventilación
Impactos	Contaminación del Suelo Contaminación de Aguas Subterráneas y Superficiales. Contaminación del Aire Generación de quejas de parte de las poblaciones aledañas por olores ofensivos o molestos.
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA A: Selección del lugar, aspectos normativos y espaciales

FMTD-BPA – 01. Para la Planificación, Diseño y Construcción.	
	FICHA 01. Planificación y Diseño: Identificación de la dirección predominante de los vientos. FICHA 02. Planificación y Diseño: Construcción de cercas vivas. FICHA 03. Planificación y Diseño: Diseño general de instalaciones.
Lugar de Aplicación	Toda el área del proyecto.
Periodo de Aplicación	Antes de la construcción de la granja y durante la construcción de las instalaciones.
Seguimiento y monitoreo	En el proceso constructivo verificar que se cumpla con el diseño y plan propuesto, de descubrirse errores del diseño se debe llevar a cabo un replanteamiento del mismo.

FMTD-BPA – 02. Alojamientos.	
Objetivo	Reducir emisiones implementando un adecuado sistema de alojamiento para las aves.
Causas	Implementación inadecuada de sistemas de alojamiento.
Impactos	Generación de emisiones atmosféricas. Contaminación del suelo, y agua.
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA A. Selección del lugar, aspectos normativos y espaciales FICHA 03. Planificación y Diseño: Diseño general de instalaciones FICHA 04: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas de jaulas en batería con almacenamiento de excremento abierto aireado (sistemas de fosa de estiércol o pilares y sistemas de canales) FICHA 05: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas de jaulas en batería con retirada de excremento mediante pala quita estiércol aun depósito cerrado FICHA 06: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas de jaulas en batería con retirada de excremento mediante cintas a un estercolero cerrado FICHA 07: Diseño y manejo de alojamientos: Jaulas apiladas verticalmente. FICHA 08: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas de jaulas en batería con retirada de excremento mediante cintas a un estercolero cerrado FICHA 09: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas sin jaulas: Sistema de corral con cama o régimen de suelo FICHA 10: Diseño y manejo de alojamientos: Sistemas sin jaulas: Sistema de aviario
Lugar de Aplicación	Instalaciones previstas para el alojamiento de las aves
Periodo de Aplicación	Durante el diseño y construcción del sistema de alojamiento.
Seguimiento y monitoreo	En el proceso constructivo verificar que se cumpla con el diseño y plan propuesto. Verificar la efectividad de la MTD seleccionada.

FMTD-BPA – 03. Generación y gestión de residuos sólidos	
Objetivo	Optimizar y mejorar el manejo y gestión de desechos como: cadáveres de aves muertas, desechos de huevos, desechos hospitalarios y envases de plaguicidas o agroquímicos.
Causas	Mal manejo de desechos: empaques, envases de agroquímicos y animales muertos
Impactos	Contaminación del Suelo Contaminación de Aguas Subterráneas y Superficiales. Contaminación del Aire Emisiones de gases Exposición de trabajadores a condiciones laborales inadecuadas. Cumplimiento de normativa.
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA D. Manejo de Residuos. FICHA E. Planes de emergencia FICHA 11: Generación y gestión de residuos sólidos: Manejo de aves muertas y desecho de huevos. FICHA 12: Generación y gestión de residuos sólidos: Manejo de desechos hospitalarios y envases de plaguicidas o agroquímicos.

FMTD-BPA – 03. (Continuación) Generación y gestión de residuos sólidos	
Lugar de Aplicación	Zonas de recolección de envases de agroquímicos Zona de compostaje Bodegas de almacenamiento.
Periodo de Aplicación	A lo largo del ciclo productivo.
Seguimiento y monitoreo	Para el manejo de envases plaguicidas en caso de amenaza de contaminación de fuentes de agua superficiales se deben hacer análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua. Implementar registros y seguimientos a la mortalidad de aves al interior de la granja. Revisar de manera semanal el buen estado de los recipientes colectores de los diferentes subproductos generados en cada una de las actividades productivas.

FMTD-BPA – 04. Emisiones atmosféricas.	
Objetivo	Reducir las emisiones de la granja a la atmósfera
Causas	No manejo ni control de las emisiones producidas en la finca.
Impactos	Contaminación del aire Emisión de gases Exposición de trabajadores a condiciones laborales inadecuadas. Cumplimiento de normativa.
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA A: Selección del lugar, aspectos normativos y espaciales FICHA E. Planes de emergencia FICHA 13: Emisiones atmosféricas.
Lugar de Aplicación	Zonas en las cuales hay maquinaria y equipo, plantas de tratamiento de agua, desechos y almacenamiento de excremento.
Periodo de Aplicación	Durante todo el año.
Seguimiento y monitoreo	Medición de los niveles de amoniaco los cuales no deben superar los siguientes valores:

FMTD-BPA – 04. Emisiones atmosféricas.

Punto de Medición	Nivel de Amoníaco (mg/l)
Interior del galpón	Hasta 25
Núcleo poblacional más cercano	< igual a 10
Sistema de tratamiento de gallinaza	Hasta 40

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)

Revisión semestral del equipo eléctrico y realizar limpieza de ductos.

FMTD-BPA – 05. Manejo del Agua.

Objetivo	Adecuado manejo del agua con el objetivo de reducir los volúmenes de vertimientos. Reducir los volúmenes de agua requeridos. Aplicación de un sistema adecuado de drenaje que considere el clima, suelo y drenaje natural-
Causas	Mal manejo de vertimientos Sistema de drenaje mal diseñado o inexistente, malas prácticas.
Impactos	Contaminación Agua Subterránea y Agua Superficial Contaminación del Suelo Emisión de gases Desperdicio de agua.
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA C. Registro de consumos de agua, energía y alimento FICHA D. Manejo de Residuos. FICHA E. Planes de emergencia FICHA F. Reparaciones y mantenimiento FICHA 14. Manejo de agua: Consumo racional. FICHA 15. Manejo de agua: Vertimientos y Aguas Residuales. FICHA 16. Manejo de agua: Manejo de Drenaje.
Lugar de Aplicación	Galpones, planta de tratamiento de agua, edificaciones en general Manejo de Drenaje: Zona del terreno que requiera sistema de drenaje artificial
Periodo de Aplicación	Antes y durante el desarrollo de la actividad. En todas las etapas en que se usa agua. Manejo de drenaje: Al momento de preparar el terreno.
Seguimiento y monitoreo	El efluente final debe cumplir con la norma de calidad establecida. Se debe verificar semestralmente que se cumpla como mínimo con los siguientes parámetros: DBO, DQO, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, Coniformes Fecales, pH y temperatura. Medición de sustancias químicas presentes en las aguas de drenaje, medición de la contaminación del suelo. Evaluación de la efectividad del drenaje

FMTD-BPA – 06. Limpieza de Instalaciones.	
Objetivo	Minimizar los riesgo para las personas y el ambiente Optimizar el uso del agua. Mejorar el manejo de los desinfectantes usados.
Causas	Errores en el manejo del aseo y la desinfección de infraestructura y equipo.
Impactos	Contaminación del agua Desperdicio de agua Exposición de trabajadores a condiciones laborales inadecuadas.
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA 12: Generación y gestión de residuos sólidos: Manejo de desechos hospitalarios y envases de plaguicidas o agroquímicos. FICHA 14. Manejo de agua: Consumo racional. FICHA 17. Limpieza de Instalaciones.
Lugar de Aplicación	Zonas de producción
Periodo de Aplicación	Al desalojarse un galpón
Seguimiento y monitoreo	Monitorear la calidad del agua realizar análisis físico químicos y microbiológicos. Aire: Analizar los elementos filtrantes. Suelo: Medir propiedades físico- químicas y biológicas mediante análisis de suelos.

FMTD-BPA – 07. Gestión de Excrementos.	
Objetivo	Mejorar la gestión de los excrementos producidos. Aprovechar el valor intrínseco de la gallinaza. Disposición sanitaria de la gallinaza.
Causas	No aplicación de ninguna técnica ni plan de gestión para el manejo de la gallinaza producida.
Impactos	Contaminación del agua Contaminación del aire Contaminación del suelo Emisión de gases Generación de olores ofensivos.
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA 18. Gestión de Excremento: Almacenamiento de Excremento. FICHA 19. Gestión de Excremento: Manejo de Gallinaza, Caracterización. FICHA 20. Gestión de Excremento: Compostaje FICHA 21. Gestión de Excremento: Tratamiento anaeróbico en una instalación de biogás. FICHA 22. Gestión de Excremento: Aplicación en campo.
Lugar de Aplicación	Galpones, zonas de almacenamiento de excremento, áreas de compostaje, campos de aplicación.
Periodo de Aplicación	Periodo destinado para la gestión del excremento.
Seguimiento y monitoreo	Monitorear la calidad del agua realizar análisis físico químicos y microbiológicos Medición de contaminación de los suelos Para el caso del compostaje medir su humedad, relación carbono/nitrógeno y pH. Evaluar efectividad de la técnica de gestión de excremento implementada

FMTD-BPA – 08. Manejo de Energía.	
Objetivo	Incentivar un consumo racional de energía. Disminuir el impacto ambiental por emisiones atmosféricas. Promover el uso de energías poco contaminantes.
Causas	Mal manejo de la energía Uso de energías contaminantes
Impactos	Contaminación del aire
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA C. Registro de consumos de agua, energía y alimento FICHA F. Reparaciones y mantenimiento FICHA 23: Manejo de Energía.
Lugar de Aplicación	Todas las instalaciones
Periodo de Aplicación	A lo largo del año
Seguimiento y monitoreo	Medir la efectividad del programa implementado para la reducción de consumo de energía y reducción de emisiones generadas. Control de las emisiones de dióxido de azufre (SO_2)

FMTD-BPA – 09. Gestión Nutricional.	
Objetivo	La implementación de una adecuada gestión nutricional garantiza la reducción de la carga contaminante de la gallinaza.
Causas	Mal manejo de la alimentación de las aves
Impactos	Contaminación del agua Contaminación del suelo
MTD y Buenas Prácticas Ambientales	FICHA C. Registro de consumos de agua, energía y alimento FICHA 24. Gestión Nutricional: Alimentación por fases FICHA 25. Gestión Nutricional: Dieta baja en proteína. FICHA 26. Gestión Nutricional: Utilización de fuentes de fósforo más eficaces
Lugar de Aplicación	Galpones, Instalaciones dispuestas para la alimentación
Periodo de Aplicación	Durante la alimentación de las aves, procesos productivos.
Seguimiento y monitoreo	Medición de la concentración de los nutrientes presentes en el excremento. Aprovechamiento del alimento por parte de las aves: evaluar su crecimiento y desarrollo en cada una de las fases.

3.4 MONITOREO Y SEGUIMIENTO

3.4.1 Análisis de quejas

Las quejas radicadas ante las Autoridades Ambientales y demás entidades encargadas deben recopilar la siguiente información:

- Localización de la fuente emisora del olor.
- Día y hora cuando se detectó el olor.
- Caracterización del olor.
- Identificación del afectado.

En caso de que se registren varias quejas en una misma zona es necesaria la realización de estudios de olores que determinen el origen y causas de la problemática odorífera. Las entidades a cargo definirán las soluciones y medidas efectivas a implementar.

3.4.2 Control de emisiones y consumos

Se deben evaluar los índices de emisión de los principales contaminantes a la atmosfera, el agua y el suelo, generados en las actividades e instalaciones avícolas, así como los consumos de agua en los diferentes procesos productivos. En la Tabla 41 se presenta los indicadores y frecuencia para el monitoreo y evaluación de consumos y emisiones

Tabla 41. Monitoreo y evaluación de consumos y emisiones

Indicador	Frecuencia
Consumo de Agua: Detección de fugas y derrames	Diaria
Consumo de Agua: Lavado a presión.	Diaria
Consumo de energía.	Semanal
Consumo de electricidad	Semanal
Consumo de alimento	Semanal
Concentración de SO_2 en los gases de combustión	Semestral
Concentración de CH_4	Semestral
Concentración de NH_3	Semestral
Concentración de DBO_5 en los vertidos	Semestral
Concentración de DQO en los vertidos	Semestral
Concentración de sólidos en los vertidos	Semestral

Las concentraciones de gases y emisiones medidas deben cumplir con los umbrales establecidos en la Resolución 1541de Noviembre de 2013 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

4. ANÁLISIS MTD Y BPA SELECCIONADAS PARA LA PREVENCIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN EL SUBSECTOR AVÍCOLA

La minimización de los efectos generadores de olores ofensivos se lleva a cabo a través de prácticas que minimicen su formación, liberación y dispersión desde la explotación avícola. La reducción del mal olor se lleva a cabo a través de la aplicación de distintas estrategias, que incluyen entre otros aspectos la ubicación de la granja avícola, las técnicas nutricionales y el establecimiento de protocolos de limpieza.

La liberación del olor tiene lugar principalmente en las etapas de almacenamiento de la gallinaza, como resultado de la transferencia de los gases que forman el mal olor desde la superficie de las deyecciones a la atmósfera en contacto con ellas. En este sentido, las técnicas de reducción de la emisión de las sustancias olorosas tratan de disminuir la superficie de contacto entre el aire y las deyecciones.

Una vez los compuestos gaseosos son emitidos a la atmósfera, éstos son dispersados mediante procesos de difusión y de transporte convectivo, siendo los principales factores involucrados los meteorológicos (velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, etc.) y los topográficos.

Las técnicas de reducción de malos olores están formadas por un conjunto de técnicas correctoras propiamente dichas y de una serie de buenas prácticas ambientales o mejores técnicas disponibles. La mayor parte de las técnicas de reducción pertenecen al segundo caso, y se caracterizan por su facilidad de implantación y por su costo reducido. La aplicabilidad de las MTDS dependerá

fundamentalmente del manejo o la gestión de la explotación y de las características técnico-económicas de la misma.

El conjunto de técnicas de reducción de la emisión de malos olores en las explotaciones avícolas depende:

- De la selección de la mejor ubicación de acuerdo con el Plan de Ordenamiento del Territorio Municipal.

- El aumento de la distancia entre emisor y receptor es un factor clave para la minimización de las molestias por malos olores. En diversos estudios se ha determinado con ayudas de modelos de dispersión y largas series de información meteorológica, la distancia mínima de separación que debe existir entre emisor y receptor para evitar estas molestias. Esta técnica es aplicable únicamente a explotaciones de nueva construcción.

De acuerdo con el análisis las MTDS están constituidas por:

- Empleo de técnicas nutricionales. La reducción del nivel de proteína bruta y de carbohidratos fermentables en la dieta reducen significativamente las emisiones de malos olores.

- Mantenimiento de la gallinaza con niveles de humedad bajos.

- Reducción de la presencia de polvo en la explotación mediante el control del caudal de ventilación.

- Empleo de cubiertas en el almacenamiento de la gallinaza. La cobertura de los estercoleros reduce o anula la superficie de gallina expuesta al aire, reduciendo así la emisión de sustancias olorosas.

- Localización de los estercoleros. Los estercoleros no deben ubicarse en la dirección predominante del viento, especialmente cuando ésta se dirija a núcleos de población o zonas sensibles a olores.

- Gestión externa de la gallinaza estabilizada lo más rápidamente posible. tras u esparcido.

- Implantación de barreras cortavientos. Las barreras cortavientos, ya sean naturales o artificiales, contribuyen a la dispersión de olores y partículas a escala local. Estos elementos sirven de barrera de los gases y partículas, obligando a los mismos a elevarse una altura mayor, aumentando la dilución de los mismos y favoreciendo su dispersión. Las barreras naturales situadas en los alrededores de las explotaciones avícolas, sirven de barrera o de filtro de las partículas de aire, las plumas, los olores y los ruidos, reduciendo las molestias ocasionadas a los vecinos.

- Elección de los días de aplicación de gallinaza a campo. Es conveniente realizar la aplicación de gallinaza aquellos días que presenten una mayor inestabilidad atmosférica y una dirección adecuada del viento. No aplicarlo en días festivos ni domingos.

- Utilización de técnicas de final de proceso como biofiltros, lavadores químicos, etc. El costo elevado, puede limitar su uso.

- Si la granja dispone de ventilación natural, se han de tener en cuenta algunas disposiciones sobre dimensionado de las aperturas de entrada y salida de aire, la orientación del caballete del tejado en dirección transversal a la dirección predominante del viento, diferencia entre la apertura de entrada y salida de aire de al menos 3 m, disponer en el tejado de un ángulo de al menos 20º para generar suficiente corriente ascendente, etc.

- Aplicación de aditivos a la gallinaza. Existen en el mercado multitud de aditivos que aseguran conseguir reducciones de las emisiones de amoniaco y malos olores durante el almacenamiento de la gallinaza. Sin embargo, la eficacia de algunos de estos productos ha sido cuestionada en diversos trabajos científicos, mientras que otros han demostrado poseer un potencial de reducción de la contaminación durante el almacenamiento de la gallinaza.

Las instalaciones avícolas pueden tener un potencial contaminador desde el punto de vista odorífero cuando no se aplican buenas prácticas ambientales. De acuerdo con la información suministrada por las Corporaciones Autónomas Regionales, el número de quejas por malos olores se ha incrementado en los últimos años como consecuencia de la intensificación de la avicultura y de la dinámica poblacional de las zonas rurales.

En zonas donde la actividad avícola es económicamente relevante, se pone de manifiesto la necesidad de encontrar soluciones adecuadas para las comunidades vecinas a las actividades productivas. Los olores procedentes dela gallinaza, son considerados como emisiones molestas, especialmente cuando los afectados no obtienen ningún beneficio directo o no están vinculados con la actividad.

En Colombia recientemente se dispone de legislación sobre contaminación ambiental por olores, que incluye un nuevo concepto sobre la aplicación de las (MTD). Este estudio tiene dentro de sus propósitos profundizar en las medidas para prevenir y controlar la contaminación generada por las emisiones odoríferas mediante el impulso de las buenas prácticas de reducción de las molestias por malos olores dirigido a los avicultores y demás actividades generadoras de olores. Es así que en la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 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. Entre ellas en el Capítulo V. Se define el Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos (PRIO) y establece en el Artículo 8°, los contenidos del plan:

- Localización y descripción de la actividad.
- Descripción, diseño y justificación técnica de la efectividad de las Buenas Prácticas o las MTD por 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.

Por otra parte y de acuerdo con la información disponible, el presente documento académico permitirá avanzar en la formulación de las MTD identificadas y reportadas por las Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades Ambientales, para los siguientes subsectores definidas en la Resolución 1541 de noviembre de 2013 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

- Rellenos sanitarios y sitios de disposición de residuos.
- Plantas de tratamiento o cuerpos de aguas residuales
- Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos.
- Cría y sacrificio de ganado.
- Cría y sacrificio de cerdos.

- Cría y sacrificio de aves
- Industrias de procesamiento de cueros (curtiembres),
- Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal y sus derivados.
- Fabricación de productos de la refinación del petróleo.
- Fabricación de pulpas celulósicas, papel y cartón
- Actividades que capten agua de cuerpos de agua receptores de vertimientos.
- Tratamiento térmico de subproductos de animales.

Con base en la metodología y los resultados obtenidos del presente estudio de investigación se propone los siguientes términos genéricos para la formulación de las MTD de los sectores señalados:

- Identificación de la problemática ambiental mediante estudios y encuestas en las áreas de ubicación de las actividades.
- Diagnóstico del sector desde el punto de vista de la producción, importancia económica y generación de empleo.
- Identificación de las principales actividades del sector, aspectos medioambientales e identificación de impactos ambientales y receptores de los mismos.
- Identificación de los insumos y materias primas utilizadas en las diferentes fases del ciclo productivo.
- Estudio de las técnicas existentes para prevenir y corregir los impactos identificados.
- Identificación de niveles óptimos del comportamiento ambiental de las medidas identificadas según la información aportada por centros e institutos de investigación y Universidades.
- Identificar las tecnologías utilizadas y probadas a nivel nacional e internacional, considerando el diseño y construcción de las instalaciones, la operación y mantenimiento, los procesos y actividades.
- Estudiar mediante información disponible y proyectos piloto las técnicas desarrolladas a escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector industrial, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios.

Es importante definir las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general e integral de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas a la hora de determinar las MTD, de tal forma que la combinación de varias técnicas permita conseguir niveles apropiados en la reducción de las

emisiones en su conjunto, evitando el traspaso dela contaminación de un compartimiento a otro del medio, tales medidas pueden incluir:

- El uso eficiente y ahorro del agua
- El Manejo eficiente de las materias primas.
- En el caso pecuario sistemas adecuados de alimentación y técnicas nutricionales.
- El uso eficiente de la energía
- El manejo y aprovechamiento de residuos sólidos ordinarios.
- El manejo y control de los vertimientos líquidos.
- Las técnicas de limpieza.
- El control y prevención de emisiones atmosféricas.

Las MTD identificadas y definidas en el presente estudio no suponen que sean las únicas técnicas posibles para ser utilizadas en el contexto Colombiano. El documento es un referente técnico, flexible y objeto de mejoramiento continuo.

Con el presente este estudio, se espera generar una herramienta útil tanto para el control y seguimiento ambiental que ejercen las Corporaciones Autónomas Regionales como para la aplicación de técnicas apropiadas por parte de los empresarios de la avicultura. Es un referente de carácter técnico para otras empresas asociadas al sector productivo ganadero (bovino, porcícola, piscícola, entre otros), para las entidades encargadas de la asistencia técnica especializada, para las entidades regionales y locales encargadas de la planificación territorial, para la ingeniería y carreras del sector pecuario, para las empresas consultoras y profesionales vinculados con el sector agropecuario y medioambiental.

CONCLUSIONES

La definición de las MTD y BPA para el sector avícola colombiano posibilita un avance para la gestión ambiental del país, dado que permiten mediante una aplicación efectiva el control de efectos ambientales que previenen la generación de olores molestos. La facilidad de aplicación de las MTD y BPA propuestas en el presente estudio permitiría de una manera eficaz reducir los diferentes conflictos e impactos ambientales con las comunidades cercanas a las explotaciones avícolas y el medio ambiente.

Las MTD y BPA se constituyen en un referente técnico de consulta para el sector avícola y otros sectores generadores de impactos ambientales entre ellos principalmente la generación de olores ofensivos. Las autoridades ambientales podrán contar con un instrumento para el seguimiento y el control ambiental mediante la evaluación periódica de la aplicación de las fichas de MTD propuestas. De igual manera los avicultores del país podrán hacer la implementación del plan de MTD y BPA de acuerdo con un análisis costo - beneficio, con lo cual se lograría aplicar y cumplir con la normativa ambiental vigente.

Las MTD propuestas en esta investigación para el sector de avicultura pueden ser mejoradas mediante su puesta en marcha en proyectos piloto por parte del sector productivo y las Autoridades Ambientales, dentro de los cuales se lleven a cabo mediciones y monitoreo de emisiones y consumos antes y después de la implementación de la MTD, con el objetivo de determinar su eficacia en la mitigación del impacto generado.

Por otra parte, partiendo de éste documento académico el cual podrá constituirse en un referente técnico y de consulta para autoridades ambientales, consultores, empresarios, entre otros; investigaciones posteriores permitirán avanzar en la formulación de las MTD identificadas y reportadas por las Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades Ambientales, para las siguientes actividades,

definidas en la resolución 1541de Noviembre de 2013 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

- Rellenos sanitarios y sitios de disposición de residuos.
- Plantas de tratamiento o cuerpos de aguas residuales
- Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos.
- Cría y sacrificio de ganado.
- Cría y sacrificio de cerdos.
- Cría y sacrificio de aves
- Industrias de procesamiento de cueros (curtiembres),
- Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal y sus derivados.
- Fabricación de productos de la refinación del petróleo.
- Fabricación de pulpas celulósicas, papel y cartón
- Actividades que capten agua de cuerpos de agua receptores de vertimientos.
- Tratamiento térmico de subproductos de animales.

Las MTD y BPA propuestas y aplicadas de manera integral mediante un plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola, contribuirán al mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad del sector, frente a los mercados nacionales e internacionales y a su vez permitirá avanzar en el cumplimiento de las normas nacionales y los compromisos de los Tratados de Libre Comercio suscritos por el país.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCARS. (2013). *Olores Ofensivos: Identificación de necesidades y debilidades de las autoridades ambientales en su seguimiento y control*. Colombia.

CANTER, L., & SADLER, B. (1997). *A Tol Kit for efecctive EIA Practice – Review of Methods and Perspectives, on their aplication.*

CANTER, L. (2000). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnica para la elaboración de Estudios de Impacto.* Bogotá: McGraw Hill.

CHAUDHURY, D., MANELLA, L., ARELLANOS, A., ESCANILLA, O., CLELAND, T. A., & LINSTER, C. (2010). *Olfactory bulb habituation to odor stimuli.* National Institutes and Health.

Centro de Tecnologías Limpias de la Comunidad Valenciana. (2008). *Guía Técnica para la Gestión de las Emisiones Odoríferas Generadas por las Explotaciones Ganaderas Intensivas.* España.

Comisión Europea. (2004). *Prevención y Control de la Contaminación (IPPC), Documento BREF de referencia de Mejores Técnicas Disponibles en la cría intensiva de Aves de Corral y cerdos.*

CUBERO, D. (1999). *Las barreras vivas y su aplicación en la agricultura conservacionista. XI Congreso Nacional Agronómico*. Costa Rica.

DANE. (2012). *Encuesta Nacional Agropecuaria- ENA.* Bogotá D.C.

DIRECTIVA 96/61/CE DEL CONSEJO DE LA UNION EUROPEA. (1996). *Relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación*

EL Sitio Avícola. (2013). *El Sitio Avícola.* Obtenido de http://www.elsitioavicola.com/articles/2213/tendencias-avacolas-mundiales-2012-produccian-de-pollo-en-amarica-superara-las-40-millones-de-toneladas-en-2013

ESTRADA PAREJA, M. M. (2005). *Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista LaSallista de Investigación - Vol. 2 No. 1*, 43 - 48.

ESTRADA PAREJA, M. M. (2011). *Gestión de la Gallinaza.* Escuela de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia, Colombia. Obtenido de http://albeitar.portalveterinaria.com

FENAVI - FONAV, SIERRA, Diego Miguel; PELÁEZ, Carlos Alberto, Grupo GIEM Universidad de Antioquia. (2004). *Valorización y comercialización de subproductos avícolas (gallinaza, pollinaza y mortalidad) en cinco regiones de Colombia.* Bogotá.

FENAVI. (15 de Enero de 2014). *FENAVI*. Obtenido de http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2160&Itemid=556

FENAVI. (2014). Pollo: Con paso firme . *Avicultores*, 25-33.

FENAVI, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Guía Ambiental para el subsector avícola.* Segunda Edición

Fundación San Valero. (2004). *Catálogo de Mejores Técnicas Disponibles y Buenas Prácticas medio ambientales en el sector agropecuario (Generadoras de ahorros de costes y de mejoras medioambientales).*

HIDALGO DITTEL, N. (2009). *Guía Avícola: Instrumento de Gestión Ambiental.* San José, Costa Rica: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN).

ICA. (2008). *Resolución N° 000957. Por la cual se norman las medidas de Bioseguridad en las Granjas Avícolas comerciales y granjas avícolas de autoconsumo en el Territorio Nacional" .* Colombia.

ICA. (2012). *Censo Aviar en Colombia*. Colombia.

Industria Avícola. (Enero de 2013). *Industria Avícola.* Obtenido de http://www.WATTAgNET.com

KIELY, G. (1999). *Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión.* España: Mc Graw Hill.

LAMICHHANE, P. (2002). *Characterization and Control of Odor Emissions from Concentrated Animal Feeding Operations.* Kathmandu University, Nepal.

MARTINEZ, L. I. (1995). *El Estiercol y las Prácticas Agrarias Respetuosas con el Medio Ambiente.*

McGAHAN, E. (2002). *Strategies to reduce odour emissions frommeat chicken farms.Poultry Information Exchange.*

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, DANE, FENAVI. (2002). *I Censo Nacional de Avícultura Industrial. Resultados 2002.* Bogotá D.C.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación - Ministerio de Medio Ambiente (2006). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector de la Avicultura de Carne*. España.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2006). *Resolución 601 de 2006. Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.* Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (24 de Marzo de 2010). *Resolución 610 de 2010. Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006*. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Resolución 1541. Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad de aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones.* Colombia.

Ministerio de Medio Ambiente. (2002). *Guía ambiental para el subsector porcícola.* Bogotá. Recuperado el 29 de Octubre de 2010, de www.siame.gov.co

Ministerio de Medio Ambiente. (2004). *Documento de referencia de Mejores Técnicas Disponibles en la Cría Intensiva de Aves de Corral y Cerdos. Documento BREF .* España: Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica Ministerio de Medio Ambiente.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1995). *Decreto 948 de 1995*. Colombia.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). *Guía de mejores técnicas disponibles del sector de la avicultura de puesta, European Agricultural Fundfor Rural Development.* España.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). *Guía de mejores técnicas disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves en la comunidad valenciana.* España.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el Sector Avícola de Guatemala.* Guatemala.

Ministerio de Medio Ambiente, Sociedad de Agricultores de Colombia, FENAVI (2002). *Guía ambiental para el subsector avícola.* Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad Nacional de Colombia. (2010). *Propuesta metodológica de evaluación del riesgo ambiental en el subsector de frutas y hortalizas para tres tipos de contaminantes.* Bogotá.

MURGUÍA, W. (2007). *Contaminación por olores: El nuevo reto Ambiental. Gaceta Ecológica 82.* Instituto Nacional de Ecología, México.

Pontificia Universidad Bolivariana. (2010). *Revisión y determinación de umbrales, estándares de emisión y protocolos de medición para la estructuración de normas en materia de olores ofensivos.*

RENDÓN, S., & ORTIZ, A. (2005). *Implementación del Método de Monitoreo y Análisis para la Determinación de Olores Ofensivos.* Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Químico, Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería, Medellin.

RIGOLA, M. (1998). *Producción más Limpia.* Barcelona.

Scottish Enviromental Protection Agency. (2010). *Odour guidance.* Escocia. .

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria; LEONARDI, Emiliano;. (2013). *Mejores técnicas disponibles en la gestión ambiental de residuos de*

Universidad de Murcia. (2012). *Estrategias nutricionales en la alimentación de cerdos de engorde para mitigar la excreción de nitrógeno y fósforo al medio ambiente.* España: Facultad de Veterinaria.

Universidad Politécnica de Valencia. (2008). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el Sector de Explotaciones Intensivas de Aves.* Valencia: Centro de Tecnologías Limpias.

V. BLANES-VIDAL, M.N. HANSEN, A.P.S. ADAMSEN, A. FEILBERG, S.O. PETERSEN, B. B. JENSEN. (2008). *Characterization of odor released during handling of swine slurry: Part I. Relationship between odorants and perceived odor concentrations.* Obtenido de www.elsevier.com/locate/atmosenv

WILLIAMS, C. M. (2008). *Gestión de residuos de aves de corral en los países en desarrollo.* North Carolina State University, Department of Poultry Science, Raleigh, NC, Estados Unidos de América. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.