



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL MANEJO
ADECUADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
GENERADOS EN LA EMPRESA GRANJA EL CEDRO
JGC, C.A.**

Autor:

Castellanos, María Valeria.

Urbanización Yuma II, Calle N° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 - Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL MANEJO ADECUADO DE
LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA EMPRESA
GRANJA EL CEDRO JGC, C.A.**

Trabajo de Grado para optar al Título de
INGENIERO INDUSTRIAL.

Autor: Castellanos, María Valeria
C.I. 23.412.960
Tutor: Ing. Ana Avendaño
C.I. 7.187.788

San Diego, diciembre 2021



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de _____ para la
evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Planta de tratamiento para el
manejo adecuado de los desechos
sólidos generados en la Empresa
Granja El Ceño T6C, C.A.

Realizado por el (la) Br. Maria Valeria Castellanos
C.I. N° 23412960 cursante de la carrera de Ing. Industrial
hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera
que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

[Signature] El Jurado
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Ana Arendano
C.I.: 4.187.788

[Signature]
Jurado
Nombre: Luis F. Rodríguez
C.I.: 15148800

[Signature]
Jurado
Nombre: Angélica Jaramilla
C.I.: 8.791.901

Fecha: 28/01/2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI- I -001-2021-2CR- SE

Valencia, 25 de noviembre de 2021

Ciudadano:
Castellanos Pérez, María Valeria
C.I. 23.412.960

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 7-2021 de fecha 25/11/2021 aprobó el proyecto de grado titulado:

Planta de tratamiento para el manejo adecuado de los desechos sólidos generados en la empresa GRANJA EL CEDRO JGC, C.A.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Ana Cristina Avendaño de Mejías, titular de la cédula de identidad V-7.187.788



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ana Avendaño, portadora de la cédula de identidad N.º 7.187.788 , en mi carácter de tutor (a) del trabajo de grado presentado por la ciudadana María Valeria Castellanos Pérez, portadora de la cédula de identidad N.º 23.412.960, titulado **“PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL MANEJO ADECUADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA EMPRESA GRANJA EL CEDRO JGC, C.A.”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 14 días del mes de diciembre del año dos mil veintiuno.


Ing. Ana Avendaño
C.I.: 7.187.788

DEDICATORIA

A mi papá, por siempre demostrarme su amor incondicional a través del apoyo sincero en todas las decisiones que he tomado, y que me han traído hasta este punto de realización personal. Por hacer de este trabajo tu proyecto individual, y ofrecerme no solo tus conocimientos, sino tu cariño, guía y paciencia.

A mi mamá, por siempre recordarme de mis capacidades, y alentarme con su apoyo firme al cumplimiento de mis objetivos académicos, que son significado de orgullo y satisfacción para mí.

A mis abuelos, Pedro y Wilfredo, por sus risas particulares, por ser el ejemplo más grande en mi vida de superación y convicción, y por siempre resaltar la importancia de los estudios.

Al Cedro, por ser el punto de partida y reencuentro de mi familia, porque en tus tierras permanece nuestro sustento, porque en tus proyectos veo crecer a los míos, porque eres parte de mi familia.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mis padres, por haberme enseñando con su ejemplo y guía la importancia de la honestidad y el respeto, y por siempre brindarme su amor y protección. Me formaron en la persona que soy hoy día, y gran parte de mis logros se los debo a ellos.

A mi hermana, Lucía, por ser mi mejor amiga, por tu complicidad y amor, y por hacerme reír como nadie en este mundo puede.

A mis abuelas, Pilar y Elena, por demostrarme que la juventud y el humor se eternizan en nuestro espíritu.

A Lea y Estrella, por brindarme el amor más puro.

A mis compañeras y amigas, Natalia y Paola, por acompañarme y motivarme durante todo este proceso con su paciencia, con sus risas, con su cariño y apoyo desinteresado.

Finalmente, pero no menos importante, quiero agradecer a mi tutora, la profesora Ana Avendaño, quien, a lo largo del recorrido, siempre me ha ofrecido su orientación y conocimientos, con paciencia, cariño y amabilidad. Gracias a su evidente vocación profesional, y a la buena actitud y disposición que siempre la identifican, este proceso se convirtió en una experiencia más amena.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	7
1.3 Objetivos de la Investigación.....	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 Justificación.....	8
1.5 Alcance.....	9
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Bases Teóricas.....	17
2.2.1 Evaluación de Proyectos.....	17
2.2.2 Estudio de Mercado.....	18
2.2.3 Estudio Técnico.....	21
2.2.4 Estudio Económico-Financiero.....	23
2.2.5 Evaluación de Resultados.....	25
2.2.6 Ecoeficiencia y Desarrollo Sostenible.....	27
2.2.7 Sistema de Gestión Ambiental fundamentado por la ISO 14.001:2015.....	28
2.2.8 Impacto Ambiental.....	30
2.2.9 Impacto Ambiental de la Producción Avícola	32
2.2.10 Compostaje.....	34
2.2.10.1 Fases del Proceso de Compostaje.....	36
2.2.10.2 Factores a Monitorear en el Proceso de Compostaje	38
2.2.10.3 Técnicas de Compostaje en Sistemas Abiertos	41
2.2.10.4 Compostaje de Mortalidad de Granja	46
2.3 Bases Legales	48
2.3.1 Ley Orgánica del Ambiente	48
2.3.2 Ley Penal del Ambiente.....	55

2.3.3 Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos	58
2.3.4 Ley de Gestión de la Basura	59
2.4 Definición de Términos.....	61
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	66
3.2 Diseño de la Investigación.....	67
3.3 Nivel de la Investigación.....	68
3.4 Población y Muestra.....	68
3.4.1 Población	68
3.4.2 Muestra	68
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	69
3.5.1 Técnica de Recolección de Datos	69
3.5.1.1 Revisión y Análisis de Documentos	69
3.5.1.2 Entrevista No Estructurada	70
3.5.1.3 La Observación Directa.....	70
3.5.1.4 Checklist o Lista de Campo	71
3.6 Técnicas de Análisis de Datos	71
3.7 Fases Metodológicas.....	71
IV RESULTADOS	
4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. en relación al manejo y disposición de los desechos sólidos generados dentro de sus diferentes procesos de producción	73
4.1.1 Revisión y Análisis de Documentos	75
4.1.2 Producción y Manejo de Residuos.....	77
4.1.3 Debilidades Observadas	81
4.1.4 Checklist	82
4.1.5 Posibles Soluciones	84
4.2 Fase II: Determinación de los requerimientos técnicos y operativos aplicados al diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos generados por la Granja El Cedro JGC, C.A.	85
4.2.1 Requerimientos técnicos y operativos para el diseño e instalación de una planta de compostaje a partir de pollinaza, para Granja El Cedro JGC, C.A.....	85
4.2.1 Requerimientos para el compostaje de mortalidad Generada.....	98
4.2.3 Requerimientos de mano de obra materiales y equipos.....	100

4.2.4 Estudio Técnico y de Mercado	103
4.2.5 Ventajas del Compost	104
4.3 Fase III: Establecimiento de los requerimientos organizacionales, de seguridad industrial y ambiental para la instalación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en la Granja El Cedro JGC, C.A.	105
4.3.1 Estructura Organizacional	106
4.3.2 Capacitación y Adiestramiento del Personal	106
4.3.3 Aspectos Legales	106
4.3.4 Aspectos Ambientales	112
4.4 Fase IV: Evaluación el estado financiero y económico para la factibilidad de la instalación de una planta de tratamiento en la empresa la Granja El Cedro JGC, C.A.....	113
4.4.1 Estimación de la Inversión Inicial	113
4.2.4 Depreciación y Amortización	115
4.2.3 Costos Operacionales	116
4.4.4 Rentabilidad	117
4.4.5 Factibilidad Social y Ambiental	120
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	Pp.
1	Datos procedentes de la cría de aves en la empresa JGC, CA.....	6
2	Temperatura necesaria para la eliminación de algunos patógenos	38
3	Parámetros importantes del Compostaje.....	41
4	Impacto Ambiental de la Producción de Carne de Pollo	75
5	Norma ISO 14.001 y su nivel de aplicación dentro de la empresa El Cedro JGC, C.A.....	82
6	Parámetros de temperatura óptimos	95
7	Parámetros óptimos de pH	96
8	Parámetros de composta madura de pollinaza	97
9	Inversión Inicial	114
10	Aportes Legales de los Trabajadores	115
11	Depreciación y Amortización de Activos	116
12	Costos Operacionales por Pila de Compostaje	117
13	Punto de Equilibrio	118
14	ROI	119
15	Beneficios y/o Ahorros por posibles Sanciones Ambientales	120
16	Ahorros por posibles Sanciones Ambientales, según la Legislación Venezolana	121

ÍNDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO	CONTENIDO	Pp.
1	Emisiones regionales en millones de CO ₂ -eq por especie...	4
2	Producción global de carne de pollo en miles de toneladas métricas.....	5
3	Formación del bloque de composta.....	42
4	Volteo mecanizado.....	43
5	Ubicación de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.	74
6	Instalaciones de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. ...	77
7	Cama avícola nueva y con dos ciclos de acumulación.....	78
8	Tractor y rotocultor utilizado para el movimiento de la cama avícola	79
9	Acumulación de plumas en la cama avícola.....	79
10	Mortalidad y fosas destinadas al entierro de la misma.....	81
11	Área prevista para el patio de compostaje.....	86
12	Dimensiones de una pila o camellón de compostaje.....	88
13	Retroexcavadora.....	90
14	Distribución de las pilas de compostaje	92
15	Control de volteo y riego a partir de la temperatura	95
16	Camión para transporte de sacos de compost.....	98
17	Casetas de compostaje de mortalidad	99
18	Requerimientos para la instalación de una planta de compostaje en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.....	102
19	Organigrama de la planta de compostaje	106



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL MANEJO ADECUADO DE
LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA EMPRESA
GRANJA EL CEDRO JGC, C.A.**

Autores: Castellanos, María Valeria

Tutor(a): Ing. Ana Avendaño

Fecha: diciembre 2021.

RESUMEN

El desarrollo de la industria avícola tiene una influencia relevante en los impactos medioambientales, la misma produce una cantidad importante de desechos. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo proponer el diseño de una planta de tratamiento para el manejo adecuado de los desechos sólidos generados en la empresa Granja El Cedro, JGC, C.A., ubicada en el Estado Carabobo, para impulsar la ecoeficiencia, siguiendo las líneas de investigación de gestión ambiental. En primer lugar, se diagnosticó la situación actual, donde se encontró que la mayor cantidad de desechos sólidos proviene de los residuos orgánicos en forma de pollinaza. Se encontró que la empresa no aplica prácticas ambientales adecuadas para el manejo de dichos residuos, contribuyendo a la contaminación del medio. Con base en ello, se utilizaron técnicas de recolección de datos, revisión documental, observación directa, y entrevistas para determinar los requerimientos técnicos y operativos de diseño de una planta de compostaje para la empresa de estudio. Finalmente, se realizó un estudio que permitió determinar su factibilidad económica, mediante un análisis de punto de equilibrio y retorno sobre la inversión de hasta 215.34%, igualmente, se estudió su factibilidad ambiental y social, demostrando ser factible en todas las perspectivas.

Descriptor: Eco-eficiente, Pollinaza, Gestión Ambiental, Impactos Ambientales, Compostaje.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, el Occidente de Carabobo se había caracterizado por el desarrollo significativo de la avicultura. La producción avícola, en especial, aquella dedicada a la cría de pollo de engorde, pueden tener consecuencias importantes sobre el medio ambiente. Dichos sistemas de crianza son grandes contaminantes debido a: la gran producción de desechos sólidos que generan en forma de pollinaza, los olores significativamente desagradables propios de dichos desechos, y las cantidades elevadas de gases como el amoníaco que se producen dentro de los galpones de producción y son liberados a la atmósfera.

En el presente trabajo de investigación se pretende conocer y entender cuál es el impacto ambiental de la Granja El Cedro JGC, C.A., ubicada en el municipio Miranda del Estado Carabobo, con el propósito de proponer la creación de una planta de tratamiento para el manejo adecuado de desechos sólidos, y de esta forma, fomentar buenas prácticas avícolas y afianzar la responsabilidad social y ambiental empresarial de la empresa con la comunidad donde se encuentra ubicada.

Por lo anteriormente explicado, el trabajo de grado expuesto, permite desarrollar alternativas y sistemas de tratamiento eco-eficientes para el manejo apropiado de los desechos sólidos dentro de la Granja El Cedro JGC, C.A., no sólo para disminuir las consecuencias negativas sobre el medio ambiente, sino también convertir los altos volúmenes de desechos producidos en un subproducto que posea valor comercial.

Capítulo I: en la primera sección, se describe el problema y la formulación del mismo. Seguidamente, se procede con la descripción del objetivo general de la investigación y los objetivos específicos. Finalmente, se expone la justificación del objeto de estudio y el alcance que tiene dicho proyecto investigativo.

Capítulo II: en esta segunda sección, se desarrolla el marco teórico. El mismo, está compuesto todas las bases fundamentales tanto para la descripción, como para la comprensión e implementación del proyecto factible. Asimismo, se presentan las bases legales relevantes al planteamiento del problema.

Capítulo III: en el capítulo III, se describe el marco metodológico de la investigación. Especificando el tipo, diseño y nivel de la misma. De igual forma, la población y muestra tomada a la cual se le aplica el procedimiento del proyecto, por último, se presentan las técnicas empleadas para la recolección de datos y las fases metodológicas del estudio desarrollado.

Capítulo IV: a cuarta sección consta de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, tomando en cuenta la aplicación de las fases metodológicas establecidas en el capítulo anterior.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Este capítulo se centra en hacer un planteamiento general de la investigación. Aquí se explicará la problemática ambiental causada por los desechos sólidos generados en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. Se presentarán tanto objetivo general como objetivos específicos. Igualmente, se dará una justificación del tema enfocada en la importancia de la misma en el ámbito de producción animal y gestión ambiental y organizacional, y finalmente se planteará el alcance del estudio.

1.1 Planteamiento del Problema

La industria alimentaria genera un elevado porcentaje de contaminación en sus diferentes sectores, dentro de los cuales destaca el sector de producción animal. Los grandes niveles de contaminación por parte de la producción pecuaria se deben principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la misma. Es importante señalar que, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) representa una de las principales causas del Cambio Climático. En el gráfico 1, extraída del “Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM)” de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura ([FAO], 2017) se puede observar en millones de toneladas de dióxido de carbono-equivalente las emisiones regionales totales y contribución relativa por especie. Adicionalmente, la FAO señala que el sector pecuario es el responsable del 14.5% de las emisiones de GEI totales a nivel mundial.

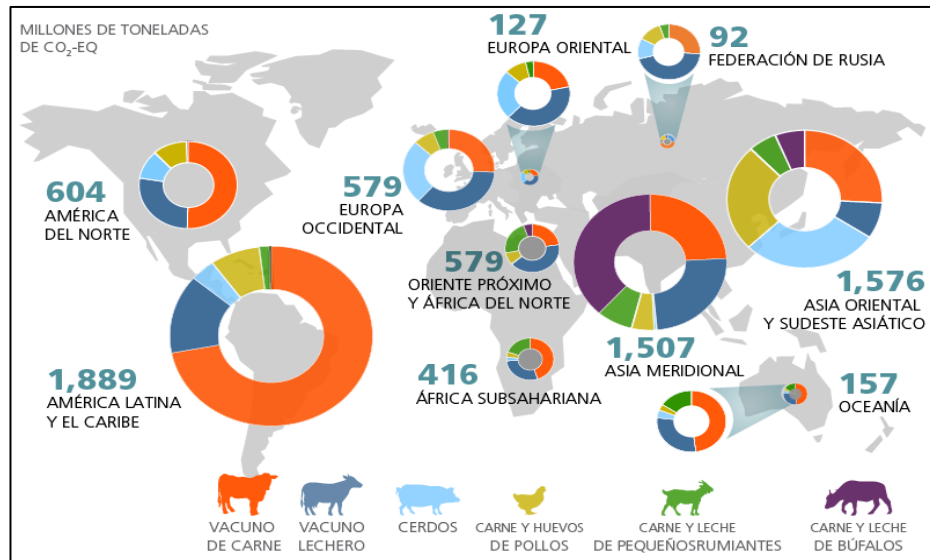


Gráfico 1. Emisiones regionales en millones de toneladas de CO₂-eq por especie.

Fuente: FAO (2017).

Dentro del sector de la cría animal, destaca la industria avícola debido a sus elevados niveles de producción. Como se muestra en el gráfico 2, de acuerdo a un informe de Statista (2021), tan solo en el año 2020 se produjeron 100.587 toneladas métricas (Tm) de carne de pollo a nivel mundial. En ese sentido, se cree que la actividad que genera mayor residuo dentro de la industria avícola es el proceso de cría del animal, debido a los volúmenes tan elevados de excreta que producen (Gomez, 2012). Las excretas de aves, las plumas, el material orgánico utilizado como cama y los desperdicios de alimento es lo que se conoce como pollinaza (Casas y Guerra, 2020), estos componentes sumados a la mortalidad, forman la mayor parte de los desechos sólidos de las granjas avícolas.

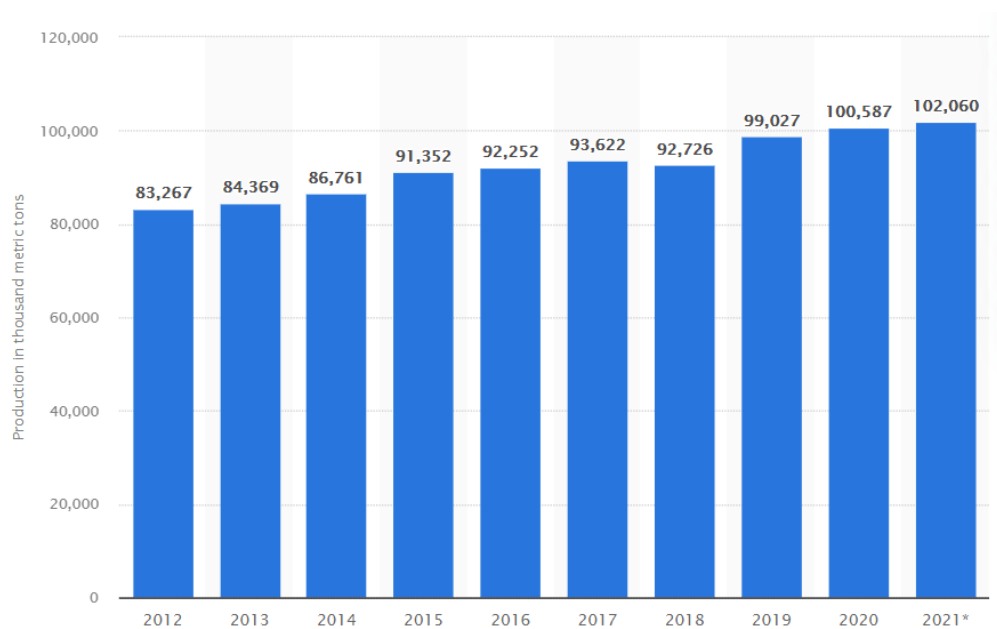


Gráfico 2. Producción global de carne de pollo en miles de toneladas métricas.

Fuente: Statista (2021).

En cuanto a la avicultura en Venezuela, a pesar de la crisis productiva que aún atraviesa el país, la actividad avícola representa una parte importante del sector agropecuario, principalmente en el área central del territorio nacional. La empresa Granja El Cedro JGC, C.A. es una granja avícola con galpones de ambiente controlado, actualmente se encuentra ubicada en el municipio Miranda del estado Carabobo. Su capacidad de planta máxima instalada es de 300.000 pollos por ciclo productivo o lote, sin embargo, la producción actual de la granja oscila entre los 180.000 y 200.000 pollos por lote.

Para entender el origen de dichos residuos se dará una breve explicación del proceso productivo en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. En primer lugar, se tiene que un pollo promedio necesita 1.7 kg de alimento para producir 1 kg de pollo en granja. En la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., el animal tiene un peso promedio de 2.25 kg una vez finalizado el ciclo productivo. Estas cifras indican que un pollo excreta 0.7 kg de alimento por cada 1 kg de alimento ingerido, se tiene entonces, que cada animal produce 1.575 kg de excreta. En este caso, el

material utilizado como sustrato es la cascarilla de arroz, debido a su capacidad de retener la humedad; para la granja se utilizan 11000 kg de concha de arroz por galpón. Así mismo, la densidad promedio de cada galpón es de 14.5 m² y cada galpón posee 1440 m², lo que resulta en una población aproximada de 20000 pollos por galpón.

Asimismo, el proceso de cría tiene una duración aproximada de 42 días, además de 26 días de limpieza del galpón, con un total de 68 días por lote; teniendo que la producción anual es de 5 lotes aproximadamente. En el cuadro 1 se muestra la cantidad de pollinaza producida por cada 3 lotes, debido a que la cascarilla de arroz es cambiada cada 3 ciclos productivos, y consecuentemente, la pollinaza producida está compuesta del sustrato utilizado al inicio del primer ciclo y la acumulación de las excretas producidas durante 3 lotes de producción. Del mismo modo, otra parte importante de los desechos sólidos incluye el 6% de mortalidad, la cual se traduce a alrededor de 12.000 pollos por lote. Estos animales son enterrados en fosas, contaminando directamente las aguas subterráneas durante su proceso de descomposición.

Cuadro 1. Datos procedentes de la cría de aves en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

<i>Pollos/galpón</i>	<i>Excretas/pollo</i>	<i>Humedad</i>	<i>Mortalidad/galpón</i>	<i>Excretas/galpón</i>	<i>Pollinaza total/3 lotes</i>
<i>(unidad)</i>	<i>(Kg)</i>	<i>(%)</i>	<i>(%)</i>	<i>(Kg)</i>	<i>(Kg)</i>
20000	1.575	8.5	6.0	26932.50	917975.00
<i>Pollos/lote</i>	<i>Galpones/lote</i>	<i>Excretas/lote</i>	<i>Sustrato/galpón</i>	<i>Sustrato/lote</i>	<i>Pollinaza/anual</i>
<i>(unidades)</i>	<i>(unidades)</i>	<i>(Kg)</i>	<i>(Kg)</i>	<i>(Kg)</i>	<i>(Kg)</i>
200000	10	269325.00	11000	110000	1529958.33
<i>Mortalidad/lote</i>	<i>Mortalidad/anual</i>				
<i>(pollos)</i>	<i>(pollos)</i>				
12000	60000				

Fuente: Gerencia General.

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

Como se puede observar el volumen de desechos sólidos producidos anualmente será significativamente elevado y si los mismos no tiene el manejo adecuado, traerá consecuencias desfavorables para el medio ambiente. Las liberaciones procedentes del estiércol en forma de pollinaza a la atmósfera incluyen polvo, olores y gases, y dentro de sus contaminantes resaltan el amoníaco, así como otros GEI que incluyen metano y óxido nitroso principalmente. En ese sentido, en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. el estiércol producido no es tratado, sino que él mismo es vendido para ser utilizado directamente en el suelo, el cual puede verse severamente afectado si el estiércol tiene concentraciones muy elevadas de nutrientes y microorganismos patógenos. Igualmente, las aguas pueden verse perjudicadas a través de escurrimientos, infiltraciones y percolación (Pinos et al., 2012).

En definitiva, las diversas actividades dentro de la producción de carne de pollo tienen una gran responsabilidad en cuanto al impacto ambiental que generan, siendo uno de los orígenes significativos de la contaminación de las aguas, el aire y los suelos. Es necesario entonces, no sólo buscar prácticas enfocadas en la sustentabilidad y que permitan el desarrollo ecoeficiente de la producción avícola, sino también es fundamental revisar cuales son esos costos en los que se debe incurrir para la implementación de las posibles alternativas sustentables. Es importante que empresas como Granja El Cedro JGC, C.A. tengan responsabilidad social y ambiental empresarial, para disminuir su impacto medioambiental y alcanzar una producción más limpia cuidando los recursos naturales del espacio donde se desarrollan.

1.2 Formulación del Problema

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se plantea:

¿De qué manera se puede reducir el impacto ambiental de los desechos sólidos generados en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una planta de tratamiento que permita el manejo adecuado de los desechos sólidos generados en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. en relación al manejo y disposición de los desechos sólidos generados dentro de sus diferentes procesos de producción.
- Determinar los requerimientos técnicos y operativos aplicados al diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos generados por la Granja El Cedro JGC, C.A.
- Establecer los requerimientos organizacionales, de seguridad industrial y ambiental para la instalación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en la Granja El Cedro JGC, C.A.
- Evaluar el estado financiero y económico para la factibilidad de la instalación de una planta de tratamiento en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

1.4 Justificación de la Investigación

El desarrollo de nuevas tecnologías ha impulsado avances indiscutibles para la industrialización, mejorando el proceso productivo en cuanto a estándares de calidad, seguridad de los procesos, reducción de costos, entre otros. Sin embargo, dichos avances también han traído como consecuencia el uso indiscriminado de los recursos naturales y la gran producción de residuos, con el propósito de cumplir con las necesidades de la fabricación masiva de bienes y servicios.

Este crecimiento tecnológico y sus consecuencias han traído como resultado la evolución de la gerencia organizacional en respuesta a la problemática que él mismo ha ocasionado. El enfoque de la gestión gerencial ya no se limita

únicamente a lineamientos tradicionales, como son, el aumento de la productividad, la reducción de costos, utilización adecuada de los recursos, administración del personal, sino que también busca integrar políticas que fomenten la responsabilidad ambiental empresarial a través de prácticas ecoeficientes con bases en el desarrollo sostenible.

Asimismo, el desarrollo de la presente investigación, se lleva a cabo con la finalidad de proponer la creación de una planta de tratamiento de desechos sólidos para la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., con el propósito de impulsar prácticas eficientes y amables con el medioambiente, bajo la línea de investigación de gestión ambiental, enfocados en el manejo adecuado de residuos. De igual forma, se le proporciona a la Universidad José Antonio Páez un proyecto de ingeniería que supone una diferencia e innovación en cuanto a la producción avícola en el estado Carabobo y su relación con la Ingeniería Industrial.

Por su parte, la autora del presente trabajo de grado, podrá obtener diversos conocimientos los cuales continúan aportando información y comprensión a lo aprendido durante todo el estudio de la carrera universitaria, y del mismo modo, creando una propuesta con características individuales que permiten generar un beneficio para la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. y la comunidad donde la misma se encuentra ubicada.

1.5 Alcance

La presente investigación está referida a la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. ubicada en el Estado Carabobo, específicamente en la zona del occidental del estado, de la cual se obtendrán datos específicos, con el propósito de ofrecer un proceso factible para el tratamiento adecuado de sus desechos sólidos y así impulsar prácticas limpias que minimicen el impacto medioambiental de la empresa. Se tomarán referencias metodológicas de organizaciones internacionales, tales como utilización de diferentes tipos de tecnologías o implementación de procesos, que en la actualidad no se observan en la región de estudio especificada

anteriormente. Como se mencionó anteriormente, el presente proyecto de grado se trata de una propuesta que busca impulsar las buenas prácticas de gestión ambiental a través del manejo adecuado de los desechos sólidos, sin embargo, su implementación dependerá en su totalidad de la gerencia de la empresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan una variedad de trabajos de investigación que son relevantes para el estudio en proceso. Del mismo modo, se recurrió a fuentes teóricas que respaldan el objeto de estudio y permiten la comprensión de definiciones pertinentes, las cuales representan aspectos fundamentales en el proceso de investigación. En ese sentido, es importante señalar la importancia del marco teórico en los procesos de investigación, Contento (2016) establece:

La importancia del marco teórico radica en que permite ampliar la descripción del problema. Su objetivo primordial no es otro que el de lograr la integración y relación de la teoría con la investigación que se está llevando a cabo (p.14).

Se tiene entonces, que es indispensable utilizar bases y fuentes teóricas confiables y avaladas por el método científico, con la finalidad de entender todos los procesos esenciales que forman parte del trabajo de investigación y de esta forma alcanzar soluciones apropiadas para el problema planteado.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Los estudios y/o trabajos de investigación presentados en esta sección, mantienen una estrecha relación con el objeto del problema de estudio planteado, los cuales sustentaron el desarrollo adecuado del mismo, ofreciendo elementos fundamentales para la obtención de soluciones plausibles de la problemática anteriormente expuesta.

González y Ojeda. (2019) llevaron a cabo un trabajo de investigación de tipo proyecto factible, bajo el nombre de: **Estrategias del Uso de Lodo Residual como Materia Prima en Smurfit Kappa Cartón De Venezuela S.A.**, para optar por el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad “José Antonio Páez”, Valencia,

Carabobo. La investigación tuvo como objetivo principal evaluar las variables críticas que intervienen en la generación del lodo durante cada etapa del proceso productivo, los ensayos y los diagramas de flujo para determinar las propiedades que tiene el lodo residual para incluirlos como parte de la materia prima en la generación de papel.

Adicionalmente, los autores realizaron un análisis del proceso de planta de tratamiento y la generación de lodo para determinar la factibilidad del proyecto, así como también un análisis de costo beneficio de las modificaciones planteadas. Se trató de un estudio de investigación de campo con nivel documental y nivel descriptivo, usando técnicas de recolección de datos, revisión documental, observación directa, entrevistas, entre otros. Como conclusión del estudio, se logró diseñar una estrategia altamente factible para la recuperación del lodo generado en la planta de tratamiento, con la finalidad de disminuir los costos asociados, mitigar el impacto ambiental generado en los vertederos municipales debido al volumen de lodo dispuesto, además de mejorar el proceso y aprovechar los recursos disponibles, todo esto, con la propuesta de hacer modificaciones de bajo impacto en el proceso de tratamiento del lodo.

Del mismo modo, las herramientas de investigación aplicadas, por los autores, para evaluar la capacidad de la reutilización de los desechos, y por tanto la factibilidad del proyecto, se toman como ejemplo para encontrar posibles soluciones a la problemática en desarrollo.

Así mismo, existen numerosos trabajos de investigación a nivel mundial, dedicados a descubrir alternativas que permitan recuperar productos de valor agregado de los desechos animales. En ese sentido, Zamora et al., (2019) realizaron un trabajo bajo el título de: **Efecto del Alojamiento, Reuso de la Cama y Almacenamiento en la Composición Química de la Pollinaza**. Publicado en la “Revista de Ciencias Agrícolas” bajo la dirección y edición del Departamento de Ingeniería Agronómica en la Universidad de “Costa Rica”, San José, Costa Rica. Este, tuvo como objetivo principal evaluar la composición química de la pollinaza, el efecto del tipo de

alojamiento y de la reutilización de la cama sobre la composición nutricional. De esta forma, los autores efectuaron análisis químicos a 26 muestras de pollinaza fresca obtenida de 18 granjas de pollo de engorde con galpones abiertos o convencionales y galpones de ambiente controlado, con camas tanto de un solo uso, y reutilizadas de cascarilla de arroz.

Se tomaron 17 muestras, las cuales fueron almacenadas bajo condiciones no controladas por 60 días, para determinar el efecto del almacenaje sobre el contenido nutricional. El estudio concluyó, que el tipo de alojamiento, es decir el tipo de galpón, no tiene ningún efecto relevante sobre la composición nutricional de la pollinaza. Sin embargo, se encontró que la composición nutricional de la pollinaza puede cambiar con las prácticas de manejo de las granjas avícolas como la reutilización de la cama y el tiempo de almacenamiento del material. Cabe destacar, que uno de los cambios encontrados fue el aumento de la proteína cruda, específicamente, en las camas reutilizadas, esto se debe a que el nitrógeno presente en el alimento se excreta mayormente como ácido úrico.

Como se ha mencionado previamente, la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. es una granja avícola de ambiente controlado. Se tiene entonces, que, si el tipo de granja no presenta efecto alguno sobre la composición química y nutricional de la pollinaza, el impacto ambiental sobre el suelo, la calidad del aire, etc., que puedan tener estos desechos sólidos recae únicamente sobre las malas prácticas de manejo y almacenamiento. Simultáneamente, una de las practicas más perjudiciales para el medio ambiente, que emplea la gerencia de Granja El Cedro JGC, C.A., es el uso de fosas para el entierro sanitario de la mortalidad.

De igual forma, como ejemplo de las posibles alternativas ecoeficientes para el manejo de los desechos sólidos de una granja avícola, se expone el trabajo exploratorio de investigación llevado a cabo por Trujillo et al. (2019) llamado: **Producción y Caracterización Química de Biochar a partir de Residuos Orgánicos Avícolas**. Publicado en la “Revista de la Sociedad Química del Perú”, de la mano con la

Universidad “Agraria La Molina”, Lima. Perú. El objetivo principal del estudio es el de producir Biochar con residuos avícolas mediante la pirólisis lenta, con el propósito de utilizarlo como una práctica de manejo de residuos sólidos, gallinaza y pollinaza, específicamente.

La gallinaza y pollinaza al ser utilizadas frescas causan impactos negativos al ambiente, sin embargo, estos residuos orgánicos son ricos en nutrientes que pueden ser utilizados recuperadores del suelo, siendo la producción de Biochar una alternativa para su reutilización. En esta investigación, la producción del Biochar se efectuó con un horno pirolizador. Los parámetros medidos fueron: temperatura, rendimientos y densidad del material resultante. También, se caracterizó tanto la materia prima (gallinaza y pollinaza) como el Biochar obtenido, a través de la evaluación de los siguientes elementos: pH, humedad, cenizas, carbono orgánico total y contenidos de los macro y micronutrientes. Los resultados demostraron diferencias estadísticamente significativas entre la pollinaza y gallinaza en rendimientos, densidad, pH, humedad, cenizas, nitrógeno, fósforo total, calcio, magnesio y fierro.

De esta forma se concluyó que, el Biochar, en particular de la pollinaza, presenta valores óptimos de densidad aparente, con la consecuente reducción en volumen de la materia prima original. Asimismo, se encontró que la adición de los biocarbones de los residuos avícolas, en particular de la gallinaza, aumenta considerablemente el crecimiento de semillas y los pesos frescos de plantas a concentraciones de 1 % y 3 % y una adición superior a estos porcentajes provocan efectos negativos con mayor evidencia en los biocarbones de la pollinaza.

Es prudente señalar, que la investigación descrita, demuestra que la producción de Biochar es una alternativa beneficiosa en el tratamiento de los residuos. La reducción importante de la materia prima, en el caso de la pollinaza, logra que se pueda lograr ocupar menor espacio de almacenamiento, lo cual representa una gran ventaja para el manejo, transporte y comercialización de los desechos sólidos orgánicos.

Por otra parte, es importante considerar los desechos sólidos en forma de mortalidad, puesto que la disposición correcta de los mismos es fundamental para evitar la contaminación de los suelos y subsiguientemente la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. A continuación, se presenta el trabajo de investigación de Valenzuela. (2018) titulado: **Propuesta para el Manejo de la Mortalidad mediante la Implementación de Compostaje y la Consecuente Producción de Humus de Lombriz Roja Californiana en la Granja Las Flores Del Municipio De Quillacollo.** Como parte del diplomado “Sanidad y Producción Avícola” de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad “Mayor de San Simón”, Cochabamba, Bolivia. El estudio tuvo como objetivo principal indagar sobre el manejo y disposición final de las aves muertas de la granja Las Flores, donde se observó que el método usado es el entierro sanitario, el cual causa la contaminación de los cuerpos de aguas subterráneas.

En ese sentido, el autor propuso un sistema de compostaje de dos cajones de una capacidad de 9 m^3 el cual produce 2.705, 4 kg de compost, en este caso, se utilizará la pollinaza como sustrato para acelerar la degradación de las aves acelerando el proceso de descomposición, asimismo se utilizó este material procesado como alimento para la Lombriz Roja Californiana para la elaboración de humus, utilizando el método de crianza doméstica.

Como conclusión de la investigación se obtuvo que, implementar el compostaje y la lombricultura, según la metodología expuesta anteriormente, como alternativas en el manejo de la mortalidad, representarían herramientas eficientes para reducir el impacto ambiental, epidemiológico y sanitario que se pueda presentar en las áreas de producción por el uso directo (sin previo tratamiento) de la pollinaza en los cultivos. De igual forma, este tipo de gestión generaría mayores ingresos al productor al agregar valor comercial a los subproductos de los desechos sólidos. Se infiere de este estudio, que no se necesitan tecnologías altamente complejas para la implementación de buenas prácticas avícolas, simplemente se requiere del compromiso social y empresarial de los productores que integran la industria.

Finalmente, para evaluar las normativas acerca del impacto ambiental en Venezuela, se tiene que, Benítez. (2017), desarrolló un trabajo exploratorio llamado: **Relaciones entre los Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental, el Desarrollo Sustentable y los aspectos bioéticos.** Publicado en la “Revista de la Facultad de Ingeniería”, de la mano de la Dirección de Sustentabilidad Ambiental, en la Universidad “Católica Andrés Bello”, Caracas, Venezuela. El objetivo principal de dicha investigación es el de explorar la Evaluación de Impacto Ambiental y la organización establecida para realizar estas evaluaciones, con los principios del desarrollo sustentable y los aspectos bioéticos. Para ello, se utilizaron textos y autores relevantes para la investigación, los cuales sustentan la relación que mantienen dichos aspectos.

Igualmente, el autor determinó los rasgos más significativos de la práctica de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en Venezuela, así como la organización institucional para su desarrollo, y exploró las conexiones entre esta y el Desarrollo Sustentable. Como conclusión del trabajo, se explicó que los estudios de impacto ambiental son herramientas de gestión, también señala que esta herramienta es netamente preventiva, es decir su propósito es anticipar las posibles consecuencias de proyectos y las actividades humanas que se derivan del mismo.

Del mismo modo, el estudio señala que, en Venezuela, aunque existen normativas que guían a la organización del sistema de evaluación de impacto ambiental, las disconformidades en la definición de la evaluación ambiental entre la constitución y dicha normativa, aunado a las desfavorables decisiones institucionales, solo han logrado una aplicación errónea de las EIA.

En el caso de la producción avícola en el país, no existe un ente especializado en la mejora continua del desarrollo avícola tanto en bioseguridad, desarrollo sostenible y productividad. A pesar de que existen bases legales que regulan la actividad de manera general, es inminente la creación de lineamientos específicos que fomenten las buenas prácticas ambientales. En la proyección, construcción y explotación de granjas

avícolas es necesario considerar los problemas que puedan significar el manejo, almacenamiento y reutilización de subproductos de residuos, para lograr reducir el impacto ambiental de las mismas.

2.2 Bases Teóricas

Como se ha señalado en párrafos anteriores, las bases teóricas son uno de los pilares fundamentales para el desarrollo ideal y fidedigno de cualquier investigación. Es por esto, que se presentan a continuación, diversos conceptos teóricos que mantienen relación directa con la problemática planteada, y que servirán para iluminar el panorama en cuanto a la resolución de la misma a través de la interpretación, comprensión y análisis de los conceptos explicados.

2.2.1 Evaluación de Proyectos.

La evaluación de proyectos busca “medir objetivamente ciertas magnitudes cuantitativas que resultan del estudio del proyecto, y dan origen a operaciones matemáticas que permiten obtener diferentes coeficientes de evaluación.” (Sapag y Sapag, 1995, p.27). Las evaluaciones de proyectos se pueden clasificar de acuerdo con su profundidad a través de tres (3) niveles, los cuales son:

- Perfil: es la etapa más simple y superficial, ya que se basa en estimaciones generales, lo que busca es identificar si existe alguna razón para abandonar la idea del proyecto. Se elabora a partir de experiencias directas, juicios y de información existente.
- Pre-factibilidad: presenta un mayor nivel de profundidad que el estudio anterior. Es la etapa previa a los estudios definitivos. Se basa en fuentes secundarias y primarias para definir las principales variables de mercado, técnicas y económicas-financieras.
- Factibilidad: es la etapa más profunda del análisis. Su propósito es evaluar una acción futura como capaz de realizarse teniendo en cuenta las posibles limitaciones que pudieran presentarse. Es importante el cálculo de las variables financieras y económicas, ya que deben ser lo suficientemente demostrativas para justificar la realización del proyecto. Este tipo de estudio es el que se pretende desarrollar en el presente trabajo de grado. (Sapag y Sapag, 1995, p.16)

De acuerdo a Rivas (2000) primer lugar, se debe determinar si existe mercado para el producto o servicio a ofrecer, si existe mercado, se procede a determinar si hay factibilidad técnica o si es posible fabricar y vender el producto u ofrecer el servicio. Y finalmente, el tercer objetivo responde a evaluar las alternativas de financiamiento y calcular la rentabilidad de llevar a cabo el proyecto dadas las condiciones del mercado y premisas del estudio.

2.2.2 Estudio de Mercado

Se entiende por mercado, “al mecanismo en el que los compradores y los vendedores determinan conjuntamente los precios y las cantidades de mercancías.” (Samuelson, 1999, p.26). El mercado se trata de personas y organizaciones con necesidades y deseos reales, y que están dispuestos a realizar un intercambio de bienes o servicios para satisfacerlas. En el estudio de mercado, según Sapag y Sapag (1995), se deben evaluar todos los mercados que de alguna u otra forma se relacionen con el producto o servicio. Estos son: el mercado proveedor, el competidor, el distribuidor y el consumidor.

El mercado proveedor, es aquel que proporciona todos los insumos o materias primas necesarias para fabricar el producto u ofrecer el servicio. El segundo mercado en estudio es el competidor u oferente, que se refiere a las empresas o personas que ofrecen un producto o servicio de características iguales o similares al estudiado. El mercado distribuidor, se refiere a los medios disponibles para poder hacer llegar el producto o servicio al consumidor. En esta etapa se estudian las alternativas presentes en el mercado actual para escoger la que mejor se ajuste. El último y más importante mercado es el consumidor, en donde deben estudiarse los hábitos y usos con respecto al producto o servicio, la lealtad hacia los mismos y la intención de compra, entre otros aspectos, con el fin de diseñar la estrategia de comercialización más adecuada para el producto. (Sapag y Sapag, 1995)

Para tales fines el primer paso que se realiza dentro del estudio de mercado es la definición del producto o servicios. Posteriormente se evalúa la demanda y la oferta

para determinar el mercado potencial, luego se determinan los precios y por último los canales de comercialización.

Definición del producto

En la definición del producto o los productos que se pretendan elaborar debe hacerse una descripción exacta del mismo, indicando todas sus características y usos posibles. Según Rivas (2000), el análisis del producto debe realizarse desde tres (3) perspectivas:

- Las características endógenas: son aquellas que constituyen el producto, las que le dan su razón de ser, lo que lo diferencia esencialmente de otro producto que sirve a los mismos fines.
- Las características exógenas: son todas aquellas que pueden ser percibidas por los sentidos, tales como: forma, color, textura, entre otras.
- La ventaja diferencial: se tienen las ventajas necesarias comunes, que son aquellas que se requieren para cumplir los fines para los cuales fue diseñado el producto y que son semejantes a las que tienen los productos de la competencia; y las diferenciadoras, que son aquellas que diferencian al producto de tal manera que puede ofrecerle una ventaja de preferencia al consumidor. (p.47)

Análisis de la demanda

Una vez que se han determinado las características del producto, se procede a realizar el análisis de la demanda, entendiéndose como tal “a la cantidad del producto que se venderá en un período específico.” (Lamb, C., 1998, p.579). El propósito de esta etapa es determinar y medir cuáles son los factores que influyen en los requerimientos del mercado con respecto a un bien o servicio, así como, determinar la posibilidad de participación del producto del proyecto en la satisfacción de dicha demanda. Permite estudiar la cantidad requerida del producto a ser vendida durante el tiempo de vida del proyecto.

Análisis de la oferta

Se entiende como oferta a “la cantidad de productos que uno o varios proveedores están dispuestos a ofrecer al mercado a diversos precios durante un período específico.” (Lamb et al., 1998, p.579). Al analizar la oferta se pretende medir la cantidad y condiciones, de un producto o servicio, que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado. Entre las características y datos que deben ser analizados en el momento de estudiar la oferta tenemos: el número de productores, la localización, la capacidad utilizada e instalada, el precio de los productos, los planes de expansión y la inversión fija.

Mercado potencial

Según expone Infante (2019), este factor mercado-técnico hace referencia a las personas y/o empresas que habitualmente no adquieren un bien o servicio o lo compran a la competencia, pero que en algún momento puedan tener la necesidad de adquirirlo o a comprar otra marca. Así pues, el análisis del mercado potencial dará al comerciante, o emprendedor ya establecido, una orientación de hasta dónde puede llegar comercialmente con su negocio, así como planificar el tamaño del emprendimiento y necesidad de inversión.

Análisis de los precios

Baca (1995) lo define como, “la cantidad monetaria a que los productores están dispuestos a vender, y los consumidores a comprar, un bien o servicio, cuando la oferta y la demanda están en equilibrio.” (p.41). Es la cantidad de dinero que el comprador tiene que dar a cambio de un bien o servicio. El análisis de los precios consiste básicamente en su determinación en relación con los costos, el porcentaje de ganancia que se pretende obtener, los precios existentes en el mercado y a las regulaciones vigentes.

Canales de comercialización.

Para Stanton et al. (2007), se refiere a la ruta que se asigna al producto para que pase del productor al consumidor final; se trata, pues, de identificar y analizar las vías

de distribución disponibles, a fin de seleccionar la más conveniente. Dichos autores, enuncian las distintas modalidades de los canales de distribución, como se resume:

- Productor-Consumidor: es la vía más corta, simple y directa; el cliente acude directamente al productor para comprar el producto.
- Productor-Minorista-Consumidor: el minorista funge como intermediario. - Productor-Mayorista-Minorista-Consumidor: el mayorista entra como auxiliar.
- Productor-Agente-Mayorista-Minorista-Consumidor: es el canal más largo e indirecto, pero la mejor forma que tienen los productores de colocar sus productos a grandes distancias.

En vista de lo anterior, para la selección del canal de distribución más adecuado es necesario analizar la cobertura de mercado que se pretende y estimar el costo-beneficio ya que se trata de una inversión que finalmente impactará el precio final del producto. Es importante señalar, que la selección apropiada de los canales de comercialización es vital, pues se puede estar fabricando un producto de gran calidad y competitividad, pero si el bien o servicio no llega a manos de los consumidores, los esfuerzos habrán sido en vano. En síntesis, el estudio de mercado debe proporcionar un resumen de los aspectos positivos y negativos observados, así como los posibles riesgos asociados a la inversión y el tamaño aproximado del mercado potencial. El estudio de mercado servirá de base para el desarrollo del estudio técnico y en conjunto, ambos proveerán información para el estudio económico-financiero.

2.2.3 Estudio Técnico

“El estudio técnico tiene por objetivo proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área.” (Sapag y Sapag, 1995). En el mismo, se pueden establecer dos objetivos principales para el estudio técnico: verificar la posibilidad técnica de fabricación del producto que se pretende, y analizar y determinar la localización, el tamaño óptimo, los equipos, las instalaciones, así como la organización que se requiere para realizar la producción.

Adicionalmente, Rivas (2000) señala que, antes de realizar un estudio técnico, es necesario establecer el marco institucional, es decir, los aspectos administrativos y legales que definen el marco de funcionamiento de la empresa. Entre los aspectos administrativos mínimos necesarios se deben: el nombre comercial de la empresa y su tipo, la situación jurídica, el registro mercantil, los accionistas, la sede jurídica, así como los nombres y profesiones de los promotores y directivos de la empresa. En cuanto a los aspectos legales deben especificarse las leyes generales y específicas que afectan de una u otra forma la puesta en marcha del proyecto. Ahora bien, Rivas (2000) también explica que, para llevar a cabo un estudio técnico, se deben cubrir o estudiar los siguientes aspectos:

Localización. Es un estudio en detalle de la ubicación geográfica del proyecto, tanto de las plantas principales, como de otras plantas y oficinas, si es el caso. Siendo importante resaltar las razones por las cuales se localizará en esa zona geográfica y la relevancia de esto para el desarrollo del proyecto, además de indicar, los estudios que requieran ser realizados.

Estructura e infraestructura de servicios. Debe determinarse si en la zona existe la estructura e infraestructura de servicios necesaria para el desarrollo del mismo. Así mismo, deberán especificarse los servicios con que se cuenta, relativos a: energía eléctrica, disponibilidades telefónicas, vías de comunicación, aguas blancas, sistema de cloacas, entre otros.

Proceso de producción. Esta busca determinar la tecnología a utilizarse, además de la capacidad a ser instalada y utilizada. Adicionalmente, todo proceso de producción debe contar con una explicación detallada de los pasos que en el mismo se realizarán, con la finalidad de lograr una mayor comprensión del proceso permitiendo calcular de forma correcta los costos e ingresos que de él se deriven. En esta sección también se debe considerar la distribución de planta, a producción es el resultado de hombres, materiales y maquinaria, que deben constituir un sistema ordenado que permita la maximización de beneficios.

Recursos Humanos. Aquí se especifica el personal necesario para poner en funcionamiento el proyecto, indicando las categorías de empleo y el número de personas.

Tecnología, maquinarias y equipos auxiliares. Se especifican los equipos y maquinarias que se requieren para la realización del proyecto; se deberá especificar su alcance, los beneficios que aportará y las ventajas que agrega al proceso y al producto.

La capacidad instalada y utilizada. La primera, representa el monto máximo de producción que la empresa tiene previsto alcanzar desde el primer año de operación de acuerdo a la inversión inicial efectuada. En cuanto a la capacidad utilizada, es la que indica la forma de crecimiento de la producción a lo largo de los lapsos previstos de proyección del estudio. Así mismo, una vez concluido el estudio técnico, se lleva a cabo el último paso para determinar la factibilidad de un proyecto, que es el estudio económico-financiero el cual se analiza a continuación.

2.2.4 Estudio Economico – Financiero.

En esta etapa de evaluación del proyecto, se busca designar la cuantía de recursos económicos esenciales para el desarrollo del mismo, es decir, cuál será el costo total de la operación de la planta. Del mismo modo, para cumplir con los objetivos que se plantea el análisis económico-financiero, es necesario estudiar en detalle los aspectos que conforman la estructura del mismo.

Determinación de los costos

El diseño de la evaluación económico-financiera de debe iniciar con el establecimiento de los costos, entendiéndose como “a un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el futuro o en forma virtual.” (Baca,1995, p.134)

Existen diversas clasificaciones de costos dependiendo su naturaleza, según Baca (1995), estos son:

- Costos de producción: son aquellos que están directamente asociados a los siguientes elementos: materias primas, mano de obra directa, mano de obra

indirecta, materiales indirectos, costo de los insumos, costos de mantenimiento y cargos por depreciación y amortización.

- Costos de administración: son los costos provenientes de realizar la función de administración dentro de la empresa, tales como: sueldos de gerentes, auxiliares, secretarias, gastos de oficina en general, así como sus correspondientes gastos de depreciación y amortización.

- Costos financieros: son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo. Después de calculados los elementos que conforman el costo de producción se deben determinar todos los aspectos relacionados con la inversión total a realizarse.

Inversión total inicial

De acuerdo a UNIMET, se entiende por inversión “la cantidad de recursos necesarios para la puesta en marcha y posterior funcionamiento de un proyecto”. Esta inversión inicial abarca la adquisición de todos los activos fijos e intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa.

Depreciación y amortización

La depreciación es un gasto que no se hace en efectivo, sino que se carga en contra de los beneficios y que será cancelado a lo largo de la vida útil del bien que se adquiere. Kieso (1996), define la depreciación como “el gasto relacionado con la distribución del costo de un activo de planta durante su vida útil”, de igual forma, el autor define la amortización como, “un gasto que se aplica a los activos intangibles en la misma forma que se aplica la depreciación a los activos de planta y el agotamiento a los recursos naturales.” La depreciación se aplica sobre los activos fijos, mientras que la amortización se aplica sobre otros activos. Por ser un costo contable que no conlleva manejo de efectivo, así como por lo considerable de sus valores anuales, los montos de la depreciación y amortización deberán llevarse directamente al estado de resultados, al igual que los ingresos para determinar así la utilidad neta.

Ingresos

Los ingresos son “los incrementos brutos del activo o las disminuciones brutas del pasivo obtenidos de la entrega o la producción de bienes, de la prestación de servicios o de otras actividades lucrativas realizadas por la empresa durante un período.” (Kieso, 1996). Se sabe que los principales ingresos de una empresa provienen de la venta de sus productos a los precios determinados en el estudio de mercado.

Capital de trabajo

El capital de trabajo contablemente es la diferencia que existe entre el activo circulante y el pasivo circulante. “Es la liquidez necesaria para poder cubrir el desfase existente entre el momento en que comienzan a causarse los gastos iniciales de funcionamiento de la empresa y el momento en que comienzan a percibirse efectivamente los ingresos.” (Blanco, 2000). Lo que quiere decir, en otras palabras, el capital de trabajo se refiere a la disponibilidad de efectivo que deben aportar los propios accionistas al inicio del proyecto para cubrir los desfases que puedan ocasionarse por gastos antes de comenzar a recibir los ingresos.

2.2.5 Evaluación de los Resultados

Según Rivas (2000), la evaluación económica o de resultados constituye la parte final de toda una secuencia de análisis de factibilidad en los proyectos de inversión, en la cual, una vez concentrada toda la información obtenida en los estudios mencionados anteriormente, se aplican métodos de evaluación económica que contemplan el valor del dinero a través del tiempo, para medir la eficiencia de la inversión total involucrada y su probable rendimiento durante su vida útil.

Punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio es una herramienta útil para determinar las relaciones entre los costos fijos, los costos variables y los beneficios. “Es la técnica analítica utilizada para estudiar la relación que existe entre los costos fijos, los costos variables, el volumen de ventas y las utilidades.” (Weston, 1997). De esta forma, se entiende por costos fijos “aquellos que se fijan para un determinado período y para

determinados volúmenes de producción”, y por costos variables “los que varían directamente con el volumen de producción”. (Ross, 1995). En síntesis, el punto de equilibrio informa a qué nivel del proceso productivo los ingresos totales se igualan a los costos totales, para posteriormente realizar el cálculo del flujo de fondos.

Flujo de fondos

Esta evaluación hace referencia a un informe financiero que muestra los cambios ocurridos entre dos fechas o dos períodos. Estas dos fechas, por lo general, delimitan el ejercicio económico que cubre el estado de ganancias y pérdidas, y en las cuales fueron elaborados los balances generales. En ese sentido, el flujo de fondos busca determinar de donde provienen los recursos financieros de la empresa y como se invierten. El estado de origen y aplicación de fondos suele presentarse en dos maneras:

- Mostrando un análisis de los cambios en las partidas del capital de trabajo neto y en su total, con los aumentos y disminuciones de cada activo y pasivo circulantes.
- Indicando las fuentes o causas del cambio total experimentado por el capital de trabajo neto, y el uso que de él se ha hecho.

Rentabilidad

Para poder determinar si la rentabilidad económico-financiera de un proyecto es lo suficientemente atractiva como para proceder a ejecutarlo, los instrumentos más utilizados son el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR). El valor presente neto según Ross (1995) “es un método para evaluar las propuestas de inversión de capital mediante la obtención del valor presente de los flujos netos de efectivo en el futuro”, es decir, el remanente neto que recibe el inversionista hoy, después de descontar los ingresos a una tasa de descuento y restarle la inversión inicial; la regla de decisión se basa en los siguientes criterios:

- Si $VPN \geq$ a cero, se acepta el proyecto.
- Si $VPN <$ que cero, se rechaza el proyecto.

Así mismo, Ross (1995) también explica la tasa interna de retorno el “método que se usa para evaluar las propuestas de inversión mediante la aplicación de la tasa de rendimiento sobre un activo”. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial; en la cual se supone que el dinero que se gana año con año, se reinvierte en su totalidad. De acuerdo a la UNAM (s.f), Los criterios para decidir la aceptación o rechazo de un proyecto son:

- Si la TIR $<$ a la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto (TMAR), se rechaza, ya que el proyecto genera menos beneficios que el interés pagado.
- Si la TIR = a la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto, el proyecto es indiferente. De tal manera que los beneficios del proyecto sólo pagarán los costos.
- Si la TIR $>$ a la tasa mínima aceptable de rendimiento del proyecto, el proyecto se acepta debido a que genera más beneficios que interés.

Relación Beneficio – Costo

De acuerdo a UNAM (s.f), la relación beneficio-costo es un indicador que señala la utilidad que se obtendrá con el costo que representa la inversión; es decir, que, por cada dólar/bolívar invertido, cuánto es lo que se gana. El resultado de la relación beneficio-costo es un índice que representa el rendimiento obtenido por cada unidad de dinero invertida. Los criterios para decidir la aceptación o rechazo de un proyecto, de acuerdo a este indicador, son:

- Si la relación B/C es $<$ 1, se rechaza el proyecto.
- Si la relación B/C es = 1, la decisión de invertir es indiferente.
- Si la relación B/C es $>$ 1, se acepta el proyecto.

2.2.6 Ecoeficiencia y Desarrollo Sostenible Organizacional

Desde el punto de vista empresarial y organizacional, el desarrollo sostenible tiene como pilar fundamental la ecoeficiencia. De acuerdo a Isaac et al. (2017), la ecoeficiencia se define como “el maximizar beneficios evitando el agotamiento y degradación de los recursos naturales que constituyen el soporte biofísico de su

actividad económica y conservan su entorno social”. Es decir, la ecoeficiencia se traduce en mayor productividad con menores recursos, en este caso, recursos naturales. Así mismo, Isaac et al. (2017) señala que la ecoeficiencia empresarial encierra tres aspectos fundamentales:

- La actividad económica de la empresa, se enfoca en la producción de bienes y/o servicios, disminuyendo costos para generar mayores beneficios.
- El uso consciente de los recursos naturales, se refiere a los elementos biofísicos que necesita la actividad económica para desarrollarse, el propósito principal de esta sección es la utilización responsable de dichos recursos para evitar su agotamiento.
- Las emisiones de residuos como resultados de la actividad productiva, definidos como las consecuencias negativas que pueden generar las empresas y que afectan la interacción entre los sistemas naturales y sociales. La ecoeficiencia busca mitigar el impacto de estos residuos.

Debido a que el desarrollo sostenible organizacional se encuentra bajo las condiciones de la ecoeficiencia, este, también se encuentra condicionado a la aplicación de herramientas de gestión ambiental. Para determinar el tipo de gestión ambiental necesaria, se sugiere la aplicación de un instrumento metodológico que mejor se adapte a las necesidades de la organización. En definitiva, el desarrollo sostenible empresarial podrá ser logrado únicamente cuando las empresas pertenecientes a las diferentes industrias trabajen en beneficio de la ecoeficiencia, y se comprometan a aplicar un conjunto de sistemas de gestión ambiental pertinente.

2.2.7 Sistema de Gestión Ambiental fundamentado por la ISO 14.001:2015

Como se mencionó anteriormente, no existe un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) único, sin embargo, es importante considerar aquel descrito dentro de las normas establecidas por la Organización Internacional de Estandarización, específicamente, la ISO 14.001. Esta última actualización del 2015, es explicada como aquella que:

“proporciona la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental, y ayuda a organizaciones pequeñas, medianas y grandes, a controlar los impactos que producen sus actividades en el medio ambiente, reducirlos o incluso eliminarlos”. (ISOTools, 2015; 3).

Es importante señalar que el uso de este tipo de herramientas estandarizadas dentro de la organización, permite que la misma desarrolle tecnologías ecoeficientes, alcanzando la sostenibilidad y de igual forma, contando con la información necesaria para el manejo de los aspectos ambientales. De este modo, tal y como se indica por parte de la organización ISOTools, la norma está estructurada de la siguiente manera:

Cláusula 1 – Alcance. El alcance es específico para cada disciplina, probablemente con algún texto idéntico. Definirá los resultados esperados de la norma del sistema de gestión.

Cláusula 2 - Referencias normativas. Cada disciplina contendrá la normativa específica aplicable.

Cláusula 3 - Términos y definiciones. Incluye los términos básicos y las definiciones más propias de cada disciplina. Estos conceptos constituyen una parte integral del texto común para las normas de sistemas de gestión.

Cláusula 4 - Contexto de la organización. La organización determinará las cuestiones que desea resolver, planteará cuáles son los impactos que genera y obtendrá los resultados esperados. Para ello este capítulo habla sobre la necesidad de comprender la organización y su contexto, comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas y determinar el ámbito de aplicación del sistema de gestión.

Cláusula 5 – Liderazgo. Aparece como una reiteración de las políticas, funciones, responsabilidades y autoridades de la organización, y sobre todo enfatiza el rol del liderazgo no solo la gestión. Esta cláusula aporta relevancia a la función y responsabilidad de la alta dirección, la cual a partir de su publicación deberá tener mayor nivel de participación en el sistema de gestión. Entre las responsabilidades de esta figura

está la de comunicar a todos los miembros de la organización de la importancia del sistema de gestión y fomentar su participación.

Cláusula 6 – Planificación. Este punto incluye el carácter preventivo de los sistemas de gestión, trata los riesgos y oportunidades que enfrenta la organización. La planificación abordará qué, quién, cómo y cuándo, se deberán realizar las acciones que conduzcan al logro de los objetivos de la organización. Proporciona más facilidad de comprensión a la acción preventiva y correctiva.

Cláusula 7 – Soporte. Habla de aspectos como recursos, competencia, conciencia, comunicación o información documentada, que constituyen el soporte necesario para cumplir las metas de la organización.

Cláusula 8 – Operación. Es la cláusula en la que la organización planifica y controla sus procesos internos y externos, los cambios que se produzcan y las consecuencias no deseadas de los mismos. Es la cláusula más corta pero la que cuenta con mayor disciplina.

Cláusula 9 - Evaluación del desempeño. Habla de seguimiento, medición, análisis y evaluación de la eficacia del sistema de gestión mediante la evaluación de la satisfacción del cliente, las auditorías internas, el análisis, la evaluación y la revisión por parte de la dirección. Requiere especificar cómo y cuándo realizar seguimiento y medición, así como realizar el análisis y evaluación de los resultados.

Cláusula 10 – Mejora. Enfatiza la importancia de realizar acciones de mejora a los procesos, productos, servicios y en general al sistema de gestión. Es necesario identificar y evaluar las no conformidades, así como, la implementación y evaluación de la eficacia de las acciones correctivas. Finalmente, este capítulo invita a que el sistema realmente sea adecuado a los fines de la organización.

2.2.8 Impacto Ambiental

Cuando las acciones o actividades, destinadas a la producción de un bien o servicio, generan alteraciones, favorables o desfavorables, en el medio donde se encuentran o con alguno de los elementos que conforman dicho medio, se dice que

existe algún arquetipo de impacto ambiental (Gutiérrez y Sánchez, 2009). Es decir, las diferentes actividades humanas, sea cual sea su fin específico, generan resultados colaterales que recaen directamente sobre el medio social y natural. Bajo la idea de impacto ambiental, al comienzo de los años sesenta, surgió un aspecto importante del mismo, conocido actualmente como la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que, de acuerdo con los autores anteriormente citados, consiste en:

Un procedimiento administrativo para el control ambiental de los proyectos que se apoya en la formulación de estudios técnicos (Estudios de Impacto Ambiental) y en un proceso de participación pública y de los agentes socioeconómicos, y que conduce a un pronunciamiento o decisión de la administración ambiental (Declaración de Impacto Ambiental) sobre los proyectos. (Gutiérrez y Sánchez, 2009, p. 23).

De acuerdo a los autores, esta herramienta evaluativa, se ha convertido en uno de los principales instrumentos preventivos para la gestión del medio ambiente, y por tanto significa una herramienta fundamental para que la sociedad pueda desarrollar una mejor calidad ambiental, natural y social, con base en su grado y capacidad de desarrollo, y su situación económica y social. En ese sentido, es importante que las organizaciones o empresas tengan la disponibilidad de utilizar este tipo de herramientas preventivas, pues casi ninguna actividad económica está exenta de generar impactos ambientales.

En el mismo orden de ideas, cabe señalar que las organizaciones deben integrar los conceptos de Desarrollo Sustentable e Impacto Ambiental. Estudios actuales realizados sobre el impacto ambiental indican una preocupación casi exclusiva por los efectos negativos sobre el medio ambiente, sin embargo, la tendencia futurista, que visualiza el desarrollo sustentable de las organizaciones, se encuentra lejos de considerar proyectos ambientales exhaustivos, y está inclinada a una aplicación de los mismos de tal forma que sus resultados generen efectos ambientales positivos, con independencia de los económicos y sociales.

2.2.9 Impacto Ambiental de la Producción Avícola

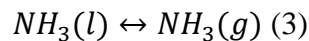
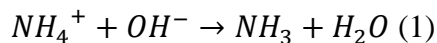
Como se explicó con anterioridad, la crianza de pollos de engorde es desarrollada en galpones abiertos o de ambiente controlado, sobre camas avícolas hechas a partir de algún material orgánico seco, como la cascar de arroz, cuya función principal es la absorción de la humedad proveniente de la excreta de los animales. Este tipo de producción es un método establecido básicamente a nivel mundial. Debido a los altos costos y la indisponibilidad de estas camas, las mismas suelen ser reutilizadas. Se dice que es posible reutilizar las camas avícolas hasta seis ciclos productivos sin que afecte el rendimiento productivo del animal. No obstante, esta práctica de reutilización de las camas avícolas deber ser aplicada con discreción, puesto que mientras más se reutilice la cama, mayores eran las excretas acumuladas que afectan la relación entre carbón y nitrógeno, dando cabida a la producción y emisión de amoníaco. (Oliveira et al., 2021).

Concretamente, la producción de amoníaco en el proceso de crianza de pollos de engorde proviene de dos procesos principales. Citando nuevamente a Oliveira et al. (2021), se establece que estos procesos son la hidrólisis de la urea presente en la orina de los animales, llevada cabo por la enzima ureasa, y la degradación de nitrógeno excretado como ácido úrico, este último siendo la fuente principal de producción de amoníaco. Los autores, señalan que el nitrógeno en forma de ácido úrico conforma alrededor del 50% de la proteína no digerida por las aves. Así mismo, existen diversas prácticas avícolas que también pueden promover la producción de amoníaco, según Vásquez (2020) estas son:

- La alta densidad poblacional en la crianza de aves.
- Dieta con excesos de aminoácidos azufrados, los mismos no serán digeridos en su totalidad y por consecuencia excretados a la cama.
- Agua con contenidos de minerales como magnesio, cloro, sodio, sulfatos; esta condición dañará la integridad intestinal, por tanto, los procesos digestivos diarreicos serán una constante.

- La temperatura del ambiente en el interior del galpón, este factor es determinante en la presentación de los trastornos digestivos puede transformarse en alimento mal digerido y humedad en la cama, generando las condiciones óptimas para la formación de amoníaco.
- La humedad ambiental, muy baja o muy alta, puede ocasionar mayor secreción de orina en las aves, lo que incidirá en la calidad de la cama.
- Manejo ventilación mínima o la velocidad de viento dentro del galpón.

De esta forma, se tiene que el proceso de formación de amoníaco (NH₃) gaseoso es llamado volatización y está dado por las ecuaciones químicas (1), (2), y (3), donde el amoníaco en su estado gaseoso es proporcional a su forma en estado líquido. La producción y emisión de amoníaco gaseoso hacia la atmósfera puede generar efectos globales, debido a que contribuye a la formación de óxido nitroso, el cual es un gas de efecto invernadero. Igualmente, el amoníaco liberado a la atmósfera contribuye a la producción de lluvia ácida, la cual es la causa principal de la acidificación y eutrofización de los suelos y los ríos, respectivamente. (Oliveira et al., 2021).



Otra consecuencia relevante de la producción de amoníaco, es que representa un factor perjudicial para la salud de los humanos y animales. Según Oliveira et al. (2021) la exposición continua a altas concentraciones de amoníaco puede causar problemas respiratorios, irritación de los ojos, entre otros. Igualmente, puede afectar el rendimiento de producción de los animales, específicamente su capacidad para ganar peso, así como también, aumentar la vulnerabilidad de los mismos a contraer enfermedades.

Es importante señalar, que en países donde las regulaciones ambientales son laxas o no existen, como es el caso de Venezuela, el estiércol (componente principal de la pollinaza) se aplica al suelo continuamente, excediendo la capacidad de captación

de nutrientes por los cultivos, causando escurrimiento y lixiviación en aguas superficiales y subterráneas. Así mismo, los desechos sólidos en forma de pollinaza contienen niveles importantes de fósforo, el cual está relacionado con la contaminación de aguas superficiales. El fósforo tiene un impacto ambiental importante en los recursos hídricos porque vertido directamente en las corrientes o aplicado en dosis excesivas en el suelo, estimula el proceso de eutrofización el cual aumenta las plantas acuáticas, disminuye el oxígeno disuelto y varía el pH, afectando así la calidad del agua (Pinos *et al.*, 2012).

Ahora bien, existen diversos métodos para detectar los niveles de amoníaco dentro un galpón de ambiente controlado, sin embargo, se trata generalmente de tecnologías un tanto complejas, y que aún no se han instaurado en Latinoamérica. En pro de reducir las emisiones de amoníaco existen estudios que demuestran que dietas con menor contenido de nitrógeno pueden lograr el cometido. Varios autores, (Inoue *et al.*, 2012) analizaron la relación entre el contenido proteico del alimento y la concentración de NH₃ dentro del galpón, estos concluyeron que, en las instalaciones donde a las aves se les proporcionó una dieta compuesta de niveles ideales de proteína las concentraciones de NH₃ eran menores.

Si bien la modificación de la composición proteica en el alimento de las aves parece una tarea sencilla, en Venezuela no lo es, los pequeños y medianos productores de aves de engorde rara vez tienen participación en la toma de decisiones en cuanto a la fabricación del alimento, pues este producto es escaso al igual que la materia prima necesaria para su creación, es por ellos que los productores avícolas se conforman y adaptan con los recursos existentes en el país. Como se ha dicho antes, existen otras alternativas para contrarrestar el impacto ambiental de la actividad avícola, una de ellas es el tratamiento de los desechos sólido para convertirlo en compostaje.

2.2.10 Compostaje

Habitualmente, debido a la falta de conocimiento, a la falta de un espacio adecuado, o de tiempo, las prácticas habituales con los residuos orgánicos provenientes

de las actividades relaciones con la producción animal, son el uso inadecuado del mismo, la quema, el enterramiento o el abandono del material a la intemperie hasta su pudrición. El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para posteriormente ser utilizados, de manera segura, dentro del sector agrícola.

En una guía creada por la FAO (2013) llamada “*Manual de compostaje del Agricultor*”, la institución define como compostaje a “la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.” Así mismo, la FAO (2013) también señala la sensibilidad del proceso, pues si este no es desarrollado hasta el final de manera segura y adecuada se pueden producir inconvenientes tales como:

- **Fitotoxicidad.** En un material que no haya terminado el proceso de compostaje correctamente, el nitrógeno está más en forma de amonio en lugar de nitrato. El amonio en condiciones de calor y humedad se transforma en amoníaco, creando un medio tóxico para el crecimiento de la planta y dando lugar a malos olores. Igualmente, un material sin terminar de compostar contiene compuestos químicos inestables como ácidos orgánicos que resultan tóxicos para las semillas y plantas.

- **Bloqueo biológico del nitrógeno, también conocido como “hambre de nitrógeno”.** Ocurre en materiales que no han llegado a una relación Carbono:Nitrógeno equilibrada, y que tienen material mucho más alto en carbono que en nitrógeno. Cuando se aplica al suelo, los microorganismos consumen el C presente en el material, y rápidamente incrementan el consumo de N, agotando las reservas de N en el suelo.

- **Reducción de oxígeno radicular.** Cuando se aplica al suelo un material que aún está en fase de descomposición, los microorganismos utilizarán el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso, agotándolo y no dejándolo disponible para las plantas.

- **Exceso de amonio y nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua.** Un material con exceso de nitrógeno en forma de amonio, tiende a perderlo por infiltración en el suelo o volatilización y contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Igualmente, puede ser extraído por las plantas del cultivo, generando una acumulación excesiva de nitratos, con consecuencias negativas sobre la calidad del fruto (ablandamiento, bajo tiempo postcosecha) y la salud humana (sobre todo en las hortalizas de hoja).

2.2.10.1 Fases del Proceso de Compostaje

El proceso de compostaje tiene diferentes fases, la FAO (2013) señala, que las mismas deben tener la temperatura y humedad adecuada para poder realizar una transformación higiénica y segura de los residuos orgánicos. De este modo, los microorganismos en presencia de oxígeno, pueden aprovechar el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. Durante el proceso de descomposición del C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de cambios en la de temperatura a lo largo del tiempo. Las fases del compostaje se clasifican según la temperatura generada durante el proceso, de acuerdo a Ayala (2018), y la FAO (2013), estas son:

-Etapa de Latencia, ésta comprende desde la formación del compost y la aplicación del acelerador, hasta que se inicia la elevación de la temperatura sobre los materiales iniciales, ésta se puede considerar de 10 a 12°C. Sin embargo, esta etapa es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida y puede mezclarse con la fase mesófila.

-Fase Mesófila. La materia prima inicia el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La

descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

-Fase Termófila o de Higienización. En esta etapa las temperaturas son mayores a los 45°C, y los microorganismos mesófilos son reemplazados principalmente por bacterias termófilas, capaces de crecer en altas temperaturas, estas se encargan de la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Igualmente, estos microorganismos termófilos, actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60°C aparecen las bacterias que producen esporas y actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos.

Además, esta segunda fase es de gran importancia, pues es conocida como la fase de higienización, el calor que se genera en esta etapa es capaz de destruir bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* También, se eliminan los quistes y huevos de gusanos, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores.

Así mismo, de acuerdo a la FAO (2013) la presencia de los patógenos en el compost se deriva principalmente del uso de estiércoles, del uso de aguas contaminadas y de las personas que manipulan el compost. La inocuidad biológica del compost, depende de la temperatura que alcance el material, pero también de la humedad, la aireación y el tamaño de partícula. En una pila con adecuada humedad, la actividad microbiana hace que la temperatura se incremente, siendo mayor en el interior que en el exterior. En el cuadro 2, se muestra cuáles son las temperaturas necesarias para la destrucción de patógenos, así como también, el tiempo de exposición necesario a las temperaturas determinadas.

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición
<i>Salmonella spp</i>	55°C	1 hora
	65°C	15-20 minutos
<i>Escherichia coli</i>	55°C	1 hora
	65°C	15-20 minutos
<i>Brucella abortus</i>	55°C	1 hora
	62°C	3 minutos
<i>Parvovirus bovino</i>	55°C	1 hora
Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	55°C	3 días

Cuadro 2. Temperatura necesaria para la eliminación de algunos patógenos.

Fuente: Jones y Martin (2003).

-Fase de Enfriamiento o Mesófila II. Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas.

-Fase de Maduración. Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. Es importante señalar, que una vez el compost se haya enfriado y su temperatura no vuelva a elevarse después de la oxigenación, el mismo ya puede ser utilizado en el campo, sin embargo, en el caso de germinaciones de plántulas se recomienda la maduración total del mismo, para obtener porcentajes de germinación óptimos.

2.2.10.2 Factores a Monitorear durante el Proceso

De acuerdo a la FAO (2013), el resultado final del proceso de compostaje dependerá en gran parte de las condiciones ambientales, el método utilizado, las materias primas empleadas, y otros elementos. Sin embargo, existen parámetros

fundamentales que deben estar bajo observación y medición constante, para que siempre estén siempre dentro de un rango óptimo. A continuación, se señalan los parámetros y sus rangos óptimos:

- **Oxígeno.** En el proceso se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos y también evitar que el material se compacte o se encharque. La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5%, siendo el nivel óptimo el 10%. Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis y produciendo malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H₂S) o metano (CH₄) en exceso.
- **Dióxido de Carbono (CO₂).** En aeróbico el oxígeno sirve para transformar (oxidar) el C presente en las materias primas (substrato o alimentos) en combustible. A través del proceso de oxidación, el C se transforma en biomasa (más microorganismos) y dióxido de carbono (CO₂), o gas producido por la respiración, que es fuente de carbono para las plantas y otros organismos que hacen fotosíntesis. Sin embargo, el CO₂ también es un gas de efecto invernadero, es decir, contribuye al cambio climático. Durante el compostaje, el CO₂ se libera por acción de la respiración de los microorganismos, se tiene que pueden generarse 2 a 3 kilos de CO₂ por cada tonelada, diariamente. El CO₂ producido durante el proceso de compostaje, se denomina de bajo impacto ambiental, debido a que es utilizado por las plantas para realizar fotosíntesis.
- **Humedad.** La humedad óptima para el compost esta alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen

todas las fases de degradación. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material. El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base.

- **Temperatura.** La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. Sin embargo, es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.
- **pH.** El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0- 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2.
- **Relación Carbono-Nitrógeno (C:N).** La relación C:N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar. Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1.
- **Tamaño de partícula.** La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm.
- **Tamaño de la pila.** En el caso del compostaje en pilas, la altura afecta directamente al contenido de humedad, de oxígeno y la temperatura. Las pilas

de baja altura y de base ancha, a pesar de buenas condiciones inicialmente, hacen que el calor generado por los microorganismos se pierda fácilmente, de tal forma que los pocos grados de temperatura que puedan alcanzarse, no se conservan. El tamaño de una pila viene determinado por la cantidad de material a compostar y el área disponible para realizar el proceso. Normalmente, se hacen pilas de entre 1,5 y 2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo, y de un ancho de entre 1,5 y 3 metros. La longitud de la pila dependerá del área y del manejo. A continuación, en el cuadro 3, se presentan los rangos ideales para los parámetros señalados:

Cuadro 3. Parámetros importantes del Compostaje.

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Humedad	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0-8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	45 – 60°C	45°C-Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m ³	<700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

Fuente: FAO (2013).

2.2.10.3 Técnicas de Compostaje en Sistemas Abiertos

Existen distintos factores que se deben considerar al momento de elegir entre las diferentes técnicas, estos son: tiempo de proceso, requisitos de espacio, seguridad higiénica requerida, material de partida (ausencia o presencia de material de origen animal), y finalmente las condiciones climáticas del lugar. Las diferentes técnicas se dividen generalmente en sistemas cerrados y sistemas abiertos, en el gráfico 3 se muestra la formación de pilas en un sistema abierto. Los sistemas abiertos son aquellos que se hacen al aire libre, y los cerrados los que se hacen en recipientes o bajo techo. Cuando hay una cantidad abundante y/o muy variada de residuos orgánicos (sobre 1m³ o superior), generalmente se lleva a cabo el compostaje en sistemas abiertos o por pilas.

En referencia a la formación y manejo de las pilas en planta (espacio,

tecnificación, tiempo de retención), existe una amplia variedad de formación de pilas, modificando así el volumen de estas, su forma, la disposición y el espacio entre ellas. Es importante destacar que, en áreas muy lluviosas o de clima frío, la pila se puede tapar con un plástico para favorecer la subida de la temperatura y evitar el estancamiento de agua.

De esta forma, Ayala (2018), establece que, para el caso específico del compostaje de excretas y desechos de pollo de engorda, las camas tienen la ventaja de contener la composición necesaria, la cantidad de carbono y nitrógeno están balanceadas, no obstante, uno de los componentes faltantes generalmente, es la humedad. Es importante señalar que, previo a la formación de las pilas se debe aplicar el acelerador de compostaje, la inoculación del mismo debe realizarse cuando la cama está tendida en el piso, para lograr la homogeneidad de los cultivos bacterianos. Una vez establecidos los aceleradores de composta y la humedad necesaria, se procede a formar el bloque, esto consiste en juntar la cama en un sólo bloque, en este punto donde se mueve la cama, se evalúa sobre la marcha la humedad, y se aplica agua donde sea necesario.



Gráfico 3. Formación del bloque de composta.

Fuente: Ayala (2018).

Asimismo, antes de comenzar el proceso de compostaje, se debe calcular el área que se utilizará y el volumen de la pila. Las limitantes principales al momento del

cálculo referente a la pila, incluyen factores tales como: la cantidad de material a compostar, el área a aplicar el compost, y el área donde se realiza el proceso de compostaje. Igualmente, la FAO (2013) señala que, existen aspectos imprescindibles que se deben tener en cuenta para la formación y manejo de las pilas, estas tareas son:

Elección del área y nivelación. Esta elección se hace en función de: condiciones climáticas, distancia al área de producción de residuos, distancia al área donde se aplicará el compost final y pendiente del terreno. Es preferible un área protegida de vientos fuertes, a prudente distancia de nacimientos de agua (más de 50 metros) para evitar contaminaciones, y de poca pendiente (< 4%) para evitar problemas de lixiviados y erosión.

Picado del material y amontonamiento. El material a compostar se pica manual o mecánicamente de preferencia en fragmentos de 10-15 cm. Se toma normalmente como unidad de tiempo la semana para amontonar material en una misma pila, antes que empiece la fase termofílica o de higienización, y así evitar la recontaminación del material con material fresco.

Volteo. Normalmente, se hace un volteo semanal durante las 3 a 4 primeras semanas, y luego pasa a ser un volteo quincenal. Esto depende de las condiciones climáticas y de la humedad y aspecto del material que se está compostando. Se debe hacer un control de aspecto visual, olor y temperatura para decidir cuándo hacer el volteo.



Gráfico 4. Volteo mecanizado.

Fuente: FAO (2013).

Según Ayala (2018), el uso de un compostador (gráfico 4), es fundamental si hay grandes volúmenes de material a compostar, pues disminuye el tiempo para la maduración de la composta, hace más fácil y rápido el proceso, disminuye el uso excesivo de personal y evita que se distraiga de la finalidad principal de la empresa que es producir pollo.

Controles de parámetros ideales. Para lograr los parámetros ideales de compostaje, anteriormente descritos, Ayala (2018) explica que, los controles para una composta de desechos de granja, tanto mortalidades como excretas y camas, en relación a sus materiales iniciales, son los siguientes:

- **Oxígeno 28 – 55%:** éste es provisto por el proceso de oxigenación o volteo, se utiliza maquinaria específica como compostadoras o con equipos como palas mecánicas o algún otro tipo de maquinaria.
- **Carbono 30 – 50%:** en el caso de la producción de pollo de engorda, el uso de camas con pajas de diversos cultivos, provee en un porcentaje satisfactorio la necesidad de carbono que es un requisito indispensable para la elaboración de la composta.
- **Nitrógeno 10 – 20%:** se encuentra en las evacuaciones de excretas de las aves y se cubre de manera completa para el compostaje.
- **Humedad 45 – 60%:** dependiendo del proceso de producción, instalaciones como bebederos, época del año y localización geográfica del galpón, se evaluará al momento de obtener la cama resultante su humedad, que se espera sea por debajo de estos valores, y para lograr estos valores se utiliza agua para poder llegar a un mínimo del 45% de humedad, es recomendable estandarizar en el total del material inicial al 50% la humedad. De igual forma se se puede hacer la llamada “técnica del puño cerrado”, que consiste en introducir la mano en la pila, sacar un puñado de material y abrir la mano. El material debe quedar compacto, pero sin escurrir agua. Si corre agua, se debe voltear y/o añadir material secante (aserrín o paja).

- **Acidez o pH 6.0 - 8.0:** existen dos modalidades de medida, estas son:
 - o Medida del pH en la pila, a través de la inserción una tira indicadora de pH en el compost. Se deja reposar durante unos minutos para absorber el agua, y se lee el pH mediante la comparación del color.
 - o Medida del pH en solución acuosa, donde se toman varias muestras del compost y se colocan en recipientes con agua, estos se agitan y se toma la lectura, bien se con pHmetro, o con tira indicadora.
- **Fosforo 5%:** éste se cubre con los desechos de las aves.
- **Relación Carbono (C) Nitrógeno (N) C/N: 25 – 35/1:** al realizar la engorda de aves sobre camas de pajas de desechos vegetales, esta relación se cubre de manera satisfactoria específicamente en este tipo de producción.
- **Control de Lixiviados:** los líquidos o escurrimientos resultantes del compostaje, deben ser colectados y reutilizados en el mismo proceso, así se reutilizará el agua disminuyendo su consumo y minimizando los riesgos de contaminación de suelos y mantos acuíferos.
- **Trazas minerales:** se encuentran ya incluidos tanto en los desechos de origen vegetal como en los desechos de origen animal.

Al mismo tiempo, es relevante señalar que, el punto donde se haya elegido para formar el bloque a compostar, se monitorea cada 24 horas, y los puntos de muestreo para el control de parámetros, dependerá del equipo con el que se cuente y los volúmenes de material a tratar. En un plazo aproximado de 24 horas, se espera un incremento en la temperatura del bloque a compostar desde los 50 a 55°C hasta los 65 ó 70°C, la humedad se pierde en esta fase termófila, es por ello que durante el volteo se debe aplicar agua para mantener la humedad necesaria. Las 4 etapas de compostaje se dan al inicio del proceso, después de la formación del bloque, y una vez que baja la temperatura con la oxigenación mediante el volteo, se reinicia con la etapa Mesotérmica I, este proceso se repite alrededor de 3 a 5 ocasiones en la gran mayoría de los casos donde se esté haciendo composta de excretas o cama de pollo.

Finalmente, la maduración de la composta se establece idealmente a través de un análisis de laboratorio que demuestre que la composta está lista para su uso en el campo. También, se establece que el compost ha entrado en fase de maduración, cuando el material, aun húmedo no aumenta de temperatura nuevamente a pesar de que se realice el volteo, asimismo, el olor agradable, libre de olores ofensivos como el del amoníaco, la textura homogénea si se toma de cualquier punto del bloque, son factores que también indican que la composta está ya madura.

2.2.10.4 Compostaje de Mortalidad de Granja

De acuerdo a Ayala (2018), en el caso particular del compost a partir de la mortalidad de la granja, éste debe contar con un lugar muy específico para su tratamiento en composta, se debe escoger un área estratégica para evitar que los patógenos que pudieran encontrarse en los animales muertos re-contaminen a la granja, sin embargo, debe estar lo suficientemente cerca para ahorrar tiempo en cuanto a transporte de la mortalidad. De igual forma, el espacio debe tener un piso totalmente impermeable y con colectores de los lixiviados, muros sólidos para contener el peso de los materiales durante el proceso, una cubierta o techo que proteja el compost para que no varíen sus parámetros, igualmente, debe tener un frente lo suficientemente amplio para que pueda utilizarse algún equipo o pala, destinados al control de la humedad, inoculación y oxigenación. Finalmente, se debe tener un área destinada a la acumulación de composta madura para su venta o uso en los campos propios de la empresa.

De este modo, citando nuevamente a Ayala (2018), el mismo explica que una vez que se tenga el espacio destinado para la composta de la mortalidad, ésta deberá acomodada formando capas de la siguiente forma:

1. Una capa de desechos vegetales sobre el piso de un grosor de 10 a 15 centímetros, estos desechos podrán ser de la cama húmeda o de desecho de la misma granja, como la poda de árboles o del contorno los galpones, desechos que se generan inevitablemente, serán de utilidad.

2. La mortalidad se sitúa sobre esta cama procurando que quede en una sola capa.
3. Una vez hecha la primera cama, se le proporciona la humedad necesaria y al mismo tiempo se aplica el acelerador de composta, y seguidamente se cubre con los desechos vegetales con una capa de 10 a 15 cm de grosor.
4. Para continuar el proceso, sobre esta capa se acomoda la demás mortalidad en capas igual al paso anterior, se aplica la humedad y el inóculo al mismo tiempo y se cubre con desechos vegetales nuevamente, al terminar con la disposición de la mortalidad del día, ésta se cubre perfectamente y se proporciona humedad si es requerido, principalmente en épocas o zonas de calor intenso.
5. Los pasos anteriores se repiten cada vez que se recoja la mortalidad y se hará tantas veces como mortalidad se tenga, cabe señalar que, bajo condiciones normales, la mortalidad es baja y en edades tempranas de poco volumen, pero al aumentar el peso y la edad, ésta ocupará más espacio.
6. Una vez llegada a la capacidad máxima establecida y con base en la capacidad del equipo de oxigenación o volteo, se da por cerrada la etapa de latencia; esta consiste en la formación del compost y la aplicación del acelerador, hasta que comience la elevación de la temperatura sobre los materiales iniciales, considera de 10 a 12°C.
7. La fase mesófila I se inicia al mismo tiempo que la etapa de latencia, debido a que la formación de la composta de mortalidad, se va organizando gradualmente, día tras día, esto permite que las primeras capas empiecen con el ascenso de temperatura desde el inicio de su formación.
8. Una vez creado el bloque por completo, y bajo un plan establecido se da el primer volteo para brindarle oxigenación, también, se nivela la humedad y se vuelve a inocular el bloque, este paso se repite tres veces en promedio.
9. Si existen casos donde se deba acelerar el proceso, se pueden programar volteos de oxigenación y aplicación de humedad cada 24 horas, la aplicación del

inóculo o acelerador de composta se hace en tres ocasiones, independientemente del número de volteos que se realicen.

Finalmente, Ayala (2018) establece que existen ciertos aspectos que de deben considerar en referencia a la bioseguridad del proceso, estos aspectos son:

- El colector de lixiviados debe vaciarse todos los días y ser reaplicado al bloque de composta, todos los restos de mortalidad y material vegetal utilizado, debe ser colectado e integrado al bloque, toda la zona adyacente al lugar de compostaje debe permanecer limpia y libre de escurrimientos al final de la jornada, se debe utilizar agua únicamente para limpiar, y la misma debe llegar al colector de lixiviados y ser integrada al bloque de composta.
- Todas las tareas de esta área deben realizarse por personal exclusivo, su calzado y ropa debe ser adecuada, buscando mantener las medidas de bioseguridad pertinentes.
- Es imprescindible evitar la presencia de insectos, roedores, aves carroñeras y todo tipo de fauna nociva.
- Los equipos destinados a este proceso deben limpiarse y desinfectarse todos los días, al final de la jornada.

Siempre se debe tener en consideración que todos los desechos de granja, destinados al compostaje, se encuentran generalmente contaminados con diversos patógenos, el compostaje tiene como propósito minimizar el riesgo de contaminación y disminuir el volumen de total de los mismos, y es por ello que se debe seguir un control íntegro de calidad de composta.

2.3 Bases Legales

2.3.1 Ley Orgánica del Ambiente

Como no existe una ley que regule directamente las actividades de producción avícola, y debido a que la presente investigación se está llevando a cabo en la República Bolivariana de Venezuela, se realizará una cita textual con base en la Constitución de la misma, de las leyes que de manera general tienen influencia sobre dicha actividad

económica, específicamente en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, Caracas. Publicada el viernes 22 de diciembre de 2006, de N° 5.833, en consejo extraordinario, donde la Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela decreta la “Ley Orgánica del Ambiente”. De esta, se señalarán, a continuación, los artículos más relevantes:

TÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES.

Capítulo I.

Artículo 1. Esta Ley tiene por objeto establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

Artículo 2. A los efectos de la presente Ley, se entiende por gestión del ambiente el proceso constituido por un conjunto de acciones o medidas orientadas a diagnosticar, inventariar, restablecer, restaurar, mejorar, preservar, proteger, controlar, vigilar y aprovechar los ecosistemas, la diversidad biológica y demás recursos naturales y elementos del ambiente, en garantía del desarrollo sustentable.

Artículo 4. La gestión del ambiente comprende:

- 1. Corresponsabilidad:** Deber del Estado; la sociedad y las personas de conservar un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.
- 2. Prevención:** Medida que prevalecerá sobre cualquier otro criterio en la gestión del ambiente.
- 3. Precaución:** La falta de certeza científica no podrá alegarse como razón suficiente para no adoptar medidas preventivas y eficaces en las actividades que pudiesen impactar negativamente el ambiente.
- 4. Participación ciudadana:** Es un deber y un derecho de todos los ciudadanos la participación activa y protagónica en la gestión del ambiente.

5. **Tutela efectiva:** Toda persona tiene derecho a exigir acciones rápidas y efectivas ante la administración y los tribunales de justicia, en defensa de los derechos ambientales.
6. **Educación ambiental:** La conservación de un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado debe ser un valor ciudadano, incorporado en la educación formal y no formal.
7. **Limitación a los derechos individuales:** los derechos ambientales prevalecen sobre los derechos económicos y sociales, limitándolos en los términos establecidos en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela y las leyes especiales.
8. **Responsabilidad en los daños ambientales:** La responsabilidad del daño ambiental es objetiva y su reparación será por cuenta del responsable de la actividad o del infractor.
9. **Evaluación de impacto ambiental:** Todas las actividades capaces de degradar el ambiente deben ser evaluadas previamente a través de un estudio de impacto ambiental y socio cultural.
10. **Daños ambientales:** Los daños ocasionados al ambiente se consideran daños al patrimonio público.

Artículo 5. Se declara de utilidad pública y de interés general la gestión del ambiente.

Artículo 8. La gestión del ambiente se aplica sobre todos los componentes de los ecosistemas, las actividades capaces de degradar el ambiente y la evaluación de sus efectos.

Artículo 9. A los efectos de esta Ley, se consideran herramientas de la gestión del ambiente, la ordenación del territorio, la planificación, la evaluación y el control.

Artículo 10. Son objetivos de la gestión del ambiente, bajo la rectoría y coordinación de la Autoridad Nacional Ambiental:

- Formular e implementar la política ambiental y establecer los instrumentos y mecanismos para su aplicación.

- Coordinar el ejercicio de las competencias de los órganos del Poder Público, a los fines previstos en esta Ley.
- Cumplir las directrices y lineamientos de las políticas para la gestión del ambiente.
- Fijar las bases del régimen regulatorio para la gestión del ambiente.
- Fomentar y estimular la educación ambiental y la participación protagónica de la sociedad.
- Prevenir, regular y controlar las actividades capaces de degradar el ambiente.
- Reducir o eliminar las fuentes de contaminación que sean o puedan ocasionar perjuicio a los seres vivos.
- Asegurar la conservación un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.
- Estimular la creación de mecanismos que promuevan y fomenten la investigación y la generación de información básica.
- Establecer los mecanismos e implementar los instrumentos para el control ambiental.
- Promover la adopción de estudios e incentivos económicos y fiscales, en función de la utilización de tecnologías limpias y la reducción de parámetros de contaminación, así como la reutilización de elementos residuales provenientes de procesos productivos y el aprovechamiento integral de los recursos naturales.
- Elaborar y desarrollar estrategias para remediar y restaurar los ecosistemas degradados.
- Resguardar, promover y fomentar áreas que coadyuven a la preservación de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.
- Cualesquiera otros que tiendan al desarrollo y el cumplimiento de la presente Ley.

TÍTULO III. DE LA PLANIFICACIÓN DEL AMBIENTE.

Capítulo I.

Artículo 22. La planificación del ambiente constituye un proceso que tiene por finalidad conciliar el desarrollo económico y social con la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable.

Artículo 24. La planificación del ambiente forma parte del proceso de desarrollo sustentable del país. Todos los planes, programas y proyectos de desarrollo económico y social, sean de carácter nacional, regional, estatal o municipal, deberán elaborarse o adecuarse, según proceda, en concordancia con las disposiciones contenidas en esta Ley y con las políticas, lineamientos, estrategias, planes y programas ambientales, establecidos por el ministerio con competencia en materia de ambiente.

TÍTULO IV. DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA.

Capítulo I.

Artículo 34. La educación ambiental tiene por objeto promover, generar, desarrollar y consolidar en los ciudadanos y ciudadanas conocimientos, aptitudes y actitudes para contribuir con la transformación de la sociedad, que se reflejará en alternativas de solución a los problemas socio-ambientales, contribuyendo así al logro del bienestar social, integrándose en la gestión del ambiente a través de la participación activa y protagónica, bajo la premisa del desarrollo sustentable.

Artículo 36. Las personas naturales o jurídicas, públicas y privadas, responsables en la formulación y ejecución de proyectos que impliquen la utilización de los recursos naturales y de la diversidad biológica, deben generar procesos permanentes de educación ambiental que permitan la conservación de los ecosistemas y el desarrollo sustentable.

TÍTULO V. DE LOS RECURSOS NATURALES Y LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.

Capítulo II.

Artículo 47. La Autoridad Nacional Ambiental, ante la presunción o inminencia de impactos negativos al ambiente, deberá prohibir o, según el caso, restringir total o parcialmente actividades en ejecución que involucren los ecosistemas, recursos naturales o la diversidad biológica, sin que ello genere derechos de indemnización.

Artículo 50. El aprovechamiento de los recursos naturales y de la diversidad biológica debe hacerse de manera que garantice su sustentabilidad.

Artículo 51. Como protección a las especies autóctonas y de la diversidad biológica, las especies exóticas declaradas perjudiciales deben estar sujetas a programas de control, erradicación e ingreso al país.

Artículo 52. Todo aprovechamiento y uso deberá promoverse en función del conocimiento disponible y del manejo de información sobre los recursos naturales, la diversidad biológica y los ecosistemas.

Capítulo III.

Artículo 55. La gestión integral del agua está orientada a asegurar su conservación, garantizando las condiciones de calidad, disponibilidad y cantidad en función de la sustentabilidad del ciclo hidrológico.

Artículo 56. Para asegurar la sustentabilidad del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él; se deberán conservar los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y capacidad de recarga de los acuíferos.

Artículo 58. La gestión integral de la atmósfera está orientada a asegurar su conservación, garantizando sus condiciones de calidad.

Artículo 59. El aire como elemento natural de la atmósfera constituye un bien fundamental que debe conservarse.

Artículo 61. La gestión integral del suelo y del subsuelo está orientada a asegurar su conservación para garantizar su capacidad y calidad.

TÍTULO VII. CONTROL AMBIENTAL.

Capítulo I.

Artículo 80. Se consideran actividades capaces de degradar el ambiente:

- Las que directa o indirectamente contaminen o deterioren la atmósfera, agua, fondos marinos, suelo y subsuelo o incidan desfavorablemente sobre las comunidades biológicas, vegetales y animales.

- Las que aceleren los procesos erosivos y/o incentiven la generación de movimientos morfo-dinámicos, tales como derrumbes, movimientos de tierra, cárcavas, entre otros.
- Las que produzcan alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas.
- Las que generen sedimentación en los cursos y depósitos de agua.
- Las que alteren las dinámicas físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua.
- Las que afecten los equilibrios de los humedales.
- Las vinculadas con la generación, almacenamiento, transporte, disposición temporal o final, tratamiento, importación y exportación de sustancias, materiales y desechos peligrosos, radiactivos y sólidos.
- Las relacionadas con la introducción y utilización de productos o sustancias no biodegradables.
- Las que produzcan ruidos, vibraciones y olores molestos o nocivos.
- Las que contribuyan con la destrucción de la capa de ozono.
- Las que modifiquen el clima.
- Las que produzcan radiaciones ionizantes, energía térmica, energía lumínica o campos electromagnéticos.
- Las que propendan a la acumulación de residuos y desechos sólidos.
- Las que produzcan eutrofización de lagos, lagunas y embalses.
- La introducción de especies exóticas.
- La liberación de organismos vivos modificados genéticamente, derivados y productos que lo contengan.
- Las que alteren las tramas tróficas, flujos de materia y energía de las comunidades animales y vegetales.
- Las que afecten la sobrevivencia de especies amenazadas, vulnerables o en peligro de extinción.

- Las que alteren y generen cambios negativos en los ecosistemas de especial importancia.
- Cualesquiera otras que puedan dañar el ambiente o incidir negativamente sobre las comunidades biológicas, la salud humana y el bienestar colectivo.

2.3.2 Ley Penal del Ambiente

Por otra parte, en relación a las sanciones en que pueden incurrir las organizaciones por un mal manejo de los aspectos ambientales, se citan a continuación los artículos más relevantes de la Ley Penal del Ambiente en Venezuela, según la publicación en Gaceta Oficial N°39.913 del 02 de mayo de 2012.

TÍTULO III. DE LOS DELITOS CONTRA EL AMBIENTE.

Capítulo II.

Artículo 38. Contravención de Planes de Ordenación del Territorio. La persona natural o jurídica que provoque la degradación o alteración nociva de la topografía o el paisaje por actividades mineras, industriales, tecnológicas, forestales, urbanísticas o de cualquier tipo, en contravención de los planes de ordenación del territorio y de las normas técnicas que rigen la materia, será sancionada con arresto de tres a nueve meses o multa de trescientas unidades tributarias (300 U.T.) a novecientas unidades tributarias (900 U.T.).

Capítulo VIII.

Artículo 84. Vertido de Materiales Degradantes en Cuerpos de Agua. La persona natural o jurídica que vierta o arroje materiales no biodegradables, sustancias, agentes biológicos o bioquímicos, efluentes o aguas residuales no tratadas según las disposiciones técnicas dictadas por el Ejecutivo Nacional, objetos o desechos de cualquier naturaleza en los cuerpos de aguas, sus riberas, cauces, cuencas, mantos acuíferos, lagos, lagunas o demás depósitos de agua, incluyendo los sistemas de abastecimiento de aguas, capaces de degradarlas, envenenarlas o contaminarlas, será sancionada con prisión de uno a dos años o multa de un mil unidades tributarias (1.000 U.T.) a dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.).

Artículo 96. Emisión de Gases Capaces de Deteriorar la Atmósfera. La persona natural o jurídica que emita o permita escape de gases, agentes biológicos o bioquímicos o de cualquier naturaleza, en cantidades capaces de deteriorar o contaminar la atmósfera o el aire, en contravención a las normas técnicas que rigen la materia, será sancionada con prisión de seis meses a dos años o multa de seiscientas unidades tributarias (600 U.T.) a dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.).

Artículo 99. Disposición Indevida de Residuos o Desechos Sólidos no Peligrosos. La persona natural o jurídica que infiltre o entierre en los suelos o subsuelos, sustancias, productos o materiales no biodegradables, agentes biológicos o bioquímicos, agroquímicos, residuos o desechos sólidos o de cualquier naturaleza que no sean peligrosos, en contravención a las normas técnicas que rigen la materia, que sean capaces de degradarlos, esterilizarlos, envenenarlos o alterarlos nocivamente, será sancionada con arresto de uno a tres años o multa de trescientas unidades tributarias (300 U.T.) a un mil unidades tributarias (1000 U.T.).

Artículo 100. Disposición Indevida de Residuos o Desechos Sólidos Peligrosos. Serán sancionados con arresto de uno a tres años o multa de trescientas unidades tributarias (300 U.T.) a unas mil unidades tributarias (1.000 U.T.) quienes:

1. Introduzcan en los servicios de manejo integral de residuos y desechos no peligrosos otras sustancias, materiales y desechos peligrosos.
2. Mezclen en los servicios de manejo integral de residuos y desechos no peligrosos con desechos peligrosos y los descarguen en rellenos sanitarios o sitios de disposición final no construidos especialmente para tal fin.
3. Construyan, operen o mantengan lugares para la disposición de desechos peligrosos, sin autorización de las autoridades correspondientes.
4. Operen, mantengan o descarguen desechos peligrosos en sitios no autorizados.
5. Exporten desechos peligrosos en contravención con las disposiciones de la Ley.
6. Incumplan la normativa técnica o los planes de gestión del manejo integral de los desechos peligrosos.

Artículo 101. Importación de Desechos Peligrosos. Toda persona natural o Jurídica, pública o privada que introduzca desechos peligrosos al país, será sancionada con prisión de seis a diez años y multa de seis mil unidades tributarias (6.000 U.T.) a diez mil unidades tributarias (10.000 U.T.) más el monto correspondiente a la repatriación de los desechos y la reparación total del daño causado al ambiente o a terceros.

Artículo 102. Manejo Indebido de Sustancias o Materiales Peligrosos. Serán sancionadas con prisión de cuatro a seis años y multa de cuatro mil unidades tributarias (4.000 U.T.) a seis mil unidades tributarias (6.000 U.T.), las personas naturales o jurídicas que en contravención a las disposiciones de la reglamentación técnica sobre la materia:

1. Desechen o abandonen sustancias o materiales peligrosos, en forma tal, que puedan contaminar la atmósfera, las aguas superficiales o subterráneas, los suelos o el ambiente en general.
2. Generen o manejen sustancias o materiales peligrosos provocando riesgos a la salud y al ambiente.
3. Omitan las acciones previstas en los planes para el control de emergencias.
4. Instalen plantas, fábricas, establecimientos o instalaciones que procesen, almacenen o comercialicen sustancias o materiales peligrosos contra viniendo normas legales expresas sobre la materia.
5. Incumplan las normas que rigen la materia sobre traslado o manipulación de sustancias o materiales peligrosos.

El juez o jueza ordenará la adecuación de equipos e instalaciones a las disposiciones de los permisos o autorizaciones, si estos son otorgados por la autoridad correspondiente; o la clausura de tales lugares si los permisos o autorizaciones fueren negados. En los dos últimos casos se impondrá la suspensión de las actividades de la persona jurídica hasta por un año.

2.3.3 Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos

A continuación, se muestran los artículos considerados pertinentes en relación a lo establecido en la Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos según la Gaceta Oficial N°5554 Ext. Del 13 de noviembre de 2001.

TÍTULO VII. DE LAS SANCIONES

Artículo 78. Toda persona natural o jurídica, pública o privada que use, maneje, genere sustancias, materiales o desechos peligrosos sin estar registrado por ante el organismo competente, según sea el caso y de conformidad con la reglamentación técnica que rige la materia será sancionada con una multa comprendida entre cincuenta unidades tributarias (50 U.T.) a cien unidades tributarias (100 U.T.), y arresto de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica proporcional a la sanción. Igualmente, se le concederá un plazo de diez (10) días hábiles para que se inscriba en el registro respectivo. Si no lo hiciere en el lapso establecido, en esta Ley, se procederá a la clausura de las instalaciones.

Artículo 79. Toda persona natural o jurídica, pública o privada que no cumpla con las disposiciones establecidas en esta Ley o en la reglamentación técnica sobre la generación, uso y manejo de sustancias, materiales y desechos peligrosos, cuyo incumplimiento no constituya delito, será sancionada con multa de doscientas unidades tributarias (200 U.T.) a dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.).

Artículo 82. Serán sancionadas con prisión de cuatro (4) a seis (6) años y multa de cuatro mil unidades tributarias (4.000 U.T.) a seis mil unidades tributarias (6.000 U.T.), las personas naturales o el representante legal o el responsable de la persona jurídica que en contravención a las disposiciones de esta Ley y a la reglamentación técnica sobre la materia:

1. Generen, usen o manejen sustancias, materiales o desechos clasificados como peligrosos provocando riesgos a la salud y al ambiente.
2. Transformen desechos peligrosos que impliquen el traslado de elementos contaminantes a otro medio receptor.

3. Desechen o abandonen materiales o desechos clasificados como peligrosos, en forma tal, que por falta de controles adecuados puedan contaminar la atmósfera, las aguas superficiales o subterráneas, los suelos o el ambiente en general.
4. Mezclen desechos de tipo doméstico con desechos comerciales o industriales y los dispongan en rellenos sanitarios o vertederos no contruidos especialmente para tal fin.
5. Construyan, operen o mantengan lugares para la disposición de desechos clasificados como peligrosos, sin autorización de las autoridades correspondientes.
6. Operen, mantengan o descarguen desechos peligrosos en sitios no autorizados.
7. Omitan las acciones previstas en los planes para el control de emergencias.
8. Exporten desechos peligrosos en contravención con las disposiciones de esta Ley.
El juez ordenará, según el caso:
 - a) La adecuación de equipos e instalaciones a las disposiciones de los permisos o autorizaciones, si estos permisos son otorgados por la autoridad correspondiente.
 - b) La clausura de las instalaciones, si los permisos o autorizaciones fueren negados.
 - c) La reexportación de los desechos importados.

En los casos de los numerales 6 y 7, se impondrá la suspensión de las actividades de la persona jurídica, hasta por un año.

2.3.4 Ley de Gestión Integral de la Basura

Por último, en relación a la Ley de Gestión Integral de la Basura según su publicación en la Gaceta Oficial N°6.017 Extraordinario del 30 de diciembre de 2010, se citan los siguientes artículos.

TÍTULO VII. DE LAS DISPOSICIONES SANCIONATORIAS.

Capítulo II.

Artículo 120. Infracciones graves. Serán sancionados o sancionadas con multa entre ciento un Unidades Tributarias (101 U.T.) y ciento noventa y nueve Unidades Tributarias (199 U.T.), quienes:

1. Presten el servicio de manejo de residuos y desechos sólidos sin estar registrado por ante el organismo competente.
2. Realicen el transporte y almacenamiento en contravención a las normas técnicas.
3. Quienes no se ajusten a los cronogramas de adecuación para minimizar la generación de residuos y desechos sólidos o no utilicen los programas de retorno o reciclaje efectivo o de recolección segregada desde el origen.
4. Usen los símbolos que identifiquen la participación en programas de reutilización, recuperación o reciclaje sin que sea real o efectivo tal programa.
5. Incumplan la obligación de hacerse cargo de los envases usados, en los términos expresados en la normativa, planes y programas aplicables en la materia.
6. Incumplan las condiciones de seguridad previstas en la normativa técnica para el manejo integral de residuos y desechos sólidos, que generen riesgos para la salud y el ambiente.
7. Transmitan o cedan a terceros los instrumentos otorgados para la prestación del servicio en cada una de las fases de manejo de los residuos y desechos sólidos, sin cumplir las notificaciones y requerimientos en la materia ante las autoridades competentes.
8. Incumplan la obligación de suministrar la información ecológica sobre los envases y envoltorios de productos a los consumidores.
9. Coloquen en el mercado envases que no se ajusten a los requisitos, lineamientos y obligaciones establecidos en la normativa técnica o en los programas relacionados con la materia.
10. Importen, fabriquen, distribuyan o comercialicen productos que utilicen los símbolos y textos alusivos a reciclable, retornable, reutilizable o biodegradable, sin que el mismo cumpla con tales características o no existan los medios para hacer efectivo el programa de retorno.

Artículo 121. Infracciones gravísimas. Serán sancionados o sancionadas con multa entre doscientas Unidades Tributarias (200 U.T.) y trescientas Unidades Tributarias (300 U.T.) quienes:

1. Incineren o realicen tratamientos de residuos o desechos sólidos, en contravención a las normas técnicas.
2. Importen o introduzcan al territorio nacional, residuos sólidos en contravención a las normas técnicas.
3. Realicen la disposición final de desechos sólidos en contravención a las normas técnicas.
4. Coloquen en el mercado nacional envases con una concentración de sustancias, materiales o compuestos que excedan las características de peligrosidad esperadas para residuos y desechos no peligrosos o que impidan los procesos tecnológicos de tratamientos, aprovechamiento, reutilización o reciclaje.
5. Importen, produzcan, distribuyan o comercialicen productos de consumo masivo inmediato contenidos en envases, envoltorios, empaques o recipientes desechables, sin estar acogidos a un programa de acopio, depósito, devolución y retorno para su reutilización o reciclaje.
6. Los funcionarios públicos o funcionarias públicas responsables del manejo integral de residuos y desechos sólidos que por negligencia comprobada no cumplan con el plan de adecuación de operación en las fases de transferencia, tratamiento, disposición final, clausura y post-clausura, para ajustar la actividad a la normativa técnica y los planes respectivos

2.4 Definición de términos básicos

Aceleradores de composta. Son aquellos complejos formados por diversas cepas de bacterias que de preferencia deben ser más de 15 diferentes especies, para cubrir con mayor efectividad los substratos presentes en este proceso y que se utilizan como inóculos para incrementar y estandarizar la velocidad del compostaje.

Amonio. Es una forma inorgánica del nitrógeno. Se encuentra reducido y es soluble en la solución del suelo. Se pierde con más facilidad por volatilización.

Aprovechamiento Sustentable. Proceso orientado a la utilización de los recursos naturales y demás elementos de los ecosistemas, de manera eficiente y socialmente útil, respetando la integridad funcional y la capacidad de carga de los mismos, en forma tal que la tasa de uso sea inferior a la capacidad de regeneración.

Biochar. Es carbón vegetal que se obtiene de restos vegetales y residuos de biomasa. A diferencia del carbón vegetal clásico, el Biochar no se quema, sino que se aplica al suelo para mejorar sus propiedades.

Calidad del Ambiente. Características de los elementos y procesos naturales, ecológicos y sociales, que permiten el desarrollo, el bienestar individual y colectivo del ser humano y la conservación de la diversidad biológica.

Celulosa. Es un polímero natural y consiste básicamente en una cadena lineal de moléculas de glucosa, esta estructura no puede ser digerida por los animales superiores, incluidas las aves, ya que no se cuenta con los sistemas enzimáticos para este fin.

Composteador o biodigestor aerobio de sólidos orgánicos. Es el espacio o lugar que se destina para el acopio de los desechos orgánicos y su tratamiento para el compostaje, también se le puede llamar composteador específicamente al implemento agrícola o a la maquinaria específica que se utiliza en la oxigenación o volteo de la composta.

Contaminación. Liberación o introducción al ambiente de materia, en cualquiera de sus estados, que ocasione modificación al ambiente en su composición natural o la degrade.

Daño Ambiental. Toda alteración que ocasione pérdida, disminución, degradación, deterioro, detrimento, menoscabo o perjuicio al ambiente o a alguno de sus elementos.

Desarrollo Sostenible. Proceso de cambio continuo y equitativo para lograr el máximo bienestar social, mediante el cual se procura el desarrollo integral, con fundamento en medidas apropiadas para la conservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico, satisfaciendo las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las generaciones futuras.

Desechos orgánicos de origen animal. Son los productos resultados del proceso de producción animal como excretas, pajas, camas, órganos o animales muertos durante el proceso, lodos, plumas, pelo, uñas o pezuñas, vísceras en procesos de sacrificio en rastros y desechos de incubadora.

Digestión Aeróbica de Materia Orgánica. es la biodegradación de la materia orgánica compleja por medio de microorganismos que la utilizan como fuente de alimento y la convierten en sus elementos más sencillos o compuestos simples, así como en gases no contaminantes, por ejemplo; H_2O , CO_2 , N_2 , entre otros, siendo inocuos para el medio y los seres vivos.

Estiércol. Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. Aunque el estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, comparado con los fertilizantes sintéticos sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Puede aplicarse en mayor cantidad para alcanzar las cantidades que necesita el cultivo, pero en general, el nitrógeno es menos estable y está disponible por menos tiempo en el suelo.

Gallinaza. Son excretas y demás desechos orgánicos provenientes de gallinas productoras de huevo.

Hemicelulosa. Es muy parecida a la celulosa, a diferencia de la celulosa, puede ser separada en diversos azúcares simples, entre los que se destacan por concentración: xylosa, mannososa, rhamnosa, arabinosa y galactosa. otra diferencia fundamental con la celulosa es que la hemicelulosa es menos abundante y a la vez menos estable.

Hidrólisis. Es una reacción química entre una molécula de agua y otra macromolécula, en la cual la molécula de agua se divide y rompe uno o más enlaces químicos y sus átomos pasan a formar unión de otra especie química.

Humus. Materia orgánica descompuesta, amorfa y de color marrón oscuro de los suelos, que ha perdido todo indicio de la estructura y la composición de la materia

vegetal y animal a partir de la que se originó. Por tanto, el término humus se refiere a cualquier materia orgánica que ha alcanzado la estabilidad y que se utiliza en la agricultura para enmendar el suelo. El producto de la lombriz suele llamarse equivocadamente humus, cuando en realidad debe llamarse vermicompuesto.

Inoculante. Concentrado de microorganismos que, aplicado al compost, acelera el proceso de compostaje. Un compost semi-maduro puede funcionar de inoculante.

Lavado o Lixiviación de Nitratos. Cuando el agua entra en contacto con fertilizantes nitrogenados o con estiércol, puede disolver los nitratos y otros componentes solubles del estiércol y transportarlos disueltos en su seno cuando se infiltra en el suelo y desciende hasta las aguas subterráneas. En suelos con capas freáticas altas y altas velocidades de percolación es más probable que el agua contaminada alcance las aguas subterráneas.

Lignina. Después de la celulosa, es el mayor componente de la materia vegetal, tiene una estructura tridimensional. La madera y otros tejidos vasculares contienen alrededor del 20-30% de lignina. La mayor parte de ésta se encuentra dentro de las paredes celulares, entremezclada con las hemicelulosas y formando una matriz que rodea las microfibrillas de celulosa.

Lixiviados. Son todos aquellos líquidos o escurrimientos resultantes del compostaje, estos líquidos arrastran microorganismos y compuestos provenientes de los desechos, al inicio del compostaje son sumamente contaminantes, al término del proceso, estos mismos lixiviados son altamente nutritivos para las plantas y árboles, y son utilizados como fertilizantes foliares.

Materia orgánica de desecho. Son todos aquellos productos contaminantes o sin uso en la producción pecuaria como; excretas, pajas o camas, granos o alimentos descompuestos o no propios para consumo, mortalidad de animales y demás materiales que sean utilizados en el proceso. Nota: en la industria agrícola y otros tipos de industria se obtienen desechos orgánicos que son susceptibles de ser composteados.

Mineralización. Transformación de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos y la liberación de formas inorgánicas esenciales para el desarrollo de las plantas

Nitrato. Es una forma inorgánica del nitrógeno. Se encuentra oxidado y es soluble en la solución del suelo. Se pierde con más facilidad por lixiviación.

Nitrógeno. Elemento indispensable para las plantas que puede estar en forma orgánica (proteínas y compuestos orgánicos), o inorgánica (nitrato o amonio).

Pirólisis. Es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno. Involucra cambios simultáneos de composición química y estado físico, los cuales son irreversibles.

Pollinaza. Son las excretas y cama resultantes del proceso de engorda de pollo.

Responsabilidad Social Empresarial. Contribución al desarrollo humano sostenible, a través del compromiso y la confianza de la empresa hacia sus empleados y las familias de éstos, hacia la sociedad en general y hacia la comunidad local, en pro de mejorar el capital social y la calidad de vida de toda la comunidad.

Urea. La urea es un compuesto químico cristalino e incoloro; de fórmula $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Se encuentra en mayor proporción en la orina, en el sudor y en la materia fecal. Es el principal producto terminal del metabolismo de las proteínas en los mamíferos, como los humanos. El nitrógeno de la urea, que constituye el 80 % del nitrógeno en la orina, procede de la degradación de los diversos compuestos con nitrógeno, sobre todo de los aminoácidos de las proteínas en los alimentos.

Volteo o Aeración. Es el proceso mediante el cual se le brinda oxígeno al compostaje, el método más común y económico es el volteo o agitación de la composta por medios físicos, manual o por medio de maquinaria.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico se entiende como la integración y comprensión de los de los distintos procedimientos lógicos utilizados en el proceso de investigación para la búsqueda de la solución a la problemática planteada. Se tiene entonces, que en el marco metodológico es de gran importancia el establecer la metodología que será aplicada, para de esta forma, lograr con precisión el análisis de los resultados esperados, y que los mismos tengan un fundamento confiable.

3.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo de grado se desarrollará bajo el enfoque de un proyecto factible, el cual es definido como aquel que consiste en “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos”. (UPEL, 2006; 13). Igualmente, se debe considerar que el proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades, según lo señalado por los autores.

Adicionalmente, resulta oportuno destacar que, según (UPEL, 2006) el proyecto factible está constituido por unas etapas generales que pertenecen al orden cronológico que se debe seguir para la implementación adecuada del mismo, estas etapas se definen como:

Diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto; y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados. (p. 13).

3.2 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación, se refiere a la estructura del trabajo a realizar. Es por ello, que se establece que, el presente proyecto se elaborará bajo un diseño mixto, el cual se entiende como aquel estudio que involucra técnicas de investigación, métodos, enfoques, conceptos o lenguajes, tanto cuantitativos, como cualitativos. Continuando con el mismo orden de ideas, un diseño de campo, es definido por UPEL (2006) como el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. En este diseño de investigación:

Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios. Sin embargo, se aceptan también estudios sobre datos censales o muestrales no recogidos por el estudiante, siempre y cuando se utilicen los registros originales con los datos no agregados; es cuando se trate de estudios que impliquen la construcción o uso de series históricas y, en general, la recolección y organización de datos publicados para su análisis mediante procedimientos estadísticos, modelos matemáticos, econométricos o de otro tipo. (p. 11)

Por otro lado, cuando se habla sobre la investigación con un diseño documental, los autores anteriormente citados, indican que es aquella enfocada en “ampliar y profundizar el conocimiento de la naturaleza del problema, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos”. En este caso, la originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y, en general, en el pensamiento del autor.

3.3 Nivel de Investigación

En cuanto al nivel de la investigación, este se considera de carácter descriptivo ya que se interpretarán hechos específicos relacionados con la problemática planteada. No obstante, para una definición teórica, se tiene que según Arias (2006):

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (p. 26).

Debido a ello, se considera que el presente estudio será de tipo descriptivo, ya que se analizarán de forma meticulosa la realidad y como ésta se conecta de manera integral al objeto de estudio.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Para Arias (2006), una población es definida como:

Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. (p. 81).

En el caso del presente trabajo de investigación, debido que estudio se desarrollará en una granja dedicada a la actividad avícola, la población será de carácter finito y estará compuesta por las empresas dedicadas a la crianza de pollo de engorde ubicadas específicamente en los municipios Bejuma, Miranda, y Montalbán, situados en la zona del Occidente del Estado Carabobo.

3.4.2 Muestra

En el mismo sentido, Arias (2006), define una muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). Teniendo en cuenta que, para la selección de la muestra se recurre a un procedimiento probabilístico denominado muestreo, donde según el autor citado con anterioridad, expresa que

existen dos de ellos. No obstante, para objetos del presente trabajo investigativo, se trabajará con el denominado, muestreo no probabilístico, el cual “es un procedimiento de selección en el que se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra” (p. 85).

Para el caso de estudio, la muestra estará conformada por la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. ubicada en el municipio Miranda, en la zona del Occidente del Estado Carabobo. Dicha empresa, permitirá obtener patrones esenciales en cuanto a la contaminación medioambiental por parte del sector avícola de la zona geográfica, para de esta forma poder diseñar un plan de gestión ambiental enfocado en el manejo de residuos, que permita disminuir el impacto ambiental de la misma.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1 Técnicas de Recolección de Datos

Tal y como indica Arias (2016), se entiende por técnica de recolección de datos “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p. 67). Asimismo, citando nuevamente a Arias (2016), un instrumento de recolección de datos “es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p. 68). De esta forma, las técnicas e instrumentos empleados en la presente investigación que permitirán realizar el diagnóstico y posteriormente las fases consecutivas, serán las siguientes:

3.5.1.1 Revisión y Análisis de Documentos

Hernández et al., (2014), explican acerca de dicho instrumento que:

Para analizar los datos, en los métodos mixtos el investigador confía en los procedimientos estandarizados y cuantitativos (estadística descriptiva e inferencial), así como en los cualitativos (codificación y evaluación temática), además de análisis combinados. La selección de técnicas y modelos de análisis también se relaciona con el planteamiento del problema, el tipo de diseño y estrategias elegidas para los procedimientos; y tal como hemos comentado, el análisis puede ser sobre los datos originales (datos directos) o puede requerir de su transformación. La diversidad de posibilidades de análisis es considerable en los métodos

mixtos, además de las alternativas conocidas que ofrecen la estadística y el análisis temático. (p. 574)

Es por ello, que se considera que para la presente investigación se empleará el análisis de datos tanto cuantitativos, como cualitativos. Debido a que se estudiarán procesaran los datos provenientes de la empresa que conforma la muestra de estudio, y aunado a ello, se realizará el análisis de datos bibliográficos pertenecientes a fuentes secundarias de información.

3.5.1.2 Entrevista No Estructurada

Para Arias (2016), la entrevista no estructurada es aquella en cuya modalidad:

No se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permiten definir el tema de la entrevista, de allí que el entrevistador deba poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia. (p. 163).

De este modo, para el objeto de estudio, la misma se aplicará al momento de las reuniones con el propietario y gerente de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., teniendo en como objetivo principal obtener información acerca del manejo y disposición final de los desechos sólidos generados durante cada ciclo productivo de la granja.

3.5.1.3 La Observación Directa

Para propósitos de esta investigación, se utilizará el método de observación directa estructurada. De acuerdo a Arias (2016), la misma se define como “aquella que además de realizarse en correspondencia con unos objetivos, utiliza una guía diseñada previamente, en la que se especifican los elementos que serán observados”. Mediante esta técnica se conocerá la forma de trabajar de los empleados encargados, así como también el proceso de manejo de los residuos avícolas.

3.5.1.4 Checklist o Lista de Chequeo

Una lista de chequeo se entiende como un listado de preguntas o condiciones, que permite la verificación del cumplimiento respecto a un reglamento o un procedimiento determinado. Los incumplimientos detectados indicarían fallas en los sistemas de gestión, poniendo en riesgo al medio ambiente. De esta forma, la misma será empleada para determinar el cumplimiento de la normativa referente a las leyes que de manera general rigen la actividad avícola en Venezuela.

3.6 Técnicas de Análisis de Datos

Las técnicas para el análisis de datos son todas aquellas que permiten describir las distintas partes que conforman a la base de datos obtenidos, las cuales categorizan la información para así proporcionar una visualización más organizada y detallada de la misma.

3.7 Fases Metodológicas

Se describen a continuación en orden cronológico, las fases metodológicas que deben desarrollarse para llevar a cabo la presente investigación:

Fase I: Diagnostico de la situación actual de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. en relación al manejo y disposición de los desechos sólidos generados dentro de sus diferentes procesos de producción.

Para el desarrollo de la primera fase se realizará una entrevista no estructurada al propietario y gerente general de la empresa acerca de los métodos empleados para el manejo y disposición de residuos sólidos generados en la misma. Así mismo, mediante la observación directa se corroborará la información obtenida durante las entrevistas, para finalmente, ofrecer un diagnóstico sustancial y auténtico de las condiciones actuales de la empresa, el cual permita el posterior desarrollo de las siguientes fases metodológicas de la investigación planteada.

Fase II: Determinación de los requerimientos técnicos y operativos aplicados al diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos generados por la Granja El Cedro JGC, C.A.

De acuerdo a lo encontrado en el diagnóstico realizado en la fase anterior, y mediante la revisión integral de la documentación bibliográfica disponible, que contenga aportes relevantes acerca de proyectos con objetivos similares a los del estudio en desarrollo, se realizará un análisis que permita establecer bases sólidas para determinar los aspectos técnicos y operativos necesarios, tales como: ubicación, obras de construcción, capacidad de planta, desarrollo del proceso, materiales, maquinaria y equipos, recursos humanos, entre otros.

Fase III: Establecimiento de los requerimientos organizacionales, de seguridad industrial y ambiental para la instalación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en la Granja El Cedro JGC, C.A.

En esta tercera fase etapa, corresponde describir las necesidades de índole organizacional, administrativo y jurídico involucradas en el diseño, instalación y puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento de desechos sólidos propuesta, teniendo como fundamento los principios propios de la gerencia logística, la seguridad industrial, la gestión ambiental y el marco legal que enmarca la actividad económica correspondiente.

Fase IV: Evaluación el estado financiero y económico para la factibilidad de la instalación de una planta de tratamiento en la empresa la Granja El Cedro JGC, C.A.

Por último, en la fase IV se consideraron todos los costos derivados de la implementación de una planta de tratamiento para el manejo de desechos sólidos orgánicos generados en la empresa. Para ello, se realizará un estudio económico que permita cuantificar los beneficios y utilidades de la organización, los cuales obtendrá mediante la instauración del sistema industrial mencionado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados del proceso de investigación siguiendo el procedimiento de las fases metodológicas que fueron establecidas en el capítulo III, todo esto para dar cumplimiento al objetivo general y objetivos específicos de la presente investigación. Por su parte, Arias (2016) define los resultados como todo aquel procedimiento o forma particular mediante el cual “se obtienen datos o información pertinente para un estudio”, se tiene entonces, que dichos procedimientos conducen a hallar una solución al manejo de los desechos sólidos generados en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la empresa Granja El Cedro JG, C.A. en relación al manejo y disposición de los desechos sólidos generados dentro de sus diferentes procesos de producción

En esta primera fase del proyecto de investigación, se realizó un diagnóstico referente a la situación actual del manejo de desechos sólidos en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. ubicada en el Municipio Miranda, Estado Carabobo (gráfico 5), y la relación que las actividades para la gestión de desechos llevadas a cabo en esta, guardan con el impacto medioambiental. Para realizar un diagnóstico adecuado y desarrollado de manera correcta, se procedió a la utilización de diversas herramientas investigativas que proporcionaron la información requerida por el objeto de estudio.

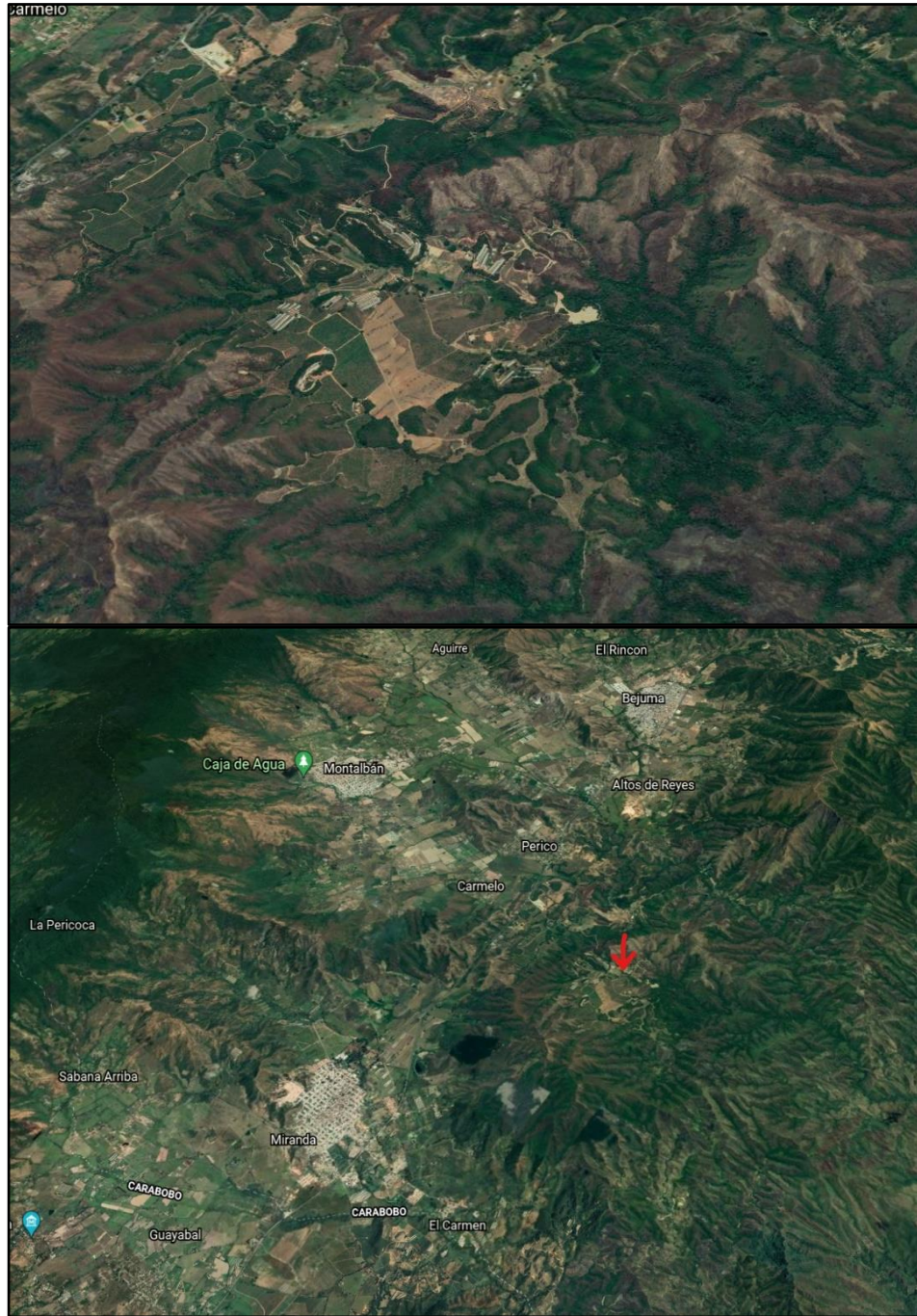


Gráfico 5. Ubicación de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

Fuente: Google Earth.

Siguiendo un orden cronológico, en primer lugar, se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva de donde se obtuvieron aportes sobre el objeto de estudio, para así conocer la evolución del sector avícola en cuanto al impacto ambiental que genera, y de esta forma proponer alternativas que permitan disminuir dicho impacto. La primera etapa de esta fase permitió adquirir información que se utilizó de referencia para establecer cuáles son las causas que originan la problemática ambiental en cuanto al manejo de desechos sólidos dentro de la producción de carne de pollo, y cuáles de esta están presentes dentro de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

Seguidamente, se realizó una entrevista no estructurada dirigida al de la empresa, de forma que se logró recolectar información referente a la producción y manejo de desechos sólidos, teniendo en cuenta factores tales como, recolección, disposición final, estrategias actuales de manejo, posibles soluciones, entre otros. Por último, se corroboró y complementó la información obtenida durante la entrevista a través de la observación directa, para de esta forma ofrecer un diagnóstico apropiado y efectivo.

4.1.1 Revisión y Análisis de Documentos

Se tiene entonces, que las diversas prácticas, tanto de producción de carne de pollo, como de gestión de desechos, implementadas dentro de granjas avícolas como lo es la empresa Granja el Cedro JGC, C.A., contribuye a la contaminación del medio ambiente en diversas formas. A continuación, en el cuadro 4, de acuerdo a los estudios realizados por Pinos et al. (2012), Casas y Guerra (2020), Vásquez (2020), y Oliveira et al. (2021), se describen los impactos ambientales con más influencia resultantes de la actividad avícola.

Cuadro 4. Impacto Ambiental de la Producción de Carne de Pollo.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CAUSAS
<i>Gases de Efecto Invernadero</i>	Producción de amoníaco a partir de la hidrólisis de la urea presente en la orina de las aves, y la degradación de nitrógeno excretado como ácido úrico. La emisión de amoníaco gaseoso hacia la atmósfera contribuye a la formación de óxido nitroso, el cual es un gas de efecto invernadero de gran potencia. A mayor concentración de gases de efecto invernadero, mayor	-La alta densidad poblacional en los galpones. -Dieta con excesos de aminoácidos azufrados.

	<p>retención de calor. Estos gases de efecto invernadero se acumulan en la atmósfera de la Tierra absorbiendo la energía infrarroja del Sol, y provocando el calentamiento global que da lugar a un cambio general en el clima: cambio climático.</p>	<p>-Agua con contenidos de minerales. -Manejo inadecuado de la temperatura, humedad y ventilación dentro del galpón. -Manejo, alojamiento y disposición inadecuada de la pollinaza producida.</p>
<p><i>Contaminación de los cuerpos de aguas</i></p>	<p>La pollinaza contiene altos niveles de microorganismos y nutrientes, todas las aguas provenientes de la actividad avícola tienen la capacidad de ocasionar problemas de eutrofización en aguas superficiales. De igual forma, la disposición final de la mortalidad contribuye a la contaminación de cuerpos de aguas subterráneos, pues la descomposición de la materia orgánica dentro de las fosas produce gases y líquidos contaminados que son filtrados por el suelo y pueden comprometer al acuífero.</p>	<p>-Alto contenido de fósforo y nitrógeno en la pollinaza. -Uso de fosas para el entierro sanitario de las aves. -Lixiviación de nitratos por aplicación de estiércol sin tratamiento previo.</p>
<p><i>Contaminación de los suelos</i></p>	<p>Un impacto importante sobre el suelo, es la compactación por taponamiento de los poros de suelo, disminuyendo la capacidad de drenaje del terreno. Igualmente, el alto contenido de sales y nutrientes en la pollinaza genera el desarrollo de microorganismo potencialmente patógenos para los animales y el hombre, por otra parte, el exceso de materia orgánica y nutrientes puede ocasionar una disminución del oxígeno (hasta anaerobiosis) en el medio, dificultando la mineralización del nitrógeno; finalmente, si las plantas exceden su capacidad de captación de nutrientes, absorbiendo nitrógeno en cantidades mayores a las que pueden asimilar, se pueden presentar problemas como, acumulación por ejemplo de nitratos, que llegan a generar problemas de intoxicaciones.</p>	<p>-Aplicación desmedida y continua de estiércol y/o pollinaza al suelo sin el tratamiento previo requerido.</p>
<p><i>Desarrollo de microorganismos patógenos</i></p>	<p>La calidad de vida de las poblaciones cercanas a establecimientos dedicados a la producción avícola depende mayoritariamente de hacer una gestión responsable de sus residuos, es por ello, que se trata de un tema de responsabilidad social, empresarial y</p>	<p>- Fecundidad y condiciones de salud. -Aplicación desmedida y continua de estiércol y/o pollinaza al suelo</p>

	<p>profesional. La alta producción de excretas propicia también el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los mismos animales, quienes, a su vez, pueden transmitir enfermedades como Rotavirus, Colibacilosis, Parásitos Gastrointestinales, Salmonelosis, entre otros. Asimismo, es importante destacar las diferentes actividades de producción animal contribuyen a la proliferación de moscas. La presencia de moscas en zonas próximas a núcleos humanos representa un serio riesgo sanitario y medio ambiental, pues las mismas se consideran importantes vectores de infecciones entéricas, que afectan a personas y animales.</p>	<p>sin el tratamiento previo requerido. -Gestión deficiente e irresponsable de los residuos generados.</p>
--	---	--

Fuente: Pinos et al. (2012), Casas y Guerra (2020), Vásquez (2020), y Oliveira et al. (2021).

Elaborado por: Castellanos, M (2021).

4.1.2 Producción y Manejo de Residuos

Producción. En la actualidad, como se explicó en el capítulo I, la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., es una granja avícola de ambiente controlado, dentro de la misma un pollo excreta 0.7 kg de alimento por cada 1 kg de alimento ingerido. El excremento mezclado con el sustrato utilizado como cama dentro del galpón, es este caso cascarilla de arroz, recibe el nombre de pollinaza. De acuerdo a las cifras obtenidas anteriormente (Cuadro 1) la empresa produce 1,529,958.33 kg de pollinaza anualmente. Igualmente, se tiene que existe un 12% de mortalidad por ciclo producto, lo que se traduce a 60,000.00 pollos muertos anualmente.



Gráfico 6. Instalaciones de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

Fuente: Castellanos, M (2021).

Tratamiento y Limpieza de la Pollinaza. Como se mencionó con anterioridad, la pollinaza es acumulada por tres lotes o ciclos productivos, es decir, está compuesta del sustrato utilizado al inicio del primer ciclo y la acumulación de las excretas producidas durante tres lotes, para luego ser recogida y repetir nuevamente el ciclo de acumulación. En la parte superior del gráfico 7 se muestra una cama nueva sin acumulación de excremento, mientras que en la parte inferior de dicho gráfico se muestra la acumulación de excremento tras la reutilización de la cama durante dos ciclos productivos.

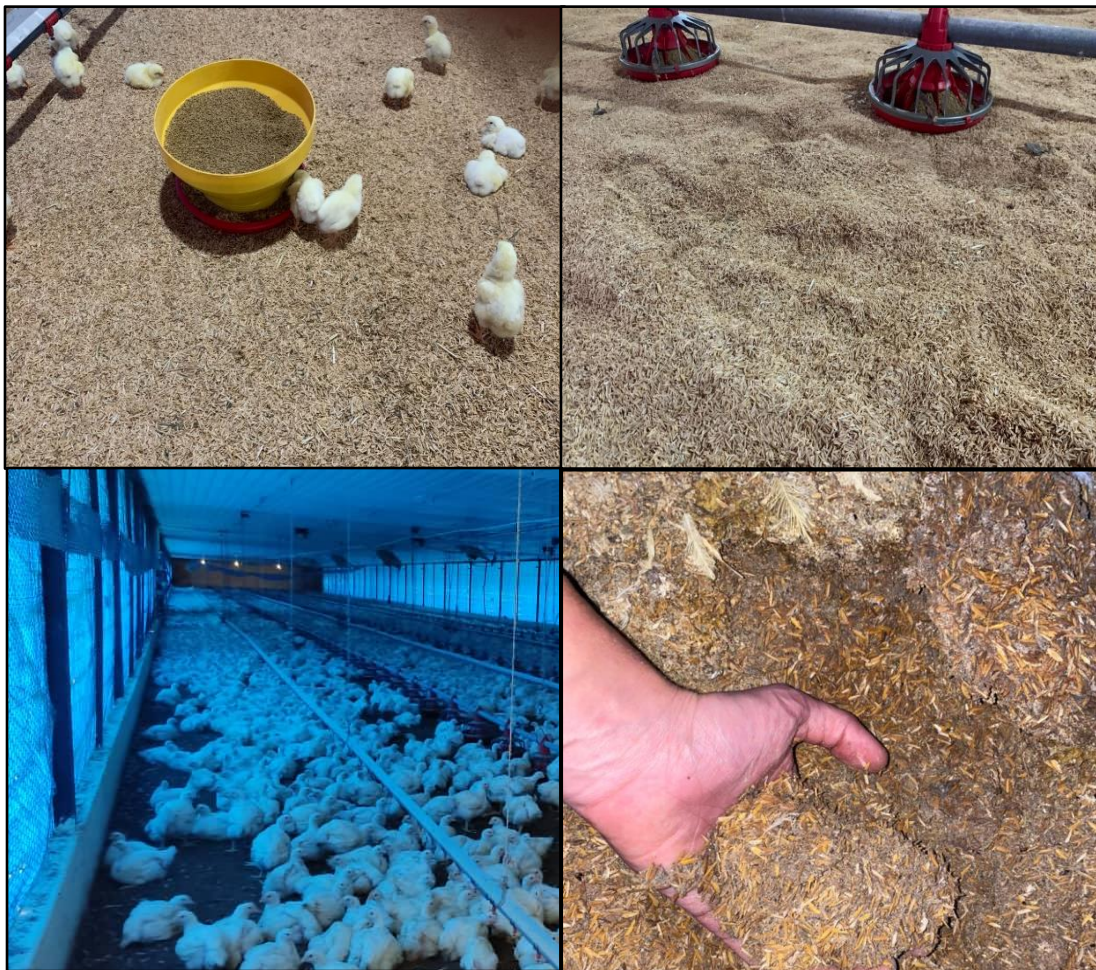


Gráfico 7. Cama avícola nueva (superior) y con dos ciclos de acumulación (inferior).

Fuente: Castellanos, M (2021).

No obstante, existe un proceso de limpieza entre cada lote o ciclo productivo; una vez finalizado un lote, y con el uso de un soplete se quema la pluma acumulada (gráfico 9) en el galpón, durante este proceso los insectos que puedan haberse acumulado en la cama también son eliminados. De igual forma, se utiliza un tractor con la ayuda de un rotocultor (gráfico 8) para mover la cama dentro del galpón, y así evitar la formación grumos o pelotas de pollinaza y la misma mantenga una textura suelta y ligera.



Gráfico 8. Tractor y rotocultor utilizado para el movimiento de la cama avícola.

Fuente: Castellanos, M (2021).



Gráfico 9. Acumulación de plumas en la cama avícola.

Fuente: Castellanos, M (2021).

Recolección de Desechos. Antes de explicar el proceso, es importante señalar que el uso de mascarillas es requerido en todo momento, para evitar posibles enfermedades en el personal encargado. Una vez finalizados los tres ciclos productivos, la pollinaza acumulada es recogida por personal contratado a destajo, también conocido como cuadrilla. La disposición es planificada por el gerente y propietario de la empresa, de acuerdo al volumen de pollinaza producido, se contacta al proveedor que ejecutara el servicio de recolección y traslado fuera de las instalaciones.

Asimismo, la pollinaza es recogida y ensacada a mano, con la ayuda de palas, y se estima que, por galpón, se recogen aproximadamente 1700 sacos, dichos sacos son ubicados en camiones, cuya carga está cerca de los 400 sacos. La disposición final de la pollinaza no es del todo conocida, pues la empresa que ofrece sus servicios de recolección toma la pollinaza como forma de pago. No obstante, se sabe que la misma es vendida a agricultores de la zona sin ningún tipo de tratamiento previo, lo que se traduce en la contaminación de los diversos espacios naturales pertenecientes a los municipios y comunidades aledañas a la empresa. Finalmente, una vez recolectada toda la pollinaza producida, se le aplican productos bactericidas y viricidas al galpón, para recibir la nueva cama de cascarilla de arroz y los animales del siguiente ciclo.

Adicionalmente, se tiene el proceso de recolección de la mortalidad, este es realizado diariamente por los empleados de Granja El Cedro JGC, C.A., y el mismo es realizado a primera hora del día. En el gráfico 10, se muestra la mortalidad recolectada de un galpón y las fosas destinadas a su disposición final. El proceso es realizado a mano, los pollos muertos de cada galpón son recogidos con la ayuda de una carretilla y posteriormente depositados en un tambor destinado exclusivamente a la actividad descrita. Una vez recogida la mortalidad de cada galpón, la misma es llevada en una zorra, con la ayuda de un tractor, a una fosa situada a unos 600 metros de la granja para ser enterrada.



Gráfico 10. Mortalidad y fosas destinadas al entierro de la misma.

Fuente: Castellanos, M (2021).

4.1.3 Debilidades Observadas

Al observar y detallar las diversas actividades destinadas a la producción de carne de pollo dentro de Granja El Cedro JGC, C.A. se evidenciaron puntos débiles en la gestión de las mismas, que de forma directa aumentan el impacto ambiental de la empresa; estas debilidades son:

- Los trabajadores encargados de las diferentes tareas a realizarse dentro de los galpones, pocas veces hacen uso de las mascarillas, exponiéndose de forma directa a las altas concentraciones de amoníaco dentro de los galpones.
- Varios de los trabajadores viven en los perímetros de las instalaciones de la granja, los mismos poseen pequeños huertos, donde utilizan la pollinaza procedente de la granja como fertilizante para su cultivo, y así contribuyendo a la deposición de ácidos y a la eutrofización.
- Encharcamiento de aguas a las afueras de los galpones, lo que puede causar una mayor producción de amoníaco dentro del galpón, afectando de la salud de los animales y a los trabajadores encargados de los mismos.
- La utilización de fosas para el entierro de la mortalidad, esto causa la contaminación acidificación de las aguas subterráneas y superficiales del área.
- Proliferación de malos olores en la zona, y presencia significativa de moscas en las instalaciones de la granja, al igual que en las cercanías de la misma.

4.1.4 Checklist

Luego de realizar la entrevista, se presentó un checklist al gerente y propietario de la empresa, para obtener información pertinente a la aplicación de la norma ISO 14.001, pues dicha herramienta es especialmente útil para determinar la existencia y aplicación de algún sistema de gestión ambiental. El checklist presentado fue diseñado con una modalidad específica, de manera que pudiera determinar el grado de aplicación de la norma en cuestión.

De esta forma, en el cuadro 5, se describe la misma, al igual que cada una de sus cláusulas, y las características que las conforman, de manera tal que se pudiese obtener un diagnóstico completo en relación a SGE dentro de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. De igual forma, el diseño del checklist empleado, consta de las siguientes opciones de respuesta: Si, Medianamente, y No. A continuación, se exponen los resultados obtenidos.

Cuadro 5. Norma ISO 14.001 y su nivel de aplicación dentro de la empresa El Cedro JGC, C.A.

NORMA ISO 14.001		Nivel de Aplicación
Cláusula	Descripción	
4	Contexto de la organización. SGA; establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora.	N/A
4.1	<i>Compresión de la organización y su contexto</i>	
4.2	<i>Compresión de las necesidades y expectativas de las partes</i>	
4.3	<i>Determinar el alcance del Sistema de Gestión Ambiental</i>	
4.4	<i>Sistema de Gestión Ambiental</i>	
5	Liderazgo. La alta dirección debe demostrar compromiso con el sistema de gestión ambiental.	N/A
5.1	<i>Liderazgo y Compromiso</i>	
5.2	<i>Política Ambiental</i>	
5.3	<i>Roles de la organización, responsabilidades y autoridades</i>	
6	Planificación. Aspectos ambientales, requisitos legales, planificación de acciones, objetivos ambientales.	N/A
6.1	<i>Acciones para tratar el riesgo y las oportunidades</i>	
6.2	<i>Objetivos ambientales y planificación para alcanzarlos</i>	
7	Soporte. Ejecución de los planes y procesos que permiten a una organización cumplir su SGA.	N/A

7.1	<i>Recursos</i>	
7.2	<i>Competencia</i>	
7.3	<i>Conciencia</i>	
7.4	<i>Comunicación</i>	
7.5	<i>Información Documentada</i>	
8	Operación. Ejecución de los planes y procesos que permiten a la organización cumplir con sus objetivos medioambientales.	N/A
8.1	<i>Planificación y control operacional</i>	
8.2	<i>Preparación y respuesta de emergencia</i>	
9	Evaluación del Desempeño. Medición y evaluación del SGA de tal manera que se asegure que el sistema sea eficaz y que ayude a mejorar de forma continua	N/A
9.1	<i>Seguimiento, medición, análisis y evaluación</i>	
9.2	<i>Auditoría interna</i>	
9.3	<i>Revisión por la Dirección</i>	
10	Mejora. Determinación de las oportunidades de mejora e implementación de las acciones que sean necesarias para lograr los resultados esperados del sistema.	N/A
10.1	<i>Generalidades</i>	
10.2	<i>No conformidad y acciones correctivas</i>	
10.3	<i>Mejora continua</i>	

Elaborado por: Castellanos, M (2021).

En ese sentido, como conclusión de la primera fase metodológica del proyecto investigativo, se observó que el diagnóstico de la situación actual en cuanto al manejo y disposición de los desechos generados en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., es que la misma, no emplea ningún tipo de estrategias o sistema de gestión ambiental para el manejo adecuado de estos residuos producidos. En el cuadro 5, se muestra como la empresa no aplica, y/o no conoce sobre los sistemas de gestión ambiental que toda organización debería tener implementado dentro de sus procesos productivos. De igual forma, cabe señalar, que las granjas avícolas pueden tener problemas de carácter social, debido a la influencia que tienen sobre la contaminación de las aguas y la proliferación de malos olores, y en países desarrollados, de carácter legal.

También, se determinó que la baja participación por parte de la empresa con respecto al desarrollo de prácticas que ecoeficientes que cooperen a reducir el impacto ambiental de sus actividades de producción, está directamente relacionada con los aspectos económicos en los que se debe incurrir para el funcionamiento de dichas

prácticas, así como también, la dificultad de encontrar personal capacitado o especializado en materia de gestión ambiental. En el mismo orden de ideas, se tiene que, aunque no existe una ley específica que regule las actividades avícolas en Venezuela, la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. no aplica aquellas leyes que de manera general rigen y tienen influencia sobre la producción de carne de pollo en el país.

4.1.5 Posibles Soluciones

Las distintas actividades realizadas en el proceso de producción de carne de pollo, generan una variedad importante de consecuencias ambientales como se mencionó anteriormente, y una de las causas principales de dichas consecuencias es el manejo incorrecto de los desechos generados en las granjas. Es por ello que para la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., diseñar e instalar una planta de tratamiento destinada al compostaje de la pollinaza y la mortalidad producida, resulta ser una práctica de gestión ideal, puesto que brinda un valor agregado a los subproductos de residuos trayendo consigo beneficios económicos. Asimismo, el análisis de tecnologías prometedoras para convertir la pollinaza de aves de engorde en productos de valor comercial y energía garantiza, no solo el bienestar económico, sino también el bienestar social y ambiental.

Por otra parte, durante la entrevista con el gerente y propietario de la empresa, el mismo señaló que ha tenido la intención, desde hace ya algún tiempo, de instalar una planta de compostaje, pues la empresa cuenta no solo con la materia prima requerida, sino también con el espacio necesario, adicionalmente existe una gran oportunidad de negocio en el área, que le permitirá una mejor utilización de sus recursos y por tanto el crecimiento de su empresa.

4.2 Fase II: Determinación de los requerimientos técnicos y operativos aplicados al diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos generados por la Granja El Cedro JGC, C.A.

Como se mencionó en la fase anterior, una de las soluciones más factibles para el tratamiento de los desechos sólidos generados en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., es la instalación de una planta de compostaje, para así reducir el impacto ambiental que resulta de los grandes volúmenes de pollinaza producida como consecuencia de las actividades avícolas destinadas a la producción de carne de pollo.

4.2.1 Requerimientos técnicos y operativos para el diseño e instalación de una planta de compostaje a partir de pollinaza, para Granja El Cedro JGC, C.A.

En reuniones con la gerencia de la empresa, debido a los altos volúmenes de pollinaza generados dentro de la granja, se estableció que el mejor sistema de compostaje a emplear en este caso particular, es un sistema abierto, también conocido como sistema de pilas o camellones. Este tipo de sistema permitirá más fácilmente, el procesamiento y manejo adecuado de toda la pollinaza producida, haciendo eficiente la utilización de los recursos de Granja El Cedro JGC, C.A.

Área de compostaje. Como se ha mencionado con anterioridad, la empresa produce anualmente más de un millón de kilos de pollinaza, por lo que se requiere una extensión de terreno lo suficientemente amplia para la formación de los bloques o pilas de compostaje, las áreas destinadas al compostaje por camellones son comúnmente conocidas como patios. Asimismo, estas áreas deben estar en los puntos topográficos más altos del terreno y jamás en las depresiones del mismo, sin embargo se recomienda que presenten un declive superior al 1 % para coleccionar los líquidos lixiviados que se generan durante el proceso. Igualmente, es necesario un área donde el suelo sea altamente impermeable para evitar la posible contaminación de las aguas subterráneas.

De esta manera, la Granja El Cedro JGC, C.A., cuenta la extensión de terreno necesaria para la formación de los bloques de compostaje. Se trata de un espacio de terreno nivelado (terrazza), cuyos suelos poseen la permeabilidad adecuada para el

proceso puesto que su textura es altamente arcillosa, el área posee alrededor de 3000 m^2 , y se encuentra situada a 600 metros, aproximadamente, de las granjas. De igual forma, la gerencia general señaló que el espacio también cuenta con la inclinación necesaria para recolección de lixiviados, la terraza posee una nivelación de aproximadamente 2%, es decir, por cada metro recorrido hay un declive de dos centímetros, lo que resulta en un desnivel total de 1.20 metros. También, es necesario realizar una limpieza del terreno previa, donde el mismo será podado por el equipo de poda y limpieza que ya tiene la empresa. En el gráfico 11 se muestra el terreno previsto para el área de compostaje.



Gráfico 11. Área prevista para el patio de compostaje.

Fuente: Google Earth (2021), y Castellanos, M. (2021).

Aspectos cualitativos de la materia prima. Antes de iniciar el proceso de diseño y formación de las pilas o camellones, es importante caracterizar adecuadamente los residuos dispuestos a compostar, de acuerdo a los parámetros

establecidos en el cuadro 3, Parámetros importantes del Compostaje. De existir alguna dificultad en el balance de los nutrientes, se deberán identificar fuentes de desechos vegetales en la granja que permitan realizar las correcciones necesarias. Un aspecto muy importante a tener en cuenta es asegurarse que los residuos estén libres de contaminantes químicos, en particular metales pesados, sin embargo, la presencia de los mismos es muy poco frecuente en desechos provenientes de la actividad agropecuaria.

Del mismo modo, según Ayala (2018), en el caso de la producción de pollo de engorda, el uso de camas con pajas de diversos cultivos como la cascara de arroz, suministra en un porcentaje satisfactorio la necesidad de carbono, nitrógeno, fósforo, asimismo, cubre la relación fundamental Carbono - Nitrógeno C/N: 26 – 35/1 que es un requerimiento indispensable para la elaboración de la composta.

Diseño de la pila de compostaje. De acuerdo a un par de estudios, Sztern y Pravia (1999), y FAO (2013), para determinar las dimensiones de las pilas de compostaje, se toma como referencia la fórmula de volumen del paralelepípedo, a partir de la cantidad de material a compostar, en el gráfico 12 se muestra las dimensiones a considerar para la formación de las pilas o camellones de composta. Debido a que la extensión de tierra prevista como patio de compostaje es bastante extensa, se estableció que se formara una pila o camellón por galpón. Se tiene entonces que, para determinar las dimensiones exactas de estas pilas, se debe estimar el volumen en m³ de la pollinaza generada en cada galpón.

Asimismo, de acuerdo a Stamatti y Ricardo (2013), se tiene que la densidad de la cama de pollo de engorde conformada por el excremento del animal y cascara de arroz como sustrato es 400 kg/m³. De igual forma, según la información obtenida anteriormente la granja produce 917975,00 kg de pollinaza por cada tres lotes, teniendo un promedio por galpón de 91797.50 kg de pollinaza generada por cada tres ciclos productivos. Despejando el volumen de la ecuación de densidad de tiene que:

$$D = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{D} = \frac{91797.50 \text{ kg}}{400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 229.49 \text{ m}^3$$

Igualmente, utilizando como referencia las medidas estándares de los volteadores de compostaje o compostadores, se determinó que la base de la pila será de 3m y la altura de 2m. Finalmente, se debe calcular la longitud de la pila, una vez obtenida el volumen de la cantidad de pollinaza a compostar por galpón, se puede calcular entonces, la longitud de la pila, partiendo de la fórmula de volumen del paralelepípedo:

$$V_{\text{Paralelepipedo}} = b * h * l$$

$$l = \frac{V}{b * h} = \frac{229.49 \text{ m}^3}{3 \text{ m} * 2 \text{ m}} = 38.24 \text{ m}$$

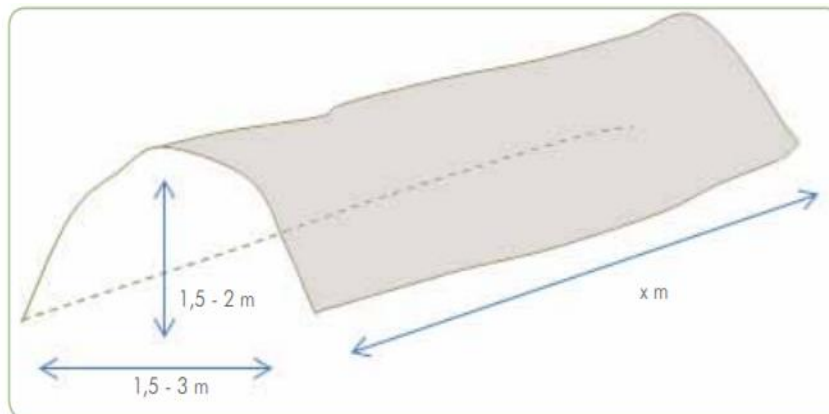


Gráfico 12. Dimensiones de una pila o camellón de compostaje.

Fuente: FAO (2013).

De esta manera, se estableció que las dimensiones de la pila de compostaje serán de 3m de base, 2 m de altura y 38 m de largo aproximadamente. Se sabe que el patio de compostaje posee 60 m de largo por 50 m de ancho (3000 m²), lo que potencialmente, facilitará la distribución de las pilas de compostaje, el monitoreo y control de los parámetros de compostaje, así como la aireación de las pilas, utilizando equipos como volteadores de compostaje.

Recolección y transporte de la pollinaza. Como se explicó anteriormente la recolección de los desechos de las actividades avícolas es realizada actualmente por

personal contratado a destajo, a través de una empresa que ofrece estos servicios específicamente, por lo que se determinó que se utilizará el mismo servicio para la recolección de la pollinaza, ahora destinada al compostaje. De igual forma, a los trabajadores encargados, también llamados caleteros, de mover la pollinaza del galpón a los camiones de recolección, se les remunera por saco, y como se expuso con anterioridad, se estiman por galpón 1700 ± 200 sacos.

Del mismo modo, se deben costear los gastos de transporte de la pollinaza desde los galpones hasta el patio de compostaje, puesto que la pollinaza ya no será dada como forma de pago por el servicio de recolección. Para el transporte de la pollinaza se utilizará un camión volteo, a medida que los trabajadores vayan recogiendo la pollinaza en sacos, estos serán vaciados en el camión volteo, y finalmente llevados a granel hasta el patio de compostaje. Se estima que el proceso de recolección y transporte se llevará a cabo en tres días por cada tres galpones, es decir, un día por galpón. Asimismo, el equipo de recolección tiene 15 trabajadores, y se utiliza un volteo con una batea de 20 m³.

Formación de las pilas o camellones. Una vez el camión volteo traslade la pollinaza hasta el patio de compostaje, el mismo distribuirá el material de manera que facilite la formación de las pilas o camellones de compostaje. Si bien en el compostaje de excretas y desechos de pollo de engorde tienen la cantidad de carbono y nitrógeno balanceadas, generalmente, la humedad es el elemento faltante, entonces una vez extendida la cama en el área de compostaje, se le deberá aplicar agua de ser necesario, hasta conseguir una humedad del 50% preferiblemente, debido a que es el porcentaje más fácil de evaluar. Asimismo, se deberá inocular la cama, también tendida, con el acelerador de compostaje, de manera tal que los cultivos bacterianos queden esparcidos en toda la pila final.

Finalmente, una vez cumplidos los procesos de control de humedad y aplicación de acelerador de compostaje, se procede a la formación definitiva de la pila o camellón de compostaje, siguiendo las dimensiones establecidas previamente. En cuanto a la

maquinaria utilizada en este proceso, el mismo será realizado con la ayuda de una retroexcavadora, tal como se muestra en el gráfico 13.



Gráfico 13. Retroexcavadora.

Fuente: Castellanos, M. (2021).

Del mismo modo, se debe marcar visiblemente todas las dimensiones necesarias en el patio de compostaje que sirvan como referencia para el volteo y reconfiguración de los camellones, debido a que, en la práctica, el material tenderá a explayarse, perdiendo las dimensiones iniciales, lo que es totalmente normal. Las marcas iniciales ayudaran a conservar en lo posible las dimensiones de diseño originales.

Distribución de las pilas de compostaje. Como se mencionó anteriormente, la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., posee 10 galpones, sin embargo, compostar toda la pollinaza de estos 10 galpones al mismo tiempo, dificulta el proceso de transporte de la pollinaza, de los galpones al patio de compostaje, al igual que el manejo de las pilas de compostaje, debido a los altos volúmenes de producción. De esta forma, se estableció que la pollinaza generada en los 10 galpones se va a compostar en tres grupos, y quedarán dispuestos de la siguiente manera:

- Grupo 1: está conformado por los galpones 1, 2 y 3, una vez reutilizada la cama de pollo durante dos lotes, es decir, se haya acumulado excremento durante dos

ciclos productivos, en estos galpones, la cama se trasladará al patio para iniciar el proceso de compostaje.

- Grupo 2: este grupo está formado por los galpones 4, 5 y 6, una vez finalizado el proceso de compostaje del grupo anterior, se trasladará entonces la cama avícola del grupo 2 al patio para dar inicio a su procesamiento. Es importante señalar que la reutilización de la cama de pollo en este grupo será de tres lotes.
- Grupo 3: el último grupo está conformado por los galpones 7, 8, 9 y 10. Se procede igual que en el grupo anterior, una vez finalizado el proceso de compostaje del grupo 2, se trasladará entonces la cama avícola del grupo 3 al patio de compostaje. Finalmente, se tiene que la reutilización, en este grupo, de la cama avícola será de cuatro lotes.

Cabe destacar, que la cama avícola no debe sobrepasar los 6 ciclos o lotes de reutilización, por lo que el proceso se encuentra dentro los límites recomendados. Asimismo, la diferencia en la reutilización de las camas avícolas entre los tres grupos solo ocurrirá durante el primer ciclo de compostaje, este arreglo inicial se hará con el objetivo de que, para los ciclos subsiguientes, cada grupo sea procesado con una cama avícola de tres lotes de reutilización. También es importante señalar que la cascara de arroz usada como sustrato, deberá ser introducida al mismo tiempo en todos los galpones al inicio del primer ciclo de compostaje, por lo que es necesario que exista una relación congruente entre la producción de carne de pollo y la producción de compostaje.

Por último, se tiene la disposición de las pilas o camellones dentro del patio de compostaje. En el gráfico 14, se muestra la propuesta para la alineación de las pilas, partiendo de las dimensiones establecidas previamente y de las tareas generales necesarias para el monitoreo y control de un proceso de compostaje. Se estableció que el pasillo entre cada camellón será de 4m, esto les proporciona a los trabajadores el espacio suficiente para llevar a cabo las labores necesarias, tanto de control de parámetros, formación de pilas y aireación utilizando un volteador de compostaje.

Utilizando las medidas señaladas en el gráfico 13, se tiene que la capacidad máxima del patio de compostaje es de seis pilas o camellones, sin embargo, se trabajara con un máximo de 4 pilas, para evitar el colapso del proceso.

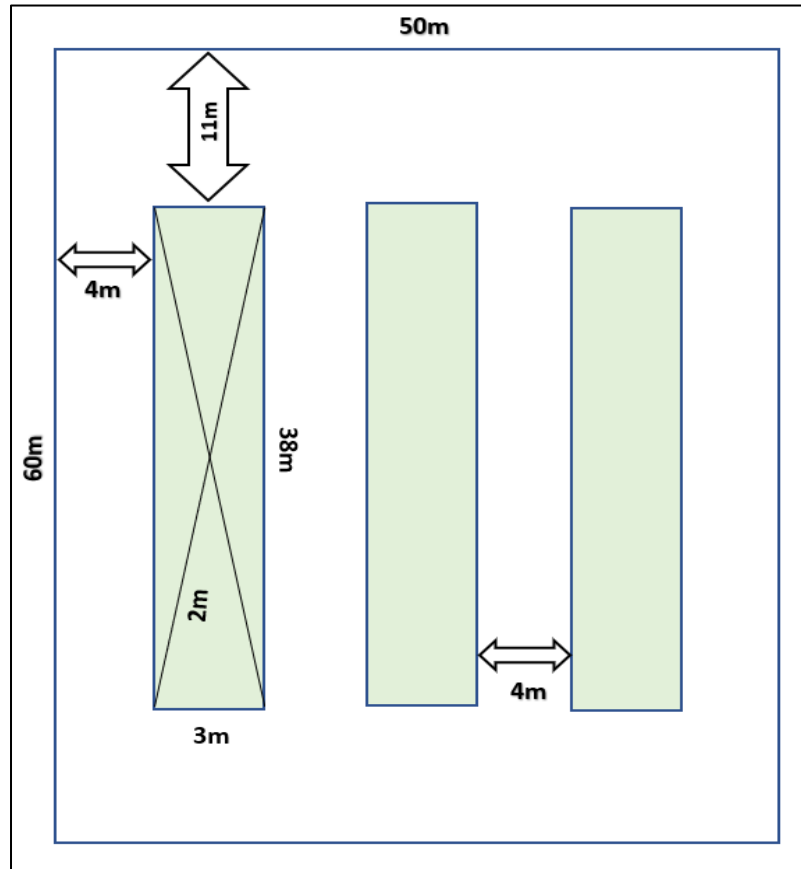


Gráfico 14. Distribución de las pilas de compostaje.

Fuente: Castellanos, M. (2021).

Manejo de pilas y control de parámetros. El monitoreo y control de los parámetros de compostaje, como son, la humedad, el pH, la temperatura, la oxigenación o volteo de pilas, son esenciales para llevar a cabo cualquier proceso de compostaje, independientemente de la materia prima utilizada. No obstante, en el caso de la composta que utiliza como materia prima pollinaza, el control de dichos parámetros se vuelve indispensable para la eliminación adecuada de los patógenos encontrados en el estiércol. Finalmente, cabe señalar que durante todo el proceso de compostaje las pilas estarán cubiertas con lonas de plástica, con el fin de garantizar el

control adecuado de los parámetros. A continuación, se describe el manejo del sistema de la planta de compostaje diseñada para Granja El Cedro JGC, C.A.

1. Tiempo de compostaje. Se entiende por tiempo de compostaje (T_c), el tiempo transcurrido desde la formación de la pila o camellón hasta la obtención del compost estable. El tiempo de compostaje, de acuerdo al tipo de residuo a compostar, las condiciones climatológicas, el manejo fisicoquímico, el manejo microbiológico y características del producto final que se desea obtener. Para esta planta de compostaje específicamente, de acuerdo a lo establecido por Sztern y Pravia (1999), FAO (2013), y Ayala (2018), en cuanto al compostaje de cama de pollo de engorde, se estableció un tiempo de compostaje aproximado de 35 - 40 días.
2. Control de aireación y humedad de la masa en compostaje. El manejo de ambos parámetros tiene como objetivo favorecer el metabolismo aeróbico, así como lograr que el proceso de compostaje se cumpla de forma integral en toda la masa de composta. En este caso, la aireación de la masa de compostaje se hará a través del volteo mecanizado, utilizando un volteador de compostaje, también llamado compostador. Asimismo, durante los movimientos de volteo de las pilas, siempre deberá buscarse, que el material perteneciente al núcleo de compostaje pase a formar parte de la parte superior de la pila y viceversa. Por otro lado, la humedad óptima de la pila será mantenida aplicando, únicamente, agua directamente sobre la misma.

Finalmente, se tiene que no existen frecuencias preestablecidas de volteo y riego, sin embargo, uno de los parámetros, que resultará de fácil medición es la temperatura y es a partir de la misma que se ejercerá un control sobre la aireación y riego del proceso. No obstante, para el control de la humedad, se buscará mantener la pila en un promedio de 50 % de humedad; para ello también se utilizará la “técnica del puño cerrado”, que de acuerdo a Sztern y Pravia (1999), consiste en el siguiente proceso:

- Se toma con la mano una muestra de material.
- Se cierra la mano y se aprieta fuertemente el mismo.
- Si con esta operación se verifica que sale un hilo de agua continuo del material, entonces se establece que el material contiene más de un 40% de humedad.
- Si no se produce un hilo continuo de agua y el material gotea intermitentemente, se estima su contenido en humedad es cercano al 40%.
- Si el material no gotea, y cuando se abre el puño de la mano permanece moldeado, la humedad se presenta entre un 20 a 30 %.
- Finalmente, si al abrir el puño y el material se disgrega, se asume que el material contiene una humedad inferior al 20 %.

3. Control de la temperatura. La temperatura debe ser tomada en el núcleo de la pila. En este caso, se utilizará un termómetro especialmente diseñado para esta tarea. De igual forma, se recomienda tomar la temperatura en dos puntos equidistantes y tomar el valor promedio de ambos. También, es necesario marcar donde se realizó la perforación para introducir el termómetro, esto permitirá utilizar el mismo punto para monitoreos subsiguientes de temperaturas. Asimismo, es conveniente realizar más de una lectura por metro lineal de camellón y promediar las mediciones obtenidas. De igual forma, en el cuadro 6, se muestran los rangos de temperaturas ideales, y las posibles causas que se interponen en alcanzar dichas temperaturas. Por último, en el gráfico 15, se muestra cómo se deberá realizar el control de volteo y riego por temperatura.

De igual forma, como se visualiza en el gráfico 15, los volteos se realizarán cuando las temperaturas empiecen a bajar luego de haber alcanzado su valor máximo en fase termófila. Seguidamente realizado el volteo de la pila, la temperatura disminuye, y gradualmente vuelve a subir hasta completar una nueva etapa termogénica. De manera general, en los procesos de compostaje de pollinaza se estima la presencia de tres fases termófilas, siempre que el mismo se lleve a cabo de la forma correcta.

Cuadro 6. Parámetros de temperatura óptimos.

Temperatura (°C)	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C)	Humedad insuficiente.	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros)
	Material Insuficiente.	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C:N.	El material tiene una alta relación C:N y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura mas de una semana.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas temperaturas (T ambiente > 70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralentice el proceso.

Fuente: FAO (2013).

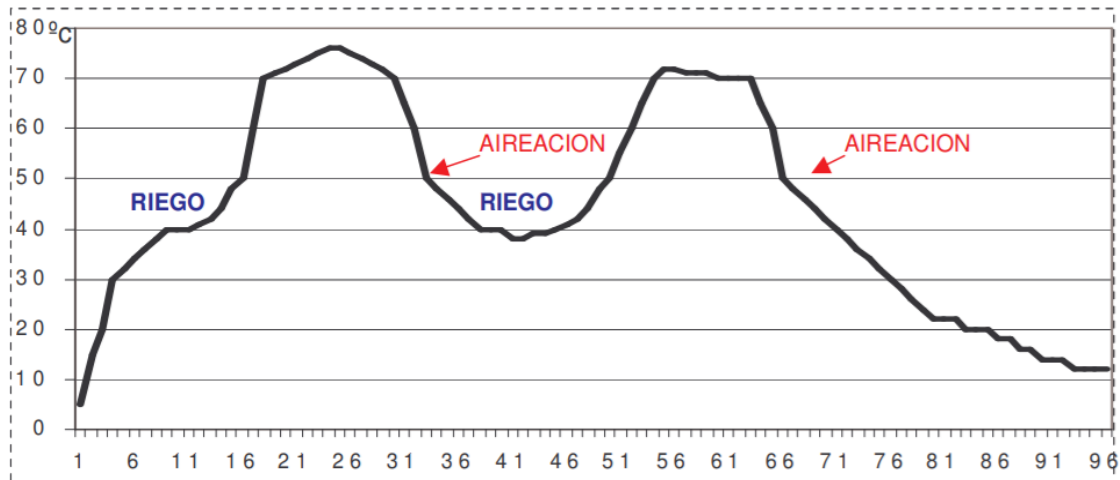


Grafico15. Control de volteo y riego a partir de la temperatura.

Fuente: Sztern y Pravia (1999).

Avanzando en el tema, si el material ha sido preparado correctamente y las pilas se han aireado homogéneamente en el proceso de aireación, es habitual que se presenten tres etapas termogénicas. Si hay necesidad de riego es conveniente hacerlo

en las etapas mesotérmicas. El riego debe ser lo más atomizado posible, para no producir cambios violentos en la temperatura.

4. Control del pH. El monitoreo de este parámetro se hará a través de la utilización de un instrumento medidor de pH, al igual que en el control de la temperatura, se deberán tomar varias mediciones a lo largo de la pila para estimar un valor promedio. Así mismo, en el cuadro 7 se muestran los valores óptimos de pH en un proceso de compostaje.

Cuadro 7. Parámetros óptimos de pH.

pH	Causas asociadas		Soluciones
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
4,5 – 8,5 Rango ideal			
>8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C:N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio.	Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Fuente: FAO (2013).

5. Control de lixiviados. Debido al declive que presenta la terraza o patio de compostaje, el proceso de recolección de lixiviados se puede realizar con facilidad. De igual forma, se esperan escurrimientos bajos durante el proceso, asimismo, los líquidos o escurrimientos resultantes del compostaje, serán colectados y reutilizados en el mismo proceso para evitar la contaminación de los suelos y cuerpos de agua.

Maduración del compostaje. En el caso de este proceso de compostaje, se establece que el compost estará listo para ser empacado, cuando el material, aun húmedo no aumente de temperatura nuevamente a pesar de que se realice el volteo de la pila. Una vez se haya alcanzado este punto en el proceso, se deberán tomar varias muestras de las diferentes pilas para realizarles un análisis físico-químico, que permita asegurarse que el compost posee las propiedades correctas para ser aplicado en el campo. En el cuadro 8 se muestran los parámetros de la composta madura de pollinaza.

Cuadro 8. Parámetros de composta madura de pollinaza.

PARÁMETROS DE LA COMPOSTA MADURA	CONTENIDO
Humedad (%)	28.97
pH	8.09
Conductividad Eléctrica (Sdm -1)	13.06
Cenizas (%)	26.09
Materia Orgánica (%)	73.91
Carbono Total (%)	42.87
Nitrógeno Total (%)	3.40
Relación C/N	12.61
Calcio CaO (%)	5.86
Magnesio MgO (%)	1.876
Sodio Na ₂ O (%)	2.585
Potasio K ₂ O (%)	7.082
Fosforo P ₂ O ₂ (%)	8.157

Fuente: Ayala (2018).

Almacenamiento y empaque. Una vez el compost haya alcanzado su punto de maduración, el mismo deberá ser recolectado y ensacado para trasladarse hasta el galpón donde será almacenado, el cual se encuentra localizado a unos 600 m del patio de compostaje. Este proceso de recolección y empaquete será llevado a cabo por el mismo servicio contratado para la recolección y transporte de la pollinaza. En cuanto al empaque del compostaje, el mismo se hará en el patio de compostaje una vez finalizado el proceso, asimismo, los sacos se irán transportando al galpón de almacenamiento, donde se ordenarán encima de paletas de madera con el objetivo de mantenerlos aireados. También, es importante señalar, que el servicio de ensacado de compost, es remunerado por saco.



Gráfico 16. Camión para transporte de sacos de compost.

Fuente: Castellanos, M. (2021).

Rendimiento. De acuerdo a Sztern y Pravia (1999), en términos generales, durante el proceso de compostaje se produce una pérdida alrededor del 6 a 10 % del volumen inicial de residuos. Tomando el promedio de ambas cifras, se establece que por galpón se producirán 1564 sacos (ecuaciones 1 y 2). De igual forma, se tiene que los sacos dispuestos para el empacado del compost, una vez llenos, tienen 52cm de diámetro y 65cm de alto, lo que resulta en un volumen de 0.13 m^3 de compostaje por saco.

$$1700 \text{ sacos} * 0.08 = 136 \text{ sacos (1)}$$

$$1700 \text{ sacos} - 136 \text{ sacos} = 1564 \text{ sacos (2)}$$

4.2.2 Requerimientos para el compostaje de la mortalidad generada

En el caso del compostaje de la mortalidad de granja, se requiere de un lugar estratégico, debe estar lo suficientemente alejado de los galpones para evitar que los patógenos que pudieran encontrarse en los animales muertos puedan regresar a la granja, y lo suficientemente cerca, de manera tal, que no ralentice el proceso. Asimismo, se debe tratar de un área cerrada, con pisos impermeables que permitan la recolección de los lixiviados. También, debe contener un techo que proteja al material del medio ambiente y permita controlar sus parámetros de forma apropiada, al igual que paredes sólidas y un frente lo suficientemente amplio para que el manejo de humedad, inoculación y oxigenación sean fáciles y tomen el menor tiempo posible.

Del mismo modo, el área destinada al compostaje de mortalidad, se le conoce como casetas. En la Granja El Cedro JGC, C.A., estas casetas ya están construidas y dispuestas en un área estratégica, sin embargo, las mismas deberán ser limpiadas y desinfectadas, antes de empezar el proceso de compostaje; en el gráfico 17 se muestran las casetas de compostaje de mortalidad de la granja. Las casetas fueron construidas con base en el tamaño de los galpones y sus volúmenes de mortalidad, teniendo en cuenta la adición de los desechos vegetales para la relación carbono – nitrógeno. En cuanto, a la relación C:N adecuada, esta se logrará utilizando los desechos vegetales que se generan inevitablemente dentro la granja, específicamente los desechos provenientes de la poda de los alrededores de los galpones.



Gráfico 17. Casetas de compostaje de mortalidad

Fuente: Castellanos, M. (2021).

Por otra parte, el procedimiento de la construcción del bloque del compostaje dentro de las casetas, se hará tal cual se encuentra descrito en la sección 2.2.10.4 *Compostaje de Mortalidad de Granja*. De igual forma, el control de parámetros se hará bajo la misma metodología propuesta para el compostaje de pollinaza, cambiando únicamente la maquinaria utilizada para el volteo de los bloques. En el caso del

compostaje de la mortalidad, la aireación por volteo se realizará manualmente, en las etapas tempranas del proceso, puesto que la mortalidad es baja y su volumen es menor. No obstante, una vez el bloque empiece a aumentar su tamaño, la aireación por volteos se realizará con la ayuda de una retroexcavadora, de manera que se garantice la oxigenación total del bloque.

Por último, se debe señalar, que todo el compostaje resultante de la mortalidad, no será vendido ni dispuesto en sacos, como es el caso del compostaje de pollinaza. El compostaje de mortalidad será utilizado como fertilizante en los diversos cultivos que se desarrollan dentro de las instalaciones de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

4.2.3 Requerimientos de mano de obra, materiales, y equipos

Mano de obra. Ambos procesos de compostaje, tanto el compostaje de pollinaza como el compostaje de mortalidad, estarán bajo la supervisión del gerente y propietario de la empresa, sin embargo, las tareas relacionadas al monitoreo y formación de las pilas serán realizadas por dos trabajadores, un tractorista y un obrero. Ambos trabajadores se encargarán de la aplicación previa del acelerador de compost, y el control de los parámetros de compostaje, para ello, se realizará una pequeña capacitación a ambos empleados, con el propósito de enseñarles el manejo adecuado de los instrumentos, así como los diferentes niveles de los parámetros de compostaje y sus significados dentro del proceso. También, para garantizar un proceso de compostaje adecuado, se estableció que el monitoreo de los parámetros de compostaje deberá ser conducido, mínimo, cada 24 horas.

Así mismo, se tiene el personal contratado a destajo, se tienen tres tipos de servicio, estos son:

- Servicio de recolección de pollinaza y compostaje: hace referencia a la cuadrilla de recolección, se trata de aproximadamente 15 trabajadores, cuyo trabajo es remunerado por saco.
- Servicio de transporte: se refiere al servicio de alquiler de volteo, el mismo es contratado por día.

- Operador de retroexcavadora: si bien la máquina forma parte de la empresa, es necesaria la contratación un operador para la misma, dicho trabajador es contratado por día.
- Servicio de análisis físico-químico de compostaje: se refiere a los análisis de laboratorio que se le deberán realizar al compostaje, una vez finalizado su proceso, para determinar la seguridad de su aplicación en el campo.

Materiales, instrumentos y equipos.

Materiales. Los materiales necesarios para la instalación de la planta de compostaje, son los siguientes:

- Pollinaza, mortalidad y desechos de poda: estos materiales constituyen la materia prima del proceso.
- Aceleradores de compost: en este caso, se utilizará un producto llamado Biooptimize, el mismo es fabricado por una empresa nacional llamada TecnoAgua, C.A. ubicada en el Estado Portuguesa. Asimismo, las indicaciones de aplicación del producto establecen que se utilizan 50ml por cada tonelada de material. Se sabe que por camellón de compostaje se tienen 91797.50 kg de pollinaza, al aplicar una regla de tres, se tiene que, se deberán aplicar 4.6 L del acelerador por pila o camellón. En el caso del compostaje de mortalidad, la cantidad de acelerador será ajustada de acuerdo al volumen diario de la mortalidad generada.
- Lonas de plástico: estas son necesarias para cubrir las pilas de compostaje de la intemperie, asimismo, se utilizará un rollo de este material por camellón, las dimensiones de estos rollos son, 6m de ancho por 42m de largo.
- Paletas de madera: estas serán utilizadas para ordenar los sacos de compost en el galpón de almacenamiento, con las mismas se hará un piso sobre el galpón. Cada paleta de manera mide 1x1.20, de acuerdo a las dimensiones de los sacos llenos, se estableció que se acomodaran 24 sacos por paleta, lo que genera una necesidad de 270 paletas por cada ciclo de compostaje.

Instrumentos. Se trata de los aparatos necesarios para la medición de los parámetros de compostaje, los instrumentos requeridos son:

- Termómetro.
- Medidor de pH y contenido de humedad.

La gerencia señaló, que posee el termómetro específicamente necesario para el proceso, sin embargo, debe adquirir el medidor de pH y de contenido de humedad.

Equipos. Hace referencia los equipos más pesados necesarios para la formación y volteo de pilas, estos son:

- Retroexcavadora.
- Volteador de compostaje, la empresa no posee actualmente un volteador de compost, sin embargo, tanto su adquisición es sencilla. Finalmente, se presenta a continuación, en el gráfico 18 se presenta de manera resumida, los requerimientos para la instalación de una planta de compostaje en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.



Gráfico 18. Requerimientos para la instalación de una planta de compostaje en la empresa Granja El Cedro JGC, C.A.

Elaborado por: Castellanos María. (2021).

4.2.4 Estudio Técnico y de Mercado

Capacidad de planta. Debido a que la producción de compost dependerá de la producción anual de carne de pollo, teniendo en cuenta que aproximadamente se llevan a cabo cinco lotes de producción (de carne de pollo), la capacidad de la planta de compostaje se establece de la siguiente manera:

$$Capacidad = \frac{5 \text{ lotes}}{3.3 \text{ galpones procesados}} * 10 \text{ galpones} \cong 15 \text{ galpones}$$

Tomando en consideración que por galpón procesado se producirán 1.564 sacos de compost, se tiene que la producción anual máxima será de 23.697 sacos.

Análisis de demanda y oferta. Actualmente no existen cifras estadísticas oficiales que permitan realizar los análisis oportunos para establecer un plan de producción basados en los análisis de demanda y oferta. Sin embargo, hay dos factores fundamentales que potencialmente influenciarán en la demanda del producto, la ubicación de Granja El Cedro JGC, C.A., y el incremento de la agricultura sostenible en el país. Según Instituto Nacional de Estadística (INE), el Estado Carabobo es un importante productor agrícola y pecuario, es uno de los productores de cítricos, café, cacao, caña de azúcar, cambures, papas, entre otros, igualmente, es productor importante de ganado equino, ganado porcino, y de carne de pollo, este tipo de economía sigue aun presente en la zona del Occidente del Estado Carabobo.

De acuerdo a la información proporcionada por la gerencia, actualmente en la zona existe un crecimiento relevante en la producción de cacao, y consecuentemente de plátano y cambur, debido a la sensibilidad de este tipo cultivo, y el valor agregado que genera la certificación orgánica, son cada vez más los agricultores interesados en el tipo de fertilizante que se busca producir. Igualmente, la empresa colinda con una finca productora de cacao, otra productora de ganado vacuno y un haras. También, se estima un crecimiento en la demanda del producto, debido al aumento en el interés de los individuos por consumir productos más naturales, lo que obliga a los productores a adaptarse a este nuevo mercado, en el Estado Mérida, por ejemplo, se ha prohibido el

uso de estiércoles sin tratamiento. Asimismo, se desconoce la existencia de una planta procesadora de compostaje en la zona capaz de satisfacer la demanda potencial.

Mercado meta y distribución. El mercado meta del producto terminado, incluye a todos los agricultores de la zona, específicamente, del Occidente de Carabobo, que deseen un fertilizante capaz de aportar materia orgánica al suelo, el cual contenga los nutrientes necesarios y se encuentre libre de patógenos que puedan ser perjudiciales para el correcto desarrollo de sus cultivos. De igual forma, la distribución del producto terminado se hará de forma tal, que el cliente deberá buscarlo a las instalaciones de la granja, por lo que no se contará con canales de distribución. Finalmente, se estableció que la promoción del producto se realizará a través de las redes sociales, específicamente en los grupos de WhatsApp y Facebook de agricultores de la zona.

4.2.5 Ventajas del Compost

De acuerdo a la FAO (2013), la materia orgánica se posiciona como uno de los más importantes componentes del suelo, de igual forma no existe una definición única de materia orgánica, se puede considerar que la materia orgánica es cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos. Asimismo, la aplicación de materia orgánica en suelos debe ser una práctica permanente, no solo para aumentar el porcentaje de materia orgánica del suelo, sino también los beneficios que la misma aporta a los suelos:

Mejora las propiedades físicas:

- Facilita el manejo del suelo para las labores de arado o siembra.
- Aumenta la capacidad de retención de la humedad del suelo.
- Reduce el riesgo de erosión.
- Ayuda a regular la temperatura del suelo (temperatura edáfica).
- Reduce la evaporación del agua y regulando la humedad.

Mejora las propiedades químicas:

- Aporta macronutrientes, como N, P, K y micronutrientes.
- Mejora la capacidad de intercambio de cationes.

Mejora la actividad biológica:

- Aporta organismos (como bacterias y hongos) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en nutrientes para las plantas y degradar sustancias nocivas.
- Mejora las condiciones del suelo y aporta carbono para mantener la biodiversidad de la micro y macrofauna (lombrices).

Otros beneficios adicionales del proceso de compostaje residen en la reducción de malos olores producto de la pudrición y en la eliminación de vectores como insectos (moscas) y ratas, pues mediante la aplicación de aceleradores de compostaje, como los que se describen en el diseño propuesto, se reduce considerablemente la carga amoniacal del material. También, tiene una función muy importante en la eliminación de patógenos humanos, bacterias contaminantes de alimentos, de las semillas de malezas y otras plantas no deseadas.

4.3 Fase III: Establecimiento de los requerimientos organizacionales, de seguridad industrial y ambiental para la instalación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en la Granja El Cedro JGC, C.A.

En esta sección se determinaron todas las necesidades de carácter organizacional, legal, administrativos, ambientales y de seguridad, requeridos para la instalación de una planta procesadora de compostaje, dentro de las instalaciones de Granja El Cedro JGC, C.A. Asimismo, es importante aclarar que, la planta de compostaje no estará establecida como una empresa independiente de Granja El Cedro JGC, C.A., sino que la misma, se constituiría como un proceso adicional a las actividades de producción avícola realizadas dentro de la empresa.

4.3.1 Estructura Organizacional

El organigrama de una planta procesadora de compostaje para la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., de acuerdo a los requerimientos establecidos en las fases anteriores, quedará estructurado de la siguiente manera:

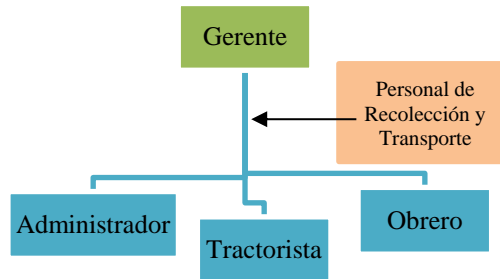


Gráfico 19. Organigrama de la planta de compostaje.

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

4.3.2 Capacitación y Adiestramiento del Personal

La capacitación se refiere a los métodos usados para proporcionar al personal de una empresa las habilidades que éstos necesitan para realizar su trabajo. Ésta abarca desde cursos sencillos sobre terminología hasta cursos complejos que permiten entender el funcionamiento de un nuevo sistema; tales cursos pueden ser teóricos o prácticos, o combinados. Finalmente se tiene que dicho adiestramiento para el personal requerido tiene un costo de \$100, que envuelve los costos de contratación del especialista, el transporte de la misma, y los refrigerios para ella y los trabajadores.

4.3.3 Aspectos Legales

1. Sueldos y salarios

De acuerdo al Decreto Presidencial No. 4.602, publicado en la **Gaceta Oficial Extraordinario No. 6.622, de fecha 01 de mayo de 2021**, se estableció que el salario mínimo corresponde a siete millones de bolívares (Bs. 7.000.000,00), sin embargo, luego de la última reconversión monetaria es cifra se traduce a siete bolívares (Bs. 7,00). De igual forma, cuando el trabajador preste servicios en una jornada parcial, el salario podrá ser pagado con base en la alícuota respectiva de conformidad con el artículo 172 de la Ley Orgánica del Trabajo, los Trabajadores y las Trabajadoras publicado en la

Gaceta Oficial N°6.076 del 7 de mayo de 2012. Dicho artículo establece que: cuando la relación de trabajo se haya convenido a tiempo parcial, el salario que corresponda al trabajador o trabajadora se considerará satisfecho cuando se dé cumplimiento a la alícuota respectiva, salvo acuerdo entre las partes más favorable al trabajador o trabajadora.

2. Aportes Patronales

Fondo de Ahorro Obligatorio de Vivienda (FAOV). De acuerdo a la Ley de Vivienda y Hábitat, Capítulo III, Título III, Decreto N°6.072 con Rango, Valor y Fuerza de Ley y publicada en la **Gaceta Oficial Extraordinaria N°5.889 el 31 de Julio de 2008** se establece un sistema de aporte obligatorio mixto entre el patrón y el empleado, destinado a financiar la compra de vivienda por parte de los trabajadores. Este aporte se establece en tres por ciento (3%) del salario integral del trabajador, correspondiendo 1/3 del aporte al trabajador y 2/3 al patrono.

Seguro Social Obligatorio (SSO). Según la Ley Orgánica del Sistema de Seguridad Social, **Gaceta Oficial N°37.600 de la República Bolivariana de Venezuela del 30 de diciembre de 2002 - Decreto N°6.266**, con Rango, Valor y Fuerza de Ley de Reforma Parcial de la Ley del Seguro Social, Gaceta Oficial N°5.891 de la República Bolivariana de Venezuela del 31 de Julio de 2008, se establece que este aporte se calcula con base en el número de lunes en el periodo de nómina correspondiente. El patrono aporta una cuota que depende de la clasificación de riesgo que tiene la empresa ante el Ministerio del Trabajo; normalmente es del 10%.

$$\left(\frac{\text{Salario} \times 12 \text{ meses}}{\text{Semanas laborales}} \right) \times (0.10 \times \text{lunes del mes})$$

Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista (INCES). La Ley del Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista INCES, Capítulo I, Artículo 14, Numeral 1 - **Gaceta Oficial N°38.958 del 23 de junio de 2008 - Decreto N°6.068 14 de mayo de 2008**, indica que el patrono aporta el 2% del salario integral devengado en cada nomina por los empleados.

Pérdida involuntaria del empleo (PIE). Es un derecho que tiene el trabajador cesante de recibir por cinco meses una manutención correspondiente al 60%, del monto que resulte del promedio del salario de los últimos 12 meses de trabajo, antes de la cesantía. Se calcula en base sobre el salario normal, el trabajador aporta un 0,5% y el patrono 2%.

$$\left(\frac{\text{Salario} \times 12 \text{ meses}}{\text{Semanas laborales}} \right) \times (0.02 \times \text{lunes del mes})$$

3. Beneficios Sociales

De acuerdo a lo establecido en la Ley Orgánica del Trabajo, los Trabajadores y las Trabajadoras (LOTTT) publicado en la **Gaceta Oficial N°6.076 del 7 de mayo de 2012**, se tienen los siguientes beneficios sociales:

Bono Vacacional. Según lo establecido en el Artículo 190 de la LOTTT, cuando el trabajador cumple un año ininterrumpido de labores tiene derecho al disfrute de vacaciones. Al cumplir el primer año de servicio al trabajador le corresponderán 15 días hábiles de disfrute remunerados. Los años siguientes tendrá derecho a quince días hábiles más un día adicional (contados a partir del segundo año) hasta llegar a un máximo de treinta días en total.

Utilidades. A continuación, se hará cita textual de los artículos de la LOTTT que hacen referencia a las utilidades:

Artículo 131. Las entidades de trabajo deberán distribuir entre todos sus trabajadores y trabajadoras, por lo menos, el quince por ciento de los beneficios líquidos que hubieren obtenido al fin de su ejercicio anual. A este fin, se entenderá por beneficios líquidos, la suma de los enriquecimientos netos gravables y de los exonerados conforme a la Ley de Impuesto Sobre la Renta. Esta obligación tendrá, respecto de cada trabajador o trabajadora como límite mínimo, el equivalente al salario de treinta días y como límite máximo el equivalente al salario de cuatro meses.

Artículo 132. Las entidades de trabajo con fines de lucro pagarán a sus trabajadores y trabajadoras, dentro de los primeros quince días del mes de diciembre de cada año o en la oportunidad establecida en la convención colectiva, una cantidad

equivalente a treinta días de salario, por lo menos, imputable a la participación en los beneficios o utilidades que pudieran corresponder a cada trabajador o trabajadora en el año económico respectivo. El cálculo del mismo será igual al mínimo de 30 días de su sueldo básico integral.

4. Prestaciones Sociales.

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 142 de la LOTTT, las prestaciones sociales se protegerán, calcularán y pagarán de la siguiente manera:

- El patrono o patrona depositará a cada trabajador o trabajadora por concepto de garantía de las prestaciones sociales el equivalente a quince días cada trimestre, calculado con base al último salario devengado. El derecho a este depósito se adquiere desde el momento de iniciar el trimestre.
- Adicionalmente y después del primer año de servicio, el patrono o patrona depositará a cada trabajador o trabajadora dos días de salario, por cada año, acumulativos hasta treinta días de salario.
- Cuando la relación de trabajo termine por cualquier causa se calcularán las prestaciones sociales con base a treinta días por cada año de servicio o fracción superior a los seis meses calculada al último salario.
- El trabajador o trabajadora recibirá por concepto de prestaciones sociales el monto que resulte mayor entre el total de la garantía depositada.
- Si la relación de trabajo termina antes de los tres primeros meses, el pago que le corresponde al trabajador o trabajadora por concepto de prestaciones sociales será de cinco días de salario por mes trabajado o fracción.
- El pago de las prestaciones sociales se hará dentro de los cinco días siguientes a la terminación de la relación laboral, y de no cumplirse el pago generará intereses de mora a la tasa activa determinada por el Banco Central de Venezuela, tomando como referencia los seis principales bancos del país. Una vez tenido en cuenta lo establecido en el Artículo 142 se procede a realizar el cálculo.

5. Permisos y Registros

Como se indicó anteriormente, la planta de compostaje formara parte de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., la misma ya posee los permisos y registros requeridos para su funcionamiento de acuerdo a los requisitos exigidos por la República Bolivariana de Venezuela. Asimismo, el registro de comercio de la empresa establece que el objeto social de la compañía será se la explotación del ramo agropecuario tal como: compra-venta, cría y comercialización de animales domésticos, como aves de corral ganado y otros; cualquiera sea su especie, cultivos y explotación de especies frutícolas de todo género, tipo, clases, variedad, explotaciones de sus frutos, distribución y comercialización, y cualquier actividad agrícola y pecuaria; administración de fundos agropecuarios y en general todas las actividades afines o conexas de licito comercio relacionado con el ramo. De igual forma, se tiene que los documentos requeridos, que ya posee la empresa son:

- Registro Campesino (Carta De Agricultor): los productores agrícolas deben inscribirse por internet en un censo obligatorio, en el que el Estado Venezolano maneja estadísticamente la información de los productores agrícolas, pesqueros y ganaderos a nivel nacional. Por tal motivo, todas las personas que realizan directamente actividades relacionadas con la producción primaria agrícola, tienen que censarse en lo que se conoce como el “Registro campesino”.
- Registro INSAI: El Registro Único Nacional de Salud Agrícola Integral (RUNSAI), es un sistema en línea del INSAI para que se registren personas o empresas con el fin de que obtengan los servicios ofrecidos por esta institución, entre ellas se encuentran las guías de movilización.
- Constancia de Ocupación: La Constancia de Ocupación de Terreno es un documento que formaliza la Dirección de Catastro Municipal, adscrita a la Alcaldía donde se encuentre la empresa, que certifica a un ciudadano o ciudadana para ocupar determinado espacio geográfico dentro de linderos del municipio correspondiente.

- Permiso RACDA: se trata de la autorización para el Manejo de Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos y el Registro de Actividades Capaces de Degradar el Ambiente (RACDA), se otorga conforme al Ordenamiento Jurídico Ambiental, a las personas naturales, jurídicas, públicas o privadas que pretendan realizar actividades de manejo o generen materiales y desechos peligrosos, emisiones atmosféricas o efluentes líquidos, como instrumentos que permiten el establecimiento del control administrativo y técnico, aportando medidas de seguridad, prevención y control de los riesgos en la ejecución de la actividad, en salvaguarda de la salud y del ambiente.
- Rupdae: es el Registro Único de Personas que Desarrollan Actividades Económicas (Rupdae), se trata de una herramienta desarrollada bajo la supervisión de la Superintendencia Nacional de Defensa de Derechos Socioeconómicos (Sundde); y el Ministerio del Poder Popular para el Comercio.
- Permiso Sunagro: la Superintendencia Nacional de Gestión Agroalimentaria (Sunagro), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para el Comercio Nacional, es la institución ejecutora de las políticas de protección del Sistema Nacional Integral Agroalimentario (SICA), que tiene como principal objetivo ordenar, regular y proteger, el desempeño de las actividades relacionadas al acceso de los alimentos a la población venezolana.
- Certificado de Conformidad De Bomberos: un requisito indispensable para la obtención de la Patente de Industria y Comercio, es un permiso por parte de los Bomberos del Municipio donde se encuentra la empresa, dicha permisología es otorgada una vez que este cuerpo realiza una revisión e inspección de la empresa y su emisión es gratuita.
- Patente de Industria Y Comercio: de acuerdo a la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, Artículo N°179, Numeral 2 – Ley Orgánica del Poder Público Municipal, Artículos 204 y 207, es un permiso necesario e

imprescindible para iniciar operaciones en la empresa y dicha patente es otorgada por la Alcaldía del Municipio donde este localizada la organización, donde el costo para el registro de la empresa es de 100 U.T, con un adicional de la alícuota anual del 0,6% de las ganancias anuales o 12 U.T.

- Constancia de Habitabilidad: es un documento emitido por la Alcaldía del municipio pertinente, donde se especifican las condiciones y características físicas de una edificación existente, solo para fines de trámite ante el Registro Público y la Dirección de Catastro.
- Uso Conforme: se trata de la certificación que se otorga, previa solicitud del interesado, a todo inmueble que pretenda instalar un comercio, oficina, fábrica, centro asistencial o educacional, ejerciendo una actividad conforme a la permitida por la ordenanza de zonificación vigente, para posteriormente solicitar su respectiva licencia de actividades económicas.
- Acta Constitutiva: el Acta Constitutiva se trata de un documento elevado a escritura pública, y que es obligatorio toda vez que constituye la base legal de cualquier empresa o asociación ya sea de carácter Civil o Mercantil.
- R.I.F.: el RIF es el Registro Único de Información Fiscal y es uno de los servicios principales del SENIAT. Mediante este sistema se puede obtener la identificación tributaria o código único a los contribuyentes y se reparte entre las personas naturales, jurídicas, sucesiones u organismos gubernamentales.

4.3.4 Aspectos Ambientales

Como se ha mencionado con anterioridad, durante el proceso de compostaje se producen líquidos lixiviados que deberán ser tratados a la pila de compostaje cuantas veces sea necesario, así mismo, se tiene la producción de amoníaco que forma parte del proceso, es por esta razón que las actividades realizadas dentro de la planta de compostaje estarán reguladas principalmente por los Artículos 84, 96, y 99 descritos en la sección 2.3.2 *Ley Penal del Ambiente*.

4.4 Fase IV: Evaluación el estado financiero y económico para la factibilidad de la instalación de una planta de tratamiento en la empresa la Granja El Cedro JGC, C.A.

En esta sección se realizó un estudio financiero asociados a todos los costos asociados con la instalación y puesta en marcha de una planta de compostaje para el tratamiento de los desechos sólidos generados dentro de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. De igual forma, a partir de los costos asociados al proyecto, se determinó la factibilidad económica del mismo a través de indicadores de rentabilidad que permitieron evaluar el valor del dinero a través del tiempo y así estimar la eficiencia de la inversión. En la proyección presentada no se tomó en cuenta la inflación del mercado venezolano, debido a la complejidad de su comportamiento. Por tal razón, los valores de los cálculos de rentabilidad serán sustituidos por Moneda USD (\$), con el propósito de obtener un valor más estable, y que se podrá ajustar a la tasa de cambio del Banco Central de Venezuela si se realiza la ejecución del proyecto.

4.4.1 Estimación de Inversión Inicial

La inversión inicial de un proyecto se define como la cantidad monetaria que es necesaria invertir para poner en marcha el proyecto, esta posee dos componentes importantes, los cuales son el capital fijo y el capital de trabajo. En el cuadro 9, se muestran todos los costos asociados con la inversión inicial del proyecto.

$$II = CF + CT$$

Donde: II: Inversión inicial

CF: capital fijo

CT: capital de trabajo

Capital fijo. Comprende aquella porción de la inversión inicial destinada a la compra de activos fijos tangible e intangible. Asimismo, los imprevistos se estimarán un 4% del capital fijo tangible, lo cual representa un monto total de:

$$Imprevistos = \$6125.00 * 0.04 = \$245$$

Capital de trabajo. Se refiere es la cantidad necesaria de recursos para una empresa o institución financiera para realizar sus operaciones con normalidad. Es decir, los activos para que una compañía, sea capaz de hacer sus funciones y actividades a corto plazo. En cuanto a los costos de mano de obra (cuadro 10), se determinó que solo una alícuota del 10% de los salarios del tractorista, administrador y gerente corresponde a las actividades realizadas en la planta de compostaje, pues los mismo son empleados de Granja El Cedro JGC, C.A., donde ejercen diversas funciones. Sin embargo, el 100% de salario del *trabajador 1* si corresponde a la planta de compostaje.

- Efectivo en caja: se destinará el dinero correspondiente para cubrir 16 semanas de sueldos y salarios de los trabajadores (cuadro 10), debido a posibles contratiempos que se puedan presentar durante el inicio de las operaciones de la empresa. El monto asociado por este concepto es de:

$$\text{Efectivo en caja} = \text{Salarios} \times 4 = \$(32 + 240 + 160 + 64) = \$496$$

- Inventario de Repuestos y Materiales: Se contemplará un 10 % de los costos de las maquinarias y equipos, considerando que, durante el arranque y las primeras horas de operación continua de las maquinarias, son más susceptibles a posibles fallas. El costo asociado por este concepto es de:

$$\text{Repuestos y Materiales} = \$6125 * 0.10 = \$612.5$$

Cuadro 9. Inversión Inicial.

Activo Fijo	Cantidad (unidades)	Costo (\$)
TANGIBLES		
Volteador	1	3000.00
Medidor de pH y humedad	1	45.00
Lonas de Plástico	5	1460.00
Paletas de Madera	270	1620.00
Total Tangibles		\$ 6,125.00
INTANGIBLES		

Capacitación del Personal	1	100.00
Consultorio Legal	1	50.00
Imprevistos		245
Total Intangibles		\$ 395.00
Total Capital Fijo		\$ 6,520.00
CAPITAL DE TRABAJO		
Repuestos y Materiales		612.50
Efectivo en Caja		496.00
Total de Capital de Trabajo		\$ 1,108.50
Total de Inversión Inicial		\$ 7,628.50

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

Cuadro 10. Aportes Legales de los Trabajadores.

Trabajadores	Salario Diario	Salario Semanal	10% Salario Semanal	Salario al Año	Salario Integral	Útil. (Días)	Utilidades
Tractorista	2.86	20.00	2.00	1,040.00	3.15	60.00	189.29
Trabajador 1	2.14	15.00		780.00	2.41	60.00	144.64
Administradora	5.71	40.00	4.00	2,080.00	6.67	60.00	400.00
Gerente	14.29	100.00	10.00	5,200.00	17.26	60.00	1,035.60
Trabajadores	Utilidades	Prst. Soc.	Intereses /Prestaciones	Sub Total	Vacaciones	Bono Vacacional	Total
Tractorista	189.29	31.55	14.94	235.77	42.86	45.71	278.63
Trabajador 1	144.64	36.16	17.13	197.93	32.14	34.29	230.07
Administradora	400.00	200.00	94.72	694.72	85.71	91.43	780.43
Gerente	1,035.60	517.80	245.23	1,798.63	428.70	428.70	2,227.33
TOTAL GENERAL	\$ 1,769.53	\$ 785.51	\$ 372.02	\$ 2,927.05	\$ 589.41	\$ 600.13	\$ 3,516.47

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

4.4.2 Depreciación y Amortización

La depreciación será por el método línea recta, para los equipos y maquinarias se estima una vida útil que varía entre 5 y 30 años (considerando el manual del fabricante y su costo de adquisición). Igualmente, los activos fijos intangibles se amortizarán por el método de línea recta en 3 años con valor residual igual a cero. De igual forma, es importante señalar que, debido a que la planta de compostaje será un

proceso adicional dentro de Granja El Cedro JGC, C.A., calcular la depreciación de exacta de toda la maquinaria involucrada en el proceso se dificulta, lo mismo sucede con la amortización de los activos intangibles, sin embargo, ambas se estimarán tomando en cuenta los activos que están únicamente relacionados con el proceso de la planta. A continuación, en el cuadro 11, se muestran los costos asociados a la depreciación y amortización de los activos fijos.

Cuadro 11. Depreciación y Amortización de Activos.

Activo Fijo	Cantidad (unidades)	Costo (\$)	Vida Útil	Depreciación
TANGIBLES				
Volteador	1	3000.00	7	428.57
Medidor de pH y humedad	1	45.00	6	7.50
Termómetro	1	134.00	6	22.33
Lonas de Plástico	5	1460.00	5	292.00
Paletas de Madera	270	1620.00	5	324.00
Total Tangibles		\$ 6,259.00		\$ 1,074.40
Activo Fijo	Cantidad (unidades)	Costo (\$)	Vida Útil	Amortización
INTANGIBLES				
Capacitación del Personal	1	100.00	3	33.33
Consultoría Legal	1	50.00	3	16.67
Imprevistos		245	3	81.67
Total Intangibles		\$ 395.00		\$ 131.67

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

4.4.3 Costos Operacionales

Los costos operacionales se determinaron por galpón, debido a que cada galpón corresponde a una pila o camellón de compostaje. En el cuadro 12 se presentan todos los costos asociados con las tareas correspondientes a la formación, manejo, y control

de una pila de compostaje de sistema abierto para la empresa Granja El Cedro JGC, C.A. Se estimó, que anualmente, de acuerdo a la producción de la pollinaza como residuo de la cría de pollo, se deben procesar al menos 15 galpones, esta producción se traduce a \$ **41,260.80** en costos operacionales anualmente.

Cuadro 12. Costos Operacionales por Pila de Compostaje

Costos Operacionales		
Materiales	Cantidad	Costo (\$)
Concha de Arroz	11.000 kg	700.00
Recolección de Pollinaza	1700 (sacos)	204.00
Transporte	1 (día)	250.00
Acelerador de Compostaje	4.6 (L)	110.4
Recolección y Empacado	1564 (sacos)	281.52
Retroexcavadora	1 (día)	10.00
Análisis de Laboratorio	1	100.00
Saco	1564	1094.8
Total		\$ 2,750.72

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

4.4.4 Rentabilidad

Para determinar la rentabilidad del proyecto se emplearon indicadores de análisis económicos, y así poder determinar analizar los resultados en relación con el capital invertido. En este caso particular se emplearon dos indicadores, tales como, punto de equilibrio, y retorno sobre la inversión (ROI).

Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio es aquel en el cual los ingresos brutos totales recibidos se igualan a los costos asociados con la venta de un producto. Se utiliza, generalmente, para determinar la posible rentabilidad de vender un determinado producto. Es necesario tener bien identificado el comportamiento de los costos, de otra manera es sumamente difícil la ubicación de ese punto.

$$Q^* = CF / (PV - C_{vu})$$

Donde: Q*: Cantidad de unidades en el punto de equilibrio

CF: Costos fijos

PV: Precio de ventas

Cvu: Costo variable unitario

Precio de Venta: de acuerdo a lo establecido por las leyes de Venezuela, el precio de venta de un producto, no debe sobrepasar el 30% de margen de ganancia, bajo estas condiciones se tiene que el precio de venta de un saco de compostaje será:

$$\text{Precio de Venta} = \frac{\$2,750.72}{1564 \text{ sacos}} * 1.30 = \$2.30$$

Así mismo, la gerencia de la empresa indicó que este precio por saco no se acerca al precio real en el mercado de este tipo de producto, pues el precio de un saco de abono orgánico puede oscilar entre \$10 y \$15. Igualmente, la gerencia determinó que un precio competitivo para el compost que se obtendrá del proceso, se puede establecer en \$6, pues se sabe que el estiércol sin tratar tiene un valor de \$3 en la zona.

Costos Fijos y Costo Variable Unitario: en este caso se toman como costos fijos todos los costos asociados a la depreciación y amortización de activos, así como los costos de mano de obra. El costo variable unitario está dado por el cociente de los costos operacionales y el precio de venta, en este caso se evaluó el costo variable unitario en ambos precios de venta sugeridos. En el cuadro 13, se presentan todos los costos asociados al punto de equilibrio.

Cuadro 13. Punto de Equilibrio

Costos Fijos	\$ 3,376.78
Costos Variables	\$ 41,260.80
Costo Variable Unitario	\$ 1.76
Precios de Venta	\$2.3; \$6

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

$$\text{Punto de Equilibrio}_{(\$2.3)} = \frac{\$3,376.78}{\$2.30 - \$1.76} \cong 6253 \text{ sacos}$$

$$\text{Punto de Equilibrio}_{(\$6.0)} = \frac{\$3,376.78}{\$6.00 - \$1.76} \cong 797 \text{ sacos}$$

En ambos precios de venta, el punto de equilibrio se encuentra muy por debajo de la producción anual de la planta, si el precio de venta es de \$2.30 el punto de equilibrio se logra únicamente con la venta de los sacos de compost que resultan del procesamiento de cuatro galpones; en el caso donde el precio de venta es \$6.00, se requiere vender un poco más de la mitad de los sacos de compost que resultan del procesamiento de solamente un galpón.

Retorno Sobre la Inversión (ROI)

El retorno sobre la inversión es un indicador que mide la relación entre la ganancia obtenida y la inversión de un negocio. Se lo conoce como ROI por sus siglas en inglés (Return Of Investment), La fórmula tradicional del ROI es la siguiente:

$$ROI = \left(\frac{Ingresos - Costos}{Costos} \right) * 100$$

Cuadro 14. ROI

Costos Fijos	\$ 3,376.78
Costos Variables	\$ 41,260.80
Inversión	\$ 44,637.58
Ingresos (\$6.0)	\$ 140,760.00
Ingresos (\$2.3)	\$ 53,958.00
ROI (\$6.0)	215.34%
ROI (\$2.3)	20.88%

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

Para este indicador, se tomaron en cuenta los costos fijos, los costos variables, al igual que ambos precios de ventas establecidos anteriormente. En el cuadro 14, se muestran los ingresos y la inversión del proyecto para el primer año, así como retorno sobre la inversión. Se tiene entonces, que para ambos precios el ROI es positivo para el primer año, lo que resulta bastante favorable; si se establece el precio del producto en \$2.30 por cada dólar que se invierte se obtendrá \$0.20 de ganancia, finalmente, si se establece el precio del producto en \$6.00, por cada dólar invertido la ganancia será de \$2.15.

4.4.5 Factibilidad Social y Ambiental

Adicionalmente, la ganancia de la inversión también estará formada por la reducción del impacto ambiental que la misma supone, pues la implementación de este proyecto significa el establecimiento de un sistema de gestión ambiental que permitirá la evolución de la empresa hacia su propia sostenibilidad económica y ambiental, a través del compromiso social y ambiental con la comunidad donde esta se desarrolla. De igual forma, la factibilidad ambiental, se puede ver reflejada en los ahorros asociados a las posibles sanciones ambientales, cuadros 14 y 15, que pueden recaer sobre Granja El Cedro JGC, C.A., debido al manejo actual de los desechos sólidos.

Cuadro 15. Beneficios y/o Ahorros por posibles Sanciones Ambientales.

Base Legal	Descripción	Sanción
Ley Penal del Ambiente	Gaceta Oficial N°39.913 del 02 de mayo de 2012.	
Capítulo		
II. Delitos contra la Administración Ambiental	Artículo 84. Vertido de Materiales Degradantes en Cuerpos de Agua.	Prisión de uno a dos años o multa de unas mil unidades tributarias (1.000 U.T.) a dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.).
	Artículo 96. Emisión de Gases Capaces de Deteriorar la Atmósfera.	Prisión de seis meses a dos años o multa de seiscientas unidades tributarias (600 U.T.) a dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.).
VIII. Delitos contra la Calidad Ambiental	Artículo 99. Disposición Indevida de Residuos o Desechos Sólidos no Peligrosos.	Arresto de uno a tres años o multa de trescientas unidades tributarias (300 U.T.) a unas mil unidades tributarias (1000 U.T.).

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

Cuadro 16. Ahorros por posibles Sanciones Ambientales, según la Legislación Venezolana.

Base Legal	Descripción	U. T	Costo		U. T
			Bs.	USD	
Ley Penal del Ambiente	Art. 84	2.000	40		Bs. 0.02
	Art. 96	2.000	40		
	Art. 99	1.000	20		
	Total Ahorro		100	21.55	

Elaborado por: Castellanos, M. (2021).

Finalmente, la factibilidad social reside en los beneficios que significa la instalación de una planta de compostaje para Granja El Cedro JGC, C.A:

- Aumento en la satisfacción de los empleados debido a la obtención de nuevos conocimientos y procedimientos de trabajo.
- Fuente de empleo para individuos de la zona, debido al requerimiento de personal a destajo para los trabajos de limpieza y recolección.
- Espacios de trabajo más productivos, limpios y sostenibles.
- Motivación personal hacia el desarrollo de nuevas tecnologías más inclusivas y conservadoras que las anteriores.
- Cumplimiento con un SGA, el cual genera tanto beneficios para el ambiente interno de la empresa, como para el externo.
- Gratificación profesional obtenida mediante el desarrollo de las prácticas verdes en la organización.
- Disminución de problemas laborales ocasionados por temas relacionados con la higiene, seguridad y salud industrial.

CONCLUSIONES

A nivel mundial, la producción de carne de pollo significa grandes volúmenes de creación de desechos sólidos en forma de pollinaza, cuyo impacto ambiental depende en gran medida de su manejo y disposición final, en búsqueda de reducir el impacto ambiental de la empresa avícola Granja El Cedro JGC, C.A., así como de aprovechar la oportunidad de agronegocio que existe al transformar la pollinaza en compost, un subproducto que posea valor comercial, se inicia este proceso de investigación cuyo objetivo principal es determinar la factibilidad de diseñar e instalar una planta de tratamiento de desechos sólidos para la empresa en cuestión.

Este estudio dio inicio en la Fase I, donde se procedió a investigar la situación actual de la empresa avícola Granja El Cedro JGC, C.A., en relación a las actividades productivas que la organización desarrolla y de qué forma perturban al medio ambiente. Dicha investigación se realizó mediante la puesta en práctica de diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos, tales como, entrevistas no estructuradas dirigidas al gerente de la empresa, observación directa de las instalaciones y procesos actuales de la misma, y la revisión y análisis de investigaciones preliminares.

Al procesar los datos obtenidos de la Fase I, se obtuvo que la empresa Granja El Cedro JGC, C.A no posee ningún tipo de Sistema de Gestión Ambiental. Igualmente, se determinó que la misma produce 1.529.950,00 kg de pollinaza anualmente. Asimismo, se halló que los residuos no reciben ningún tipo de tratamiento que permita disminuir su impacto ambiental, adicionalmente, la disposición final de los desechos es ignorada. También, se conoció que la empresa utiliza prácticas de entierro sanitario para la disposición final de la mortalidad generada, afectando negativamente los suelos y cuerpos de agua de la zona donde se desarrolla. Finalmente, se estableció que la solución más factible, sería la instalación de una planta de compostaje dentro de las instalaciones de la empresa.

Seguidamente, en la Fase II, con base en el diagnóstico obtenido, se diseñó una propuesta para la instalación de una planta de compostaje de sistema abierto o por pilas. Dentro de esta fase se realizó el estudio técnico operativo donde se determinó la locación de la planta, también se determinaron los materiales, equipos y maquinaria requeridas, así como el funcionamiento adecuado del proceso de compostaje, de acuerdo a esto se evaluó la capacidad de producción, la cual arrojó que, por pila se producirán en promedio 1564 sacos de compost, anualmente se estima que se procesarán 15 pilas o camellones.

Asimismo, para la creación de cualquier planta procesadora de residuos orgánicos, el conocimiento y aplicación de los aspectos legales, organizativos y ambientales es de gran importancia, por el origen y naturaleza de su nacimiento, es por esta razón, que en la Fase III, se establecieron todas las normas legales establecidas en la República Bolivariana de Venezuela, que regularían las actividades realizadas dentro de una planta de compostaje.

Finalmente, en la Fase IV, se desarrolló un estudio que permitió conocer la factibilidad desde diferentes perspectivas, tales como, la económica, ambiental, y social. En esta sección se determinó, mediante la aplicación de herramientas de como punto de equilibrio, y el retorno sobre la inversión (ROI), que se trata de un proyecto rentable, pues las unidades necesarias para alcanzar el punto de equilibrio están muy por debajo de la producción establecida, igualmente, se obtuvo que el retorno sobre la inversión puede alcanzar hasta un 215.34%.

RECOMENDACIONES

Con base en los cálculos obtenidos en el desarrollo de esta investigación considerando el reciclaje de la pollinaza para un obtener un subproducto con valor comercial agregado se establecen las siguientes recomendaciones:

- Implementar este proyecto debido a que, de acuerdo a la población estudiada no existen empresas en la región que puedan ofrecer y por ende satisfacer la demanda de compost en el sector agrario.
- Hacer revisiones constantes al caso financiero del proyecto, con la finalidad de mantener el plan actualizado en respuesta a los cambios frecuentes en las condiciones macroeconómicas de Venezuela.
- En lo que respecta a la promoción y comercialización del producto, se recomienda una campaña agresiva a nivel de redes sociales con la finalidad de cumplir con el ingreso por ventas necesario para alcanzar el punto de equilibrio.
- Incentivar la instauración de prácticas ecoeficientes como política social dentro de la empresa Granja El Cedro JGC, C.A., brindándole a sus trabajadores las posibilidades de capacitaciones y adiestramientos, a través de charlas, talleres y/o actividades que aumenten la concientización de la población sobre la reutilización.
- Integrar a cada una de las áreas de la organización para el desarrollo de los Sistemas de Gestión Ambiental.
- Atender a todas las actualizaciones relacionadas con la normativa ISO 14.001, para constantemente innovar en relación a materia ambiental.
- Contar con la información necesaria para la correcta identificación de los impactos ambientales generados por la empresa, con el objetivo de tomar las acciones requeridas para su atenuación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación*. (5^a ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación*. (7^{ma} ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Ayala, R. (2018). *Bioseguridad elaboración de composta con desechos de granja*. BM Editores. [Documento en línea]. Disponible: <https://bmeditores.mx/avicultura/bioseguridad-elaboracion-de-composta-con-desechos-de-granja-1830/>
- Baca, G. (1995). *Evaluación de Proyectos*. (3^{era} Ed). México, México: Mc Graw
- Benítez. (2017). *Relaciones entre los Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental, el Desarrollo Sustentable y los aspectos bioéticos*. Trabajo Exploratorio. Publicado. Universidad Católica “Andrés Bello”. Caracas, Venezuela.
- Blanco, A (2000). *Curso de Evaluación y Formulación de Proyectos*. Caracas, Venezuela: [s.e].
- Casas, S., & Guerra, L. (2020). **La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización**. *Revista de Producción Animal*, 32(3). [Documento en línea]. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300087
- Colaboradores de Google Earth. (2021). **Localización de la Granja El Cedro JGC, C.A.** *Google Earth*. [Documento en línea]. Disponible: <https://earth.google.com/web/@10.1286635,68.33422157,723.02160917a,1833.51424639d,35y,51.10637226h,42.65651815t,0r>

- Colaboradores de Wikipedia. (2021a). **Hidrólisis** - *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [Documento en línea]. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3lisis>
- Colaboradores de Wikipedia. (2021b). **Pirólisis** - *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [Documento en línea]. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%B3lisis>
- Colaboradores de Wikipedia. (2021c). **Urea** - *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [Documento en línea]. Disponible: <https://es.wikipedia.org/wiki/Urea>
- Contento, N. (2016). ***El marco teórico en la investigación científica y su incidencia en la aplicación de contabilidad***. Trabajo exploratorio. Publicado. Universidad “Técnica de Machala”. Machala, Ecuador.
- FAO. (2013). ***Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencia en América Latina***. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). [Documento en línea]. Disponible: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- FAO. (2017). ***Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM)***. [Documento en línea]. Disponible: <https://www.fao.org/gleam/results/es/>
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (2001). ***Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos***. Número 5554. (Extraordinaria). Noviembre 13. Caracas, Venezuela.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (2006). ***Ley Orgánica del Ambiente***. Número 5.833. (Extraordinaria). Diciembre 22. Caracas, Venezuela.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (2010). ***Ley de Gestión Integral de la Basura***. Número 6.017 (Extraordinaria). Diciembre 30. Caracas, Venezuela.
- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (2012). ***Ley Penal del Ambiente***. Número 39.913. Mayo 02. Caracas, Venezuela.

- Gomez, E. (2012). *Estudio De Gestión Ambiental Para La Empresa Avícola Agrícola Mercantil Del Cauca - Agricca S.A.* Trabajo Descriptivo. Publicado. Universidad “De Manizales”. Manizales, Colombia.
- González, R. y Ojeda, R. (2019) *Estrategias del Uso de Lodo Residual como Materia Prima en Smurfit Kappa Cartón De Venezuela S.A.* Trabajo de Tesis. Publicado. Universidad “José Antonio Páez”, Valencia, Carabobo.
- Gutiérrez, J., & Sánchez, L. (2009). *Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1(2), 1.* [Documento en Línea]. Disponible: <http://revistas.uladech.edu.pe/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación (6ª ed.)*. México, México: Mc Graw Hill.
- INE. (s. f.). *XIV Censo Nacional de Población y Vivienda*. Instituto Nacional de Estadística. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/pdf/carabobo.pdf>
- Infante, M. (2019). *Estudio de Factibilidad Técnico Económica para la Instalación de una Distribuidora de Productos Descartables en el Municipio San Diego, Edo. Carabobo*. Trabajo de Tesis. Publicado. Universidad “José Antonio Páez”, Valencia, Carabobo.
- Inoue, K. R. A., Tinôco, I. de F. F., Cassuce, D. C., Bueno, M. M., & Graña, A. L. (2012). **ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA EM GALPÕES DE FRANGO DE CORTE SUBMETIDOS A DIFERENTES DIETAS**. *Revista Engenharia Na Agricultura - Reveng*, 20(1), 19-24. [Documento en línea]. Disponible: <https://doi.org/10.13083/reveng.v20i1.199>
- Isaac C., Gómez J., & Díaz S. (2017). **La integración de herramientas de gestión ambiental como práctica sostenible en las organizaciones**. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(4), 27-36. [Documento en línea] Disponible:

- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000400004&lng=es&tlng=es.
- ISOTools. (2015). *ISO 14001:2015 Cambios y novedades*. [Documento en Línea]. Disponible: <https://www.isotools.org/>
- Jones P, Martin M. 2003. **A review of the literature on the occurrence and survival of pathogens of animals and humans in green compost**. *The Waste and Resources Action Programme*. [Documento en línea]. Disponible: http://www.gwmc.ca/pdf_files/Literature%20Review%20%20Human%20and%20Animal%20Pathogens%20in%20Compost.pdf
- Kieso, D. (1996). **Contabilidad Intermedia**. México, México: Noriega Editores.
- Lamb, C., Hair, J., & Mc Daniel, C. (1998). **Marketing. (4ta ed)**. México, México: International Thompson Editores.
- Oliveira, M., Sousa, F., Saraz, J., Calderano, A., Tinôco, I., & Carneiro, A. (2021). **Ammonia Emission in Poultry Facilities: A Review for Tropical Climate Areas**. *Atmosphere* 1091(12). [document en línea]. Disponible: <https://doi.org/10.3390/atmos12091091>
- Pinos, J., García, J., Pena, L., Rendon, J., González, C., & Patiño, F. (2012). **Impacto y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América**. *Agrociencia*, 46(4). [Documento en línea]. Disponible: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000400004
- Rivas, R. (2000). *Estudio de Factibilidad de Mercado, Técnica y Económico-Financiera para la Instalación de Una Planta Arenera en el Municipio Caucagua, Distrito Acevedo, Estado Miranda para el Segundo Semestre del Año 2000*. UNIMET. [Documento en línea]. Disponible: <http://repositorios.unimet.edu.ve/docs/42/hf5500r4907.pdf>

- Ross, S. (1995). **Finanzas Corporativas. (3era ed.)**. Madrid, España: Richard D. IRWIN INC., 1995.
- Samuelson, P. (1999). **Economía. (16ava. ed)**. México, Mexico: Mc Graw Hill.
- Sapag, C., & Sapag, R. (1995). **Preparación y Evaluación de Proyectos**. Santafé de Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.
- Stamatti, G., & Ricardo, D. (2013). **Modalidad de uso del estiércol de la producción avícola, en la zona de Crespo Entre Ríos**. INTA. [Documento en línea]. Disponible: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-9_inta_estiercol_avicolas.pdf
- Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2007). **Fundamentos De Marketing (14.ª ed.)**. México, México: McGraw-Hill Education.
- Statista. (2021, abril). **Chicken meat production worldwide from 2012 to 2021**. [Documento en línea]. Disponible: <https://www.statista.com/statistics/237637/production-of-poultry-meat-worldwide-since-1990/>
- Sztern, D., & Pravia, M. (1999). **Manual Para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos**. Organización Panamericana de la Salud. [Documento en línea]. Disponible: <http://ops-uruguay.bvsalud.org/pdf/compost.pdf>
- Trujillo, E., Valencia, C., Alegría, M., Sotelo, A., & Césare, M. (2019). **Producción y caracterización química de Biochar a partir de residuos orgánicos avícolas**. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(4), 489-504. [Documento en línea]. Disponible: <https://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v85i4.262>
- UNAM. (s. f.). **Evaluación Económica**. Universidad Nacional Autónoma de México. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GomezAM/cap4.pdf>
- UPEL. (2006). **Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. [Documento en

línea]. Disponible: <http://files.innova-edu.webnode.com/200003215-6a4f06b3b1/NormasUPEL2006.pdf>

Valenzuela, J. (2018). *Propuesta para el Manejo de la Mortalidad mediante la Implementación de Compostaje y la Consecuente Producción de Humus de Lombriz Roja Californiana en la Granja Las Flores Del Municipio De Quillacollo*. Trabajo descriptivo. Publicado. Universidad “Mayor de San Simón”, Cochabamba, Bolivia.

Vásquez, C. (2020). *El amoníaco en la producción Avícola*. BM Editores. [Documento en línea]. Disponible: <https://bmeditores.mx/avicultura/el-amoniacoen-la-produccion-avicola/>

Zamora, R., Herrera, J., Dorado, S., & Saborío, A. (2019). **Efecto del alojamiento, reuso de la cama y almacenamiento en la composición química de la pollinaza**. *Agronomía Costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 43(2). [Documento en línea]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6973063>